GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
DIRECCIÓN REGIONAL DE AGUAS REGIÓN METROPOLITANA

DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

INFORME FINAL
VOLUMEN 2

REALIZADO POR:

ARRAU INGENIERÍA E.I.R.L.

S.I.T. Nº 371

Santiago, Noviembre 2015

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

Ministro de Obras Públicas
Ingeniero Comercial Sr. Alberto Undurraga Vicuña

Director General de Aguas
Abogado Sr. Carlos Estévez Valencia

Directora Regional Dirección General de Aguas Región Metropolitana
Abogada Srta. Carmen Herrera Indo

Inspector Fiscal
Ingeniero Civil Industrial Sr. Francisco Salazar Aragón

Profesionales Dirección General de Aguas Región Metropolitana
Ingeniera en Recursos Naturales Renovables Sra. María Inés Cartes Martínez
Ingeniera Química Sra. Doris Águila González
Geógrafo Sr. Carlos Guzmán Leiva

Profesional División de Estudios y Planificación
Ingeniera Civil Sra. Andrea Osses Vargas

Asesoría a la Inspección Fiscal
AQUATERRA Ingenieros Ltda.

ARRAU INGENIERÍA E.I.R.L.

Jefe de Proyecto
Ingeniero Civil Sr. Felipe Espinoza Contreras, Ph.D.

Coordinador
Ingeniero en Recursos Naturales Renovables Sr. Yuri Castillo Ávalos, MSc.

Profesionales
Ingeniera en Recursos Naturales Renovables Sra. Claudia Lizana Zapata
Ingeniera en Recursos Naturales Renovables Sra. Paulina León Toro
Ingeniero Civil Sr. Diego Mena Pardo
Ingeniero en Obras Civiles Sr. Cristóbal Mosqueira Baird-Kerr
Ingeniero en Recursos Naturales Renovables Sr. Wilson Ureta Parraguez
Ingeniero en Recursos Naturales Renovables Sr. Francisco Camus Herrera
Ingeniero Agrónomo Sr. José Astudillo Henríquez
Ingeniero Agrónomo Sr. Rodrigo Alvear Contreras
Ingeniera en Recursos Naturales Renovables Srta. Catalina Eastman Mendoza
Ingeniera en Recursos Naturales Renovables Srta. Valeska Cárcamo Azócar
Ingeniera en Recursos Naturales Renovables Srta. Mónica Martínez Olivares
Antropólogo Social Sr. Raúl Espinosa Fleck
Antropólogo Sr. Víctor Zúñiga Pérez

DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

ÍNDICE

INFORME FINAL
Volumen 2

Acápite	Descripción	Pág.
6.	**DIAGNÓSTICO DE CALIDAD DE AGUA SEGÚN FUENTE Y TIPOS DE USO**	**6-1**
6.1.	INTRODUCCIÓN	6-1
6.2.	NORMATIVA AMBIENTAL RELEVANTE RELACIONADA CON LA CALIDAD DEL AGUA EN LA REGIÓN METROPOLITANA	6-1
6.2.1.	Normas de Emisión	6-1
6.2.1.1.	Aspectos Generales	6-1
6.2.1.2.	D.S. 90 de 2000 (Ministerio Secretaría General de la Presidencia): Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales	6-2
6.2.1.3.	D.S. 46 de 2002 (Ministerio Secretaría General de la Presidencia): Norma de Emisión de Residuos Líquidos a Aguas Subterráneas	6-2
6.2.1.4.	D.S. 609 de 1998 (Ministerio de Obras Públicas): Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Industriales Líquidos a Sistemas de Alcantarillado	6-2
6.2.1.5.	D.S. 80 de 2006 (Ministerio Secretaría General de la Presidencia): Norma de Emisión para Molibdeno y Sulfatos de Efluentes Descargados desde Tranques de Relaves al Estero Carén	6-3
6.2.2.	Normas de Calidad Según Uso	6-3
6.2.2.1.	NCh 1.333 Of. 78 Modificada en 1987: Requisitos de Calidad del Agua para Diferentes Usos	6-3
6.2.2.2.	Decreto Supremo N° 735 de 1969: Aprueba el Reglamento de los Servicios de Agua Destinados al Consumo Humano y la NCh 409/1 Of 2005	6-4
6.2.3.	Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales de la Cuenca del Río Maipo	6-4
6.3.	CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA A PARTIR DE ESTUDIOS PREVIOS	6-7
6.3.1.	Aspectos Generales	6-7

DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

ÍNDICE

INFORME FINAL
Volumen 2

Acápite	Descripción	Pág.
6.3.2.	Desarrollo Metodológico e Informe con Antecedentes para la Realización de los Análisis de Impacto Económico y Social de las Normas Secundarias de Calidad de Aguas de las Cuencas Cachapoal, Maipo y Elqui. SIT Nº 279 (DGA 2012, CDA-01).	6-7
6.3.3.	Monitoreo DBO5 y Coliformes Fecales en las Cuencas Aconcagua, Maipo y Mataquito. SIT Nº 256 (DGA 2011, CDA-03)	6-13
6.3.4.	Hidrología Subterránea de la Subcuenca de Rungue, Región Metropolitana (Universidad de Chile 2013, HSB-01)	6-15
6.3.5.	Diagnóstico y Clasificación de Sectores Acuíferos. SIT Nº 183 (DGA 2009, HSB-02)	6-16
6.3.6.	Aplicación de las Técnicas Hidroquímicas y de Hidrología Isotópica en la Identificación de las Áreas de Recarga y para la Caracterización de la Contaminación por Nitratos del Acuífero de Santiago (CCHEN, HSB05)	6-18
6.3.7.	Propuestas de Índices de Calidad de Agua para Ecosistemas Hídricos de Chile (Universidad de Chile 2012, CDA-02)	6-19
6.3.8.	Diagnóstico y Plan de Gestión para la Calidad del Agua del Embalse Rapel (MMA-O'Higgins 2011, CDA-04)	6-19
6.3.9.	Caracterización Geoquímica del Humedal de Batuco: Distribución de Metales en Perfiles de Sedimentos (PUC 2010, CDA-05)	6-22
6.3.10.	Metodología para la Determinación de la Calidad Hídrica Mediante Comunidades Zoobentónicas Río Maipo (JICA 2004, CDA-06)	6-25
6.3.11.	Informe sobre Calidad de Aguas Histórica de Laguna de Aculeo (DGA 2006, CDA-10)	6-31
6.3.12.	Minuta DCPRH Nº 215 (DGA 2010, CDA-09)	6-31
6.4.	ANÁLISIS TERRITORIAL DE LA CALIDAD DEL AGUA	6-39
6.4.1.	Introducción	6-39
6.4.2.	Aguas Superficiales	6-45
6.4.2.1.	Antecedentes Generales	6-45
6.4.2.2.	Subcuenca Río Maipo Alto	6-52
6.4.2.3.	Subcuenca Río Maipo Medio	6-54
6.4.2.4.	Subcuenca Río Maipo Bajo	6-58
6.4.2.5.	Subcuenca Río Mapocho Alto	6-60
6.4.2.6.	Subcuenca Río Mapocho Bajo	6-62

DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

ÍNDICE

INFORME FINAL
Volumen 2

Acápite	Descripción	Pág.
6.4.2.7.	Subcuenca Estero Alhué	6-65
6.4.2.8.	Subcuenca Estero Yali	6-66
6.4.2.9.	Caudales de Dilución Establecidos en Cursos Superficiales	6-67
6.4.3.	Aguas Subterráneas	6-69
6.4.3.1.	Antecedentes Generales	6-69
6.4.3.2.	Unidad Hidrogeológica Estero Colina	6-74
6.4.3.3.	Unidad Hidrogeológica Río Maipo	6-75
6.4.3.4.	Unidad Hidrogeológica Río Maipo Inferior	6-77
6.4.3.5.	Unidad Hidrogeológica Estero Chacabuco	6-77
6.4.3.6.	Unidad Hidrogeológica Estero Puangue	6-78
6.4.3.7.	Unidad Hidrogeológica Estero Alhué	6-78
6.4.3.8.	Unidad Hidrogeológica Estero Yali	6-78
6.4.3.9.	Vulnerabilidad de Acuíferos	6-79
6.4.4.	Fuentes Emisoras	6-84
6.4.4.1.	Aspectos Generales	6-84
6.4.4.2.	Fuentes Emisoras a Aguas Superficiales	6-84
6.4.4.3.	Fuentes Emisoras a Aguas Subterráneas	6-87
6.4.4.4.	Fuentes Emisoras a Alcantarillado	6-89
6.5.	CONCLUSIONES	6-91
7.	**DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA**	**7-1**
7.1.	GENERALIDADES	7-1
7.2.	INFRAESTRUCTURA DE RIEGO	7-2
7.2.1.	Aspectos Generales	7-2
7.2.2.	Canales	7-2
7.2.2.1.	Ubicación y Cobertura	7-2
7.2.2.2.	Capacidad	7-6
7.2.2.3.	Conservación	7-6
7.2.2.4.	Diagnóstico (Problemas y Deficiencias)	7-6
7.2.2.5.	Conclusiones	7-8
7.2.3.	Embalses y/o Tranques	7-8
7.2.3.1.	Aspectos Generales	7-8
7.2.3.2.	Ubicación	7-8
7.2.3.3.	Capacidad	7-9
7.2.3.4.	Conservación	7-11
7.2.3.5.	Diagnóstico y Problemas	7-11
7.2.3.6.	Conclusiones	7-11

DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

ÍNDICE

INFORME FINAL
Volumen 2

Acápite	Descripción	Pág.
7.2.4.	Captaciones Subterráneas	7-12
7.2.5.	Obras Asociadas a la Ley 18.450	7-12
7.3.	INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE	7-17
7.3.1.	Aspectos Generales	7-17
7.3.2.	Ubicación y Cobertura	7-17
7.3.3.	Capacidad	7-21
7.3.4.	Conservación	7-21
7.3.5.	Diagnóstico (Problemas y Deficiencias)	7-21
7.3.6.	Conclusiones	7-22
7.4.	INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS SANITARIOS	7-23
7.4.1.	Aspectos Generales	7-23
7.4.2.	Ubicación y Cobertura	7-24
7.4.3.	Capacidad	7-27
7.4.4.	Diagnóstico (Problemas y Deficiencias)	7-28
7.4.5.	Conclusiones	7-30
7.5.	INFRAESTRUCTURA HIDROELÉCTRICA	7-30
7.5.1.	Aspectos Generales	7-30
7.5.2.	Ubicación y Cobertura	7-30
7.5.3.	Conservación	7-33
7.5.4.	Potencial Futuro de Hidrogeneración	7-33
7.5.5.	Diagnóstico	7-34
7.5.6.	Conclusiones	7-34
7.6.	INFRAESTRUCTURA DE DEPÓSITOS DE RELAVES	7-34
7.6.1.	Aspectos Generales	7-34
7.6.2.	Ubicación y Cobertura	7-35
7.6.3.	Descripción de Depósitos Importantes	7-38
7.6.4.	Conservación	7-39
7.6.5.	Diagnóstico	7-40
7.6.6.	Conclusiones	7-40
7.7.	INFRAESTRUCTURA DE AGUAS LLUVIAS	7-40
7.7.1.	Aspectos Generales	7-40
7.7.2.	Ubicación y Cobertura	7-42
7.7.3.	Capacidad y Conservación	7-44
7.7.4.	Diagnóstico (Problemas y Deficiencias)	7-44
7.7.5.	Conclusiones	7-47
7.8.	INFRAESTRUCTURA DE PREVENCIÓN DE ALUVIONES	7-48
7.8.1.	Aspectos Generales	7-48

DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

ÍNDICE

INFORME FINAL
Volumen 2

Acápite	Descripción	Pág.
7.8.2.	Ubicación y Cobertura	7-48
7.8.3.	Capacidad	7-49
7.8.4.	Conservación	7-49
7.8.5.	Diagnóstico (Problemas y Deficiencias)	7-49
7.8.6.	Conclusiones	7-51
7.9.	INFRAESTRUCTURA DE DEFENSAS FLUVIALES	7-51
7.9.1.	Aspectos Generales	7-51
7.9.2.	Ubicación y Cobertura	7-51
7.9.3.	Conservación	7-53
7.9.4.	Diagnóstico	7-53
7.9.5.	Conclusiones	7-56
7.10.	EXTRACCIONES DE ÁRIDOS	7-56
7.10.1.	Aspectos Generales	7-56
7.10.2.	Ubicación y Cobertura	7-56
7.10.3.	Programa de Explotación	7-58
7.10.4.	Diagnóstico	7-59
7.10.5.	Conclusiones	7-59
7.11.	INFRAESTRUCTURA DE MEDICIÓN	7-59
7.11.1.	Aspectos Generales	7-59
7.11.2.	Ubicación y Cobertura	7-60
7.11.3.	Diagnóstico (Problemas y Deficiencias)	7-61
7.11.3.1.	Redes Meteorológicas, Fluviométricas y Sedimentos	7-61
7.11.3.2.	Red de Niveles de Aguas Subterráneas	7-66
7.11.3.3.	Red de Calidad de Aguas	7-69
7.12.	RED DE ALERTA DE CRECIDAS	7-73
7.12.1.	Análisis Cobertura de la Red	7-73
7.12.2.	Conclusiones	7-75
7.13.	CONCLUSIONES DE INFRAESTRUCTURA POR SUBCUENCA	7-76
7.13.1.	Subcuenca Estero Alhué	7-76
7.13.2.	Subcuenca Estero Yali	7-80
7.13.3.	Subcuenca Río Maipo Alto	7-83
7.13.4.	Subcuenca Río Maipo Medio	7-86
7.13.5.	Subcuenca río Maipo Bajo	7-90
7.13.6.	Subcuenca Río Mapocho Alto	7-94
7.13.7.	Subcuenca Río Mapocho Bajo	7-96

DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

ÍNDICE

INFORME FINAL
Volumen 2

Acápite	Descripción	Pág.
8.	**DIAGNÓSTICO DE DESEMPEÑO ANTE EVENTOS EXTREMOS**	**8-1**
8.1.	INTRODUCCIÓN	8-1
8.2.	CRECIDAS	8-2
8.2.1.	Antecedentes Generales	8-2
8.2.2.	Rol de la Dirección General de Aguas en el Control de Crecidas	8-2
8.2.2.1.	Aspectos Generales	8-2
8.2.2.2.	Sistema de Emergencias y Alerta de Crecidas	8-3
8.2.2.3.	Embalses de Control de Crecidas	8-4
8.2.2.4.	Labores de Fiscalización Relacionadas con el Control de Crecidas	8-5
8.2.3.	Antecedentes de Crecidas en la Región Metropolitana	8-6
8.2.3.1.	Consideraciones Generales	8-6
8.2.3.2.	Programas y Acciones ante Crecidas e Inundaciones	8-6
8.2.3.3.	Sistema de Emergencia y Alerta de Crecidas	8-8
8.2.3.4.	Zonas de Riesgos de Crecidas e Inundaciones	8-9
8.2.3.5.	Soluciones Estructurales y No Estructurales para Control de Crecidas	8-16
8.2.4.	Diagnóstico de Herramientas para la Gestión en caso de Crecidas	8-18
8.2.4.1.	Aspectos Generales	8-18
8.2.4.2.	Sistema de Emergencias y Alerta de Crecidas	8-20
8.2.4.3.	Labores de Fiscalización Relacionadas con el Control de Crecidas	8-23
8.2.4.4.	Relación de la DGA con otros Organismos Públicos	8-25
8.2.4.5.	Relación de la DGA con las Organizaciones de Usuarios de Agua	8-27
8.2.5.	Conclusiones	8-28
8.2.5.1.	Regional	8-28
8.2.5.2.	Estero Alhué	8-29
8.2.5.3.	Estero Yali	8-29
8.2.5.4.	Río Maipo Alto	8-29
8.2.5.5.	Río Maipo Bajo	8-29
8.2.5.6.	Río Maipo Medio	8-29
8.2.5.7.	Río Mapocho Alto	8-30
8.2.5.8.	Río Mapocho Bajo	8-30

DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

ÍNDICE

INFORME FINAL
Volumen 2

Acápite	Descripción	Pág.
8.3.	SEQUÍAS	8-30
8.3.1.	Antecedentes Generales	8-30
8.3.2.	Rol de la Dirección General de Aguas en situaciones de Sequía	8-31
8.3.2.1.	Aspectos Generales	8-31
8.3.2.2.	Declaración de Escasez Hídrica	8-32
8.3.2.3.	Labores de Fiscalización Relevantes en Periodos de Escasez Hídrica	8-33
8.3.3.	Antecedentes de Sequía en la Región Metropolitana	8-34
8.3.3.1.	Consideraciones Generales	8-34
8.3.3.2.	Programas y Acciones ante Periodos de Sequía	8-35
8.3.3.3.	Registro de Sequías Meteorológicas	8-36
8.3.3.4.	Declaración de Zonas de Escasez	8-37
8.3.3.5.	Pronóstico de Disponibilidad de Agua para el Riego	8-38
8.3.3.6.	Zonas de Emergencia Agrícola	8-40
8.3.4.	Diagnóstico de Herramientas para la Gestión en Caso de Sequía	8-41
8.3.4.1.	Aspectos Generales	8-41
8.3.4.2.	Declaración de Escasez Hídrica	8-43
8.3.4.3.	Labores de Fiscalización Relacionadas con las Sequías	8-44
8.3.4.4.	Relación de la DGA con Otros Organismos Públicos	8-45
8.3.4.5.	Relación de la DGA con las Organizaciones de Usuarios de Agua (OUA)	8-47
8.3.5.	Conclusiones	8-48
8.3.5.1.	Regional	8-48
8.3.5.2.	Estero Alhué	8-48
8.3.5.3.	Estero Yali	8-48
8.3.5.4.	Río Maipo Alto	8-49
8.3.5.5.	Río Maipo Bajo	8-49
8.3.5.6.	Río Maipo Medio	8-49
8.3.5.7.	Río Mapocho Alto	8-49
8.3.5.8.	Río Mapocho Bajo	8-49
9.	**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL**	**9-1**
9.1.	INTRODUCCIÓN	9-1
9.2.	PROYECTOS SEIA	9-1
9.2.1.	Análisis Estudios de Impacto Ambiental	9-1
9.2.2.	Compromisos Ambientales	9-8

DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

ÍNDICE

INFORME FINAL
Volumen 2

Acápite	Descripción	Pág.
9.2.3.	Análisis de Proyectos y Red de Medición de Calidad de Aguas	9-15
9.3.	CONSERVACIÓN Y BIODIVERSIDAD	9-18
9.3.1.	Áreas de Protección o Conservación Existentes	9-18
9.3.2.	Proyectos en SEIA y Áreas Protegidas	9-24
9.3.3.	Áreas Propuestas para la Conservación	9-26
9.3.3.1.	Aspectos Generales	9-26
9.3.3.2.	Características del Medio Ambiente Natural de la Región Metropolitana	9-26
9.3.3.3.	Objetivos de las Áreas Protegidas	9-26
9.3.3.4.	Análisis de Instrumentos que Consideran Áreas Relevantes de Protección Ambiental	9-27
9.3.3.5.	Recomendaciones	9-33
9.4.	CAUDAL ECOLÓGICO AMBIENTAL	9-33
9.5.	PROBLEMAS AMBIENTALES	9-35
9.5.1.	Aspectos Generales	9-35
9.5.2.	Contaminación Hídrica	9-36
9.5.2.1.	Aspectos Generales	9-36
9.5.2.2.	Contaminación por Fuentes Difusas	9-36
9.5.2.3.	Contaminación por Fuentes Puntuales	9-38
9.5.2.4.	Análisis Red de Medición de Calidad	9-44
9.5.3.	Urbanización en Piedemonte Andino de la Ciudad de Santiago	9-44
9.5.4.	Pérdida y/o Ausencia de la Zona Ripariana	9-45
9.5.5.	Extracción de Áridos	9-45
9.5.6.	Contaminación Odorífera	9-46
9.6.	CONFLICTOS AMBIENTALES EN TORNO AL AGUA (PRESENTES Y PASADOS)	9-47
9.6.1.	Aspectos Generales	9-47
9.6.2.	Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo	9-47
9.6.3.	Central Hidroeléctrica Guayacán	9-50
9.6.4.	Reconversión Tecnológica Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Cadellada	9-51
9.6.5.	Expansión Andina 244	9-52
9.6.6.	Laguna de Aculeo	9-52
9.6.7.	Agroindustrias en San Pedro	9-55
9.7.	SITUACIONES DE EMERGENCIA	9-57
9.7.1.	Aspectos Generales	9-57
9.7.2.	Aludes y Remociones en Masa	9-57

DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

ÍNDICE

INFORME FINAL
Volumen 2

Acápite	Descripción	Pág.
9.7.3.	Incendios	9-58
9.7.4.	Emergencias Hídricas	9-59
9.7.5.	Inundaciones	9-60
9.8.	SÍNTESIS DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	9-61
10.	**DIAGNÓSTICO DE HERRAMIENTAS E INSUMOS PARA LA GESTIÓN HÍDRICA**	**10-1**
10.1.	INTRODUCCIÓN	10-1
10.2.	DESCRIPCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DISPONIBLES	10-1
10.2.1.	Aspectos Generales	10-1
10.2.2.	Principales Herramientas de Análisis	10-1
10.2.3.	Análisis de las Herramientas	10-1
10.2.3.1.	MAGIC (Modelación Analítica, Genérica e Integrada de Cuencas)	10-1
10.2.3.2.	Modelo WEAP: Water Evaluation and Planning	10-3
10.2.3.3.	Modelaciones de Aguas Subterráneas	10-7
10.2.3.4.	Sistemas de Información Geográfica (SIG)	10-8
10.2.4.	Comparación Herramientas para Aguas Superficiales	10-11
10.3.	MODELACIÓN REGIÓN METROPOLITANA	10-13
10.3.1.	Aspectos Generales	10-13
10.3.2.	Modelación WEAP	10-13
10.3.2.1.	Aspectos Generales	10-13
10.3.2.2.	Definición de Catchments	10-14
10.3.2.3.	Fuentes de Informacion	10-16
10.3.2.4.	Calibración	10-17
10.3.3.	Otras Modelaciones WEAP	10-18
10.3.4.	Modelo MAGIC-Maipo	10-18
10.3.5.	Modelo de Simulación Superficial 3ª Sección Río Maipo, Esteros Yali y Alhué	10-19
10.3.6.	Modelación Modflow	10-19
10.4.	DIAGNÓSTICO DE CALIDAD DE INSUMOS Y HERRAMIENTAS	10-20
10.4.1.	Diagnóstico de los Insumos	10-20
10.4.2.	Diagnóstico de las Herramientas	10-21
11.	**FISCALIZACIÓN**	**11-1**
11.1.	INTRODUCCIÓN	11-1
11.2.	LABORES DE FISCALIZACIONES REALIZADAS POR LA DGA	11-2

DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

ÍNDICE

INFORME FINAL
Volumen 2

Acápite	Descripción	Pág.
11.3.	LABORES DE FISCALIZACIÓN EN LA REGIÓN METROPOLITANA	11-4
11.3.1.	Labores Realizadas por el Nivel Central en la Región Metropolitana	11-4
11.3.2.	Labores de Fiscalización Realizadas por el Nivel Regional	11-6
11.4.	FISCALIZACIÓN A ORGANIZACIONES DE USUARIOS	11-15
11.5.	INSPECCIÓN DE OBRAS MAYORES	11-15
11.5.1.	Antecedentes Generales	11-15
11.5.2.	Resultados	11-16
11.5.3.	Fiscalización de Obras Mayores	11-19
11.6.	LINEAMIENTOS GENERALES PARA EL PLAN MAESTRO	11-19
11.6.1.	Aspectos Generales	11-19
11.6.2.	Zonas Vulnerables para Aguas Superficiales	11-20
11.6.3.	Zonas con Problemas de Sobreexplotación de Aguas Subterráneas	11-21
11.6.4.	Inspecciones Selectivas y Capacitaciones para Procesos de Denuncia	11-24
11.7.	CONCLUSIONES	11-30
12.	**APROBACIÓN DE OBRAS EN CAUCES NATURALES Y ARTIFICIALES**	**12-1**
12.1.	ANTECEDENTES GENERALES	12-1
12.2.	OBRAS MENORES	12-1
12.3.	OBRAS MAYORES	12-4
12.4.	DIAGNÓSTICO Y CONCLUSIONES	12-5
13.	**DIAGNÓSTICO INSTITUCIONAL**	**13-1**
13.1.	ALCANCES GENERALES	13-1
13.2.	FASE 1: NIVEL MICRO Y MESO	13-3
13.2.1.	Instituciones Existentes a Nivel Regional	13-3
13.2.2.	Análisis de Componentes del Sistema	13-5
13.2.2.1.	Organismos Públicos	13-5
13.2.2.2.	Nivel Privado	13-18
13.2.3.	Análisis de Interacciones Internas	13-19
13.3.	FASE 2: NIVEL MACRO	13-21
13.3.1.	Contexto Normativo Nacional	13-21
13.3.1.1.	Introducción	13-21

DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

ÍNDICE

INFORME FINAL
Volumen 2

Acápite	Descripción	Pág.
13.3.1.2.	Normas Contenidas en la Constitución Política de la República	13-21
13.3.1.3.	Código de Aguas y sus Modificaciones	13-22
13.3.1.4.	Ley Sobre Ejecución de Obras de Riego por el Estado (DFL 1.123)	13-23
13.3.1.5.	Ley de Fomento de la Inversión Privada en Obras de Riego y Drenaje (Ley 18.450)	13-24
13.3.1.6.	Ley de Concesiones de Obras Públicas	13-26
13.3.1.7.	Jurisprudencia Administrativa (Concepto de Disponibilidad)	13-26
13.3.1.8.	Normativa Ambiental Vigente	13-27
13.3.1.9.	Convenio 169 Sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes, O.I.T.	13-28
13.3.2.	Contexto Normativo Internacional	13-29
13.3.2.1.	Aspectos Generales	13-29
13.3.2.2.	Acuerdos de Libre Comercio	13-29
13.3.2.3.	Cooperación Multilateral	13-30
13.3.3.	Contexto Internacional No Normativo	13-30
13.3.3.1.	Ingreso de Chile A la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE)	13-30
13.3.3.2.	Recomendaciones del Banco Mundial 2011 y 2013	13-33
13.3.4.	Análisis Interinstitucional	13-35
13.3.4.1.	Introducción	13-35
13.3.4.2.	Interacción entre Instituciones	13-35
13.3.4.3.	Interacción entre Usuarios e Instituciones	13-39
13.4.	FASE 3: NIVEL COMBINADO	13-46
13.4.1.	Análisis de Limitantes del Sistema	13-46
13.4.1.1.	Desconocimiento Sobre el Estado de Los Recursos Hídricos	13-46
13.4.1.2.	Deficiencias Legales e Institucionales	13-47
13.4.1.3.	Limitada Coordinación Intra-Intersectorial	13-49
13.4.1.4.	Limitados Mecanismos de Comunicación y Sistemas de Información	13-50
13.4.2.	Análisis de Facilitadores del Sistema	13-51
13.4.2.1.	Presión y Sugerencia de Organismos Internacionales	13-51
13.4.2.2.	Acuerdo Sobre Gestión Integrada y Aporte del Desarrollo de un Plan de Gestión Integral de Recursos hídricos	13-52
13.5.	ANÁLISIS GENERAL	13-53

DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

ÍNDICE

INFORME FINAL
Volumen 2

Acápite	Descripción	Pág.
14.	**ANÁLISIS CRÍTICO DEL PLAN DIRECTOR DEL AÑO 2008**	**14-1**
14.1.	ASPECTOS GENERALES	14-1
14.2.	PLAN DIRECTOR	14-1
14.2.1.	Aspectos Generales del Plan Director	14-1
14.2.2.	Aspectos Metodológicos Más Relevantes en la Formulación del Plan Director	14-3
14.3.	EVALUACIÓN CUMPLIMIENTO PLAN DIRECTOR DEL AÑO 2008	14-4
14.3.1.	Aspectos Metodológicos	14-4
14.3.2.	Análisis Cartera de Proyectos Estructurales	14-5
14.3.3.	Análisis Cartera de Proyectos No Estructurales	14-10
14.3.4.	Consideraciones Acerca de la Cartera de Proyectos del Plan Director No ejecutados	14-15
15.	**SÍNTESIS DEL DIAGNÓSTICO, ANÁLISIS DE NECESIDADES Y LÍNEAS DE ACCIÓN Y CONCLUSIONES DEL ESTUDIO**	**15-1**
15.1.	INTRODUCCIÓN	15-1
15.2.	SÍNTESIS DEL DIAGNÓSTICO	15-1
15.3.	ANÁLISIS DE NECESIDADES Y LÍNEAS DE ACCIÓN	15-20
15.3.1.	Introducción	15-20
15.3.2.	Instrumentos Relacionados con la Gestión del Recurso Hídrico y sus Objetivos	15-20
15.3.2.1.	Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico al 2021 (Ministerio de Obras Públicas, 2012)	15-20
15.3.2.2.	Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012-2025 (Ministerio de Obras Públicas, 2013)	15-21
15.3.2.3.	Plan Director para la Gestión de los Recursos Hídricos Cuenca del Río Maipo (DGA 2008, PYP-01)	15-22
15.3.2.4.	Política Pública Regional para el Desarrollo de Localidades Aisladas. Región Metropolitana de Santiago (2012 − 2015)	15-22
15.3.2.5.	Política Nacional para los Recursos Hídricos 2015	15-24
15.3.2.6.	Revisión de los Objetivos de los Distintos Instrumentos	15-24
15.3.3.	Definición de Necesidades y Líneas de Acción	15-25
15.4.	RESUMEN DE ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL PRESENTE ESTUDIO	15-36

DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

ÍNDICE

INFORME FINAL
Volumen 2

Acápite	Descripción	Pág.
15.5.	CONCLUSIONES CONSOLIDADAS A NIVEL DE SUBCUENCA Y REGIONALES	15-37
15.5.1.	Aspectos Generales	15-37
15.5.2.	Estero Alhué	15-38
15.5.3.	Estero Yali	15-40
15.5.4.	Río Maipo Alto	15-43
15.5.5.	Río Maipo Medio	15-45
15.5.6.	Río Maipo Bajo	15-49
15.5.7.	Río Mapocho Alto	15-51
15.5.8.	Río Mapocho Bajo	15-54
15.5.9.	Regional	15-59

DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

ÍNDICE CUADROS

INFORME FINAL
Volumen 2

Cuadro	Descripción	Pág.
6.2.3-1	Áreas de Vigilancia	6-6
6.2.3-2	Niveles de Calidad Ambiental por Área de Vigilancia	6-7
6.3.3-1	Puntos Monitoreados, Estaciones de Calidad de Aguas DGA en la Cuenca del Río Maipo	6-13
6.3.3-2	Fecha de Monitoreos	6-15
6.3.5-1	Zonas Delimitadas por DGA para Definición de Sectores Acuíferos del Estudio, Región Metropolitana	6-16
6.3.8-1	Actividades Productivas Identificadas en la Comuna de Alhué	6-22

DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

ÍNDICE CUADROS

INFORME FINAL
Volumen 2

Cuadro	Descripción	Pág.
6.3.12-1	Ambiente Lumínico Sub-Superficial de la Laguna Aculeo Evaluado a Través de la Profundidad de la Zona Eufótica (ZEUF). (Modificado de la Tabla N°11 del Informe POCH-DGA 2009, el Que a Su Vez, Estuvo Basado en Vila Et Al. 1986, Montecino (1991), Cabrera & Montecino (1987))	6-35
6.3.12-2	Valores de la Razón N_{nit}/P_{pit} (Razón de Redfield) Medidos en la Laguna de Aculeo (Modificado de la Tabla N°13 del Informe Final DGA-POCH, 2009)	6-35
6.3.12-3	Resultados de Sedimentos de la Laguna de Aculeo	6-36
6.3.12-4	Comparación de Resultados Obtenidos en Agua y Sedimentos en la Laguna de Aculeo. Variables Principales y Macroelementos	6-38
6.4.1-1	Límites Máximos Admisibles en Parámetros de Calidad del Agua Potable y Agua para Riego	6-40
6.4.1-2	Clasificación de Aguas para Riego Según Su Salinidad	6-41
6.4.2.1-1	Estaciones Control Calidad Aguas Superficiales	6-49
6.4.2.9-1	Caudales de Dilución Región Metropolitana	6-69
6.4.3.1-1	Estaciones Control Calidad Aguas Subterráneas	6-71
6.4.3.9-1	Clases de Efectividad Generalizada de Protección y Vulnerabilidad Asociada	6-81
6.4.3.9-2	Vulnerabilidad de Acuíferos Región Metropolitana	6-83
7.2.2.1-1	Tramos Principales	7-4
7.2.2.1-2	Bocatomas y Canales por Tramos Principales	7-5
7.2.2.1-3	Canales Asociados al Sistema del Río Maipo Canales Principales y Secundarios	7-5
7.2.3.2-1	Embalses Región Metropolitana	7-9
7.2.3.3-1	Embalses Región Metropolitana	7-9
7.2.4-1	Captaciones de Agua Subterránea para Riego	7-12
7.2.5-1	Superficie Beneficiada y Número de Beneficiarios a de Subcuenca	7-13
7.2.5-2	Proyectos Ley de Riego 18.450 por Superficie Regable por Subcuenca	7-14
7.2.5-3	Tipología de Proyectos Aprobados a Nivel de Subcuenca	7-14
7.2.5-4	Vigencia de los Proyectos Financiados por la Ley 18.450	7-16
7.3.2-1	Tipo de Captación y Cobertura Empresas Sanitarias Año 2015	7-17

DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

ÍNDICE CUADROS

INFORME FINAL
Volumen 2

Cuadro	Descripción	Pág.
7.3.2-2	Resumen de Infraestructura de Distribución Agua Urbana Grupo Aguas y SMAPA	7-19
7.3.2-3	Distribución Espacial Agua Potable Rural	7-19
7.4.2-1	Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas	7-24
7.4.2-2	Sistemas con Tratamiento de Aguas Servidas	7-26
7.4.3-1	Capacidad, Población y Tipo de Tratamiento	7-27
7.4.4-1	Capacidad, Población y Tipo de Tratamiento	7-29
7.5.2-1	Centrales Hidroeléctricas Actuales	7-32
7.5.2-2	Centrales Hidroeléctricas Futuras	7-33
7.5.4-1	Potenciales Asociados a Canales	7-34
7.6.2-1	Depósitos de Relave en la Cuenca	7-36
7.7.2-1	Comunas Incluidas en el Plan Maestro Gran Santiago	7-42
7.7.4-1	Ciudades y Poblados Que No Cumplen con Requisito de Población	7-44
7.7.4-2	Ciudades y Poblados Que Cumplirán con Requisito de Población	7-44
7.7.4-3	Ciudades Que Cumplen con Requisito de Población y Están Dentro del Plan Maestro Gran Santiago 2001	7-45
7.7.4-4	Ciudades Que Cumplen con Requisito de Población y No Están Dentro del Plan Maestro Gran Santiago 2001	7-45
7.8.2-1	Posibles Quebradas Generadoras de Aluviones	7-48
7.9.2-1	Resumen de Cobertura de Defensas Fluviales	7-53
7.9.4-1	Resumen de Cobertura de Defensas Fluviales Según Zona Urbana	7-55
7.10.2-1	Puntos de Extracción Actuales	7-56
7.11.1-1	Superficie Máxima Promedio Asociada a Estaciones (Km^2/Estación)	7-60
7.11.2-1	Cantidad de Estaciones en Redes de Medición	7-60
7.11.3.1-1	Criterios para Caracterización de Redes	7-61
7.11.3.1-2	Resultados Análisis Calidad de las Estaciones	7-62
7.11.3.1-3	Análisis Cobertura Redes Meteorológica, Fluviométrica y Sedimentos	7-62
7.11.3.1-4	Estaciones de Medición Nuevas Asociadas a la Red Propuesta	7-63
7.11.3.2-1	Análisis Idoneidad Red de Niveles	7-68
7.11.3.3-1	Características Red de Calidad de Aguas Superficiales	7-69
7.11.3.3-2	Análisis Idoneidad Red de Calidad Subterránea	7-70

DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

ÍNDICE CUADROS

INFORME FINAL
Volumen 2

Cuadro	Descripción	Pág.
7.12.1-1	Cobertura de la Red de Alerta Temprana para el Control de Crecidas, Región Metropolitana, 2014	7-73
7.12.1-2	Comunas No Consideradas en el Sistema de Alerta Temprana para el Control de Crecidas con Riesgo de Inundación, Región Metropolitana, 2014	7-75
8.2.2.4-1	Labores de Fiscalización Realizadas por la DGA Relacionadas con el Control de Crecidas	8-5
8.2.3.2-1	Acciones y Planes para Control de Crecidas e Inundaciones para la Región Metropolitana	8-7
8.2.3.3-1	Estaciones y Umbrales de Crecida para la Región Metropolitana	8-9
8.2.3.4-1	Riesgos de Inundación por Unidad Territorial Región Metropolitana	8-10
8.2.3.4-2	Puntos Críticos de Inundación Identificados para la Región Metropolitana, 2014	8-13
8.2.3.5-1	Soluciones Estructurales para Problemas de Inundaciones para la Región Metropolitana, Plan Maestro Para el Manejo del Río Maipo	8-16
8.2.3.5-2	Soluciones No Estructurales para Problemas de Inundaciones para la Región Metropolitana, Plan Maestro para el Manejo del Río Maipo	8-16
8.2.3.5-3	Soluciones Estructurales para Problemas de Inundaciones para la Región Metropolitana, Plan Maestro para los Cauces Naturales de la Cuenca del Río Mapocho	8-17
8.2.4.1-1	Rol de la DGA en el Control de Crecidas a Nivel Central y Regional	8-18
8.2.4.1-2	Problemas Identificados por la Ciudadanía Relacionados con el Control de Crecidas	8-19
8.2.4.2-1	Marco Institucional del Sistema de Emergencias y Alerta de Crecidas	8-20
8.2.4.2-2	Marco Institucional del Sistema de Emergencias y Alerta de Crecidas	8-22
8.2.4.4-1	Relación de la DGA con Otras Instituciones Públicas Relacionadas con el Control de Crecidas e Inundaciones	8-26
8.2.4.5-1	Organizaciones de Usuarios Identificadas en el Plan de Invierno de la DGA Región Metropolitana	8-27

DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

ÍNDICE CUADROS

INFORME FINAL
Volumen 2

Cuadro	Descripción	Pág.
8.3.2.2-1	Condiciones Hidrometeorológicas para Calificar Sequía Extraordinaria	8-32
8.3.2.3-1	Labores de Fiscalización Realizadas por la DGA Relevantes en Periodos de Crecidas y Sequías	8-34
8.3.3.2-1	Acciones y Programas para Control de Crecidas e Inundaciones en la Región Metropolitana	8-35
8.3.3.4-1	Decretos de Zona de Escasez Decretados por la DGA para la Región Metropolitana	8-37
8.3.3.4-2	Áreas de Restricción de Aprovechamiento de Aguas Subterráneas para la Región Metropolitana	8-38
8.3.3.6-1	Estadísticas de Declaraciones de Zonas de Emergencia Agrícola por Sequía, Región Metropolitana	8-40
8.3.4.1-1	Rol de la DGA en Situaciones de Sequía a Nivel Central y Regional	8-41
8.3.4.1-2	Problemas Identificados por la Ciudadanía Relacionados con la Sequía	8-42
8.3.4.2-1	Solicitudes de Extracción de Agua sin Título Amparadas en Decretos de Escasez para la Región Metropolitana	8-44
8.3.4.4-1	Comisión Asesora del Presidente de la República para la Sequía en la Región Metropolitana	8-46
8.3.4.4-2	Relación de la Dirección general de Aguas con Otras Instituciones Públicas Relacionadas con Periodos de Sequías	8-46
9.2.1-1	Distribución de Proyectos Aprobados en SEIA Vinculados a los Recursos Hídricos, Según Subcuenca	9-3
9.2.1-2	Resumen Proyectos con Estudio de Impacto Ambiental Seleccionados	9-4
9.2.1-3	Objetivos de Proyectos con Estudio de Impacto Ambiental Seleccionados	9-5
9.2.1-4	Procesos Sancionatorios Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo	9-6
9.2.2-1	Compromisos Ambientales Vinculados al Recurso Hídrico de Proyectos con EIA en Estudio	9-9
9.3.1-1	Categorías de Manejo para la Conservación	9-19
9.3.1-2	Áreas Protegidas Zona de Estudio	9-20
9.3.1-3	Áreas Protegidas Oficiales Área de Estudio	9-20
9.3.1-4	Áreas Protegidas Privadas Área de Estudio	9-22
9.3.2-1	Áreas Protegidas y Proyectos con RCA Aprobada	9-24

DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

ÍNDICE CUADROS

INFORME FINAL
Volumen 2

Cuadro	Descripción	Pág.
9.3.3.4-1	Áreas Protegidas Consideradas en el SEIA	9-28
9.3.3.4-2	Áreas Presentes en la Estrategia Regional Que Representan Interés Considerando los Problemas Detectados	9-30
9.4-1	Caudales Ecológicos Según Resolución de Calificación Ambiental	9-35
9.5.2.3-1	Depósitos de Relave Según Distribución por Subcuenca	9-41
9.8-1	Resumen Diagnóstico Ambiental	9-63
10.2.3.2-1	Parámetros de Suelo y Terreno de WEAP	10-7
10.2.3.4-1	Antecedentes Cartográficos y Espaciales	10-10
10.2.4-1	Análisis Comparativo entre WEAP y MAGIC	10-12
10.3.2.4-1	Resultados Preliminares Calibración	10-18
10.4.1-1	Análisis de la Calidad de la Información	10-20
11.2-1	Labores de Fiscalización Realizadas por la DGA	11-2
11.3.1-1	Derechos de Agua Afectos al Pago de Patentes por No Utilización del Agua, Proceso 2015, Región Metropolitana	11-5
11.3.2-1	Expedientes de Fiscalización para la Región Metropolitana. Año 1997 a 2014	11-7
11.3.2-2	Infracciones al Código de Aguas para la Región Metropolitana. Año 1997 a 2014	11-7
11.3.2-3	Infracciones al Código de Aguas para la Región Metropolitana para las Denuncias Acogidas. Año 1997 a 2014	11-10
11.3.2-4	Número de Fiscalizaciones por Subcuenca, Región Metropolitana. Año 1997 a 2014	11-11
11.3.2-5	Número Fiscalizaciones a Nivel Comunal y Provincial Región Metropolitana. 1997-2014	11-12
11.3.2-6	Problemas Identificados por la Ciudadanía Relacionados con la Fiscalización	11-13
11.4-1	Fiscalización a Organizaciones de Usuarios en la Región Metropolitana (*)	11-15
11.5.2-1	Resumen de Resultados Diagnóstico de Embalses y Tranques	11-17
11.5.2-2	Resumen de Resultados Diagnóstico de Embalses y Tranques	11-17
11.5.2-3	Resumen de Recomendaciones	11-18
11.6.3-1	Resumen de Recomendaciones	11-19
11.6.2-1	Resumen Balance Aguas Superficiales a Nivel de Subcuenca Región Metropolitana	11-20

DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

ÍNDICE CUADROS

INFORME FINAL
Volumen 2

Cuadro	Descripción	Pág.
11.6.3-1	Nivel de Sobreexplotación de las Aguas Subterráneas a Nivel Provincial, Región Metropolitana	11-22
11.6.3-2	Nivel de Sobreexplotación de los Acuíferos por Subcuenca, Región Metropolitana	11-22
11.6.4-1	Variables Relacionadas con la Presión por el Uso de Agua a Nivel Comunal, Región Metropolitana	11-27
11.7.4-2	Lineamientos Generales Plan Estratégico de Fiscalizaciones Región Metropolitana	11-29
12.2-1	Resumen Obras Menores	12-2
12.2-2	Resumen Obras Menores por Provincia	12-3
12.3-1	Resumen Obras Mayores Región Metropolitana	12-5
13.2.1-1	Instituciones Existentes a Nivel Regional	13-4
14.2.2-1	Definición Grados de Cumplimiento Objetivos Prioritarios	14-3
14.3.2-1	Análisis Proyectos Estructurales Propuestos en el Plan Director	14-6
14.3.2-2	Análisis Proyectos Estructurales Propuestos en el Plan Director Distribución de Proyectos Estructurales	14-9
14.3.3-1	Análisis Proyectos No Estructurales Propuestos en el Plan Director	14-11
14.3.3-2	Análisis Proyectos Estructurales Propuestos en el Plan Director Distribución de Proyectos No Estructurales	14-15
14.3.4-1	Proyectos del Plan Director No Ejecutados	14-15
15.2-1	Resultados del Diagnóstico	15-2
15.3.2.4-1	Líneas de Acción, OEDT, Descripción y Focalización Política Pública Regional para el Desarrollo de Localidades Aisladas	15-23
15.3.3-1	Necesidades y Líneas de Acción Propuestas	15-26
15.3.3-2	Resumen Cantidad de Necesidades y Líneas de Acción Identificadas	15-36

DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

ÍNDICE FIGURAS

INFORME FINAL
Volumen 2

Figura	Descripción	Pág.
6.2.3-1	Red Vigilancia Calidad de Aguas	6-5
6.3.1-1	Comportamiento Estacional en Escenario Actual Distintos Parámetros	6-9
6.3.5-1	Diagrama de Piper	6-17
6.3.8-1	Uso de Suelo Subcuenca Alhué	6-20
6.3.8-2	Actividades Mineras	6-21
6.3.10-1	Estaciones de Muestreo Estudio	6-27
6.3.12-1	Ubicación Laguna de Aculeo	6-32
6.4.2.1-1	Calidad de Agua Superficial	6-48
6.4.2.1-2	Calidad Agua Superficial Gráficos	6-51
6.4.3.1-1	Calidad Agua Subterránea	6-72
6.4.3.1-2	Calidad Agua Subterránea Gráficos	6-73
6.4.3.9-1	Vulnerabilidad de Acuíferos	6-82
6.4.4.2-1	Porcentaje de Fuentes Emisoras a Aguas Superficiales por Provincia	6-85
6.4.4.2-2	Fuentes Emisoras Aguas Superficiales	6-86
6.4.4.3-1	Porcentaje de Fuentes Emisoras a Aguas Subterráneas por Provincia	6-87
6.4.4.3-2	Fuentes Emisoras Aguas Subterráneas	6-88
6.4.4.4-1	Porcentaje de Fuentes Emisoras a Alcantarillado por Provincia	6-89
6.4.4.4-2	Fuentes Emisoras a Alcantarillado	6-90
7.2.2.1-1	Canales	7-3
7.2.2.4-1	Bocatomas y Capacidad de Uso de Suelo	7-7
7.2.3.1-1	Embalses Región Metropolitana	7-10
7.2.5-1	Distribución por Subcuenca de Proyectos Aprobados por la Ley 18.450	7-13
7.2.5-2	Proyectos Ley de Riego	7-15
7.3.2-1	Áreas de Concesión Agua Potable Urbana y Rural A2	7-20
7.4.2-1	PTAS	7-25
7.5.2-1	Centrales Hidroeléctricas	7-31
7.6.2-1	Depósitos de Relave	7-37
7.7.2-1	Puntos de Inundación	7-43
7.8.5-1	Piscinas de Control Quebrada de Macul	7-50
7.8.5-2	Piscinas de Control Quebrada de Macul	7-50
7.9.2-1	Defensas Fluviales	7-52

DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

ÍNDICE FIGURAS

INFORME FINAL
Volumen 2

Figura	Descripción	Pág.
7.11.3.1-1	Red de Medición Meteorológica	7-64
7.11.3.1-2	Red de Medición Fluviométrica	7-65
7.11.3.2-1	Red de Medición Aguas Subterráneas	7-67
7.11.3.3-1	Red de Medición Calidad de Agua Superficial	7-71
7.11.3.3-2	Red de Medición Calidad de Agua Subterránea	7-72
8.2.2.2-1	Organización de la DGA Ante Situaciones de Emergencia	8-4
8.2.4.3-1	Infracciones Relacionadas con el Control de Crecidas. Año 1997 a 2014, Región Metropolitana	8-24
8.3.1-1	Instituciones Públicas Relacionadas con las Sequías a Nivel Nacional	8-31
8.3.3.3-1	Mapa de Sequía Meteorológica (Índice IPE) Para Chile	8-36
8.3.3.5-1	Situación de Riego Esperada Temporada 2014-2015	8-39
8.3.3.6-1	Comunas con Emergencia Agrícola, 2014	8-40
9.2.1-1	EIAs Analizados	9-7
9.2.3-1	Proyectos SEIA Calidad de Agua y Red de Monitoreo	9-16
9.2.3-2	Proyectos SEIA Calidad de Agua y Red de Monitoreo	9-17
9.3.1-1	Áreas Protegidas	9-23
9.3.2-1	Proyectos RCA Aprobada Rec. Hídricos y Áreas Protegidas	9-25
9.3.3.4-1	Áreas Propuestas Conservación	9-32
9.4-1	Resumen de la Metodología Para la Determinación del Caudal Ecológico en el Marco del SEIA	9-34
10.2.3.2-1	Elementos Hidrológicos Modelados en WEAP	10-5
10.2.3.2-2	Esquema Modelo WEAP del Río Paute, Ecuador	10-6
10.2.3.4-1	Representación Manejo de Datos en un Sistema de Información Geográfica (sig)	10-9
10.3.2.1-1	Zona de la Cuenca del Río Maipo Incluida en el Proyecto Mapa	10-13
10.3.2.1-2	Detalle de Cuencas Altas y Sus Puntos de Cierre	10-14
10.3.2.2-1	Subdivisión por Bandas de Altura en la Microcuenca del Río Volcán	10-15
10.3.2.2-2	Esquema de Modelación en WEAP Para las Microcuencas Aportantes del Río Maipo	10-16
10.3.2.4-1	Resultados Preliminares Calibración Estación Maipo en las Hualtatas	10-18
10.4.2-1	Área Cubierta Modelos Hídricos	10-23

DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

ÍNDICE FIGURAS

INFORME FINAL
Volumen 2

Figura	Descripción	Pág.
11.3.2-1	Expedientes de Fiscalización Para la Región Metropolitana. Año 1997 a 2014	11-6
11.3.2-2	Expedientes Relacionados con Infracciones al Código de Aguas por Extracciones no Autorizadas de Agua	11-8
11.6.3-1	Vulnerabilidad Sectores Acuíferos y Fiscalización	11-23
13.1-1	Componentes y Niveles de la Capacidad Institucional	13-2
13.1-2	Relación entre la Capacidad Institucional y el Diagnóstico	13-3
14.1-1	Secuencia Actividades Evaluación Crítica Plan Director	14-1
14.2.1-1	Etapas Definidas Para Formular el Plan Director	14-2
14.3.2-1	Análisis Proyectos Estructurales Propuestos en el Plan Director Distribución por Área Temática	14-9
14.3.3-1	Análisis Proyectos No Estructurales Propuestos en el Plan Director Distribución por Área Temática	14-10

CAPÍTULO 6

DIAGNÓSTICO DE CALIDAD DE AGUA SEGÚN FUENTE Y TIPOS DE USO

6. DIAGNÓSTICO DE CALIDAD DE AGUA SEGÚN FUENTE Y TIPOS DE USO

6.1. INTRODUCCIÓN

El estado de la calidad del agua se mide a partir de sus características físico-químicas y microbiológicas. Los requisitos de calidad dependerán del uso, para los cuales se han definido criterios, establecidos en la normativa vigente. Es por esto que en primer lugar se presentan las normas de emisión y de calidad según uso.

Asimismo, se presentan diversos estudios sobre la calidad del agua en distintos sectores de la Región Metropolitana, con la finalidad de caracterizar el estado de la calidad del agua de manera más precisa, es decir, con mayores antecedentes.

Para conocer el estado de la calidad del agua, en la Región Metropolitana se cuenta con una red hidrométrica de calidad del agua administrada por la DGA. La información de las estaciones corresponde a los registros históricos de aquellas que se encuentran vigentes, como también de aquellas que han sido suspendidas. Esta red cuenta con estaciones de control de agua superficial y de agua subterránea.

La información de esta red ha sido analizada territorialmente, análisis que comprende la revisión de la información y la comparación con las normas de calidad, por subcuenca, para el caso de las aguas superficiales, y por unidad hidrogeológica, en el caso de las aguas subterráneas.

Dentro del análisis, se va dando cuenta de los problemas señalados en los talleres participativos y su relación con cada uno de los territorios analizados, además de enlazar los resultados con las causas naturales y/o antrópicas que explicarían el estado de la calidad del agua.

Para finalizar, se entregan conclusiones sobre el diagnóstico de la calidad del agua.

6.2. NORMATIVA AMBIENTAL RELEVANTE RELACIONADA CON LA CALIDAD DEL AGUA EN LA REGIÓN METROPOLITANA

6.2.1. Normas de Emisión

6.2.1.1. Aspectos Generales

Las normas de emisión aquí presentadas establecen límites a la cantidad de contaminantes emitidos al agua, que pueden producir las instalaciones industriales o fuentes emisoras, cuya aplicación es a nivel nacional.

6.2.1.2. D.S. 90 de 2000 (Ministerio Secretaría General de la Presidencia): Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales

La norma tiene como objetivo de protección ambiental, prevenir la contaminación de las aguas marinas y continentales superficiales de la República, mediante el control de contaminantes asociados a los residuos líquidos que se descargan a estos cuerpos receptores. Con lo anterior, se logra mejorar sustancialmente la calidad ambiental de las aguas, de manera que estas mantengan o alcancen la condición de ambientes libres de contaminación, de conformidad con la Constitución y las Leyes de la República. De este modo, se establece la concentración máxima de contaminantes permitida para residuos líquidos descargados por las fuentes emisoras, a los cuerpos de agua marinos y continentales superficiales de la República de Chile.

6.2.1.3. D.S. 46 de 2002 (Ministerio Secretaría General de la Presidencia): Norma de Emisión de Residuos Líquidos a Aguas Subterráneas

La norma de emisión tiene como objeto de protección prevenir la contaminación de las aguas subterráneas, mediante el control de la disposición de los residuos líquidos que se infiltran a través del subsuelo al acuífero. Con lo anterior, se contribuye a mantener la calidad ambiental de las aguas subterráneas.

Se establece la norma de emisión que determina las concentraciones máximas contaminantes permitidas en los residuos líquidos que son descargados por la fuente emisora, a través del suelo, a las zonas saturadas de los acuíferos, mediante obras destinadas a infiltrarlo.

Si la Vulnerabilidad del Acuífero es calificada por la DGA como Alta, solo se podrá disponer residuos líquidos mediante infiltración, cuando la emisión sea de igual o mejor calidad que la del contenido natural del acuífero. Además se establecen valores máximos de emisión para los acuíferos con Vulnerabilidad calificada como Media en la Tabla 1 del Artículo 10; y para aquellos calificados con Vulnerabilidad Baja se presentan en la Tabla 2 del Artículo 11.

6.2.1.4. D.S. 609 de 1998 (Ministerio de Obras Públicas): Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Industriales Líquidos a Sistemas de Alcantarillado

La norma tiene como objetivo *"mejorar la calidad ambiental de las aguas servidas que los servicios públicos de disposición de éstas vierten a los cuerpos de agua terrestres o marítimos mediante el control de los contaminantes líquidos de origen industrial, que se descargan en los alcantarillados".* Con lo anterior se logra que los servicios públicos de disposición de aguas servidas dispongan aguas residuales con un bajo nivel de contaminación, protegiendo así los cuerpos de agua receptores. Corresponderá a la norma que regula las descargas de residuos líquidos a las aguas superficiales determinar la calidad del efluente del servicio público de disposición de aguas servidas.

Asimismo la norma está orientada a proteger y preservar los servicios públicos de recolección y disposición de aguas servidas mediante el control de las descargas de residuos industriales líquidos, que puedan producir interferencias con los sistemas de tratamiento de aguas servidas, o dar lugar a la corrosión, incrustación, u obstrucción de las redes de alcantarillado o a la formación de gases tóxicos o explosivos en las mismas, u otros fenómenos similares. Esta norma, al proteger los sistemas de aguas servidas, evita que los contaminantes transportados por estos puedan eventualmente ser liberados sin tratamiento, al medio ambiente urbano (calles, suelo, aire entre otros), por efecto de roturas u obstrucciones del sistema, pudiendo afectar la calidad de éste, y la salud de las personas.

La norma de emisión establece los límites máximos de contaminantes permitidos para residuos industriales líquidos, descargados por establecimientos industriales a los servicios públicos de recolección de aguas servidas de tipo separado o unitario. Se establece una diferencia entre aquellas descargas de efluentes que se efectúan a redes de alcantarillado que cuenten con plantas de tratamiento de aguas servidas y aquellas que no cuentan con plantas de tratamiento.

6.2.1.5. D.S. 80 de 2006 (Ministerio Secretaría General de la Presidencia): Norma de Emisión para Molibdeno y Sulfatos de Efluentes Descargados desde Tranques de Relaves al Estero Carén

La norma tiene como objetivo ambiental la protección de los recursos hídricos del Estero Carén, ubicado en la comuna de Alhué en la Región Metropolitana, mediante la regulación de las descargas al Estero Carén de los residuos líquidos provenientes de tranques de relaves, que contengan sulfatos y molibdeno. De este modo se establecen las concentraciones máximas de ambos parámetros permitidas en los residuos líquidos de estos tranques.

El decreto establece que la norma será fiscalizada por la Superintendencia de Servicios Sanitarios, sin embargo la nueva institucionalidad ambiental indica que la fiscalización corresponde a la Superintendencia del Medio Ambiente.

6.2.2. Normas de Calidad Según Uso

6.2.2.1. NCh 1.333 Of. 78 Modificada en 1987: Requisitos de Calidad del Agua para Diferentes Usos

Corresponde a una norma técnica preparada por el Instituto Nacional de Normalización (INN) que fija un criterio de calidad del agua de acuerdo a requerimientos científicos referidos a aspectos físicos, químicos y biológicos, según el uso determinado.

Estos criterios tienen por objeto proteger y preservar la calidad de las aguas que se destinen a usos específicos, de la degradación producida por contaminación con residuos de cualquier tipo u origen.

Los usos específicos normados corresponden a agua para consumo humano, agua para la bebida de animales y riego, para recreación, estética y vida acuática. Establece que los requisitos del agua para consumo humano deben cumplir con la NCh 409/1 of. 2005, que los requisitos del agua para bebida de animales debe cumplir

con la NCh 409 (la autoridad competente debe determinar casos especiales). Establece en detalle los requisitos químicos y bacteriológicos para el uso de riego, para el agua destinada a recreación y estética, y para las aguas destinadas a vida acuática.

6.2.2.2. Decreto Supremo N° 735 de 1969: Aprueba el Reglamento de los Servicios de Agua Destinados al Consumo Humano y la NCh 409/1 Of 2005

La norma establece los requisitos de calidad que debe cumplir el agua potable en todo el territorio nacional; y, los procedimientos de inspección y muestreo para verificar los requisitos microbiológicos, químicos, radiactivos, organolépticos y de desinfección del agua potable.

6.2.3. Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales de la Cuenca del Río Maipo

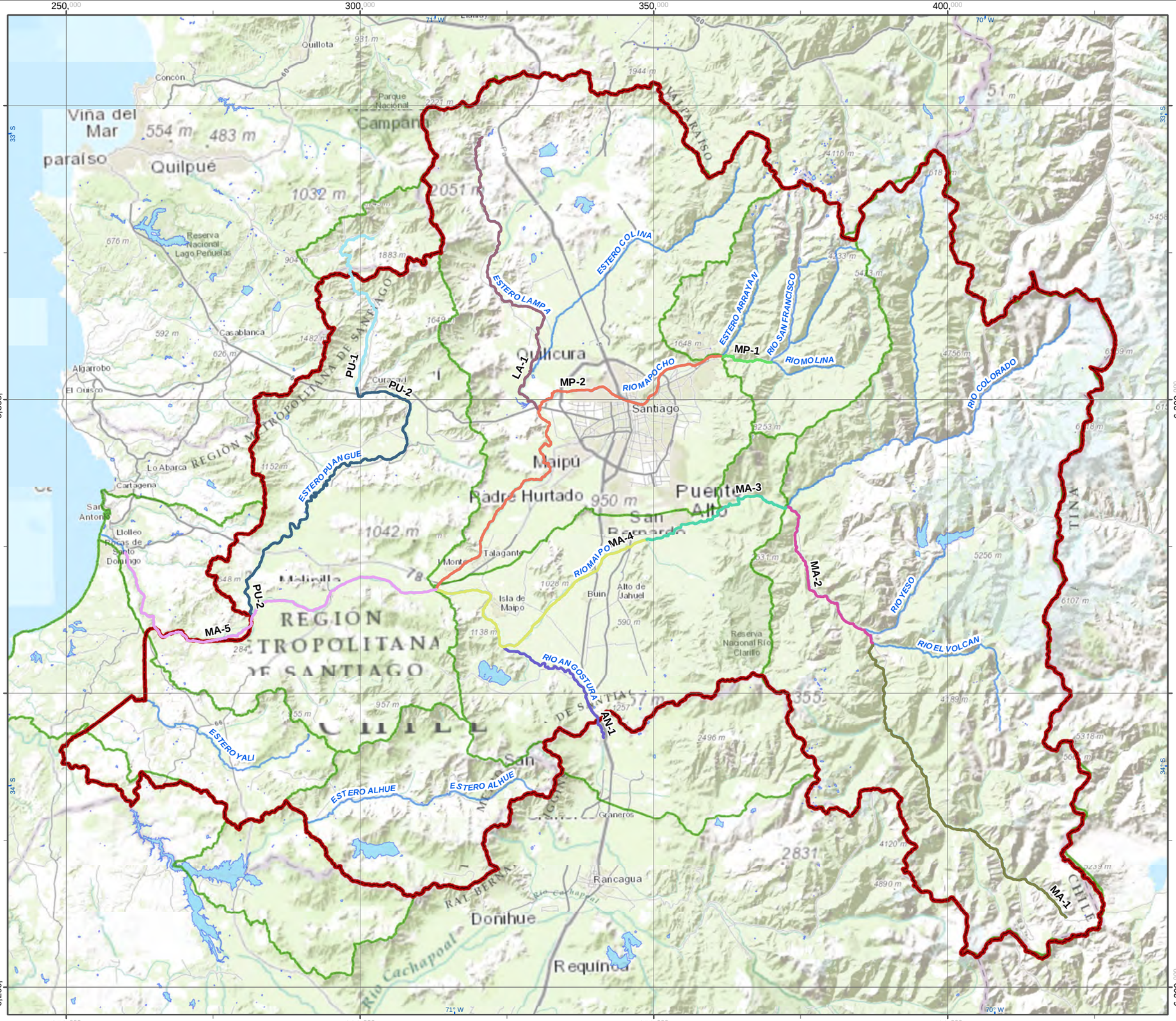
La Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales de la Cuenca del Río Maipo (en adelante NSCA Maipo) se publicó en el Diario Oficial el 4 de Julio de 2014 a través del Decreto Supremo Nº 53 de 2013 del Ministerio del Medio Ambiente, cuyo objetivo es "conservar o preservar los ecosistemas hídricos y sus servicios ecosistémicos a través de la mantención o mejoramiento de la calidad de las aguas de la cuenca". Las normas secundarias de calidad ambiental establecidas en el artículo 5º entrarán en vigencia el día 1º de enero siguiente al de la publicación referida.

Para efectos del control del cumplimiento de las presentes normas se han establecido para la cuenca del Río Maipo once áreas de vigilancia, cuyos límites se presentan en el Cuadro 6.2.3-1. Esto se norma en el Artículo 4.

Los niveles de calidad de los parámetros normados en cada una de las áreas de vigilancia, se establecen en el Artículo 5 y se presentan en el Cuadro 6.2.3-2 y en la Figura 6.2.3-1 se presentan las áreas de vigilancia.

En la norma se establecen las condiciones de excedencia en el Artículo 7, considerando sobrepasadas las normas cuando el percentil 95 de los valores de las concentraciones de las muestras analizadas, considerando un periodo de tres años calendarios consecutivos, supere los límites establecidos. En el caso del oxígeno disuelto, se considerará sobrepasada la norma cuando el percentil 5 de los valores de las concentraciones de las muestras analizadas en el mismo periodo, sea menor a los límites establecidos. En el caso del pH, se considerará sobrepasada la norma cuando el percentil 5 y 95 de los valores de las concentraciones de las muestras analizadas en el mismo periodo, se encuentren fuera del rango establecido. Se considerarán sobrepasadas las normas secundarias de calidad si uno o más parámetros superan al menos en dos oportunidades consecutivas los límites establecidos. Se considerarán cuatro monitoreos al año, con representatividad estacional.

Además, se establecen las metodologías de muestreo y análisis de los parámetros.



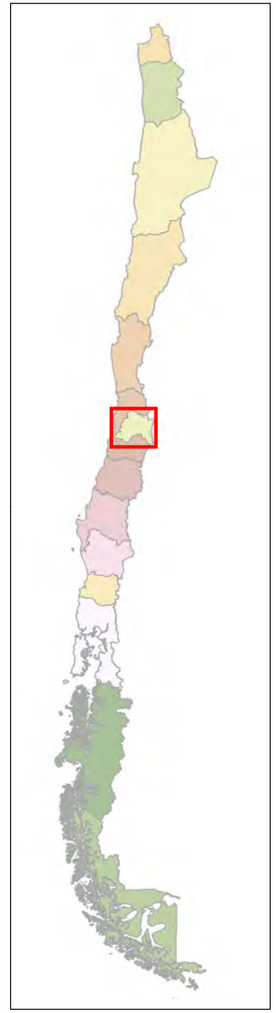
N
W
E
S

SIMBOLOGÍA

- Límite Regional RM
- Límites Sub Cuencas
- Lagos, Lagunas, Embalses
- Hidrografía Principal

Tramos de Vigilancia

- AN-1
- LA-1
- MA-1
- MA-2
- MA-3
- MA-4
- MA-5
- MP-1
- MP-2
- PU-1
- PU-2



ARRAU Ingeniería E.I.R.L.

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
Región Metropolitana

SISTEMA DE INFORMACIÓN TERRITORIAL

DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

Áreas de Vigilancia Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales de la Cuenca del Río Maipo

Fuente Cartográfica: Instituto Geográfico Militar, 2009 Cartografía Regular, 1:250.000 Fuente Temática: Ministerio del Medio Ambiente	ESCALA 1:650,000 0 2.5 5 10 15 20 Km	Directora Regional Carmen Herrera Indo Inspector Fiscal Francisco Salazar Aragón
Referencia Cartográfica: Proyección UTM DATUM WGS84 HUSO 19 Sur	Fecha: Noviembre 2015	*FIGURA 6.2.3-1*

Para el control de estas normas se deberá elaborar un Programa de Vigilancia por la Superintendencia del Medio Ambiente, la DGA y el Servicio Agrícola y Ganadero, el que deberá ser aprobado en un plazo máximo de 8 meses desde la publicación del decreto.

CUADRO 6.2.3-1
ÁREAS DE VIGILANCIA

Cauce	Área de Vigilancia	Límite Área de Vigilancia	Coordenadas UTM (referenciales)	
			Este	Norte
Río Maipo	MA-1	De: Naciente Río Maipo	422.660	6.212.599
		Hasta: Confluencia Río Volcán	387.236	6.258.616
	MA-2	De: Confluencia Río Volcán	387.236	6.258.616
		Hasta: Confluencia Río Colorado	372.888	6.281.894
	MA-3	De: Confluencia Río Colorado	372.888	6.281.894
		Hasta: Confluencia Río Clarillo	348.692	6.276.145
	MA-4	De: Confluencia Río Clarillo	348.692	6.276.145
		Hasta: Confluencia Río Mapocho	312.933	6.267.713
	MA-5	De: Confluencia Río Mapocho	312.933	6.267.713
		Hasta: Maipo aguas arriba puente Lo Gallardo (en toma de agua potable ESVAL)	259.984	6.273.972
Río Angostura	AN-1	De: Naciente Río Angostura (desde confluencia con Río Peuco en Panamericana)	341.519	6.242.421
		Hasta: Confluencia Río Maipo	324.549	6.257.808
Río Mapocho	MP-1	De: Confluencia Río San Francisco y Molina	370.042	6.306.383
		Hasta: Confluencia Estero Arrayán	361.441	6.307.435
	MP-2	De: Confluencia Estero Arrayán	361.441	6.307.435
		Hasta: Confluencia Río Maipo	312.694	6.267.832
Estero Lampa	LA-1	De: Naciente Estero Tiltil	320.838	6.344.693
		Hasta: Confluencia Río Mapocho	330.398	6.297.965
Estero Puangue	PU-1	De: Naciente Estero Puangue	302.231	6.327.443
		Hasta: Puangue en Curacaví	299.510	6.301.959
	PU-2	De: Puangue en Curacaví	299.510	6.301.959
		Hasta: Confluencia Río Maipo	281.616	6.264.244

Fuente: Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales de la Cuenca del Río Maipo, 2014.

El Ministerio de Medio Ambiente, con la colaboración de la Superintendencia del Medio Ambiente y la DGA elaborarán un documento anualmente donde se divulgue el cumplimiento de la norma.

El área abarcada incluye toda la cuenca del Río Maipo, quedando las subcuencas del Estero Yali y Estero Alhué sin vigilancia, por tratarse de otras cuencas.

CUADRO 6.2.3-2
NIVELES DE CALIDAD AMBIENTAL POR ÁREA DE VIGILANCIA

Nº	Parámetro	Unidad	MA-1	MA-2	MA-3	MA-4	MA-5	MP-1	MP-2	AN-1	LA-1	PU-1	PU-2
1	Oxígeno Disuelto	mg/L	8	8	8	8	6	8	6	6	5	8	5
2	Conductividad eléctrica	µS/cm	1900	1900	1900	1600	1600	400	1600	1600	1900	400	1750
3	pH	-	6,5-8,7	6,5-8,7	6,5-8,7	6,5-8,7	6,5-8,7	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5
4	Cloruro	mg/L	300	240	240	180	180	30	240	180	240	30	240
5	Sulfato	mg/L	430	380	380	380	380	150	380	380	480	150	380
6	Demanda biológica de oxígeno	mg/L	8	8	8	8	8	5	10	10	10	5	10
7	Nitrato	mg/L NO_3^-	0,5	0,5	0,5	4	8	1,5	10	4	4	1,5	10
8	Ortofosfato	mg/L PO_4^-	0,08	0,08	0,08	0,15	1	0,08	2,5	0,15	0,6	0,6	2,5
9	Plomo disuelto	mg/L	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007
10	Níquel disuelto	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
11	Zinc disuelto	mg/L	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
12	Cromo total	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

Fuente: Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales de la Cuenca del Río Maipo, 2014.

6.3. CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA A PARTIR DE ESTUDIOS PREVIOS

6.3.1. Aspectos Generales

En el presente acápite se presenta la información de estudios que se han realizado previamente para la Región Metropolitana (o una parte de ella), que permiten caracterizar la calidad del agua.

Debe hacerse notar que debido a que mucha información proviene de fuentes secundarias citadas en los estudios base seleccionados para el desarrollo de este Estudio, es que se han mantenido las citas bibliográficas sin incluir el detalle de las mismas, ya que en muchos casos no se dispone de los estudios específicos. Esto se hace con el fin de no atribuir información a estudios en forma incorrecta.

6.3.2. Desarrollo Metodológico e Informe con Antecedentes para la Realización de los Análisis de Impacto Económico y Social de las Normas Secundarias de Calidad de Aguas de las Cuencas Cachapoal, Maipo y Elqui. SIT Nº 279 (DGA 2012, CDA-01).

De este estudio, se analizó la información contenida en el Vol. 3 correspondiente a la cuenca del Río Maipo, por lo que la caracterización corresponde al sector de la región abarcado por esta cuenca. En él se analizan los alcances del anteproyecto de normas de calidad secundaria de aguas continentales superficiales de la cuenca del Río Maipo. El anteproyecto de la norma establece 22 estaciones de monitoreo asociadas a 14 cauces de la cuenca, considerando 15 parámetros.

El análisis realizado en el citado estudio incluyó un análisis del comportamiento estacional en escenario actual, considerando los datos de los últimos 3 años, clasificando los datos por estación del año, presentando los parámetros arsénico, aluminio, conductividad eléctrica, cloruros, cromo total, cobre, hierro, manganeso, molibdeno, oxígeno disuelto, plomo, pH, RAS, sulfatos y zinc. En la Figura 6.3.1-1 se presentan las figuras que representan el comportamiento estacional de los parámetros ya citados, los que no se comparan con las normas, ya que no es su objetivo.

En el estudio también se establece el grado de cumplimiento que presentarían las aguas de las diferentes áreas de vigilancia en términos del eventual uso que se les podría dar, contrastando los valores de tendencia central asociados a los parámetros en los últimos tres años con las normas NCh 1.333 para riego y vida acuática, y NCh 409/1 of 2005 de agua potable y bebida animal. Respecto de la vida acuática, los parámetros normados cumplen con la normativa ambiental en la mayoría de los cursos de agua de la cuenca, con excepción del Río Mapocho entre el Estero Arrayán hasta el puente Pelvín (MP-TR-20 y MP-TR-31), en el cual existe un 11% de no cumplimiento para los parámetros normados en la NSCA. Respecto del agua para riego, para todos los cursos de agua superficial (divididos por tramos) de la cuenca del Río Maipo el porcentaje de parámetros no normados en la NSCA es de un 57%. Se observa que el mayor porcentaje de cumplimiento (40%) se presenta en los cursos de agua Río Volcán (VO-TR-10), Río Yeso (YE-TR-10), Río Olivares (OL-TR-10), Río Molina(MO-TR-10) y los Esteros Colina (EC-TR-10) y Arrayán (AR-TR-10); el mayor porcentaje de no cumplimiento (10%) se presenta en los cursos de agua del Río Colorado (CO-TR-10) y los Esteros Yerba Loca (YL-TR-10) y Lampa (LA-TR-10). Respecto del agua potable y bebida animal, se puede observar por curso de agua, que el Río Yeso (YETR-10) presenta el mayor porcentaje de cumplimiento (20%), mientras que el Río Colorado(CO-TR-10) y los Esteros Yerba Loca (YL-TR-10), Lampa (LA-TR-10) y Angostura (ANTR-10), muestran el mayor porcentaje de incumplimiento (7%) con respecto a la NCh 409/1 of 2005 (DGA, 2012).

El análisis de cumplimiento de las diferentes normas de uso se dificulta por falta de información, ya que muchos de los parámetros no están considerados en la NSCA. En el siguiente análisis de cumplimiento de normas de uso se consideran sólo los parámetros contenidos en la NSCA[1].

Para el uso vida acuática, riego y agua potable se identifican incumplimientos en más de un parámetro y en más de una zona.

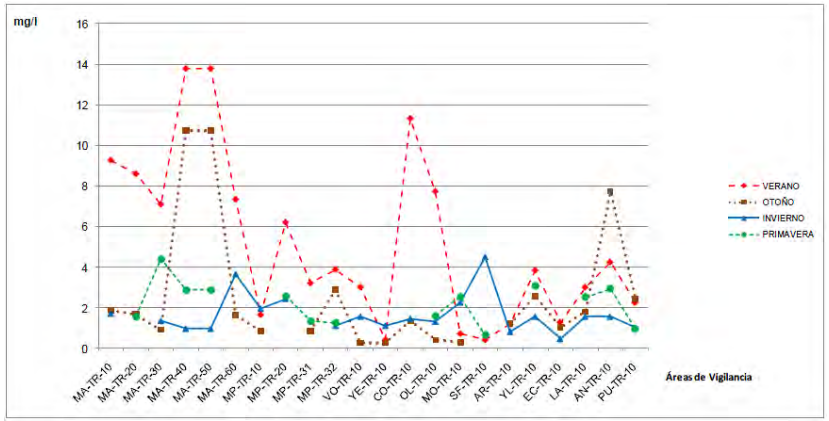
El oxígeno disuelto, para el uso de vida acuática, en dos áreas de vigilancia (MP-TR-20 y MP-TR-31) se encuentra fuera de lo permisible.

En riego, los parámetros con mayores problemas de incumplimiento son sulfatos en 10 de 22 áreas y manganeso en 3 de 7 áreas. Las áreas más afectadas en cuanto a cantidad de parámetros en incumplimiento (>2) son MA-TR-10, MA-TR-40, MA-TR-50, MP-TR-20, CO-TR-10, YL-TR-10 y LA-TR-10.

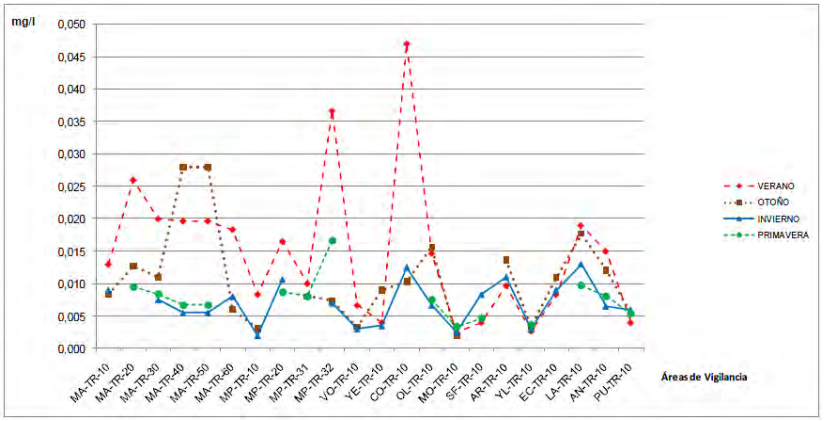
[1] Al momento de realización del estudio, ya que en 2014, y según lo expuesto en el Cuadro 6.2.3-2, se norman los parámetros Oxígeno Disuelto, Conductividad Eléctrica, pH, Cloruro, Sulfato, Demanda biológica de oxígeno, Nitrato, Ortofosfato, Plomo disuelto, Níquel disuelto, Zinc disuelto, Cromo total.

FIGURA 6.3.1-1
COMPORTAMIENTO ESTACIONAL EN ESCENARIO ACTUAL DISTINTOS PARÁMETROS

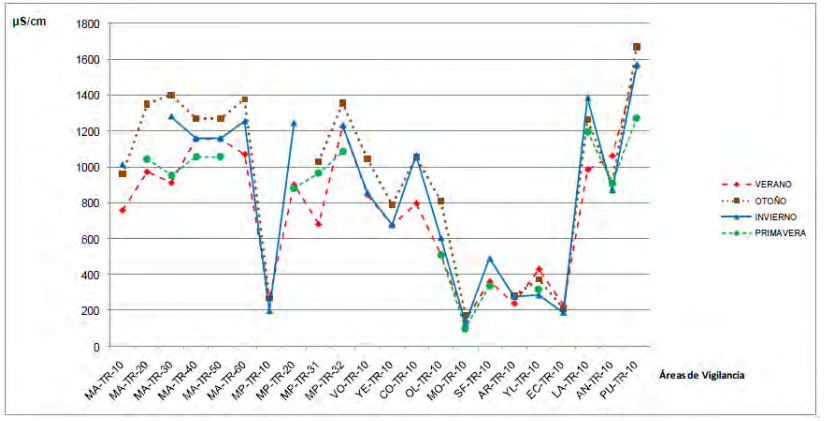
ALUMINIO



ARSÉNICO



CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA



CLORUROS

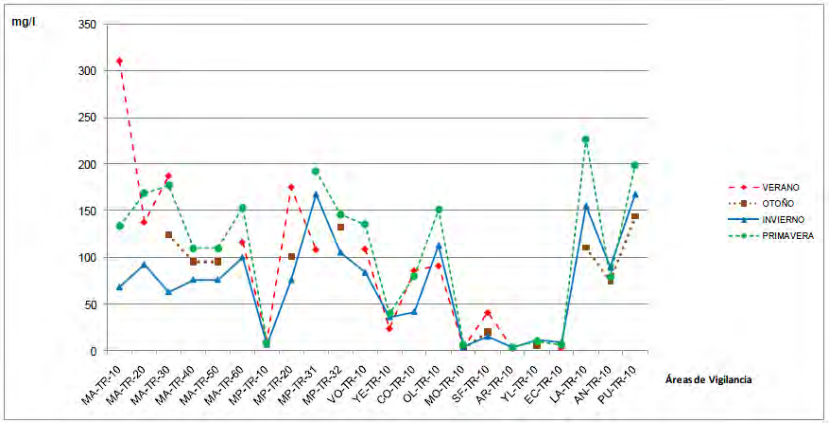
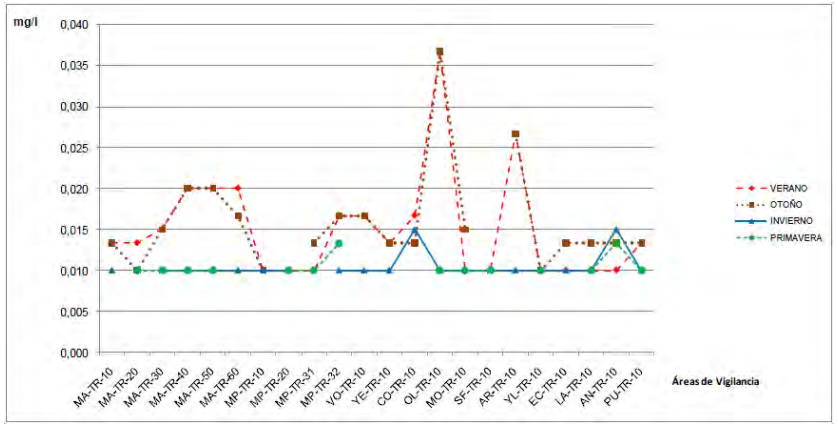
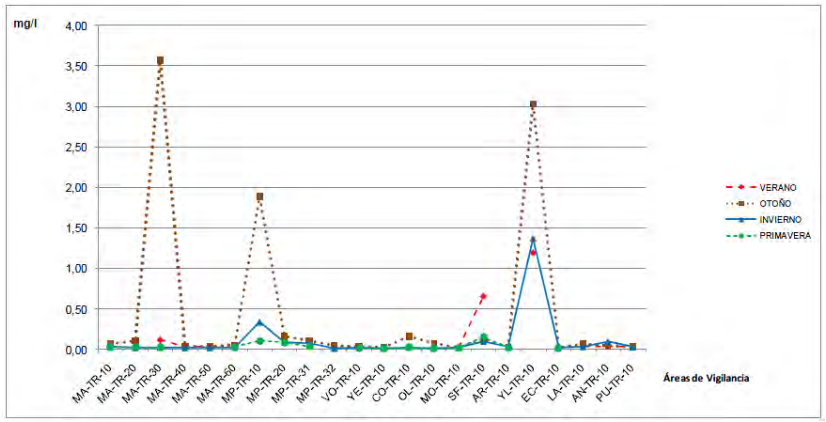


FIGURA 6.3.1-1
COMPORTAMIENTO ESTACIONAL EN ESCENARIO ACTUAL DISTINTOS PARÁMETROS
(Continuación)

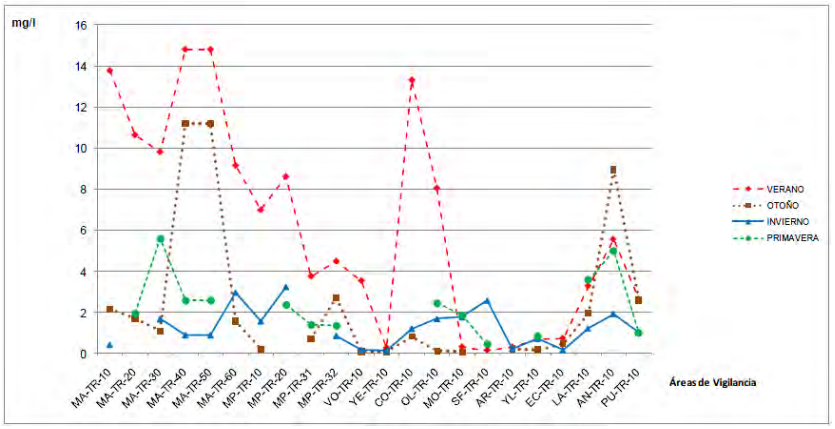
CROMO



COBRE



HIERRO



MANGANESO

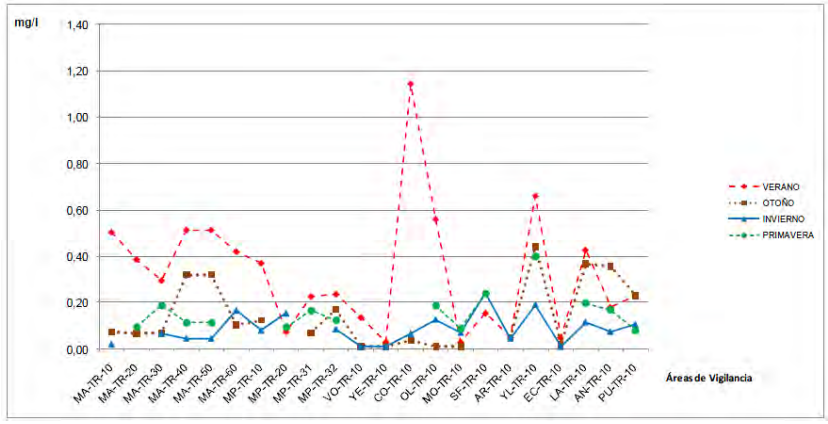
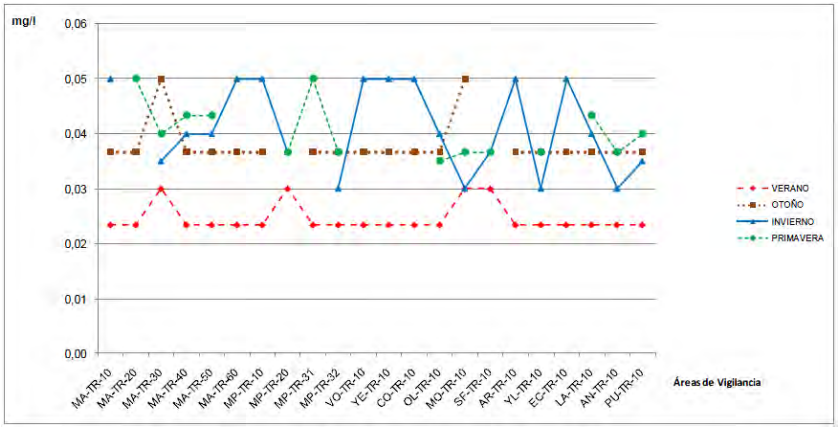
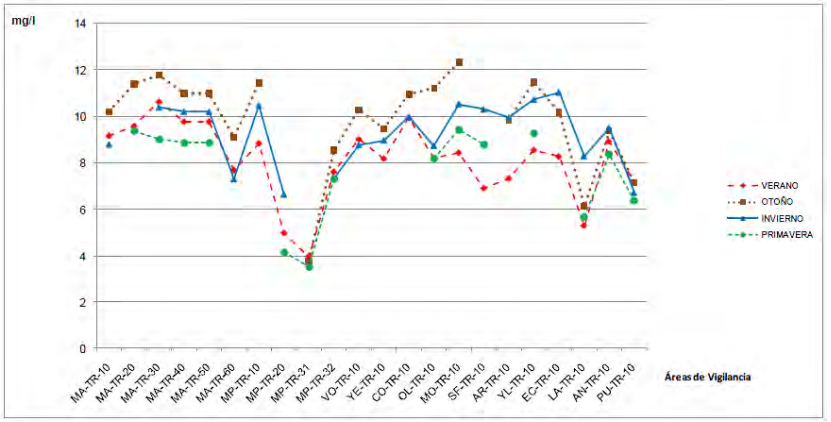


FIGURA 6.3.1-1
COMPORTAMIENTO ESTACIONAL EN ESCENARIO ACTUAL DISTINTOS PARÁMETROS
(Continuación)

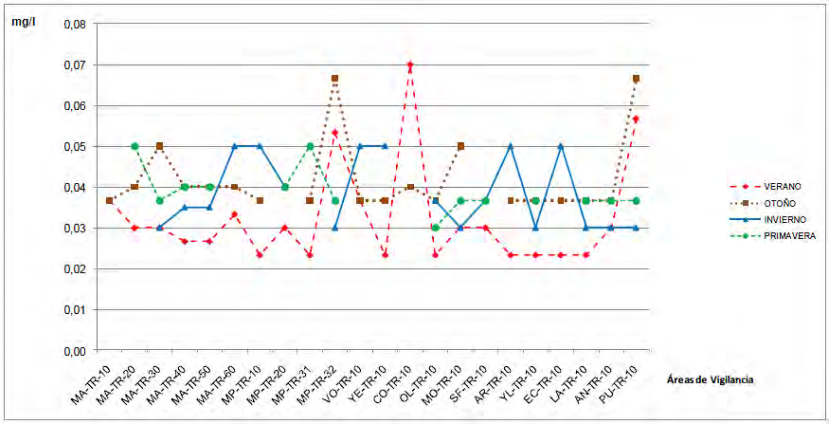
MOLIBDENO



OXÍGENO DISUELTO



PLOMO



pH

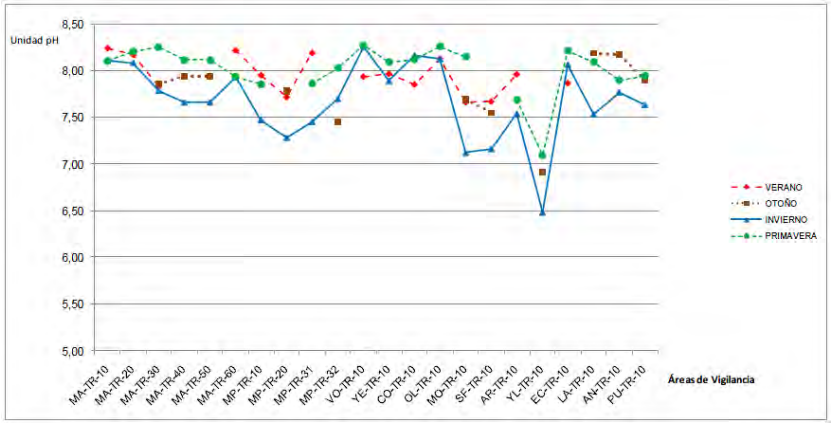
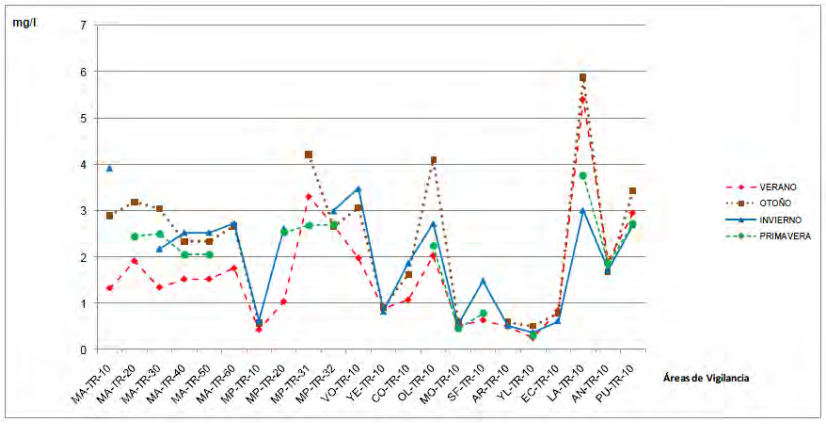
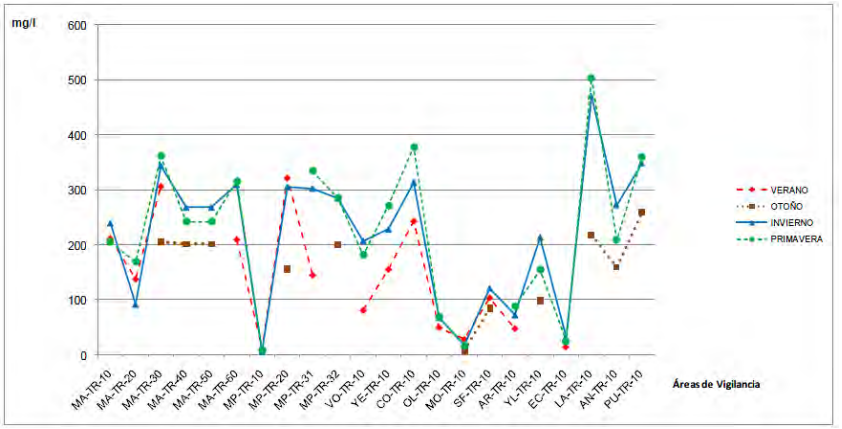


FIGURA 6.3.1-1
COMPORTAMIENTO ESTACIONAL EN ESCENARIO ACTUAL DISTINTOS PARÁMETROS
(Continuación)

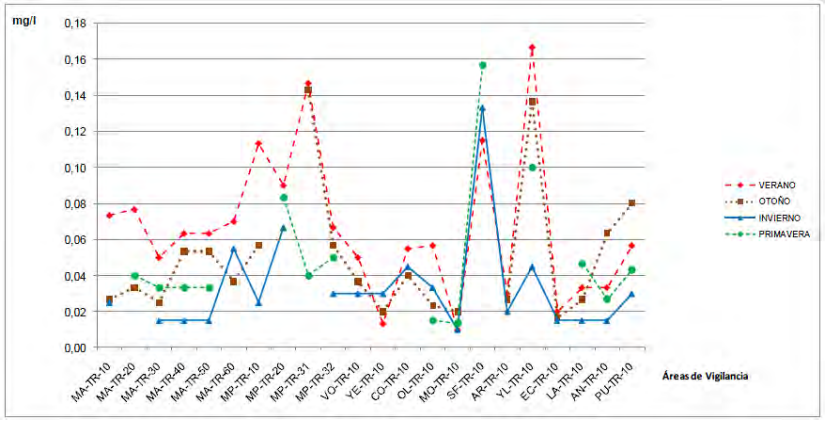
RAS



SULFATOS



ZINC



Fuente: DGA, 2012 (CDA-01).

Para agua potable los parámetros con mayores problemas son el hierro con incumplimiento en 20 de un total de 22 áreas; manganeso se presenta como segundo parámetro con problema, en 15 de 22 áreas y, por último, arsénico con 8 de 22 áreas. Las áreas con mayor cantidad de parámetros en incumplimiento (>2) son MA-TR-10, MA-TR-40, MA-TR-50, MP-TR-20, CO-TR-10, YL-TR-1, LA-TR-10 y AN-TR-10 (DGA 2012, CDA-01).

Posteriormente se realiza un análisis del cumplimiento de la norma según proyecciones, y considerando los proyectos con potenciales emisiones al Río Maipo, concluyendo que los proyectos ingresados al SEIA no tienen la capacidad de modificar el nivel o condiciones de cumplimiento de la NSCA y por lo tanto, el incremento que se va observando año tras año en cuanto a latencia y saturación en los dos escenarios de análisis obedecen a la tendencia en el valor de los parámetros producto del comportamiento histórico (DGA 2012, CDA-01).

Por último se efectúa una valorización económica de los impactos de la NSCA del Río Maipo, dando como resultado que se estaría produciendo un impacto negativo equivalente a MM$ 187.800.

6.3.3. Monitoreo DBO_5 y Coliformes Fecales en las Cuencas Aconcagua, Maipo y Mataquito. SIT Nº 256 (DGA 2011, CDA-03)

En el estudio se realizó el muestreo y análisis de los parámetros DBO_5 y Coliformes Fecales, además se midió en terreno pH, oxígeno disuelto y temperatura in situ. La frecuencia de monitoreo se realizó 4 veces al año, distribuido homogéneamente en consideración a los distintos periodos estacionales: verano, otoño, invierno y primavera. Los puntos de monitoreo se presentan en el Cuadro 6.3.3-1.

CUADRO 6.3.3-1
PUNTOS MONITOREADOS, ESTACIONES DE CALIDAD DE AGUAS DGA EN LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

Nº	Punto	Nombre Estación DGA	Cauce	Punto Analizado (UTM)	
				Este	Norte
1	EEM-TR-10	Sin estación	Estero El Manzano	369.317	6.283.444
2	CO-TR-10	Río Colorado	Río Colorado	372.896	6.282.153
3	OL-TR-10	Río Olivares	Río Olivares	394.251	6.293.311
4	MA-TR-10	Las Melosas	Río Maipo	389.165	6.279.788
5	MA-TR-32	Sin estación	Río Maipo	360.165	6.279.788
6	MA-TR-33	Los Morros	Río Maipo	345.921	6.274.872
7	EEC-TR-10	Sin estación	Estero El Canelo	365.722	6.283.952
8	MA-TR-31	El Manzano	Río Maipo	371.973	6.281.631
9	MA-TR-20	Sin estación	Río Maipo	374.370	6.278.201
10	YE-TR-20	Río Yeso antes de la junta con Río Maipo	Río Yeso	386.115	6.260.370

CUADRO 6.3.3-1
PUNTOS MONITOREADOS, ESTACIONES DE CALIDAD DE AGUAS DGA EN LA CUENCA DEL RÍO MAIPO
(Continuación)

Nº	Punto	Nombre Estación DGA	Cauce	Punto Analizado (UTM)	
				Este	Norte
11	VO-TR-10	Río Volcán antes de junta con Río Maipo	Río Volcán	371.973	6.281.631
12	YL-TR-10	Estero Yerba Loca	Estero Yerba Loca	373.078	6.309.699
13	SF-TR-10	Río San Francisco	Río San Francisco	373.025	6.309.699
14	MO-TR-10	Río Molina	Río Molina	370.093	6.306.451
15	MP-TR-10	Río Mapocho en Los Almendros	Río Mapocho	365.016	6.306.681
16	AR-TR-10	Estero Arrayán	Estero Arrayán	364.173	6.311.285
17	EH-TR-10	Las Hualtatas	Estero Las Hualtatas	358.570	6.306.932
18	MP-TR-20	Río Mapocho en Puente Pudahuel	Río Mapocho	330.630	6.298.743
19	LA-TR-10	Estero Lampa	Estero Lampa	330.034	6.298.686
20	MP-TR-31	Río Mapocho en Rinconada Maipú	Río Mapocho	330.996	6.292.032
21	MA-TR-50	Sin estación	Río Mapocho	295.071	6.267.048
22	PU-TR-10	Estero Puangue en Ruta 78	Estero Puangue	283.368	6.272.917
23	MA-TR-60	Cabimbao	Río Mapocho	265.651	6.260.722
24	MP-TR-32	Río Mapocho en El Mapocho	Río Mapocho	316.759	6.271.449
25	MA-TR-40	Puente Naltahua	Río Maipo	322.199	6.266.409
26	YE-TR-10	Sin estación	Río Yeso	399.526	6.274.456
27	AN-TR-10	Río Angostura	Río Angostura	325.787	6.257.149
28	QR-TR-10	Sin estación	Quebrada de Ramón	359.224	6.299.667
29	EM-TR-20	Sin estación	Estero Manzanito	391.919	6.264.099
30	SN-TR-10	Sin estación	Estero San Nicolás	391.791	6.263.957
31	EC-TR-10	Estero Colina en Compuerta Vargas	Estero Colina	351.911	6.325.275

Fuente: DGA, 2011 (CDA-03).

Las campañas de monitoreo fueron 12 y se realizaron entre octubre de 2008 y junio de 2011. Las fechas de monitoreo se presentan en el Cuadro 6.3.3-2.

Los datos de las campañas realizadas para cada uno de los puntos se pueden revisar en el Anexo 6-1.

La clasificación se efectuó según las clases de calidad definidas en la "Guía CONAMA para el Establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas", a saber:

Excepcional: Indica un agua de mejor calidad que la Clase 1, que por su extraordinaria pureza y escasez, forma parte única del patrimonio ambiental de la República.
Esta calidad es adecuada también para la conservación de las comunidades acuáticas y demás usos definidos cuyos requerimientos de calidad sean inferiores a esta Clase.

Clase 1: Muy buena calidad. Indica un agua adecuada para la protección y conservación de las comunidades acuáticas, para el riego irrestricto y para los usos comprendidos en las Clases 2 y 3.

Clase 2: Buena calidad. Indica un agua adecuada para el desarrollo de la acuicultura, de la pesca deportiva y recreativa, y para los usos comprendidos en la Clase 3.

Clase 3: Regular calidad. Indica un agua adecuada para bebida de animales y para riego restringido.

Clase 4: Las aguas que excedan los límites establecidos para la Clase 3, indicarán un agua de mala calidad, en general no adecuada para la conservación de las comunidades acuáticas o su aprovechamiento para usos prioritarios sin el tratamiento adecuado.

CUADRO 6.3.3-2
FECHA DE MONITOREOS

Campaña	Fecha Inicio	Fecha Término
1	6-10-2008	10-10-2008
2	2-12-2008	6-12-2008
3	10-02-2009	13-02-2009
4	14-05-2009	29-05-2009
5	21-08-2009	31-08-2009
6	4-12-2009	12-12-2009
7	22-03-2010	31-03-2010
8	19-06-2010	27-06-2010
9	25-09-2010	11-10-2010
10	26-11-2010	29-11-2010
11	22-02-2011	28-02-2011
12	20-06-2011	27-06-2011

Fuente: DGA, 2011 (CDA-03).

6.3.4. Hidrología Subterránea de la Subcuenca de Rungue, Región Metropolitana (Universidad de Chile 2013, HSB-01)[2]

El estudio caracteriza hidrogeológicamente la subcuenca de Rungue. La subcuenca de Rungue se ubica a 51 km al norte de la ciudad de Santiago y cubre un área de 37,9 km^2. Dentro de esta caracterización se incluyen 4 campañas de muestreo químico, con los cuales se concluye que las aguas subterráneas son de tipo cálcicas

[2]El estudio revisado corresponde a una tesis de pregrado para optar al título de Geóloga.

bicarbonatadas con leve incremento del anión sulfato en sectores que presentan cierto grado de alteración. Se realiza una comparación con las normas chilenas para riego y agua potable. Se realizaron 17 análisis químicos, los que se llevaron a cabo en 4 campañas de muestreo. Los puntos de muestreo no se encuentran georeferenciados.

6.3.5. Diagnóstico y Clasificación de Sectores Acuíferos. SIT Nº 183 (DGA 2009, HSB-02)

Este estudio recopila antecedentes de calidad de aguas en sectores acuíferos delimitados por la DGA y caracteriza los sectores acuíferos en cuanto a la calidad de sus aguas, niveles de explotación y carga de contaminantes. A su vez, se revisa la experiencia nacional e internacional en cuanto a instrumentos de protección de acuíferos y metodologías de clasificación de los mismos. Se identifican variables que representen amenazas potenciales para la calidad del agua subterránea de los acuíferos. Se desarrolla una metodología de clasificación de acuíferos y su aplicación en acuíferos y se analiza y diagnostican las características constructivas de los pozos de la Red de Monitoreo de Calidad de Aguas Subterráneas de la DGA, para luego mejorarla y potenciarla.

En la Región Metropolitana se incluyen en el estudio los siguientes sectores acuíferos.

CUADRO 6.3.5-1
ZONAS DELIMITADAS POR DGA PARA DEFINICIÓN DE SECTORES ACUÍFEROS DEL ESTUDIO, REGIÓN METROPOLITANA

Sector Acuífero	Tipo	Resolución	Fecha DGA	Toma de Razón
Maipo	Área de Restricción	DGA 286	01-09-2005	15-09-2005
		DGA 540	21-09-2001	10-10-2001
		DGA 62	23-01-2001	07-02-2001
Mapocho Alto		DGA 293	27-07-2004	16-09-2004

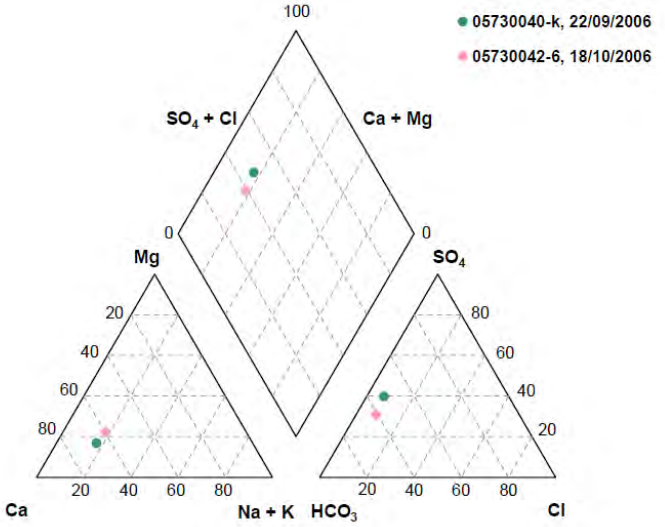
Fuente: DGA 2009 (HSB-02).

Sobre estos sectores se presenta la información recopilada, promedios, valores mínimos y máximos, además de la variación estándar de cada uno de los parámetros. Además se presentan Diagramas de Piper según datos químicos puntuales de cada sector acuífero, los que se reproducen en la Figura 6.3.5-1.

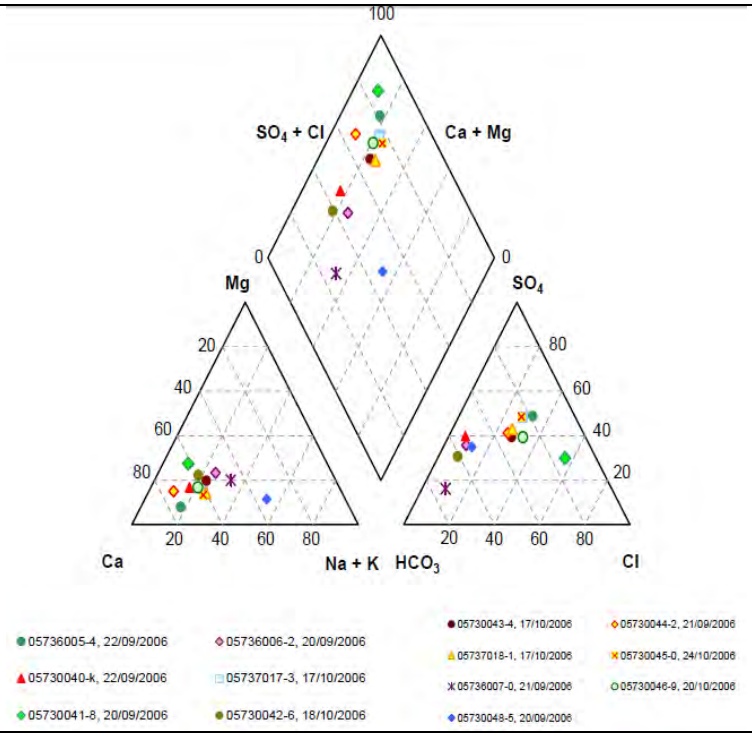
El acuífero del Maipo se caracterizó mediante el análisis de datos puntuales de las siguientes estaciones: P. Fundo Algarrobal, P. Asent. C. Lo Vargas, P. Club de Golf, P. Agr. Hnos. Poblete, P. Vert. C. de Renca, P. Est. CORFO, P. Cementerio Metr., P. Parque O'Higgins, P. Asent. Malloco, Pozo INIA, P. Crucero Peralillo, P. Chacra El Olivo, A.P.R. Cas. de C.C.

FIGURA 6.3.5-1
DIAGRAMA DE PIPER

SECTOR ACUÍFERO MAPOCHO ALTO



SECTOR ACUÍFERO MAIPO



Fuente: DGA 2009 (HSB-02).

El sector acuífero Mapocho Alto fue caracterizado mediante el análisis de las estaciones Pozo Club de Golf y Pozo Est. CORFO.

6.3.6. Aplicación de las Técnicas Hidroquímicas y de Hidrología Isotópica en la Identificación de las Áreas de Recarga y para la Caracterización de la Contaminación por Nitratos del Acuífero de Santiago (CCHEN, HSB-05)

El estudio tiene como objetivos la determinación de las áreas de recarga y de las principales características hidroquímicas de las aguas subterráneas en Santiago y la caracterización de la contaminación por nitratos e identificación de su origen más probable. Para eso se utilizó información recopilada y un nuevo muestreo realizado para este fin.

Se han realizado análisis hidroquímicos e isotópicos en aguas subterráneas y diversas fuentes de recarga (lluvia, aguas superficiales, nieve). Los parámetros físico-químicos analizados incluyen temperatura, conductividad eléctrica, pH, iones mayoritarios y algunos elementos traza.

Las conclusiones del estudio son:

- La precipitación local en el valle de Santiago (lluvia) no es la componente principal de la recarga total del sistema acuífero de Santiago.
- Los principales mecanismos de recarga así como las áreas donde ésta tiene lugar han sido determinados en términos generales para todo el sistema acuífero.
- La mayoría de la recarga al acuífero de la zona central y sur del valle de Santiago que es una de las zonas explotadas por Aguas Andinas en la actualidad, es constituida por la percolación profunda desde el lecho del Río Maipo.
- La presencia de tritio en las aguas subterráneas indica un tiempo de residencia medio relativamente corto (alrededor de 40 años).
- La contaminación de las aguas subterráneas por nitratos es un problema común a lo largo de todo el sistema acuífero de Santiago.
- Las concentraciones de nitrato más comúnmente encontradas, varían entre 10 y 20 mg/L (NO_3/N), o sea, hasta el doble permitido por la norma chilena para agua potable.
- Los valores de $\delta^{15}N$ en las aguas subterráneas indican que las aguas servidas residuales y/o los desechos orgánicos animales e industriales son entre las causas más probables de la contaminación por nitrato del acuífero de Santiago.

6.3.7. Propuestas de Índices de Calidad de Agua para Ecosistemas Hídricos de Chile (Universidad de Chile 2012, CDA-02)

En esta tesis para optar al título de Ingeniero Civil, se presenta una propuesta de índices de calidad físico-químicos de agua superficial para ecosistemas hídricos de Chile, con el objeto de clasificar la calidad de las aguas mediante una metodología que se adapte y represente específicamente las condiciones de cada ecosistema.

Considerando la experiencia internacional y la realidad del territorio nacional, tanto por su diversidad de sistemas, como del tipo y cantidad de información monitoreada por la DGA, se optó por proponer un índice de calidad que incorporara en su estructura las características naturales de las aguas evaluadas y criterios para usos específicos de acuerdo a normas de calidad.

Por lo tanto, el índice de calidad de aguas propuesto permite evaluar, en el tiempo y espacio, el estado de la calidad natural de las aguas de los ecosistemas hídricos superficiales del país y su potencial uso como fuente de agua potable y de regadío, considerando las características hidroquímicas particulares de cada tipo de cuerpo de agua de Chile, con el objeto final de detectar cambios significativos en la matriz de agua y realizar a tiempo las gestiones necesarias para evitar desastres irreparables en el ecosistema.

6.3.8. Diagnóstico y Plan de Gestión para la Calidad del Agua del Embalse Rapel (MMA-O'Higgins 2011, CDA-04)

Es menester del presente estudio caracterizar la subcuenca del Estero Alhué, que es tributario del Embalse Rapel, por lo que la información de este diagnóstico va en vías de complementar el diagnóstico en esta zona específica.

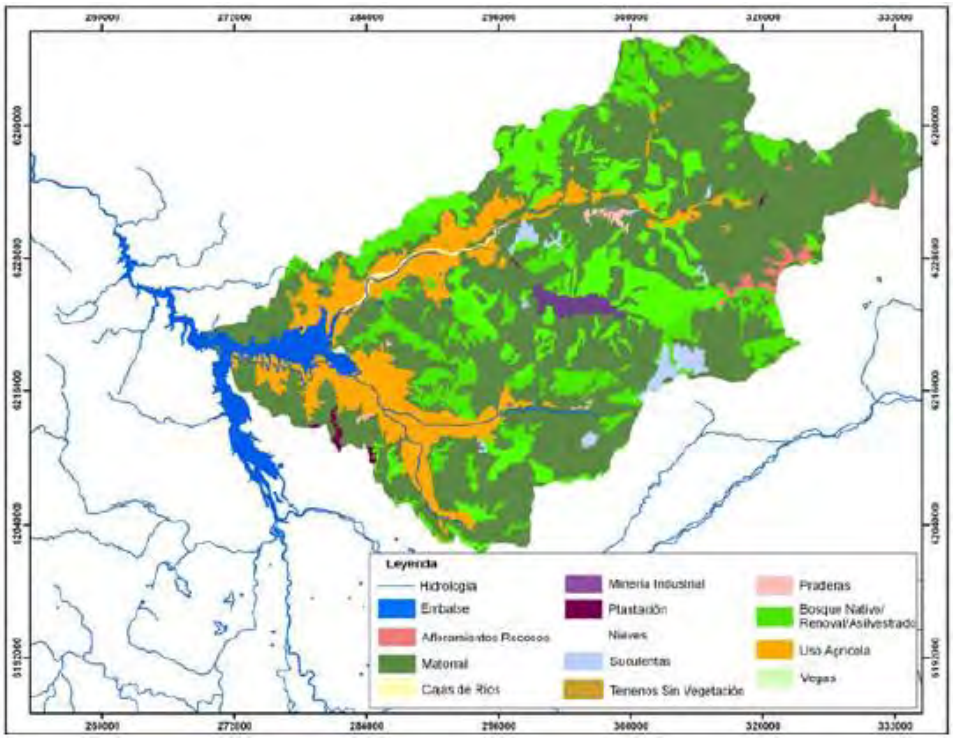
El Embalse Rapel presenta problemas de contaminación, su salud ecológica es grave y su eutrofización es extrema. Esta condición se traduce en elevadas concentraciones fósforo y nitrógeno, tanto en masa de agua como en sus sedimentos, que bajo determinadas condiciones ambientales, posibilita el desarrollo de eventos ecológicos extremos: (1) crecimiento explosivo de microalgas tóxicas, (2) disminución de las concentraciones de oxígeno disuelto en la columna de agua, (3) incremento de la concentración de algunos iones disueltos como amonio. Estos eventos pueden producir, por ejemplo, la mortandad masiva de peces. El origen de la materia orgánica y los nutrientes, provienen de actividades antrópicas, que llegan al embalse por diversos procesos, principalmente como contaminación difusa. Por otro lado, los asentamientos humanos, que no poseen un adecuado tratamiento de sus aguas servidas, aportan de igual manera a la eutrofización del embalse. La condición de eutrofización del embalse, genera diversos impactos negativos, principalmente en el rubro turístico y la comunidad que vive en torno a este.

En la subcuenca del Estero Alhué se caracteriza el uso de suelo, siendo predominante el matorral (58% de la superficie total de la subcuenca), renoval (24%), y uso agrícola (12%). Lo anterior se representa en la Figura 6.3.8-1.

El denominado Distrito Minero de Alhué es conocido históricamente, desde el tiempo de la colonización española, por su importante minería en oro y plata (ANKH S.A.,

2010). De acuerdo a los resultados obtenidos, se pudo observar que las explotaciones mineras desarrolladas en la comuna de Alhué, están vinculadas actualmente a la extracción de Oro, Plata, Zinc y Cobre, entre ellas se destacan las empresas Minera Florida Limitada, Sociedad Minera Agua Fría, Compañía MRA Alhué de Oro S.A., Minera Copiapó S.A. y CODELCO con la División El Teniente (SERNAGEOMIN, 2010). En la Figura 6.3.8-2 se presentan las actividades mineras en el área del estudio analizado.

FIGURA 6.3.8-1
USO DE SUELO SUBCUENCA ALHUÉ



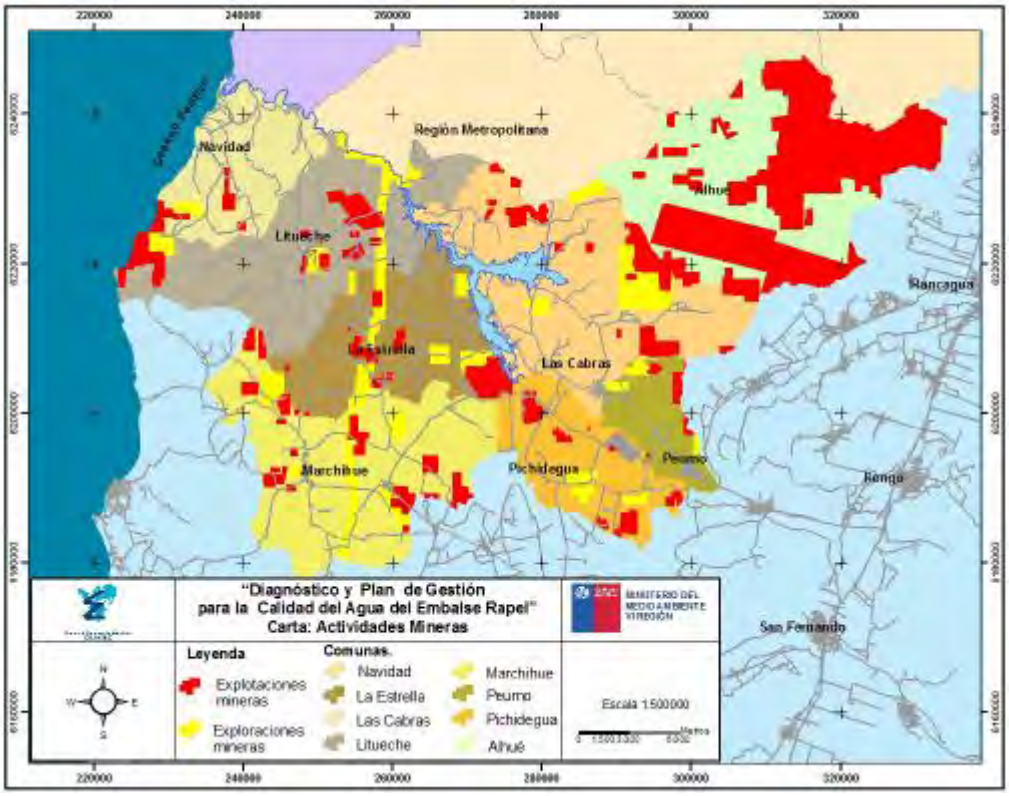
Fuente: CONAF, 1999, en MMA-O'Higgins 2011 (CDA-04).

Respecto a la actividad minera, las explotaciones en la cuenca del Estero Alhué, y la presencia del embalse de relaves de aguas claras Carén, sugieren un aumento de las concentraciones de sulfatos, sólidos suspendidos, molibdeno y conductividad en el embalse Rapel. Estos impactos son validados al observar los datos de calidad de agua para las estaciones de muestreo del Estero Alhué, donde los valores máximos para estos parámetros están asociados exclusivamente a dichas estaciones. Las actividades productivas ubicadas en la comuna de Alhué que se identifican en el estudio corresponden a tres (3) industrias, que se presentan en el Cuadro 6.3.8-1.

Durante el estudio se realizó un monitoreo de la calidad de las aguas mediante un programa de muestreos entre el año 2009 y 2010. En ellos se incluyeron las estaciones del Estero Alhué antes de la confluencia con Estero Carén y Estero Alhué en Quilamuta. Estos resultados se presentan en el Anexo 6-2.

De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis del estado trófico, es posible señalar que todas las cubetas del embalse presentan una condición eutrófica e hipertrófica, siendo la cubeta Alhué la que presenta los mayores niveles de productividad.

FIGURA 6.3.8-2
ACTIVIDADES MINERAS



Fuente: Catastro de Concesiones Mineras, SERNAGEOMIN, en MMA-O'Higgins 2011 (CDA-04).

En general, en el presente estudio tanto los coliformes fecales como totales estuvieron dentro de los requisitos establecidos por la Norma Chilena Oficial N° 1333/78, para agua destinada a Uso Recreativo con Contacto Directo (1.000 NMP/100 mL).

Desde un punto de vista microbiológico se puede indicar que la contaminación fecal en el embalse Rapel principalmente es de origen animal al igual que sus tributarios. Sin embargo fue posible observar contaminación puntual de origen presumiblemente humano en la cubeta Alhué, asociado a la descarga de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas de la población María Eliana (sector de El Durazno) pero con valores menores a 1.000 NMP/100 mL.

En relación a las cargas que llegan al embalse a través de los tributarios, es posible concluir que los mayores aportes de sulfatos y molibdeno provienen del Estero Alhué, que recibe las descargas de aguas claras de relaves del Embalse Carén. Por otra

parte, el Estero Las Palmas y los Ríos Cachapoal y Tinguririca son los que contienen las mayores aportes de nutrientes (nitrógeno y fósforo total) y coliformes fecales al embalse Rapel.

CUADRO 6.3.8-1
ACTIVIDADES PRODUCTIVAS IDENTIFICADAS EN LA COMUNA DE ALHUÉ

Rubro o Sector Económico	Tipo de Industria	CIIU	Descripción o Nombre de la Industria	Descarga
Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Viñas	11131	Viña Concha y Toro	No genera descarga
Minas y Canteras	Minería Metálica	132010	Minería La Florida – Plata	No genera descarga
Minas y Canteras	Extracción de cobre	133000	Embalse de Relaves de Codelco- División El Teniente	Embalse de relaves y planta de abatimiento de molibdeno.

Fuente: MMA-O'Higgins 2011 (CDA-04).

6.3.9. Caracterización Geoquímica del Humedal de Batuco: Distribución de Metales en Perfiles de Sedimentos (PUC 2010, CDA-05)

Corresponde a una tesis para optar al título de Magister en Ciencias de la Ingeniería, cuyo objetivo es caracterizar geoquímicamente la distribución de metales en los sedimentos del humedal Laguna de Batuco y a partir de esta información, discutir los procesos que podrían controlar la movilidad de los metales.

El humedal de Batuco tiene un gran valor ambiental por su riqueza biológica. En la última década, el humedal de Batuco ha despertado interés público y científico por episodios de mortandad de aves y de peces debido a modificación de cauces y fluctuaciones sustanciales en sus niveles de agua por actividades humanas, y también por la resiliencia que ha demostrado tener frente a dichas presiones. Esta tesis investiga aspectos geoquímicos claves que pueden explicar en parte esta resiliencia, enfocándose en la caracterización de los sedimentos del humedal y su relación con los procesos biogeoquímicos observados en la columna de agua. Para cumplir este propósito: (i) se sintetiza críticamente la información biogeoquímica, hidrológica, e hidrogeológica disponible; (ii) se seleccionan tres estaciones de monitoreo, cuya columna de agua y perfil de sedimentos fueron muestreados en primavera, verano, otoño e invierno; (iii) se emplean técnicas tradicionales y avanzadas para caracterizar las matrices acuáticas y solidas recolectadas; (iv) se emplea prueba de hipótesis, análisis de componentes principales y clasificación jerárquica ascendente para analizar la variación espacio-temporal de la composición de los sedimentos, y (v) se discute y propone una relación con otras variables y procesos biogeoquímicos que ocurren en este sistema a través del uso de la modelación geoquímica de día y de noche.

En la recopilación de antecedentes se tiene que Sotomayor (1964) y Mellado (2008) reportan para las aguas de la laguna pH entre 7 y 9, una dureza sobre 400 mg/L, un promedio de OD de 5,9 mg/L, una CE entre 1.000 y 2.000 S/cm, un nivel de cloruros aproximado de 274 mg/L y predominancia de sulfatos. Mellado (2008) agrega valores de DBO_5 entre 5 y 20 mg/L, una carga de nutrientes en el afluente principal de la laguna de Ntot entre 286-1.799 kg/día y Ptot de aprox. 83 kg/día, y un tiempo de retención hidráulico aprox. de 30 días.

Rocco y Rubio (2010) reportan la presencia de aniones y metales en la columna de agua utilizando Cromatografía de Intercambio Iónico y Espectroscopia Atómica de Emisión por Plasma Inducido (ICP-AES). Estos datos de calidad físico química son coincidentes con los reportados por Mellado (2010). Los reportes de metales presentados dan cuenta de la presencia de Cr, Fe, Mn, Pb, Zn y Mo en cantidades traza en muestras de agua sin filtrar.

Se realizó una comparación de la laguna de Batuco con un estudio internacional que presenta valores característicos para humedales agrícolas y urbanos del Estado de Minessota (Gernes & Helgen, 2002) y con un estudio nacional de la laguna Carén ubicada en Santiago de Chile (Pizarro et al, 2009). De acuerdo al estudio de Gernes & Helgen (2002), la laguna de Batuco se clasificaría como un humedal agrícola. Sin embargo, cuando la comparación se realiza con la laguna Carén (Pizarro et al, 2009), las similitudes entre estas lagunas son mayores lo que hace que adquieran relevancia la condición natural y geológica de los cuerpos lacustres de la Región Metropolitana, lo cual también es apoyado por Rocco y Rubio (2010).

Las concentraciones de calidad de agua reportadas en este trabajo son similares a las reportadas por Sotomayor (1964) y Mellado (2008), las que en conjunto incluyendo este estudio caracterizan las aguas de la laguna de Batuco como duras (>400 mg/L), de pH alcalino (7 - 9), OD (5,9 mg/L), con una alta conductividad eléctrica (1.000 - 2.000 µS/cm), alta concentración de cloruros (274,4 mg/L) y predominancia de sulfatos (300-800 mg/L), lo cual indicaría una prolongada estabilidad de ecosistema desde 1964 hasta la fecha de este estudio.

A los registros reportados anteriormente, este trabajo agrego información relevante sobre el tipo de sustrato mineral de la laguna cuya predominancia corresponde a arcillas y limos, siendo las primeras un sustrato altamente reactivo y de elevada capacidad complejante (Mabrouk & Mourad, 2010), (Kehew, 2001) y (Deutsch, 1997). Además este estudio incorporó información significativa respecto de la calidad del agua al describirla de elevada alcalinidad total (200-450 mg/L) y valores de potencial de óxido-reducción entre -75 y 205 mV. Respecto de metales en la columna de agua, se pudo constatar que estos no presentan niveles riesgosos para efectos de riego (NCh 1.333/78 modificada en 1987).

En relación al nivel de trofia de la laguna, esta tesis entregó información que clasifica a la laguna como un ecosistema hipereutrófico (Wetzel, 2001), con un índice promedio para la laguna de central de Chl-*a* de 188,3 mg/m^3. Esta situación es consistente con la sobresaturación para oxígeno disuelto reportada en primavera y verano (~100-160%), y con la buena correlación entre Chl-*a*/nitrato (0,997) y Chl-*a*/fosfato (0,96). La condición de trofia pudo haber sido propiciada por la gran carga

de nutrientes (Ntot y Ptot) que durante años la PTAS La Cadellada descargó al sistema, los que ingresaron directamente al humedal al menos hasta el año 2008 (Mellado, 2008).

Respecto de la caracterización geoquímica y la distribución de metales en sedimentos del humedal, esta tesis entregó evidencia química (TXRF), física (XRD) y predictiva (Phreeqc) que señala que la presencia/ausencia de metales de Fe y Mn estaría relacionada con la precipitación/disolución de oxihidróxidos de Fe y Mn, los cuales poseen un gran poder de sorción para metales pesados (Ramesh & De Laume, 2008) como los reportados en este estudio. Por ende, la movilidad de los metales y su biodisponibilidad/toxicidad en la columna de agua de la laguna estaría relacionada con procesos de precipitación/disolución de oxihidróxidos en su gran mayoría de Fe y algunos de Mn y a la sorción a fases arcillosas.

De la misma forma, esta tesis entrega evidencia geológica, química (TXRF), física(XRD) y predictiva (Phreeqc) que propone que otra forma natural de controlar la movilidad de los metales en la interfase agua/sedimento en la laguna de Batuco estaría dada por la coprecipitación con carbonatos de calcio (~250-500 mg*L-1), la que a su vez le otorgaría una alta capacidad tamponante dada por su elevada AT, lo cual sumado al pH alcalino (7-9) favorecería la coprecipitación de $CaCO_3$ y fases minerales carbonatadas de metales pesados y favoreciendo los procesos de formación deoxihidróxidos de Fe y Mn y consecuente sorción de metales pesados a estas fases minerales. La formación de oxi-hidróxidos de Fe y la presencia de fases carbonatadas de metales pesados han sido reportados también por Rocco y Rubio (2010).

Los procesos descritos aquí serían consistentes con una de las funciones básicas de los humedales de retener, remover y acumular compuestos, favoreciendo la descontaminación de las aguas (Wetlands, 1995) y serían los mecanismos y procesos por los cuales este humedal posee una gran capacidad de resiliencia.

Respecto de nutrientes, las interacciones bióticas y abióticas del P orgánico y el inorgánico son fundamentales en las funciones de los humedales. Como interacción abiótica, en ambientes aeróbicos el PO_4^{-3} podría precipitar de manera estable con óxidos de Fe formando $FePO_4$ amorfo, con Mn formando $MnHPO_4$ o coprecipitar con $CaCO_3$ durante periodos de alta actividad fotosintética (Ramesh & De Laume, 2008) formando hydroxiapatita $Ca_5(PO_4)_3OH$.

Dependiendo de las condiciones físico químicas del medio y de la cinética de reacción asociada a cada elemento, los sedimentos pueden actuar como sumidero o como fuente de metales hacia la columna de agua. Considerando la presencia de aguas someras y un alto tiempo de retención hidráulico como el reportado por Mellado (2008), de aproximadamente 30 días, si el pH disminuyera y/o las condiciones redox cambiaran de un ambiente oxidante a uno altamente reductor con ausencia de oxígeno, los mecanismos de coprecipitación y sorción descritos en este trabajo y que favorecen la retención de metales pesados podrían revertirse. Así, los metales y nutrientes retenidos en el sedimento se disolverían a la columna de agua, pudiendo generar episodios críticos de contaminación y condiciones adversas o poco favorables para la biota acuática. La situación adversa descrita en el párrafo anterior podría ocurrir también en Batuco en horas de la noche, preferentemente en las estaciones de primavera y verano, donde la elevada concentración de algas (Chl-a) podrían consumir por completo el oxígeno disuelto del agua a través de la respiración celular, liberando el CO_2 al medio el que se

transformaría en H_2CO_3 acidificando el agua. Sin embargo, los efectos de este proceso se verían disminuidos por la capacidad complejante del sustrato arcilloso y su elevada alcalinidad.

La simulación en Phreeqc representando la situación descrita en el párrafo anterior, predijo que cambios leves de pH (7 a 7,7) y condiciones reductoras (OD=0 mg/L) favorecerían la disolución de fases minerales liberando los iones atrapados en ellas a la columna de agua, aumentando por ende su biodisponibilidad.

Procesos biogeoquímicos como los descritos anteriormente podrían explicar episodios de mortandad de peces y aves para otros cursos o cuerpos de agua de baja profundidad y lento flujo, que reciben diariamente una alta carga contaminante, puntual o difusa, como es el caso de los tranques de relave mineros, donde se conjugan ecosistemas acuáticos y una elevada concentración de metales pesados en los sedimentos. Los hallazgos de esta tesis resaltan la importancia de considerar análisis geoquímicos en la formulación de normativas ambientales específicas y políticas públicas que involucren humedales.

Respecto de diferencias espaciales, temporales y estratigráficas en los tres sitios muestreados, se puede concluir que existen diferencias espaciales y estacionales significativas entre los tres sitios en cada estación del año. Existen diferencias significativas estratigráficas al interior de cada sitio, pero dicha variación no da cuenta de una diferencia significativa para todos los sitios. LC presenta una variación vertical significativa solo en primavera y otoño, mientras que E1 presenta una variación estratigráfica significativa solo en primavera.

Respecto de perspectivas futuras de investigación en este sitio, es aconsejable realizar muestreos sistemáticos más acabados y con mayor número de réplicas, considerando además de los parámetros medidos históricamente, alcalinidad total, dureza, nutrientes totales, disueltos y clorofila a. Asimismo, es necesario un monitoreo integrado de caudales y de calidad del agua de los distintos aportes que llegan a la laguna.

6.3.10. Metodología para la Determinación de la Calidad Hídrica Mediante Comunidades Zoobentónicas Río Maipo (JICA 2004, CDA-06)

Este estudio desarrolla una metodología para la determinación de la calidad del agua mediante comunidades biológicas, en la cuenca del Río Maipo, para lo cual se complementaron los resultados obtenidos en Mayo del 2003 respecto del uso de comunidades zoobentónicas como indicadores bióticos.

En este marco, una especie indicadora es definida (Rosenberg & Resh 1993) como una especie (o asociación de especies) que tiene requerimientos particulares respecto a un conjunto de variables físicas o químicas, donde cambios en la presencia / ausencia, abundancia, morfología, fisiología o el comportamiento de las especies indicarían que las variables químicas o físicas están fuera de sus límites de tolerancia. El o los factores que regulan la distribución y abundancia pueden actuar en algún estado de su ciclo de vida, y puede ser de origen abiótico (e.g. variables químicas como oxígeno, iones hidrógeno, o concentraciones de metales traza; variables físicas como la sedimentación) o biótico (e.g. competencia, depredación, parasitismo). Los organismos

indicadores son aquellas especies que tienen tolerancias ambientales estrechas y específicas. La presencia de una comunidad biológica o de ciertos taxa en un cuerpo de agua, es un índice inequívoco de las condiciones que allí están prevaleciendo, su presencia significa que los requerimientos físicos, químicos y nutricionales están siendo satisfechos. Por lo tanto, si los factores ambientales que comúnmente están limitando a las especies son conocidos, la presencia del organismo indicaría condiciones ambientales específicas. Al contrario, organismos que presentan amplias tolerancias para diferentes condiciones ambientales, y aquellos patrones de distribución o abundancia son sólo levemente afectados por importantes variaciones en la calidad ambiental, serían pobres indicadores. Mientras la presencia de una especie nos asegura que ciertas condiciones mínimas han sido encontradas, la ausencia de una especie no significa necesariamente que estas condiciones mínimas no han sido cumplidas, ya que tal ausencia podría también resultar de barreras geográficas, ocupación de su nicho funcional o eventos intrínsecos de su ciclo de vida.

En el área de estudios se realizó un monitoreo en 28 estaciones seleccionadas para el muestreo físico, químico y biológico en el Río Maipo. Esto se presenta en la Figura 6.3.10-1.

En las estaciones se evaluaron temperatura, pH, oxígeno disuelto, conductividad, porcentaje de saturación, turbiedad, color, DBO_5, nitrógeno y fósforo total, materia orgánica e inorgánica en sedimento, materia orgánica particulada en agua y en una segunda campaña se evaluó solamente el parámetro DBO_5. Además en todas las estaciones de muestreo se tomaron muestras cuantitativas y cualitativas de macroinvertebrados bentónicos.

A continuación se presentan las conclusiones del estudio.

Parámetros Físicos y Químicos

- De los parámetros físicos y químicos evaluados se desprende lo siguiente: los parámetros temperatura y oxígeno disuelto se correlacionaron negativamente, mostrando leves patrones espaciales junto al eje longitudinal del río, aumentando aguas abajo en el caso de la temperatura y disminuyendo en la misma dirección en el caso del oxígeno disuelto. El parámetro conductividad también presentó un leve patrón espacial disminuyendo sus valores aguas abajo. El pH no presentó un patrón espacial definido, pero si valores con tendencia a la alcalinidad, principalmente en el sector terminal.
- Los parámetros turbidez, color, DBO_5, nitrógeno total, fósforo total y coliformes fecales presentaron las menores concentraciones en el sector alto y terminal del Río Maipo, y sus máximos en el sector medio, afectados por la presencia e intervención antrópica (carga orgánica) de la ciudad de Santiago.
- Según la normativa vigente de nuestro país, NCh 1.333 (uso para riego), el Río Maipo presentaría aguas que pueden tener efectos perjudiciales en cultivos sensibles considerando los valores registrados de conductividad. Según esta norma para el uso y conservación de la biota acuática, los parámetros físicos y químicos evaluados estarían dentro de los límites permitidos.

FIGURA 6.3.10-1
ESTACIONES DE MUESTREO ESTUDIO



M1: Río Maipo sector Las Melosas, **M2:** Río Maipo sector Ingenio, **M3:** Río Maipo sector de San Alfonso, **M4:** Río Maipo aguas abajo desembocadura río Colorado, **M5:** Río Maipo sector la Lajas, **M6:** Río Maipo sector Las Vertientes, **M7:** Río Maipo aguas arriba efluentes aguas servidas e industriales, **M8a:** Río Maipo inmediatamente aguas abajo efluente industrial (matadero) **M8b:** Río Maipo inmediatamente aguas abajo de planta de tratamiento, **M9a:** Río Maipo a 100 m de alcantarillado planta de tratamiento, **M9b:** Río maipú aproximadamente a 500 m aguas abajo de Planta de tratamiento, **M10:** Río Maipo aguas arriba alcantarillado aguas servidas, sector Los Morros, **M11:** Río Maipo a 1 Km. aguas abajo alcantarillado aguas servidas, sector Los Morros, **M12:** Río Maipo en Panamericana, **M13:** Río Maipo aguas arriba alcantarillado aguas servidas, sector Viconto, **M14:** Sector Valdivia de Paine, bajo 2 alcantarillados aguas servidas, **M15:** Sector Viconto sector Naltahua, **M16:** Río Maipo antes de la desembocadura río Mapocho, **M17:** Río Maipo aguas abajo desembocadura río Mapocho, **M18** Río Maipo en sector Chiñihue (Juncal), **M19:** Río Maipo aguas arriba industria Bata y efluente aguas tratadas, sector Melipilla, **M20:** Río Maipo inmediatamente aguas abajo Planta de tratamiento aguas servidas, **M21:** Río Maipo en sector Quincagüe, **M22:** Río Maipo en sector Cabimbao, **M23:** Río Maipo aprox. a 4 km. de la desembocadura. **Embalse 1 (E1)**: Río Maipo aguas arriba embalse, sector con sustrato de grava; **Embalse 2 (E2)**: Río Maipo aguas arriba embalse, sector con fondos arenosos; **Embalse 3 (E3)**: Río Maipo inmediatamente aguas abajo embalse.

Fuente: JICA 2004 (CDA-06).

- Según el Instructivo Presidencial, las aguas de los sistemas fluviales permitirían la protección y conservación de las comunidades acuáticas si presentan clases de calidad Excepción (E) y Clase 1 (Muy Buena). Sobrepasan estos límites en todo el curso principal los parámetros conductividad y color. Las coliformes totales y fecales permiten la conservación de las comunidades acuáticas en el sector alto y terminal presentando las mejores calidades del agua, mientras que el sector medio presentó las peores clases de calidad. Con respecto a la DBO_5, el Instructivo Presidencial clasificó un sector más restringido del sector medio como de mala calidad (clases 3 y 4), entre las estaciones M9a y M14 (excepto M11 y M12). El resto de las estaciones se encuentran dentro de las clases Excepción y Clase 1.

- Finalmente, el análisis multivariado (CANOCO) mostró que las variables ambientales físicas más importantes en explicar la distribución de los macroinvertebrados bentónicos fueron la temperatura, conductividad y color, mientras que la variable indicadora de contaminación orgánica más importante en explicar tal distribución fue la DBO_5.

Macroinvertebrados Bentónicos

- La macrofauna bentónica estuvo compuesta en la campaña de Febrero y Mayo del 2004 por 36 taxa, donde los insectos acuáticos fueron los más importantes (61,1 %). Grupos menos representativos fueron moluscos, anélidos, crustáceos, cnidarios, nemátodos y platelmintos.

- Los valores máximos y mínimos respecto a la riqueza taxonómica fueron registrados en la estación M19 con 13 taxa y el más bajo en las estaciones M8a y M13 con 3 taxa. Las mayores riquezas se reconocieron en el sector alto del río, entre M1 y M6, y en algunas estaciones del sector medio y terminal (M16, M17, M19 y M20). Con respecto al parámetro abundancia total, los valores máximos y mínimos fueron registrados en las estaciones M17 y M8a con 9.811 ind/m^2 y 6 ind/m^2 respectivamente.

- Los grupos mayores del zoobentos más importantes fueron los dípteros y tricópteros. Los taxa más representativos fueron el tricóptero *Smicridea sp.* y el díptero Chironomidae indet. En el sector alto del río, efemerópteros, plecópteros y tricópteros (EPT) fueron los más abundantes, en el sector medio los dípteros y anélidos y en el sector terminal nuevamente los tricópteros, anélidos y coleópteros.

- Fue utilizado el índice biótico de Beck Tsuda para evaluar la calidad del agua. El conocimiento taxonómico que se tiene en Chile es diferente para los distintos grupos del zoobentos, hay un conocimiento adecuado de géneros y especies para los grupos de plecópteros, efemerópteros y tricópteros, mientras que sólo de familia en algunos dípteros, odonatos, coleópteros. Por esta razón, se aplicó el método de Beck Tsuda al nivel taxonómico más bajo posible (BTT) y a nivel de familias (BTF). El BTF

fue utilizado para no sobre ni subestimar algunas estaciones de muestreo, por la mayor o menor resolución taxonómica que se tenga de los taxa encontrados en dichos lugares.

- Al utilizar la categoría taxonómica familias, se debe considerar que existen algunas como Gripopterygiidae y Baetidae que tienen representantes sensibles (*Notoperlopsi ssp., Deceptiviosa sp., Andesiop ssp.*) y tolerantes (*Limnoperla jaffueli, Camelobaetidiu ssp.*). Aun queda la incógnita de muchas otras familias en nuestro país donde se desconoce sus especies y géneros, pudiendo existir la probabilidad que presenten diferentes sensibilidades a ciertos contaminantes.

- El método Beck Tsuda clasifica a los taxa en sólo 2 categorías: "sensibles" y "tolerantes" (tanto el BTT como el BTF). Se buscó mejorar esta clasificación, por lo que se modificó el índice Beck Tsuda (ICC) clasificando a los taxa en 4 grupos según su tolerancia a la contaminación orgánica. Estos grupos fueron taxa muy sensibles a la contaminación, sensibles a la contaminación, medianamente tolerantes a la contaminación y tolerantes a la contaminación.

- De los 3 índices utilizados, el BTF e ICC mostraron correlaciones significativas con el parámetro DBO_5.

- La clasificación de la calidad del agua según el parámetro DBO_5 indicó que el sector alto del Río Maipo (M1 y M6 y M8b), y terminal (M18; entre M20 y M23) presentaron clases de calidad A (aguas oligosapróbicas). Aguas con clase B (ß-mesosapróbicas) pertenecieron a las estaciones M7, M8a, M12, M15-M17 y M19.

- Las peores clases de calidad estuvieron en el sector medio del río, entre las estaciones M9a y M14, con clases C (a-mesosapróbicas) y D (polisapróbicas, estación M9b).

- La clasificación de la calidad del agua según los índices bióticos (BTT, BTF, ICC) coincidió con la clasificación química en que el sector alto del río (M1 y M6) Y las estaciones M19 y M20 (sector terminal), presentaron las mejores calidades del agua, aunque los índices bióticos clasificaron a este tramo con clase B (ß-mesosapróbicas). La estación M22 presentó esta clasificación sólo con los índices BTF e ICC.

- Los índices bióticos coincidieron en otorgarles al sector medio del Río Maipo las peores calidades del agua, entre C (α-mesosapróbico) y D (polisapróbico). La diferencia más notable entre el método químico y el biológico se dio en que la DBO_5 clasificó a las estaciones M8a y M8b en aguas oligosapróbicas ß-mesosapróbicas, mientras que los índices bióticos clasificaron a M8a en clase O (polisapróbica), y a M8b en clase C (BTT e ICC) y clase O (BTF). La estación M13 fue clasificada como de regular calidad por la DBO_5 mientras que los índices bióticos en aguas polisapróbicas, con los valores más bajos del índice. La DBO_5 clasificó a

la estación M9b como polisapróbica mientras que los índices bióticos coincidieron en darles clase C.

- El gradiente ambiental temperatura-conductividad, es altamente selectivo para los organismos acuáticos. Los taxa indicadoras de aguas frías fueron: Blephariceridae, *Meridialari s*sp., Athericidae, Hydrobiosidae, *Deceptiviosa* sp., *Notoperlopsi s*sp. En el gradiente opuesto, Corixidae, Hirudinea, *Gundlachia gayana*, *Physa* sp., *Littoridina cummingi*. Para el parámetro conductividad presentó como indicadores de altas concentraciones de este parámetro Hirudinea, Corixidae, *Dugesia* sp. y como sensibles Psychodidae, Empididae, *Hyalella* sp. y *Lumbriculu s*sp. Es importante conocer la distribución natural de ciertos taxa en respuesta a variables físicas, taxa características de aguas frías y correntosas como por ejemplo Blephariceridae, difícilmente serán encontradas en sectores del río inferiores más temperadas, lo que no significa que la calidad del agua en dicho sector sea mala.

- Los índices BTT, BTF e ICC como taxa sensibles a Blephariceridae, Athericidae, *Meridialari s*sp., *Deceptiviosa* sp., *Notoperlopsi s*sp. El análisis de CANOCO indicó a estos mismos taxa como los más sensibles al parámetro nitrógeno total y coliformes fecales. El taxa Hydrobiosidae fue también el más sensible a la contaminación por coliformes fecales y materia orgánica en sedimento, CANOCO indicó a Corixidae como sensible a las altas concentraciones de DBO_5 y nitrógeno total. *Metrichia* sp., Nematoda e Hirudinea fueron clasificados como sensibles a estos parámetros, pero debe tomarse con cuidado estos resultados ya que en la literatura son considerados más bien tolerantes.

- La clasificación dada por BTT e ICC indicaron a los siguientes taxa como tolerantes: Collembola, Corixidae, Aprophila bidentata, Chironomidae, Empididae, Ephrydidae, Psychodidae, Ceratopogonidae, *Smicridea* sp., *Biomphalaria* sp., *Gundlachia gayana*, *Physa* sp., *Littoridina cummingi*, *Came/obaetidiu ssp.*, *Limnoperla jaffueli*, Elmidae, *Hya/ella sp*., *Hydra sp*., *Lumbriculu ssp*., *Nai ssp*., *Dugesia sp*.

- Estos mismos taxa fueron indicados como tolerantes por el análisis de CANOCO, diferenciando a que Empididae, *Lumbriculu ssp*., *Hya/ella sp*., Psychodidae como tolerantes a altas concentraciones de DBO_5, nitrógeno total, coliformes fecales y materia orgánica en sedimento. Mientras que los taxa *Nai ssp*. al parámetro coliformes fecales, *Physa sp*. a las coliformes fecales y materia orgánica en sedimento y los taxa *Limnoperla jaffueli*, *Gundlachia gayana*, *Littoridina cummingi*, y *Came/obaetidiu ssp*. a altas concentraciones de materia orgánica en sedimento. ICC reconoció igualmente a Empididae, *Hyalella sp*., *Lumbriculu ssp*., *Nai ssp*., Psychodidae y *Physa sp*. como los taxa indicadores de aguas de mala calidad, el resto de los taxa estarían clasificando aguas de regular calidad.

- Uno de los problemas fundamentales al momento de las mediciones físicas y químicas para evaluar calidad del agua es que ellos proveen datos que

reflejan principalmente las condiciones que existen cuando la muestra es tomada. En contraste, el monitoreo biológico entrega una indicación integrada de la condición pasada además de las condiciones actuales. El monitoreo biológico más que ser una medición instantánea, provee datos integrados, una "fotografía continua" del pasado reciente (Hauer & Lamberty, 1996). La explicación biológica a las inconsistencias entre las clases de calidad otorgadas por la DBO_5 y los índices bióticos corresponden a las diferencias en la representatividad temporal de cada uno de los métodos.

6.3.11. Informe sobre Calidad de Aguas Histórica de Laguna de Aculeo (DGA 2006, CDA-10)

El informe viene a cumplir con el compromiso efectuado por parte de la Dirección General de Aguas con la Ilustre Municipalidad de Paine, de entregar la información histórica y actual de calidad de agua para la Laguna de Aculeo, en el año 2006.

Esta información se presenta mediante gráficos, los que −a la fecha del estudio − dan cuenta de un comportamiento de los distintos parámetros dentro de los rangos históricos, desde 1988 a 2006, señalando que la laguna no ha presentado cambios evidentes, ni drásticos, en los parámetros como profundidad, temperatura, conductividad, pH, oxígeno disuelto, y nutrientes. Cualquier impacto acontecido en la laguna, no se ha registrado en los parámetros comentados en el informe.

6.3.12. Minuta DCPRH Nº 215 (DGA 2010, CDA-09)

Esta Minuta tuvo por objetivo proponer un cambio en el muestreo de calidad de aguas realizados por la Dirección General de Aguas en la Laguna de Aculeo, a fin de que el nuevo monitoreo atienda de mejor manera las necesidades de control del Lago.

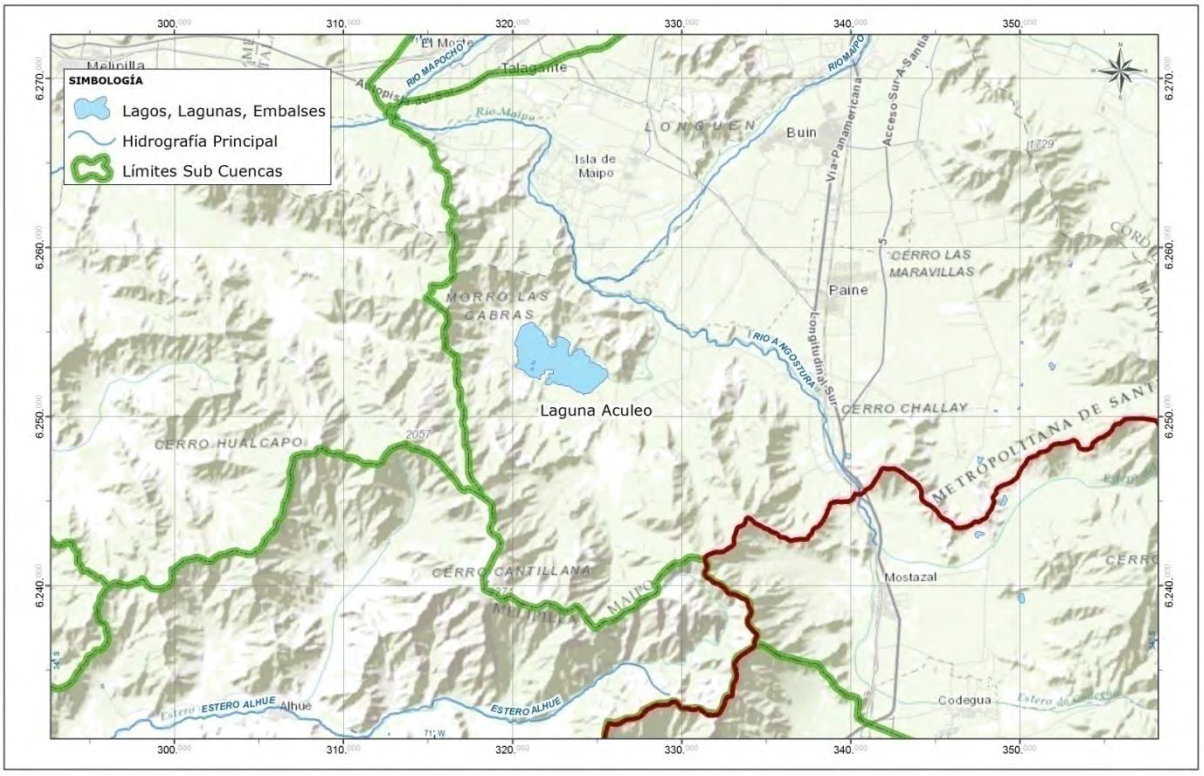
A modo de información general se indica que La Laguna Aculeo se ubica en la hoya hidrográfica del Maipo y es uno de los cuerpos de agua naturales más grandes ubicados en la Depresión Central de Chile, es un cuerpo de agua endorreico y está ubicada a 50 km al suroeste de Santiago en la Cordillera de la Costa, comuna de Paine en la Región Metropolitana, sus coordenadas geográficas son: 33°50´ Latitud Sur y 70°54´ longitud Oeste a 360 m.s.n.m. (CONAMA-CED, 2008)[3] , posee una superficie de 11,5 km^2, Profundidad media 3,4 m, Profundidad máxima 7 m, y el volumen de agua 53,6 hm^3. El origen de esta laguna se explica por el afloramiento de aguas subterráneas someras que se encuentran en el sistema acuífero que se conecta con la laguna. Su drenaje natural lo constituye el Estero Aculeo, afluente del Río Angostura el cual a su vez desemboca en el Río Maipo a unos 3 km al oeste de la localidad de Valdivia de Paine. El Estero Aculeo permanece seco durante la época estival y escasamente presenta agua en el invierno; por lo tanto, las pérdidas superficiales a través del desagüe pueden ser despreciadas, ocurriendo principalmente a través de la evaporación (CED, 2008). En la Figura 6.3.12-1 se presenta la ubicación de la Laguna Aculeo.

[3] CONAMA-CED, 2008. Diseño y Ejecución de un Programa de Gestión Ambiental Participativo para la Cuenca de Aculeo, Región Metropolitana de Santiago.

La caracterización del agua en el año 1977, en el Estudio Limnológico de la Laguna de Aculeo Factibilidad de Uso del Agua en Riego y Recreación, de la Universidad de Chile, da cuenta de buena calidad, con contenido salino bajo apto para uso en riego; los niveles de OD decrecen con la profundidad. Existe una gran variedad de algas existentes. Los valores de pH daban cuenta de valores altos que podrían ser limitantes en el uso recreacional. La calidad bacteriológica de las aguas es buena y uniforme, apta para uso recreacional con contacto directo y riego.

El estado de este cuerpo de agua ha cambiado durante el paso de los años, y la laguna ha sufrido un proceso de eutrofización acelerado por las presiones antrópicas a las que la laguna es sometida, lo que también pudo percibirse en el trabajo efectuado en los talleres participativos, donde la percepción de los asistentes era que la laguna estaba constantemente presionada por factores como el aumento de la población que rodea a la laguna, por la extracción de agua para riego, por la disposición de aguas servidas y basura domiciliaria, entre otros.

FIGURA 6.3.12-1
UBICACIÓN LAGUNA DE ACULEO



Fuente: Elaboración propia.

El clima se caracteriza por ser de tipo templado − cálido, con una estación seca de 6 a 8 meses, el nivel medio anual de precipitaciones en la cuenca es de 611 mm, siendo el mes más frío julio, con temperaturas promedio de 7,6 ºC, y el más cálido en enero con temperaturas promedio de 20,3ºC. Los aportes a la laguna son de origen

pluvionival estacional, con máximos pluviales entre julio y agosto, y máximos nivales entre los meses de septiembre y octubre.

Las actividades económicas desarrolladas en el entorno de la laguna son variadas, incluyen agricultura, turismo, ganadería, forestal, actividad silvopastoril y recreación. El uso de la tierra alrededor de la laguna y el uso del cuerpo de agua mismo en recreación se han ido incrementando con el tiempo, por lo que la laguna constituye un centro turístico y recreacional de creciente atracción en la actualidad. Las actividades y construcciones recreacionales se dan en todo el entorno de toda la laguna. Las actividades desarrolladas en los valles situados entre los 300 y 600 m.s.n.m., que rodean a la Laguna de Aculeo, presentan muy buenas condiciones climáticas para actividades agrícolas intensivas, como la vitivinicultura y fruticultura, y el establecimiento de agroindustrias, actividades que son desarrolladas en las zonas aledañas a la Laguna.

Presiones Antrópicas

- Diversos usos que se le da al agua de la laguna.
- Deforestación producida en las riberas y faldeos de los cerros.
- Actividad turística e inmobiliaria en aumento.
- El control hidráulico sobre el Estero Pintué, que incide sobre la entrada y/o salida de las aguas.

Características Naturales:

- Condición morfométrica que posee esta zona, ya que la laguna está emplazada en una microcuenca, rodeada de cerros.
- El carácter endorreico que posee, lo que genera un estancamiento del agua elevado, debido a que no posee afluentes y efluentes naturales que hagan renovar las aguas en forma permanente.
- Es un cuerpo de agua somero, favorece la mezcla del sistema agua-sedimento.

La trofia de un lago depende principalmente del ingreso de nutrientes desde su cuenca hidrográfica. Se debe conocer esta carga y compararla respecto a la carga crítica o máxima que define la condición de trofia deseada. Según DGA-POCH (2009)[4], la laguna de Aculeo está en un estado **hipereutrófica**, con un grado de intervención antrópica alto. A su vez Paredes (2009)[5] determina que la calidad del agua de la Laguna de Aculeo en general cumple con los usos del agua entregados en la Norma Chilena 1.333, esto quiere decir que las aguas son aptas para Riego y vida acuática, aún siendo un cuerpo de agua eutroficado, que contiene altas cantidades de nutrientes como

[4] DGA-POCH, 2009. Redefinición de la Red Mínima de Lagos.
[5] Paredes, L. 2009. Estudio de la Calidad del agua de la Laguna de Aculeo y Análisis de Sedimentos. Tesis para Optar al Título de Químico Ambiental de la Universidad de Chile.

nitratos y fosfatos. Además con los resultados se puede determinar que las aguas de la laguna no son aptas para recreación con contacto directo.

En la minuta se presentan los resultados históricos de calidad de aguas, los que se reproducen en lo que sigue:

a) Limitación por Sílice

Utilizando la estadística disponible de la DGA entre los años 2000 al 2008, el informe final de la consultoría "Redefinición de la Red Mínima de Lagos" realizado por POCH Ambiental S.A. para la DGA y publicado en octubre de 2009, muestran la laguna de Aculeo no tiene limitación de producción biológica por sílice (Si/NNIT=2-412, y Si/PPIT=149-4.567). Un valor de la razón Si/NNIT mayor o igual a 2 indica limitación por Nitrógeno y de lo contrario limitación por Sílice. Un valor de la razón Si/PPIT mayor o igual a 14 indica limitación por Fósforo y de lo contrario limitación por Sílice.

b) Estratificación de la Laguna Aculeo

Según DGA-POCH (2009)[6], al no existir información de perfiles verticales de temperatura para la laguna Aculeo, el patrón hidrodinámico fue inferido en función de los valores de oxígeno disuelto y temperatura obtenidos de la base de datos considerando los registros entre 1988 y 2008. **La Laguna Aculeo presentaría una columna mezclada durante todo el ciclo anual**. La temperatura superficial promedio en primavera es 24,7 °C y disminuye en profundidad hasta 22,0 °C, diferencia que no genera estratificación. En verano, la temperatura superficial promedio es 26,0 °C y disminuye hasta 22,8 °C lo cual tampoco permitiría generar un metalimnion. Cabe mencionar que en primavera, verano y otoño se observan indicios de un proceso de estratificación el cual no llega a desarrollarse. La baja profundidad del sistema (6 - 7 m) y los vientos predominantes son factores que promoverían una mezcla permanente en el año. **En base a estos resultados es posible indicar que la Laguna Aculeo es un sistema polimíctico, condición asociada a la morfometría de la cubeta y al régimen e intensidad de viento en el área**. Este patrón hidrodinámico fue observado en las tres estaciones de muestreo de la DGA: Desagüe, Puntilla León y Casa de bomba.

c) Estratificación de la Laguna Aculeo

El lago no presenta cambios significativos entre las distintas estaciones de monitoreo y las distintas profundidades monitoreadas, comportándose como un cuerpo homogéneo, de baja profundidad y de baja zona eufótica (Ver Cuadro 6.3.12-1).

[6] Ibid. 3

CUADRO 6.3.12-1
AMBIENTE LUMÍNICO SUB-SUPERFICIAL DE LA LAGUNA ACULEO EVALUADO A TRAVÉS DE LA PROFUNDIDAD DE LA ZONA EUFÓTICA (ZEUF). (MODIFICADO DE LA TABLA N°11 DEL INFORME POCH-DGA 2009, EL QUE A SU VEZ, ESTUVO BASADO EN VILA ET AL. 1986, MONTECINO (1991), CABRERA & MONTECINO (1987))

Lago	Estación	Condición Hidrodinámica	Zona Eutrófica (Z_{EUF},m)	Z_{EUF} / Z_{MAX}
Laguna de Aculeo (Zmax = 7,0 m)	Desagüe	Mezcla (V-O-I-P)	3,0 (0,81 – 9,9)	43
	Puntilla León			
	Casa de Bomba			
	Frente a Hostería			

V=verano, P=primavera, O=otoño, I=invierno
Fuente: DGA, 2010. (CDA-09).

d) Limitación por Nitrógeno v/s Fósforo

En el informe final DGA-POCH, 2009, se analiza la variación estacional de la concentración del nutriente limitante para producción de biomasa, los resultados indican que la laguna de Aculeo presenta limitación por fósforo en todas las épocas del año, según se muestra en el Cuadro 6.3.12-2.

CUADRO 6.3.12-2
VALORES DE LA RAZÓN N_{NIT}/P_{PIT} (RAZÓN DE REDFIELD) MEDIDOS EN LA LAGUNA DE ACULEO (MODIFICADO DE LA TABLA N°13 DEL INFORME FINAL DGA-POCH, 2009)

Invierno	Primavera	Verano	Otoño
P (50 de 53 casos)	P (36 de 37 casos)	P (36 de 41 casos)	P (43 de 52 casos)

Fuente: DGA, 2010. (CDA-09).

e) Sedimentos en la Laguna de Aculeo

Se presentan a continuación en el Cuadro 6.3.12-3 los resultados de las mediciones tomadas por Paredes, 2009, en la componente sedimentos, durante la campaña de monitoreo realizada en octubre de 2008. Las estaciones seleccionadas por Paredes (2009), para la toma de muestras de sedimentos, corresponden a estaciones DGA de calidad del agua: Sector Desagüe, Sector Puntilla de León y Sector Casa de Bombas, estudiando las siguientes variables: pH, Conductividad eléctrica, granulometría, $P\text{-}PO_4$, $N\text{-}NO_3$, Materia orgánica (MO), Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Cl^-, SO_4^{2-}, CO_3^{2-}, HCO_3.

CUADRO 6.3.12-3
RESULTADOS DE SEDIMENTOS DE LA LAGUNA DE ACULEO

Parámetro	Estación		
	Sector Desagüe	Frente Puntilla El León	Casa de Bombas
pH	7,6	6,7	5,7
Conductividad Eléctrica (dS/m)	0,73	1,04	0,71
Materia Orgánica (%)	2,48	5,86	13,41
Bicarbonato HCO_3^- (mg/kg)	223,57±3,99	156,47±15,26	572,28±3,05
PO_4^{3-} (mg/kg)	16,37±0,08	57,52±0,18	64,15±0,00

Fuente: DGA, 2010. (CDA-09).

Se observó valores de pH medianamente ácido para la estación Casa de Bombas, mientras que neutro para la estación Frente Puntilla León y medianamente básico para Sector Desagüe. En relación con la conductividad eléctrica, los valores encontrados indicaron que los sedimentos contienen altas cantidades de iones, registrándose en la estación que posee la mayor profundidad (Puntilla de León), el valor más alto de conductividad. Con respecto a la materia orgánica fácilmente oxidable, se encontró que la estación que posee una mayor concentración es la Estación Casa de Bombas, coherente con menor pH. Respecto a los bicarbonatos la menor concentración se registró frente a Puntilla de León, mientras que la estación menos profunda (Frente Casa de Bombas) que registró la mayor concentración. Respecto a la concentración de cationes, se observa que en la estación sector Desagüe predomina el Sodio, mientras que para las otras dos estaciones (Frente Puntilla de León y Frente Casa de Bombas) el catión predominante fue el Calcio. Respecto a los aniones, se observa que predominan el Sulfato y Cloruro en todas las estaciones.

f) Análisis Relación Agua-Sedimento

En el Cuadro 6.3.12-4 se presentan los resultados de análisis de agua y sedimentos realizados en Laguna Aculeo.

- **pH:** En las estaciones Frente Puntilla el León y Casa de Bombas se observó que a medida que aumenta la profundidad, el pH se acidifica, encontrando valores de pH en sedimentos del orden de pH 6 mientras que en Sector Desagüe, el pH en sedimento fue muy cercano a los encontrados en superficie.

- **CE:** Se observó claramente que en los tres sitios, la concentración de iones fue mucho mayor en los sedimentos que en el agua, siendo Frente Puntilla de León, la zona donde se registró los más altos valores de conductividad eléctrica.

- **DQO/MO:** Se observa que en el agua toda la columna de agua presentó la misma cantidad de materia orgánica. Sin embargo, en el sedimento se

encontró una mayor cantidad de material orgánico en Casa de Bombas, luego Frente Puntilla de León y en menor cantidad en Sector Desagüe.

- **Nitrato:** Este ión se encontró de forma heterogénea en la Laguna, mientras que en Sector Desagüe hubo una mayor concentración en aguas que en sedimento; en las zonas de Frente Puntilla el León y Casa de Bombas, la cantidad encontrada en sedimentos fue similar a la registrada en la columna de agua.

- **Fosfato:** Para esta variable, se observó un comportamiento claro, esto es, en las tres estaciones muestreadas, las concentraciones de Fosfato son mayores en sedimentos que en el agua, encontrando incluso concentraciones 150 veces mayores en sedimento que en agua (Casa de Bombas y Frente Puntilla el León), mientras que en Sector Desagüe está relación fue mucho más estrecha.

- **Calcio:** Se observó que en el agua de toda la Laguna, las concentraciones fueron muy similares, no hay grandes diferencias, mientras que en sedimentos la zona con mayor profundidad (Frente Puntilla el León) fue la que presentó una alta cantidad de este catión, mientras que para las dos estaciones restantes, los sedimentos registraron concentraciones similares del orden de 50 mg/L.

- **Magnesio:** Para este catión, hubo un comportamiento muy similar tanto en la columna de agua como en los sedimentos, ya que en las tres estaciones, presentaron concentraciones muy cercanas en superficie y en profundidad, con valores que fluctuaron entre los 10,1-9,6 mg/L en superficie, a 9,6-9,9 mg/L en profundidad. Mientras que en sedimentos, fueron del orden de 20 mg/L para los tres sitios muestreados.

- **Sodio:** Este ión presentó una gran heterogeneidad en los resultados, ya que mientras en las aguas, este ión se encontró en mayor cantidad en el sector Frente Puntilla el León, en sedimentos se observó que hay grandes diferencias, en Sector Desagüe se registraron valores muy altos de este catión en comparación con el Sector Casa de Bombas.

- **Potasio:** Al igual que el Magnesio, este catión se encontró en la columna de agua en concentraciones similares en las tres estaciones, siendo estas cercanas a 2 mg/L, mientras que en los sedimentos superficiales de la Laguna se registraron concentraciones menores a las encontradas en las aguas, las que alcanzaron incluso los 0,3 mg/L en Sector Desagüe. En Frente Puntilla el León, la concentración medida fue muy similar a la del agua próxima. En tanto en Casa de Bombas se encontró 1,8 mg/L de K^+ en sedimento, valor menor a los 2,5 mg/L encontrado homogéneamente en el agua superior.

- **Cloruro:** Las concentraciones de este anión se presentaron de forma muy regular en toda la laguna; en el agua, las concentraciones estuvieron en torno a los 8 mg/L de Cl^-, mientras que en sedimento, fueron cercanas a los 7,5 mg/L, a excepción del Sector Casa de Bombas

donde se encontró 2,6 mg/L. La concentración más alta en el agua se registró en Casa de Bombas, y la concentración más alta en el sedimento, se encontró en Sector Desagüe.

- **Sulfato:** La concentración de este anión se presentó en altas concentraciones en sedimento, observándose la mayor concentración en Frente Puntilla el León, y la menor concentración en Casa de Bombas, mientras que en la columna de agua, tanto en superficie como en profundidad, la concentración de sulfato se presentó sin gran variación.

- Cabe destacar que el Oxígeno Disuelto no fue medido en sedimento, por lo que no se consideró en esta relación, sin embargo para esta campaña de monitoreo (octubre 2008), el Oxígeno Disuelto presentó valores en profundidad variados, dependiendo del sector, en Sector Desagüe 6,73 mg/L, en Frente Puntilla de León, 4,97 mg/L y en Casa de Bombas, 7,11 mg/L.

CUADRO 6.3.12-4
COMPARACIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS EN AGUA Y SEDIMENTOS EN LA LAGUNA DE ACULEO. VARIABLES PRINCIPALES Y MACROELEMENTOS

Parámetro	Estación								
	Sector Desagüe			Frente Puntilla León			Casa de Bombas		
	Sup.	Prof.	Sed.	Sup.	Prof.	Sed.	Sup.	Prof.	Sed.
pH	7,62	7,43	7,60	7,55	7,20	6,70	7,68	7,55	5,70
CE (µS/cm)	247,7	247,5	730,0	247,9	249,9	1040,0	248,0	248,0	710,0
DQO (mg/L) / MO (%)	15,0	15,0	2,5	15,0	15,0	5,9	15,0	15,0	13,4
NO_3^- (mg/L)	2,42	3,70	1,39	1,90	1,77	1,82	2,16	1,77	1,99
PO_4^{3-} (mg/L)	0,013	0,013	0,821	0,016	0,020	2,835	0,016	0,016	3,148
Ca^{2+} (mg/L)	20,0	19,5	52,5	19,4	19,4	126,8	19,7	19,5	54,9
Mg^{2+} (mg/L)	10,1	9,6	21,5	9,6	9,9	23,7	10,1	9,9	18,2
Na^+ (mg/L)	16,7	16,9	225,7	17,5	17,2	77,1	16,9	16,8	0,8
K^+ (mg/L)	2,3	2,2	0,3	2,3	2,5	2,2	2,5	2,5	1,8
Cl^- (mg/L)	7,4	8,4	7,4	8,4	8,0	6,4	8,4	8,4	2,6
SO_4^{2-} (mg/L)	19,0	19,0	114,3	18,0	18,0	191,3	18,0	16,0	88,7

Sup. = Resultado de la variable en agua superficial (0 m.)
Prof. = Resultado de la variable en agua en profundidad (>3,3 m. para Desagüe y Puntilla el León y 2,5 m. para Casa de Bombas)
Sed. = Resultado de la variable en sedimento (en concentraciones de mg/L, de esta forma son comparables las concentraciones en agua y en sedimentos).

Fuente: DGA, 2010. (CDA-09)

6.4. ANÁLISIS TERRITORIAL DE LA CALIDAD DEL AGUA

6.4.1. Introducción

Para el análisis de la información se presentan en primer lugar los límites mínimos y máximos normados, para los usos de Agua de Riego (NCh 1.333 of 1987) y Agua Potable (NCh 409 of 2005) y los efectos perjudiciales que podrían tener concentraciones elevadas de los parámetros.

Luego se divide el análisis entre calidad de aguas superficiales y calidad de aguas subterráneas. Pese a esta división, tanto para agua subterránea como para superficial, se realiza una comparación de los datos proporcionados por la DGA sobre muestreos de calidad de agua históricos, hasta mediados de 2014, con las normas ya mencionadas. El análisis se desarrolla a nivel de subcuencas para agua superficial y unidades hidrogeológicas para aguas subterráneas.

En las figuras que representan espacialmente los análisis de calidad llevados a cabo, se muestra para cada estación analizada un diagrama de Stiff modificado, el cual consiste en diagramar los cationes en el lado izquierdo del eje y los aniones del lado derecho. Los extremos de los trazos representan los valores de las concentraciones de seis iones, formando un polígono que busca representar el equilibro entre los cationes y aniones. Para esto se utiliza los valores promedio de los parámetros Carbonato, Bicarbonato, Sulfato, Cloruro, Calcio disuelto, Magnesio y Sodio.

Además se presenta el pH promedio de cada estación estudiada, en una figura circular, sombreando los valores promedio como en un reloj, pero con valores de 0 a 14.

Posteriormente se presentan los parámetros que han superado las normas de calidad de aguas, para su uso en riego y para uso potable, en más de un 10% del universo de muestreos catastrados, a través de un gráfico de barras.

Se prosigue proporcionando y comparando información relevante presente en otros estudios previos.

Asimismo, se realiza una relación de los resultados técnicos con aquellas apreciaciones, visiones y percepciones manifestadas en los talleres participativos, respecto de la calidad de aguas.

También se señalan las posibles razones que pudieran estar incidiendo en la calidad del agua en los distintos sectores analizados, sean estas antrópicas o naturales.

Los **parámetros físico químicos** analizados se sustentan las normas NCh 1.333 para riego y NCh 409/1 of 2005 para agua potable. En el Cuadro 6.4.1-1, se presenta el listado de los parámetros físicos y químicos incluidos en dichas normas y los límites máximos admisibles para cada uno de ellos.

CUADRO 6.4.1-1
LÍMITES MÁXIMOS ADMISIBLES EN PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AGUA POTABLE Y AGUA PARA RIEGO

Parámetros	Unidad	Expresión	Límite Máximo	
			Agua Riego (NCh 1333)	Agua Potable (NCh 409/1 of 2005)
Aluminio	mg/L	Al	5	-
Amoníaco	mg/L	N	-	1,5
Arsénico	mg/L	As	0,1	0,01
Berilio	mg/L	Be	0,1	-
Boro	mg/L	B	0,75	-
Bario	mg/L	Ba	4	-
Cadmio	mg/L	Cd	0,01	0,01
Cianuro	mg/L	CN-	0,2	0,05
Cloruros	mg/L	Cl-	200	400
Cobalto	mg/L	Co	0,05	-
Cobre Total	mg/L	Cu	0,2	2
Compuestos Fenólicos	mg/L	Fenol	-	0,002
Cromo	mg/L	Cr	0,1	0,05
Conductividad Eléctrica	µS/cm	CE	750	-
Fluoruro	mg/L	F-	1	1,5
Hierro Disuelto	mg/L	Fe	5	0,3
Litio	mg/L	Li	2,5	-
Magnesio	mg/L	Mg	-	125
Manganeso	mg/L	Mn	0,2	0,1
Mercurio	mg/L	Hg	0,001	0,001
Molibdeno	mg/L	Mo	0,01	-
Níquel	mg/L	Ni	0,2	-
Nitrato	mg/L	NO_3^-	-	50
Nitritos	mg/L	NO_2	-	3
pH	Unidad	pH	5.5-9.0	6,5-8,5
Plata	mg/L	Ag	0,2	-
Plomo	mg/L	Pb	5	0,05
Selenio	mg/L	Se	0,02	0,01
Sodio Porcentual	%	Na	35	-
Sólidos totales disueltos	mg/L	SDT	-	1.500
Sulfatos	mg/L	SO_4	250	500
Vanadio	mg/L	Va	0,1	-
Zinc	mg/L	Zn	2	3

Fuente: Elaboración propia a partir de NCh 1.333 y NCh 409/1 of 2005.

En la norma de riego, para la conductividad específica y sólidos disueltos totales − en la Tabla 2 − se da una clasificación de aguas para riego de acuerdo a sus condiciones de salinidad. Esta clasificación se presenta en el Cuadro 6.4.1-2.

En cuanto a los **parámetros microbiológicos**, los Coliformes Totales y Fecales son los principales parámetros de utilidad para caracterizar el grado de contaminación de las aguas, las que tienen como causa antrópica residuos domésticos e industriales orgánicos (principalmente aguas servidas no tratadas) que son directamente perjudiciales para la salud de la población. De acuerdo a la norma de riego, los coliformes fecales no deben sobrepasar los 1.000 NMP/100 mL, sin que se acepte su presencia en las aguas destinadas a consumo humano.

CUADRO 6.4.1-2
CLASIFICACIÓN DE AGUAS PARA RIEGO SEGÚN SU SALINIDAD

Clasificación	Conductividad Específica (µmhos/cm a 25ºC)	Sólidos Disueltos Totales (mg/L a 105ºC)
Agua con la cual generalmente no se observarán efectos perjudiciales	c≤750	s≤500
Agua que puede tener efectos perjudiciales en cultivos sensibles	750<c≤1500	500<s≤1.000
Agua que puede tener efectos adversos en muchos cultivos y necesita de métodos de manejo cuidadosos	1.500<c≤3.000	1.000<s≤2.000
Agua que puede ser usada para plantas tolerantes e suelos permeables con métodos de manejo cuidadosos	3.000<c≤7.500	2.000<s≤5.000

Fuente: NCh 1.333.

En los siguientes acápites, el análisis de los efectos perjudiciales de concentraciones elevadas de parámetros físico-químicos y microbiológicos, para cultivos y la salud pública, se fundamentan en las siguientes consideraciones:

- ***Conductividad eléctrica:*** Es una medida de la concentración de sales de una solución. Los altos valores de conductividad eléctrica podrían provocar pérdida de rendimiento; salinización del suelo producto del riego repetido donde las sales se pueden acumular en el suelo, lo que reduce el agua disponible para el cultivo (FAO, 1985[7]); efectos en cultivos sensibles y obstrucción en los sistemas de goteo. Al indicar la presencia de sales, una alta CE puede significar una alteración de las características organolépticas del agua.

[7] FAO, 1985. Water quality for agriculture. FAO Irrigation And Drainage Paper 29 rev. 1.

- ***Aluminio:*** En suelos ácidos podría generar problemas en la producción agrícola, debido a su toxicidad, corriéndose el riesgo de que interfiera con la absorción en la planta de los nutrientes esenciales como el calcio (Ca) y magnesio (Mg). Es capaz de ser directamente tóxico para las raíces de las plantas. En suelos alcalinos se elimina cualquier toxicidad. (CNR, 2011[8])

  La presencia de aluminio en el agua potable ha dado origen a discusiones sobre sus posibles efectos sobre la salud, ya que se ha sugerido la hipótesis de que la exposición al aluminio es un factor de riesgo para el desarrollo o aparición temprana de la enfermedad de Alzheimer en el ser humano. La correlación positiva entre el aluminio del agua de consumo y la enfermedad de Alzheimer, detectada en varios estudios epidemiológicos, no se puede descartar totalmente. No obstante, es preciso plantear reservas importantes respecto de la inferencia de una relación causal, dado que estos estudios no han tenido en cuenta factores de confusión demostrados ni la ingesta total de aluminio de todas las fuentes (OMS, 2006[9]).

- ***Arsénico:*** El efecto principal del arsénico en las plantas aparece en la destrucción de la clorofila en el follaje como una consecuencia de inhibición de producción de enzimas. Ya que el arsénico es tóxico para los seres humanos el consumo de las partes consumibles de la planta que contienen arsénico acumulado es nocivo (SAG, 2005[10]). Se podrían provocar efectos sobre la población a través de cultivos hortícolas y la contaminación de los suelos. El Arsénico es un contaminante importante del agua de consumo, ya que es una de las pocas sustancias que se ha demostrado que producen cáncer en el ser humano por consumo de agua potable. Hay pruebas abrumadoras, de estudios epidemiológicos, de que el consumo de cantidades altas de arsénico en el agua potable está relacionado causalmente con el desarrollo de cáncer en varios órganos, en particular la piel, la vejiga y los pulmones. En varias partes del mundo, las enfermedades producidas por el arsénico, como el cáncer, constituyen un problema significativo de salud pública (OMS, 2006[9]).

- ***Boro:*** La utilización de altos niveles de Boro en riego podría provocar efectos en cultivos tolerantes como mora, durazno, cereza, uva, cebolla, ajo, camote, trigo, cebada, girasol, frutillar, alcachofa y porotos. Otros cultivos menos sensibles son pimienta roja, arveja, zanahoria, rábano, papa y pepino.

  Si bien, existe un estudio del Ministerio de Salud que dice que no existe evidencia de efectos reproductivos adversos, estadísticamente significativos, en varones jóvenes y mujeres (específico para la comuna

[8] CNR, 2011. Manual Técnico Manejo del Riego en Condiciones de Sequía.
[9] OMS, 2006. Guías para la Calidad del Agua Potable.
[10] SAG, 2005. Criterios de Calidad de Aguas o Efluentes Tratados para Uso en Riego.

de Arica), existe evidencia científica que las exposiciones tanto breves como prolongadas, de animales de laboratorio al ácido bórico y al bórax vía oral, han demostrado, invariablemente, su toxicidad para el aparato reproductor masculino. Además se ha demostrado su embriotoxicidad en ratas, ratones y conejos (Oficio Ordinario 3.222/2014, Cámara de Diputados). En humanos la toxicidad se manifiesta a través de convulsiones generalizadas o focales, irritabilidad y problemas gastrointestinales (OMS, 2003[11]).

El análisis relacionado con el boro no se puede validar debido a que el límite de detección de las muestras contenidas en la información del BNA tiene un límite de detección superior al valor normado en la NCh 1.333.

- ***Cadmio:*** En las plantas, los síntomas más generales de toxicidad por Cd son atrofia y clorosis. La clorosis puede aparecer debido a una interacción directa o indirecta con el Fe, el Zn, el P y el Mn. Altos contenidos de Cd en el medio de crecimiento inhiben la absorción de Fe en las plantas. Aun cuando los efectos del Cd varían a nivel de especie, e incluso varietal, en general el Cd interfiere en la absorción y transporte de varios elementos (Ca, Mg, P y K) y del agua (Das et al., 1998[12]).

  La toxicidad del cadmio afecta principalmente al riñón. La concentración crítica de cadmio en la corteza renal que produciría una prevalencia del 10% de proteinuria de bajo peso molecular en la población general es de unos 200 mg/kg y se alcanzaría tras una ingesta alimentaria diaria de unos 175 µg por persona durante 50 años (OMS, 2006[9]).

- ***Cloruro:*** Existen cultivos con mayor sensibilidad al Cloruro, por lo que se puede ver afectado el rendimiento de éstos. Entre los cultivos con mayor sensibilidad se encuentran cítricos, frutilla, soya, cebolla, lechuga, papa y tabaco; con una sensibilidad moderada se encuentran espinaca, alfalfa, tomate, brócoli, maíz. La concentración puede afectar en mayor medida en combinación con fertilizantes con este principio activo y en condiciones de sequía.

  Las concentraciones de cloruro que excedan de unos 250 mg/l pueden conferir al agua un sabor perceptible (OMS, 2006[9]).

- ***Cobre:*** Puede funcionar como bactericida y resulta tóxico para algunos peces, dependiendo de la forma y características químicas del agua. Los cultivos con mayor sensibilidad al Cobre verán afectada su productividad ante altas concentraciones (alfalfa, porotos, cítricos, trébol, maíz, gladiolo, amapola, espinaca y cucurbitáceas en general).

[11] OMS, 2003. Boron in Drinking-water. Background document for development of WHO Guidelines for Dinking-water Quality.
[12] Das, P.; S. Smarantay y G.R. Rout. 1998. Studies in Cd toxicity in plants: A review. Environ.

En altas concentraciones de cobre, el agua mancha la ropa y aparatos sanitarios (OMS, 2006[9]). Tiene efectos gastrointestinales agudos en las personas.

- ***Hierro*:** El exceso en concentraciones de hierro produce problemas en el color, olor y sabor en el agua. La precipitación del hierro en los sistemas de riego podría afectar bombas, tuberías y a las plantas. No es tóxico para las plantas en suelos aireados, pero puede contribuir a la acidificación del suelo y a la pérdida de disponibilidad de fósforo y molibdeno esencial (CNR, 2011[8]).

- ***Manganeso:*** El Manganeso es tóxico para muchos cultivos en suelos ácidos, por lo que se debe tener especial cuidado en este tipo de suelos (CNR, 2011[8]).

  El manganeso es un elemento esencial para el ser humano y otros animales. Tanto la carencia como la sobreexposición pueden causar efectos adversos. Hay estudios epidemiológicos que han notificado efectos neurológicos adversos tras la exposición prolongada a concentraciones muy altas en el agua de consumo (OMS, 2003[13]). Se sospecha que el manganeso puede provocar problemas de memoria, desórdenes del comportamiento y retardos intelectuales (Tellerías et Al., 2008[14]).

- ***Molibdeno:*** Puede ser tóxico para el ganado, en el caso que el forraje crezca en suelos con altas concentraciones de este elemento, debido a su absorción y concentración en las plantas. No hay datos disponibles sobre la capacidad cancerígena del molibdeno por vía oral. Se necesita más información toxicológica sobre el efecto del molibdeno en los lactantes alimentados con biberón (OMS, 2006[9]).

- ***Mercurio:*** El mercurio puede provocar efectos en el riego sobre cultivos sensibles como zanahorias, lechugas, porotos, cebada, arroz, cereal, entre otros (CNR, 2011[8]). Los efectos sobre la salud, en especial en las primeras etapas de la vida, pueden causar graves problemas, en especial en el desarrollo intrauterino y en las primeras etapas de vida. El mercurio puede ser tóxico para los sistemas nervioso e inmunitario, el aparato digestivo, la piel y los pulmones, riñones y ojos. Para la OMS el mercurio es uno de los diez productos o grupos de productos químicos que planteas especiales problemas de salud pública (OMS, 2013[15]).

- ***Sulfatos:*** Los sulfatos podrían contribuir a la acidificación de los suelos, pero no tiene efectos tóxicos importantes. Más bien presenta una

[13] OMS, 2003. Boron in Drinking-water. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality.
[14] Tellerías, L. y Paris, E., 2008. Impacto de los Neurotóxicos en el Desarrollo.
[15] OMS, 2013. El Mercurio y la Salud. Disponible en <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs361/es/>. Visitado en enero de 2015.

influencia sobre la salinidad del agua, repercutiendo en los valores de conductividad eléctrica al ser el anión predominante en el agua de riego. Puede afectar cultivos sensibles y los problemas de infiltración/salinidad se pueden mitigar a través de buenas prácticas agrícolas. Cuando los sulfatos se presentan en combinación con Calcio, pueden producirse efectos asociados al riego por aspersión, debido a la formación de depósitos e incrustaciones en los sistemas de riego (CNR, 2011[8]).

La ingestión de aguas con concentraciones altas de sulfato provoca efectos gastrointestinales. La presencia de sulfato en el agua de consumo también puede producir un sabor apreciable y contribuir a la corrosión de los sistemas de distribución (OMS, 2006[9]).

- ***Plomo:*** En las plantas el Pb se almacena principalmente en las raíces, siendo mínima su presencia en las estructuras reproductivas. La toxicidad del Plomo en las plantas difiere con las especies.

  El plomo es una sustancia tóxica acumulativa. En el ser humano, puede producirse transferencia de plomo a través de la placenta ya desde la duodécima semana de gestación y continuar durante todo el desarrollo. Los niños de corta edad absorben 4 o 5 veces más plomo que los adultos y la semivida biológica del plomo puede ser considerablemente más alta en los niños que en los adultos. El plomo es una sustancia tóxica general que se acumula en el esqueleto. Los lactantes, los niños de hasta 6 años y las mujeres embarazadas son las personas más vulnerables a sus efectos adversos para la salud (OMS, 2006[9]).

- ***Coliformes Fecales:*** La presencia de coliformes fecales no representa una amenaza para las plantas, sin embargo, el riego de hortalizas o cultivos a ras de suelo con aguas con altos índices de coliformes, podrían generar la contaminación por agentes patógenos de cultivos de consumo humano. Corresponde a un indicador microbiológico que indica que se ha producido una contaminación fecal y sugiere que podrían estar presentes patógenos entéricos, sin embargo no distingue entre contaminación humana o animal. Los efectos de los patógenos entéricos pueden provocar enfermedades gastrointestinales, que podrían afectar con mayor fuerza a aquellas personas con condiciones críticas de salud.

Estos parámetros analizados corresponden a aquellos casos estudiados, donde la serie de datos de una o más estaciones supera por más del 10% la norma comparada.

6.4.2. Aguas Superficiales

6.4.2.1. Antecedentes Generales

El registro de monitoreos de calidad de agua superficial considerada para el análisis, corresponde como primera fuente a los antecedentes aportados por la red hidrométrica de calidad del agua superficial administrada por la DGA, la cual cuenta con 25 puntos de control en categoría de "vigente" en la Región Metropolitana. La Ubicación

espacial de las estaciones de esta red se puede apreciar en la Figura 6.4.2.1-1, presentándose los datos sistematizados de ellas en el Anexo 6-3.

En cada punto de control se registran valores de monitoreo de los siguientes indicadores físico-químicos: CE, temperatura, oxígeno disuelto, pH, bicarbonato, boro, carbonato, cloruro, nitrato, fósforo, sulfato, aluminio, arsénico, cadmio, calcio disuelto, calcio total, cobre, cromo hexagonal, fierro, magnesio, manganeso, mercurio, molibdeno, níquel, plata, plomo, potasio, selenio, sodio, zinc, cobalto y razón de absorción de sodio. Cabe destacar que, en estos registros es posible constatar una variación en el número de muestreos, dependiendo del parámetro medido, presentándose sólo en algunos puntos de control, un par de muestreos específicos del parámetro biológico coliformes fecales. Por esta razón se complementa el análisis realizado a los muestreos de calidad de agua de la DGA, con los resultados de monitoreo de DBO_5 y Coliformes Fecales en la Cuenca del Río Maipo presente por la DGA (DGA 2011, CDA-03).

De las 25 estaciones de monitoreo vigentes en la Región Metropolitana, se han seleccionado 13 estaciones para caracterizar territorialmente el área de estudio, complementándose con antecedentes de 2 estaciones de la región de O'Higgins y 2 estaciones de la región de Valparaíso, todas las cuales se señalan en formato "Negrita" en el Cuadro 6.4.2.1-1. Teniendo en cuenta que el análisis realizado corresponde al nivel de subcuenca (en atención a los Términos de Referencia) se procedió a seleccionar las estaciones de calidad a analizar, ubicando a aquellas que den cuenta de la variación de la calidad del agua dentro de la subcuenca y que, a su vez, reporten la calidad del agua que se entrega a la salida de la subcuenca. Para esa selección se utilizó como complemento la clasificación presentada en el estudio Bases para la Formulación de un Plan Director para la Cuenca del Maipo, para las estaciones ubicadas en la cuenca de ese río (PYP-02), donde se priorizan de manera justificada las estaciones de calidad. Esta priorización fue propuesta en el estudio "Análisis Crítico de la Red Fluviométrica Nacional, Red de Calidad de Aguas", desarrollado en octubre de 1984 por BF Ingenieros Civiles, en que se proponía una red primaria de calidad de aguas constituida por 20 estaciones, diferenciando las estaciones entre estaciones de base y de impacto, y las que eran de primera y de segunda prioridad.

- **Subcuenca Río Maipo Alto**: Estación Río Maipo en Las Melosas.
- **Subcuenca Río Maipo Medio**: estación Río Maipo en El Manzano, estación Río Maipo en Los Morros, estación Río Angostura en Valdivia de Paine, estación Río Maipo en Puente Naltahua.
- **Subcuenca Río Maipo Bajo**: estación Estero Puangue en Ruta 78, estación Río Maipo en Cabimbao.
- **Subcuenca Río Mapocho Alto**: estación Río Mapocho en Los Almendros.
- **Subcuenca Río Mapocho Bajo**: estación Estero Colina en Compuerta Vargas, estación Río Mapocho en Rinconada de Maipú, estación Río Mapocho en El Monte.

- **Subcuenca Estero Alhué**: estación Estero Alhué en Quilamuta y estación Estero Alhué antes Estero Carén.

- **Subcuenca Estero Yali**: estación Estero Yali en Bucalemu.

Los parámetros analizados corresponden a aquellos en que los datos superan por más del 10% la norma comparada.

En la Figura 6.4.2.1-2 se presentan las estaciones de monitoreo seleccionadas para el análisis de calidad de aguas superficial, los diagramas de Stiff y de pH que se han generado para cada estación, señalándose en gráficos de barra para cada estación de monitoreo, los parámetros que han sobrepasado las normas de riego y agua potable en más de un 10% del universo de muestreos registrados.

FIGURA 6.4.2.1-1
ESTACIONES CONTROL CALIDAD AGUAS SUPERFICIALES

CUADRO 6.4.2.1-1
ESTACIONES CONTROL CALIDAD AGUAS SUPERFICIALES

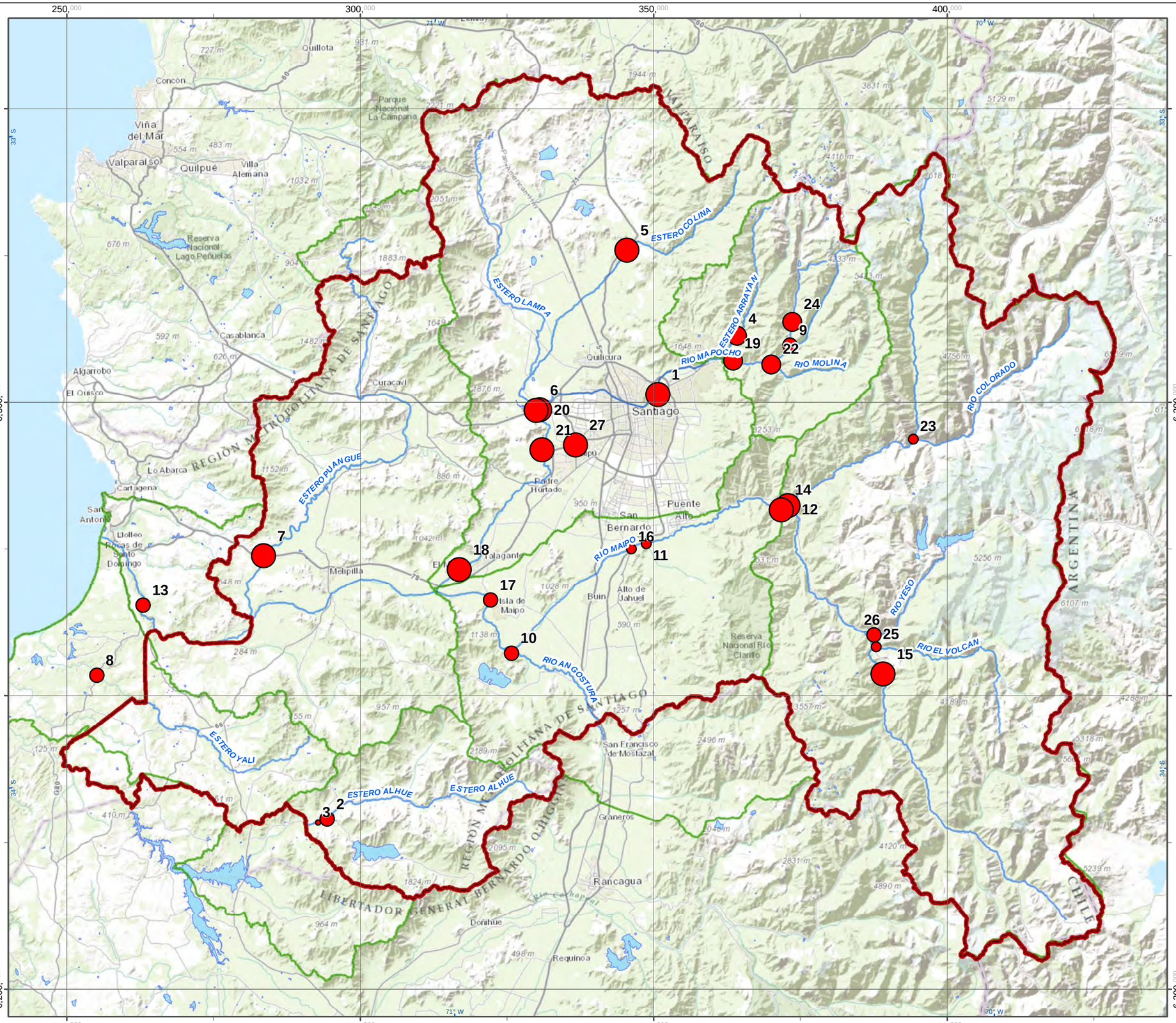
Id	Nombre Estación	Año de Inicio del Registro	Año del Final del Registro	Nº de Años	Nº de Registros	Subcuenca
CS18	Río Yeso antes junta Río Maipo	1986	2014	28	96	Río Maipo Alto
CS19	Río Volcán antes junta Río Maipo	1995	2014	19	62	Río Maipo Alto
CS20	**Río Maipo en Las Melosas**	1966	2014	48	117	Río Maipo Alto
CS21	Río Olivares antes junta Río Colorado	1995	2014	19	69	Río Maipo Alto
CS22	Río Colorado antes junta Río Maipo	1966	2014	48	88	Río Maipo Alto
CS23	**Río Maipo en el Manzano**	1968	2014	46	151	Río Maipo Medio
CS14	Río Clarillo antes junta Río Maipo	1995	2014	19	62	Río Maipo Medio
CS17	**Río Maipo en Los Morros**	1997	2014	17	60	Río Maipo Medio
CS1	**Río Angostura en Valdivia de Paine**	1985	2014	29	101	Río Maipo Medio
CS5	**Río Maipo en Puente Naltahua**	1990	2014	24	90	Río Maipo Medio
CS25	Estero Codegua en La Leonera**	1995	2014	19	56	Río Maipo Medio
CS26	Río Peuco en Panamericana**	1973	2014	41	53	Río Maipo Medio
CS13	**Estero Puangue en Ruta 78**	1973	2014	41	149	Río Maipo Bajo (Entre Río Mapocho y Desembocadura)
CS24	**Río Maipo en Cabimbao*** **	1986	2014	28	94	Río Maipo Bajo (Entre Río Mapocho y Desembocadura)
CS7	Río Molina antes junta San Francisco	1974	2014	40	167	Río Mapocho Alto
CS8	**Estero Yerba Loca antes junta Río San Francisco**	1986	2014	28	94	Río Mapocho Alto
CS9	Río San Francisco antes Estero Yerba Loca	1974	2014	40	172	Río Mapocho Alto
CS10	Estero Arrayán en la Montosa	1980	2014	34	124	Río Mapocho Alto
CS11	**Río Mapocho en los Almendros**	1980	2013	33	151	Río Mapocho Alto

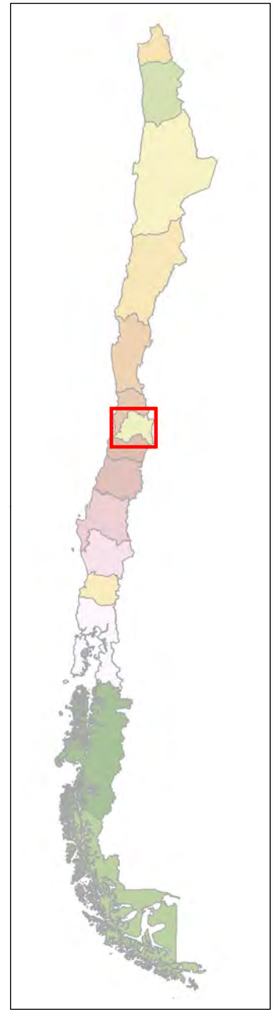
CUADRO 6.4.2.1-1
ESTACIONES CONTROL CALIDAD AGUAS SUPERFICIALES
(Continuación)

Id	Nombre Estación	Año de Inicio del Registro	Año del Final del Registro	Nº de Años	Nº de Registros	Subcuenca
CS6	Canal San Carlos en Desembocadura Río Mapocho	1966	2014	48	178	Río Mapocho Bajo
CS3	**Estero Colina en Compuertas Vargas**	1969	2014	45	84	Río Mapocho Bajo
CS15	Río Mapocho en Puente Pudahuel	1972	2014	42	117	Río Mapocho Bajo
CS16	Estero Lampa antes junta Río Mapocho	1972	2014	42	126	Río Mapocho Bajo
CS2	Zanjón de la Aguada en Pajaritos	1969	2014	45	120	Río Mapocho Bajo
CS12	**Río Mapocho Rinconada de Maipú**	1966	2014	48	234	Río Mapocho Bajo
CS4	**Río Mapocho en El Monte**	1972	2014	42	171	Río Mapocho Bajo
CS28	**Estero Alhué en Quilamuta**	2002	2014	12	35	Estero Alhué
CS29	**Estero Alhué antes Estero Carén**	1985	2013	28	123	Estero Alhué
CS30	**Estero Yali en Bucalemu***	1986	2013	27	48	Estero Yali

*Corresponde al ID asignado en el Estudio Bases para la Formulación de un Plan Director para la Cuenca del Maipo (DGA 2007, PYP-02).
** Estaciones ubicadas en la Región de O'Higgins.
*** Estaciones ubicadas en la Región de Valparaíso.

Fuente: Elaboración propia a partir de BNA, 2014.





N
W
E
S

SIMBOLOGÍA

Est. Calidad Superficial

N°años de registros

- 12
- 17 - 20
- 24 - 30
- 33 - 40
- 41 - 50
- Límite Regional RM
- Límites Sub Cuencas
- Lagos, Lagunas, Embalses
- Hidrografía Principal

LEYENDA

ID	Código BNA	Estación
1	05730003-5	Canal San Carlos En Desembocadura Rio Mapocho
2	06041001-1	Estero Alhue Antes Estero Caren
3	06043001-2	Estero Alhue En Quilamuta
4	05722001-5	Estero Arrayan En La Montosa
5	05735002-4	Estero Colina En Compuertas Vargas
6	05736001-1	Estero Lampa Antes Junta Rio Mapocho
7	05746001-6	Estero Puangue En Ruta 78
8	05800001-9	Estero Yali En Bucalemu
9	05721001-K	Estero Yerba Loca Antes Junta Rio San Francisco
10	05716001-2	Rio Angostura En Valdivia De Paine
11	05711001-5	Rio Clarillo Antes Junta Rio Maipo
12	05707002-1	Rio Colorado Antes Junta Rio Maipo
13	05748001-7	Rio Maipo En Cabimbao
14	05710001-K	Rio Maipo En El Manzano
15	05701002-9	Rio Maipo En Las Melosas
16	05712001-0	Rio Maipo En Los Morros
17	05717005-0	Rio Maipo En Puente Naltahua
18	05737005-K	Rio Mapocho En El Monte
19	05722002-3	Rio Mapocho En Los Almendros
20	05730011-6	Rio Mapocho En Puente Pudahuel
21	05737002-5	Rio Mapocho Rinconada De Maipu
22	05720001-4	Rio Molina Antes Junta San Francisco
23	05706001-8	Rio Olivares Antes Junta Rio Colorado
24	05721002-8	Rio San Francisco Antes Estero Yerba Loca
25	05702006-7	Rio Volcan Antes Junta Rio Maipo
26	05703003-8	Rio Yeso Antes Junta Rio Maipo
27	05730006-K	Zanjon De La Aguada En Pajaritos

ARRAU Ingeniería E.I.R.L.

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
Región Metropolitana

SISTEMA DE INFORMACIÓN TERRITORIAL

DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

ESTACIONES CONTROL CALIDAD AGUAS SUPERFICIALES

Fuente Cartográfica:
Instituto Geográfico Militar, 2009
Cartografía Regular, 1:250.000

Fuente Temática:
DGA

Referencia Cartográfica:
Proyección UTM
DATUM WGS84
HUSO 19 Sur

ESCALA
1:650,000
0 2.5 5 10 15 20 Km

Fecha: Noviembre 2015

Directora Regional
Carmen Herrera Indo

Inspector Fiscal
Francisco Salazar Aragón

FIGURA 6.4.2.1-1

6.4.2.2. Subcuenca Río Maipo Alto

La subcuenca Río Maipo Alto cuenta con cinco (5) estaciones de calidad de agua vigentes. La **estación Río Maipo en Las Melosas** "corresponde a una estación base de primera prioridad que permite conocer la calidad de los recursos básicos del Río Maipo antes de ser sometidos a un aprovechamiento intenso" (DGA 2007, PYP-02)[16], por lo que se analizará la información de dicha estación.

En la Figura 6.4.2.1-2 se aprecia que el diagrama de Stiff presenta aguas cloradas cálcicas.

De acuerdo al uso del agua, los resultados de calidad a partir de los registros en las estaciones seleccionadas, son los siguientes:

- ***Uso Riego:*** Para el caso de la estación **Río Maipo en Las Melosas**, los valores analizados para riego según la NCh 1.333, dan cuenta que el 81% de las mediciones sobrepasa en valor normado para la conductividad eléctrica. En relación a este parámetro, cabe destacar que el 17,2% de las mediciones corresponden a un "agua con la cual generalmente no se observarán efectos perjudiciales", el 59,5% de las muestras representan un "agua que puede tener efectos perjudiciales en cultivos sensibles" y el 23,3% de las muestras representan un "agua que puede tener efectos adversos en muchos cultivos y necesita de métodos de manejo cuidadosos".

  El 22,5% de las muestras supera la norma para Boro, obviando las muestras que establecen como valor referencial "<1". El 50% de las muestras supera la norma para Cloruro. El 48% de las muestras supera la norma para Sulfatos. El 44,6% de las muestras supera la norma para Aluminio, siendo el valor promedio mayor a la norma. El 46,8% de las muestras supera la norma para Cobre. El 37,9% de las muestras supera la norma para Fierro, siendo el valor promedio mayor a la norma. El 43,5% de las muestras supera la norma para Manganeso. El 12,3% de las muestras supera la norma para Mercurio. El 51,7% de las muestras supera la norma para Molibdeno, sin considerar las muestras cuyo resultado es referencial "<0,05".

  Los muestreos efectuados en el estudio DGA (2011) (CDA-03), presentan valores de monitoreo efectuados en el Río Colorado, en el Río Olivares, en el Río Maipo y en el Río Yeso. En el punto CO-TR-10[17] del Río Colorado se presentan valores de DBO_5 en clase 1, los valores de coliformes fecales son menores al valor normado en la NCh 1.333. En el

[16] En este estudio la cita se refiere a la estación Río Maipo antes de junta con el Río Volcán, sin embargo en el mismo estudio se presenta la estación Río Maipo en Las Melosas como reemplazante de la estación antes citada, en la red de estaciones de calidad vigente.
[17] Punto correspondiente a la Estación DGA Río Colorado.

punto OL-TR-10[18] del Río Olivares se presentan valores de DBO_5 en clase 1, los valores de coliformes fecales son menores al valor normado en la NCh 1.333. En el punto MA-TR-10[19] del Río Maipo se presentan valores de DBO_5 en clase 1 y en clase 2, los valores de coliformes fecales son menores al valor normado en la NCh 1.333 a excepción del valor presentado en la campaña nº 5 de agosto de 2009, donde se presenta una valor de 2200 NMP/100 ml. En el punto YE-TR-10[20] del Río Yeso se presentan valores de DBO_5 en clase 1 para 7 muestras y en clase 2 para 4 muestras, los valores de coliformes fecales son menores al valor normado en la NCh 1.333. En el punto YE-TR-20[21] del Río Yeso se presentan valores de DBO_5 en clase 1 para 10 muestras y en clase 2 para 2 muestras, los valores de coliformes fecales son menores al valor normado en la NCh 1.333, a excepción del muestreo nº11 efectuado en febrero de 2011.

- ***Uso Agua Potable:*** Para el caso de la estación **Río Maipo en Las Melosas**, los valores analizados para agua potable según la NCh 409/1 of 2005, dan cuenta de valores que superan la norma para el Arsénico en el 62,1% de las muestras, con un valor promedio que duplica la norma. En el caso del Hierro, el 77,9% de las muestras supera el valor normado, siendo el valor promedio superior en más de 20 veces a la norma. El 58,1% de las muestras supera la norma para Manganeso. El 12,3% de las muestras supera la norma para Mercurio.

Respecto al reconocimiento de problemas asociados a la calidad del agua, la población local manifiesta en los talleres de participación realizados en el contexto del presente proyecto, la existencia de problemas transversales en la subcuenca del Río Maipo Alto, haciendo referencia a la contaminación por depósitos de basura en los canales de regadío (Problema CD-20) y la contaminación de cauces por metales pesados, lo cual es atribuido esencialmente a los sedimentos que dejan las actividades de empresas mineras en la parte alta de la cuenca (Problema CD-19). Por otra parte, la población local da cuenta de su preocupación por posibles problemas que pueden afectar los recursos hídricos de la región, producto de diversos proyectos mineros (Escalones, Cóndores y Andina 244) (Problema CD-18).

Si bien los resultados de muestreos analizados, dan cuenta de parámetros asociados a metales pesados con valores por sobre la norma de riego, no es posible asociar las concentraciones registradas, a actividades mineras en la parte alta. Esto debido a que las actividades mineras ubicadas en el territorio, se encuentran fuera del área de representación de la estación de monitoreo analizada (**Río Maipo en Las Melosas).** Se destaca además que las instalaciones mineras ubicadas en la parte alta de la cuenca se asocian a extracciones de cal y yeso, a las cuales no se les asocia una influencia directa en las variaciones de metales pesados de los cursos de agua, aunque si, en las concentraciones de sulfatos de acuerdo al estudio DGA, 2004 (CDA-07), lo cual

[18] Punto correspondiente a la Estación DGA Río Olivares.
[19] Punto correspondiente a la Estación DGA Las Melosas.
[20] Punto no corresponde a Estación DGA y se ubica en el punto 399.526 E y 6.274.456 N.
[21] Punto correspondiente a la Estación DGA Río Yeso antes de la Junta con Río Maipo.

explicaría en parte, que el 48% de los muestreos realizados en la estación de monitoreo Río Maipo en las Melosas, esté sobre la norma de calidad para riego (NCh 1.333).

A partir del estudio de la DGA (DGA 2004, CDA-08), es posible señalar la existencia de causas naturales y antrópicas respecto a la calidad del agua en este punto de monitoreo en la subcuenca del Río Maipo Alto. Las causas naturales tendrían relación con: la disponibilidad de sulfuros, debido al volcanismo; la litología del área, la cual indica la existencia de rocas que favorecen el drenaje ácido; la presencia de un área que queda bajo la isoterma cero, lo que favorece la meteorización de las rocas; la cobertura escasa vegetal, la que da paso a frecuentes escorrentías; la precipitación nival, la meteorización y lixiviación, las que dan origen a la disolución de Cu y Fe; y la escorrentía de arcillas (Aluminio silicatos) con pH básico que generan complejos de aluminio en solución. En cuanto las causas Antrópicas que pueden responder la calidad del agua en el sector analizado, se menciona: la contaminación difusa por ganadería y la explotación de yeso que da origen a sulfatos.

6.4.2.3. Subcuenca Río Maipo Medio

La subcuenca Río Maipo Medio cuenta con siete (7) estaciones de calidad de agua vigentes, de las cuales dos estaciones se ubican en la Región de O'Higgins. Las estaciones a analizar corresponden a: La **estación Río Maipo en El Manzano** que corresponde a una "estación base de primera prioridad que permite controlar la casi totalidad de los recursos del río antes de ser sometidos a aprovechamiento, a pesar que aguas arriba de este punto están las localidades de San Alfonso y San José de Maipo, que debido al gran caudal del río no producen un impacto notable en la calidad del agua" (DGA 2007, PYP-02). La **estación Río Maipo en Los Morros** que permite conocer la calidad del agua en el sector donde se abastecen las bocatomas de un grupo importante de canales de regadío. La **estación Río Angostura en Valdivia de Paine**, que es una "estación de impacto de primera prioridad que permite conocer el efecto de la actividad urbana, agrícola, ganadera e industrial en la cuenca del Río Angostura. Se presume que el uso estético y recreativo del Río Angostura estaría afectado por la actividad industrial en la zona" (DGA 2007, PYP-02). Y la **estación Río Maipo en Puente Naltahua** que es una "estación de impacto de primera prioridad que permite evaluar el impacto de la importante actividad urbana, industrial y agrícola existente entre este punto y la estación Río Maipo en El Manzano. Además permite conocer la calidad del agua del Río Maipo antes de iniciar su recorrido hacia el mar, con solo un aprovechamiento agrícola, y evaluar la autopurificación que experimenta en este recorrido" (DGA 2007, PYP-02)[22].

En la Figura 6.4.2.1-2 se aprecia que el diagrama de Stiff presenta para todas las estaciones de la subcuenca aguas sulfatadas cálcicas.

De acuerdo al uso del agua, los resultados de calidad a partir de los registros en las estaciones seleccionadas, son los siguientes:

[22] En el estudio PYP-02 la cita se refiere a la estación Río Maipo antes del Río Mapocho, sin embargo en el mismo estudio se presenta la estación Río Maipo en Puente Naltahua como reemplazante de la estación antes citada, en la red de estaciones de calidad vigente.

- ***Uso Riego:*** Para el caso de la estación **Río Maipo en El Manzano**, los valores analizados para riego según la NCh 1.333, dan cuenta que para la conductividad eléctrica el 78,5% de las muestras dan cuenta de un agua que puede tener efectos perjudiciales en cultivos sensibles. El 23,9% de las muestras supera la norma para Boro, obviando las muestras que establecen como valor referencia "<1". El 21,1% de las muestras supera la norma para Cloruro. El 63,6% de las muestras supera la norma para Sulfatos. El 47,5% de las muestras supera la norma para Aluminio, siendo el valor promedio mayor a la norma. El 60,3% de las muestras supera la norma para Cobre. El 43,1% de las muestras supera la norma para Fierro, siendo el valor promedio mayor a la norma. El 47,8% de las muestras supera la norma para Manganeso. El 12,7% de las muestras supera la norma para Mercurio. El 55,7% de las muestras supera la norma para Molibdeno, sin considerar las muestras cuyo resultado es referenciales "<0,05".

  Para el caso de la estación **Río Maipo en Los Morros**, los valores analizados para riego según la NCh 1.333, dan cuenta que para la conductividad eléctrica el 79,7% de las muestras dan cuenta de un agua que puede tener efectos perjudiciales en cultivos sensibles. El 16,1% de las muestras supera la norma para Cloruro. El 65,4% de las muestras supera la norma para Sulfatos. El 55,8% de las muestras supera la norma para Aluminio, siendo el valor promedio mayor a la norma. El 45,8% de las muestras supera la norma para Cobre. El 63,8% de las muestras supera la norma para Fierro, siendo el valor promedio mayor a la norma. El 64,4% de las muestras supera la norma para Manganeso. El 12,7% de las muestras supera la norma para Mercurio. El 30,9% de las muestras supera la norma para Molibdeno, sin considerar las muestras cuyo valor referencial es "<0,05".

  Para el caso de la estación **Río Angostura en Valdivia de Paine**, los valores analizados para riego según la NCh 1.333, dan cuenta que para la conductividad eléctrica el 80,0% de las muestras dan cuenta de un agua que puede tener efectos perjudiciales en cultivos sensibles. El 57,3% de las muestras supera la norma para Sulfatos. El 30,4% de las muestras supera la norma para Aluminio, siendo el valor promedio mayor a la norma. El 55,2% de las muestras supera la norma para Cobre. El 31,6% de las muestras supera la norma para Fierro. El 31,7% de las muestras supera la norma para Manganeso. El 12,1% de las muestras supera la norma para Mercurio. El 48,3% de las muestras supera la norma para Molibdeno, sin considerar las muestras cuyo valor referencial es "<0,05".

  Para el caso de la estación **Río Maipo en Puente Naltahua**, los valores analizados para riego según la NCh 1.333, dan cuenta que para la conductividad eléctrica el 97,8% de las muestras dan cuenta de un agua que puede tener efectos perjudiciales en cultivos sensibles. El 54,4% de las muestras supera la norma para Sulfatos. El 41,1% de las muestras supera la norma para Aluminio. El 38,0% de las muestras supera la norma para Cobre. El 35,4% de las muestras supera la norma para

Fierro. El 34,4% de las muestras supera la norma para Manganeso. El 55,9% de las muestras supera la norma para Molibdeno, sin considerar las muestras cuyo valor referencial es "<0,05".

Los muestreos efectuados en el estudio DGA (DGA 2011, CDA-03), presentan valores de monitoreos efectuados en el Río Maipo (MA), en el Estero El Manzano (EEM), en el Estero El Canelo (EEC) y en el Río Angostura. En el punto MA-TR-31[23] del Río Maipo, se presentan valores de DBO_5 en clase 1 para 9 muestreos y en clase 2 para 3 muestreos; los valores de coliformes fecales son menores a la NCh 1.333 a excepción de dos muestreos efectuados en febrero de 2009 y febrero de 2011. En el punto MA-TR-32[24] se presentan valores de DBO_5 en clase 1 para 10 muestreos y en clase 2 para 1 muestreo; los valores de coliformes fecales son menores a la NCh 1.333 a excepción de un muestreo efectuado en febrero de 2009. En el punto EEM-TR-10[25] se presentan valores de DBO_5 en clase 1 para 10 muestreos y en clase 2 para 2 muestreos; los valores de coliformes fecales son menores a la NCh 1.333 a excepción de un muestreo efectuado en febrero de 2009. En el punto EEC-TR-10[26] se presentan valores de DBO_5 en clase 1 para 11 muestreos y en clase 2 para 1 muestreos; los valores de coliformes fecales son menores a la NCh 1.333. En el punto AN-TR-10[27] se presentan valores de DBO_5 en clase 1 para 8 muestreos y en clase 2 para 4 muestreos; los valores de coliformes fecales son menores a la NCh 1.333 a excepción de cuatro muestreos efectuados en diciembre de 2008, febrero de 2009, mayo de 2009 y agosto de 2009.

- ***Uso Agua Potable:*** Para el caso de la estación **Río Maipo en El Manzano**, los valores analizados para agua potable según la NCh 409/1 of 2005, dan cuenta de valores que superan la norma para el Arsénico en el 80,0% de las muestras, con un valor promedio que supera la norma casi tres veces. En el caso del Hierro, el 97,1% de las muestras supera el valor normado, siendo el valor promedio superior en más de 30 veces a la norma. El 58,2% de las muestras supera la norma para Manganeso. El 12,7% de las muestras supera la norma para Mercurio.

  Para el caso de la estación **Río Maipo en Los Morros**, los valores analizados para agua potable según la NCh 409/1 of 2005, dan cuenta de valores que superan la norma para el pH en el 11,7% de las muestras; el Arsénico en el 73,2% de las muestras, con un valor promedio que supera la norma 3,5 veces. En el caso del Hierro, el 96,6% de las muestras supera el valor normado, siendo el valor promedio superior en más de 50 veces a la norma. El 76,3% de las muestras

[23] Punto correspondiente a la Estación DGA El Manzano.
[24] Punto no corresponde a Estación DGA y se ubica en el punto 360.165 E y 6.279.788 N.
[25] Punto no corresponde a Estación DGA y se ubica en el punto 369.317 E y 6.283.444 N.
[26] Punto no corresponde a Estación DGA y se ubica en el punto 365.722 E y 6.283.952 N.
[27] Punto correspondiente a la Estación DGA Río Angostura.

supera la norma para Manganeso. El 12,7% de las muestras supera la norma para Mercurio.

Para el caso de la estación **Río Angostura en Valdivia de Paine**, los valores analizados para agua potable según la NCh 409/1 of 2005, dan cuenta de valores que superan la norma para el Hierro, el 92,9% de las muestras supera el valor normado, siendo el valor promedio superior en más de 10 veces a la norma. El 69,8% de las muestras supera la norma para Manganeso. El 12,1% de las muestras supera la norma para Mercurio.

Para el caso de la estación **Río Maipo en Puente Naltahua**, los valores analizados para agua potable según la NCh 409/1 of 2005, dan cuenta de valores que superan la norma para el pH en el 11,2% de las muestras. En el caso del Arsénico en el 37,7% de las muestras. En el caso del Hierro, el 91,1% de las muestras supera el valor normado, siendo el valor promedio superior en casi 20 veces a la norma. El 52,5% de las muestras supera la norma para Manganeso.

En cuanto al reconocimiento de problemas asociadas a la calidad del agua, la población local manifiesta en términos generales su preocupación por la contaminación producto de depósitos de basura domiciliaria en canales de regadío, lo cual se reconoce como un problema transversal en toda la cuenca. Por lo demás, se hace referencia a presiones específicas en la Laguna Aculeo, referidas a su uso para consumo y uso agrícola, lo que sumado a las descargas de aguas servidas, RILes y depósitos de basura domiciliaria, generan una situación que afecta la calidad del agua en la Laguna y alrededores de acuerdo a lo mencionado por la población local (Ver Problemas MA-8, MA-22 y MA-30). Si bien esta situación no es posible contraponer con los antecedentes de monitoreo analizados, se destaca de los resultados presentados por Paredes (2009) indicado en estudio DGA (2010) (CDA-09), que la calidad de agua de la Laguna Aculeo en general cumple con los usos del agua entregados en la Norma Chilena 1.333, lo cual indica que estas aguas son aptas para riego y vida acuática, aun siendo un cuerpo de agua eutroficado que contiene altas cantidades de nutrientes como nitratos y fosfatos, destacándose que entre las presiones Antrópicas que tiene la laguna, destacan: Diversos usos que se le da a la laguna; deforestación producidas en las riberas y faldeos de los cerros; actividades turísticas e inmobiliarias en aumento; el control hidráulico sobre el Estero Pintué, el que incide sobre la entrada y/o salida de las agua.

En términos generales, para el resto de la subcuenca, la población local destaca que los cursos de agua superficial se ven contaminados por la actividad de distintas industrias, como chancheras y empresas agrícolas que hacen aumentar las concentraciones de nitrato, dando cuenta de forma particular la contaminación que realizan algunas viñas al lanzar a los canales de regadío residuos de la actividad como orujos de las uvas (ver Problema TG-14).

De acuerdo a lo señalado en el estudio DGA (DGA 2004, CDA-08), las causas que determinarían la calidad de agua en la subcuenca, hacen relación a causas naturales como: Recargas del río por aportes de aguas subterráneas en algunos sectores bajos; y en especial al sector del Río Angostura Valdivia de Paine, a Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas, y drenaje subterráneo y superficial desde laguna

Aculeo. Respecto a los efectos antrópicos asociados a la calidad de agua en el sector, se destacan: Descargas de RILes de empresas agroindustrias, papelera y metalmecánica; Contaminación difusa por aguas servidas; Extracción de agua por canales de regadío; Aporte de plaguicidas; Extracción de agua potable.

6.4.2.4. Subcuenca Río Maipo Bajo

La subcuenca Río Maipo Bajo cuenta con dos (2) estaciones de calidad de agua vigentes que serán analizadas. La **estación Estero Puangue en Ruta 78** permite evaluar el impacto del aprovechamiento de las aguas tanto agrícola como urbano de Curacaví, además permite conocer la calidad con que el estero entrega el agua al Río Maipo. La **estación Río Maipo en Cabimbao** es "una estación de impacto de primera prioridad que permite conocer el efecto global de la actividad humana en la cuenca del Río Maipo siendo, en ese sentido, una estación de cierre. Además permite medir la autopurificación que experimenta el río en un recorrido del orden de 50 km. También, permite conocer la calidad de los recursos que son aprovechados como fuente de agua potable en la zona costera y de los que son descargados al mar" (DGA 2007, PYP-02).

De acuerdo al uso del agua, los resultados de calidad a partir de los registros en las estaciones seleccionadas, son los siguientes:

- ***Uso Riego:*** Para el caso de la estación **Estero Puangue en Ruta 78**, los valores analizados para riego según la NCh 1.333, dan cuenta que para la conductividad eléctrica el 3,4% de las mediciones corresponden a resultados que caracterizan un "agua con la cual generalmente no se observarán efectos perjudiciales", el 57,4% de las muestras representan un "agua que puede tener efectos perjudiciales en cultivos sensibles" y el 39,2% de las muestras representan un "agua que puede tener efectos adversos en muchos cultivos y necesita de métodos de manejo cuidadosos".

  El 6,6% de las muestras supera la norma para Boro, obviando las muestras que establecen como valor referencia "<1". El 14,6% de las muestras supera la norma para Cloruro; el **85,7%** de las muestras supera la norma para Sulfatos; el 14,5% de las muestras supera la norma para Aluminio; el 66,3% de las muestras supera la norma para Cobre; el 8,9% de las muestras supera la norma para Fierro, siendo el valor promedio mayor a la norma; el 45,9% de las muestras supera la norma para Manganeso y el 12,1% de las muestras supera la norma para Molibdeno, sin considerar las muestras cuyo valor referencial es "<0,05".

  Los resultados obtenidos en la **estación Río Maipo en Cabimbao,** respecto a conductividad eléctrica, dan cuenta que el 3,3% de las mediciones corresponden a un "agua con la cual generalmente no se observarán efectos perjudiciales"; en tanto el 80,4% corresponden a muestras que representan un "agua que puede tener efectos perjudiciales en cultivos sensibles" y el 16,3% de las muestras representan un "agua que puede tener efectos adversos en muchos cultivos y necesita de métodos de manejo cuidadosos".

Se destaca además en los resultados obtenidos en esta estación que: un 1,6% de las muestras supera la norma para Boro, obviando las muestras que establecen como valor referencia "<1"; El 1,2% de las muestras supera la norma para Cloruro; el 70,4% de las muestras supera la norma para Sulfatos; el 22,6% de las muestras supera la norma para Aluminio; el 1,7% de las muestras supera la norma para Cadmio; El 46,3% de las muestras supera la norma para Cobre; el 17,6% de las muestras supera la norma para Fierro; el 44,3% de las muestras supera la norma para Manganeso; el 10,5% de las muestras supera la norma para Mercurio; y el 14,3% de las muestras supera la norma para Molibdeno, sin considerar las muestras cuyo valor referencial es "<0,05".

Los muestreos efectuados en el estudio DGA (DGA 2011, CDA-03), presentan valores de monitoreo efectuados en el Río Maipo, en los puntos MA-TR-60[28] y MA-TR-50[29]; y Estero Puangue en el punto PU-TR-10[30].

En el tramo MA-TR-60 del Río Maipo se presentan valores de DBO_5 en clase 1, 2 y 3 en ocho de las once campañas realizadas, Clase 2 en dos campañas y Clase 3 en una campaña; los valores de coliformes fecales son menores al valor normado en la NCh 1.333 en siete de las once campañas registradas, de las restantes en dos de ellas se sobrepasa nueve veces el valor normado (campaña Nº 3 y 5).

En el tramo MA-TR-50 del Río Maipo se presentan valores de DBO_5 en clase 1 y 2, los valores de coliformes fecales son menores al valor normado en la NCh 1.333 en la mayoría de las campañas, sobrepasándose la norma en cuatro de doce campañas, destacándose la campaña Nº 3 en la cual se sobrepasó dieciséis veces la norma.

En el tramo PU-TR-10 del Río Maipo se presentan valores de DBO_5 en clase 1 y clase 2 y clase 3, los valores de coliformes fecales son menores al valor normado en la NCh 1.333, a excepción de los resultados obtenidos en tres campañas, dos de ellas con valores de 5.000 NMP/100 mL y la otra con un valor registrado de 9.300 NMP/100 mL.

- ***Uso Agua Potable:*** Para el caso de la **estación Estero Puangue en Ruta 78**, los valores analizados para agua potable según la NCh 409/1 of 2005, dan cuenta de valores que superan la norma en los parámetros: Hierro, en un 95% de las muestras y Manganeso, en un 88,5% de las muestras.

  Respecto a los resultados analizados para en la **estación Río Maipo en Cabimbao**, es posible señalar que los parámetros que superan la norma

[28] Punto correspondiente a la Estación DGA Cabimbao.
[29] Punto no corresponde a Estación DGA y se ubica en el punto 295.071 E y 6.267.048 N.
[30] Punto correspondiente a la Estación DGA Estero Puangue en Ruta 78.

para agua potable según la NCh 409/1 of 2005, corresponde a: Arsénico, con un 27,5% de las muestras; Fierro, con un 88,2% de las muestras; Manganeso, con un 77% de las muestras y Mercurio en un 10,5% de los casos.

Los Problemas reconocidos por la población local respecto a la calidad del agua superficial en la subcuenca del Río Maipo Bajo, hace referencia a la contaminación en canales producto de depósitos de basura domiciliaria y particularmente por la presencia, de fosas junto al canal (pozos negros) (Ver Problema ME-7), lo cual resulta uno de los factores que podría incidir en las variaciones de valores de DBO_5 registrados.

En cuanto a los efectos naturales que se relacionan con la calidad de agua superficial en la subcuenca, se destaca la lixiviación superficial de filones de mineralizado de formaciones geológicas y recarga de esteros por afloramiento de napas subterráneas. Por su parte, las causas antrópicas que determinan la calidad del agua en este sector, corresponden a: Contaminación difusa por aguas servidas; Reuso de agua de regadío; aplicación de plaguicidas; descargas de RILes de industrias lácteas y confites; lixiviación de tortas de material de descarte minero y plantas de beneficio (DGA 2004, CDA-08). En relación a este último punto, se destaca la presencia de pasivos mineros en la subcuenca, como: Mina Alaska, Lo Águila y Lo Águila 2.

6.4.2.5. Subcuenca Río Mapocho Alto

La subcuenca Río Mapocho Alto cuenta con cinco (5) estaciones de calidad de agua vigentes. En este caso se analizará la **estación Río Mapocho en Los Almendros,** la cual es una "estación base de primera prioridad que permite controlar la calidad de los recursos aportados al sistema Mapocho por los Esteros San Francisco, Yerba Loca y Molina y permite el control de los recursos del Río Mapocho antes de entrar a Santiago" (DGA 2007, PYP-02).

De acuerdo al uso del agua, los resultados de calidad a partir de los registros en las estaciones seleccionadas, son los siguientes:

- ***Uso Riego:*** En la estación **Río Mapocho en Los Almendros**, los valores analizados para riego según la NCh 1.333, dan cuenta que para el caso específico de conductividad eléctrica la situación resulta bastante favorable, atendiendo el 99,3% % de las muestras analizadas caracterizan un "agua con la cual generalmente no se observarán efectos perjudiciales", mientras el 0,7% restante de los casos caracterizan un "agua que puede tener efectos perjudiciales en cultivos sensibles.

  Por otra parte, cabe señalar a partir de los resultados obtenidos, que el 13,2% de las muestras superan la norma para Boro, obviándose en este caso las muestras que establecen valores menores a 1. Se destaca además que el 31,6% de las muestras supera la norma para Aluminio; el 97,8% de las muestras supera la norma para Cobre; el 17,6% de las muestras supera la norma para Fierro: el 62,5% de las muestras supera la norma para Manganeso.; el 13,6% de las muestras supera la norma para Mercurio y el 10,2% de las muestras supera la norma para

Molibdeno, considerándose en este caso las muestras cuyo resultado son menores a 0,05.

Los muestreos efectuados en el estudio de la DGA (DGA 2011, CDA-03), presentan valores de monitoreo en: Estero Arrayán, en el punto AR-TR-10[31]; Estero las Hualtatas, en el punto EH-TR-10[32]; Rio Molina, en el punto MO-TR-10[33]; Rio Mapocho, en el punto MP-TR-10[34]; Rio San Francisco, en el punto SF-TR-10[35]; Estero Yerbas Locas, en el punto YL-TR-10[36].

En el punto AR-TR-10 del Estero Arrayán se presentan valores de DBO_5 en clase 1 y clase 2, los valores de coliformes fecales resultan mayores al valor normado en la NCh 1.333, en cuatro de doce muestreos,

En el punto EH-TR-10 del Estero las Hualtatas se presentan valores de DBO_5 en clase, la mayoría de los valores de coliformes fecales resultan menores al valor normado en la NCh 1.333, presentándose sólo dos de doce muestreos sobre la norma.

En el punto MO-TR-10 del Rio Molina se presentan valores de DBO_5 mayoritariamente en clase 1, registrándose sólo un caso en con clase 2, los valores de coliformes fecales resultan menores al valor normado en la NCh 1.333.

En el punto MP-TR-10 del Río Mapocho se presentan valores de DBO_5 en clase 1, y con valores de coliformes fecales menores al valor normado en la NCh 1.333, destacándose la presencia de dos campañas sin registro (campaña Nº 6 y 9).

En el punto SF-TR-10 del Río San Francisco se presentan valores de DBO_5 en clase 1, y con valores de coliformes fecales menores al valor normado en la NCh 1.333, destacándose la presencia de una campaña sin registro (campaña Nº 8).

En el punto YL-TR-10 del Estero Yerbas Locas se presentan valores de DBO_5 en clase 1 y 2, y con valores de coliformes fecales menores al valor normado en la NCh 1.333, destacándose la presencia de una campañas sin registro (campaña Nº 8).

Uso Agua Potable: En cuanto al cumplimiento de la normativa para agua potable (NCh 409/1 of 2005), los resultados obtenidos dan cuenta que los parámetros en que se supera la norma corresponden a: Arsénico,

[31] Punto correspondiente a la Estación DGA Estero Arrayán.
[32] Punto correspondiente a la Estación DGA Las Hualtatas.
[33] Punto correspondiente a la Estación DGA Río Molina.
[34] Punto correspondiente a la Estación DGA Río Mapocho en Los Almendros.
[35] Punto correspondiente a la Estación DGA Río San Francisco.
[36] Punto correspondiente a la Estación DGA Estero Yerba Loca.

en un 16,1% de las muestras; Cobre, en un 42% de las muestras; Fierro en un 88,2% de las muestras; Manganeso 82,8% de las muestras y Mercurio, en un 13,6% de las muestras.

En cuanto al reconocimiento de problemas asociados a la calidad del agua, si bien no se hace referencia a problemas evidentes actualmente, la población local manifiesta su preocupación por eventuales problemas en glaciares, producto de la ejecución del proyecto "Expansión Andina 244 de Codelco" en la comuna de Lo Barnechea, señalando su percepción respecto al potencial aumento de minerales y sedimentos en el agua producto de la actividad minera (Problema ST-34).

Respecto a las causas que pueden responder a la calidad de agua actual en la subcuenca del Río Mapocho Alto, hacen relación a condiciones naturales como: Lixiviación superficial y subterránea de filones de mineralizados de la franja metalogenénica; escorrentía de arcillas (aluminiosilicatos) con pH básico generan complejos de aluminio en solución y características dadas por los tributarios que ejercen efectos de concentración y/o dilución. Respecto a las causas de origen antrópica, se destaca contaminación por descargas difusas de caseríos y presión por actividades turísticas (DGA 2004, CDA-08).

6.4.2.6. Subcuenca Río Mapocho Bajo

La subcuenca Río Mapocho Bajo cuenta con siete (7) estaciones de calidad de aguas. Las estaciones a analizar se detallan a continuación. La **estación Estero Colina en Compuerta Vargas** permite conocer la calidad del agua en su paso por Colina urbano y la zona agrícola de Colina. La **estación Río Mapocho en Rinconada de Maipú** es una "estación de impacto de primera prioridad que permite conocer el impacto de prácticamente toda la actividad urbana, agrícola e industrial de Santiago en el río Mapocho y, además, permite controlar la calidad de los recursos que son desviados hacia el valle de Curacaví, mediante el canal Las Mercedes" (DGA 2007, PYP-02). La **estación Río Mapocho en El Monte** es una "estación de impacto de primera prioridad que permite conocer el impacto de las localidades ubicadas entre Santiago y la desembocadura al Río Maipo y el efecto de las recuperaciones que se presentan en la zona de El Monte. Desde el punto de vista del balance de masas del Río Maipo esta estación permite controlar el aporte global del Río Mapocho" (DGA 2007, PYP-02).

De acuerdo al uso del agua, los resultados de calidad a partir de los registros en las estaciones seleccionadas, son los siguientes:

- ***Uso Riego:*** Respecto a la estación **Estero Colina en Compuerta Vargas**, los valores analizados para riego según la NCh 1.333, dan cuenta que para el caso específico de conductividad eléctrica la situación resulta bastante favorable, atendiendo que el 97,6% de las muestras analizadas caracterizan un "agua con la cual generalmente no se observarán efectos perjudiciales". Por otra parte, se destaca a partir de los resultados obtenidos, que el 10% de las muestras supera la norma para Aluminio; el 11,3% de las muestras supera la norma para Mercurio; y el 13,5% de las muestras supera la norma para Molibdeno, considerándose en este caso las muestras cuyo resultado son menores a 0,05.

En la **estación Río Mapocho en Rinconada de Maipú,** los valores analizados respecto a la norma de riego, dan cuenta que para el parámetro de conductividad, el 63,1% de las muestras caracterizan un "agua que puede tener efectos perjudiciales en cultivos sensibles", mientras el 27,4% de las muestras corresponden a un "agua que puede tener efectos adversos en muchos cultivos y necesita de métodos de manejo cuidadosos", en tanto el 9,5% restante caracteriza un "agua con la cual generalmente no se observarán efectos perjudiciales". Se destaca además que el 19% de las muestras superan la norma para Boro, obviándose en este caso las muestras que establecen valores menores a 1; el 22,7% de las muestras supera la norma para Cloruro; el 50,9% de las muestras supera la norma para Sulfatos; el 42,6% para Aluminio; el 79,8% de las muestras supera la norma para Cobre; el 43% de las muestras supera la norma para Fierro; el 51,7% de las muestras supera la norma para Manganeso.; el 83,6% de las muestras supera la norma para Mercurio; y el 63,2% de las muestras supera la norma para Molibdeno, considerándose en este caso las muestras cuyo resultado son menores a 0,05.

Para la estación **Río Mapocho en El Monte** en tanto, los resultados dan cuenta que para el parámetro de conductividad el 84,5% de las muestras caracterizan un "agua que puede tener efectos perjudiciales en cultivos sensibles". Por otra parte, se destaca que el 12% de las muestras supera la norma para Boro; el 2,2% supera la norma para cloruro; el 67,9% supera la norma para Sulfato, el 10,7% supera la norma para Aluminio; el 56,5% supera la norma para Cobre; el 11,5% supera la norma para Fierro; el 25,8% supera la norma para Manganeso; el 8,6% supera la norma para Mercurio; el 10,2% supera la norma para Molibdeno; el 1,7% supera la norma para Níquel.

- Los muestreos efectuados en el estudio DGA (DGA 2011, CDA-03), presentan valores de monitoreo efectuados en Estero Colina, para el punto EC-TR-10[37]; Estero Lampa, en el punto LA-TR-10[38], Río Mapocho, en los puntos MP-TR-20[39], MP-TR-31[40], MP-TR-32[41]; y Quebrada de San Ramón en su punto QR-TR-10[42].

  En el punto EC-TR-10 del Estero Colina se presentan valores de DBO_5 en clase 1, y con valores de coliformes fecales menores al valor normado en la NCh 1.333, destacándose la presencia de dos campañas sin registro (campaña Nº 9 y 10).

[37] Punto correspondiente a la Estación DGA Estero Colina en Compuerta Vargas.
[38] Punto correspondiente a la Estación DGA Estero Lampa.
[39] Punto correspondiente a la Estación DGA Río Mapocho en puente Pudahuel.
[40] Punto correspondiente a la Estación DGA Río Mapocho en Rinconada de Maipú.
[41] Punto correspondiente a la Estación DGA Río Mapocho en El Monte.
[42] Punto no corresponde a Estación DGA y se ubica en el punto 359.224 E y 6.299.667 N.

En el punto LA-TR-10 del Estero Lampa se presentan valores de DBO_5 en clase 1, clase 2 y clase 3. Los valores de coliformes fecales se reportan sobrepasando el valor normado en la NCh 1.333 en siete de doce muestreos, registrándose el mayor valor en 49.000 NMP/100 mL (campaña Nº 7).

En el punto MP-TR-20 del Río Mapocho se presentan valores de DBO_5 en clase 1, clase 2 y clase 3. Los valores de coliformes fecales se reportan sobrepasando el valor normado en la NCh 1.333 en cinco de doce muestreos, registrándose el mayor valor en 9.000 NMP/100 mL (campaña Nº 4).

En el punto MP-TR-31 del Río Mapocho se presentan valores de DBO_5 en clase 1, clase 2 y clase 3. Los valores de coliformes fecales se reportan sobrepasando el valor normado en la NCh 1.333 en cinco de doce muestreos, registrándose el mayor valor en 3.500 NMP/100 mL (campaña Nº 5).

En el punto MP-TR-32 del Río Mapocho se presentan valores de DBO_5 en clase 1, clase 2 y clase 3. Los valores de coliformes fecales se reportan sobrepasando el valor normado en la NCh 1.333 en tres de doce muestreos, registrándose el mayor valor en 9.000 NMP/100 mL (campaña Nº 3).

En el punto QR-TR-10 de Quebrada de San Ramón se presentan valores de DBO_5 en clase 1, siendo los valores de coliformes fecales registrados menores al valor normado en la NCh 1.333 en tres de doce muestreos.

- ***Uso Agua Potable:*** En cuanto al cumplimiento de la normativa para agua potable (NCh 409/1 of 2005), los resultados obtenidos para la estación **Estero Colina en Compuerta Vargas** dan cuenta que los parámetros en que se supera la norma corresponden a: Fierro en un 3% de las muestras; Manganeso en un 1,8% de las muestras; y Mercurio, en un 11,3% de las muestras.

  En cuanto a los parámetros en que se supera la normativa para calidad de agua en la estación Río **Mapocho en Rinconada de Maipú**, corresponden a: Arsénico, en un 44,4% de las muestras; Fierro, en un 51,5% de las muestras; Manganeso, en un 8,9% de las muestras y Mercurio, en un 11,3% de las muestras.

  En lo que respecta a la estación **Río Mapocho en El Monte**, los parámetros que sobrepasan la norma corresponden a: Arsénico, en un 68,6% de las muestras; Fierro, en un 95,6% de las muestras; Manganeso, en un 75% de las muestras y Mercurio, 16% de las muestras.

Respecto a los problemas de calidad de agua superficial señaladas por la población local, estas hacen referencia en términos generales a la contaminación por desechos domiciliarios en canales y esteros dentro de la subcuenca, reflejándose como

una problema transversal en ella (Ver Problemas ST-3 y TG-13). Cabe señalar que esta situación podría explicar en parte la variación de valores de DBO_5 registrados en los resultados de monitoreos antes señalados.

Por otra parte, se destaca que de acuerdo al estudio DGA (DGA 2004, CDA-08) las causas naturales que responden a la calidad de agua en el sector analizado, hace referencia a: la Recarga del Río Mapocho por afloramiento de napas subterráneas y lixiviación superficial y subterránea de filones de mineralizado de formaciones geológicas. En cuanto a las causas Antrópicas, estas se relacionan a descargas de RILes; contaminación difusa por aguas servidas, aplicación de plaguicidas; y extracción de áridos.

6.4.2.7. Subcuenca Estero Alhué

La calidad del agua de la subcuenca del Estero Alhué se representa mediante dos (2) estaciones, las que serán analizadas: **estación Estero Alhué en Quilamuta** y **estación Estero Alhué antes Estero Carén**. Esta última permite caracterizar la calidad del agua en el Estero Alhué, antes de la junta con el Estero Carén, en cambio la estación Estero Alhué en Quilamuta permite caracterizar el estero con los aportes del Estero Carén, proveniente del tranque de relaves del mismo nombre.

De acuerdo al uso del agua, los resultados de calidad a partir de los registros en las estaciones seleccionadas, son los siguientes:

- ***Uso Riego:*** Para el caso de la estación **Estero Alhué antes Estero Carén** los valores analizados para riego según la NCh 1.333, dan cuenta de que la norma se excede para sulfatos en el 15,7% de los datos; las ocasiones en que se excede son todas en la temporada verano-otoño (periodo de estiaje). Para Molibdeno los valores se exceden en el 58,0% de los casos; cabe señalar que varias muestras tienen su valor de detección en valores superiores a la norma de riego.

  En el caso de la **estación Estero Alhué en Quilamuta** la norma se supera para sulfatos en el 85,7% de los datos, incluso el valor promedio supera en más de tres veces la norma. El valor para molibdeno se supera en el 87,5% de los casos, cuyo valor promedio supera la norma en más de 60 veces. En cuanto a la conductividad eléctrica, el 48,6% de los datos se ubica en el subconjunto de "agua que puede tener efectos adversos en muchos cultivos y necesita de métodos de manejo cuidadoso", el 25,7% se ubica en el subconjunto "agua que puede ser usada para plantas tolerantes en suelos permeables con métodos de manejo cuidadosos".

- *Los muestreos efectuados en el estudio MMA-O'Higgins (MMA 2011, CDA*-04), corroboran la tendencia de altos valores de conductividad en las estaciones ubicadas en el Estero Carén y en el Estero Alhué luego de la confluencia, en Quilamuta. Respecto del molibdeno, también este muestreo confirma los altos valores, para la estación Estero Carén después del muro del embalse Carén, se presentan valores que superan en más de 50 veces la norma, en la estación Estero Alhué antes de la

confluencia con Estero Carén, los valores sobrepasan la norma en 3 de 6 muestras y en la estación Estero Alhué en Quilamuta, después confluencia Carén también se supera la norma de riego por más de 30 veces en todas las muestras. Para los sulfatos también la norma se excede en las tres estaciones estudiadas, en el Estero Carén la norma de riego se supera en 4 de 6 muestras, incluso en una de las muestras se supera el valor establecido para emisión desde tranques de relaves al Estero Carén, regulado en el DS 80/2006. En el Estero Alhué antes de la confluencia con el Estero Carén la norma para riego se supera en 2 de los 6 muestreos y luego de la confluencia con el Estero Carén, la norma se supera en 5 de los 6 muestreos.

- ***Uso Agua Potable:*** En el caso de la estación **Estero Alhué antes Estero Carén**, la norma para agua potable, la norma se supera (en la mayor cantidad de veces por exceso) para pH en el 14,9% de los datos. Para el sulfato, la norma se supera en el 11,2% de las muestras. El hierro se supera en el 20,5% de las muestras.

  En el caso de la estación **Estero Alhué en Quilamuta**, la norma para agua potable se supera para los sulfatos en el 85,7% de los datos, superando el valor promedio por más de dos veces el valor de la norma. Para el hierro, la norma se supera un 28,6% de los datos. La norma para manganeso se supera un 28,6% de las veces.

El estudio DGA (DGA 2004, CDA-07) da cuenta que en el Estero Alhué hay factores naturales incidentes en la calidad del agua como la recarga del estero por aportes se aguas subterráneas y escorrentías de arcillas (aluminio silicatos) con pH básico que generan complejos de aluminio en solución. En tanto los factores antrópicos corresponden a la aplicación de fertilizantes y plaguicidas, la descarga de RILes, la contaminación difusa por aguas servidas y por actividad industrial.

En el Estero Carén los factores naturales corresponden a escorrentías de arcillas (aluminio silicatos) con pH básico que generan complejos de aluminio en solución, lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas y recarga del estero por aportes de aguas subterráneas. Dentro de los factores antropogénicos se presenta la aplicación de fertilizantes y plaguicidas y derrames desde canoa de relaves. En particular este último factor de contaminación, es reconocido por la población local, la que da cuenta de su preocupación por una contaminación de aguas producto de las actividades minera que se llevan a cabo en el territorio (Ver Problemas AL-9). Por otra parte, la población local también reconoce problemas asociadas al uso de agroquímicos (AL-10) y animales domésticos y silvestres que contaminan las aguas superficiales con sus heces fecales (AL-8).

6.4.2.8. Subcuenca Estero Yali

La subcuenca del Estero Yali se encuentra controlada a través de la **estación Estero Yali en Bucalemu**, ubicada en la región de Valparaíso. Esta estación se ubica en la parte baja de la cuenca y permite visualizar el aporte del estero al sistema de humedales ubicado en la parte baja, que corresponde a un sitio RAMSAR y forma parte

del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado a través de la Reserva Nacional El Yali.

De acuerdo al uso del agua, los resultados de calidad a partir de los registros en las estaciones seleccionadas, son los siguientes:

- ***Uso Riego:*** La estación **Estero Yali en Bucalemu** presenta valores que dan cuenta de un agua en que la NCh 1.333 para riego se sobrepasa el valor de cobre en el 14,6% de los datos, siendo el valor promedio el valor de la norma. El valor normado para manganeso se supera en el 50% de los datos, donde el valor promedio supera la norma 2,5 veces. El valor normado para molibdeno se supera para el 56,5% de los datos, superando más de 2,5 veces la norma el valor promedio.

- ***Uso Agua Potable:*** En el caso del agua potable, para la estación Estero **Yali en Bucalemu**, los parámetros que exceden la norma son hierro en el 48,8% de los datos, superando más de 8 veces la norma. El manganeso se supera en el 70,8% de los datos, superando más de 5 veces el valor promedio a la norma.

Se destaca de forma particular la percepción de la población local respecto a la contaminación de aguas superficiales, producto del eventual manejo inadecuado de RILes por parte de agroindustrias, esto atribuido por la presencia de malos olores emanados desde las instalaciones de dichas empresas, siendo este un indicador para los habitantes, que podría dar cuenta de la posible contaminación de aguas superficiales (YL-14). Si bien esta información no se encuentra efectivamente corroborada que suceda así en estudios previos, resultaría necesario realizar una mayor cantidad de monitoreos de calidad de agua en los tramos de esteros cercanos a dichas instalaciones.

6.4.2.9. Caudales de Dilución Establecidos en Cursos Superficiales

Según lo establecido en el DS Nº90 de 2000, que establece la norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marítimas y continentales superficiales, la DGA es el Servicio responsable de determinar el caudal disponible para diluir la emisión de contaminantes en cursos de agua continentales superficiales.

A través de la minuta técnica DCPHR Nº29/2013 se establece nuevos criterios para la determinación del caudal disponible para diluir. "Los cambios de criterios en la forma de determinar el caudal disponible para diluir toman en cuenta los nuevos antecedentes surgidos y apuntan a caracterizar la disponibilidad del recurso en el punto de descarga". En la minuta se mantiene como base la simulación del caudal de dilución con el caudal ecológico mínimo lo que tiene por objeto asegurar que el agua disponible para dilución se encuentre en el cauce receptor. Esto debido a que al momento de entregar un nuevo derecho de aprovechamiento o al momento de autorizar el traslado del ejercicio de derechos, la DGA incorpora la condición de preservación de un caudal ecológico mínimo.

El concepto de caudal de dilución está contenido en el artículo primero punto 3.12 y se define como:

- Tasa de dilución del efluente vertido (d): es la razón entre el caudal disponible del cuerpo receptor y el caudal medio mensual del efluente vertido durante el mes de máxima producción de residuos líquidos, expresado en las mismas unidades.

- d = QDCR/QMMVE

- QDCR= el caudal disponible del cuerpo receptor es la cantidad de agua disponible expresada en volumen por unidad de tiempo para determinar la capacidad de dilución en un cuerpo receptor. Para estos efectos, el caudal disponible del cuerpo receptor será determinado por la DGA.

- QMMEV = El caudal medio mensual del efluente es la suma de los volúmenes de residuos líquidos, descargados diariamente durante el mes, dividido por el número de días del mes en que hubo descargas.

La información mínima que debe contener el expediente de cálculo del caudal disponible para diluir debe contener la información administrativa, el informe de terreno y la determinación del caudal disponible para dilución. En la minuta técnica se detallan los requisitos a incluir en cada uno de esos ítems.

Para la determinación del caudal de dilución, se deberá proceder a la verificación del caudal ecológico mínimo teórico (nominal) mes a mes, mediante un balance hidrológico en la sección de análisis. Esta verificación debe realizarse a nivel mensual, considerando para ello los caudales medios mensuales con una probabilidad de excedencia de 85%, los derechos permanentes consuntivos, continuos y discontinuos, constituidos aguas arriba de la zona de interés y los derechos no consuntivos constituidos aguas arriba de la sección que tengan su punto de restitución agua debajo de la zona de interés.

Se deberá utilizar un diagrama unifilar donde se incorporen todas las entradas y salidas aguas arriba del punto de análisis.

Si como resultado del balance hidrológico realizado, el caudal ecológico mínimo teórico (nominal) se verifica todos los meses, vale decir, siempre se encuentra disponible en el río, el caudal de dilución corresponderá a dicho caudal ecológico mínimo verificado.

Por el contrario, si como resultado del balance hidrológico, el caudal ecológico mínimo teórico (nominal) no se verifica en algún mes, vale decir el caudal disponible es menor que el caudal ecológico mínimo teórico, el caudal de dilución corresponderá para ese mes en particular, al mínimo valor del balance y del caudal ecológico mínimo teórico determinado por el DARH. En otras palabras el caudal de dilución podrá variar durante el año teniendo variaciones mensuales de acuerdo al resultado del balance mes a mes.

En zonas donde no se haya establecido un caudal ecológico mínimo previamente, se realizará la determinación de éste según el DS Nº14 del 22 de mayo de 2012, Reglamento para la determinación del caudal ecológico mínimo, en el cual se hace la distinción de cuencas con estadísticas hidrológicas de los últimos 25 años y cuencas sin estadísticas hidrológicas.

En cauces artificiales, se establece que no es posible establecer caudales disponibles para dilución.

En cuerpos fluviales afluentes a un cuerpo lacustre no deberán sobrepasar los límites máximos permitidos para descargas a cuerpos de agua lacustre y consecuentemente, no puede definirse en ellos el concepto de capacidad de dilución.

Para el caso de zonas fluviales afectas a influencia del mar, se ha desarrollado una metodología especial titulada "Análisis metodológico para determinar caudales de dilución en zonas estuarinas".

La información proporcionada por la Unidad de Medio Ambiente de la DGA Región Metropolitana relativa a las resoluciones sobre caudales de dilución, se presenta en el Cuadro 6.4.2.9-1 y se encuentra en el Anexo 6-4.

CUADRO 6.4.2.9-1
CAUDALES DE DILUCIÓN REGIÓN METROPOLITANA

Nº Res.	UTM (Datum 56)		Cauce	Caudal de Dilución	Peticionario
	Norte	Este			
1.556/2009	6.318.954	339.343	Estero Colina	0 m³/s	SERVICOMUNAL S.A.
1.558/2009	6.278.519	354.551	Río Maipo	Enero: 10,29 Febrero: 9,92 Marzo: 7,31 Abril: 4,8 Mayo: 4,69 Junio: 4,6 Julio: 4,46 Agosto: 4,44 Septiembre: 5,36 Octubre: 7,4 Noviembre: 9,18 Diciembre: 9,9	Papeles Cordillera S.A.
	6.276.319	348.701	Río Maipo		
602/2009	6.269.374,8	336.330,7	Río Maipo	0 m³/s	Consorcio Santa Marta S.A.
	6.264.080,6	331.214,5			

Fuente: Elaboración propia a partir de información proporcionada por la Unidad de Medio Ambiente DGA-RM, 2015.

6.4.3. Aguas Subterráneas

6.4.3.1. Antecedentes Generales

El registro de monitoreos de calidad de agua subterránea considerado para el análisis, se fundamenta en los antecedentes registrados por la red hidrométrica de calidad del agua subterránea administrada por la DGA, la cual cuenta con 15 puntos de control en categoría de "vigente" en la Región Metropolitana. En estos se registran

valores de parámetros físico-químicos como: CE, temperatura, oxígeno disuelto, pH, bicarbonato, boro, carbonato, cloruro, nitrato, fósforo, sulfato, aluminio, arsénico, cadmio, calcio, calcio, cobre, cromo hexagonal, fierro, magnesio, manganeso, mercurio, molibdeno, níquel, plata, plomo, potasio, selenio, sodio, zinc, cobalto y razón de absorción de sodio. La ubicación espacial de las estaciones de esta red se puede visualizar en la Figura 6.4.3.1-1, presentándose los datos sistematizados de las estaciones vigentes en el Anexo 6-5.

Cabe señalar que las estaciones de calidad de aguas subterráneas de la DGA no se encuentran distribuidas por toda la Región Metropolitana, por lo que no se cuenta con información para todos los acuíferos. En este contexto la red de calidad de aguas subterráneas, por su distribución espacial resulta deficiente para llevar a cabo un análisis representativito para toda la región, dado que solo controla la zona media de la cuenca (DGA 2007, PYP-02).

Los acuíferos que no presentan cobertura en la red de calidad de aguas de aguas subterráneas de la Región Metropolitana corresponden a: acuífero Estero Colina, acuífero Estero Alhué, acuífero Estero Puangue, acuífero Río Maipo Inferior y acuífero Estero Yali. En la Figura 6.4.3.1-1 queda de manifiesto que las subcuencas que quedan representadas mediante la red de calidad de aguas subterráneas corresponden a la subcuenca Río Mapocho Bajo y a la subcuenca Río Maipo Medio.

Para la caracterización de estos acuíferos, se analizarán estaciones de calidad que den cuenta del estado de las aguas subterráneas a nivel de Unidad Hidrogeológica, como unidad de análisis para el presente estudio. Se resguardó que la distribución de las estaciones a analizar tuviera una buena distribución en el territorio, de manera de caracterizar distintos sectores de cada unidad representada.

En la Figura 6.4.3.1-2 se presentan las estaciones subterráneas utilizadas para el análisis de calidad de aguas, los diagramas de Stiff y de pH que se han generado para cada estación[43], así como también las gráficas de porcentajes de muestreos que sobrepasan la norma de riego (NCh 1.333) y agua potable (NCh 409/1 of 2005) en un 10% de los totales muestreados.

En adelante se presenta la caracterización de las unidades hidrogeológicas.

[43] Explicado en el Acápite 6.4.1 introductorio.

CUADRO 6.4.3.1-1
ESTACIONES CONTROL CALIDAD AGUAS SUBTERRÁNEAS

Id[1]	Nombre Estación	Año de Inicio del Registro	Año del Final del Registro	Nº de Años	Nº de Registros	Unidades Hidrogeológicas[2]
CZ1	**Pozo Fundo Algarrobal**	1975	2013	38	68	Estero Colina
CZ3	**Pozo Asentamiento Central Lo Vargas**	1992	2014	22	62	Estero Colina
CZ4	Pozo Crucero Peralillo	1993	2014	21	67	Estero Colina
CZ13	**Pozo Vertederos Cerros de Renca**	1992	2013	21	69	Estero Colina
CZ14	**Pozo Fundo Las Casas Asentamiento ColoColo***	1992	2001	9	23	Estero Colina
CZ17	**Pozo APR Casas ColoColo**	2003	2014	11	41	Estero Colina
CZ2	Pozo INIA	1993	2014	21	69	Río Maipo
CZ5	Pozo Club de Golf	1992	2014	22	72	Río Maipo
CZ6	**Pozo Estadio CORFO**	1992	2014	22	64	Río Maipo
CZ7	**Pozo Cementerio Metropolitano**	1992	2014	22	65	Río Maipo
CZ8	Pozo Chacra El Olivo	1991	2014	23	70	Río Maipo
CZ9	Pozo Agrícola Hermanos Poblete	1992	2014	22	67	Río Maipo
CZ10	**Pozo Asentamiento Aguilar Sur[3]**	1991	2004	13	32	Río Maipo
CZ11	**Pozo Fundo Cachantún**	1991	2014	23	66	Río Maipo
CZ12	**Pozo Asentamiento Malloco**	1991	2014	23	64	Río Maipo
CZ15	**Pozo Parque O'Higgins**	1992	2014	22	59	Río Maipo
CZ16	**Pozo Complejo Angostura**	**2004**	**2014**	**10**	**35**	**Río Maipo**

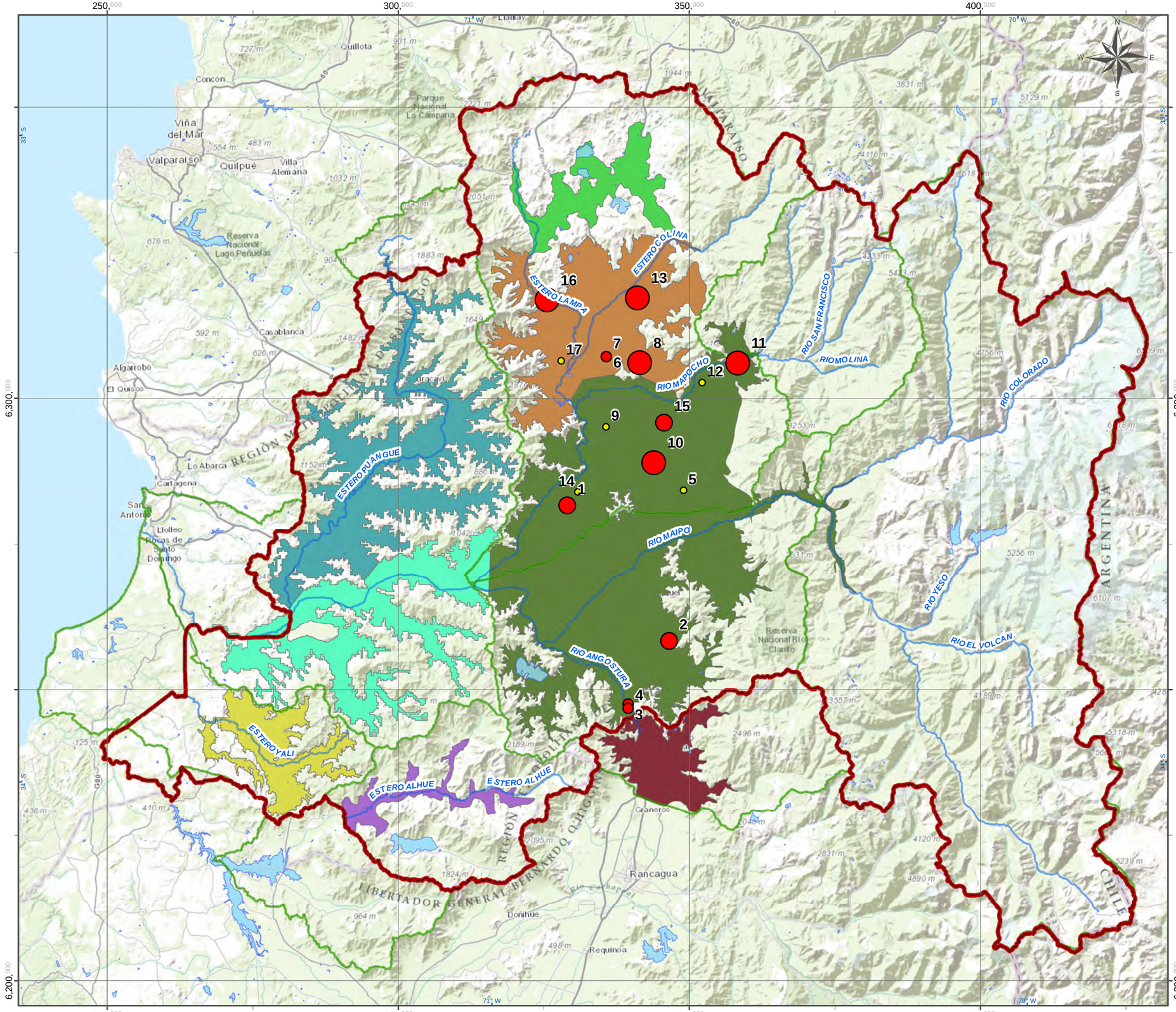
Notas:

1 Corresponde al ID asignado en el Estudio Bases para la Formulación de un Plan Director para la Cuenca del Maipo (PYP-02), a excepción de los puntos 16 y 17.

2 Según Informe de Zonificación Hidrogeológica para las Regiones Metropolitana y V, SIT 133 (AS-06).

3 Estación suspendida, cuyos datos se incluirán en el análisis.

Fuente: Elaboración propia a partir de BNA, 2014.



SIMBOLOGÍA

Est. Calidad Subterránea

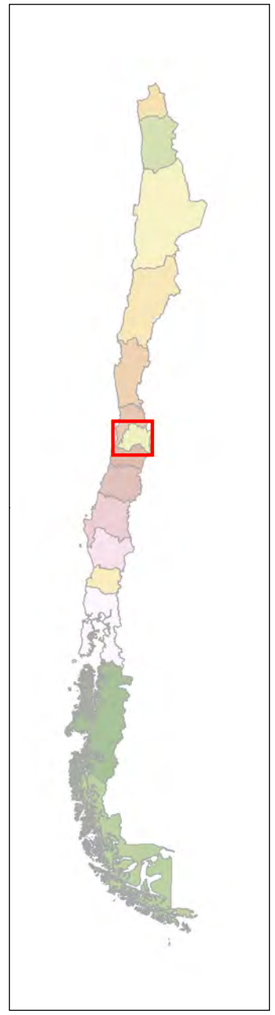
Número de años de registro

- Estación no seleccionada
- 1 - 12
- 13 - 20
- 21 - 22
- Límite Regional RM
- Límites Sub Cuencas
- Lagos, Lagunas, Embalses
- Hidrografía Principal

Acuiferos

NOMBRE

- Estero Alhue
- Estero Chacabuco
- Estero Colina
- Estero Puangue
- Estero Yali
- Río Angostura
- Río Maipo
- Río Maipo Inferior



LEYENDA

ID	Código BNA	Estación
1	05737018-1	Pozo Asentamiento Malloco
2	05714003-8	Pozo Fundo Cachantun
3	05715005-K	Pozo Complejo Angostura
4	05712007-K	Pozo Asentamiento Aguilar Sur
5	05730045-0	Pozo Inia
6	05730047-7	Pozo Fundo Las Casas Asentamiento Colo Colo
7	05730048-5	Pozo Apr Casas Colo Colo
8	05730041-8	Pozo Vertederos Cerros De Renca
9	05730046-9	Pozo Chacra El Olivo
10	05730043-4	Pozo Cementerio Metropolitano
11	05730042-6	Pozo Estadio Corfo
12	05730040-K	Pozo Club De Golf
13	05736005-4	Pozo Fundo Algarrobal
14	05737017-3	Pozo Agricola Hermanos Poblete
15	05730044-2	Pozo Parque O'Higgins
16	05736006-2	Pozo Asentamiento Central Lo Vargas
17	05736007-0	Pozo Crucero Peralillo

ARRAU Ingeniería E.I.R.L.

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
Región Metropolitana

SISTEMA DE INFORMACIÓN TERRITORIAL

DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

ESTACIONES CONTROL CALIDAD AGUAS SUBTERRÁNEAS

Fuente Cartográfica:
Instituto Geográfico Militar, 2009
Cartografía Regular, 1:250.000
Fuente Temática:
DGA, E-SIIR CNR

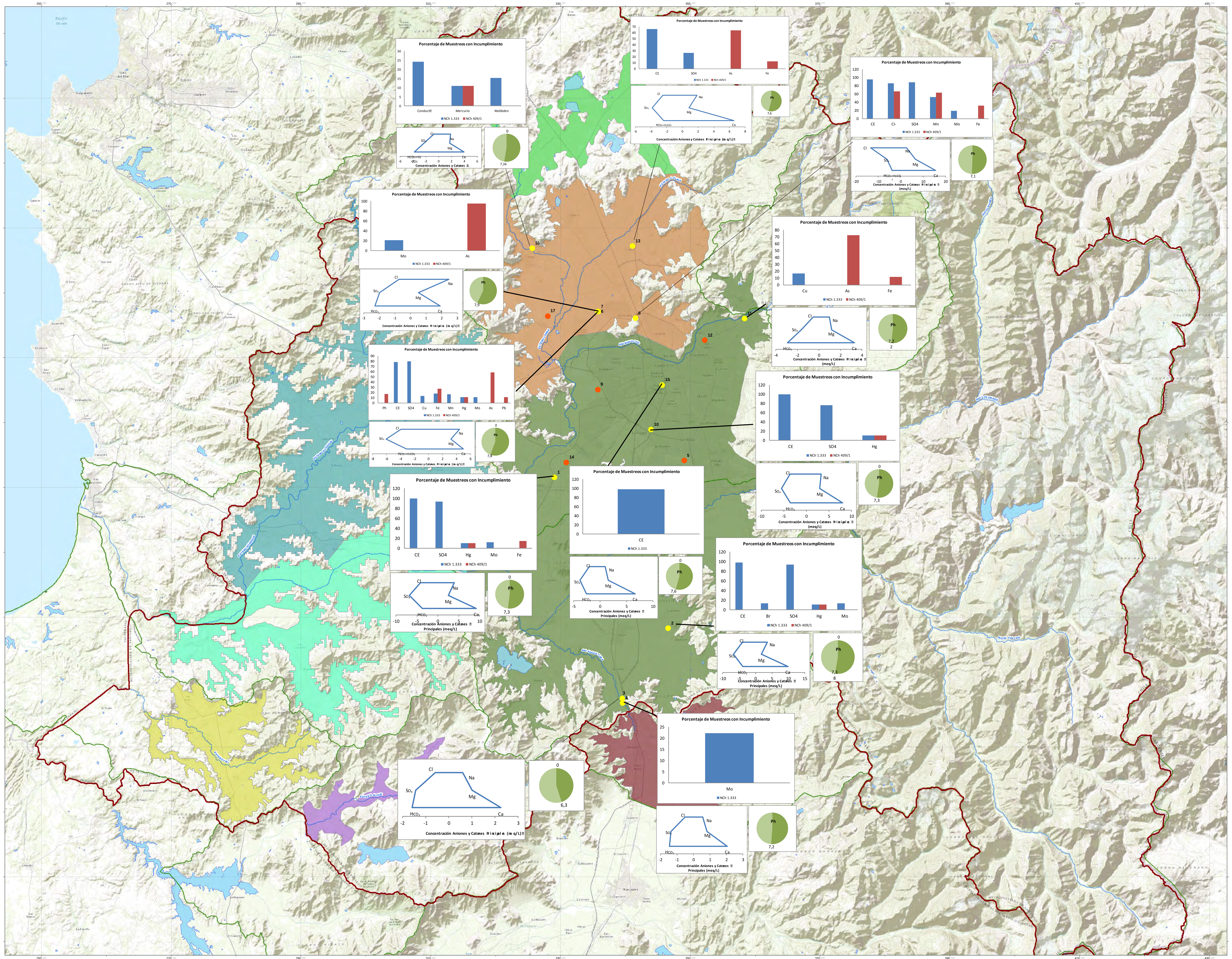
ESCALA
1:650,000
0 2.5 5 10 15 20 Km

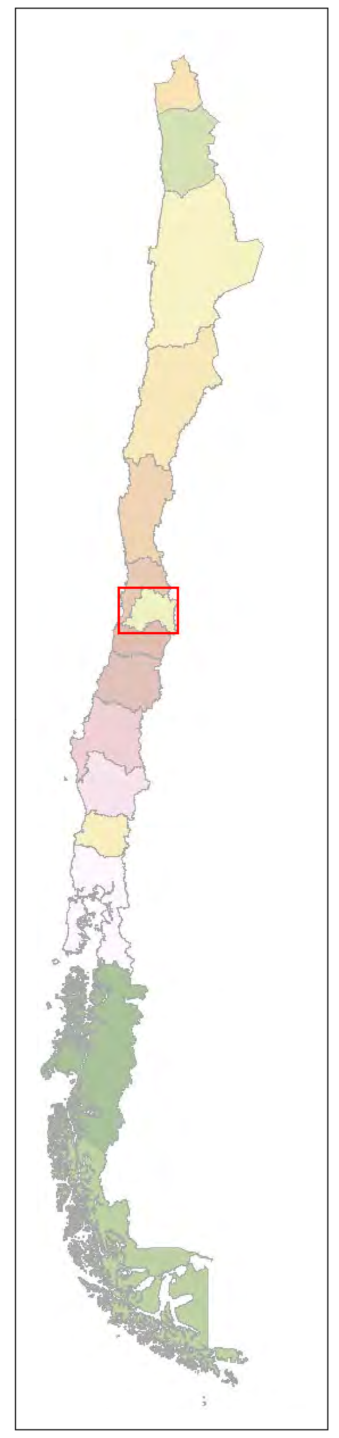
Directora Regional
Carmen Herrera Indo
Inspector Fiscal
Francisco Salazar Aragón

Referencia Cartográfica:
Proyección UTM
DATUM WGS84
HUSO 19 Sur

Fecha: Noviembre 2015

FIGURA 6.4.3.1-1





LEYENDA

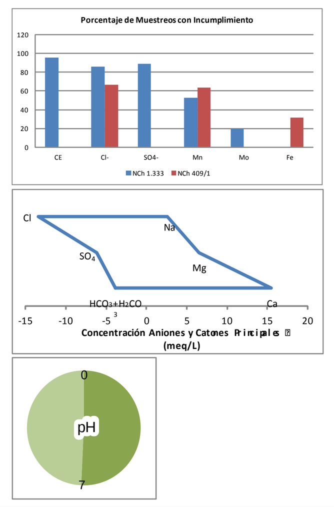


Gráfico de incumplimiento de las normas NCh 1.333 y NCh 409/1.
Se encuentra en porcentaje y mientras más cercano al 100% se encuentra el elemento evaluado, mayor es el incumplimiento de la norma en cuestión.

Diagrama de Stiff
Los extremos de los trazos representan los valores de las concentraciones de seis iones, formando un polígono que busca representar el equilibrio entre los cationes y aniones.
Para esto se utilizó los valores promedio de los parámetros Carbonato, Bicarbonato, Sulfato, Cloruro, Calcio disuelto, Magnesio y Sodio

Diagrama indicador de pH
Diagrama circular que representa el pH promedio de cada estación estudiada, en una figura circular, sombreando los valores promedio como en un reloj, pero con valores de 0 a 14.

SIMBOLOGÍA

Est. Calidad Subterránea

Seleccion

- No
- Si
- Estero Alhue
- Estero Chacabuco
- Estero Colina
- Estero Puangue
- Estero Yali
- Río Angostura
- Río Maipo
- Río Maipo Inferior
- Límite Regional RM
- Límites Sub Cuencas
- Lagos, Lagunas, Embalses
- Hidrografía Principal

ID	Código BNA	Estación
1	05737018-1	Pozo Asentamiento Malloco
2	05714003-8	Pozo Fundo Cachantun
3	05715005-K	Pozo Complejo Angostura
4	05712007-K	Pozo Asentamiento Aguilar Sur
5	05730045-0	Pozo Inia
6	05730047-7	Pozo Fundo Las Casas Asentamiento Colo Colo
7	05730048-5	Pozo Apr Casas Colo Colo
8	05730041-8	Pozo Vertederos Cerros De Renca
9	05730046-9	Pozo Chacra El Olivo
10	05730043-4	Pozo Cementerio Metropolitano
11	05730042-6	Pozo Estadio Corfo
12	05730040-K	Pozo Club De Golf
13	05736005-4	Pozo Fundo Algarrobal
14	05737017-3	Pozo Agricola Hermanos Poblete
15	05730044-2	Pozo Parque O'Higgins
16	05736006-2	Pozo Asentamiento Central Lo Vargas
17	05736007-0	Pozo Crucero Peralillo

ARRAU Ingeniería E.I.R.L.

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
Región Metropolitana

SISTEMA DE INFORMACIÓN TERRITORIAL

DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

ESTACIONES CONTROL CALIDAD AGUAS SUBTERRÁNEAS GRÁFICAS

Fuente Cartográfica:
Instituto Geográfico Militar, 2009
Cartografía Regular, 1:250.000

Fuente Temática:
DGA

ESCALA
1:200,000
0 1.25 2.5 5 7.5 10 Km

Directora Regional
Carmen Herrera Indo

Inspector Fiscal
Francisco Salazar Aragón

Referencia Cartográfica:
Proyección UTM
DATUM WGS84
HUSO 19 Sur

Fecha: Noviembre 2015

FIGURA 6.4.3.1-2

6.4.3.2. Unidad Hidrogeológica Estero Colina

Para la caracterización de la unidad hidrogeológica Colina se analizarán los parámetros de las estaciones **Pozo Fundo Algarrobal**, **Pozo Asentamiento Central Lo Vargas**, **Pozo Vertederos Cerros de Renca**, **Pozo APR Casas ColoColo**.

- ***Uso Riego:*** Para el caso de la estación **Pozo Fundo Algarrobal**, los valores analizados para riego según la NCh 1.333, dan cuenta que para la conductividad eléctrica el 66,2% de las muestras se caracterizan por un "agua que puede tener efectos perjudiciales en cultivos sensibles". El 26,4% de las muestras supera la norma para Sulfato.

  Para el caso de la estación **Pozo Asentamiento Central Lo Vargas**, los valores analizados para riego según la NCh 1.333, dan cuenta que para la conductividad eléctrica el 75,8% de las muestras dan cuenta de un agua con la cual no se observarán efectos perjudiciales. El 10,9% de las muestras supera la norma para Mercurio. El 15,38% de las muestras supera la norma para Molibdeno, sin considerar las muestras cuyo valor referencial es "<0,05".

  Para el caso de la estación **Pozo Vertederos Cerros de Renca**, los valores analizados para riego según la NCh 1.333, dan cuenta que para la conductividad eléctrica el 62,5% de las muestras dan cuenta de un agua que puede tener efectos adversos en muchos cultivos y necesita de métodos de manejo cuidadoso. El 86,0% de las muestras supera la norma para Cloruros. El 88,9% de las muestras supera la norma para Sulfatos. El 52,4% de las muestras supera la norma para Manganeso. El 19,35% de las muestras supera la norma para Molibdeno, sin considerar las muestras cuyo valor referencial es "<0,05".

  Para el caso de la estación **Pozo APR Casas ColoColo**, los valores analizados para riego según la NCh 1.333, dan cuenta que para la conductividad eléctrica el 52,2% de las muestras corresponden a un agua que puede tener efectos perjudiciales en cultivos sensibles. El 21,1% de las muestras supera la norma para Molibdeno, sin considerar las muestras cuyo valor referencial es "<0,05".

- ***Uso Agua Potable:*** Para el caso de la estación **Pozo Fundo Algarrobal**, los valores analizados para agua potable según la NCh 409/1 of 2005, dan cuenta de valores que superan la norma para el Arsénico en el 63,9% de las muestras y el 12,3% de las muestras supera la norma para hierro.

  Para el caso de la **estación Pozo Asentamiento Central Lo Vargas**, los valores analizados para agua potable según la NCh 409/1 of 2005, dan cuenta de valores que superan la norma para el mercurio en 10,9% de las muestras.

Para el caso de la **estación Pozo Vertederos Cerros de Renca**, los valores analizados para agua potable según la NCh 409/1 of 2005, dan cuenta de valores que superan la norma para el cloruro en el 66,7% de las muestras. En el caso del Hierro, el 31,8% de las muestras supera el valor normado. El 63,5% de las muestras supera la norma para Manganeso.

Para el caso de la estación **Pozo APR Casas ColoColo**, los valores analizados para agua potable según la NCh 409/1 of 2005, dan cuenta que el mercurio sobrepasa la norma en un 95% de los casos muestreados.

De acuerdo al estudio (DGA 2004, CDA-08), los factores naturales que podrían responder a la calidad del agua en esta unidad hidrogeológica, hace referencia a la lixiviación subterránea de filones de mineralizado de formaciones geológicas. En tanto los factores antropogénicos se asocian a: descargas de RILes de avícolas, agrícolas y lechera, industrias químicas; y aplicación de plaguicidas. En relación a estos factores, la población local asocia de igual forma la contaminación de aguas subterráneas al vertido de RILes (ver Problema CH-3), identificando problemas generales de contaminación dentro de la unidad hidrológica que no son atribuidos a un factor en particular (Problemas CH-4 y ST-23).

6.4.3.3. Unidad Hidrogeológica Río Maipo

Para la caracterización de la unidad hidrogeológica Río Maipo, se analizarán los parámetros de las estaciones **Pozo Estadio CORFO**, **Pozo Cementerio Metropolitano**, **Pozo Asentamiento Aguilar Sur**, **Pozo Complejo Angostura**, **Pozo Fundo Cachantún**, **Pozo Asentamiento Malloco** y **Pozo Parque O'Higgins**.

- ***Uso Riego:*** En la estación **Pozo Estadio CORFO**, los valores analizados para riego según la NCh 1.333, dan cuenta que para la conductividad eléctrica el 100% de las muestras se caracterizan por un "agua con la cual generalmente no se observarán efectos perjudiciales". Se destaca además que el 16% de las muestras supera la norma para cobre.

  En cuanto a la **estación Pozo Cementerio Metropolitano** los valores analizados para riego según la NCh 1.333, dan cuenta que para la conductividad eléctrica el 100% de las muestras se caracterizan por un "agua que puede tener efectos perjudiciales en cultivos sensibles". Se destaca además que el 76% de las muestras supera la norma para Sulfatos y un 10,7% para Mercurio.

  En la **estación Pozo Asentamiento Aguilar Sur** los valores analizados para riego según la NCh 1.333, dan cuenta que para la conductividad eléctrica el 90,1% de las muestras se caracterizan por un "agua con la cual generalmente no se observarán efectos perjudiciales". Se destaca además que el 22,2% de las muestras supera la norma para molibdeno, sin considerar en el conteo los valores referenciales "<0,05".

En la **estación Pozo Fundo Cachantún** los valores analizados para riego según la NCh 1.333, dan cuenta que para la conductividad eléctrica el 59% de las muestras se caracterizan por un "agua que puede tener efectos perjudiciales en cultivos sensibles", en tanto el 39% representa "agua que puede tener efectos adversos en muchos cultivos y necesita de métodos de manejo cuidadosos". Se destaca además que el 13,8% de las muestras supera la norma para el boro, sin considerar en el conteo los valores <0,01; el 93,9% para sulfatos; 11,5% para Mercurio; y 13,8% para molibdeno, sin considerar en el conteo los valores referenciales "<0,05".

Respecto a la **estación Pozo Asentamiento Malloco** los valores analizados para riego según la NCh 1.333, dan cuenta que para la conductividad eléctrica el 50% de las muestras se caracterizan por un "agua que puede tener efectos perjudiciales en cultivos sensibles", en tanto el 50% representa "agua que puede tener efectos adversos en muchos cultivos y necesita de métodos de manejo cuidadosos". Se destaca además que el 94% de las muestras supera la norma para sulfatos; 10,5% para Mercurio; y 12,5 para molibdeno, sin considerar en el conteo los valores referenciales "<0,05".

En la **estación Pozo Parque O'Higgins** los valores analizados para riego según la NCh 1.333, dan cuenta que para la conductividad eléctrica el 98,2% de las muestras se caracterizan por un "agua que puede tener efectos perjudiciales en cultivos sensibles".

Para la **estación Pozo Complejo Angostura** los valores analizados para riego según la NCh 1.333, dan cuenta que para la conductividad eléctrica el 100% de las muestras se caracterizan por un "agua con la cual generalmente no se observarán efectos perjudiciales".

- ***Uso Agua Potable:*** Para el caso de la estación **Pozo Estadio CORFO**, los valores analizados para agua potable según la NCh 409/1 of 2005, dan cuenta de valores que superan la norma en: Arsénico en el 72,4% de las muestras y Fierro en 11,7% de las muestras.

  En la **estación Pozo Cementerio Metropolitano**, los parámetros que superan la norma NCh 409/1 of 2005, corresponden a: Fierro en 1,6% de las muestras; Manganeso en un 1,7% de las muestras; mercurio en un 10,7% de las muestras y Plomo en un 5,6% de las muestras.

  En la **estación Pozo Asentamiento Aguilar Sur** ninguno de los parámetros analizados superan la norma NCh 409/1 of 2005, en más de un 10%.

  En la estación **Pozo Fundo Cachantún,** los valores analizados para agua potable según la NCh 409/1 of 2005, dan cuenta de valores que superan la norma en mercurio en un 11,5% de las muestras.

En la **estación Pozo Asentamiento Malloco**, los parámetros que superan la norma NCh 409/1 of 2005, corresponden a: Fierro en 15% de las muestras y mercurio en un 10,5% de las muestras.

En la **estación Pozo Parque O'Higgins**, ninguno de los parámetros analizados superan la norma NCh 409/1 of 2005, en más de un 10%.

En la **estación Pozo Complejo Angostura** ninguno de los parámetros analizados superan la norma NCh 409/1 of 2005, en más de un 10%.

Los factores naturales que podrían responder a la calidad del agua en esta unidad hidrogeológica de acuerdo al estudio (DGA 2004, CDA-08), correspondería al igual que en la unidad anterior a la lixiviación subterránea de filones de mineralizado de formaciones geológicas. Por su parte los factores antropogénicos se asocian a: la aplicación de plaguicidas, descargas de RILes de empresas agroindustrias, papelera y metalmecánica; y contaminación difusa por aguas servidas, en especial en sectores donde no existe sistema de alcantarillado a las afueras de los centros urbanos.

La población local en particular, da cuenta con su percepción que existen problemas de contaminación (ver Problemas TG-14 y ST-22), los cuales son atribuidos en parte al derrame de desechos orgánicos de actividades agroindustriales a canales y la contaminación por el uso excesivo de fertilizante en actividades agrícolas, haciendo aumentar las concentraciones de Nitrato en aguas subterráneas, situación que no fue posible confirmar con el registro de concentraciones sobre la norma en las estaciones de monitoreo seleccionadas.

6.4.3.4. Unidad Hidrogeológica Río Maipo Inferior

En la Unidad Hidrogeológica Rio Maipo Inferior no existen antecedentes de Calidad de agua subterránea registrados en el BNA. La información con que se cuenta se desprende del estudio "Modelo de simulación Hidrológica Operacional Cuenca de Los Ríos Maipo Mapocho"[44] en el cual se señala que en el sector Maipo desembocadura se constata ausencia absoluta de intrusiones salinas, así como también respecto a la presencia de Plomo, el cual había sido detectado en este estudio en concentraciones elevadas en la cuenca media.

Por su parte, la población local da cuenta en esta unidad territorial de problemas asociados a la calidad de agua subterránea, los que tienen relación con el aumento en las concentraciones de nitrato producto de la contaminación por aplicación de agroquímicos en actividades agrícolas (Ver Problemas TG-14).

6.4.3.5. Unidad Hidrogeológica Estero Chacabuco

Para esta Unidad Hidrogeológica no se registran antecedentes de Calidad de agua subterránea en el BNA. A partir del estudio "Modelo de simulación Hidrológica Operacional Cuenca de los Ríos Maipo Mapocho" (DGA, 2000), es posible señalar que la

[44] DGA, 2000. Modelo de simulación Hidrológica Operacional Cuenca de Los Ríos Maipo Mapocho.

calidad de agua en general es buena, cumpliendo con los límites exigidos en las normas para agua potable y otros usos, salvo puntuales excepciones. Este estudio señala además que los elementos que exceden levemente los límites de las normas (NCh 1.333 y NCh 409/1 of. 2005), corresponden a conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, sulfatos, arsénico, nitrato y hierro. Se precisa también que sólo para el caso del hierro se podría asociar a una tendencia natural alta, mientras que para el resto de los elementos corresponderían a valores puntuales y ligeramente altos, como el caso de los nitratos en el sector del Estero Chacabuco, asociado a efectos locales.

La población local por su parte, hace referencia a problemas de contaminación de aguas subterráneas producto de actividades industriales (ver Problema CH-5), dando cuenta de denuncias realizadas por la comunidad local producto de la contaminación de aguas en distintos territorios de la provincia como Montenegro y Tiltil, producto del mal manejo de Chancheras y Vertederos.

6.4.3.6. Unidad Hidrogeológica Estero Puangue

En esta Unidad Hidrogeológica no se registran antecedentes de Calidad de agua subterránea en el BNA. De los antecedentes del estudio "Modelo de simulación Hidrológica Operacional Cuenca de Los Ríos Maipo Mapocho" (DGA, 2000), es posible señalar que las aguas subterráneas en este sector son de buena calidad en general, salvo en un pozo localizado en el sector de María Pinto, en que se exceden moderadamente los límites para la concentración de Cloruros y Sulfatos.

La preocupación por parte de la población local, hace referencia a la posible contaminación por parte de empresas agrícolas de la zona, las que por la utilización de pesticidas podrían estar contaminando las napas (Problema ME-3). Este problema si bien se ha puntualizado en determinados sectores de la provincia de Melipilla, resulta un problema transversal al que podría responder la presencia de Nitrato en concentraciones sobre la norma para agua potable el año 2011, en el sistema APR Miraflores (Ver Anexo 6-6).

6.4.3.7. Unidad Hidrogeológica Estero Alhué

En esta Unidad Hidrogeológica no se registran antecedentes de Calidad de agua subterránea en el BNA, ni tampoco se ha podido tener acceso a eventuales estudios específicos que den cuenta de la calidad del agua en el sector.

Respecto a la identificación de problemas asociados a la calidad del agua subterránea, la población local señala su preocupación por la contaminación de estas, la cual atribuyen esencialmente a la actividad minera en la zona (Problemas AL-9 y AL-14), producto de la acumulación de polvo en suspensión de los tranques de relave en los Esteros Alhué y Carén, con su consiguiente lixiviación hacia las napas subterráneas.

6.4.3.8. Unidad Hidrogeológica Estero Yali

En esta Unidad Hidrogeológica no se registran antecedentes de Calidad de agua subterránea en el BNA, ni tampoco se ha podido tener acceso a eventuales estudios específicos que den cuenta de la calidad del agua en el sector.

Se destaca la percepción de la población local, respecto a la contaminación de aguas subterráneas producto de actividades agroindustriales (Problema YL-14). El mal olor generalizado en la comuna de San Pedro, resulta indicador para sus habitantes de una potencial contaminación de aguas subterráneas, lo cual no ha sido posible verificar por falta de información.

6.4.3.9. Vulnerabilidad de Acuíferos

En el año 2004, el SERNAGEOMIN publicó un Mapa de Vulnerabilidad de los Acuíferos (escala 1:250.000)[45], el que se ha determinado según características geológicas y para la planificación y ordenamiento del territorio a escala regional.

Para su evaluación se utilizó el método de vulnerabilidad simplificada GOD[46], que considera los parámetros: tipo de acuífero (acuíferos libres, cubiertos, semiconfinados y confinados), las características litológicas de los sedimentos o roca (granulometría y/o grado de fracturamiento) de la zona no saturada y el espesor de ésta.

Depósitos No Consolidados:

- Muy Alta: donde el acuífero es vulnerable a la mayoría de los contaminantes del agua, con un rápido impacto en muchos escenarios de contaminación.
- Alta: donde el acuífero es vulnerable a muchos contaminantes, excepto a aquello fuertemente absorbidos o fácilmente transformados, en muchos escenarios de contaminación.
- Moderada: donde el acuífero es vulnerable a algunos contaminantes del agua cuando estos son continuamente descargados o lixiviados.
- Baja: donde el acuífero es vulnerable a contaminantes conservativos cuando son continua y ampliamente descargados o lixiviados durante largos periodos de tiempo.
- Muy baja: donde existen unidades con niveles y flujos verticales despreciables.
- Moderada a Alta: donde no existe adecuada información hidrogeológica que permita clasificarlos de mejor forma.

Rocas: Por no existir estudios geológicos detallados en esta zona se ha optado por considerar estas unidades con una característica vulnerable variable, similar a las anteriormente descritas.

- Moderada a Alta.

[45] SERNAGEOMIN, 2004. Vulnerabilidad a la Contaminación de los Acuíferos de la Cuenca de Santiago. Región Metropolitana de Santiago.

[46] Desarrollada por Foster e Hirata (Foster, 1987; Foster e Hirata, 1988), para zonas con poca información. Este método calcula la vulnerabilidad intrínseca del acuífero, utilizando sólo tres parámetros: • G: groundwater hydraulic confinement (tipo de acuífero) • O: overlying lithology (litología de la zona no saturada) • D: deep to groundwater table (profundidad al agua subterránea).

- Moderada a Baja.
- Baja a Moderada.
- Baja a Nula.

En la Figura 6.4.3.9-1 se aprecia que las zonas de mayor vulnerabilidad, corresponden a sectores aledaños a cursos de agua y zonas costeras, donde los sectores con muy Alta Vulnerabilidad se encuentran en los valles de los ríos Maipo, Mapocho, Rapel y esteros Puangue y Yali. La mayor parte del área de la cuenca corresponde a sectores de Vulnerabilidad Moderada (DGA 2008, PYP-01). En esta misma figura es posible apreciar además que, las distintas estaciones de monitoreo de calidad de agua subterránea de la DGA, las cuales se concentran en la parte media de la cuenca, se distribuyen de forma heterogénea en sectores con Vulnerabilidad: Baja, Moderada y Alta, en especial en la subcuenca del Río Mapocho Bajo, en donde se concentra el 80% del total de estas estaciones de monitoreo, manteniéndose una representatividad importante de Vulnerabilidad de dicha subcuenca.

Según lo establecido en DS Nº 46 de 2002, que establece la Norma de Emisión de Residuos Líquidos a Aguas Subterráneas, la DGA es el Servicio responsable de determinar la Vulnerabilidad del Acuífero para la emisión de contaminantes en aguas subterráneas. La DGA dando cumplimiento a lo establecido en el DS Nº 46, desarrolló en el año 2004 un "Manual para la Aplicación del Concepto de Vulnerabilidad de Acuíferos Establecido en la Norma de Emisión de Residuos Líquidos a Aguas Subterráneas".

El objetivo de dicho manual es "entregar un procedimiento estandarizado para la determinación de la Vulnerabilidad de acuíferos con el fin de aplicar este concepto en la Norma de Emisión de Residuos Líquidos a Aguas Subterráneas".

Los titulares de los proyectos que infiltren (fuentes existentes) o requieran infiltrar (fuentes nuevas) los efluentes de sus procesos y que sean considerados fuentes emisoras de acuerdo al D.S. N°46, deberán presentar un informe con la determinación de la Vulnerabilidad de los acuíferos de acuerdo a este manual. La Dirección General de Aguas (DGA) visará los informes y se pronunciará respecto de la vulnerabilidad del acuífero mediante una resolución.

En el manual se explica que "se ha optado por el método desarrollado por el Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales (BGR) en conjunto con los Servicios Geológicos Federales de Alemania. Dicha elección se fundamenta en el número razonable de parámetros que utiliza y la facilidad para obtenerlos, en relación con otras metodologías, y además por la experiencia que tiene el Servicio Nacional de Geología y Minería con este método en nuestro país". "Para efectos de este manual, se ha modificado el método original considerando además de la recarga natural por lluvia, la recarga artificial debida a la propia descarga contaminante".

El método combina, mediante un esquema de rating o puntaje, cuatro factores relevantes que determinan o influyen en la rapidez con la que una determinada sustancia alcanza el acuífero, suponiendo una infiltración desde un sector en la superficie o cercano a ella. Dichos factores son:

1. Capacidad de campo efectiva del suelo (ocupado por organismos vegetales), atravesado por el contaminante.

2. Monto de la recarga natural al acuífero, dada por la precipitación efectiva, y de la recarga artificial dada por la infiltración misma.

3. Litología, es decir el tipo de sedimentos o rocas presentes en la zona no saturada, atravesada por el contaminante.

4. Espesor de la zona no saturada atravesada por el contaminante antes de alcanzar el acuífero.

A cada uno de estos factores se les asocia un puntaje, los cuales ponderados y sumados entre sí, dan como resultado un valor que se traduce en vulnerabilidad".

"La Vulnerabilidad de un acuífero es inversamente proporcional a la Efectividad de Protección Generalizada, esta relación se presenta en el Cuadro del Manual (propia del método BGR), en la cual además se presenta el tiempo de residencia aproximado en el suelo y subsuelo para cada categoría de Vulnerabilidad".

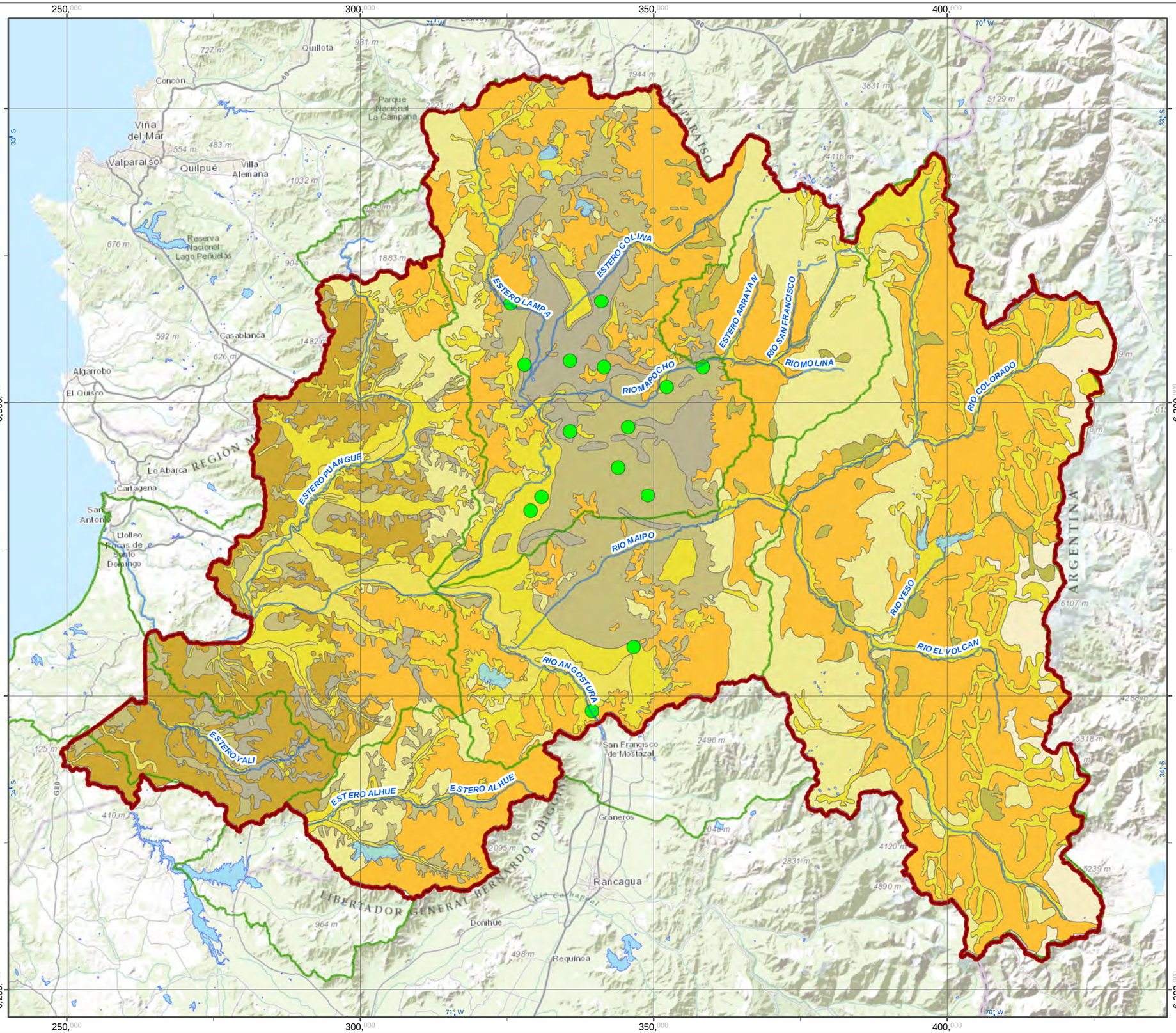
CUADRO 6.4.3.9-1
CLASES DE EFECTIVIDAD GENERALIZADA DE PROTECCIÓN Y VULNERABILIDAD ASOCIADA

P_t, número total de puntos	**Efectividad generalizada de protección**	**Vulnerabilidad asociada, estimada, del acuífero ante emisiones**	**Tiempo de residencia aproximado en el suelo y subsuelo sobre el acuífero**
≥4.000	Muy alta	Baja	> 25 años
2.000 – 3.999	Alta		10 – 25 años
1.000 – 1.999	Moderada	Media	3 – 10 años
500 – 999	Baja	Alta	Varios meses a 3 años
≤ 499	Muy baja		Unos pocos días a 1 año

Fuente: Tabla Nº4.5 Manual para la Aplicación del Concepto de Vulnerabilidad de Acuíferos Establecido en la Norma de Emisión de Residuos Líquidos a Aguas Subterráneas.

La información proporcionada por la Unidad de Medio Ambiente de la DGA Región Metropolitana, relativas a la determinación de la Vulnerabilidad de Acuíferos, mediante Resolución, se presenta en el Cuadro 6.4.3.9-2 y se encuentra en el Anexo 6-7.

Si la Vulnerabilidad del acuífero es Alta, sólo se podrá disponer residuos líquidos mediante infiltración, cuando la emisión sea de igual o mejor calidad que la del contenido natural del acuífero. Además se diferencian los límites máximos permitidos para descargar residuos líquidos en condiciones de Vulnerabilidad Media y en condiciones de Vulnerabilidad Baja.

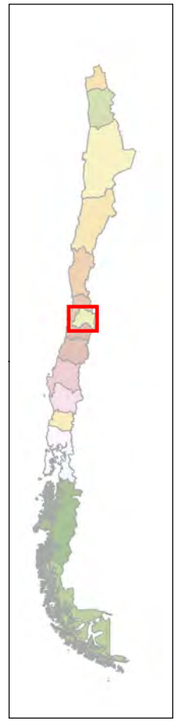


SIMBOLOGÍA

- Límite Regional RM
- Límites Sub Cuencas
- Lagos, Lagunas, Embalses
- Hidrografía Principal
- Red de Calidad Subt. vigente

Clasificación Vulnerabilidad

- Alta en depósitos no consolidados
- Baja en depósitos no consolidados
- Baja-Moderada en rocas granítica del Pzo-Jr
- Baja-Nula en rocas
- Moderada a Alta en depósitos de Remosión en Masa
- Moderada a Alta en rocas volcánicas del Cuaternari
- Moderada en depósitos no consolidados
- Moderada-Baja en rocas volcs y seds del Jr-Mioceno
- Muy Alta en depósitos no consolidados
- Muy Baja en depósitos no consolidados



ARRAU Ingeniería E.I.R.L.

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
Región Metropolitana

SISTEMA DE INFORMACIÓN TERRITORIAL

DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

VULNERABILIDAD DE ACUÍFEROS

Fuente Cartográfica: Instituto Geográfico Militar, 2009 Cartografía Regular, 1:250.000 Fuente Temática: DGA	ESCALA 1:650,000 0 2.5 5 10 15 20 Km	Directora Regional Carmen Herrera Indo Inspector Fiscal Francisco Salazar Aragón
Referencia Cartográfica: Proyección UTM DATUM WGS84 HUSO 19 Sur	Fecha: Noviembre 2015	*FIGURA 6.4.3.9-1*

CUADRO 6.4.3.9-2
VULNERABILIDAD DE ACUÍFEROS REGIÓN METROPOLITANA

Nº Res.	Punto de Descarga UTM (Datum WGS 84)		Obra	Profundidad Nivel Freático (m)	Volumen máximo de Agua a Infiltrar (m³ anuales)	Vulnerabilidad	Peticionario	Comuna	Provincia
	Norte	Este							
369/2010	6.334.955	320.515	Piscina de 840 m²	No determinada	7.200	Alta	Empresa Sociedad Elaboradora de Aceitunas APROACEN	Tiltil	Chacabuco
1.385/2009	6.275.480	321.375	Pozo de Infiltración, con una profundidad máxima de 1 m	8,26	1.000	Media	FAMAE	Talagante	Talagante
2.548/2011	6.261.711	338.812	Dren de Infiltración de 1.975,2 m²	59	250.000	Moderada	Diana Naturals Chile S.A.	Buin	Maipo
	6.261.708	338.848							
	6.261.665	338.808							
	6.261.662	338.844							
3.434/2013	6.259.635	338.060	Dren de Infiltración de 2,0 m de ancho, por 100 m de largo y una profundidad de 3,0 m	83,00	1.456	Baja	Carnes Paine Ltda.	Paine	Maipo
	6.259.619	338.211							
	6.259.630	338.060							
	6.259.614	338.210							
370/2010	6.289.170	337.450	Zanja de Infiltración de 200 m²	49,5	660	Alta	COPEC	Maipú	Santiago
371/2010	6.333.837	329.322	Zanja de Infiltración de 240 m²	21,2	4.943	Baja	Empresa Agrícola y Frutera Curacaví S.A.	Tiltil	Chacabuco
1.148/2010	6.288.375	339.189	Dren de Infiltración de 6 m²	76	3.744	Baja	Melón-Áridos	San Bernardo	Maipo

Fuente: Elaboración propia, a partir de información proporcionada por la Unidad de Medio Ambiente DGA-RM, 2015.

6.4.4. Fuentes Emisoras

6.4.4.1. Aspectos Generales

La contaminación de las aguas superficiales y subterráneas se puede producir por efecto de una fuente puntual o difusa. La contaminación puntual es producida por una única fuente claramente identificable y localizada, mientras que la contaminación difusa o no puntual puede ser generada por muchas fuentes difíciles de identificar, cuantificar y regular, las cuales se asocian por ejemplo: a la escorrentía superficial de contaminantes en pasivos mineros; al efecto de fertilizantes y plaguicidas en zonas agrícolas; así como también a la contaminación que se dispersa en centros urbanos por la escorrentía, destacándose la presencia de líquidos lixiviados de cementerios, efluentes de sistemas sépticos; percolados de vertederos, filtración de alcantarillados y otros.

En Chile existen normas que regulan la calidad de las aguas residuales provenientes de fuentes emisoras puntuales que descargan sobre cuerpos de aguas superficiales marinas y continentales y también sobre aguas subterráneas. Hasta el año 2012 la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) era la entidad que se encargaba de llevar el catastro sobre el cumplimiento de estas normas, a partir de esta fecha la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) asume el control de RILes no vinculados a prestaciones sanitarias, sin embargo para mantener la recepción de los autocontroles de los establecimientos industriales, la SISS continúa recibiendo dicha información y reporta los antecedentes a la SMA, dentro del marco de un convenio de encomendación suscrito entre ambas Superintendencias.

Las normas aplicables a fuentes emisoras puntuales corresponden a las siguientes:

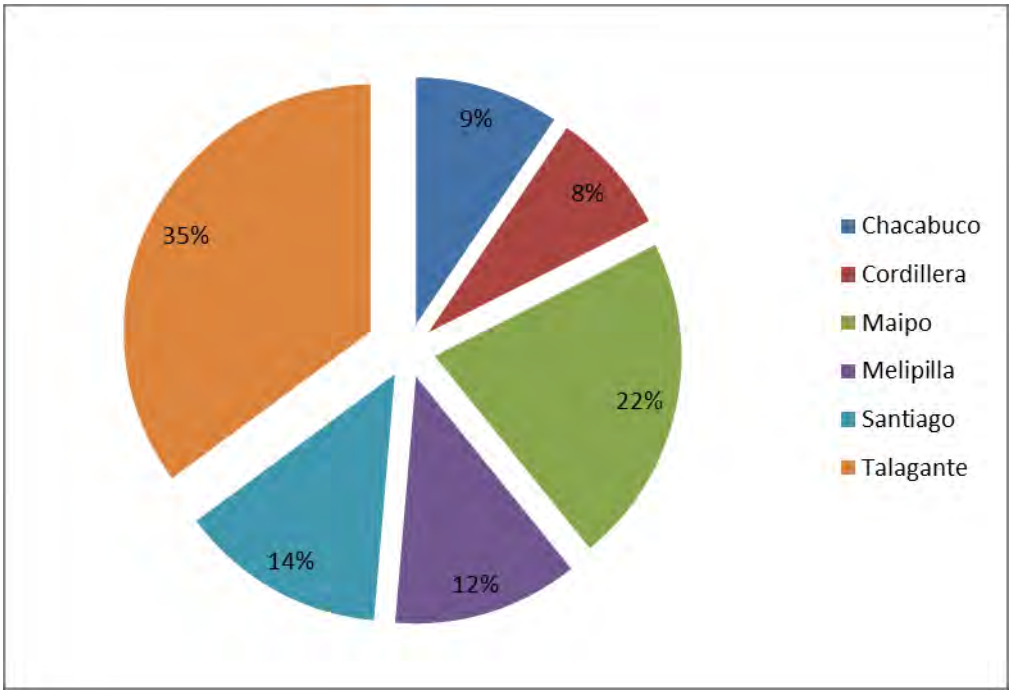
- Norma DS SEGPRES Nº90/00 regula las descargas de aguas residuales a cursos superficiales continentales y marinos.
- Norma DS SEGPRES Nº 46/02 regula las descargas de aguas residuales que se disponen mediante obras de infiltración hacia cursos subterráneos.
- Norma DS MOP Nº 609/98 regula las descargas de riles a sistemas públicos de alcantarillado

6.4.4.2. Fuentes Emisoras a Aguas Superficiales

Según el último catastro disponible de la SISS, con fecha 17 de mayo de 2013 en la Región Metropolitana se registran 74 fuentes emisoras con descargas a aguas superficiales reguladas por el DS Nº90 (Cuadro en Anexo 6-8).

En la Figura 6.4.4.2-1 se expresa en forma de porcentaje por provincia la cantidad de fuentes emisoras registradas en el catastro de la SISS, en este sentido la provincia con mayor cantidad de establecimientos con descargas a cursos superficiales es Talagante, con un total de 26 establecimientos catastrados.

FIGURA 6.4.4.2-1
PORCENTAJE DE
FUENTES EMISORAS A AGUAS SUPERFICIALES POR PROVINCIA



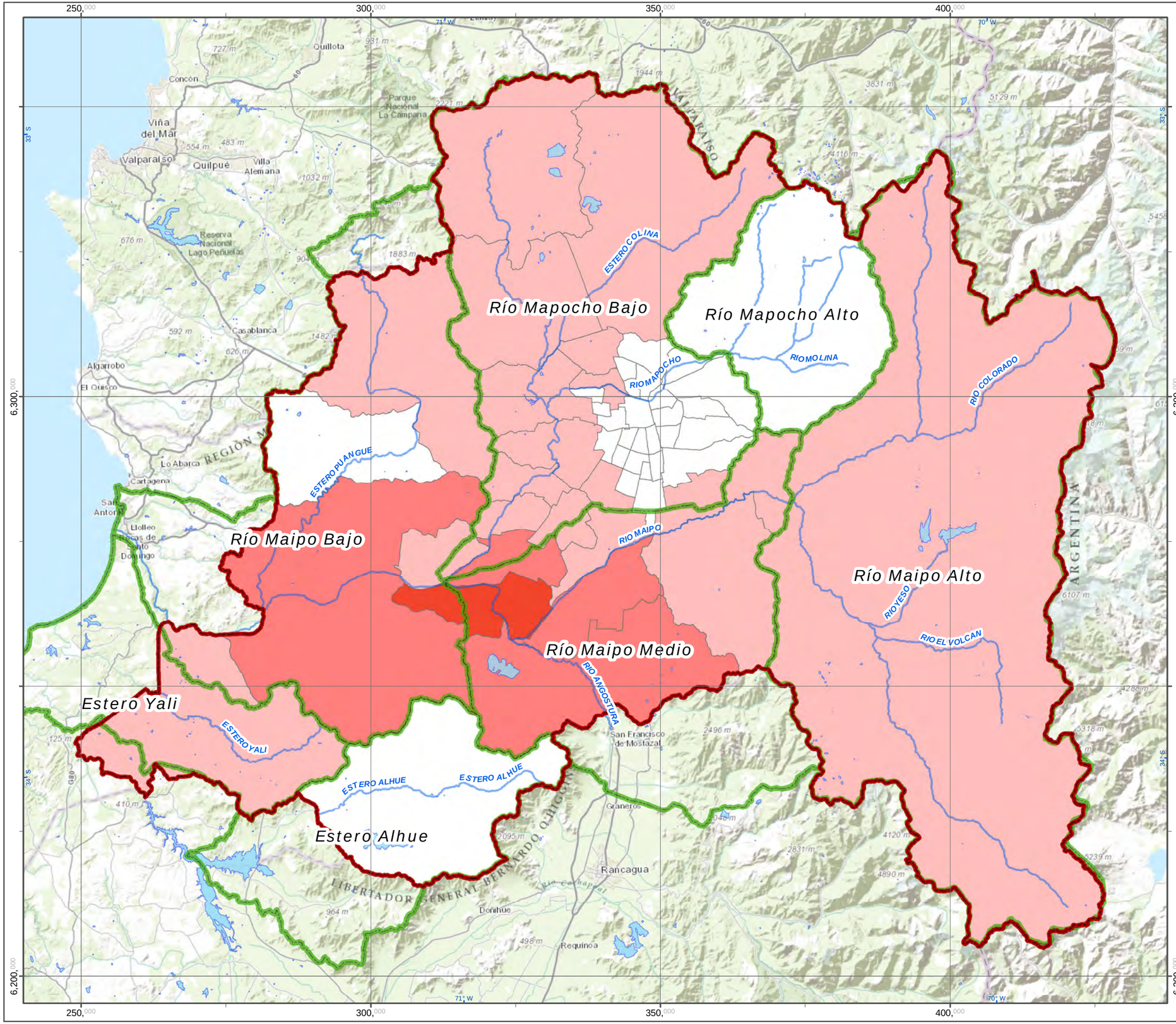
Fuente: Elaboración Propia, a partir del Catastro DS Nº 90/00 de la SISS 2013.

Para lograr una visualización de esta información a nivel comunal se presenta la Figura 6.4.4.2-2 que despliega el catastro de fuentes emisoras a aguas superficiales, por comunas de la Región Metropolitana.

A modo de simplificar la información contenida en el catastro se agruparon en rangos las cantidades de establecimientos identificados, yendo de 0 (comuna sin fuentes identificadas) a 4 (más de 15 fuentes) utilizando una paleta de colores en degradé, de colores desde más claro a más oscuro. Los rangos utilizados para la cartografía fueron los siguientes:

Nº de Fuente	Rango
0	0
1-5	1
6-10	2
11-15	3
15 y mas	4

Las comunas de la Región Metropolitana que evidencian mayor cantidad de fuentes de emisión son las comunas de Isla de Maipo, Talagante, Melipilla, Buin y Paine, todas ellas comunas con fuerte desarrollo agrícola.



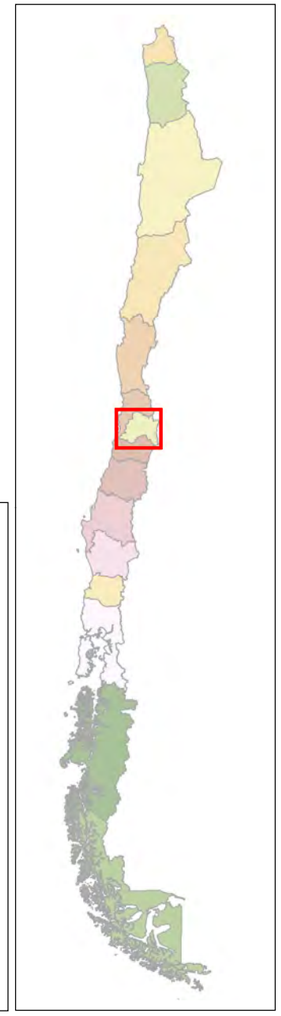
N
W E
S

SIMBOLOGÍA

Fuentes Emisoras

Rango segun cantidad de fuentes

- 0 sin fuente emisora
- 1-5 bajo
- >5-10 medio
- >10-15 alto
- >15 muy alto
- Límites Sub Cuencas
- Hidrografía Principal
- Lagos, Lagunas, Embalses
- Límite Regional RM



ARRAU Ingeniería E.I.R.L.

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
Región Metropolitana

SISTEMA DE INFORMACIÓN TERRITORIAL

DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

CANTIDAD DE FUENTES EMISORAS A AGUAS SUPERFICIALES, POR COMUNA

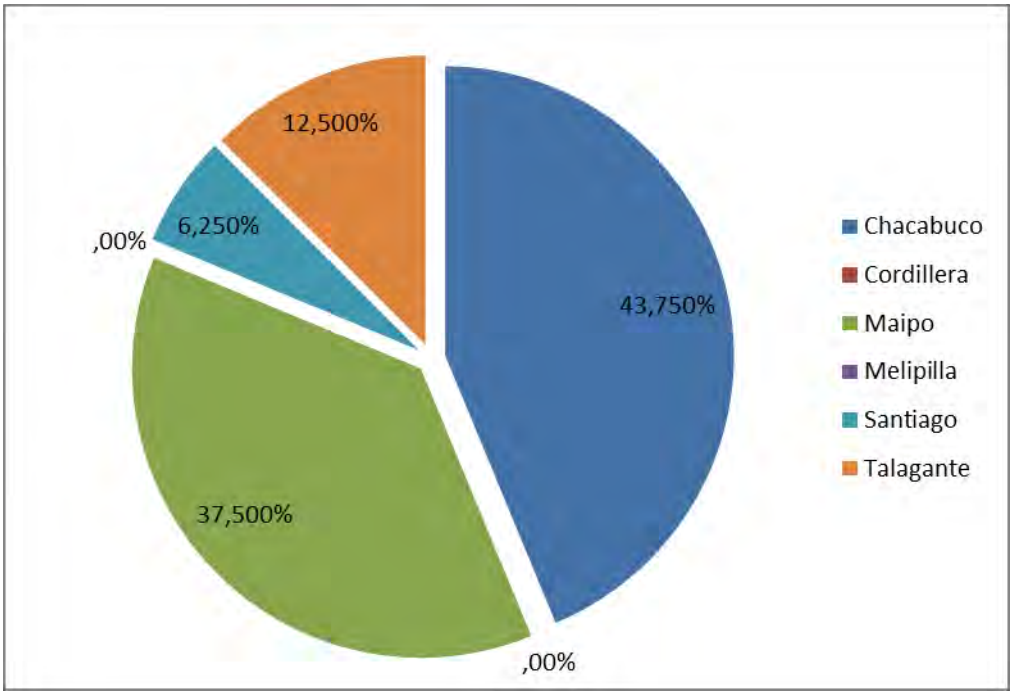
Fuente Cartográfica: Instituto Geográfico Militar, 2009 Cartografía Regular, 1:250.000 Fuente Temática: E-SIIR CNR	ESCALA 1:650,000 0 2.5 5 10 15 20 Km	Directora Regional Carmen Herrera Indo Inspector Fiscal Francisco Salazar Aragón
Referencia Cartográfica: Proyección UTM DATUM WGS84 HUSO 19 Sur	Fecha: Noviembre 2015	*FIGURA 6.4.4.2-2*

6.4.4.3. Fuentes Emisoras a Aguas Subterráneas

Según el catastro de la SISS, con fecha 17 de mayo de 2013 en la Región Metropolitana se registran 16 fuentes emisoras de riles con descargas a aguas subterráneas normadas por el DS Nº46 (Cuadro en Anexo 6-9).

En la Figura 6.4.4.3-1 se expresa en forma de porcentaje por provincia la cantidad de fuentes emisoras registradas en el catastro de la SISS. En este sentido, las provincias con mayor cantidad de establecimientos con descargas a cursos subterráneos son Chacabuco y Maipo con un total de 7 y 6 establecimientos catastrados respectivamente.

FIGURA 6.4.4.3-1
PORCENTAJE DE
FUENTES EMISORAS A AGUAS SUBTERRÁNEAS POR PROVINCIA



Fuente: Elaboración Propia, a partir del Catastro DS Nº 46/02 de la SISS 2013.

Para lograr la visualización de esta información a nivel comunal se presenta la Figura 6.4.4.3-2 que despliega el catastro de fuentes emisoras a aguas subterráneas, por comunas de la Región Metropolitana. Se utiliza la misma paleta de colores que se describió anteriormente, para simplificar la información contenida en el catastro y lograr visualizarla.

250,000 300,000 350,000 400,000

6,300,000 6,200,000

33° S 34° S

71° W 70° W

Río Mapocho Bajo

Río Mapocho Alto

Río Maipo Bajo

Río Maipo Medio

Río Maipo Alto

Estero Yali

Estero Alhue

ESTERO COLINA

RIO MAPOCHO

RIO MOLINA

RIO COLORADO

ESTERO PUANGUE

RIO MAIPO

RIO YESO

RIO EL VOLCAN

RIO ANGOSTURA

ESTERO YALI

ESTERO ALHUE

Quillota · Concón · Viña del Mar · Valparaíso · Quilpué · Villa Alemana · Reserva Nacional Lago Peñuelas · Parque Nacional La Campana · Casablanca · Algarrobo · El Quisco · Cartagena · San Antonio · Llolleo · Rocas de Santo Domingo · Lo Abarca · San Francisco de Mostazal · Graneros · Rancagua · Doñihue · Requínoa · REGIÓN M · LIBERTADOR GENERAL BERNARDO O'HIGGINS · ARGENTINA · VALPARAISO

N W E S

SIMBOLOGÍA

Fuentes Emisoras

Rango segun cantidad de fuentes

- 0
- 1-5 bajo
- >5-10 medio
- >10-15 alto
- >15 muy alto
- Límites Sub Cuencas
- Hidrografía Principal
- Lagos, Lagunas, Embalses
- Límite Regional RM

ARRAU Ingeniería E.I.R.L.

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
Región Metropolitana

SISTEMA DE INFORMACIÓN TERRITORIAL

DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

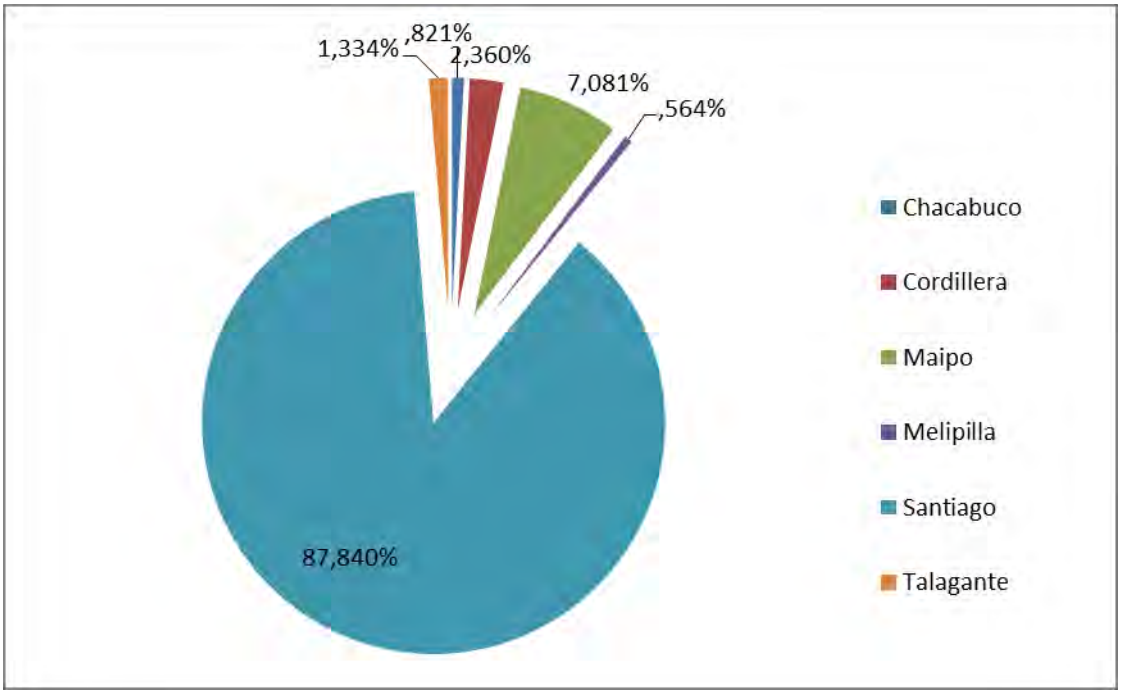
CANTIDAD DE FUENTES EMISORAS A AGUAS SUBTERRÁNEAS, POR COMUNA

Fuente Cartográfica: Instituto Geográfico Militar, 2009 Cartografía Regular, 1:250.000 Fuente Temática: E-SIIR CNR	ESCALA 1:650,000 0 2.5 5 10 15 20 Km	Directora Regional Carmen Herrera Indo Inspector Fiscal Francisco Salazar Aragón
Referencia Cartográfica: Proyección UTM DATUM WGS84 HUSO 19 Sur	Fecha: Noviembre 2015	*FIGURA 6.4.4.3-2*

6.4.4.4. Fuentes Emisoras a Alcantarillado

Según el Catastro de la SISS en la Región Metropolitana se registran 1.949 disposiciones al alcantarillado público reguladas por el DS Nº 609 (Cuadro en Anexo 6-10). De estas fuentes el 88% se concentra en la provincia de Santiago, tal como se muestra en la Figura 6.4.4.4-1

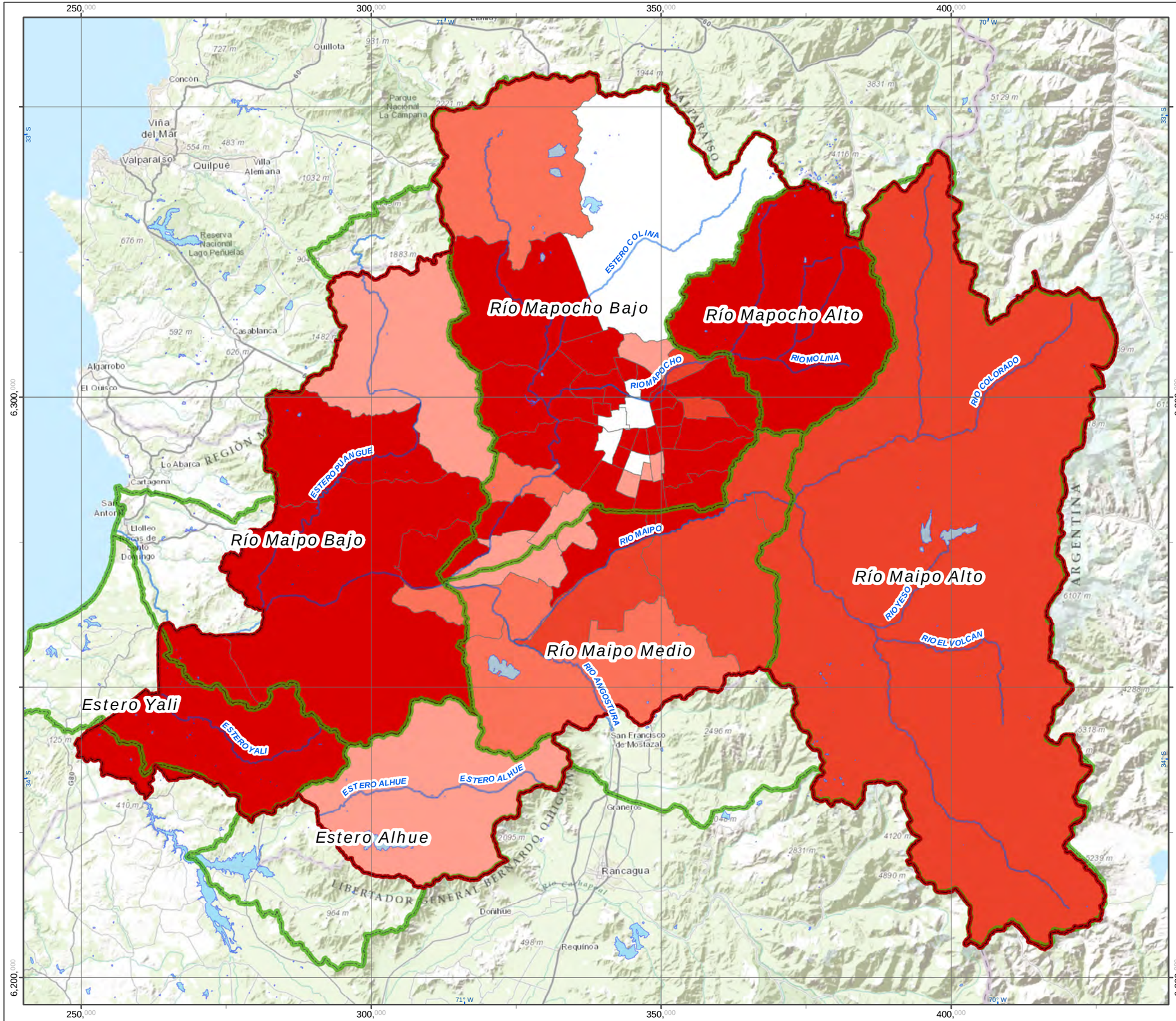
FIGURA 6.4.4.4-1
PORCENTAJE DE FUENTES EMISORAS A ALCANTARILLADO POR PROVINCIA



Fuente: Elaboración Propia, a partir del Catastro DS Nº 609/98 de la SISS 2013.

Para lograr la visualización de esta información a nivel comunal se presenta la Figura 6.4.4.4-2 que despliega el catastro de fuentes emisoras al alcantarillado público, por comunas de la Región Metropolitana. Nuevamente se utiliza la misma paleta de colores que se describió anteriormente para simplificar la información contenida en el catastro y lograr visualizar claramente las comunas donde se concentran la mayor cantidad de fuentes emisoras.

La Provincia de Santiago es la que dispone mayor cantidad de RILes al alcantarillado público siendo las comunas de Santiago (153), Las Condes (143), Maipú (137), San Bernardo (116), Providencia (111), Quilicura (111) y Cerrillos (103) las que registran mayor cantidad de establecimientos normados por el DS Nº 609.



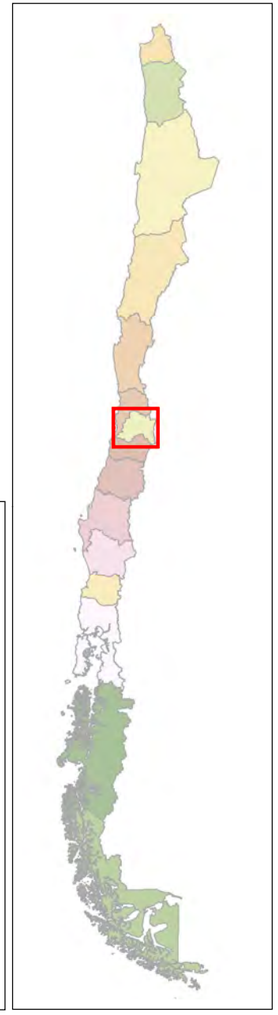
N
W E
S

SIMBOLOGÍA

Fuentes Emisoras

Rango segun cantidad de fuentes

- 0 sin fuente emisora
- 1-5 bajo
- >5-10 medio
- >10-15 alto
- >15 muy alto
- Límites Sub Cuencas
- Hidrografía Principal
- Lagos, Lagunas, Embalses
- Límite Regional RM



ARRAU Ingeniería E.I.R.L.

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
Región Metropolitana

SISTEMA DE INFORMACIÓN TERRITORIAL

DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

CANTIDAD DE FUENTES EMISORAS A ALCANTARILLADO, POR COMUNA

Fuente Cartográfica: Instituto Geográfico Militar, 2009 Cartografía Regular, 1:250.000 Fuente Temática: E-SIIR CNR	ESCALA 1:650,000 0 2.5 5 10 15 20 Km	Directora Regional Carmen Herrera Indo Inspector Fiscal Francisco Salazar Aragón
Referencia Cartográfica: Proyección UTM DATUM WGS84 HUSO 19 Sur	Fecha: Noviembre 2015	*FIGURA 6.4.4.4-2*

6.5. CONCLUSIONES

A modo general, es posible concluir lo siguiente:

- El proceso de implementación de la Norma Secundaria de Calidad Ambiental está en curso y el éxito de ésta dependerá de la acción conjunta de la DGA, el MMA, el SAG y la SMA.

- La red de estaciones de monitoreo de la DGA, por la cual se mantiene el registro del BNA, no permite caracterizar completamente la calidad del agua en el territorio del área en estudio. Esto considerando por una parte que, las estaciones de calidad de aguas subterráneas de la DGA no se encuentran distribuidas por toda la Región, sólo en la zona media de la cuenca, dificultando llevar a cabo un análisis representativito para toda la región; y por otra parte debido a la falta de información de calidad de agua superficial específicamente en subcuenca de Chacabuco, lugar en donde se presenta una única estación de monitoreo (Estación Estero Colina en Compuerta Vargas), sin que esta dé cuenta de los posible efectos de la actividad minera en la parte alta del Estero Lampa.

- La información registrada por la DOH, respecto de los APR no da cuenta de monitoreos de agua cruda, con lo cual la información no resulta de gran utilidad para complementar información en territorios donde no se cuenta con registros de calidad de agua subterránea.

- Del registro de muestreos del BNA, a partir de las estaciones de monitoreo de la DGA, se destaca la dificultad que existe en ciertos parámetros para analizar el cumplimiento de las normas NCh 1.333 y NCh 409/1 of 2005, dado que los límites de detección de parámetros como el Boro, el Cobre, el Mercurio (en este caso para los últimos registros) son mayores que el valor normado como límite superior. Además se reconocen periodos sin registros, por lo cual el universo de muestreos resulta variable entre parámetro y entre estaciones de monitoreo.

- La información respecto de las Resoluciones asociadas a las normas de calidad, como las que determinan Caudales de Dilución y Vulnerabilidad de Acuíferos, no están accesibles al público y el pequeño número de ellas hace suponer que no se encuentra toda la información existente.

- Los parámetros que representan mayor incumplimiento normativo para su uso en Riego (NCh 1.333) en aguas superficiales son: conductividad eléctrica, sulfatos, hierro, aluminio, cobre, manganeso, molibdeno, mercurio, cloruros, arsénico y plomo.

- Los parámetros que representan mayor incumplimiento normativo para su uso en agua potable (NCh 409/1 of 2005) en aguas superficiales son: hierro, manganeso, arsénico, mercurio y pH.

- Los parámetros que representan mayor incumplimiento normativo para su uso de riego (NCh 1.333) en aguas subterráneas y uso riego son: conductividad eléctrica, sulfato, molibdeno, mercurio y manganeso.

- Los parámetros que representan mayor incumplimiento normativo su uso en agua potable (NCh 409/1 of 2005) en aguas subterráneas son: fierro, mercurio y arsénico.

- Si bien los registros del BNA no dan cuenta que se sobrepase la norma para las concentraciones de nitrato de forma recurrente en la Región, existen antecedentes bibliográficos (CCHEN, HSB-05), que señalan que la contaminación de las aguas subterráneas por nitratos resultan un problema común a lo largo de todo el sistema acuífero de Santiago, situación que ha sido asociada por la población local al mal manejo de actividades agrícolas y agroindustriales, en especial en la parte media de la cuenca (Subcuenca Río Maipo Medio en sector hidrogeológico Río Maipo).

- Los efectos que pueden generar las altas concentraciones de los parámetros antes señalados, que sobrepasan la normativa de riego y agua potable (NCh 1.333 y NCh 409/1 of 2005 respectivamente), corresponden principalmente a problemas de crecimiento y disminución de productividad de ciertos cultivos y plantas en general, así como efectos tóxicos importantes en animales y seres humanos, como es el caso de altas concentraciones de mercurio, arsénico y nitratos.

- Las características de calidad de agua en la región responden, en términos generales, a causas naturales y antrópicas. Entre las causas naturales es posible señalar: lixiviación superficial y subterránea de filones de mineralizados, disponibilidad de sulfuros debido al volcanismo en sectores cordilleranos, escorrentía de arcillas (aluminio silicatos), efecto de concentración y/o dilución por tributarios. Respecto de las causas antrópicas que determinan la calidad de agua, se destaca: efecto de actividades mineras, contaminación difusa por ganadería y aguas servidas, aplicación de fertilizantes y plaguicidas, descarga de RILes y extracción de áridos.

- Las fuentes emisoras de contaminación en aguas superficiales y subterráneas, se encuentran en parte supervisadas y caracterizadas por la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), mediante el control de fuentes puntuales de contaminación, presentándose una dificultad para la SISS en lo que respecta a la cuantificación de las fuentes de contaminación difusa y sus efectos en el medio, careciendo en general de instrumentos normativos para su control.

- Las fuentes emisoras de RILes, con descarga a cursos o cuerpos de agua superficiales, se concentran en las subcuencas del Río Maipo Medio y Río Mapocho Bajo, con un 45% y 42% de las fuentes emisoras respectivamente. Por otra parte se destaca que la subcuenca del Río Mapocho Bajo presenta la mayor cantidad de descargas a aguas

subterráneas, manteniendo a su vez el mayor porcentaje (90%) de fuentes emisoras con descargas a alcantarillado público.

- La población local reconoce problemas transversales en la región, los que hacen referencia, principalmente, a la contaminación por disposición de basura domiciliaria en canales de riego y cursos naturales de agua superficial. A su vez, la población da cuenta de problemas locales recurrentes en más de una subcuenca, respondiendo a la percepción que se tiene respecto a los posibles efectos contaminantes en el recurso hídrico por ciertas actividades productivas, entre ellas: actividades mineras, asociadas al aumento de concentraciones de metales pesados (Subcuencas Río Maipo Bajo, Río Maipo Alto y Estero Alhué); actividades en la agroindustria asociadas descargas de purines y RILes (subcuencas Río Mapocho Bajo, Río Maipo Bajo, Río Maipo Medio y Estero Yali); actividades agrícolas asociadas a la aplicación de pesticidas y descargas de residuos orgánicos en cursos de agua (subcuencas Río Mapocho bajo, Río Maipo Bajo, Río Maipo medio y Estero Alhué); entre otras, las cuales en su mayoría requieren ser analizadas puntualmente, ya que los antecedentes de muestreos analizados no resultan decidores para corroborar las percepciones señaladas por la población.

- Respecto a la Vulnerabilidad a la Contaminación de Acuíferos, es posible señalar que la mayor parte de la cuenca en la región corresponde a sectores de Vulnerabilidad Moderada con una distribución espacial heterogénea, mientras las zonas de mayor Vulnerabilidad, corresponden a sectores aledaños a cursos de agua y zonas costeras, destacándose sectores con muy Alta Vulnerabilidad como los valles de los Ríos Maipo, Mapocho, Rapel y Esteros Puangue y Yali.

- Las estaciones de monitoreo de calidad de agua subterránea de la DGA en la subcuenca del Río Mapocho Bajo (en donde se concentra el 80% del total de estaciones) se distribuyen espacialmente de forma heterogénea en sectores con Vulnerabilidad: Baja (3 estaciones), Moderada (8 estaciones) y Alta (2 estaciones), con lo cual es posible inferir que la distribución espacial de las estaciones de monitoreo en esta subcuenca, resultan representativas para caracterizar la calidad de agua subterránea en el sector hidrogeológico Río Maipo Bajo.

CAPÍTULO 7

DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA

7. DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA

7.1. GENERALIDADES

El diagnóstico de la infraestructura de aprovechamiento del agua que se presenta en este capítulo, se divide en 10 grandes categorías:

- Infraestructura de Riego, distribuida espacialmente en las subcuencas de la región con presencia de actividad agrícola.

- Infraestructura de Servicios de Agua Potable, ubicada espacialmente en áreas de concesión en el sector urbano, y distribuida por subcuenca cuando el abastecimiento es por medio de un sistema de Agua Potable Rural (APR).

- Infraestructura de Servicios Sanitarios, ubicada espacialmente en áreas de concesión en el sector urbano, ya que están directamente relacionadas con el servicio de agua potable de dichas concesiones.

- Infraestructura Hidroeléctrica, distribuida espacialmente en las subcuencas en donde existe actividad.

- Infraestructura de Tranques de Relaves, distribuida espacialmente en las subcuencas en donde existe la actividad.

- Infraestructura de Aguas Lluvia, asociada a los centros urbanos existentes en la región. Esta infraestructura no se presenta en términos de subcuenca, porque los planes maestros de aguas lluvias son a nivel comunal, específicamente en los centros urbanos donde se verifica si se cumplen las condiciones para la implementación de un Plan Maestro, por lo que la información no es representativa a nivel de subcuencas.

- Infraestructura de Prevención de Aluviones, asociada al pie andino de la ciudad de Santiago. La infraestructura de aluviones cubre un lugar específico en donde se producen los problemas, generalmente al pie de las montañas, salvaguardando centros urbanos. Estos centros urbanos no tienen relación alguna con la distribución espacial de subcuencas. De hecho si no existiesen estos centros, no existiría la infraestructura, pues no habría nada que proteger. De modo que no resulta adecuado presentar esta infraestructura a nivel de subcuencas.

- Infraestructura de Defensas Fluviales, asociada a su cercanía con centros urbanos. Al igual que la infraestructura de aluviones, no será presentada a nivel de subcuenca porque la distribución de estas estructuras está ligada específicamente a proteger centros urbanos y/o zonas agrícolas.

- Extracciones de áridos, presentes en las riberas de ríos, al igual que la infraestructura de defensas fluviales, se presentarán a nivel de comuna

ya que esta actividad está ligada a la calidad de los materiales a extraer, y cuál será el fin de estos materiales, no teniendo relación alguna la subcuenca en donde se emplaza.

- Infraestructura de Medición, de acuerdo a su distribución espacial en las subcuencas de la Región Metropolitana.

En lo que sigue se presentan detalles del diagnóstico por tema, según lo señalado anteriormente.

7.2. INFRAESTRUCTURA DE RIEGO

7.2.1. Aspectos Generales

La infraestructura de riego se presenta a nivel extrapredial, y se divide en 3 grandes grupos que se indican a continuación:

- Canales, agrupados por cauces principales y/o subcuencas
- Embalses, categorizados en mayores, menores y tranques de regulación nocturna y agrupados por subcuencas
- Captaciones Subterráneas, agrupados por subcuencas (Ver Capítulo 3)

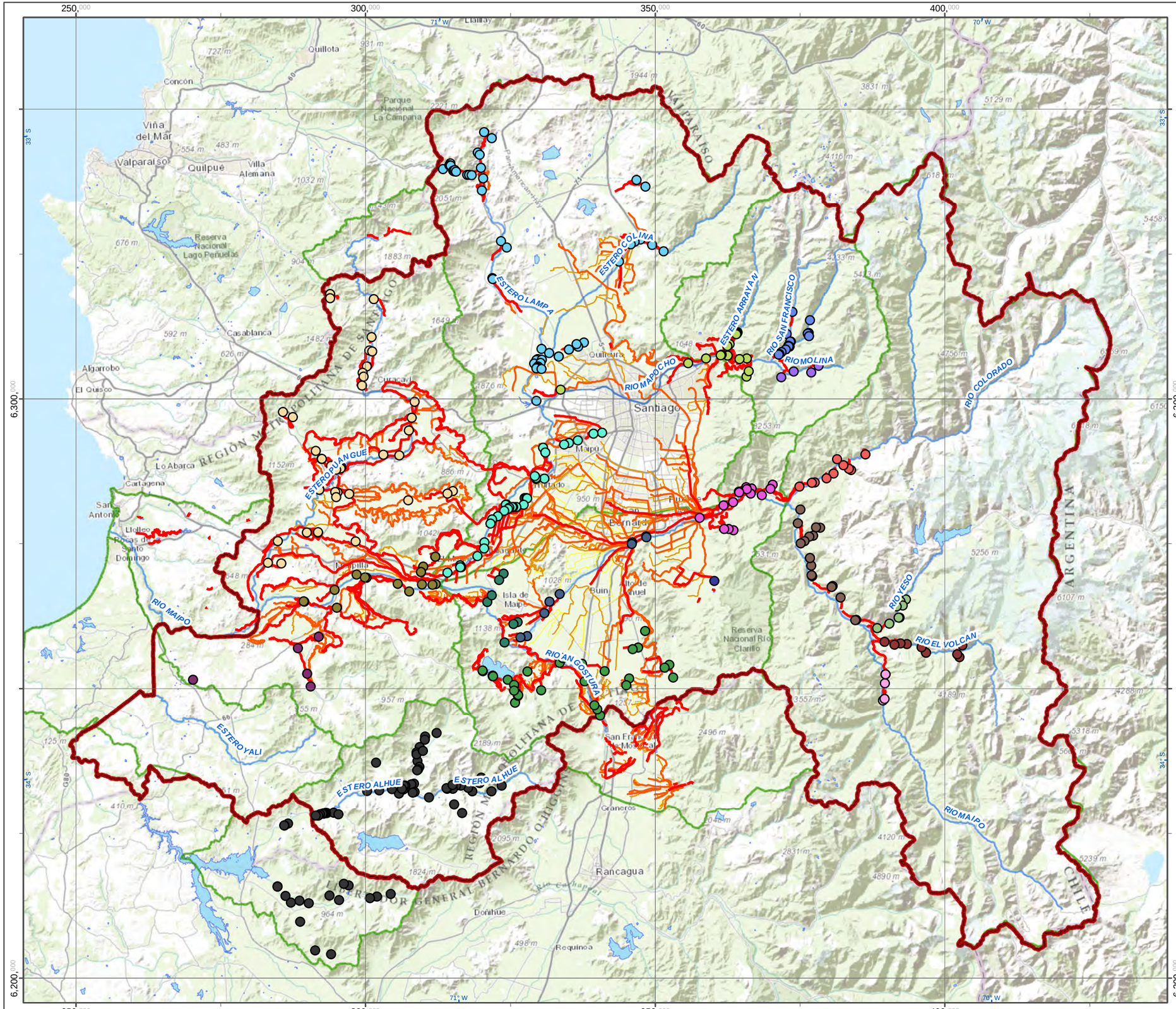
Además, se incluyen aquellos proyectos menores de riego financiados a través de la Ley 18.450. Para esto se dispone de la base de datos de la CNR, la cual reúne 1.239 proyectos aprobados entre los años 1986 y 2013, con su ubicación específica y características generales.

7.2.2. Canales

7.2.2.1. Ubicación y Cobertura

En la Figura 7.2.2.1-1 se presenta la red de canales existente en la Región Metropolitana de acuerdo a la información disponible en el archivo de información geográfica (SIG) en E-SIIR de la CNR y la información disponible en el estudio DGA (DGA 2007, INF-09). Se incluye hasta 4 niveles de división siendo el nivel 1 el canal principal, el nivel 2 un derivado, el nivel 3 un sub-derivado y el nivel 4 un sub-sub-derivado.

Las bocatomas o Canales se han agrupado en 19 tramos principales, para su mejor visualización y entendimiento. En primer lugar se utilizarían sólo Tramos Principales definidos por un río principal y limitadas por la confluencia entre ellos, ej. Río Volcán, Río Yeso, etc., pero finalmente se incluyeron también los esteros Lampa y Puangue debido a su magnitud y extensión. Estos Tramos Principales se presentan ordenados por subcuencas en el Cuadro 7.2.2.1-1. Cabe destacar que sólo el Tramo Principal Mapocho 1 está presente en dos subcuencas.

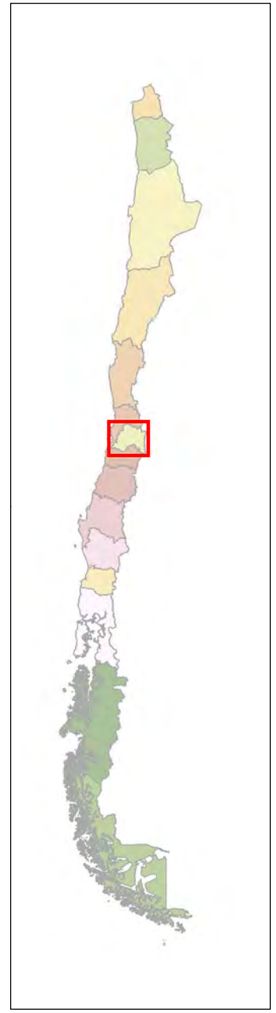


SIMBOLOGÍA

Bocatomas

Tramos principales

- Angostura
- Clarillo
- Colorado
- Estero Lampa
- Estero Pungue
- Maipo
- Maipo 1
- Maipo 2
- Maipo 3
- Maipo 4
- Maipo 5
- Maipo 6
- Mapocho 1
- Mapocho 2
- Molina
- San Francisco
- Volcan
- Yeso
- Alhue
- Canal Nivel 1
- Canal Nivel 2
- Canal Nivel 3
- Canal Nivel 4
- Límite Cuencas
- Lagos, Lagunas, Embalses
- Hidrografía



ARRAU Ingeniería E.I.R.L.

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
División de Estudios y Planificación

SISTEMA DE INFORMACIÓN TERRITORIAL

DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

Ubicación y cobertura de canales

Fuente Cartográfica: Instituto Geografico Militar, 2009 Cartografía Regular, 1:250.000 Fuente Témática: E-SIIR, CNR. (2002)	ESCALA 1:650,000 0 2 4 8 12 16 Km	Jefe División Carmen Herrera Indo Inspector Fiscal Francisco Salazar Aragón
Referencia Cartógrafica: Proyección UTM DATUM WGS84 HUSO 19 Sur	Fecha: Noviembre 2015	*FIGURA 7.2.2.1-1*

CUADRO 7.2.2.1-1
TRAMOS PRINCIPALES

Subcuencas	Tramos Principales	Nº
Río Maipo Alto	Maipo	1
	Yeso	2
	Volcán	3
	Maipo 1	4
	Colorado	5
Río Maipo Medio	Maipo 2	1
	Clarillo	2
	Maipo 3	3
	Angostura	4
	Maipo 4	5
Río Maipo Bajo	Maipo 5	1
	Estero Puangue	2
	Maipo 6	3
Río Mapocho Alto	Molina	1
	San Francisco	2
	Mapocho 1	3
Río Mapocho Bajo	Mapocho 1	1
	Estero Lampa	2
	Mapocho 2	3
Estero Alhué	Estero Alhué	1

Fuente: Elaboración propia.

Existe un total de 366 bocatomas repartidas, tanto por subcuenca como Tramos Principales, de acuerdo a lo indicado en el Cuadro 7.2.2.1-2. El detalle de la fuente, nombre de bocatoma y canal principal se presenta en el Anexo 7-1. Por otra parte, en el Anexo 7-2 se presentan los unifilares de las bocatomas/canales matrices de cada Tramo Principal.

Es importante señalar que poco más del 80% de dicha infraestructura (294 bocatomas) corresponde a la cuenca del Río Maipo y Río Mapocho y el resto a la subcuenca del Estero Alhué. La información disponible en las subcuencas del Estero Yali, no informa sobre canales o bocatomas.

Del Cuadro 7.2.2.1-2 se puede indicar que el 54% bocatomas y canales presentes en la cuenca del río Maipo inician en la 2da sección del Maipo (159 bocatomas). Por otra parte la subcuenca con menor número de bocatomas es la del Río Mapocho Bajo con 87 puntos de captación que corresponden al 30% del total de la cuenca.

Los canales identificados en el estudio de la DGA (DGA 2008, PYP-01) corresponden al 36% del total de la cuenca del río Maipo. De ellos se presenta un diagnóstico en el Acápite 7.2.5. En el Cuadro 7.2.2.1-3 se resumen los canales utilizados en el Plan Director.

CUADRO 7.2.2.1-2
BOCATOMAS Y CANALES POR TRAMOS PRINCIPALES

Tramos Principales	Subcuencas Con Información						Total
	Río Maipo Alto	Río Maipo Bajo	Río Maipo Medio	Río Mapocho Alto	Río Mapocho Bajo	Estero Alhué	
1ra Sección	**51**		**22**				**73**
Clarillo			1				**1**
Colorado	10						**10**
Maipo	5						**5**
Maipo 1	18						**18**
Maipo 2			15				**15**
Maipo 3			6				**6**
Volcán	10						**10**
Yeso	8						**8**
2da Sección			**40**	**32**	**87**		**159**
Angostura			30				**30**
Estero Lampa			0		50		**50**
Maipo 3			3		0		**3**
Maipo 4			7		0		**7**
Mapocho 1				12	4		**16**
Mapocho 2				0	33		**33**
Molina				4			**4**
San Francisco				16			**16**
3ra Sección		**62**					**62**
Estero Puangue		40					**40**
Maipo 5		17					**17**
Maipo 6		5					**5**
Estero Alhué						**72**	**72**
Estero Alhué						72	**72**
Total	**51**	**62**	**62**	**32**	**87**	**72**	**366**

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 7.2.2.1-3
CANALES ASOCIADOS AL SISTEMA DEL RÍO MAIPO
CANALES PRINCIPALES Y SECUNDARIOS

Sección	Número de Canales				Superficie Regada (ha)	Largo Total (km)
	Río	Ribera Norte o Derecha	Ribera Sur o Izquierda	Total		
1	Maipo	5	8	13	>72.850	> 133
2	Maipo	5	8	13	>5.700	> 86
3	Maipo	7	8	15	> 36.600	> 349
	Mapocho	32	34	66	> 37.700	> 288
Total		**49**	**58**	**107**	**> 118.500**	**> 627**

Fuente: Elaborado Usando Información estudio DGA, 2008 (PYP-01).

7.2.2.2. Capacidad

La capacidad del sistema de canales de riego con toma superficial está dada por la capacidad del canal para captar los derechos de aprovechamiento de aguas superficiales permanentes.

La capacidad de los canales es afectada por la acumulación de la basura botada en su mayoría por la gente que habita las zonas urbanas por donde se desarrolla el canal.

7.2.2.3. Conservación

La conservación y mantención de los canales corresponde a sus propios usuarios, para lo cual realizan la limpieza de sus canales una vez al año.

En el caso de que las obras tengan las características suficientes para denominarse Obras Mayores, será deber de la DGA la inspección de éstas de acuerdo al Art. 307, del Código de Aguas. (Ver acápite 11.5).

7.2.2.4. Diagnóstico (Problemas y Deficiencias)

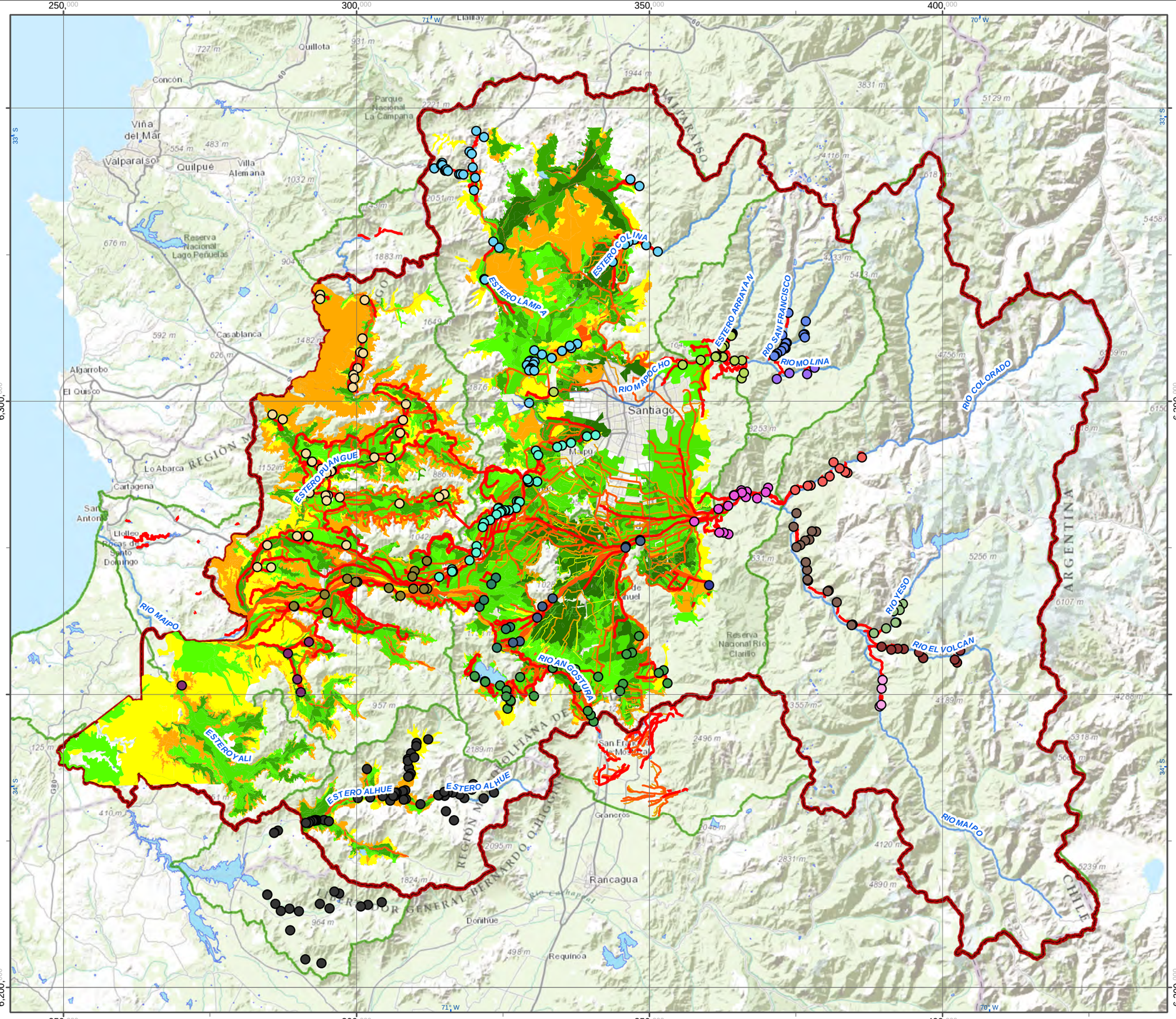
Para realizar un diagnóstico de la cobertura de canales y bocatomas presentes en la región, se consideraron los suelos de acuerdo a sus clases, siendo de la clase I al IV suelos aptos para el uso agrícola y de la clase V a VIII suelos no aptos para dicho uso (Ver Figura 7.2.2.4-1).

En general la mayor parte de los suelos aptos presentan ramificaciones de canales, exceptuando el sector de Chacabuco (esteros Peldehue y Estero Chacabuco y parte del Estero Colina) donde existe una baja densidad y en las subcuencas de Estero Yali y Estero Alhué donde, de acuerdo a la información disponible, no hay registros de canales.

Por otra parte se cuenta con la información del estudio DGA (DGA 2008, PYP-01) referente a los canales utilizados en el modelo MAGIC, donde se indica que la mayoría de estos son antiguos y se encuentran en malas condiciones de mantención, lo que redundaría en altas pérdidas de conducción.

Aunque el estado de los canales se encuentra en malas condiciones tanto desde el punto de vista hidráulico como de eficiencia en el uso del recurso, no es una condición crítica para los usuarios, de acuerdo a lo indicado por el Presidente de la Confederación de Canalistas de Chile, Fernando Peralta Toro, en entrevista realizada para el presente estudio. El problema mayor, enunciado por Fernando Peralta es la acumulación de basura en las zonas urbanas que genera desbordes y problemas de capacidad importantes, lo que fue reafirmado en los talleres, y se denota en los problemas CD-20, MA-30, TG-13 Y ME-7. También se señala el uso de canales como piscinas por medio del embanque del canal.

Otro punto importante es el poco respeto por las servidumbres de paso de los canales, que muchas veces son bloqueados, reducidos e incluso destruidos por los nuevos pobladores, situación mencionada en los problemas CD-1, MA-13, ST-27).



N
W
E

SIMBOLOGÍA

Bocatomas

Tramos principales

- Angostura
- Clarillo
- Colorado
- Estero Lampa
- Estero Pungue
- Maipo
- Maipo 1
- Maipo 2
- Maipo 3
- Maipo 4
- Maipo 5
- Maipo 6
- Mapocho 1
- Mapocho 2
- Molina
- San Francisco
- Volcan
- Yeso
- Alhue

- Canal Nivel 1
- Canal Nivel 2
- Canal Nivel 3
- Canal Nivel 4

Suelo

Capacidad de uso

- I
- II
- II(I)
- III
- III(II)
- III+II
- IV
- IV(VI)
- VI
- VII
- VIII
- Límite Cuencas
- Lagos, Lagunas, Embalses
- Hidrografía



ARRAU Ingeniería E.I.R.L.

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
División de Estudios y Planificación

SISTEMA DE INFORMACIÓN TERRITORIAL

DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

Ubicación de bocatomas y cobertura de clases de suelos aptos y no aptos para uso agrícola

Fuente Cartográfica: Instituto Geografico Militar, 2009 Cartografía Regular, 1:250.000 Fuente Témática: E-SIIR., CNR.	ESCALA 1:650,000 0 2 4 8 12 16 Km	Jefe División Carmen Herrera Indo Inspector Fiscal Francisco Salazar Aragón
Referencia Cartógrafica: Proyección UTM DATUM WGS84 HUSO 19 Sur	Fecha: Noviembre 2015	*FIGURA 7.2.2.4-1*

7.2.2.5. Conclusiones

Del diagnóstico se extrae lo siguiente:

- Corresponde identificar los puntos urbanos donde los canales son afectados por la acumulación de basura y proponer soluciones tales como entubamiento o abovedamiento de ellos.
- Es necesario definir servidumbre de canales y generar medidas legales que protejan el paso de ellos sin que sean afectados por terceros, de esta manera se evitan efectos adversos de los regantes ubicados aguas abajo de los puntos problemáticos.
- Es necesario realizar la actualización de catastro de bocatomas y canales en la cuenca del Río Maipo. También se debe realizar el catastro y demarcado de los canales existentes en la subcuenca del estero Alhué. Respecto a Yali, se desconoce la existencia de canales dado que no se cuenta con información de estudios anteriores ni tampoco fue indicado en los talleres de trabajo de la UTP de Yali.

  Dicho catastro se podría complementar con la definición de tramos revestidos y de tierra, ubicación de entregas u otra obra especial, entre otras cosas, con el fin de estimar pérdidas por conceptos de infiltración, y el grado de eficiencia que se podría aumentar por conceptos de mejoramiento de las obras de conducción.

7.2.3. Embalses y/o Tranques

7.2.3.1. Aspectos Generales

En general, se usa la denominación de embalse a las obras mayores de acumulación y tranques a las obras de acumulación con una capacidad de almacenamiento máxima menor que, en general, es de uso diario o semanal.

7.2.3.2. Ubicación

Según los catastros de embalses realizados en los estudios de la Dirección General de Aguas (DGA 2014, INF-02; DGA 2011, DDA-05 y DGA 2011, INF-03) existe un total de 16 embalses de riego presentados en el Cuadro 7.2.3.2-1.

Los Tranques de Regulación Nocturna: se ubican intrapredialmente, y regulan especialmente el agua no utilizada durante la noche. En el estudio de la DGA (DGA 2011, DDA-05) se realizó un catastro de la ribera izquierda de la primera sección del río Maipo en la cual se identificaron tranques Nocturnos, estos se presentan posteriormente en la Figura 7.2.3.3-1, junto a los demás embalses.

CUADRO 7.2.3.2-1
EMBALSES REGIÓN METROPOLITANA

Subcuenca	Nombre	Comuna	Estado
Estero Yali	Loica	San Pedro	no está en uso
Estero Alhué	El Chilque	Alhué	bueno
Río Maipo Bajo	El Llano	María Pinto	bueno
	El Palqui	San Pedro	malo, no reparado
	Huechún Bajo	Melipilla	malo, no reparado
	Ranchillo	María Pinto	bueno
Río Maipo Medio	El Parrón	Buin	bueno
	Escorial o La Gloria	Paine	regular, no reparado
	Chada	Paine	bueno
Río Mapocho Bajo	Huechún	Tiltil	no está en uso
	La Reina	La Reina	malo
	Lo Ermita	Calera de Tango	bueno
	Reina Norte	Colina	bueno
	Reina Sur	Colina	malo, no reparado
	Rungue	Tiltil	bueno
	Villa Peldehue 2	Colina	regular, no reparado

Fuente: Elaborado Usando Información estudios; DGA, 2014 INF-02; DGA 2011, DDA-05 y DGA, 2014 (INF-03).

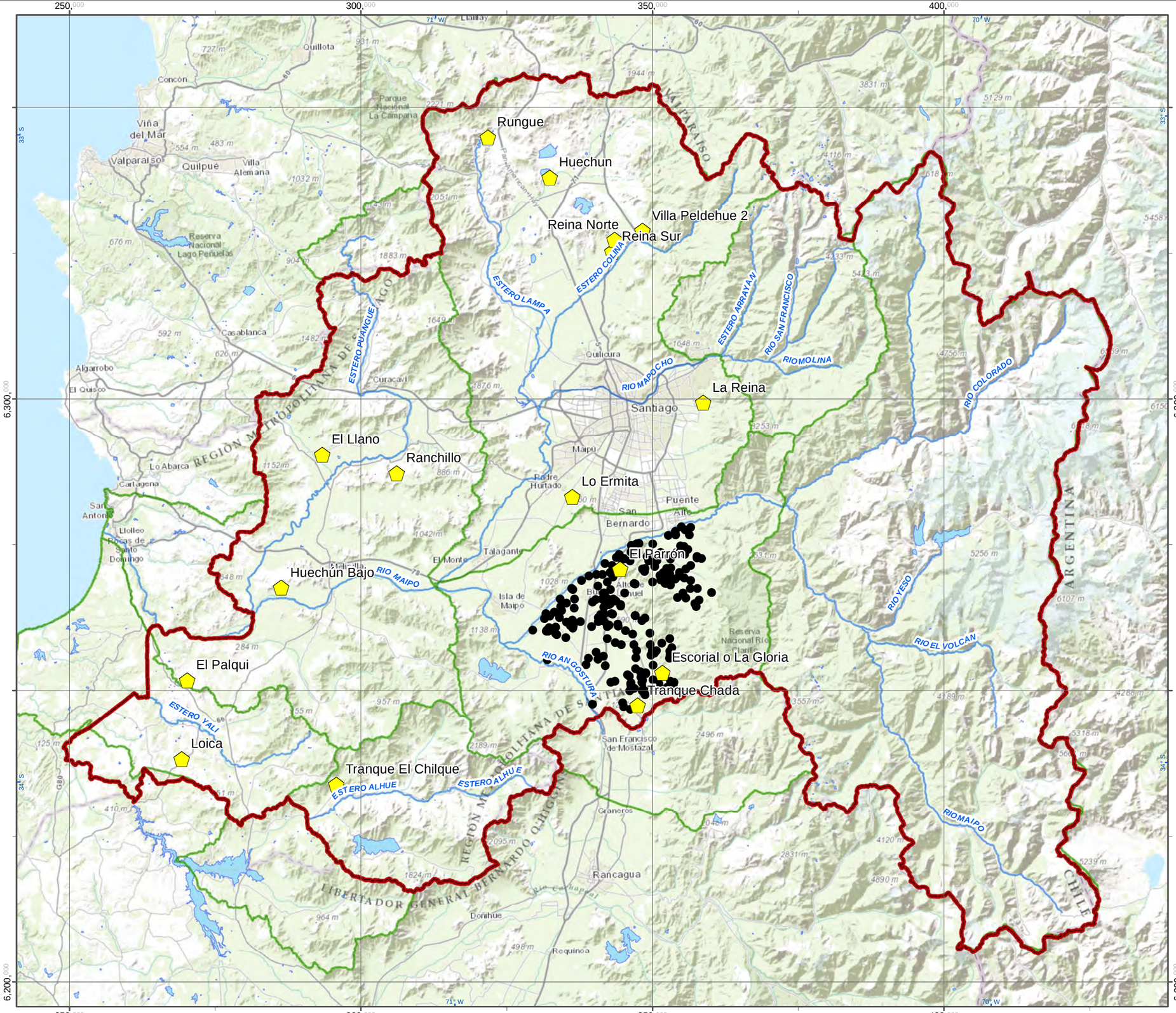
7.2.3.3. Capacidad

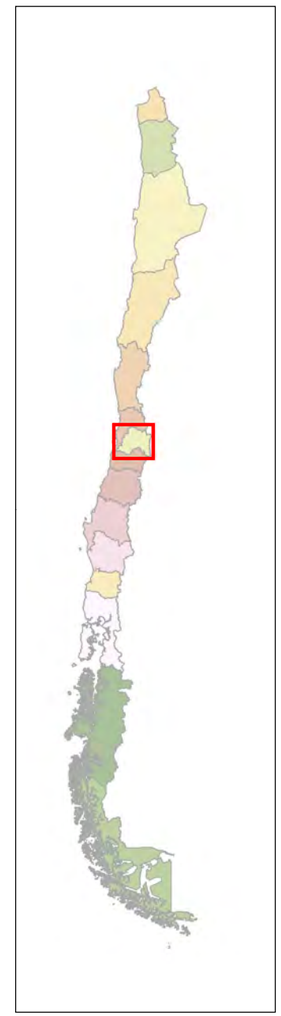
La capacidad de los embalses de riego de los cuales se cuenta con información se presenta desglosada en el Cuadro 7.2.3.3-1, y su ubicación se muestra en la Figura 7.2.3.3-1. La capacidad regional total de agua destinada para riego es de 7,5 hm^3.

CUADRO 7.2.3.3-1
EMBALSES REGIÓN METROPOLITANA

Subcuenca	Nombre	Comuna	Volumen (hm^3)	Altura Muro (m)
Estero Yali	Loica	San Pedro	0,230	9,0
Estero Alhué	El Chilque	Alhué	0,900	10,0
Río Maipo Bajo	El Llano	María Pinto	0,868	3,0
	El Palqui	San Pedro	0,100	14,0
	Huechún Bajo	Melipilla	0,270	7,0
	Ranchillo	María Pinto	0,093	6,0
Río Maipo Medio	El Parrón	Buin	0,008	7,0
	Escorial o La Gloria	Paine	1,473	20,0
	Chada	Paine	1,000	12,0
Río Mapocho Bajo	Huechún	Tiltil	30*	15,4*
	La Reina	La Reina	0,075	3,0
	Lo Ermita	Calera de Tango	0,050	4,0
	Reina Norte	Colina	0,060	5,20
	Reina Sur	Colina	0,008	4,0
	Rungue	Tiltil	2,300	12,0
	Villa Peldehue 2	Colina	0,060	12,0

Nota: * el embalse se encuentra fuera de servicio
Fuente: Elaborado Usando Información estudios DGA (DGA 2011, DDA-05; DGA 2014, INF-02; y DGA 2014, INF-03).





SIMBOLOGÍA

- Embalses
- Tranques Regulacion Nocturna
- Límite Cuencas
- Lagos, Lagunas, Embalses
- Hidrografía

ARRAU Ingeniería E.I.R.L.

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
División de Estudios y Planificación

SISTEMA DE INFORMACIÓN TERRITORIAL

DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

Embalses y Tranques

Fuente Cartográfica: Instituto Geografico Militar, 2009 Cartografía Regular, 1:250.000 Fuente Témática: E-SIIR, CNR. (2002)	ESCALA 1:650,000 0 2 4 8 12 16 Km	Jefe División: Carmen Herrera Indo Inspector Fiscal: Francisco Salazar Aragón
Referencia Cartógrafica: Proyección UTM DATUM WGS84 HUSO 19 Sur	Fecha: Noviembre 2015	*FIGURA 7.2.3.3-1*

Respecto a los tranques de Regulación Nocturna, en el río Maipo se tiene un volumen de regulación nocturna superior a 5,2 hm^3. Por otra parte, en el río Mapocho la regulación nocturna es superior a 5,5 hm^3.

7.2.3.4. Conservación

En la mantención de los embalses se debe tener en cuenta la conservación del muro, su torre de toma y entrega y su obra de seguridad. Para alargar la vida de los embalses se puede realizar la extracción de los materiales depositados en el fondo de éstos, no obstante, a un costo elevado. En el caso de que las obras tengan las características suficientes para denominarse Obras Mayores, será deber de la DGA la inspección de éstas de acuerdo al Art. 307, del Código de Aguas. (Ver acápite 11.5).

7.2.3.5. Diagnóstico y Problemas

Respecto a obras de acumulación se han detectado problemas en los talleres realizados en la comunidad los cuales se indican a continuación:

- Se cuenta con información de 16 embalses en la región de manera oficial, sin embargo, durante los talleres se nombraron otros de interés público como tranque Colonia Kennedy y Tranque Hospital, además de los tranques comunitarios como el Huelquén de los cuales no se cuenta con el registro de sus dimensiones, razón por la cual se hace necesario la realización de un catastro que incluya todos los embalses, con el fin que sea más fácil realizar su fiscalización.

- De los embalses mencionados todos han sido fiscalizados por la DGA, sin embargo, se sugiere que dicha fiscalización sea periodos no mayores a 5 años y luego de eventos de crecidas y/o sismos. También se hace hincapié en que se debe realizar un seguimiento a los embalses que necesitaban reparaciones.

7.2.3.6. Conclusiones

La mayoría de los embalses de riego de la región corresponden a Obras Mayores y por lo tanto, corresponde su inspección a la DGA. Dado que el deterioro o eventual destrucción de estas obras puede afectar a terceros, se recomienda fiscalizar su mantención y operación periódicamente y luego de eventos de crecidas y sismos, para evitar desastres ocasionados por problemas en las obras. Los embalses indicados en el Cuadro 7.2.3.3-1 que no cumplen con las características mínimas para ser obras mayores son Lo Ermita y Reina Sur.

Se debe fomentar de mejor manera la inversión para este tipo de estructuras para ayudar al crecimiento de los pequeños agricultores, en especial de aquellas que corresponden a tranques nocturnos.

Si bien la inversión necesaria para la mantención de este tipo de obras es alta, se estima prudente se realicen inversiones periódicas para evitar que estos

embalses queden en desuso y su deterioro afecte a terceros y/o implique mayores inversiones para reparar y dejar nuevamente operativo.

7.2.4. Captaciones Subterráneas

Respecto a las captaciones subterráneas, de acuerdo a la información del estudio DGA, 2008 (PYP-01) se tienen al menos 1.301 captaciones subterráneas dedicadas a abastecer algunos sectores de riego. En total, estas captaciones tienen derechos por aproximadamente 58 m^3/s. En el Cuadro 7.2.4-1 se presenta un cuadro resumen con la distribución de captaciones subterráneas en la cuenca. Para mayor información revisar Capítulo 4, donde se da mayor detalle.

CUADRO 7.2.4-1
CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA PARA RIEGO

Subcuenca	Pozos	Norias	Drenes	Total
Río Maipo Alto	0	0	0	0
Río Maipo Medio	195	44	28	267
Río Maipo Bajo	718	29	2	749
Río Mapocho Alto	0	0	0	0
Río Mapocho Bajo	212	52	21	285
Total	**1.125**	**125**	**51**	**1.301**

Fuente: Elaborado Usando Información estudio DGA, 2008 (PYP-01)

Cabe destacar que se desconoce el uso de los nuevos pozos construidos desde el 2008 a la fecha por lo que no es posible indicar cuantitativamente la cantidad de pozos actuales destinados al uso agrícola, industrial, de agua potable u otro. Además no se cuenta con un catastro de pozos en las subcuencas de Alhué y Yali.

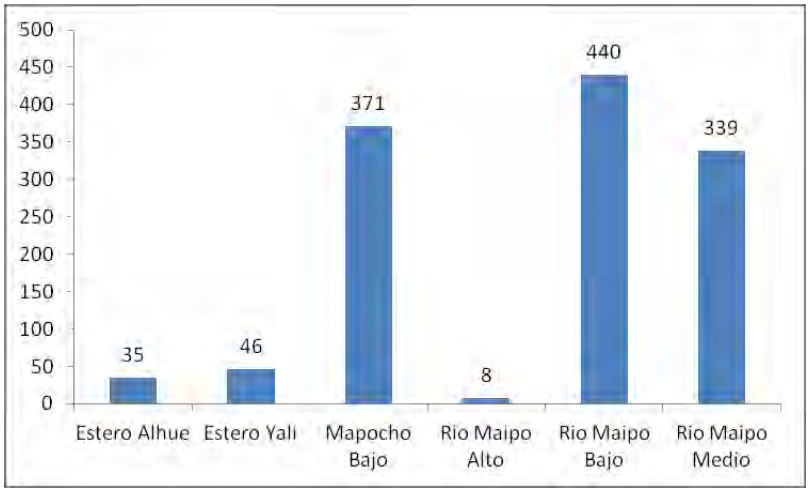
7.2.5. Obras Asociadas a la Ley 18.450

Respecto a los proyectos hechos a través de la Ley 18.450, se muestra en la Figura 7.2.5-1 un resumen a nivel de subcuencas, además en la Figura 7.2.5-2 se observa la distribución de estas obras en la región. Se observa la fuerte dominancia de Río Maipo Bajo y Río Mapocho Bajo, seguido de Río Maipo Medio, lo cual es esperable al concentrar éstas, la mayor parte de los sectores agrícolas de la región. Por su parte, Alhué y Yali presentan una baja cantidad de proyectos, debido probablemente a su menor cantidad de superficie bajo riego.

Respecto de la superficie beneficiada, el Cuadro 7.2.5-1 muestra un resumen a nivel de subcuenca. Como se ve, a nivel regional, la superficie beneficiada asciende a los 147 ha beneficiados, de las cuales la mayor parte (84,7 ha) se encuentran en la subcuenca del Río Maipo Bajo, principalmente en las comunas de Buin y Paine. La segunda subcuenca con mayor cantidad de hectáreas beneficiadas es la del Río Mapocho Bajo, principalmente en las comunas de Colina y Lampa. El número de beneficiarios por hectárea es mayor en la subcuenca del Río Maipo Alto, con 0,3 beneficiarios por m^2, mientras que aquella con menor número de beneficiarios por ha es Yali con 0,004 beneficiarios por m^2.

Respecto a la relación que existe entre el número de proyectos subsidiados bajo la ley de riego y la superficie regable por subcuenca, el Cuadro 7.2.5-2 muestra un indicador de que tan acordes se encuentran estas dos cifras. Se puede desprender de él que la mayor densidad de proyectos se encuentra en la subcuenca del Estero Alhué, mientras que la menor densidad se encuentra en las subcuencas del Río Mapocho Alto y Río Maipo Alto. Cabe destacar que la subcuenca del Río Mapocho alto no cuenta con ninguno de esta clase de proyectos.

FIGURA 7.2.5-1
DISTRIBUCIÓN POR SUBCUENCA DE PROYECTOS APROBADOS POR LA LEY 18.450



Fuente: Elaboración propia a partir de información CNR

CUADRO 7.2.5-1
SUPERFICIE BENEFICIADA Y NÚMERO DE BENEFICIARIOS POR SUBCUENCA

Subcuenca	Superficie Beneficiada (m^2)	Número de Beneficiarios
Estero Alhué	10.265	187
Estero Yali	23.619	103
Río Mapocho Bajo	327.900	4.910
Río Maipo Alto	275	84
Río Maipo Bajo	857.677	4.520
Río Maipo Medio	254.523	3.518
Total	**1.474.259**	**13.322**

Fuente: Elaboración propia a partir de información CNR

De acuerdo con el Cuadro 7.2.5-3, los proyectos más requeridos en la región corresponden a proyectos de riego tecnificado (811 en toda la región) concentrándose en la sub cuenca del Maipo Bajo (317). En segundo lugar le siguen los proyectos de Pozos (208 en toda la región), los que se concentran principalmente en la sub cuenca del Mapocho Bajo (131). Por otro lado, el tipo de proyecto más escaso son las obras de distribución y electrificación por si solas (no asociadas a otro tipo de obras).

CUADRO 7.2.5-2
PROYECTOS LEY DE RIEGO 18.450 POR SUPERFICIE REGABLE POR SUBCUENCA

Subcuenca	Superficie Regable (ha)	Número de proyectos Ley 18.450	Indicador N° de proyectos /Superficie Regable
Estero Alhué	3.005,8	35	0,0116
Estero Yali	7.169,0	46	0,0064
Río Maipo Alto	1.706,9	8	0,0047
Río Maipo Bajo	54.872,1	440	0,0080
Río Maipo Medio	63.706,3	339	0,0053
Río Mapocho Alto	42,3	0	0
Río Mapocho Bajo	51.286,6	371	0,0072
Total	**181.789,0**	**1239**	**0,0068**

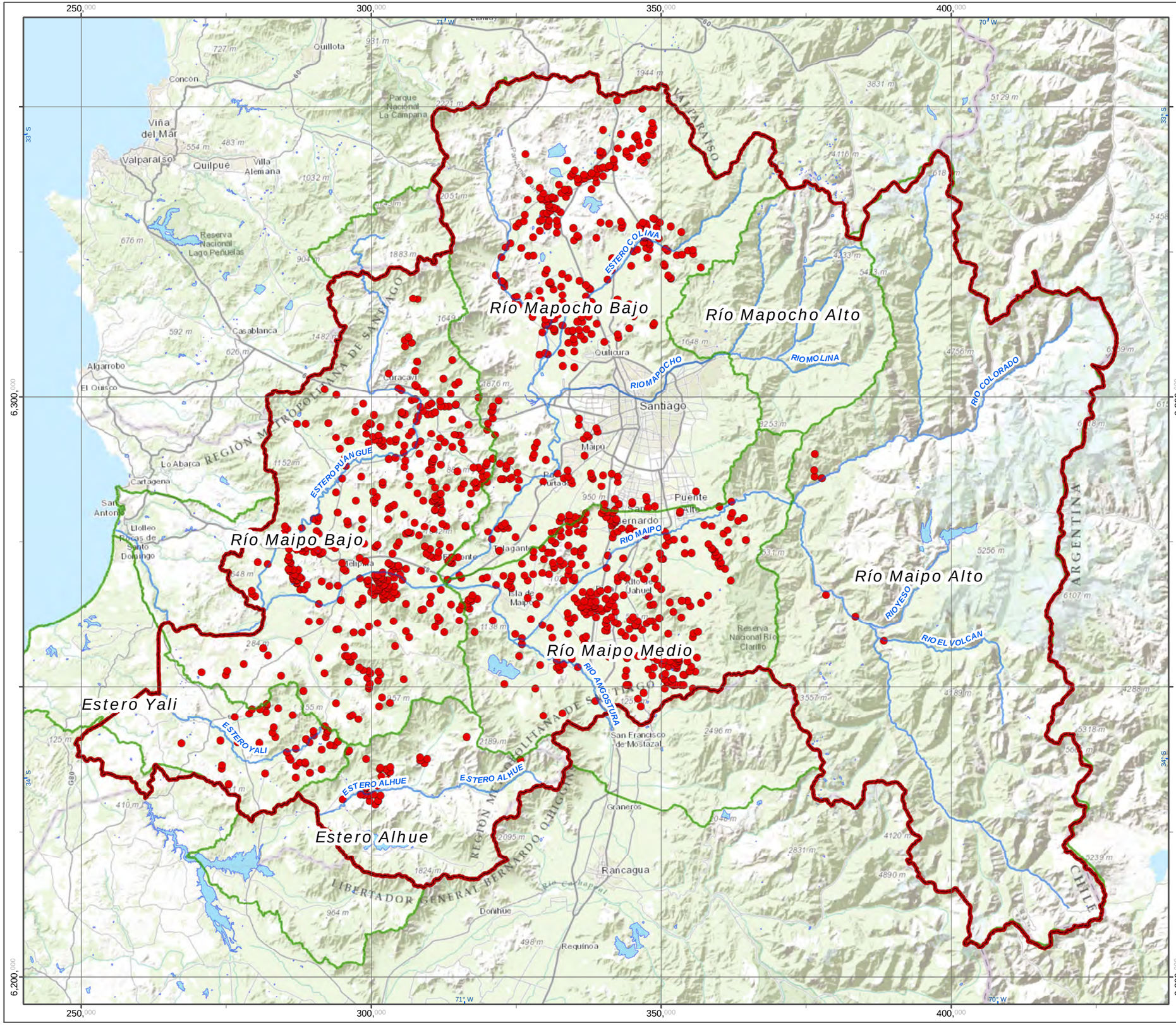
Fuente: Elaboración propia en base a CNR 2014

CUADRO 7.2.5-3
TIPOLOGÍA DE PROYECTOS APROBADOS A NIVEL DE SUBCUENCA

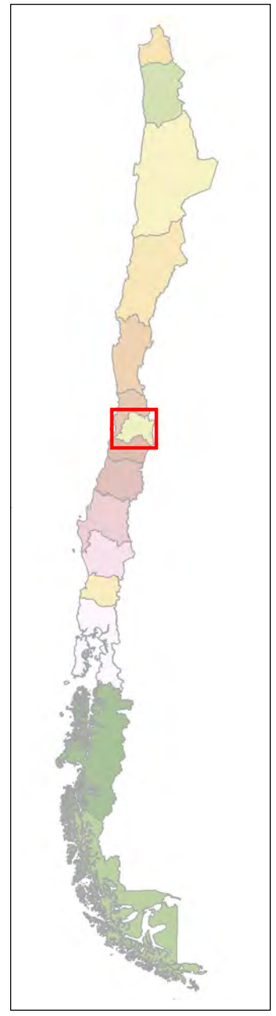
Tipo de Proyecto	Estero Alhué	Estero Yali	Río Mapocho Bajo	Río Maipo Alto	Río Maipo Bajo	Río Maipo Medio	Total
Acumulación	-	1	10	-	12	6	**29**
Canalización	2	-	2	-	10	3	**17**
Captación	-	-	5	2	1	2	**10**
Conducción	2	1	30	1	35	27	**96**
Distribución	-	-	-	-	4	2	**6**
Drenaje	-	2	14	-	5	6	**27**
Electrificación	-	1	3	-	1	1	**6**
Obra Civil	2	-	6	-	8	7	**23**
Pozos	6	7	131	-	45	19	**208**
Riego Tecnificado	23	34	167	5	317	265	**811**
Otros	-	-	3	-	2	1	**6**
Total	**35**	**46**	**371**	**8**	**440**	**339**	**1.239**

Fuente: Elaboración propia a partir de información CNR

Finalmente, si se analiza el seguimiento de los distintos proyectos, puede verse que, tal como lo muestra el Cuadro 7.2.5-4, existe un alto nivel de vigencia (proyectos que aún se encuentran en operación) en todas las subcuencas (todas sobre el 70%), siendo la más baja en la subcuenca del Río Maipo Medio con un 70% de proyectos aprobados que actualmente siguen vigentes. Los proyectos restantes caen en las categorías de "Pendiente", "Abandonado" o "Pagado (pero sin ejecución)". Dentro de la subcuenca del Río Maipo Medio, la comuna con menor porcentaje de vigencia es Talagante con un 52%, que a su vez corresponde a la comuna con menor porcentaje de vigencia de toda la Región Metropolitana. Por otro lado, la subcuenca con mayor porcentaje de proyectos vigentes es Río Maipo Alto, con 88% de sus proyectos vigentes, sin embargo las comunas con mayor porcentaje de vigencia son Pudahuel, San Bernardo, Puente Alto, San Pedro y El Monte, todas con un 100% de vigencia, pero que se encuentran en otras subcuencas.



N
W E
S



SIMBOLOGÍA

- Proyectos Ley de Riego
- Límite Regional RM
- Límites Sub Cuencas
- Lagos, Lagunas, Embalses
- Hidrografía Principal

ARRAU Ingeniería E.I.R.L.

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
Región Metropolitana

SISTEMA DE INFORMACIÓN TERRITORIAL

DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS PROYECTOS DE RIEGO APROBADOS POR LA LEY 18.450

Fuente Cartográfica: Instituto Geográfico Militar, 2009 Cartografía Regular, 1:250.000 Fuente Temática: E-SIIR CNR	ESCALA 1:650,000 0 2.5 5 10 15 20 Km	Directora Regional Carmen Herrera Indo Inspector Fiscal Francisco Salazar Aragón
Referencia Cartográfica: Proyección UTM DATUM WGS84 HUSO 19 Sur	Fecha: Noviembre 2015	*FIGURA 7.2.5-2*

CUADRO 7.2.5-4
VIGENCIA DE LOS PROYECTOS FINANCIADOS POR LA LEY 18.450

Subcuenca	Comuna	Proyectos vigentes (%)
Estero Alhué	Alhué	76
Total Estero Alhué		76
Estero Yali	San Pedro	78
Total Estero Yali		78
Río Mapocho Bajo	Calera de Tango	33
	Colina	88
	El Monte	80
	La Pintana	75
	Lampa	74
	Maipú	90
	Padre Hurtado	77
	Paine	100
	Peñaflor	90
	Pudahuel	100
	Puente Alto	100
	Quilicura	86
	San Bernardo	100
	Talagante	80
	Tiltil	82
Total Río Mapocho Bajo		83
Río Maipo Alto	San José de Maipo	88
Total Río Maipo Alto		88
Río Maipo Bajo	Curacaví	87
	El Monte	63
	Isla de Maipo	93
	María Pinto	66
	Melipilla	66
	Pudahuel	100
	San Pedro	100
Total Río Maipo Bajo		71
Río Maipo Medio	Buin	60
	Calera de Tango	86
	El Monte	100
	Isla de Maipo	61
	Paine	64
	Pirque	85
	Puente Alto	100
	San Bernardo	90
	Talagante	52
Total Río Maipo Medio		**70**

Fuente: Elaboración propia a partir de información CNR

7.3. INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE

7.3.1. Aspectos Generales

En este acápite se presenta la distribución espacial de los sistemas de concesión de agua potable en el sector urbano, teniendo hincapié en las dos empresas de mayor cobertura regional: SMAPA y Aguas Andinas.

Complementario a lo anterior se incluye la ubicación de sistemas de Agua Potable Rural (APR).

7.3.2. Ubicación y Cobertura

El tipo de captación y la cobertura de las empresas sanitarias se presentan en el Cuadro 7.3.2-1. Estas representan el suministro total de aguas en la zona urbana de la región.

CUADRO 7.3.2-1
TIPO DE CAPTACIÓN Y COBERTURA EMPRESAS SANITARIAS
AÑO 2015

Empresa	Abastecimiento		Cobertura
	Subterráneo	Superficial	
A. Ch. Las Quilas	100%	0%	0,04%
A. Ch. Ayres Chicureo	100%	0%	0,11%
A. Ch. Colina Esmeralda	100%	0%	0,91%
A. Colina Valle Sta Elena	100%	0%	0,43%
A. Lampa Est. Colina	100%	0%	0,01%
A. Sn Pedro S. Luis Brisas N.	100%	0%	0,53%
A. Stgo Los Álamos Colina	100%	0%	0,32%
A. Stgo Pan de Azúcar	100%	0%	0,08%
A. Stgo Norte H. Batuco	100%	0%	0,23%
H. Fliares Alto El Manzano	100%	0%	0,57%
BCC Sto Tomas Lampa	100%	0%	0,14%
Fdo. Reina Sur Gl. Navales	100%	0%	0,06%
Novaguas Valle Grande	100%	0%	0,36%
SS La Estación Jardines de	100%	0%	0,00%
Larapinta Ciudad Sat.	100%	0%	0,33%
Llanos del Solar	100%	0%	0,05%
SS Sta. Filomena	100%	0%	0,28%
Sembcorp Sn. Miguel Los Robles	100%	0%	0,01%
Sembcorp Amp V. Alegre Chicureo	100%	0%	0,06%
Sta R. del Peral	0%	100%	0,05%
A. Sn. Pedro Est. Buin	100%	0%	0,13%
M. Norte Ch. Marin Ch. el Alto	100%	0%	0,09%
M. Norte Silos Jazmines	100%	0%	0,10%
M. Norte Sta Julia	100%	0%	0,12%
Leonera La Parva II	0%	100%	0,01%

CUADRO 7.3.2-1
TIPO DE CAPTACIÓN Y COBERTURA EMPRESAS SANITARIAS
AÑO 2015
(Continuación)

Empresa	Abastecimiento		Cobertura
	Subterráneo	Superficial	
A. Las Lilas Fdo. Las Lilas	100%	0%	0,79%
A. Los Dominicos	0%	100%	1,23%
A. Stgo Las Praderas	100%	0%	0,26%
A. Stgo V. escondido	100%	0%	0,03%
A. Stgo amp V. Escondido	100%	0%	0,07%
A. Stgo lo Barnechea	100%	0%	0,35%
A. Stgo Pnte. Lo Prado	100%	0%	0,36%
Cossbo San Borja	100%	0%	0,08%
Izarra Pudahuel	100%	0%	0,13%
Lomas de Lo Aguirre	100%	0%	0,06%
SS Lo Prado	100%	0%	0,34%
Expl. Sanit. Quilicura Lampa	100%	0%	0,44%
SMAPA	100%	0%	10,23%
ESSSI S.A.	100%	0%	0,42%
A. Andinas	20%	80%	62,50%
A. Cordilllera	80%	20%	11,32%
A. Manquehue	57%	43%	6,35%

Fuente: Elaboración propia a partir de Planes de Desarrollo de las Empresas Sanitarias

Se puede observar que la mayoría de las empresas captan sus aguas de manera subterránea (en términos porcentuales) y también, que la mayoría de ellas representa menos del 10% de la cobertura. Entre las empresas SMAPA y el Grupo Aguas Andinas cubren el 90% de la demanda. Es por esta razón que en este informe se presenta en la Figura 7.3.2-1 la infraestructura correspondiente al Grupo Aguas Andinas y SMAPA.

En el Cuadro 7.3.2-2 se indica un resumen de la infraestructura de distribución urbana de las empresas Aguas Andinas y SMAPA, que como se mencionó anteriormente, representan el 90% de la cobertura.

Respecto al sector rural, en la Región Metropolitana hay 104 sistemas de APR. La mayoría son Comités y la minoría son Cooperativas. En el estudio RH-29 del Gobierno Regional (GORE), se identifican 19 sectores semi-concentrados los que deberían constituirse como sistemas de APR, además de 52 comunidades que podrían pasar a ser semi-concentradas, y por lo tanto, son candidatas a ser sistemas de APR.

En el Cuadro 7.3.2-3 se agrupan los sistemas de APR, distribuidos por subcuenca.

CUADRO 7.3.2-2
RESUMEN DE INFRAESTRUCTURA DE DISTRIBUCION AGUA URBANA
GRUPO AGUAS Y SMAPA

Tipo / SubCuenca	Captaciones (unid)	Conduc. No Gravit (km)	Conduc. Gravit (km)	Pozos (unid)	Estanques (unid)	Plantas Producción (unid)	Embalses (unid)
Río Mapocho Alto	0	0	0	52	27	4	1
Río Mapocho Medio	0	0	0	0	0	0	
Río Mapocho Bajo	13	153	7.2	554	245	8	
Río Maipo Alto	3	1.35	0	6	4	0	2
Río Maipo Medio	5	27.1	17	19	22	4	
Río Maipo Bajo	0	2.1	0	15	12	0	
Estero Alhué	0	0	0	0	0	0	
Estero Yali	0	0	0	0	0	0	
Totales	**21**	**183.55**	**24.2**	**506**	**310**	**16**	**3**

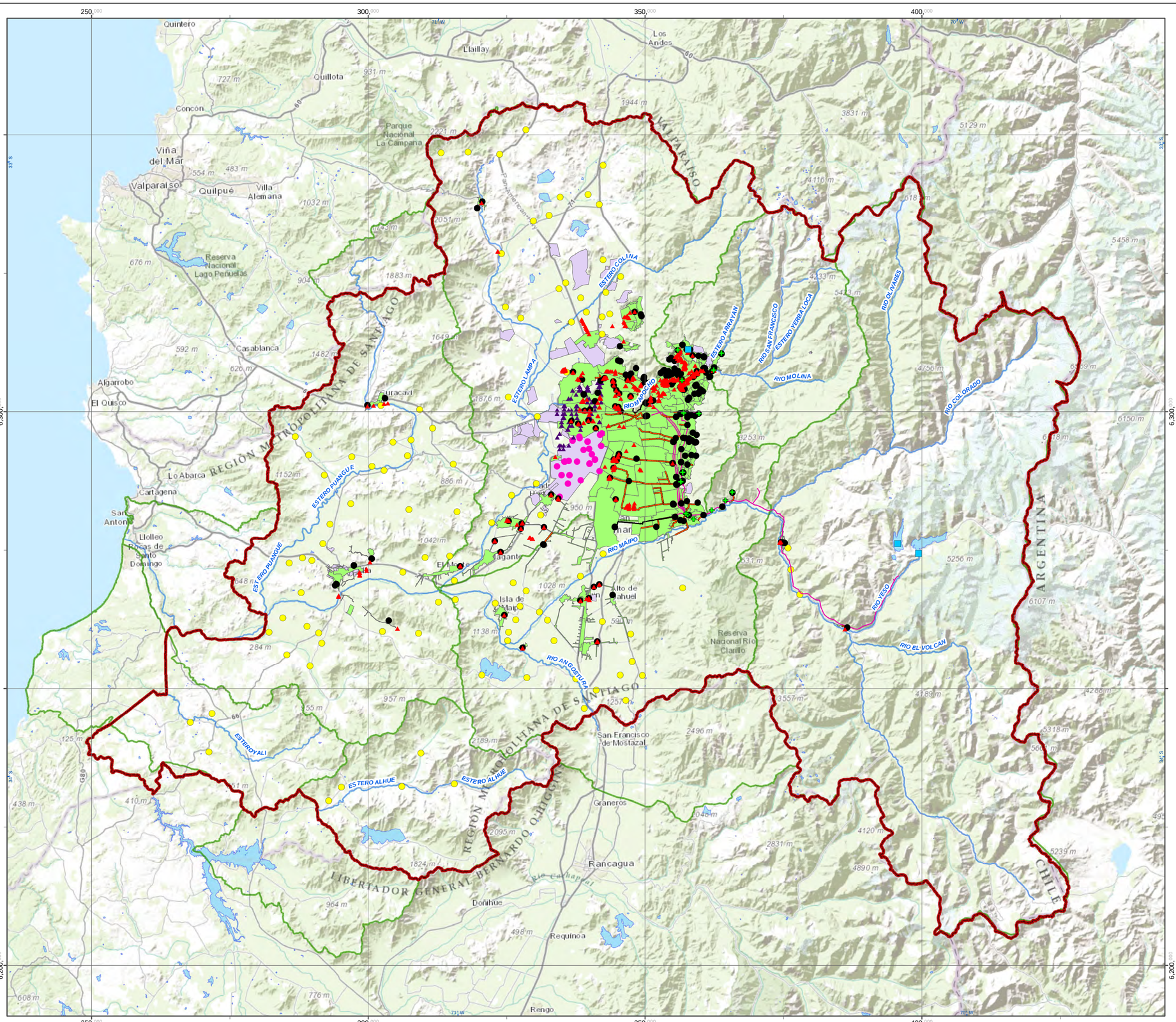
* Los embalses de agua potable son tres. Dos de ellos, El Yeso y La Dehesa son embalses artificiales. La Laguna Negra no cae dentro de la categoría "embalse" pues no es artificial, sin embargo, ha sido modificada con una compuerta para que acumule mayor cantidad de agua.

Fuente: Elaboración propia a partir de información facilitada por proyecto MAPA, PUC y Plan de Desarrollo SMAPA.

CUADRO 7.3.2-3
DISTRIBUCION ESPACIAL AGUA POTABLE RURAL

Subcuenca	Cantidad de APR
Río Mapocho Bajo	32
Río Maipo Alto	3
Río Maipo Medio	25
Río Maipo Bajo	35
Estero Alhué	5
Estero Yali	3
Totales	**103**

Fuente: Elaboración propia a partir de información facilitada por el departamento de APR de la DOH.



SIMBOLOGÍA

- Embalses Agua Potable
- Plantas de producción Aguas Andinas
- Pozos AGUAS ANDINAS
- Estanques Aguas Andinas
- Red Primaria conduccion gravitacional AGUAS ANDINAS
- Red Primaria impulsion conducciones AGUAS ANDINAS
- Captaciones AGUAS ANDINAS
- Pozos de uso SMAPA
- Estanques SMAPA
- ubicacion APR
- Sectores cobertura AGUAS ANDINAS
- Sectores cobertura otras concesiones
- Límite Cuencas
- Lagos, Lagunas, Embalses
- Hidrografía



ARRAU Ingeniería E.I.R.L.

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
División de Estudios y Planificación

SISTEMA DE INFORMACIÓN TERRITORIAL

DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

Áreas de Concesión y Ubicación de Infraestructura de Agua Potable Urbana y Rural

Fuente Cartográfica: Instituto Geografico Militar, 2009 Cartografía Regular, 1:250.000 Fuente Témática: SISS (2014) DOH (2014)	ESCALA 1:500,000 (0 2 4 8 12 16 Km)	Jefe División: Carmen Herrera Indo Inspector Fiscal: Francisco Salazar Aragón
Referencia Cartógrafica: Proyección UTM DATUM WGS84 HUSO 19 Sur	Fecha: Noviembre 2015	*FIGURA 7.3.2-1*

7.3.3. Capacidad

La capacidad y magnitud de la infraestructura de agua potable está directamente relacionada con la demanda de que se desea satisfacer. La información de la demanda por uso de agua potable se puede encontrar en el Capítulo 4 de este informe.

7.3.4. Conservación

La conservación de estas obras depende exclusivamente de los propietarios, o concesionarios que estén actualmente en manos del servicio.

7.3.5. Diagnóstico (Problemas y Deficiencias)

Como diagnóstico de infraestructura existe una situación importante para las plantas de agua potable. Estas plantas, generalmente captan sus aguas desde los ríos y van limpiando sus sedimentos por medio de muchas piscinas en serie. Sin embargo, cuando hay eventos de crecidas la turbiedad del agua aumenta a niveles sobre el límite de operación de las plantas de tratamiento, obligando a detener la producción de estas y por ende el corte del suministro.

Es por esta razón que las empresas han tomado acciones frente a esta situación y se han realizado obras anexas para mitigar el efecto que tienen estas eventualidades. Por ejemplo, la empresa Aguas Andinas posee unos estanques de cabecera que permiten la acumulación de agua limpia, pudiendo proveer de agua a la ciudad en un rango de 6 a 9 horas. Además, debido a que la mayoría de las aguas pertenecen a los embalses El Yeso y Laguna Negra, se está proyectando una conducción directa desde estos embalses a las plantas. Esta conducción está libre de contacto con sedimentos y otro tipo de contaminación. También, se está proyectando un nuevo embalse, de nombre San Juan, para abastecimiento de emergencia durante 30 horas.

Específicamente, los problemas detectados en las entrevistas con las autoridades son los siguientes:

- Los sectores más concentrados de población se encuentran abastecidos con infraestructura estatal, sin embargo, las zonas más dispersas tienen problemas para la aprobación del financiamiento, ya que no cumplen con los requisitos de rentabilidad social de acuerdo a lo establecido por el Ministerio de Desarrollo Social. Han existido iniciativas para disminuir los requisitos para los proyectos de APR pero hasta la fecha no se han modificado.

- Un problema grave asociado al APR en las localidades rurales es el alcantarillado. Este tema no está a cargo de la DOH sino que de los municipios, pero la operación es entregada a la localidad, por lo que los sistemas de alcantarillados quedan abandonados porque su operación no es sencilla. No hay normativa, ni se encuentra regulado.

- Para los APR suscritos al programa de la Dirección de Obras Hidráulica (DOH) hay estadísticas sobre el servicio, la regularización de los terrenos, regularización de derechos de agua, etc. Se recomienda que exista un control de los niveles de los pozos, pero no siempre existen. En el caso del agua potable rural no hay normativa, por lo tanto todas las indicaciones entregadas por la DOH son solo recomendaciones, no exigencias.

- Actualmente hay un APR clausurado, lo que es una medida que tiene un gran efecto en la población. Hay sectores que están con camiones aljibes porque el Servicio de Salud las clausuró.

- Las plantas de tratamiento de aguas para potabilización no dan abasto por lo que se tendría que aumentar la producción. Las plantas potabilizadoras de intercambio iónico ocupan como suministro sal y el tratamiento se hace inviable.

- En Colina y Melipilla hay 6 plantas desnitrificadoras producto de deterioro de las fuentes.

Además se han detectados problemas en los talleres con la comunidad relacionados con la infraestructura, los cuales son:

- Necesidades de inversión, modernización, mantenimiento y mejoramiento de infraestructuras de APR's.

- Exigencia por parte de sociedad civil y bomberos de instalación de grifos para combate a incendios, pese a que ley no obliga a APR's.

- Existen zonas rurales que no tienen acceso a agua potable.

- Deficiencias en la infraestructura de APR. Por ej. en el APR del sector Ibacache el problema se relaciona con la necesidad de mantención de los filtros y de mejorar el sistema de tratamiento del agua entregada. En cambio para el caso de El Bollenar, el problema está dado por la capacidad de almacenamiento de agua, dado que actualmente es insuficiente para la cantidad de población que debe abastecer el APR.

- Ineficiencia en distribución de agua potable en camiones aljibe supone un elevado gasto para el municipio y no satisface necesidades de población.

- Realización de obras hidráulicas en distintos sectores desvían aguas superficiales y/o subterráneas y dificultan acceso a recurso.

7.3.6. Conclusiones

Se concluye lo siguiente:

- Los mayores problemas de suministro de agua en la ciudad de Santiago son causados por el corte de las plantas de agua potable a consecuencia

del aumento de la turbiedad de los cauces. Este problema está siendo subsanado actualmente por medio de estanques, sin embargo, es recomendable identificar otros centros urbanos donde este tipo de situaciones puedan afectar a la población.

- Se recomienda aumentar la producción de las plantas potabilizadoras de aguas que permita abastecer los sectores sin suministro, en especial en los sectores rurales donde no se cumple con la concentración necesaria para la instalación de un sistema APR.
- Se sugiere aumentar el financiamiento a la infraestructura de APR ya que es la fuente principal de agua de las zonas rurales.
- Se considera importante regularizar el tratamiento de los alcantarillados, los cuales deberían ser responsabilidad de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS)

7.4. INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS SANITARIOS

7.4.1. Aspectos Generales

Del Manual de Drenaje Urbano de la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) se extrae lo siguiente: *Conforme a la Ley General de Servicios Sanitarios (LGSS), DFL 382 de 1988, las empresas de servicios sanitarios operan sobre la base de concesiones de servicio público. En virtud del artículo 8° de la LGSS, las sociedades de servicios sanitarios se constituyen con el único objeto de establecer, construir y explotar servicios públicos sanitarios y demás prestaciones relacionadas. Este objeto social viene a explicar el sentido y alcance del artículo 4° transitorio de esta ley, la que señala textualmente: "los servicios públicos de recolección de aguas servidas, cualquiera sea su naturaleza jurídica, continuarán explotando los alcantarillados unitarios en actual operación, sin perjuicio de la legislación sobre aguas lluvias".*

Desde el punto de vista de la fijación de tarifas, se reconocen como parte de las obras de la empresa modelo únicamente los colectores unitarios que se encontraban en funcionamiento a junio de 1989, teniendo en consideración que el uso unitario de las redes no puede significar un deterioro de la calidad del servicio de recolección, ni un mayor dimensionamiento y precio del servicio de tratamiento de aguas servidas, que corresponden a las actuales condiciones que rigen para colectores unitarios existentes.

La SISS no considera las aguas lluvias en las tarifas de alcantarillado, salvo los colectores unitarios antes indicados, conforme al Artículo 1 del DFL 70 que señala: "Estarán sujetos a fijación de tarifas los servicios de agua potable y de alcantarillado de aguas servidas, […]" .Por su parte, de acuerdo con el artículo 8 del DFL N° 382/89, la empresa sanitaria tiene como "[…]único objeto el establecimiento, construcción y explotación de los servicios públicos indicados en el artículo 5º de esta ley, y demás prestaciones relacionadas con dichas actividades". En consecuencia, la normativa vigente del sector sanitario

7.4.2. Ubicación y Cobertura

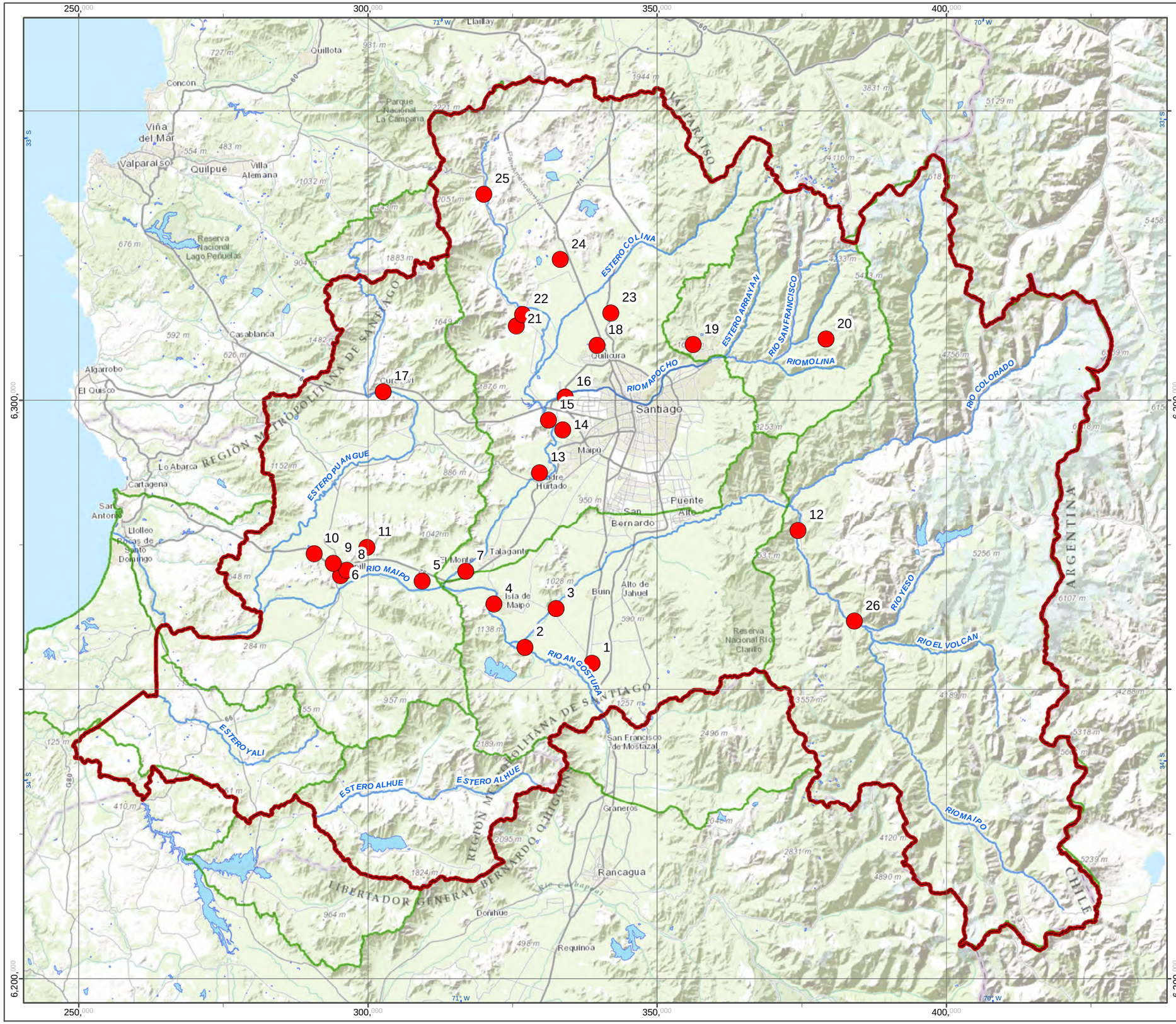
Las plantas de tratamiento de aguas servidas actuales se presentan en el Cuadro 7.4.2-1, y en la Figura 7.4.2-1

CUADRO 7.4.2-1
PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS

Nombre	Subcuenca	Nombre	Subcuenca
PTAS Paine	Río Maipo Medio	PTAS La Farfana	Río Mapocho Bajo
PTAS Valdivia de Paine	Río Maipo Medio	PTAS Lomas de lo Aguirre	Río Mapocho Bajo
PTAS Buin-Maipo	Río Maipo Medio	PTAS Pudahuel (ENEA)	Río Mapocho Bajo
PTAS Isla de Maipo	Río Maipo Medio	PTAS Curacaví	Río Maipo Bajo
PTAS El Monte	Río Maipo Bajo	PTAS Quilicura	Río Mapocho Bajo
PTAS Melipilla-Cexas	Río Maipo Bajo	PTAS Los Trapenses	Río Mapocho Alto
PTAS Talagante	Río Mapocho Bajo	PTAS La Leonera	Río Mapocho Alto
PTAS Villa Galilea	Río Maipo Bajo	PTAS Larapinta	Río Mapocho Bajo
PTAS Parronal	Río Maipo Bajo	PTAS La Higuera	Río Mapocho Bajo
PTAS Melipilla	Río Maipo Bajo	PTAS Pan de Azúcar y Chicureo Oriente	Río Mapocho Bajo
PTAS Pomaire	Río Maipo Bajo	PTAS Colina	Río Mapocho Bajo
PTAS San José de Maipo	Río Maipo Alto	PTAS Tiltil	Río Mapocho Bajo
PTAS El Trebal	Río Mapocho Bajo		

Fuente: Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS)

Para determinar la cobertura de los servicios de tratamiento de aguas servidas se consultó la información disponible en la página web de la SISS, con el fin de extraer las Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS) existentes en los diversas concesiones de la Región Metropolitana. De esta manera se puede asociar su cobertura con la presentada en la Figura 7.3.2-1 del acápite de Agua Potable. En el Cuadro 7.4.2-2 se presentan las PTAS autorizados por la SISS al 11.02.2014.



LEYENDA

Nombre	ID
PTAS Paine	1
PTAS Valdivia de Paine	2
PTAS Buin-Maipo	3
PTAS Isla de Maipo	4
PTAS El Monte	5
PTAS Melipilla-Cexas	6
PTAS Talagante	7
PTAS Villa Galilea	8
PTAS Parronal	9
PTAS Melipilla	10
PTAS Pomaire	11
PTAS San JosÚ de Maipo	12
PTAS El Trebal	13
PTAS La Farfana	14
PTAS Lomas de lo Aguirre	15
PTAS Pudahuel (ENEA)	16
PTAS CuracavÝ	17
PTAS Quilicura	18
PTAS Los Trapenses	19
PTAS La Leonera	20
PTAS Larapinta	21
PTAS La Higuera	22
TAS Pan de Az-car y Chicureo Orient	23
PTAS Colina	24
PTAS Til-Til	25
PTAS San Gabriel	26

SIMBOLOGÍA

- PTAS
- Límite Cuencas
- Lagos, Lagunas, Embalses
- Hidrografía



ARRAU Ingeniería E.I.R.L.

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
División de Estudios y Planificación

SISTEMA DE INFORMACIÓN TERRITORIAL

DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas

Fuente Cartográfica: Instituto Geografico Militar, 2009 Cartografía Regular, 1:250.000 Fuente Témática: D.O.H. (2014)	ESCALA 1:650,000 0 2 4 8 12 16 Km	Jefe División: Carmen Herrera Indo Inspector Fiscal: Francisco Salazar Aragón
Referencia Cartógrafica: Proyección UTM DATUM WGS84 HUSO 19 Sur	Fecha: Noviembre 2015	*FIGURA 7.4.2-1*

CUADRO 7.4.2-2
SISTEMAS CON TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS

Empresa	Nombre Sistema Tratamiento	Localidad que Atiende	Tipo de Tecnología	Cuerpo Receptor
Aguas Andinas S.A.	PTAS - Buin - Maipo	Buin Poniente, Maipo	SBR	Río Maipo
Aguas Andinas S.A.	PTAS - Curacaví	Curacaví	SBR	Estero Puangue
Aguas Andinas S.A.	PTAS - El Monte	El Monte, El Paico, Lo Chacón	SBR	Río Maipo
Aguas Andinas S.A.	PTAS - El Trebal	** Gran Santiago	Lodos Activados	Río Mapocho
Aguas Andinas S.A.	PTAS - La Farfana	***Gran Santiago	Lodos Activados	Río Mapocho
Aguas Andinas S.A.	PTAS - Melipilla	Melipilla	SBR	Río La Línea
Aguas Andinas S.A.	PTAS - Paine	Paine, Buin Oriente, Linderos, Alto Jahuel	Lodos Activados	Estero Paine
Aguas Andinas S.A.	PTAS - Pomaire	Pomaire	Lagunas Aireadas	Estero Puangue
Aguas Andinas S.A.	PTAS-San José de Maipo	San José de Maipo	Lodos Activados	Río Maipo
Aguas Andinas S.A.	PTAS - Talagante	Talagante, Padre Hurtado, Calera De Tango, Malloco, Peñaflor	Biofiltro	Río Mapocho
Aguas Andinas S.A.	PTAS - Til-Til	Tiltil	SBR	Estero Tiltil
Aguas Andinas S.A.	PTAS-Valdivia de Paine	Valdivia de Paine	Primario + Desinfección	Río Angostura
A. Manquehue S.A.	PTAS - Los Trapenses	Los Trapenses	Lodos Activados	Estero Las Hualtatas
Sembcorp Aguas Santiago S.A.	PTAS - Santa Luz	Pan de Azúcar	Lodos Activados	Estero Los Palos
Aguas Santiago Poniente S.A.	PTAS - Barrancas	Enea Parque De Negocios	Lodos Activados	Canal Las Ventanas
Bcc S.A.	PTAS - Santo Tomas	Lampa	Lodos Activados	Estero Colina
Emapal S.A.	PTAS - Lomas de Lo Aguirre	Lomas de Lo Aguirre	Lodos Activados	Río Mapocho
Explotaciones Sanitarias Essa S.A.	PTAS - Quilicura	Quilicura – Lampa	Lagunas Aireadas	Estero Las Cruces
Melipilla Norte S.A.	PTAS - Villa Galilea	Villa Galilea	Lodos Activados	Canal De Derrame
Melipilla Norte S.A.	PTAS - El Parronal	El Parronal	Lodos Activados	Canal De Derrame
Selar S.A.	PTAS - Larapinta	Hacienda Urbana Larapinta	Lodos Activados	Estero Seco
Sepra S.A.	PTAS - Jardín Lo Prado	Ciudad de Los Valles	Lodos Activados	Cauce Natural Seco
Huertos Familiares S.A.	PTAS - El Manzano	El Manzano (Tiltil)	Lodos Activados	Quebrada Los Maitenes Sur
Sembcorp Aguas Chacabuco S.A.	PTAS - La Cadellada	Batuco	Lagunas Aireadas	Riego
Sembcorp Aguas Lampa S.A.	PTAS Las Higueras	Lampa	Lodos Activados	Estero Lampa
Ess de La Estación S.A.	PTAS - Jardín de La Estación	Conjunto Habitacional Jardines De La Estación	Lodos Activados	Canal de Derrame El Tranqueral
Izarra de Lo Aguirre	PTAS - Izarra	Sector De Lo Aguirre (Pudahuel)	Lodos Activados	Laguna Carén
Ess San Isidro S.A.	PTAS - Padre Hurtado	Puertas De Padre Hurtado	Lombrifiltro	Canal Seminario
Aguas San Pedro S.A.	PTAS - Estación Buin	Sector Estación Buin	Lodos Activados	Canal Paine
La Leonera S.A.	PTAS - La Leonera	Centro De Sky La Parva	Lodos Activados	Quebrada Las Flores

Nota: (**) PTAS El Trebal atiende las comunas de la zona sur de Santiago, es decir: Puente Alto, La Pintana, El Bosque, San Bernardo, Maipú, Cerrillos, Rinconada de Maipú, parte de La Florida y Estación Central.
(***) PTAS La Farfana atiende las comunas de la zona central de Santiago, es decir: Santiago Centro, Providencia, Macul, Ñuñoa, La Reina, San Joaquín, Pedro A. Cerda, Peñalolén, La Granja, Quinta Normal, San Ramón, San Miguel, La Cisterna, Lo Espejo, parte de las comunas Estación Central, La Florida, Las Condes, Pudahuel y Lo Prado.

Fuente: Elaboración propia a partir información publicada por SISS

7.4.3. Capacidad

Para estimar el caudal de diseño de las PTAS se consideró la información indicadas en los últimos procesos tarifarios la cual se muestran en el Cuadro 7.4.3-1 junto a la población doméstica a la cual se le presta servicio. Cabe destacar que este dato es representativo de la empresa Modelo.

CUADRO 7.4.3-1
CAPACIDAD, POBLACIÓN Y TIPO DE TRATAMIENTO

Sistema	Nombre de Planta	Caudal Medio Diseño (L/s)	Caudal Max Horario Diseño (L/s)	Población Doméstica (hab)	Tipo
Pomaire	Laguna Pomaire	5,9	19,8	3,629	Lagunas Aireadas
Buin-Maipo-Paine-Linderos-Alto Jahuel	PTAS Buin Maipo (Tf)	92,2	220,5	53,140	Lodos Activos
Buin-Maipo-Paine-Linderos-Alto Jahuel	PTAS Paine (Tf)	62,8	150,5	36,436	Lodos Activos
Curacaví	PTASCuracaví (Tf)	28,8	79,6	19,808	Lodos Activos
El Monte-El Paico	PTAS El Monte (Tf)	29,8	79,8	24,932	Lodos Activos
Gran Santiago	PTAS El Trebal 1	3386,5	5757,1	1,576,828	Lodos Activos
Gran Santiago	PTAS El Trebal 2	2037,8	3464,3	502,180	Lodos Activos
Gran Santiago	PTAS La Farfana	8800,0	14960,0	3,943,764	Lodos Activos
Isla de Maipo	PTAS Isla De Maipo (Tf)	12,4	51,4	3,420	Lodos Activos
Melipilla	PTAS Esmeralda (Tf)	99,9	251,7	57,205	Lodos Activos
San Gabriel	PTAS San Gabriel (Tf)	0,9	4,9	498	Lodos Activos
San José de Maipo-Guayacán-El Campito	PTAS San José De Maipo (Tf)	14,0	46,4	4,236	Lodos Activos
Talagante-Padre Hurtado-Peñaflor-Malloco-Calera De Tango	PTAS Talagante (Tf)	290,9	526,8	198,778	Lodos Activos
Tiltil	PTAS Tiltil (Tf)	8,4	27,8	4,110	Lodos Activos
El Canelo-Las Vertientes-La Obra	PTAS El Canelo (Tf)	6,7	33,4	1780	Tratamiento Primario Químicamente Asistido
Valdivia de Paine	PTAS Valdivia De Paine (Tf)	2,4	8,4	2484	Tratamiento Primario Químicamente Asistido
Los Trapenses	Los Trapenses	80,8	226,9	13,970	
Pan de Azúcar	PTAS Santa Luz	15,53			Lodos Activos
Lampa	PTAS Las Higueras	24	64	16,044	Lodos Activos
Colina	PTAS Cadellada	124	263	72,761	Lodos Activos (Nuevo)
Larapinta	PTAS Larapinta	14,7		12,697	Lombrifiltros
ESSA (Comunas de Quilicura y Lampa)	Lagunas Aireadas Exp. Sanitarias	53,3	137,2	23,787	Lagunas Aireadas
Parte baja del Complejo Turístico La Parva de la Comuna de Lo Barnechea	PTAS La Leonera	0,9	2,99	4,314	Lodos Activados

CUADRO 7.4.3-2
CAPACIDAD, POBLACIÓN Y TIPO DE TRATAMIENTO
(Continuación)

Sistema	Nombre de Planta	Caudal Medio Diseño (L/s)	Caudal Max Horario Diseño (L/s)	Población Doméstica (hab)	Tipo
Ciudad de Los Valles, Pudahuel	PTAS Lo Prado	23,3	68,8	10,175	Lodos Activos
sectores: Villa Los Educadores, El Parronal y La Alianza y el sector de Las Lomas y Santa Julia	PTAS Modelo	5,3	16,9	5,883	Lodos Activos
Lomas de Lo Aguirre	PTAS Lomas Lo Aguirre	5,9	21	2,164	Lodos Activos

Fuente: Elaboración propia a partir de Procesos Tarifarios, SISS

De acuerdo a esta información el caudal medio de aguas servidas tratado es de 15,3 m³/s, para un total de 6.607.399 habitantes.

7.4.4. Diagnóstico (Problemas y Deficiencias)

En las zonas urbanas el sistema de alcantarillado y tratamiento de aguas servidas sanea casi la totalidad de la cobertura, siendo la única empresa que no trata sus aguas BCC S.A. (Información de acuerdo a informe anual de coberturas urbanas servicios sanitarios a diciembre 2013, SISS). Los datos registrados por SISS se presentan en el Cuadro 7.4.4-1.

De acuerdo a esta información se debe poner atención a los avances que tenga dicha Empresa en el tratamiento de sus aguas.

Respecto a la red de alcantarillado, la mayoría de las empresas tiene una cobertura cercana o igual al 100%. La empresa con menor cobertura corresponde a SEMBCORP AGUAS LAMPA con una cobertura apenas por encima del 70%.

En el caso de los sistemas de APR la situación es diferente ya que uno de los problemas graves asociado al APR en las localidades rurales es el alcantarillado. Este tema no está a cargo de la DOH sino que de los municipios, pero la operación es entregada a la localidad, por lo que los sistemas de alcantarillados quedan abandonados porque su operación no es sencilla. Lo anterior se agrava debido a que no hay normativa, ni se encuentra regulado.

CUADRO 7.4.4-1
CAPACIDAD, POBLACIÓN Y TIPO DE TRATAMIENTO

Empresa	Cobertura de Alcantarillado	Cobertura de Tratamiento de Aguas Servidas (1)
AGUAS ANDINAS	98,7%	100,0%
AGUAS CORDILLERA	98,7%	100,0%
AGUAS MANQUEHUE	99,3%	100,0%
AGUAS COLINA	100,0%	100,0%
AGUAS NOVA	100,0%	100,0%
SEMBCORP AGUAS SANTIAGO	98,7%	100,0%
AGUAS SANTIAGO PONIENTE	100,0%	100,0%
COSSBO	100,0%	100,0%
EMAPAL	100,0%	100,0%
HUERTOS FAMILIARES	100,0%	100,0%
LA LEONERA	100,0%	100,0%
MELIPILLA NORTE	92,0%	100,0%
SANTA ROSA DEL PERAL	100,0%	100,0%
SELAR LARAPINTA	100,0%	100,0%
SEPRA-LOPRADO	100,0%	100,0%
SEMBCORP AGUAS CHACABUCO	97,1%	100,0%
SEMBCORP AGUAS LAMPA	70,1%	100,0%
SMAPA	99,9%	100,0%
SERVICIOS SANITARIOS DE LA ESTACIÓN	100,0%	100,0%
AGUAS SAN PEDRO RM	100,0%	100,0%
BCC S.A.	100,0%	0,0%
ESSSI RM	95,0%	100,0%

(1) Hasta el Año 2010 la cobertura de tratamiento de aguas servidas (TAS) se calculó sobre el total de la población urbana estimada en cada región. Desde el año 2011 la cobertura TAS se calcula sobre la población conectada al sistema de alcantarillado

Fuente: SISS

Finalmente, se han detectado problemas durante las actividades con la comunidad los cuales son:

- Falta de alcantarillado afecta la calidad de vida de la población de El Bollenar.

- Se señala que las empresas sanitarias no están interesadas en abastecer a las nuevas poblaciones sociales, pues allí existen problemas de no pago, apertura de grifos, etc. Estos "villorrios" no cuentan con concesión sanitaria, por lo que deben optar por sistemas particulares, lo que es

denunciado como una situación irregular, pues en un área urbana debería haber una concesión sanitaria, con un prestador sanitario. Estas nuevas urbanizaciones no representarían un mercado atractivo para las empresas, las que no se hacen cargo del abastecimiento, ni de la disposición y tratamiento de las aguas servidas. También se enfatizan los problemas actuales de agua potable aún presentes en la provincia de Santiago. Concretamente, en la comuna de Barnechea la población con mayores recursos económicos tiene total disponibilidad de agua potable y la población con menos recursos, no cuenta con agua potable

- Dificultad en consolidación de servicios turísticos rurales por falta de regularización de alcantarillados, lo que afecta a pequeños prestadores de servicios turísticos.

7.4.5. Conclusiones

Del diagnóstico se extrae lo siguiente:

- Se necesita mayor información sobre la red de alcantarillado rural, con el fin de generar un plan que normalice y regule esta situación en zonas rurales.

- Se recomienda incluir como requisito en los proyectos de construcción de viviendas sociales la solución de disposición de las aguas negras, más aún si éstas se encuentran aledañas o dentro de las áreas de concesión de empresas Sanitarias.

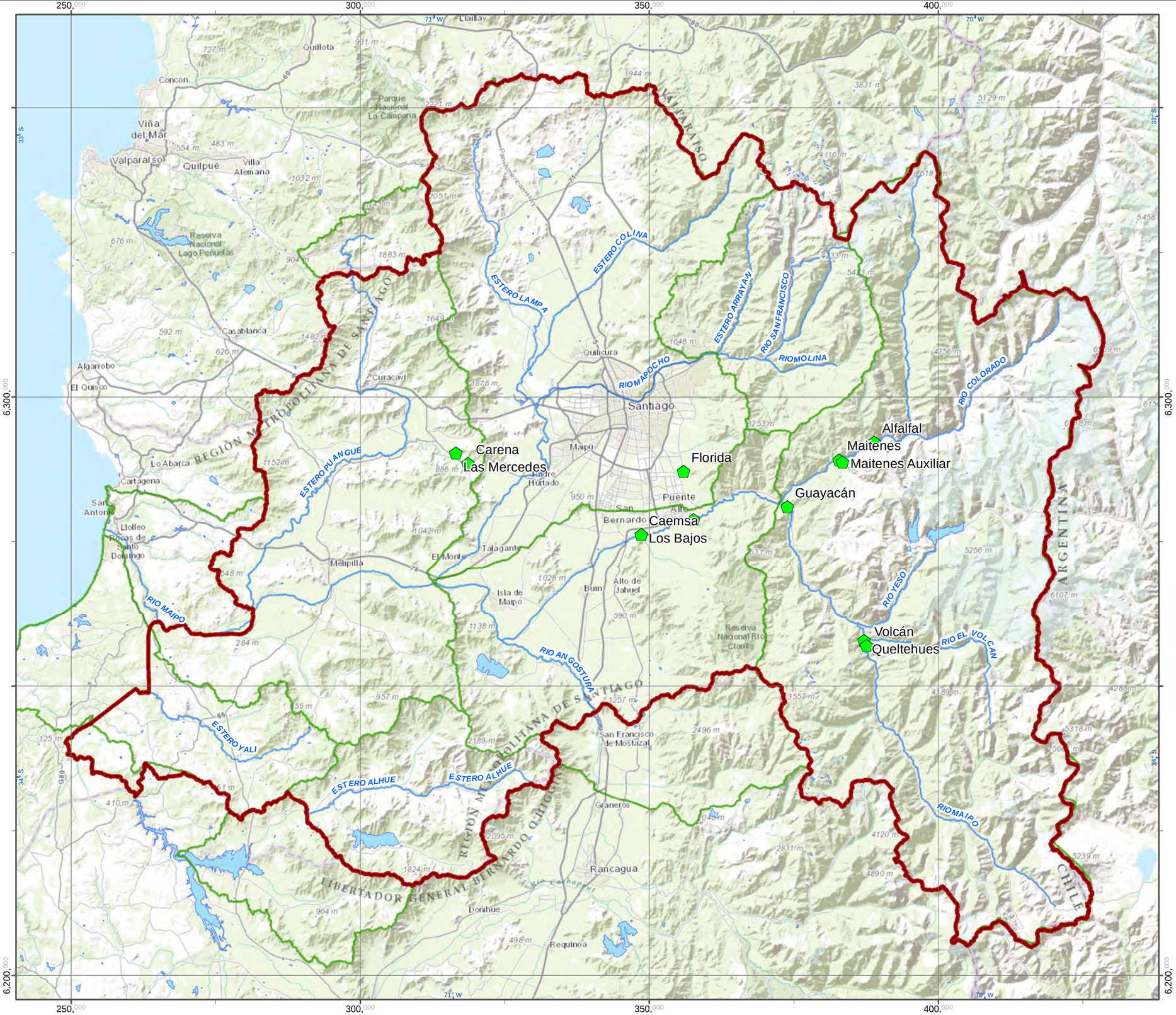
7.5. INFRAESTRUCTURA HIDROELÉCTRICA

7.5.1. Aspectos Generales

En este acápite se presenta el diagnóstico de la situación de uso hidroeléctrica, según lo que se usa actualmente, lo que se usará en el futuro, con proyectos de centrales que serán instaladas y también las que podrían ser una buena alternativa de generación, pero que aún no están en proyecto.

7.5.2. Ubicación y Cobertura

Actualmente la mayoría de las centrales hidroeléctricas que existen están conectadas al Sistema Interconectado Central (SIC). Estas centrales se presentan en la Figura 7.5.2-1. Las propiedades de cada una de ellas se presentan en el Cuadro 7.5.2-1.



N
W E
S

SIMBOLOGÍA

- Centrales Hidroeléctricas
- Límite Cuencas
- Lagos, Lagunas, Embalses
- Hidrografía

ARRAU Ingeniería E.I.R.L.

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
División de Estudios y Planificación

SISTEMA DE INFORMACIÓN TERRITORIAL

DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

Ubicación de Centrales Hidroeléctricas

Fuente Cartográfica: Instituto Geografico Militar, 2009 Cartografía Regular, 1:250.000 Fuente Témática: PD Maipo, DGA (2007) Proyecto MAPA, PUC (2014)	ESCALA 1:650,000 (0 2 4 8 12 16 Km)	Jefe División: Carmen Herrera Indo Inspector Fiscal: Francisco Salazar Aragón
Referencia Cartógrafica: Proyección UTM DATUM WGS84 HUSO 19 Sur	Fecha: Noviembre 2015	*FIGURA 7.5.2-1*

CUADRO 7.5.2-1
CENTRALES HIDROELÉCTRICAS ACTUALES

Central (Nombre y Tipo)	Subcuenca	Comuna	Potencia Instalada (MW)	Q Diseño (m^3/s)
Central Hidroeléctrica Alfalfal - Pasada	Río Maipo Alto	San José de Maipo	160,0	30,5
Central Hidroeléctrica Maitenes - Pasada	Río Maipo Alto	San José de Maipo	30,8	11,3
Central Hidroeléctrica Volcán - Pasada	Río Maipo Alto	San José de Maipo	13,0	9,1
Central Hidroeléctrica Caemsa - Pasada	Río Maipo Medio	San Bernardo	5,3	24
Central Hidroeléctrica Florida - Pasada	Río Mapocho Bajo	La Florida	28,0	30,0
Central Hidroeléctrica Puntilla - Pasada	Río Maipo Medio	Pirque	14,7	20,0
Central Hidroeléctrica Queltehues - Pasada	Río Maipo Alto	San José de Maipo	41,1	28,1
Central Hidroeléctrica Los Bajos - Pasada	Río Maipo Medio	San Bernardo	5,1	24
Central Hidroeléctrica Guayacán - Pasada	Río Maipo Alto	San José de Maipo	10,4	36
Central Hidroeléctrica Mallarauco - Pasada	Río Maipo Bajo	Melipilla	3,4	3,5
Central Hidroeléctrica Las Mercedes - Pasada	Río Maipo Bajo	Curacaví	3,5	9
Central Hidroeléctrica Carena - Pasada	Río Maipo Bajo	Curacaví	9	s/i
Central Termoeléctrica Renca	Río Mapocho Bajo	Renca	100,0	360,0
Central Termoeléctrica Nueva Renca	Río Mapocho Bajo	Renca	379,0	180,0
Total			**803,3**	-

Fuente: http://www.cdecsic.cl/

Se hace notar que durante los talleres, específicamente en Maipo y Cordillera, se hizo ver que en algunas centrales los parámetros de diseño son incorrectos. Por lo anterior se hace notar que los antecedentes oficiales son los del Centro de Despacho Económico de Carga del Sistema de Interconectado Central (CDEC-SIC).

En el Cuadro 7.5.2-2 se presentan las centrales en proyecto de construcción para los próximos años. Estas centrales, según la información que se tiene hasta la fecha, podrían generar una potencia de 605 MW.

Con la información anteriormente señalada, la potencia actual y futura llegaría a los 1.408,3 MW.

CUADRO 7.5.2-2
CENTRALES HIDROELÉCTRICAS FUTURAS

Central (Nombre y Tipo)	Subcuenca	Potencia Instalada (MW)	Q Diseño (m^3/s)
Central Hidroeléctrica Alfalfal II- Pasada	Río Maipo Alto	264	27
Central Hidroeléctrica Las Lajas - Pasada	Río Maipo Alto	267	65
Las Tórtolas - Pasada		2,9	s/i
Central Hidroeléctrica El Canelo San José - Pasada	Río Maipo Alto	16	42
Planta de Cogeneración - Termoeléctrica GAS		50	s/i
Central Hidroeléctrica de pasada Los Mallines - Curacautín - Pasada		3,3	s/i
Ampliación Central Loma Los Colorados I - Ala Sur		1,4	s/i
Central termoeléctrica Biomasa Relleno Sanitario Loma Los Colorados - Tiltil	Río Mapocho Bajo	s/i	s/i
Módulo de Co-Generación Loma Los Colorados - Tiltil	Río Mapocho Bajo	s/i	s/i
Total		605	

Fuente: http://www.cdecsic.cl/

7.5.3. Conservación

La conservación de estas instalaciones depende exclusivamente de los propietarios, o administradores de la energía generada.

7.5.4. Potencial Futuro de Hidrogeneración

Como diagnóstico, se puede establecer que si bien existen muchas centrales (actuales y futuras) que usan actualmente (o podrían usar) los recursos hidroeléctricos, existen también muchas posibilidades para poder generar energía. Es el caso de los grandes canales existentes en la cuenca del Río Maipo. El estudio CNR-CNE 2007, INF-06 realizado por la Comisión Nacional de Riego (CNR) y Comisión Nacional de Energía (CNE), ha detectado los siguientes canales de los cuales se podría utilizar el recurso, los que se indican en el Cuadro 7.5.4-1.

De estos canales, en total se podría generar una potencia de 30 MW adicionales, que representa un 2,1%, comparado con la potencia actual y futura que será instalada con las grandes centrales mencionadas anteriormente, pero de todas formas, es interesante estudiar la factibilidad técnica y económica de instalar centrales en estos canales.

CUADRO 7.5.4-1
POTENCIALES ASOCIADOS A CANALES

Cauce Natural	Nombre del Canal	Caudal para Generación (m^3/s)	Desnivel (m)	Potencia (MW)
Río Maipo 1ª Sección	Canal La Sirena(*)	24,2	17	3,23
	Canal La Sirena	24,2	39	7,40
	Canal San Carlos y Eyzaguirre (*)	9,7	0	0,00
	Asociación Canal del Maipo	24,2	5,8	1,10
	Canal Huidobro	9,7	18	1,37
	Canales Unidos de Buin	15,7	81	9,97
Río Mapocho	Mallarauco-Pelvin	6,5	6	0,31
Río Mapocho	Mallarauco-Pelvin; Caída en el Km 14,6 de su Trazado.	6,5	107	5,45
Maipo 3ª Sección	San José Alto	5	24	0,94
Total				**29,77**

(*) Canales con generación hidroeléctrica actual.
Fuente: CNR y CNE (CNR-CNE 2007, INF-06).

7.5.5. Diagnóstico

En lo que respecta al diagnóstico, se debe hacer mención a que durante los talleres se indicó que parte de la información de caudales de diseño y potencias no es la correcta. En todo caso, se hacer notar que la información fue obtenida del anuario del Centro Económico de Despacho de Carga del Sistema Interconectado Central (CEDEC-SIC), en el que se reportan las características de las centrales que forman el sistema.

7.5.6. Conclusiones

Se recomienda mantener actualizada la información y disponible para todo público, ya que se constató que la información contenida en el CDEC-SIC no es la misma que maneja la ciudadanía, lo que se reflejó en los talleres de Participación Ciudadana (PAC)

7.6. INFRAESTRUCTURA DE DEPÓSITOS DE RELAVES

7.6.1. Aspectos Generales

Los depósitos de relaves son obras de acumulación de tierra, minerales, agua y rocas. Todos estos materiales son desechos de las plantas mineras que existen y que provocan un gran impacto ambiental, por lo que debe ser tratado con extremo cuidado, ya que se deben evitar filtraciones hacia el suelo y napas subterráneas.

Según lo señalado en la Guía Técnica de Operación y Control de Depósitos de Relaves, (SERNAGEOMIN, 2007), "*Dentro de la disposición de relaves existen diferentes y variadas formas de depositación de relaves, que dependiendo de diversos factores como son las cercanías al concentrador, capacidad de almacenamiento de relaves, topografía del lugar, producción del yacimiento se deberá seleccionar la forma más apropiada para disponer estos relaves. Atendiendo a lo indicado anteriormente, los distintos tipos de "Depósitos de Relaves" que se consideran en la actualidad en Chile*

indicados en el "Reglamento para la Aprobación de Proyectos de Diseño, Construcción, Operación y Cierre de Depósitos de Relaves" , son los siguientes:

- *Tranques de Relaves*
- *Embalses de Relaves*
- *Depósito de Relaves Espesados*
- *Depósito de Relaves Filtrados*
- *Depósito de Relaves en Pasta"*

En el área de estudio se identifican tranques y embalses de Relaves los cuales se diferencias por su método constructivo. Un Tranque de relaves se construye a partir de un muro de empréstito compactado inicial, luego utilizando clasificadores denominados "Hidrociclones"; la fracción más gruesa o arena, se descarga por el flujo inferior del hidrociclón (Underflow) y se deposita junto al muro inicial (aguas arriba o abajo según lo que se desee), mientras la fracción más fina o lamas, que sale por el flujo superior del hidrociclón (Overflow) se deposita hacia mas aguas arriba del tranque en un punto más alejado del muro. Posteriormente en una nueva etapa se comienza el peraltamiento del muro.

Por su parte, la construcción de un embalse de relaves consiste en construir un muro resistente hecho totalmente de material de empréstito, compactado e impermeabilizando el talud interior del muro y también parte o todo su coronamiento

En este acápite se establecerá la ubicación de todos los tranques de relave existentes, activos y no activos y se mencionarán los más importantes y sus características.

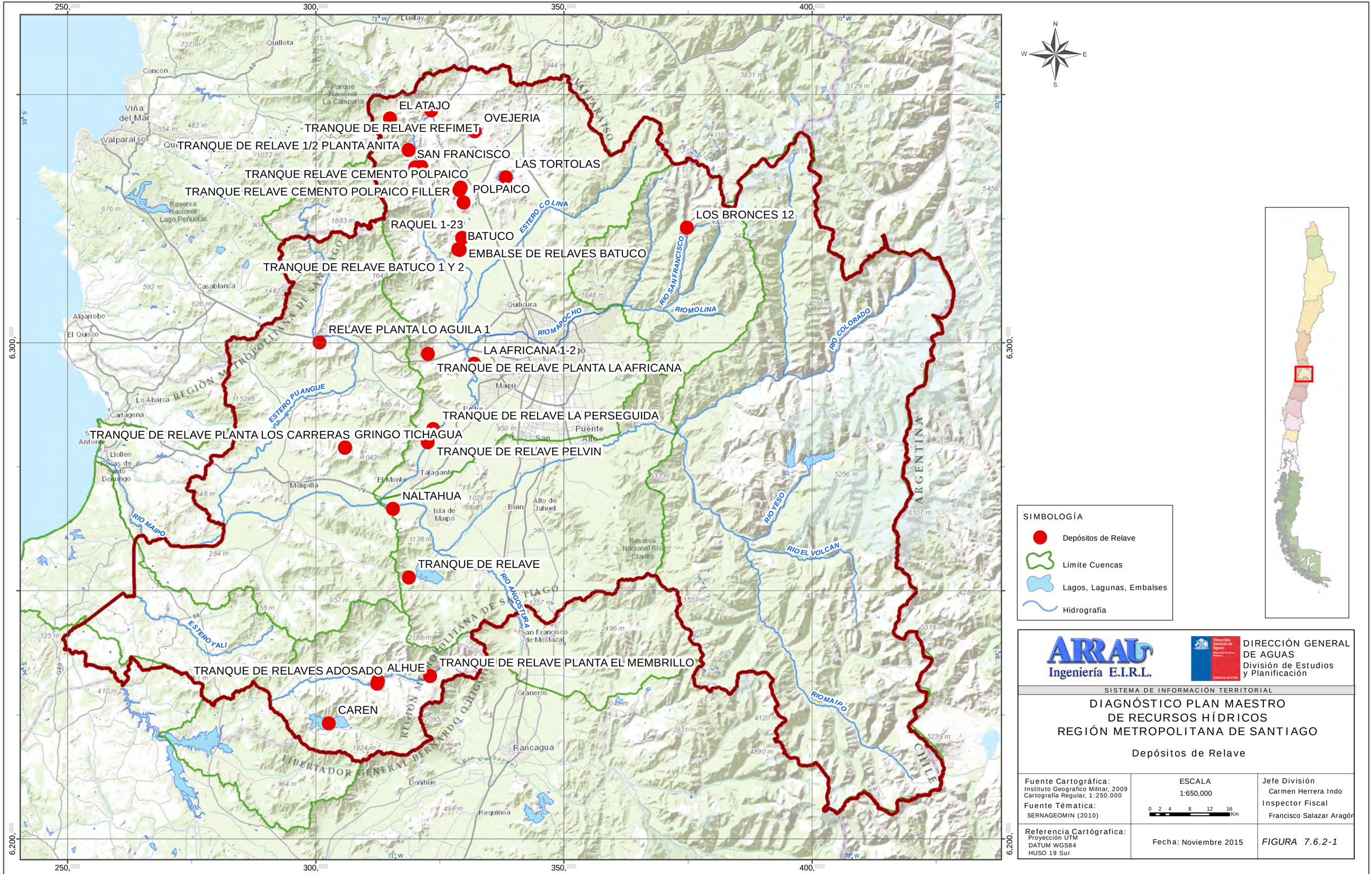
7.6.2. Ubicación y Cobertura

Los depósitos de relave que existen en la cuenca se pueden apreciar en la Figura 7.6.2-1 y en el Cuadro 7.6.2-1.

CUADRO 7.6.2-1
DEPÓSITOS DE RELAVE EN LA CUENCA

Empresa	Faena	Subcuenca	Comuna	Nombre	Tipo de Depósito	Recurso	Estado	Altura Muro (m)	Volumen (hm^3)
Minera La Florida S.A.	Minera Florida Ltda.	Estero Alhué	Alhué	Alhué	Tranque de Relave	S/I	Activo	17	1.7
Cemin	Planta Batuco	Río Mapocho Bajo	Lampa	Batuco	Tranque de Relave	Cobre	Activo	s/i	s/i
CODELCO	Embalse De Relaves Carén	Estero Alhué	Alhué	Carén	Tranque de Relave	Cobre	Activo	93	176
Slm El Atajo	S/I	Río Mapocho Bajo	Tiltil	El Atajo	Tranque de Relave	S/I	No Activo	s/i	s/i
Cemin	Planta Batuco	Río Mapocho Bajo	Lampa	Embalse de Relaves Batuco	Embalse	Cobre	No Activo	s/i	s/i
Minera San Pedro Ltda.	Planta Polcura Integrada	Río Mapocho Bajo	Tiltil	Embalse de Relaves Minera San Pedro	Embalse	Cobre	Activo	s/i	s/i
	EX PLANTA DEL GRINGO TICHAGUA	Rio Maipo Bajo	Melipilla	Gringo Tichagua	Tranque	Oro / Plata	No Activo	s/i	s/i
Minera Nueva Pudahuel	Planta La Africana	Río Mapocho Bajo	Maipú	La Africana 1-2	Tranque de Relave	S/I	S/I	s/i	s/i
Anglo American	Los Bronces (Las Tórtolas)	Río Mapocho Bajo	Colina	Las Tórtolas	Tranque de Relave	Cobre	Activo	57.3	300
Anglo American	Los Bronces	Río Mapocho Alto	Lo Barnechea	Los Bronces 12	Tranque de Relave	S/I	S/I	76	30
Cia. Minas De Cobre Naltahua	Planta Naltahua	Rio Maipo Medio	Talagante	Naltahua	Tranque de Relave	Cobre	S/I	s/i	s/i
Cía. Minera Codelco Chile Div. Andina	División Andina	Río Mapocho Bajo	Tiltil	Ovejería	Tranque de Relave	Cobre	Activo	44	317
Cemento Polpaico S.A.	Cemento Polpaico S.A.	Río Mapocho Bajo	Tiltil	Polpaico	Tranque de Relave	Carbonatos de Calcio	Activo	s/i	s/i
S/I	Planta Raquel	Río Mapocho Bajo	Lampa	Raquel 1-23	Tranque de Relave	S/I	S/I	s/i	s/i
	LO AGUILA 1	Rio Maipo Bajo	Curacaví	Relave Planta Lo Águila 1	Tranque	Oro	No Activo	s/i	s/i
Reciclomet	Planta San Francisco	Río Mapocho Bajo	Tiltil	San Francisco	Embalse	S/I	S/I	s/i	s/i
S/I	Los Maquis de Rangue	Rio Maipo Medio	Paine	Tranque de Relave	Tranque de Relave	Oro	No Activo	s/i	s/i
	Planta Anita	Río Mapocho Bajo	Tiltil	Tranque de Relave 1/2 Planta Anita	Tranque	Oro	No Activo	s/i	s/i
Cemin	Planta Batuco	Río Mapocho Bajo	Lampa	Tranque de Relave Batuco 1 Y 2	Tranque de Relave	S/I	No Activo	s/i	s/i
	La Perseguida	Río Mapocho Bajo	Peñaflor	Tranque de Relave La Perseguida	Tranque	Plata / Oro	No Activo	s/i	s/i
	Planta Pelvin	Río Mapocho Bajo	Peñaflor	Tranque de Relave Pelvin	Tranque	Oro / Cobre	No Activo	s/i	s/i
Scm Tambillos	Planta El Membrillo	Estero Alhué	Alhué	Tranque de Relave Planta El Membrillo	Tranque de Relave	Oro	Activo	s/i	s/i
	Minera E Inmobiliaria Pudahuel	Río Mapocho Bajo	Santiago	Tranque de Relave Planta La Africana	Tranque	Cobre	No Activo	s/i	s/i
	Planta Los Carreras	Río Maipo Medio	Santiago	Tranque de Relave Planta Los Carreras	Tranque	Oro / Plata	No Activo	s/i	s/i
Refimet	Planta Refimet	Mapocho Bajo	Tiltil	Tranque de Relave Refimet	Tranque de Relave	S/I	S/I	s/i	s/i
Minera Florida Ltda.	Minera Florida Ltda.	Estero Alhué	Alhué	Tranque de Relaves Adosado	Tranque de Relave	Cobre	Activo	s/i	s/i
Cemento Polpaico S.A.	Cemento Polpaico S.A.	Río Mapocho Bajo	Tiltil	Tranque Relave Cemento Polpaico	Tranque de Relave	Carbonatos de Calcio	Activo	s/i	s/i
Cemento Polpaico S.A.	Cemento Polpaico S.A.	Río Mapocho Bajo	Tiltil	Tranque Relave Cemento Polpaico Filler	Tranque de Relave	Carbonatos de Calcio	Activo	s/i	s/i

Nota: La columna Faena y Nombre es de índole identificativo a diferencia de la columna "tipo de depósito" que indica el método constructivo del muro
Fuente: SERNAGEOMIN (SERNAGEOMIN 2015, INF-01; SERNAGEOMIN 2010, INF-04; ySERNAGEOMIN 2007, INF-08)
DGA (DGA 2011, DDA-05; DGA 2014, INF-02; y DGA 2014, INF-03).



SIMBOLOGÍA

- Depósitos de Relave
- Límite Cuencas
- Lagos, Lagunas, Embalses
- Hidrografía

ARRAU Ingeniería E.I.R.L.

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
División de Estudios y Planificación

SISTEMA DE INFORMACIÓN TERRITORIAL

DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

Depósitos de Relave

Fuente Cartográfica: Instituto Geografico Militar, 2009 Cartografía Regular, 1:250.000 Fuente Témática: SERNAGEOMIN (2010)	ESCALA 1:650,000 0 2 4 8 12 16 Km	Jefe División: Carmen Herrera Indo Inspector Fiscal: Francisco Salazar Aragón
Referencia Cartógrafica: Proyección UTM DATUM WGS84 HUSO 19 Sur	Fecha: Noviembre 2015	*FIGURA 7.6.2-1*

7.6.3. Descripción de Depósitos Importantes

Los depósitos de relave más importantes son los siguientes:

- **Carén:** Es un tranque artificial que forma parte de la infraestructura principal de CODELCO y su División El Teniente. Es un depósito donde se van almacenando los relaves generados por dicha faena minera. Está ubicado al interior de la Hacienda Loncha (propiedad de Codelco) en el valle del Estero Carén, comuna de Alhué, provincia de Melipilla, Región Metropolitana de Santiago, Chile.

- **Adosado a Alhué (existente):** Este tranque es una ampliación del tranque de relaves Alhué, que contemplará una mayor producción de la planta Minera La Florida.

- **Alhué:** Perteneciente a la minera La Florida S.A es un tranque para depósitos en pasta de la producción de dicha minera para la extracción del cobre.

- **Tranque de Relave:** Pertenece a la Empresa SCM Tambillos, de la Planta El Membrillo, y se utiliza para los residuos de la extracción de oro.

- **Batuco: Este tranque** pertenece a la empresa CEMIN, ubicado en la planta Batuco, comuna de Lampa. Este tranque recibe los residuos provocados por la extracción del mineral del cobre.

- **Polpaico** El Tranque Nº 5 se ubica en una rinconada que queda flanqueada por los cerros Las Mesas, Altos de Polpaico y Las Tres Hermanas, en la Provincia de Chacabuco, Comuna de Tiltil. En este tranque, la empresa Cemento Polpaico S.A. deposita los relaves producidos por la planta, ya que el Tranque Nº.4 se encuentra copado. El material que se deposita consiste en relaves de caliza, para un período de 8 años de producción industrial. El monto de la inversión alcanzó a US$ 3.150.000. Su muro principal posee una altura máxima de 49 m y de 420 m de longitud, y está construido mayoritariamente con arena de relaves y dos muros auxiliares, de materiales térreos provenientes del estéril de la mina, todos con cota de coronamiento 614 m.s.n.m. Posee una capacidad de 6.600.000 m^3, ocupando un área de cubeta de 28 ha. El agua embalsada, ya separada de los sólidos se extrae mediante torres de captación y se conduce hacia una piscina receptora. Además, para captar las eventuales filtraciones a través del muro, se dispone de un dren de alfombra y su correspondiente tubería colectora. También consta de un canal de borde sobre la cota máxima del tranque, el que capta las escorrentías superficiales sobre el perímetro de la cubeta evitando su ingreso a ella. Este sistema permite la recuperación de la mayor parte del agua para su reutilización en la planta.

- **Las Tórtolas:** Pertenece a Minera Sur Andes Ltda. de Anglo American Chile, Los Bronces. Se ubica en la provincia Chacabuco, Comuna de

Colina, en el cajón Las Tórtolas, aproximadamente 45 km al norte de Santiago, entre las cotas 700 y 850 m.s.n.m. En 1992 inició su operación y recibe las aguas que son conducidas a través de un mineroducto desde la mina Los Bronces. Su diseño contempló desde el comienzo el control de la contaminación de las aguas subterráneas y la eliminación de la posibilidad de vertidos a aguas superficiales, por lo que se consideró la capacidad para absorber su crecida máxima previsible. Para evitar las infiltraciones se construyó una cortina de siete pozos de captación de aguas subterráneas al pie del tranque. En el período 1996-97 se reacondicionaron estos pozos y se instalaron seis adicionales. En 2004 se perforaron 2 pozos más de gran envergadura, llegando a un total de 15, con una inversión acumulada de US$1,3 millones. Con estos últimos pozos, el volumen de filtraciones captado aumentó a más del doble del caudal del primer período. Como medida complementaria, el tranque cuenta con un sistema de monitoreo de calidad del agua subterránea de su entorno, que comenzó con un pozo ubicado al pie del tranque, dentro de la propiedad, y 12 pozos agrícolas en terrenos vecinos.

- **Embalse de Relave Minera San Pedro:** Perteneciente a la Minera del mismo nombre, se ubica en la planta Polcura Integrada, en la comuna de Tiltil. Este embalse recibe los residuos de la producción de cobre de dicha minera.

- **Ovejería:** De propiedad de la División Andina de Codelco Chile, se localiza aguas arriba del embalse Huechún en la subcuenca del Estero Chacabuco, en el área de Rinconada de Huechún en la Comuna de Tiltil. Sus aguas provienen desde la V Región a través de un mineroducto proveniente de la mina Andina. Entró en operación en diciembre de 1999 y todo el proyecto representó un costo aproximado de US$ 250 millones, que consideran además del tranque, las canaletas de hormigón armado de una longitud de 77 km que conducen los relaves desde la mina hasta el tranque Ovejería. Se proyectó para una vida útil superior a los 150 años al actual ritmo de producción con una capacidad de 1.930 millones de toneladas de relave. La Pulpa se transporta, según lo señalado en el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del proyecto, a razón de 418 L/s como caudal medio, con un contenido en peso de material seco del 57%, lo que equivale a 32.300 t/día de relave. El tranque posee un muro impermeable de inicio de 16 m de altura de arena compactada, y un canal de contorno que permite captar las aguas lluvias correspondientes al área de precipitación pluvial situada aguas arriba del embalse y evacuarlas fuera de la cubeta sin que experimenten variación alguna en sus características físicas y químicas naturales.

7.6.4. Conservación

La conservación de estas estructuras es de responsabilidad de las empresas mineras que las controlan y usan.

7.6.5. Diagnóstico

El diagnóstico ambiental de estas estructuras se presenta en el Capítulo 9 de este informe.

7.6.6. Conclusiones

La información de tranques de relaves se ha actualizado del catastro del portal minero del Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), año 2015. Sin embargo, se han detectado algunos errores, como por ejemplo, el tranque Ovejería se incluye en la V Región, sin embargo, el tranque está en la Región Metropolitana. Esta información debe corregirse.

La información relativa a fiscalizaciones de obras mayores por parte de la Dirección General de Aguas, especialmente lo referido a tranques de relaves, no incluye todos los tranques catastrados, lo que permite inferir que los tranques que no están incluidos, no han sido fiscalizados. Además, en los tranques catastrados, no se cuenta con información primordial como son: altura de muro, capacidad total e información respecto al estado actual de actividad. (Capitulo 11).

Dado que los problemas de un deterioro o mal funcionamiento de un tranque puede afectar a terceros, se recomienda realizar un plan de fiscalización de los tranques existentes en la Región Metropolitana.

7.7. INFRAESTRUCTURA DE AGUAS LLUVIAS

7.7.1. Aspectos Generales

La Ley 19.525 de 1997 establece en términos generales que las redes primarias bajo la tuición del Ministerio de Obras Públicas o "MOP" y secundarias bajo la tuición del Ministerio de Vivienda y Urbanismo o "MINVU", las que tienen su punto de origen en la elaboración de los planes maestros.

La Ley N°19.525 entregó como primera prioridad al MOP la elaboración de los Planes Maestros de Aguas Lluvias en todas las ciudades de más de 50.000 habitantes.

Esta ley básicamente atribuye una competencia que había quedado sin regulación. Sin embargo, contiene una ordenación muy general que no define claramente las relaciones entre los diversos servicios públicos con competencia en la materia. Asimismo, existe una serie de otros cuerpos legales, que deben ser considerados para la ejecución de proyectos de evacuación y drenaje de aguas lluvias. El presente acápite se presenta una recopilación de la normativa relativa a las aguas lluvias y al drenaje urbano y de los servicios públicos con competencia en la materia indicados en el Manual de Drenaje Urbano[1]

[1]Manual de Drenaje Urbano: Guía para el diseño, construcción, operación y conservación de obras de drenaje urbano. Versión octubre 2013. Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras públicas.

Por su parte, el Código de Aguas realiza importantes precisiones en relación al sistema de drenaje.

En primer lugar, lo define como "todos los cauces naturales o artificiales que sean colectores de aguas que se extraigan con el objeto de recuperar terrenos que se inundan periódicamente, desecar terrenos pantanosos o vegosos y deprimir niveles freáticos cercanos a la superficie" (art. 47).En virtud de esta norma, es posible considerar dentro de la planificación de las redes de evacuación de aguas lluvias, sean éstas primarias o secundarias, a los sistemas drenaje como insumo, y de esta forma habilitar programas de renovación, parques inundables, programas de salud pública, uso de espacios abiertos, programas de infraestructura vial, entre otros.

En segundo lugar, establece como beneficiarios del sistema de drenaje a todos aquellos que lo utilizan para desaguar sus propiedades y quienes aprovechan las aguas del mismo (arts. 47 y 48). Sin embargo, acorde con lo anterior, son ellos mismos –quienes reportan beneficios de éste-, los obligados a mantener los cauces u obras que constituyen el sistema de drenaje (art. 49). Por ende, y si se considera a dichos sistemas de drenaje dentro de la red de evacuación de aguas lluvias primaria o secundaria, será el MOP o el MINVU, según corresponda, el obligado a su mantención, según se verá más adelante.

La red primaria, según se anticipara, es definida formalmente por el MOP mediante el respectivo plan maestro de cada ciudad. Normalmente, la red se compone de cauces naturales o artificiales y de grandes colectores.

Los proyectos de ejecución de estas obras son generalmente estatales. El Estado puede construirlos por cuenta propia o mediante mecanismos contractuales (usualmente bajo modalidad de contrato de obra pública).

La Ley 19.525 dispone que "la planificación, estudio, proyección, construcción, reparación, mantención y mejoramiento de la red primaria de sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias corresponderá al Ministerio de Obras Públicas" (art. 1, inc. 2). Esta ley, en su artículo 3º, entrega a la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) las funciones relativas a esta materia al prescribir que "la planificación, estudio, proyección, construcción, operación, reparación, conservación y mejoramiento de las obras de la red primaria de sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias, hasta su evacuación en cauces naturales" es de competencia de la DOH.

La DOH está encargada del desarrollo de los planes maestros, a través de los cuales se define lo que constituye la red primaria de sistemas de evacuación de aguas lluvias, en un esquema de evacuación y drenaje de aguas lluvias que, por regla general, debe ser independiente de las redes de alcantarillado y podrán conectarse cuando la autoridad competente así lo disponga. Asimismo, deben considerar la situación de las cuencas hidrográficas y contener las acciones para evitar la erosión y deforestación.

Los planes maestros serán aprobados por Decreto Supremo firmado por los Ministros de Obras Públicas y de la Vivienda y Urbanismo.

Cabe destacar que la DGA se encuentra facultada administrativamente por el Código de Aguas a autorizar no sólo las modificaciones u obras que se desarrollen en

cauces naturales, sino que además de acuerdo al Art. 294 la construcción de colectores con capacidades de porteo superior a los 2 m^3/s, sean estos de la red primaria o secundaria, la de acueductos con capacidad superior a 0,5 m^3/s ubicados cerca de zonas urbanas, y los sifones o canoas que crucen cauces naturales, lo cual además significa que este proyecto de acueducto, sea del MOP o particular, deberá contar con una Resolución de Calificación Ambiental (RCA) favorable. También, de acuerdo a los Art. 41 y 171 deben ser autorizados por la DGA las descargas de aguas lluvias a red natural, desde red primaria o secundaria, con descargas iguales o mayores a 2 m^3/s. También es importante indicar que según los mismos artículos del Código de Aguas, quedan exceptuados de los trámites y requisitos, los proyectos desarrollados por el MOP, los cuales deben ser si incorporados al Catastro Público de Aguas.

7.7.2. Ubicación y Cobertura

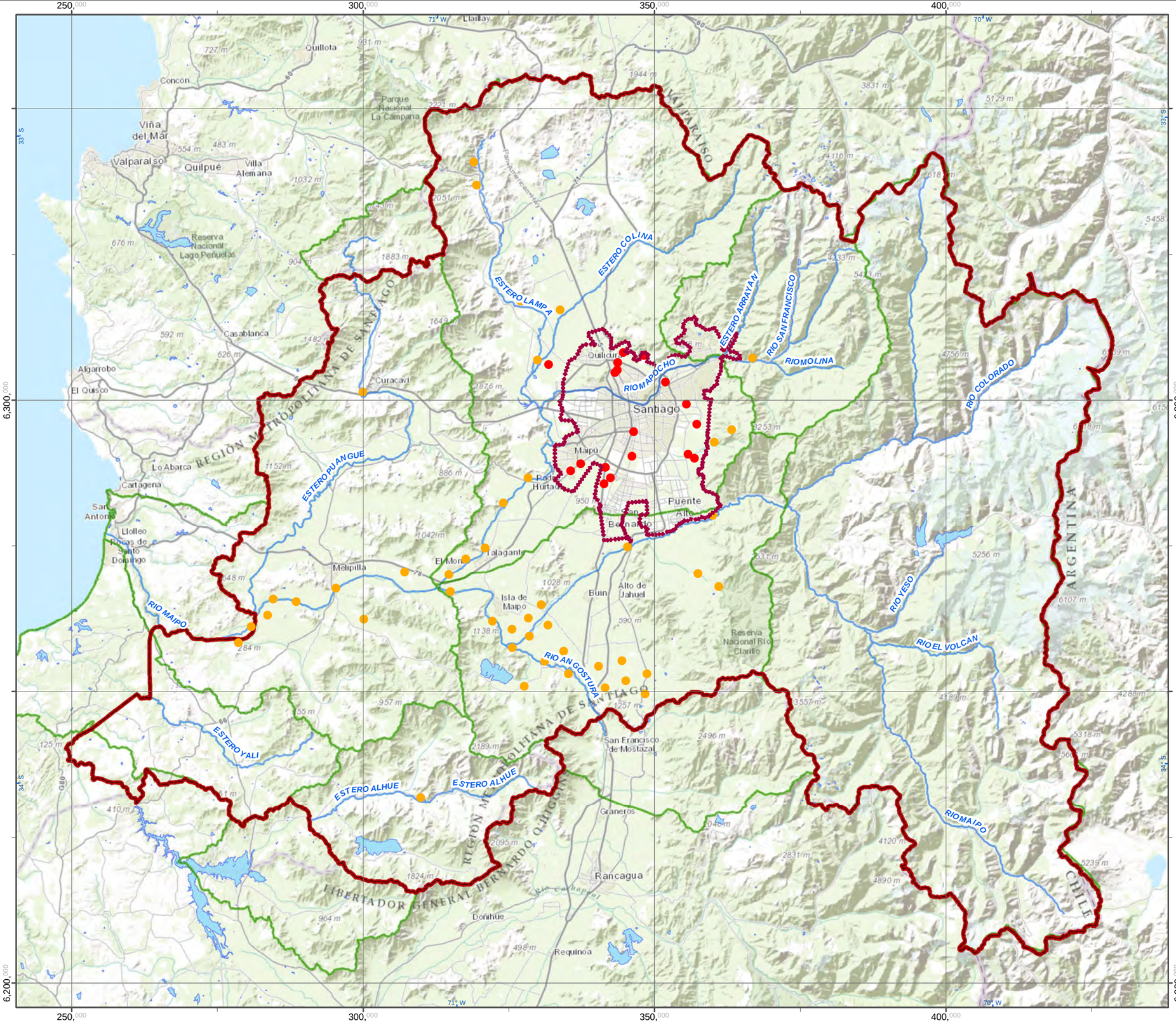
Las redes de aguas lluvias se ubican en todas las localidades que poseen más de 50.000 habitantes. La mayoría de estas localidades que ya cumplen con el requisito de población tienen un plan maestro porque ya pertenecen al Plan Maestro del Gran Santiago (PMGS). La cobertura del plan maestro gran Santiago se muestra en el Cuadro 7.7.2-1.

CUADRO 7.7.2-1
COMUNAS INCLUIDAS EN EL PLAN MAESTRO GRAN SANTIAGO

Nor-Poniente	Sur-Poniente	Centro-Oriente
Conchalí	Maipú	Providencia
Huechuraba	Cerrillos	Vitacura
Independencia	Lo Espejo	Lo Barnechea
Recoleta	Pedro A. Cerda	Las Condes
Renca	La Cisterna	Santiago
Quinta Normal	San Miguel	Ñuñoa
Cerro Navia	San Ramón	La Reina
Lo Prado	El Bosque	Macul
Quilicura	La Pintana	Peñalolén
Pudahuel	La Granja	La Florida
Estación Central	San Joaquín	Puente Alto
	San Bernardo	

Fuente: Plan Maestro Gran Santiago 2001 (DOH 2001, INF-07)

Existe información de puntos críticos susceptibles a inundaciones identificados por la Dirección de Obras Hidráulicas, en zonas urbanas y zonas rurales. Esta información presenta en la Figura 7.7.2-1. Se puede apreciar que la mayoría de los puntos en zonas urbanas está cubierta por el PMGS, sin embargo en las zonas rurales, la mayoría de ellos no están cubiertos.



SIMBOLOGÍA

- Límite P. M. de Ev. y Dren. de Aguas LLuvias (DOH, 2001)
- Puntos críticos inund. zona rural
- Puntos críticos inund. zona urbana
- Límite Cuencas
- Lagos, Lagunas, Embalses
- Hidrografía



ARRAU Ingeniería E.I.R.L.

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
División de Estudios y Planificación

SISTEMA DE INFORMACIÓN TERRITORIAL

DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

Puntos críticos de Inundación

Fuente Cartográfica: Instituto Geografico Militar, 2009 Cartografía Regular, 1:250.000 Fuente Témática: D.O.H. (2014)	ESCALA 1:650,000 0 2 4 8 12 16 Km	Jefe División: Carmen Herrera Indo Inspector Fiscal: Francisco Salazar Aragón
Referencia Cartógrafica: Proyección UTM DATUM WGS84 HUSO 19 Sur	Fecha: Noviembre 2015	*FIGURA 7.7.2-1*

7.7.3. Capacidad y Conservación

La conservación de las redes está directamente asociada a cada una de las comunas que poseen dichas redes. Uno de los temas que más influye en la eficiencia de las redes de evacuación de aguas lluvias es la limpieza de la misma. Limpieza de los sumideros, limpieza de cámaras. Todas estas actividades mejoran dramáticamente la capacidad de las redes y es responsabilidad, como se mencionó anteriormente, de las comunas, a través de los Municipios.

7.7.4. Diagnóstico (Problemas y Deficiencias)

Se han analizado las poblaciones, que cumplen con los requisitos de población mínima para contemplar un plan maestro actualmente, y se ha verificado la existencia o no existencia de estos. También se han analizado las poblaciones que no cumplen con el requisito mínimo y se ha estimado, según la proyección de población, cuando sería el momento en las cuales deberían contemplar un plan maestro de aguas lluvias. Además se han verificado las poblaciones que tienen plan maestro ya que están dentro del Plan Maestro Gran Santiago. En los Cuadros 7.7.4-1 al 7.7.4-4 se resume lo anteriormente descrito.

CUADRO 7.7.4-1
CIUDADES Y POBLADOS QUE NO CUMPLEN CON REQUISITO DE POBLACION

Ciudad o Poblado		
Alto Jahuel	Alhué	Las Canteras
Bajos de San Agustín	Bollenar	Lo Herrera
Batuco	Champa	María Pinto
Curacaví	Chicureo	Pintué-La Guachera
El Monte	El Colorado	Pomaire
Hospital	El Ingenio	San Alfonso
Isla de Maipo	El Maitén	San Ignacio
La Islita	El Principal	Santa Marta de Liray
La Obra-Las Vertientes	El Rulo	San Pedro
Lampa	Estación Colina	Santa Sara
Paine	Huelquén	Valdivia de Paine
Pirque	Huertos Familiares	Villa Alhué
San José de Maipo	La Parva	Viluco
Tiltil		

Fuente: Plan Maestro Gran Santiago 2001 (DOH 2001, INF-07)

CUADRO 7.7.4-2
CIUDADES Y POBLADOS QUE CUMPLIRÁN CON REQUISITO DE POBLACIÓN

Nombre	Tipo	Año
Buin	Ciudad	2025
Padre Hurtado	Ciudad	2040

Fuente: Elaboración propia, Censo 2012, INE.

En la entrevista con la DOH se hizo mención a ciertas localidades como Buin y Paine, las cuales no tienen Plan Maestro de Aguas, pero sí tienen muchos problemas de inundaciones.

CUADRO 7.7.4-3
CIUDADES QUE CUMPLEN CON REQUISITO DE POBLACIÓN Y ESTAN DENTRO DEL PLAN MAESTRO GRAN SANTIAGO 2001

Nombre	Nombre
Cerrillos	Maipú
Cerro Navia	Ñuñoa
Conchalí	Pedro Aguirre Cerda
El Bosque	Peñalolén
Estación Central	Providencia
Huechuraba	Puente Alto
Independencia	Quilicura
La Cisterna	Quinta Normal
La Florida	Recoleta
La Granja	Renca
La Pintana	San Bernardo
La Reina	San Joaquín
Las Condes	San Miguel
Lo Barnechea	San Ramón
Lo Espejo	Santiago
Lo Prado	Vitacura
Macul	

Fuente: Plan Maestro Gran Santiago 2001 (DOH 2001, INF-07)

CUADRO 7.7.4-4
CIUDADES QUE CUMPLEN CON REQUISITO DE POBLACION Y NO ESTÁN DENTRO DEL PLAN MAESTRO GRAN SANTIAGO 2001

Subcuenca	Nombre
Río Mapocho Bajo	Colina
	Peñaflor
	Pudahuel
	Talagante
Río Maipo Bajo	Melipilla

Fuente: Elaboración propia, Censo 2012, INE.

En resumen hay 5 comunas que no están cubiertas por el Plan Maestro Gran Santiago.

- Colina: Plan Maestro se encuentra aprobado por Decreto Supremo (DS).

- Melipilla: Plan Maestro no está aprobado por Decreto Supremo.
- Peñaflor: Plan Maestro no está aprobado por Decreto Supremo.
- Pudahuel: Plan Maestro se encuentra aprobado por Decreto Supremo.
- Talagante: Plan Maestro no está aprobado por Decreto Supremo.

Se ha realizado la licitación para un estudio "Construcción Sistema Drenaje Urbano Zona Sur Poniente de Santiago" que tiene por objetivo principal analizar alternativas de solución para drenaje urbano de la zona de sur poniente de Santiago. La zona sur de Santiago contempla las comunas de San Bernardo, El Bosque, La Pintana y Maipú, que si bien están dentro del PMGS, no están completamente integradas, y además, estas comunas han experimentado grandes transformaciones en los últimos años, debido al crecimiento poblacional y proceso de urbanización. Este estudio está ad portas de ser ejecutado, trayendo consigo la solución para estas comunas y ampliación del PMGS.

Siendo más específico, en la Entrevista con las autoridades de la DOH, se detectaron los siguientes problemas:

- No existe información sobre los efectos del crecimiento urbano en el sistema de evacuación de aguas lluvias de la Región Metropolitana.
- Los problemas provocados por las crecidas se deben principalmente a la falta de infraestructura, que cada año se va mejorando.
- El Zanjón de la Aguada habitualmente se desbordaba, por lo que se está complementando la infraestructura para solucionar los problemas. Se ha implementado la bóveda para el desvío hacia el Parque La Aguada, que va desde Sierra Bella hasta Club Hípico.
- Solo la red primaria de evacuación de aguas lluvias está a cargo de la DOH. Hay problemas de inundación que se relacionan con la mantención de la red secundaria de evacuación de aguas lluvias.
- En la Región Metropolitana el principal problema que afecta la capacidad hidráulica de los cauces no es la sedimentación, sino la basura que se dispone en los cauces.
- Hay problemas en algunos canales donde crece vegetación porque hay poca pendiente. Este tipo de canales se desbordan con facilidad, como por ejemplo el estero Las Cruces.
- En los sectores donde no hay un Plan Maestro de Aguas Lluvias, la DOH participa realizando observaciones a proyectos. Estos proyectos son soluciones parciales y locales de aguas lluvias que aportan a los cauces, que ingresan a través de la DGA. La revisión de los estudios es para verificar que los cauces no se vean afectados, o que los bordes de los cauces no afecte la infraestructura que se está construyendo en caso de

crecidas importantes. No es tuición de la DOH pronunciarse sobre el proyecto completo, sino únicamente sobre las descargas a los cauces naturales.

- Los canalistas no siempre están dispuestos a evacuar aguas lluvias. El canal Puangue es evacuador de aguas lluvias.

- En la zona sur-poniente de Santiago (Maipú y San Bernardo) las aguas lluvias descargan naturalmente al canal Lo Espejo. La solución del Plan Maestro era mejorar el sistema de canales Santa Marta, Ochagavía, Lo Espejo, pero los canalistas se oponen a las descargas de aguas lluvias principalmente por la contaminación. La primera lluvia lava el pavimento y eso va directo a los canales.

- El año 2012 se preparó el Manual de Aguas Lluvias, que da indicios a que se haga un análisis de la calidad del agua lluvia que se evacúa por los canales. Es un tema que es necesario regular. Pero mientras no haya normativa que permita construir obras para enfrentar los problemas de contaminación de las aguas lluvias es difícil abordar el tema.

Finalmente, durante los talleres realizados con la comunidad se han detectado y reafirmado los siguientes problemas:

- No está aprobado el Plan Maestro de Aguas Lluvias para Buin, Paine ni San Bernardo, con lo cual no se puede actuar en cuanto a la limpieza, habilitación de obras y captación de aguas lluvias. Se añade que existen anegamientos de la comuna de San Bernardo, que cuenta con colectores solo en el lado norte de la comuna.

- Se releva el problema de la nula utilización de las aguas lluvias, destacando que en la actualidad se riegan las áreas verdes con agua potable. No se planifica el aporte de las aguas lluvias a la ciudad y se carece de la infraestructura para captarla y utilizarla adecuadamente. Se añade la ausencia de una normativa legal para el uso de las aguas lluvias. Se señala que existe un Manual con diseños de técnicas alternativas para el uso de aguas lluvias, pero como no está en la normativa, no son obligatorias.

7.7.5. Conclusiones

Actualmente existen varias localidades que presentan problemas de evacuación de aguas lluvias, pero no cumplen con los requisitos para crear un plan maestro. Se recomienda crear instancias alternativas que permitan atender estas situaciones.

Existen Planes Maestros para localidades que están en tramitación, se debería agilizar el proceso de tramitación, para poder comenzar luego con las soluciones de estas localidades.

7.8. INFRAESTRUCTURA DE PREVENCIÓN DE ALUVIONES

7.8.1. Aspectos Generales

El crecimiento que ha experimentado la ciudad de Santiago durante las 2 últimas décadas, ha generado una creciente y constante presión sobre los sectores periféricos. Sin duda que uno de los más importantes y de mayor presión urbana, ha sido la zona ubicada al oriente. Este creciente desarrollo, y en específico de las zonas que deben convivir con un entorno relacionado a cauces naturales, ha planteado importantes desafíos en cuanto a la ocupación y uso de nuevos territorios, los cuales requieren ser menos vulnerables y seguros. Este desafío se torna cada vez más crítico en la medida que las zonas permanentemente habitadas se expanden hacia áreas que originalmente no resultaban atractivas para el asentamiento humano, debido a la existencia de riesgos causados por eventos naturales tales como desbordes, inundaciones y aluviones.

7.8.2. Ubicación y Cobertura

En el estudio de la DOH (DOH 2008, IN-07) se han detectado las quebradas mostradas en el Cuadro 7.8.2-1 como posibles generadoras de aluviones.

CUADRO 7.8.2-1
POSIBLES QUEBRADAS GENERADORAS DE ALUVIONES

Comuna	Quebrada
Lo Barnechea	Ñilhue
	Agua de Aranda
	El Ají
	Las Zorras
Las Condes	Quinchimalí
	Rinconcito o Cañitas
	San Francisco
	Romeral
	Grande
	Los Codos Norte
	Los Codos Sur
	Apoquindo/Los Almendros
	Sin Nombre
	San Ramón
La Reina	6 Quebradas Sin Nombre
Peñalolén	Macul
	Peñalolén
	Nido de Águilas
	Lo Hermida
	La Gringa
La Florida	Las Perdices
	Lo Cañas
	2 Quebradas Sin Nombre
Puente Alto	Morfilana
	Las Vizcachas
	4 Quebradas Sin Nombre

Fuente: DOH (DOH 2008, INF-05)

A las quebradas señalas en el Cuadro 7.8.2-1 se le suma el evento ocurrido en el río Colorado el 29 de noviembre de 1987, donde, por efecto de Un súbito aumento de la isoterma cero que se empinó por sobre los 5.000 m de altura, se generaron deslizamiento de rocas y flujo de detrito (aluvión) por el río, que arrasó con 4 campamentos del proyecto Central Hidroeléctrica Alfalfal, de Chilectra, dejando 41 muertos y/o desaparecidos y pérdidas materiales entre ellas la Central Maitenes, 18 puentes sobre el río Colorado y caminos de acceso al proyecto Alfalfal.

7.8.3. Capacidad

Un factor relevante en la definición de la capacidad de la infraestructura aluvional es su costo, ya que este se relaciona directamente con su caudal de diseño, es decir, mientras mayor sea el caudal, mayor será el costo.

Esto indica que no hay un periodo de retorno fijo que determine el caudal de diseño si no que se debe realizar la evaluación económica de las obras aluvionales y luego elegir el periodo de retorno óptimo para su ejecución.

7.8.4. Conservación

La infraestructura aluvional se debe mantener en óptimas condiciones para que funcione a máxima capacidad durante una crecida líquida o sólida.

7.8.5. Diagnóstico (Problemas y Deficiencias)

Si bien se han detectado muchas quebradas en la zona oriente de Santiago, actualmente solo dos de ellas serían las más peligrosas, la quebrada de Macul y la quebrada de San Ramón. En la quebrada de Macul, se han construido 7 piscinas para controlar las crecidas y disminuir el riesgo aguas abajo. Estas se pueden observar en las Figuras 7.8.5-1 y 7.8.5-2. La quebrada de San Ramón, actualmente consta de piscinas de control aguas abajo (frente al parque Padre Hurtado), pero que no cumplen satisfactoriamente su objetivo, pues son de poca capacidad. No obstante, a la fecha se está desarrollando el estudio "Diseño de Obras para el Control Aluvional y de Crecidas Líquidas en la Quebrada de Ramón" para determinar cuál sería la solución a las grandes crecidas que ocurren en esa quebrada. En la subcuenca del Río Maipo Alto no se identificaron obras.

FIGURA 7.8.5-1
PISCINAS DE CONTROL QUEBRADA DE MACUL



Fuente: Equipo Consultor

FIGURA 7.8.5-2
PISCINAS DE CONTROL QUEBRADA DE MACUL



Fuente: Equipo Consultor

7.8.6. Conclusiones

El control de aluviones se encuentra bien manejado, a nivel de la ciudad misma, ya que no existen mayores riesgos salvo en las quebradas mencionadas, de las cuales una ya cuentan con elementos de control y la otra está en proceso de estudio para mejorar su situación actual.

7.9. INFRAESTRUCTURA DE DEFENSAS FLUVIALES

7.9.1. Aspectos Generales

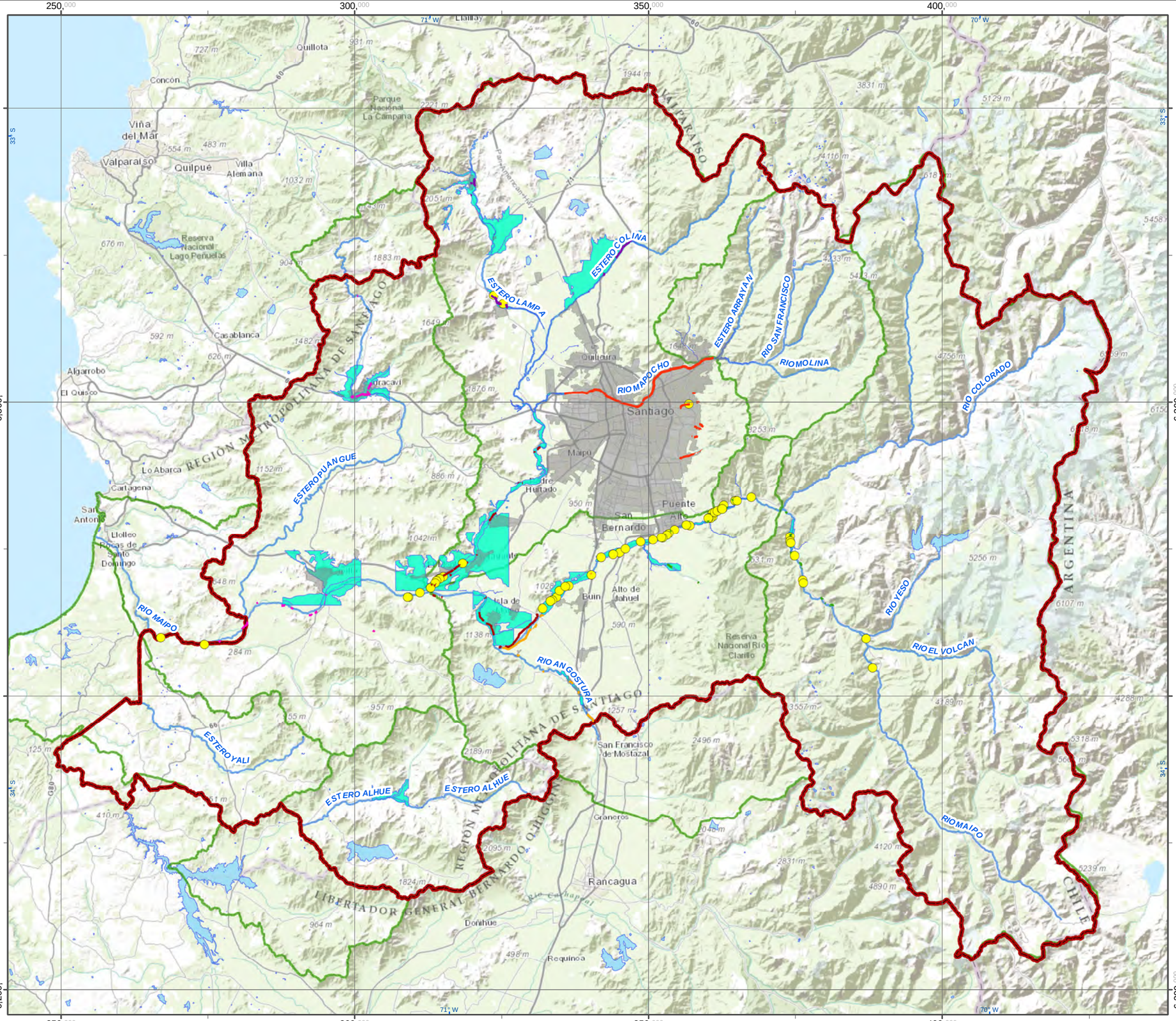
En este Acápite se realiza la revisión de los antecedentes sobre las defensas fluviales con las que cuenta actualmente la cuenca del Río Maipo. Luego, se efectúa el diagnostico de dicha infraestructura para ver capacidades de cobertura, estados de conservación, problemas, deficiencias.

De todas formas, en esencial que la DGA realice la fiscalización de los cauces naturales por donde escurren las quebradas durante las crecidas, y defina acciones respecto a las obras que se han ejecutado dentro de ella o en sus riberas.

7.9.2. Ubicación y Cobertura

Según los antecedentes facilitados por la División de Cauces y Drenaje Urbano de la DOH, las defensas fluviales se encuentran repartidas en toda la Región Metropolitana, construidas según el tipo de cauce y los problemas que se han presentado. La ubicación de las defensas fluviales se puede observar en la Figura 7.9.2-1. Para poder caracterizar la cobertura de esta red, se establecen las zonas susceptibles a inundaciones, según el estudio del Gobierno Regional de Santiago - Edáfica (2013), a lo largo de la longitud del cauce que corresponda y se compara con la longitud de las defensas construidas, si es que existen, indicando así, el porcentaje de cobertura espacial de la red.

Se presenta en el Cuadro 7.9.2-1, el resumen de la cobertura de las protecciones.



SIMBOLOGÍA

- Infraestructura de protección ciudad Santiago
- Infraestructura de protección Río Maipo
- Infraestructura de protección sector Melipilla
- Infraestructura de protección sector Polpaico
- Infraestructura de protección sector Talagante
- Infraestructura de protección sectores de la coordillera
- Puntos extracción áridos
- Centros urbanos
- Zonas suceptibles a anegamientos urbanos
- Límite Cuencas
- Lagos, Lagunas, Embalses
- Hidrografía

ARRAU Ingeniería E.I.R.L.

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
División de Estudios y Planificación

SISTEMA DE INFORMACIÓN TERRITORIAL

DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

Defensas Fluviales

Fuente Cartográfica: Instituto Geografico Militar, 2009 Cartografía Regular, 1:250.000 Fuente Témática: E-SIIR., CNR.	ESCALA 1:650,000 0 2 4 8 12 16 Km	Jefe División: Carmen Herrera Indo Inspector Fiscal: Francisco Salazar Aragón
Referencia Cartógrafica: Proyección UTM DATUM WGS84 HUSO 19 Sur	Fecha: Noviembre 2015	*FIGURA 7.9.2-1*

CUADRO 7.9.2-1
RESUMEN DE COBERTURA DE DEFENSAS FLUVIALES

Subcuenca	Zona	Zona Susceptible A Inundaciones (km)	Protecciones (km)	Cobertura
Río Mapocho Bajo	Zona de Polpaico	25,5	2,6	10%
	Sector de Lampa	14,0	5,6	40%
	Colina	24,0	12,0	50%
	Zona Urbana Santiago	38,0	38,0	100%
	Río Mapocho (Est Lampa a río Maipo)	52,0	7,2	14%
Río Maipo Medio	Río Maipo (Río Colorado hasta Río Angostura	70,0	11,0	16%
	Río Maipo (río Angostura hasta Río Mapocho)	23,0	5,4	23%
Río Maipo Bajo	Río Maipo (Río Mapocho hasta estero Puangue)	80,0	2,0	3%

Fuente: Elaboración propia a partir información facilitada por la División de Cauces y Drenaje Urbano de la DOH

7.9.3. Conservación

La conservación de la infraestructura es responsabilidad de la entidad correspondiente que la construyó, generalmente la Dirección de Obras Hidráulicas, o en algunos casos las mismas municipalidades se encargan de la mantención de estas estructuras. Para conocer el estado de conservación de cada una de estas, se necesita generar un calendario de inspecciones que permita levantar dicha información con visitas a terreno.

7.9.4. Diagnóstico

Basándose en la información de ubicación y cobertura espacial, el diagnóstico se realiza estableciendo las zonas urbanas cercanas a los cauces que se encuentran en peligro de inundaciones y se comparan con las estructuras existentes, al resultado anterior se le asigna suficiente ó deficiente, respecto de la cobertura.

En la zona de Polpaico existen 25,5 km, a lo largo del Estero Polpaico, de zona susceptible a inundaciones. En la zona urbana, existen aproximadamente 1,4 km por la ribera izquierda y 1,2 km por la ribera derecha de protecciones. Dichas protecciones cubren el 100% de la zona urbana y no deberían presentarse problemas.

Más al sur, en el sector de Lampa, existen aproximadamente 14 km de zona susceptible a inundaciones a lo largo del Estero Lampa. Sólo existen protecciones en la zona urbana, con 1,4 km con protecciones por la ribera izquierda y 4,2 km por la ribera derecha. Dichas protecciones cubren el 100% de la zona urbana, por lo que no deberían presentarse problemas.

En el sector de Colina, siguiendo el cauce del Estero Colina, existen 24 km de zona susceptible a inundaciones. Sólo se aprecian protecciones en la zona urbana, por la ribera derecha del estero, que es donde se aprecia la mayor concentración de viviendas. Existen una gran cantidad de zonas urbanas aguas abajo que no están protegidas, aproximadamente 12 km siguiendo el cauce del estero, de modo que la cobertura ronda el 50%.

En la zona urbana de Santiago, el Río Mapocho se encuentra completamente protegido. Son 38 km de defensas fluviales en ambas riberas del río estableciendo un 100% de cobertura.

La zona urbana comprendida siguiendo el cauce del Río Mapocho, desde la confluencia con el Estero Lampa hasta la confluencia con el río Maipo, se aprecia una zona con bastante probabilidad de inundaciones, aproximadamente 52 km. Sin embargo, la mayoría corresponde a zonas de cultivos. Existen aproximadamente 7,2 km de protecciones en las zonas urbanas observadas. Unos 10 km aguas arriba de la confluencia del Estero Lampa con el Río Maipo, siempre siguiendo el cauce del río Mapocho, existe una zona urbana que no está protegida y cuya longitud es de unos 6 km. De este modo se puede decir que la cobertura para este sector es del orden del 54%.

En la zona oriente de la cuenca del Río Maipo, aguas arriba de la confluencia del Río Maipo con el Río Colorado, existe una zona susceptible a inundaciones, que coincide con la zona urbana de San José de Maipo. Esta zona de 8 km de longitud a través del cauce, tiene protegidos solamente 800 m, faltando unos 1.200 m más para proteger toda la zona urbana, contemplando así, una cobertura del 40%.

Continuando en el Río Maipo, aguas abajo de la confluencia con el Río Colorado, hasta la confluencia con el Río Angostura, con una longitud total de 70 km, presenta en la mayoría zonas susceptibles a inundaciones. Sin embargo, no se aprecian muchas zonas urbanas. En este tramo existen pequeñas defensas como espigones y algunos encausamientos, pero de poca longitud. Solo al final del tramo, comenzando desde 11 km aguas arriba de la confluencia con el Río Angostura, hasta el fin de dicha confluencia se encuentra un encausamiento de ambas riberas del río. No se aprecian zonas urbanas de importancia. La cobertura de defensas para este tramo es del 100%.

La zona comprendida entre el Río Maipo desde la confluencia con el Río Angostura hasta la confluencia con el Río Mapocho, contiene una zona urbana por la ribera derecha del río, con una longitud aproximada de 9 km. Esta zona se encuentra protegida con muros de enrocados y espigones por una longitud de 5,4 km, contando con un 60% de cobertura. Aguas abajo de esta zona se encuentran otras protecciones del río, pero no se aprecian zonas urbanas cercanas.

Las protecciones emplazadas por las zonas urbanas, siguiendo el cauce del Río Maipo, desde la confluencia con el Río Mapocho hasta la confluencia con el Estero Puangue, son muy escasas, de tramos muy pequeños y con mucha dispersión. Se pueden observar espigones y muros de enrocados. Sin embargo se aprecian muy pocas zonas rurales, la mayoría son zonas de cultivos, de modo que se infiere que dichas obras están colocadas para proteger dichos cultivos. La cobertura para esta zona es del 100%.

En el Cuadro 7.9.4-1 se presenta el diagnóstico realizado.

CUADRO 7.9.4-1
RESUMEN DE COBERTURA DE DEFENSAS FLUVIALES SEGÚN ZONA URBANA

Subcuenca	Zona	Zonas Urbanas (km)	Protecciones (km)	Cobertura	Diagnóstico
Río Mapocho Bajo	Polpaico	2,6	2,6	100%	suficiente
	Lampa	5,6	5,6	100%	suficiente
	Colina	24,0	12,0	50%	deficiente
	Zona urbana Santiago	38,0	38,0	100%	suficiente
	Río Mapocho (estero Lampa a río Maipo)	13,0	7,2	55%	deficiente
Río Maipo Medio	Río Maipo (colorado hasta Río Angostura	11,0	11,0	100%	suficiente
	Río Maipo (Río Angostura hasta Río Mapocho)	9,0	5,4	60%	deficiente
Río Maipo Bajo	Río Maipo (Río Mapocho hasta Estero Puangue)	1,0	1,0	100%	suficiente

Fuente: Elaboración propia a partir de Información proporcionada por DOH

Por otra parte, en taller realizado con la comunidad de la Unidad Territorial Cordillera, se mencionó que, de acuerdo a la percepción de la población, el diseño de obra hidráulica de defensa fluvial en cauce del río Clarillo no consideró la existencia de sifón de la comunidad de aguas Nº 1, lo que los perjudica. (Problema CD-4). Localidad El Principal de Pirque. Se trata de un sifón de 400 m para pasar el lecho del río. El MOP está haciendo unos trabajos corriéndose unos 250 m al sur, dejando el sifón en el lecho del río. Se sospecha que ante una crecida, el sifón se podría tapar dejando sin riego a unas 500 ha.

7.9.5. Conclusiones

Dada las zonas susceptibles a inundaciones, se debe mejorar la infraestructura en las zonas donde hay cobertura deficiente, indicados en el Cuadro 7.9.4-1, además de resolver los problemas puntuales como el del sifón en el Río Clarillo. Se recomienda priorizar los sectores más vulnerables como zonas urbanas, villorrios y otros.

7.10. EXTRACCIONES DE ÁRIDOS

7.10.1. Aspectos Generales

Las extracciones de áridos son actividades que se realizan la mayoría de las veces en los cauces de los ríos, generalmente para ser utilizados en construcción de edificios, caminos, etc.

La legislación vigente relativa a la extracción de áridos desde los cauces naturales indica que son los Municipios los organismos que otorgan los permisos administrativos y concesiones de extracción. Para ello previamente se debe contar con la aprobación técnica del Departamento de Defensas Fluviales de la DOH. Las Municipalidades podrán cobrar derechos por los permisos que otorguen para la extracción de arena, ripio o materiales, de bienes nacionales de uso público o desde pozos lastreros de propiedad particular, salvo cuando se trate de materiales destinados a la ejecución de obras públicas.

7.10.2. Ubicación y Cobertura

Para poder obtener la información más actual sobre la ubicación de extracciones de áridos, se ha solicitado por Ley de Transparencia dicha información a cada una de las municipalidades, que dentro de sus jurisdicciones posean cauces de importancia.. En la Figura 7.10.2-1 se muestran estos lugares de extracción y en el Cuadro 7.10.2-1 las coordenadas.

CUADRO 7.10.2-1
PUNTOS DE EXTRACCIÓN ACTUALES

Subcuenca	Comuna	Norte	Este
Estero Alhué	Alhué	No hay extracciones de áridos	
Río Mapocho Alto	Las Condes	6.299.658	356.836
Río Mapocho Bajo	Lampa	6.316.682	325.261
		6.318.193	323.625
	Peñaflor	se envió solicitud, no fue contestada	
	Renca	extracciones esporádicas y artesanales	
	Tiltil	S/I	S/I

CUADRO 7.10.2-1
PUNTOS DE EXTRACCIÓN ACTUALES
(Continuación)

Subcuenca	Comuna	Norte	Este
Río Maipo Alto	San José de Maipo	6.254.783	388.101
		6.259.670	387.021
		6.269.215	376.348
		6.269.675	376.238
		6.273.814	374.854
		6.275.958	374.196
		6.276.269	374.089
		6.277.046	374.069
Río Maipo Medio	Buin	6.266.779	334.341
		6.268.722	336.414
		6.273.527	341.918
		6.274.052	343.950
		6.274.321	345.050
	Colina	no adjunta coordenadas	
	Curacaví	se envió solicitud, no fue contestada	
	El Monte	6.266.771	309.007
		6.266.792	309.155
		6.267.541	311.100
		6.268.379	312.937
		6.269.182	313.660
		6.269.604	313.932
		6.269.910	314.461
		6.269.988	314.399
		6.270.287	315.037
		6.272.571	318.345
	Isla de Maipo	se envió solicitud, no fue contestada	
	Pirque	6.269.042	353.528
		6.270.694	355.727
		6.270.645	355.818
		6.270.859	355.404
		6.271.172	354.917
		6.278.022	353.735
	Puente Alto	6.276.520	350.757
		6.276.856	352.363
		6.276.874	352.185
		6.277.338	353.098
		6.277.622	353.450
		6.278.284	354.439
		6.278.991	357.027
		6.279.095	356.399
		6.280.255	360.144
		6.280.275	360.531
		6.280.287	360.202

CUADRO 7.10.2-1
PUNTOS DE EXTRACCIÓN ACTUALES
(Continuación)

Subcuenca	Comuna	Norte	Este
Río Maipo Medio	Puente Alto	6.280.523	360.913
		6.281.083	360.849
		6.281.183	361.062
	San Bernardo	6.264.883	331.938
		6.266.086	333.256
		6.266.280	333.604
		6.267.877	334.823
		6.268.579	335.806
		6.270.586	340.275
		6.274.990	346.059
		6.276.180	348.660
	San José de Maipo	6.281.249	361.232
		6.281.480	361.660
		6.281.784	362.524
		6.281.848	362.378
		6.281.897	362.614
		6.282.423	362.810
		6.283.180	365.038
		6.283.202	364.691
		6.283.756	367.487
Río Maipo Bajo	San Pedro	6.258.707	274.417
		6.259.835	266.995

Fuente: Elaboración propia a partir de Información proporcionada por Municipalidades.

7.10.3. Programa de Explotación

Para la postulación a un permiso de extracción se solicita un programa de explotación el que deberá contemplar al menos lo siguiente:

a) Indicación de volúmenes totales de material a remover, a extraer, aprovechables y de rechazo.

b) Calendario mensual o anual de explotación, señalando volúmenes de extracción aprovechables y de rechazo.

c) Análisis detallado de los procedimientos de extracción.

d) Listado y descripción de maquinarias y equipos a utilizar.

e) Señalar accesos y salidas al lugar de explotación.

Una vez otorgado el permiso es primordial que la explotación considere la programación que permita mantener las características de escurrimiento existente en el cauce evitando de esta manera daños y perjuicios a terceros.

7.10.4. Diagnóstico

El gran problema que genera este tipo de actividades es que se realizan modificaciones al cauce original del río, cambiando la estabilidad y rugosidad del lecho, con riberas de material que puede ser removido y arrastrado fácilmente por las crecidas. Esto trae problemas de socavaciones en los costados, y puede llegar fácilmente a un camino, casas aledañas o lo que este a su alcance. Es por eso que este tipo de actividades debe ser monitoreada cuidadosamente por las entidades correspondientes. Las extracciones de áridos es un tema relevante para la comunidad de la Unidad Territorial Maipo donde se indicó que esta actividad en los ríos ha provocado problemas en infraestructura vial (Problema MA-13). Debido a la extracción de áridos ha habido problemas con la infraestructura de puentes. Esto ocurre especialmente en la Ruta 5, pero en el caso del Río Maipo, el problema se extiende desde el puente Los Morros hasta el Puente Lonquén. También se generan problemas después del abandono de los puntos de extracción una vez que ya se terminan las faenas, ya que generalmente son usados como basurales. Finalmente, la mala planificación y manejo de los puntos de extracción de áridos provoca en ocasiones que las bocatomas presentes aguas abajo queden "colgadas", perjudicando a los usuarios de los canales.

7.10.5. Conclusiones

Se debe regular y normalizar los puntos de extracciones de áridos, tarea que debe ser exclusivamente de cada una de las municipalidades de cada comuna. Existen muchos lugares donde se extraen áridos sin ningún control y que provocan cambios en la estabilidad de los cauces. Para ello se necesita realizar un seguimiento a las faenas de extracción y cobrar multas en caso de no cumplir con lo estipulado en el programa.

Si bien, los permisos de extracción son otorgados por las municipalidades, también es perentorio que la DGA vele por las modificaciones que se realizan en los cauces naturales, por lo que se recomienda ejecutar un plan de inspección sobre los Municipios.

7.11. INFRAESTRUCTURA DE MEDICIÓN

7.11.1. Aspectos Generales

En este acápite se analizan la cobertura y limitaciones de las redes de medición fluviométrica, meteorológica, de niveles de aguas subterráneas, y calidad de aguas (tanto superficial como subterráneas), vigentes, además de analizar las redes propuestas en los estudios de las referencias RCM-1 y RCM-2. El primero del año 2014, se relaciona con las redes fluviométricas, meteorológicas, y de niveles de aguas subterráneas, y el segundo estudio, del año 2013, se relaciona con la red de calidad de aguas.

Con el fin de analizar la calidad de la información, se utilizan estándares mundiales de monitoreo incluidos en la publicación "World Meteorological Organization, Guide to Hydrometeorological Practices (WMO Nº168)[2]", y que se resumen en el Cuadro 7.11.1-1. Se hace notar que para el monitoreo de niveles de las aguas subterráneas, no se definen densidades mínimas en el reporte de la WMO, por lo que se utilizan las recomendaciones de la Agencia Europea del Medioambiente (European Environment Agency, EAA), agencia que recomienda que se instale 1 pozo cada 20 o 25 km² de acuífero[3], adoptándose para este caso el límite superior.

CUADRO 7.11.1-1
SUPERFICIE MÁXIMA PROMEDIO ASOCIADA A ESTACIONES (km²/Estación)

Cuencas	Precipitación	Flujo	Sedimentos	Calidad
Costeras	9.000	2.750	18.300	55.000
Montaña	2.500	1.000	6.700	20.000
Planicies	5.750	1.875	12.500	37.500
Desiertos	100.000	20.000	200.000	200.000

Fuente: http://www.whycos.org/hwrp/guide/index.php

7.11.2. Ubicación y Cobertura

En primer lugar se muestra en el Anexo 7-3 las estaciones componentes de las redes meteorológicas, fluviométricas, y de sedimentos; en el Anexo 7-4 para los niveles; y Anexo 7-5 para la red de calidad de aguas. Se hace notar que la red sedimentológica es un subconjunto de la red fluviométrica, y la red de calidad subterránea está asociada a la red de niveles. Para fijar ideas, se muestra en el Cuadro 7.11.2-1 la cantidad de estaciones que forman cada tipo de red.

CUADRO 7.11.2-1
CANTIDAD DE ESTACIONES EN REDES DE MEDICIÓN

Red de Medición	Número de Estaciones
Meteorológica	42
Fluviométrica	19
Niveles	104
Sedimentos	7
Calidad Superficial	25
Calidad Subterránea	16

Fuente: Elaborado estudios DGA (DGA 2014, RCM-1; y DGA 2013, RCM-2)

[2] http://www.whycos.org/hwrp/guide/index.php
[3] European Freshwater Monitoring Network Design. Topic report No 10/1996.

7.11.3. Diagnóstico (Problemas y Deficiencias)

7.11.3.1. Redes Meteorológicas, Fluviométricas y Sedimentos

En primer lugar, para las redes fluviométricas y meteorológicas, se efectuó un análisis considerando como criterios el emplazamiento y la infraestructura. Con este fin, se calificó las estaciones en buenas, regulares y malas, usando las definiciones mostradas en el Cuadro 7.11.3.1-1, y que provienen del estudio RCM-1.Utilizando ambos criterios, se calificó cada una de las estaciones, resultado que se muestra en el Anexo 7-3. Se hace notar que en el estudio de Krall se incluye un criterio adicional relacionado con la posibilidad de cuantificar los recursos hídricos, criterio que es más bien arbitrario, y que para fines de este nuevo análisis no será considerado, ya que es reemplazado por el criterio de superficie mínima asociada a cada estación, presentado anteriormente en el Acápite 7.11.1.

CUADRO 7.11.3.1-1
CRITERIOS PARA CARACTERIZACIÓN DE REDES

Criterio	Categoría	Definición
Emplazamiento	Buena (B)	Estado general permite el funcionamiento óptimo de la estación y no se necesita efectuar trabajos inmediatos en ella para garantizar la toma y registro de datos.
	Regular (R)	Estado general permite el funcionamiento condicionado de la estación y necesita efectuar algunas acciones tendientes a asegurar la continuidad en la toma de datos.
	Mala (M)	Estado general no garantiza el funcionamiento de la estación ni la calidad de los registros. Se trata de estaciones mal emplazadas o con riesgos evidentes de eventuales fallas.
Infraestructura	Buena (B)	Estado general permite el funcionamiento óptimo de la estación y no necesita trabajos en ella, a excepción de labores normales de mantenimiento.
	Regular (R)	Estado general permite el funcionamiento condicionado de la estación y se necesita efectuar algunos trabajos de mantenimiento o ajustes a la ubicación de elementos.
	Mala (M)	Estado general no garantiza el funcionamiento de la estación ni la calidad de los registros. Se trata de estaciones mal emplazadas o con riesgos evidentes de eventuales fallas.

Fuente: Elaborado usando DGA, 2014 (RCM-1)

Con la caracterización en términos de infraestructura y emplazamiento presentado en el estudio de Krall, que se muestran en forma resumida en el Cuadro 7.11.3.1-2 se determinó que una de las estaciones meteorológicas vigentes debería ser reemplazada, ya que aunque está en buenas condiciones, por construcción en el sitio original, se debe modificar su ubicación. Con respecto a las estaciones fluviométricas, se determinó que todas son aptas para su fin, que es cuantificar los recursos disponibles.

Una vez determinado el número apto de estaciones, se procedió a determinar la superficie promedio controlada por las estaciones, resultado que se muestra en el Cuadro 7.11.3.1-3.

CUADRO 7.11.3.1-2
RESULTADOS ANÁLISIS CALIDAD DE LAS ESTACIONES

Criterio Análisis	Fluviométricas			Meteorológicas		
	B	R	M	B	R	M
Emplazamiento	17	2	0	37	4	1
Infraestructura	18	1	0	36	6	0

Fuente: Elaborado usando DGA, 2014 (RCM-1)

Al analizar los resultados mostrados en el Cuadro 7.11.3.1-3, se observa que solo en la subcuenca del estero Yali se hace necesario añadir una estación de control fluviométrico, ya que no se cumple la condición de superficie máxima cubierta por las estaciones. En el caso de los sedimentos, se requiere adicionar estaciones en el estero Alhué y el Yali.

CUADRO 7.11.3.1-3
ANÁLISIS COBERTURA REDES METEOROLÓGICA, FLUVIOMÉTRICA Y SEDIMENTOS

Subcuenca	Tipo Subcuenca	Superficie Máxima (km²)	Superficie Subcuenca (km²)	Número Estaciones			Superficie Asociada (km²/Estación)	
				Red Original	Δ	Red Modificada	Red Original	Red Modificada
Red Meteorológica								
Río Maipo Alto	Montaña	2.500,0	4.858,4	6		6	809,7	809,7
Río Maipo Medio	Planicie	5.750,0	2.573,9	6		6	429,0	429,0
Río Maipo Bajo	Planicie	5.750,0	3.363,0	11		11	305,7	305,7
Río Mapocho Alto	Montaña	2.500,0	1.022,4	3		3	340,8	340,8
Río Mapocho Bajo	Planicie	5.750,0	3.455,4	12		12	288,0	288,0
Estero Alhué	Planicie	5.750,0	1.424,7	2		2	712,4	712,4
Estero Yali	Planicie	5.750,0	1.072,0	1		1	1.072,0	1.072,0
Red Fluviométrica								
Río Maipo Alto	Montaña	1.000,0	4.858,4	5		5	971,7	971,7
Río Maipo Medio	Planicie	1.875,0	2.573,9	3		3	858,0	858,0
Río Maipo Bajo	Planicie	1.875,0	3.363,0	2		2	1.681,5	1.681,5
Río Mapocho Alto	Montaña	1.000,0	1.022,4	5		5	204,5	204,5
Río Mapocho Bajo	Planicie	1.875,0	3.455,4	3		3	1.151,8	1.151,8
Estero Alhué	Planicie	1.875,0	1.424,7	1		1	1.424,7	1.424,7
Estero Yali	Planicie	1.875,0	1.072,0	0	1	1	∞	1.072,0
Red Sedimentos								
Río Maipo Alto	Montaña	6.700,0	4.858,4	2		2	2.429,2	2.429,2
Río Maipo Medio	Planicie	12.500,0	2.573,9	1		1	2.573,9	2.573,9
Río Maipo Bajo	Planicie	12.500,0	3.363,0	1		1	3.363,0	3.363,0
Río Mapocho Alto	Montaña	6.700,0	1.022,4	1		1	1.022,4	1.022,4
Río Mapocho Bajo	Planicie	12.500,0	3.455,4	1		1	3.455,4	3.455,4
Estero Alhué	Planicie	12.500,0	1.424,7	0	1	1	∞	1.424,7
Estero Yali	Planicie	12.500,0	1.072,0	0	1	1	∞	1.072,0

Fuente: Elaboración propia usando DGA, 2014 (RCM-1)

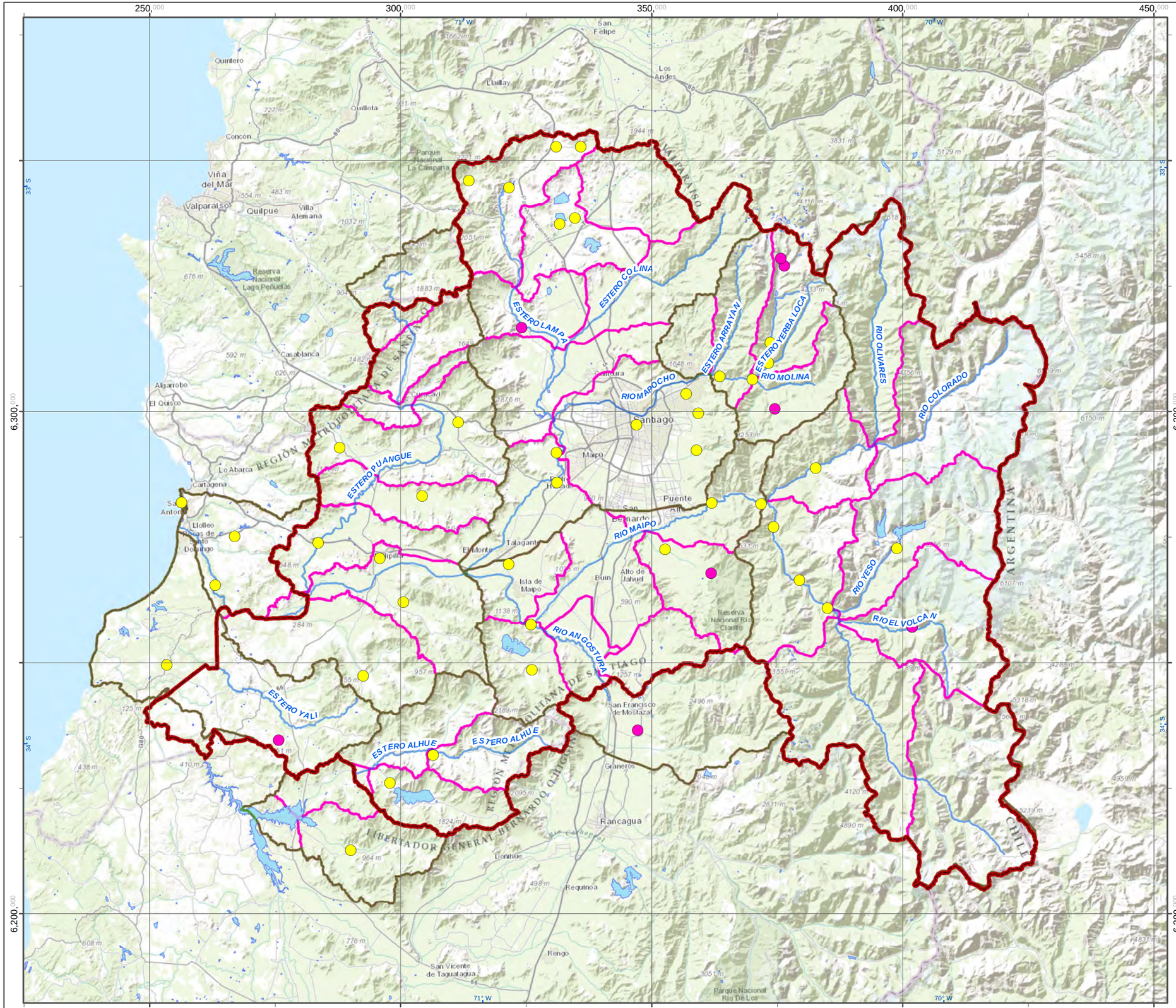
Por otra parte, al analizar el estudio de Krall (RCM-1), se observa que se propone agregar estaciones con fines específicos relacionados con el monitoreo de situaciones específicas, tales como para monitoreo de Volcanes (EV), monitoreo de

crecidas (EC), y monitoreo de embalses (EE). En el Cuadro 7.11.3.1-4 se muestran las estaciones adicionales propuestas. Se estima que agregar este tipo de estaciones es adecuado, pero que se le debe dar prioridad a la instalación y operación de la estación en el estero Yali, para luego continuar con las estaciones propuestas con fines específicos. La ubicación de las estaciones originales, además de las nuevas se muestran en las Figuras 7.11.3.1-1 y 7.11.3.1-2 para las estaciones meteorológicas y fluviométricas (incluye sedimentos), respectivamente.

CUADRO 7.11.3.1-4
ESTACIONES DE MEDICIÓN NUEVAS ASOCIADAS A LA RED PROPUESTA

Cuenca	Cauce	Punto de Medición Propuesto	Parámetro Adicional				Concepto			
			Sedimento	Precipitación	Tº Aire	Otro	G	EV	EE	EC
Río Maipo	Rio San Francisco	Estero El Plomo antes estero Dolores	Si	Si	SI	No	X			
		Estero Dolores antes estero Plomo	Si	Si	SI	No	X			
	Rio Volcán	Rio Volcán en Baños Morales	No	No	No	Tº agua, pH, CE		X		
	Rio Volcán	Río Volcán aguas arriba baños Colina	No	No	No	Tº agua, pH, CE		X		
	Rio Colorado	Rio Colorado aguas arriba del estero Chacayal	No	No	No	Tº agua, pH, CE		X		
	Rio Yeso	Rio Yeso en Piuquenes	Si	No	No	No			X	
	Rio Yeso	Rio Yeso después embalse	No	No	No	No			X	
	Otros	BT Independiente AP	No	No	No	No	X			
		Canal San Carlos	No	No	No	No	X			
	Rio Clarillo	Rio Clarillo antes junta Maipo	Si	No	No	No	X			
Río Maipo	Estero Coyanco	Estero Coyanco antes junta Maipo	Si	No	No	No	X			
	Rio Colorado	Rio Colorado antes BT PHAM	No	No	No	No	X			
	Estero Aucayes	Estero Aucayes antes BT PHAM	No	No	No	No	X			
	Estero Colina	Estero Colina antes BT PHAM	No	No	No	No	X			
	Estero La Engorda	Estero La Engorda antes BT PHAM	No	No	No	No	X			
	Estero el Morado	Estero El Morado antes BT PHAM	No	No	No	No	X			
	Estero Las Placas	Estero Las Placas antes BT PHAM	No	No	No	No	X			
	Estero Codegua	Estero Codegua en La Leonera	Si	No	No	No				X
	Rio Maipo	Maipo en Rosario	Si	No	No	No	X			X
	Estero Cholqui	Estero Cholqui en desembocadura	Si	No	No	No	X			
	Estero Popeta	Estero Popeta en desembocadura	Si	No	No	No	X			
Costeras Maipo-Rapel	Estero Yali	Estero Yali antes ruta G80-I	Si	Si	No	No	X			

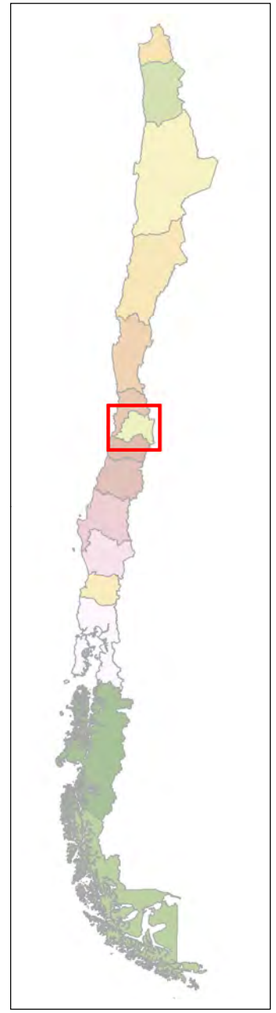
Fuente: DGA, 2014 (RCM-1)



N
W
E
S

SIMBOLOGÍA

- Red Metereológica vigente
- Red Metereológica propuesta
- Límite Regional RM
- Límites Sub Cuencas
- Lagos, Lagunas, Embalses
- Hidrografía Principal
- Límites SubSubcuencas



ARRAU Ingeniería E.I.R.L.

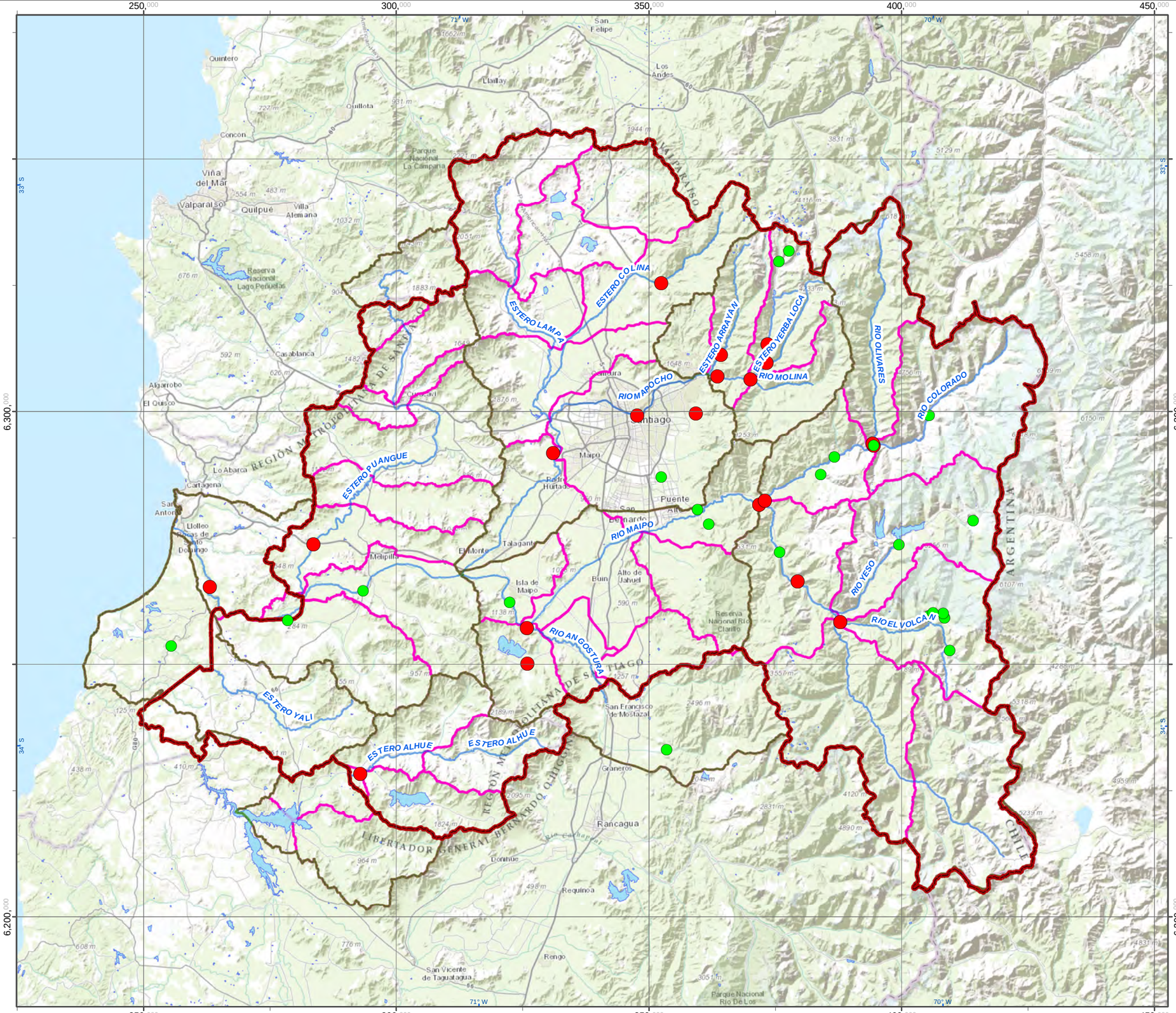
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
Región Metropolitana

SISTEMA DE INFORMACIÓN TERRITORIAL

DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

RED DE MEDICIÓN METEREOLÓGICA VIGENTE Y PROPUESTA

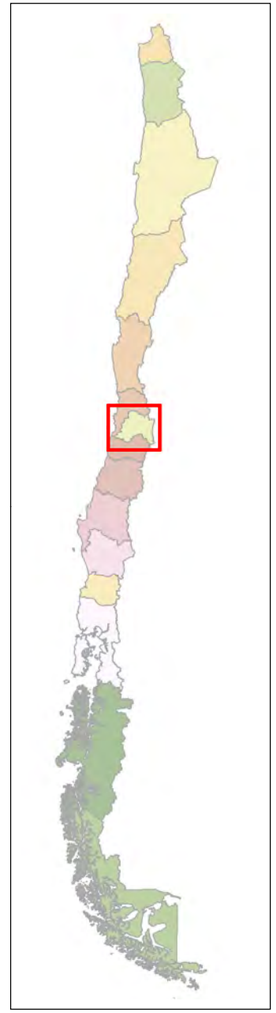
Fuente Cartográfica: Instituto Geográfico Militar, 2009 Cartografía Regular, 1:250.000 Fuente Temática: DGA	ESCALA 1:750,000 0 3 6 12 18 24 Km	Directora Regional Carmen Herrera Indo Inspector Fiscal Francisco Salazar Aragón
Referencia Cartográfica: Proyección UTM DATUM WGS84 HUSO 19 Sur	Fecha: Noviembre 2015	*FIGURA 7.11.3.1-1*



N
W E
S

SIMBOLOGÍA

- Red fluviométrica propuesta
- Red Fluviométrica vigente
- Límite Regional RM
- Límites Sub Cuencas
- Lagos, Lagunas, Embalses
- Hidrografía Principal
- Límites SubSubcuencas



ARRAU Ingeniería E.I.R.L.

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
Región Metropolitana

SISTEMA DE INFORMACIÓN TERRITORIAL

DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

RED DE MEDICIÓN FLUVIOMÉTRICA VIGENTE Y PROPUESTA

Fuente Cartográfica: Instituto Geográfico Militar, 2009 Cartografía Regular, 1:250.000 Fuente Temática: DGA	ESCALA 1:750,000 0 3 6 12 18 24 Km	Directora Regional Carmen Herrera Indo Inspector Fiscal Francisco Salazar Aragón
Referencia Cartográfica: Proyección UTM DATUM WGS84 HUSO 19 Sur	Fecha: Noviembre 2015	*FIGURA 7.11.3.1-2*

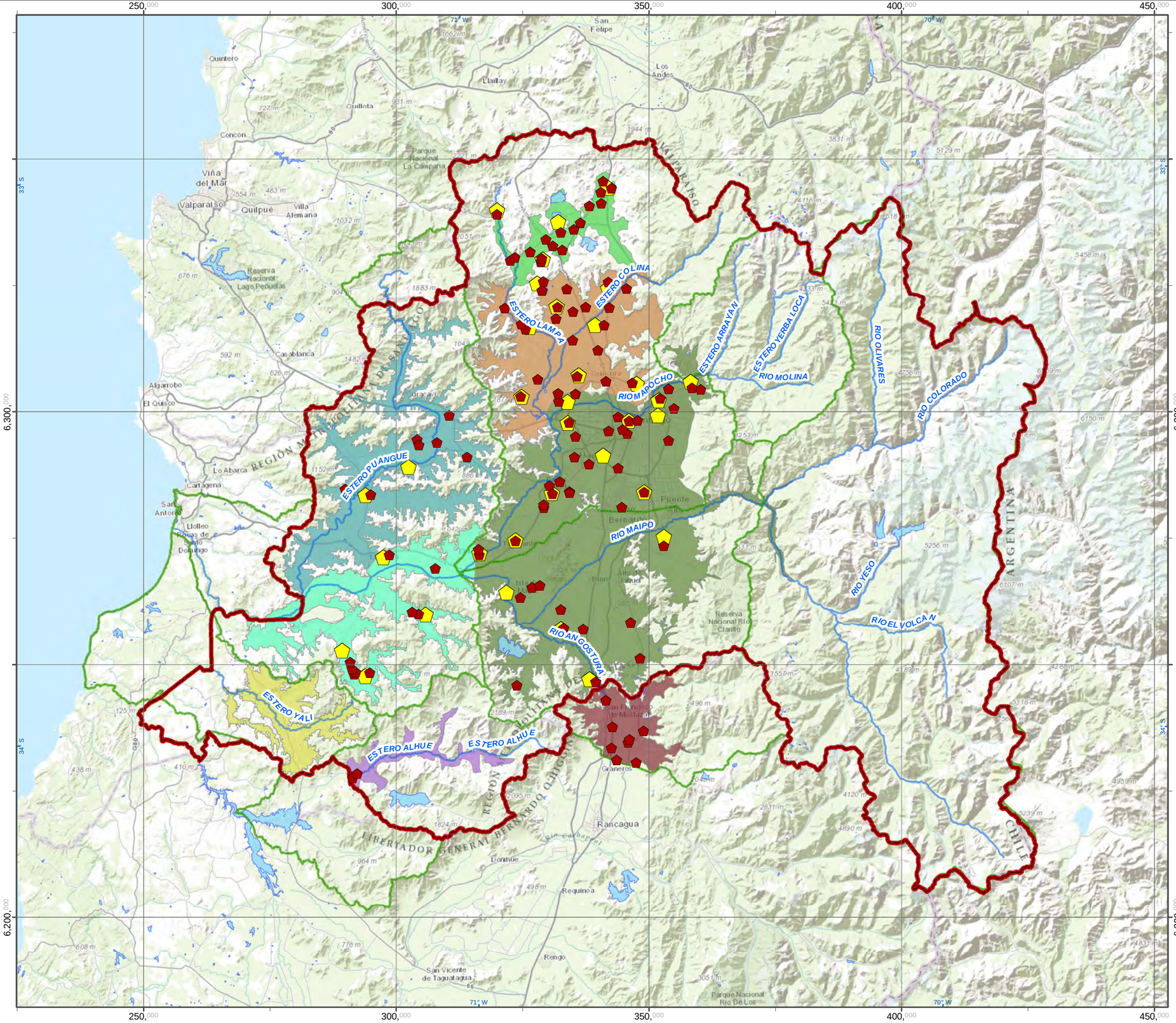
7.11.3.2. Red de Niveles de Aguas Subterráneas

En primer lugar, en el estudio de Krall la red de niveles se analizó en términos de ubicación de las estaciones y acceso, determinándose que en general la ubicación de las estaciones es la adecuada, por lo que corresponde analizar la red en términos de cobertura. La red original se muestra en la Figura 7.11.3.2-1, observándose que hay amplios sectores sin cobertura.

Por lo anteriormente indicado, al analizar la red de niveles en su totalidad en términos de cobertura, los 104 pozos se usan para controlar una superficie total de 10.565,1 km², lo que equivale a una superficie promedio controlada de 101,6 km²/estación, valor que es muy superior al valor indicado anteriormente en el Acápite 7.11.1. Se hace notar que la red incluye pozos que se encuentran en la cuenca del Maipo pero que administrativamente están en la VI Región. Además existe 1 pozo no incluido en el análisis que se encuentra en la cuenca del Estero El Yali que ingresó en funcionamiento en el año 2014. Ahora bien, al desarrollar un análisis a nivel de sistema acuífero, se observa que en algunos casos ni siquiera existe control, los resultados se muestran en el Cuadro 7.11.3.2-1, notándose que solo en 2 sectores se alcanza cumple la condición límite antes indicada. Como paso siguiente, se determinó la cantidad de estaciones que se debe agregar a cada sector acuífero de modo de alcanzar el valor límite, llegándose a un valor de 337 estaciones adicionales. Por lo mismo, se recalculó la cobertura, considerando valores límites de 50, 75, y 100 km²/estación, con lo que el número de estaciones a instalar disminuye a 140, 82 y 58, respectivamente.

Se hace notar que la ubicación exacta de los nuevos pozos no es un proceso fácil, sugiriéndose que se utilice el modelo de simulación de aguas subterráneas desarrollado por la DGA, para determinar qué lugares dentro de los sectores identificados como carentes de información son los más aptos para la instalación de piezómetros, para luego analizar en terreno la configuración de los sitios.

En último lugar, al analizar la propuesta de Krall, se observa que se propone la inclusión de 1 pozo en el acuífero de Melipilla, lo que es claramente insuficiente para los fines de control requeridos.



N
W E
S

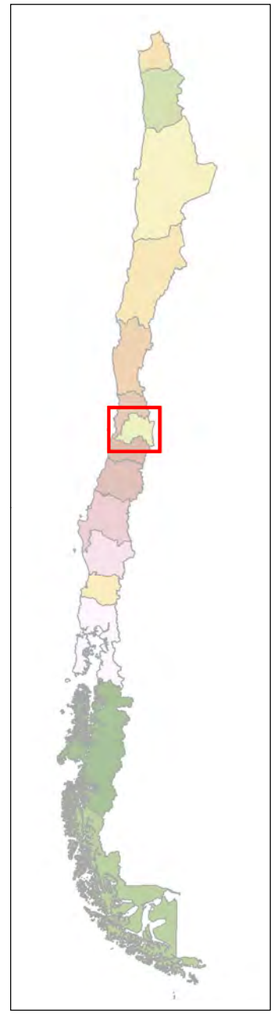
SIMBOLOGÍA

- Pozos vigentes
- Pozos propuestos

Acuiferos

NOMBRE

- Estero Alhue
- Estero Chacabuco
- Estero Colina
- Estero Puangue
- Estero Yali
- Río Angostura
- Río Maipo
- Río Maipo Inferior
- Límite Regional RM
- Límites Sub Cuencas
- Lagos, Lagunas, Embalses
- Hidrografía Principal



ARRAU Ingeniería E.I.R.L.

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
Región Metropolitana

SISTEMA DE INFORMACIÓN TERRITORIAL

DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

RED DE MEDICIÓN AGUAS SUBTERRÁNEAS VIGENTE Y PROPUESTA

Fuente Cartográfica: Instituto Geográfico Militar, 2009 Cartografía Regular, 1:250.000 Fuente Temática: DGA	ESCALA 1:750,000 0 3 6 12 18 24 Km	Directora Regional Carmen Herrera Indo Inspector Fiscal Francisco Salazar Aragón
Referencia Cartográfica: Proyección UTM DATUM WGS84 HUSO 19 Sur	Fecha: Noviembre 2015	*FIGURA 7.11.3.2-1*

CUADRO 7.11.3.2-1
ANÁLISIS IDONEIDAD RED DE NIVELES

Sector Acuífero	Sup (km²)	Original		25 km²/estación			50 km²/estación			75 km²/estación			100 km²/estación		
		#	S	Δ	Total	Sup	Δ	Total	Sup	Δ	Total	Sup	Δ	Total	Sup
Buin	334,9	3	111,6	11	14	23,9	4	7	47,8	2	5	67,0	2	5	67,0
Chacabuco Polpaico	663,6	13	51,0	14	27	24,6	1	14	47,4	0	13	51,0	0	13	51,0
Chicureo	116,1	0	∞	5	5	23,2	3	3	38,7	2	2	58,0	2	2	58,0
Cholqui	257,1	2	128,6	9	11	23,4	4	6	42,9	2	4	64,3	1	3	85,7
Codegua	402,7	8	50,3	9	17	23,7	1	9	44,7	0	8	50,3	0	8	50,3
Colina Inferior	148,5	4	37,1	2	6	24,8	0	4	37,1	0	4	37,1	0	4	37,1
Colina Superior	225,4		∞	10	10	22,5	5	5	45,1	4	4	56,4	3	3	75,1
Colina Sur	115,5	6	19,2		6	19,2	0	6	19,2	0	6	19,2	0	6	19,2
El Monte	664,1	7	94,9	20	27	24,6	7	14	47,4	2	9	73,8	0	7	94,9
Estero Alhué	985,5	2	492,7	38	40	24,6	18	20	49,3	12	14	70,4	8	10	98,5
Estero Maitenlahue	167,2		∞	7	7	23,9	4	4	41,8	3	3	55,7	2	2	83,6
La Higuera	204,9	1	204,9	8	9	22,8	4	5	41,0	2	3	68,3	2	3	68,3
Lampa	265,3	9	29,5	2	11	24,1	0	9	29,5	0	9	29,5	0	9	29,5
Las Diucas	92,9		∞	4	4	23,2	2	2	46,4	2	2	46,4	1	1	92,9
Las Hualtatas	133,3		∞	6	6	22,2	3	3	44,4	2	2	66,6	2	2	66,6
Lo Barnechea	45,4	1	45,4	1	2	22,7	0	1	45,4	0	1	45,4	0	1	45,4
Loica	37,0		∞	2	2	18,5	1	1	37,0	1	1	37,0	1	1	37,0
Maipo Desembocadura	350,3		∞	15	15	23,4	8	8	43,8	5	5	70,1	4	4	87,6
Melipilla	287,3	1	287,3	11	12	23,9	5	6	47,9	3	4	71,8	2	3	95,8
Paine	348,2	3	116,1	11	14	24,9	4	7	49,7	2	5	69,6	1	4	87,0
Pirque	548,9	3	183,0	19	22	25,0	8	11	49,9	5	8	68,6	3	6	91,5
Popeta	331,2	5	66,2	9	14	23,7	2	7	47,3	0	5	66,2	0	5	66,2
Puangue Alto	420,6		∞	17	17	24,7	9	9	46,7	6	6	70,1	5	5	84,1
Puangue Bajo	294,7	1	294,7	11	12	24,6	5	6	49,1	5	6	49,1	2	3	98,2
Puangue Medio	623,6	4	155,9	21	25	24,9	9	13	48,0	5	9	69,3	3	7	89,1
San Pedro	38,6		∞	2	2	19,3	1	1	38,6	1	1	38,6	1	1	38,6
San Vicente	62,9		∞	3	3	21,0	2	2	31,5	1	1	62,9	1	1	62,9
Santiago Central	980,1	23	42,6	17	40	24,5	6	29	33,8	0	23	42,6	0	23	42,6
Santiago Norte	299,1	3	99,7	9	12	24,9	3	6	49,9	1	4	74,8	1	4	74,8
Tiltil	428,6	3	142,9	15	18	23,8	6	9	47,6	3	6	71,4	2	5	85,7
Ulmen	82,6		∞	4	4	20,7	2	2	41,3	2	2	41,3	1	1	82,6
Vitacura	31,6	2	15,8	0	2	15,8	0	2	15,8	0	2	15,8	0	2	15,8
Yali Alto*	127,6		∞	6	6	21,3	3	3	42,5	2	2	63,8	2	2	63,8
Yali Bajo El Prado*	401,6		∞	17	17	23,6	9	9	44,6	6	6	66,9	5	5	80,3
Yali Medio*	48,2		∞	2	2	24,1	1	1	48,2	1	1	48,2	1	1	48,2
		104		**337**	**441**		**140**	**244**		**82**	**186**		**58**	**162**	

Nota: Se hace notar que hay un pozo en funcionamiento en la subcuenca del estero Yali, que no está incluido en el cuadro

Fuente: Elaboración propia usando antecedentes DGA, 2014 (RCM-1)

7.11.3.3. Red de Calidad de Aguas

Por otra parte, en lo que respecta a la red de calidad, en el estudio de la DGA (DGA 2014, RCM-2) se indica que está formada por 25 estaciones de calidad de aguas superficiales y 15 estaciones de aguas subterráneas. En general se indica que los problemas de estas redes están más relacionados con gestión que con la ubicación de las estaciones, esto es por la baja frecuencia de medición que se tiene, que corresponde a 4 muestreos anuales. También se menciona los muestreos no están relacionados con seguimientos de problemas ambientales específicos, sino que están de la mano con las mediciones fluviométricas, al menos en la red de aguas superficiales. En este caso, y tal como se muestra en el Cuadro 7.11.3.3-1 se observa que solo se debe agregar 1 estación en la cuenca del estero Alhué, donde no hay estaciones en la actualidad. La ubicación de las estaciones de muestreo se presenta en la Figura 7.11.3.3-1.

CUADRO 7.11.3.3-1
CARACTERÍSTICAS RED DE CALIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES

Subcuenca	Tipo Subcuenca	Superficie Máxima (km²)	Superficie Subcuenca (km²)	Número Estaciones			Superficie Asociada (km²/Estación)	
				Red Original	Δ	Red Modificada	Red Original	Red Modificada
Red Meteorológica								
Río Maipo Alto	Montaña	2.500,0	4.858,4	5		5	971,7	971,7
Río Maipo Medio	Planicie	5.750,0	2.573,9	5		5	514,8	514,8
Río Maipo Bajo	Planicie	5.750,0	3.363,0	2		2	1.681,5	1.681,5
Río Mapocho Alto	Montaña	2.500,0	1.022,4	5		5	204,5	204,5
Río Mapocho Bajo	Planicie	5.750,0	3.455,4	6		6	575,9	575,9
Estero Alhué	Planicie	5.750,0	1.424,7	0	1	1	∞	1.424,7
Estero Yali	Planicie	5.750,0	1.072,0	2		2	536,0	536,0

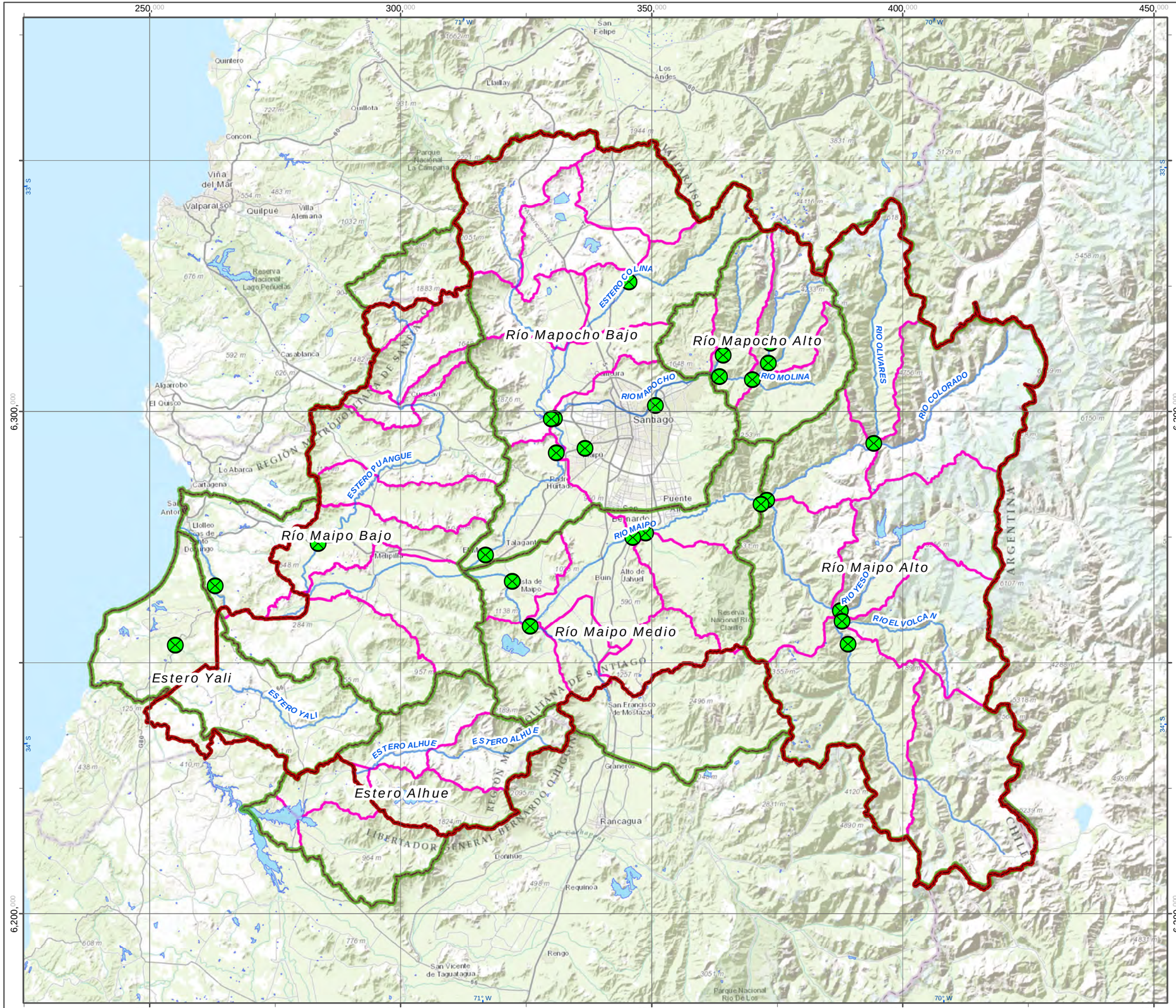
Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes DGA, 2014 (RCM-2)

En lo que respecta a la red de calidad de aguas subterráneas, los problemas de cobertura se estiman mayores que los de niveles, ya que solo es cerca de un 10% de los pozos usados para medir niveles. Si se aplica el criterio de calidad superficial más restrictivo (estaciones de montaña), se tendría entonces los resultados que se presentan en el Cuadro 7.11.3.3-1, en que se considera que al menos se deben incorporar 27 pozos para caracterizar cada uno de los sectores acuíferos. Se hace notar que estos resultados son concordantes con lo obtenido en los análisis de calidad de aguas (Capítulo 6) y ambientales (Capítulo 9), en donde se indicó que se requieren estaciones en los acuíferos no cubiertos por las redes de medición, en un caso para disponer de mayor información de calidad de aguas, y en el otro caso para controlar algunos proyectos que podrían impactar la calidad de aguas.

CUADRO 7.11.3.3-2
ANÁLISIS IDONEIDAD RED DE CALIDAD SUBTERRÁNEA

Sector Acuífero	Sup (km²)	Original		Modificada		
		#	S	Δ	Total	S
Buin	334,9	0	∞	1	1	334,9
Chacabuco Polpaico	663,6	0	∞	1	1	663,6
Chicureo	116,1	0	∞	1	1	116,1
Cholqui	257,1	0	∞	1	1	257,1
Codegua	402,7	0	∞	1	1	402,7
Colina Inferior	148,5	0	∞	1	1	148,5
Colina Superior	225,4	0	∞	1	1	225,4
Colina Sur	115,5	2	57,7	0	2	57,7
El Monte	664,1	0	∞	1	1	664,1
Estero Alhué	985,5	0	∞	1	1	985,5
Estero Maitenlahue	167,2	0	∞	1	1	167,2
La Higuera	204,9	0	∞	1	1	204,9
Lampa	265,3	1	265,3	0	1	265,3
Las Diucas	92,9	0	∞	1	1	92,9
Las Gualtatas	133,3	0	∞	1	1	133,3
Lo Barnechea	45,4	1	45,4	0	1	45,4
Loica	37,0	0	∞	1	1	37,0
Maipo Desembocadura	350,3	0	∞	1	1	350,3
Melipilla	287,3	0	∞	1	1	287,3
Paine	348,2	3	116,1	0	3	116,1
Pirque	548,9	1	548,9	0	1	548,9
Popeta	331,2	0	∞	1	1	331,2
Puangue Alto	420,6	0	∞	1	1	420,6
Puangue Bajo	294,7	0	∞	1	1	294,7
Puangue Medio	623,6	0	∞	1	1	623,6
San Pedro	38,6	0	∞	1	1	38,6
San Vicente	62,9	0	∞	1	1	62,9
Santiago Central	980,1	5	196,0	0	5	196,0
Santiago Norte	299,1	1	299,1	0	1	299,1
Tiltil	428,6	0	∞	1	1	428,6
Ulmen	82,6	0	∞	1	1	82,6
Vitacura	31,6	1	31,6	0	1	31,6
Yali Alto	127,6	0	∞	1	1	127,6
Yali Bajo El Prado	401,6	0	∞	1	1	401,6
Yali Medio	48,2	0	∞	1	1	48,2
		15		**27**	**42**	

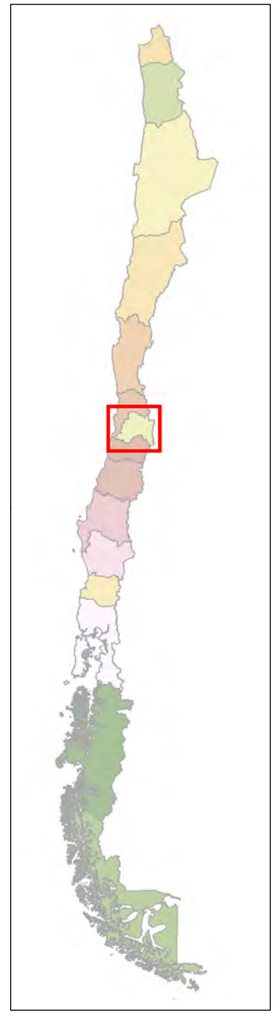
Fuente: Elaboración propia usando antecedentes DGA, 2014 (RCM-1)



N
W E
S

SIMBOLOGÍA

- Red de medición de Calidad de agua sup.
- Límites Sub Cuencas
- Límite Regional RM
- Lagos, Lagunas, Embalses
- Hidrografía Principal
- Límites SubSubcuencas



ARRAU Ingeniería E.I.R.L.

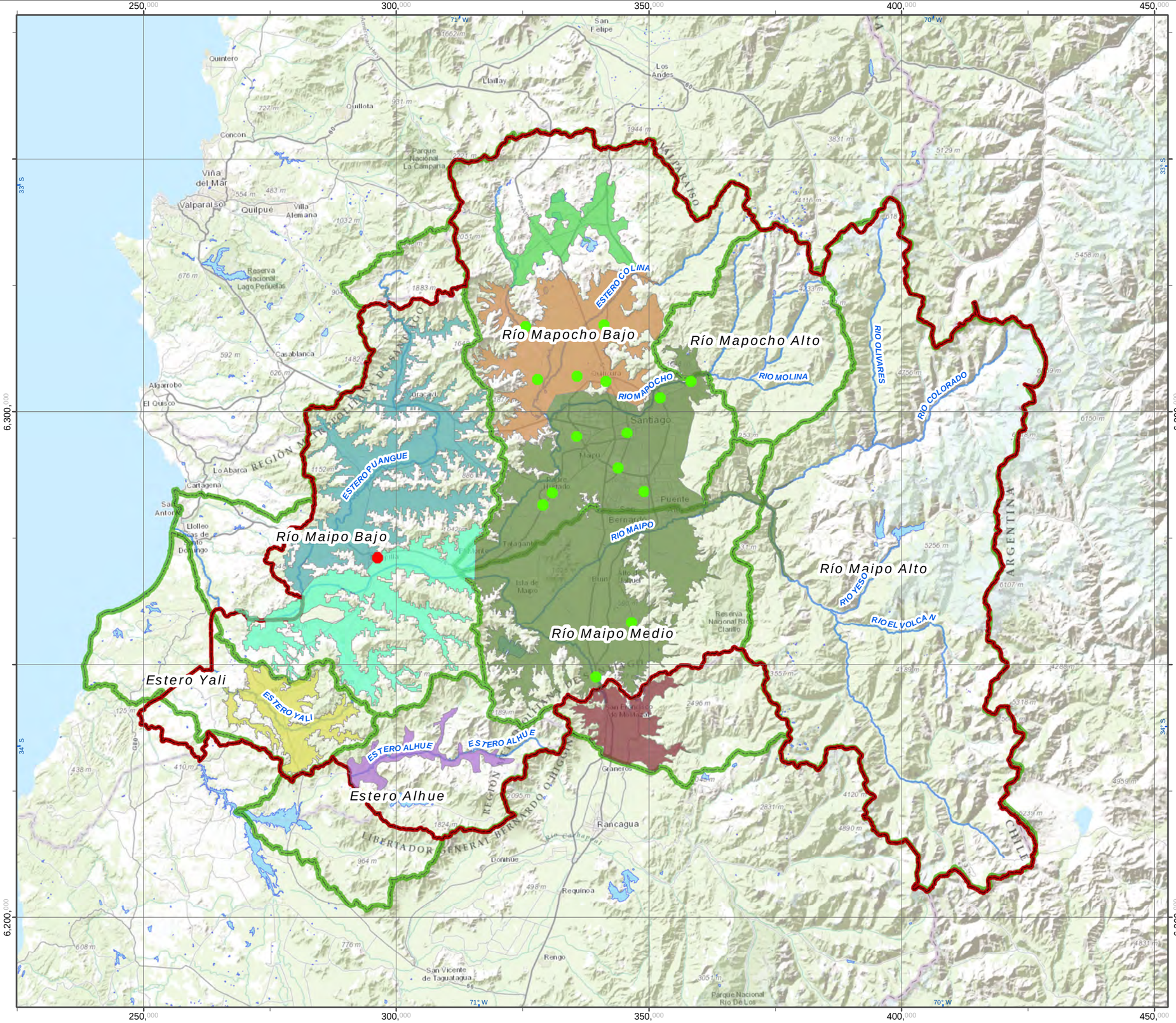
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
Región Metropolitana

SISTEMA DE INFORMACIÓN TERRITORIAL

DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

RED DE MEDICIÓN CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL VIGENTE (no existe propuesta)

Fuente Cartográfica: Instituto Geográfico Militar, 2009 Cartografía Regular, 1:250.000 Fuente Temática: DGA	ESCALA 1:750,000 0 3 6 12 18 24 Km	Directora Regional Carmen Herrera Indo Inspector Fiscal Francisco Salazar Aragón
Referencia Cartográfica: Proyección UTM DATUM WGS84 HUSO 19 Sur	Fecha: Noviembre 2015	*FIGURA 7.11.3.3-1*



N
W E
S

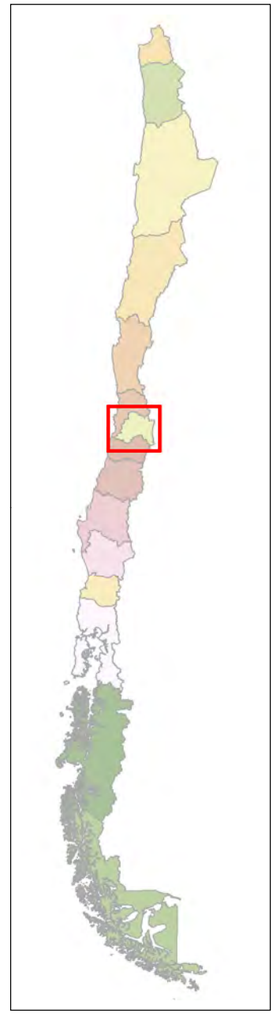
SIMBOLOGÍA

- Red de Calidad Subt. propuesta
- Red de Calidad Subt. vigente

Acuiferos

NOMBRE

- Estero Alhue
- Estero Chacabuco
- Estero Colina
- Estero Puangue
- Estero Yali
- Río Angostura
- Río Maipo
- Río Maipo Inferior
- Límites Sub Cuencas
- Límite Regional RM
- Lagos, Lagunas, Embalses
- Hidrografía Principal



ARRAU Ingeniería E.I.R.L.

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
Región Metropolitana

SISTEMA DE INFORMACIÓN TERRITORIAL

DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

RED DE MEDICIÓN CALIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA VIGENTE Y PROPUESTA

Fuente Cartográfica: Instituto Geográfico Militar, 2009 Cartografía Regular, 1:250.000 Fuente Temática: DGA	ESCALA 1:750,000 0 3 6 12 18 24 Km	Directora Regional Carmen Herrera Indo Inspector Fiscal Francisco Salazar Aragón
Referencia Cartográfica: Proyección UTM DATUM WGS84 HUSO 19 Sur	Fecha: Noviembre 2015	*FIGURA 7.11.3.3-2*

7.12. RED DE ALERTA DE CRECIDAS

7.12.1. Análisis Cobertura de la Red

En la Región Metropolitana el sistema de alerta de crecidas incluye 3 estaciones satelitales que corresponden a Estación Río Mapocho en los Almendros, Estación Mapocho en Rinconada de Maipú y Estación Río Maipo en El Manzano (ver también Capítulo 8, acápite 8.2.3.3 sobre Sistema de Emergencia y Alerta de Crecidas). Está red abarca 11 comunas de la Región Metropolitana.

La cobertura del sistema de alerta de crecida es parcial, ya que hay comunas que presentan riesgos de inundación que el sistema no abarca. En el Cuadro 7.12.1-1 se analiza la cobertura del Sistema de Alerta de Crecidas a nivel comunal.

CUADRO 7.12.1-1
COBERTURA DE LA RED DE ALERTA TEMPRANA PARA EL CONTROL DE CRECIDAS, REGIÓN METROPOLITANA, 2014

Comunas	Cobertura Red de Alerta De Crecidas (DGA, 2014)	Zonas Susceptibles de Inundación por Desborde	Zonas Susceptibles a Anegamientos Urbanos	Puntos Críticos Inundación(DOH, 2014)	
				Zona Rural	Zona Urbana (1)
Provincia de Chacabuco					
Colina	No	Si	Si	No	No
Lampa	No	Si	Si	Si	No
Tiltil	No	Si	No	Si	No
Provincia de Cordillera					
Puente Alto	Si	Si	Si	No	No
San José de Maipo	Si	Si	No	No	No
Pirque	Si	Si	Si	Si	No
Provincia de Maipo					
San Bernardo	No	Si	Si	No	Si (1)
Buin	No	Si	No	Si	No
Paine	No	Si	Si	Si	No
Calera de Tango	No	No	Si	No	No
Provincia de Melipilla					
Melipilla	Si	Si	No	Si	No
Alhué	No	Si	No	Si	No
Curacaví	No	Si	No	Si	No
María Pinto	No	No	No	No	No
San Pedro	No	No	No	No	No
Provincia de Talagante					
Isla de Maipo	No	Si	No	Si	No
El Monte	No	Si	No	Si	No
Padre Hurtado	No	Si	No	Si	No

CUADRO 7.12.1-1
COBERTURA DE LA RED DE ALERTA TEMPRANA PARA EL CONTROL DE CRECIDAS, REGIÓN METROPOLITANA, 2014
(Continuación)

Comunas	Cobertura Red de Alerta De Crecidas (DGA, 2014)	Zonas Susceptibles de Inundación por Desborde	Zonas Susceptibles a Anegamientos Urbanos	Puntos Críticos Inundación(DOH, 2014)	
				Zona Rural	Zona Urbana (1)
Provincia de Talagante					
Peñaflor	Si	Si	No	No	No
Talagante	Si	Si	No	Si	No
Provincia de Santiago					
Cerrillos	No	No	Si	No	Si (1)
Cerro Navia	No	No	Si	No	No (1)
Conchalí	No	No	Si	No	Si (1)
El Bosque	No	No	Si	No	No (1)
Estación Central	No	No	Si	No	No (1)
Huechuraba	No	No	Si	No	Si (1)
Independencia	No	Si	Si	No	No (1)
La Cisterna	No	No	Si	No	No (1)
La Florida	Si	No	Si	No	Si (1)
La Granja	No	No	Si	No	No (1)
La Pintana	No	No	Si	No	No (1)
La Reina	Si	No	Si	No	Si (1)
Las Condes	No	No	Si	No	No (1)
Lo Barnechea	Si	No	Si	Si	No (1)
Lo Espejo	No	No	Si	No	No (1)
Lo Prado	No	No	Si	No	No (1)
Macul	No	No	Si	No	No (1)
Maipú	No	Si	Si	No	Si (1)
Ñuñoa	No	No	Si	No	No (1)
Pedro Aguirre Cerda	No	No	Si	No	No (1)
Peñalolén	Si	No	Si	Si	Si (1)
Providencia	No	Si	Si	No	No (1)
Pudahuel	No	Si	Si	No	Si (1)
Quilicura	No	No	Si	No	No (1)
Quinta Normal	No	Si	Si	No	No (1)
Recoleta	No	Si	Si	No	No (1)
Renca	No	No	Si	No	Si (1)
San Joaquín	Si	No	Si	No	No (1)
San Miguel	No	No	Si	No	Si (1)
San Ramón	No	No	No	No	No (1)
Vitacura	No	Si	Si	No	Si (1)
Santiago	No	No	Si	No	No (1)

Nota 1: PM: Con Plan Maestro de Aguas Lluvias

Fuente: Elaboración propia en base a Plan de Emergencias Invernales Año 2014 de la DGA Región Metropolitana, 2014, Plan de Invierno DOH Región Metropolitana, 2014, Plan Maestro Gran Santiago 2001 (INF-05), Gobierno Regional – Edáfica (2013)

En la Región Metropolitana hay 38 las comunas que no están consideradas en el sistema de alerta de crecidas y que presentan riesgos de inundación. Estas comunas presentan diferentes situaciones que es importante destacar. Por una parte hay 18 comunas con puntos críticos de inundaciones. Por otra parte, las 20 comunas restantes solo presentan riesgo de inundación. El cuadro 7.12.1-2 se presentan las comunas no consideradas en el sistema de alerta de crecidas con riego de inundación, destacando la presencia de puntos críticos de inundación y existencia de planes de aguas lluvias.

CUADRO 7.12.1-2
COMUNAS NO CONSIDERADAS EN EL SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA PARA EL CONTROL DE CRECIDAS CON RIESGO DE INUNDACIÓN, REGIÓN METROPOLITANA, 2014

Comunas Con Puntos Críticos	Comunas Con Riesgo de Inundación
Sin Plan Maestro de Aguas Lluvias	
9 comunas Lampa, Tiltil, Buin, Alhué, Isla de Maipo, El Monte, Curacaví, Paine y Padre Hurtado	2 comunas: Colina y Calera de Tango
Con Plan Maestro de Aguas Lluvias	
9 comunas: Cerrillos, Conchalí, Huechuraba, Pudahuel, Renca, San Miguel, San Bernardo, Maipú y Vitacura	18 comunas: Cerro Navia, El Bosque, Estación Central, Independencia, La Cisterna, La Granja, La Pintana, Las Condes, Lo Espejo, Lo Prado, Macul, Ñuñoa, Pedro Aguirre Cerda, Providencia, Quilicura, Quinta Normal, Recoleta y Santiago

Fuente: Elaboración propia en base a Elaboración propia en base a Plan de Emergencias Invernales Año 2014 de la DGA Región Metropolitana, 2014, Plan de Invierno DOH Región Metropolitana, 2014, Plan Maestro Gran Santiago 2001 (INF-05), Gobierno Regional − Edáfica (2013)

7.12.2. Conclusiones

El análisis mostrado permite identificar que el estado de las redes es variable, ya que las redes meteorológicas y fluviométricas requieren pocos cambios para ser plenamente adecuadas. Algo similar ocurre con la red de calidad superficial, y la red de sedimentos requiere mayores cambios, pero en los mismos sectores, los esteros del Yali y Alhué. Por otra parte, la red de niveles es la que requiere mayores modificaciones, requiriéndose al menos 27 puntos de muestreo para monitorear la calidad de las aguas, las que se incrementan al menos a 58 para monitorear los niveles.

Otro elemento interesante para el análisis lo dan las opiniones de los participantes en los talleres. Por ejemplo, el problema YL-16 está relacionado con la carencia de datos locales, lo que está resuelto por la incorporación de nuevos puntos de monitoreo. El problema ST-14 relacionado con falta de acceso y sistematización a la información, y el problema CD-8 relacionado con la calidad de los datos medidos.

7.13. CONCLUSIONES DE INFRAESTRUCTURA POR SUBCUENCA

7.13.1. Subcuenca Estero Alhué

A continuación se incluyen las conclusiones respecto a la infraestructura:

Riego:

- Respecto a las obras de acumulación, la subcuenca cuenta con el embalse El Chilque que posee una altura de muro de 10 m y una capacidad de almacenamiento igual a 0,9 hm³ correspondiente a un 12% del total regional. Dadas sus características, volumen mayor a los 50,000 m³ y altura de muro por sobre los 5 m de alto, corresponde a una Obra Mayor, categoría A y corresponde ser fiscalizado en virtud del Artículo 307 del Código de Agua por la DGA.

  En este caso, la DGA ha cumplido con sus funciones por medio del estudio realizado el año 2011 (IN-11), en donde se verificó el buen estado de la obra. A pesar de lo anterior, no figura en el listado de Obras Mayores disponible en la página web de la DGA. **Recomendación:** Se recomienda realizar esta tarea cada 5 años y posterior a eventos extremos como sismos y/o grandes Crecidas. Existe la percepción por parte de la comunidad de insuficiente fiscalización de embalses luego de sismos y/o crecidas (Taller 2), lo cual se podría solucionar por medio de la difusión de las fiscalizaciones realizadas en el sector.

  Por otra parte, no se cuenta con un catastro de tranques nocturnos o pequeños, que permiten la regulación de los caudales entregados dentro de la red. **Recomendación:** Se recomienda realizar este catastro para poder identificar dichos tranques.

  Se destaca en el taller de Alhué que la sequía ha aumentado la inseguridad existente para el riego (lo que dificulta, a la vez, el emprender nuevos proyectos agrícolas), o el caso de 1500 ha de riego que no pueden regarse completamente (problema AL-11). Esto se ve respaldado debido a que no existen obras de acumulación de riego en el sector alto de la subcuenca, a excepción de un tranque privado denunciado en el taller (problema AL-12), que a pesar de no ser validado en el segundo taller, ya que sus dimensiones serían pequeñas. **Recomendación:** se recomienda fiscalizar por la DGA (problema AL-2) para verificar dimensiones y posibles deficiencias de su estructura.

  El tranque El Chilque se encuentra ubicado cercano al punto de salida de la subcuenca, por tanto beneficia un sector acotado de la esta, se debe revisar el área a la cual beneficia por medio de un catastro de sus canales de distribución. **Recomendación:** Se recomienda la ejecución de obras de regulación en la parte alta de la cuenca que aumenten la seguridad de riego del sector.

- La Comisión Nacional de Riego ha aprobado 35 proyectos correspondientes al 2,8% del total regional, en su mayoría de tecnificación (23), de los cuales el 76% está vigente. El resto cae en la categoría de "Pendiente", "Abandonado" o "Pagado (pero sin ejecución)".

  Si bien, se han realizado proyectos por medio de la Ley 18.450 existe la crítica de los usuarios de INDAP respecto a que no cuentan con los recursos para regularizar sus derechos de aguas y por ende no pueden acceder a los beneficios de los proyectos de riego y por ende se imposibilita la mantención de la actividad en periodos de déficit hídrico (problema AL-3).

Servicios de Agua Potable:

- La Subcuenca no cuenta con concesiones de Servicios Agua Potable Urbanos. Los sectores más concentrados de población se encuentran abastecidos con infraestructura estatal (DOH). El número de sistemas APR's es de 5 y corresponde al 4,0 % del total regional.

- Los sectores semi-concentrados potenciales para la instalación de nuevos sistemas APR's según el programa de la DOH y las proyecciones del GORE RM serían 1.

  En los talleres se señaló la situación de Talamí que satisfacía la demanda de agua potable por medio de una vertiente, la cual actualmente ha disminuido sus caudales y presenta menor calidad, lo que ha generado la migración de la población a la localidad de Barrancas de Pichi donde el sistema APR no da abasto (problema AL-14).

- No existen embalses para el uso de consumo humano.

- Existe muy poca información para esta subcuenca, ya que según los estudios recopilados no posee ningún tipo de infraestructura de agua potable. **Recomendación:** Realizar levantamiento de información por medio de catastros que incluyan, entre muchas propiedades, estado de conservación y cobertura para poder determinar las soluciones que se pueden dar a los problemas.

Servicios Sanitarios:

- La Subcuenca no cuenta con información respecto a redes de alcantarillado y Plantas de tratamiento de Aguas Servidas, lo cual se condice a los sistemas de Agua Potable Rural existentes. Esta situación debe ser controlada y monitoreada con el fin de evitar la contaminación de las aguas subterráneas en especial en los sectores con alta concentración poblacional. **Recomendación:** Recopilar información con respecto a este tema por medio de catastros.

Energía Hidroeléctrica:

- Debido al escaso recurso hídrico, la Subcuenca del Estero Alhué no cuenta con centrales hidroeléctricas, ni se proyecta su utilización en el futuro en este tipo de actividades.

Depósitos de Relave:

- Existen 4 depósitos Activos de 28 presentes en la región, los cuales son:
    - Tranque de relaves Alhué de 1,7 hm^3 de capacidad y 17 m de muro. Obra Mayor categoría B.
    - Tranque de relaves Carén de 176 hm^3 de capacidad y 93 m de muro. Obra Mayor categoría C.
    - Dos tranques de relaves sin información de capacidad o de altura de muro: Tranque de relaves Adosado y Tranque de Relaves Planta El Membrillo.

      Tranque de relaves Alhué y Carén han sido inspeccionados en estudio DGA, 2011 (IN-03), ambos poseen riesgo de falla por efecto de un sismo de 47,5% y 10,5% respectivamente. **Recomendación:** se recomienda una nueva fiscalización para definir posibles daños a terceros y exigencias a los dueños y/u operadores para evitar su colapso.

      Respecto a los dos últimos, falta información de magnitudes por lo que es necesario conocer sus dimensiones reales con el fin de determinar si son Obras Mayores y las medidas a seguir para su fiscalización. Esta situación valida la percepción de que hay una insuficiente fiscalización de embalses luego de sismos y/o crecidas (Taller 2). **Recomendación:** se recomienda levantar información por medio de catastros.

      Finalmente, la ubicación geográfica de dichos tranques, (excepto Carén) posibilita la extracción de los caudales del estero para uso de faenas mineras, aguas arriba de las captaciones de uso agrícola. **Recomendación:** Se propone realizar seguimiento de los caudales captados y pasantes, de manera de asegurar que efectivamente captan lo que les corresponde.

Aguas Lluvia:

- De acuerdo al Censo del 2001, se han establecido 78 ciudades o pueblos de los cuales dos se encuentran en la subcuenca del estero Alhué. De ellos no hay Planes Maestros de Aguas Lluvia, ya que no cumplen con el requisito mínimo de 50.000 habitantes indicado en la Ley Nº19.525.

Prevención de Aluviones:

- Según la información recopilada no hay riesgo de aluviones en la subcuenca.

Defensas Fluviales:

- Según la información recopilada no existen defensas fluviales identificadas en la subcuenca.

Extracción de Áridos:

- Se ha consultado a las municipalidades de esta subcuenca y según la información proporcionada no existen extracciones de áridos.

Red de Monitoreo:

- Al analizar los resultados se observa que en la subcuenca de Alhué no es necesario añadir nuevas estaciones de control fluviométrico, ya que se cumple con la condición de superficie máxima cubierta, diferente es el caso de los sedimentos ya que se requiere adicionar una. Esta información se contrapone con lo solicitado en el taller dos, donde se indica la falta de información respecto a estaciones de monitoreo, mención que se descartaría de acuerdo a los argumentos técnicos de cantidad de estaciones. **Recomendación:** Se sugiere estudiar la factibilidad de instalación de una estación sedimentológica y corroborar si la información fluviométrica es correcta.

- Si se considera una cobertura límite de100 km²/estación, se obtiene que en el Sector Acuífero Estero Alhué, presente en la subcuenca, se deben instalar 10 estaciones de monitoreo de niveles freáticos. Este análisis permitiría validar lo señalado por asistentes al taller 1 respecto a la disminución de los niveles del agua subterránea y sus efectos en la agricultura y el turismo (problema AL-13). **Recomendación:** Se sugiere estudiar la instalación de dichas estaciones de monitoreo de niveles freáticos.

- Se observa que solo se debe agregar una estación de calidad de aguas superficiales en la cuenca del estero Alhué, donde no hay estaciones en la actualidad. Respecto a la calidad subterránea se debe contemplar la instalación de al menos un pozo de monitoreo del sector acuífero Estero Alhué, lo que se condice con lo indicado en la mesa 2 del taller Nº2 respecto a su déficit, pero no en el número de puntos de medición, ya que se solicita monitorear específicamente en Loncha, Hacienda Alhué y El Asiento. **Recomendación:** Se sugiere estudiar la instalación de una estación de calidad de aguas en el estero Alhué y un pozo de monitoreo del acuífero.

7.13.2. Subcuenca Estero Yali

A continuación se incluyen las conclusiones respecto a la infraestructura:

Riego:

- No se cuenta con información de canales ni bocatomas en la subcuenca del Estero Yali, lo cual es coherente a lo indicado en el segundo taller, ya que al consultar por la necesidad de realizar un catastro de estas obras, se consideró por parte de la mesa una actividad no válida, señalando que la agricultura del sector es de secano.

- Respecto a las obras de acumulación, la subcuenca cuenta con el embalse Loica que posee una altura de muro de 9 m y una capacidad de almacenamiento igual a 0,23 hm^3 correspondiente a un 3,1% del total regional. Dadas sus características, volumen mayor a los 50.000 m^3 y altura de muro por sobre los 5 m de alto, corresponde a una Obra Mayor, categoría A y corresponde ser fiscalizado en virtud del Artículo 307 del Código de Agua por la DGA.

  En este caso, la DGA ha cumplido con dicho deber por medio del estudio realizado el año 2011 (DGA 2011, INF-03), en donde se verificó el buen estado de la obra. A pesar de lo anterior, no figura en el listado de Obras Mayores disponible en la página web de la DGA. **Recomendación:** Se recomienda realizar esta tarea cada 5 años y posterior a eventos extremos como sismos y/o grandes Crecidas. De acuerdo al mismo estudio, el embalse se encuentra fuera de uso pero en buen estado, se desconoce el motivo por el cual no sigue operativo. Además, se determinó un riesgo de falla por escorrentía de 47,5%, por lo que se recomienda proponer soluciones en caso de que vuelva a ser operado.

  Durante el primer taller se mencionó la necesidad de planear medidas como la construcción y reparación de obras de acumulación de agua, para mitigar los periodos de escasez (problema YL-8) con el fin de optimizar el uso del recurso hídrico. **Recomendación:** realizar un catastro de las obras de acumulación existentes y estudio de nuevas posibilidades de obras para acumulación.

- La Comisión Nacional de Riego ha aprobado 46 proyectos correspondientes al 3,7% del total regional, en su mayoría de tecnificación (34), de los cuales el 78% está vigente. El resto cae en la categoría de "Pendiente", "Abandonado" o "Pagado (pero sin ejecución)". Esto está de acuerdo a lo indicado en el segundo taller del sector, ya que al indicarles que los métodos tradicionales de riego utilizados eran poco eficientes, de acuerdo a lo indicado en el primer taller (problema YL-10), la mesa de trabajo señalo que la mayoría de los usuarios agricultores regaba de manera tecnificada, porque de otra manera, no les alcanzaría el agua y por tanto dicha información no era válida.

Si bien, se han realizado proyectos por medio de la Ley 18.450 existe la crítica de los usuarios respecto a que no cuentan con los recursos para regularizar sus derechos de aguas y por ende no pueden acceder a los beneficios de los proyectos de riego (Mencionado en la Mesa 3 del segundo taller de trabajo).

Servicios de Agua Potable:

- La Subcuenca no cuenta con concesiones de Servicios de Agua Potable Urbano. Los sectores más concentrados de población se encuentran abastecidos con infraestructura estatal (DOH). El número de sistemas APR's es de 3 y corresponde al 2,9% del total regional.

- Los sectores semi-concentrados potenciales para la instalación de nuevos sistemas APR's según el programa de la DOH y del GORE RM serían 8.

  En los talleres se señalaron problemas para el abastecimiento de agua potable en diferentes sectores como El Yali, Prado Verde, Lo Encañado, Santa Rosa, Ninhue, ello debido a factores como el que algunos pozos de APR's se encuentran secos, al crecimiento de la población, falta de inversión o a las dificultades para ampliar la red de distribución de los APR. Esto ha obligado a la distribución de agua en camiones aljibe, afectando la calidad de vida de los habitantes (problemas YL-1 y YL-2).

- Existe muy poca información para esta subcuenca, ya que según los estudios recopilados no posee ningún tipo de infraestructura de agua potable. **Recomendación:** Se sugiere realizar levantamiento de información a través de catastro y estudio de éstas, estado de conservación y cobertura para poder determinar las soluciones apropiadas a los problemas existentes.

Servicios Sanitarios:

- La Subcuenca no cuenta con información respecto a redes de alcantarillado y Plantas de tratamiento de Aguas Servidas, lo cual se condice a los sistemas de Agua Potable Rural existentes. **Recomendación:** Esta situación corresponde ser controlada y monitoreada con el fin de evitar la contaminación de las aguas subterráneas en especial en los sectores con alta concentración poblacional.

Energía Hidroeléctrica:

- Debido al escaso recurso hídrico la subcuenca del Estero Yali no cuenta con centrales hidroeléctricas, ni se proyecta su utilización en el futuro en este tipo de actividades.

Depósitos de Relave:

- No se cuenta con información respecto a depósitos de Relaves en la subcuenca lo que se refleja en los talleres de trabajo con la comunidad ya que no se mencionó nada al respecto.

Aguas Lluvia:

- De acuerdo al Censo del 2001, se han establecido 78 ciudades o pueblos de los cuales uno se encuentra en la subcuenca del estero Yali. Este no tiene Plan Maestro de Aguas Lluvia, ya que no cumple con el requisito mínimo de 50.000 habitantes indicado en la Ley Nº19.525.

Prevención de Aluviones:

- Según la información recopilada no hay riesgo de aluviones en la subcuenca.

Defensas Fluviales:

- Según la información recopilada no existen defensas fluviales identificadas en la subcuenca.

Extracción de Áridos:

- Se ha consultado a las municipalidades de esta subcuenca y según la información proporcionada no existen extracciones de áridos.

Red de Monitoreo:

- Al analizar los resultados se observa que en la subcuenca de Yali es necesario añadir una estación de control fluviométrico, ya que no se cumple con la condición de superficie máxima cubierta, lo que está de acuerdo a lo indicado en el segundo taller, lo mismo pasa en el caso de los sedimentos ya que se requiere adicionar una. Diferente es el caso respecto a las estaciones meteorológicas donde se considera suficiente el número de estaciones existentes. Esta información se contrapone con lo solicitado en el primer taller, donde se indica que existe una carencia de estaciones y que al menos deberían existir 6 estaciones (problema YL-11). Lo anterior se descartaría de acuerdo a los argumentos técnicos de cantidad de estaciones. **Recomendación:** se recomienda estudiar la instalación de una estación de control fluviométrico y sedimentológico.

- Si se considera una cobertura límite de100 km²/estación, se obtiene que en los Sectores Acuíferos (Las Diucas, Loica, San Pedro, San Vicente, Yali Alto, Yali Bajo el Prado, Yali Medio y Estero Maitenlahue) presentes en la subcuenca, se deberían instalar 14 estaciones de monitoreo de niveles freáticos en total. **Recomendación:** Estudiar la factibilidad de instalación de dichas estaciones.

- Se observa que no es necesario agregar una estación de calidad de aguas superficiales en la cuenca del estero Yali. Respecto a la calidad subterránea se recomienda contemplar la instalación de al menos ocho pozo de monitoreo, uno por cada sector acuífero, lo que se condice con lo indicado en la mesa 2 del taller Nº2 respecto a la falta de puntos de medición superficiales como subterráneos. **Recomendación:** Estudiar la factibilidad de instalación de dichos pozos de control.

7.13.3. Subcuenca Río Maipo Alto

A continuación se incluyen las conclusiones respecto a la infraestructura:

Riego:

- Se cuenta con la ubicación de las bocatomas y trazados de canales disponibles en el archivo de información geográfica (SIG) en E-SIIR de la CNR, la cual se debe actualizar y confirmar (Dicha actualización se menciona también en la mesa uno del taller de Santiago). La subcuenca cuenta con 51 bocatomas georreferenciadas, que corresponden al 13,9% de las bocatomas registradas en la Región Metropolitana. **Recomendación:** Realizar un catastro para actualizar la información geográfica.

- Durante el primer taller de la UT de Cordillera se indicó que los canales son usados como depositarios de basura por parte de la población, lo que produce contaminación y desbordes (CD-20) lo cual concuerda con lo indicado por el Presidente Confederación de Canalistas de Chile Fernando Peralta Toro en entrevista realizada para el presente estudio.

  Se agregó a lo anterior, en mesa uno de segundo taller de Cordillera, que las municipalidades no denuncian a quienes realizan estas prácticas. Se señala que problemas con basura suelen ocurrir especialmente en sectores urbanizados aledaños a los canales. Se identifica como un problema cultural. **Recomendación:** Para solucionar el problema de la basura se propone desarrollar proyectos de abovedamiento en tramos de canales urbanos. Paralelamente se pueden utilizar medidas no estructurales para educar a las personas a no botar basuras, con carteles, multas, más fiscalizadores, etc.

- Respecto a las obras de acumulación, la subcuenca no cuenta con embalses de riego. Tampoco se cuenta con un catastro de tranques nocturnos o pequeños, que permitan la regulación de los caudales entregados dentro de la red. **Recomendación:** Realizar un catastro para actualizar la información geográfica.

- Se señala en el taller de Santiago la falta de un diagnóstico de necesidades de riego en la Región a fin de destinar adecuadamente los recursos (ST-14). Dicha situación será mejorada por medio de los planes de riego que actualmente se comenzarán a desarrollar en la CNR.

- La Comisión Nacional de Riego ha aprobado 8 proyectos correspondientes al 0,7% del total regional, en su mayoría de tecnificación (5), de los cuales el 88% está vigente. El resto cae en la categoría de "Pendiente", "Abandonado" o "Pagado (pero sin ejecución)".

Servicios de Agua Potable:

- La información muestra que la Subcuenca cuenta con 2 localidades, San Gabriel y San José de Maipo, con concesiones de Servicios AP Urbanos ya que cumplen con los requisitos de densidad de población. El resto de las localidades, como el Volcán, San Alfonso y otras cuentan con sistemas de APR. Sin embargo existen localidades que no poseen sistemas de APR. **Recomendación:** Debería estudiarse la situación de las localidades que no se tiene información.

- Los sectores semi-concentrados potenciales para la instalación de nuevos sistemas APR's según el programa de la DOH y el GORE RM serían 3.

  Entre lo indicado en el primer taller de Cordillera se tiene el caso del APR San Juan donde el sistema tiene poca presión y un abastecimiento intermitente, esto ocurre como efecto del crecimiento de la población abastecida, las subdivisiones prediales, el mal uso del agua y el robo desde las cañerías matrices (problema CD-15). Esta situación se atribuye a la falta de planificación para las nuevas urbanizaciones y loteos que se construyen sin considerar el sistema de abastecimiento (problema CD-9). **Recomendación:** Se sugiere regularizar esta situación realizando el estudio previo de abastecimiento, de modo que proponer soluciones antes de que ocurran problemas.

- Respecto a las obras de acumulación, la subcuenca cuenta con el embalse El Yeso que posee una altura de muro de 43 m y una capacidad de almacenamiento igual a 250 hm^3. Dadas sus características, volumen mayor a los 50.000 m^3 y altura de muro por sobre los 5 m de alto, corresponde a una Obra Mayor, categoría C y debe ser fiscalizado en virtud del Artículo 307 del Código de Agua por la DGA.

  La Laguna Negra no cae dentro de la categoría "embalse" pues no es artificial, sin embargo, ha sido modificada con una compuerta para que acumule mayor cantidad de agua

Servicios Sanitarios:

- La Subcuenca cuenta con dos Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS) en la Localidad de San José de Maipo y San Gabriel acorde con las áreas de concesión existentes. Estas plantas son suficientes para el tratamiento de las aguas servidas de las comunas adyacentes a ella.

Centrales Hidroeléctricas:

- La Subcuenca de Río Maipo Alto cuenta con 5 centrales de pasada con una potencia instalada de 255,3 MW, correspondiente al 31,8% de la región.

Depósitos de Relave:

- No se cuenta con información respecto a depósitos de Relaves en la subcuenca ni tampoco se mencionó como punto importante en los talleres de trabajo con la comunidad.

Aguas Lluvia:

- De acuerdo al Censo del 2001, se han establecido 78 ciudades o pueblos de los cuales tres se encuentran en la subcuenca de Río Maipo Alto. De ellos no hay Planes Maestros de Aguas Lluvia, ya que no cumplen con el requisito mínimo de 50.000 habitantes indicado en la Ley Nº19.525.

Prevención de Aluviones:

- A pesar, del aluvión registrado en el río Colorado el 29 de noviembre de 1987, específicamente en el sector de Alfalfal, no se cuenta con un catastro de infraestructura destinada para menguar o evitar el efecto de dichos eventos. **Recomendación:** Se sugiere realizar estudios de peligros y riesgos aluvionales.

Defensas Fluviales:

- Según la información recopilada no existirían defensas fluviales identificadas en la subcuenca. **Recomendación:** Se sugiere realizar un catastro de defensas para generar y/o corroborar la información.

Extracción de Áridos:

- Se ha consultado a las municipalidades de esta subcuenca y según la información proporcionada no existen extracciones de áridos.

Red de Monitoreo:

- Al analizar los resultados se observa que en la subcuenca no es necesario añadir nuevas estaciones de control fluviométrico, ya que se cumple con la condición de superficie máxima cubierta, sin embargo, para el caso de los sedimentos se requiere adicionar una. **Recomendación:** Estudiar la posibilidad de construir una estación sedimentológica.

  A pesar de lo anterior, en el taller de UT de Cordillera se señaló que los datos de las estaciones DGA no siempre eran de confianza, ya que existían factores de índole natural que afectan los resultados de las

mediciones porque las estaciones que miden no tienen la calidad que se requiere (problema CD-8), esta situación en general es solucionada y manejada por la DGA medio de la mantención de sus estaciones.

- Respecto al monitoreo de aguas subterráneas se indica que la cuenca no cuenta con acuíferos definidos.

- Respecto a estaciones de calidad de agua superficial, el análisis técnico indica que no es necesario la instalación de un nuevo punto de medición en la cuenca.

7.13.4. Subcuenca Río Maipo Medio

A continuación se incluyen las conclusiones respecto a la infraestructura:

Riego:

- Se cuenta con la ubicación de las bocatomas y trazados de canales disponibles en el archivo de información geográfica (SIG) en E-SIIR de la CNR, la cual se requiere actualizar y confirmar. La subcuenca cuenta con 62 bocatomas georreferenciadas (22 en la 1ª sección y 40 en la 2ª sección del Río Maipo), que corresponden al 13,9% de las bocatomas registradas en la Región Metropolitana. **Recomendación:** Se sugiere realizar una actualización del catastro de obras.

  Se denuncia en el primer taller de Cordillera y Maipo la ocupación de las servidumbres de los canales afectando a los usuarios de aguas abajo (problemas CD-01 y MA-13). Además, se menciona en los talleres problemas con la basura en los canales que disminuyen la capacidad y generan desbordes de estos (problemas MA-30 y TG-13), esta situación es generalizada dentro de la región.

  Otro problema son los sedimentos provenientes de río, los cuales son mal manejados por los propios canalistas, por ejemplo cuando realizan la limpieza de sus decantadores devuelven los sedimentos al canal. Como solución plantean la construcción de un gran decantador (problema MA-15). Dicha solución debiera ser efectuada por los mismos canalistas o bien por medio de la Ley 18.450. **Recomendación:** Se sugiere realizar el estudio de la construcción de esta obra.

  A esto se le suma el robo de agua, por la imposibilidad de controlar y sancionar (problema TG-9).

- Respecto a las obras de acumulación, la subcuenca cuenta con los embalse:

  - El Parrón que posee una altura de muro de 7 m y una capacidad de almacenamiento igual a 0,008 hm³ correspondiente a un 0,11% del total regional, en buen estado

- Chada de una altura de muro de 12 m y una capacidad de 1 hm³ correspondiente a un 13,3% del total regional, en buen estado

- Escorial o La Gloria de 20 m de altura y 1,47 hm³ correspondiente al 19,7% del total regional, estado regular se debe reparar

En total corresponden al 33,1% de las aguas acumuladas destinadas para el riego.

Dadas sus características, volumen mayor a los 50.000 m³ y/o altura de muro por sobre los 5 m de alto, corresponde a una Obra Mayor, categoría A, B y B respectivamente y debe ser fiscalizado en virtud del Artículo 307 del Código de Agua por la DGA.

En este caso, la DGA ha cumplido con dicho deber por medio del estudio realizado el año 2011 y 2014 (INF-03 e INF-02), en donde se verificó el buen estado de la obra. A pesar de lo anterior, no figura en el listado de Obras Mayores disponible en la página web de la DGA. Se recomienda realizar esta tarea cada 5 años y posterior a eventos extremos como sismos y/o grandes Crecidas.

Durante el taller se mencionó la falta de mantención del tranques de Chada y el retraso de las reparaciones del tranque Escorial de lo que se deduce, un falta de continuidad con los procesos de reparación. Por otra parte se han mencionado otros tranques con problemas embancamiento los cuales son Colonia Kennedy, Hospital, Potrero Grande y La Escuela y los acumuladores comunitarios de Huelquén y La Partición (problemas MA-10 y CD-2). Respecto al tranque Escorial se sugiere además utilizarlo para el turismo y para la conservación de la fauna (problema MA-14). **Recomendación:** Estudiar la falta de mantención de los tranques mencionados.

- Por otra parte, se cuenta con un catastro de tranques nocturnos o pequeños en la ribera derecha del río Maipo aguas arriba de su confluencia con el río Angostura, que permiten la regulación de los caudales entregados dentro de la red.

- La Comisión Nacional de Riego ha aprobado 339 proyectos correspondientes al 27,4% del total regional, en su mayoría de tecnificación (265), de los cuales el 70% está vigente. El resto cae en la categoría de "Pendiente", "Abandonado" o "Pagado (pero sin ejecución)".

  A pesar de lo anterior en el taller de la UT de Maipo se señaló que existía una baja tecnificación (problema MA-9). Mientras que en el taller de UT de Talagante se menciona la imposibilidad de postular a los beneficios estatales de pequeños agricultores, por no poseer los derechos regularizados que en algunos casos llevan más de 20 años intentando su perfeccionamiento (problema TG-2).

Servicios de Agua Potable:

- La subcuenca cuenta con 9 sectores, con concesiones de Servicios Agua Potable Urbanos. Se debe destacar que durante periodos de crecidas cuando aumenta la turbiedad del Río Maipo o Mapocho, la producción de agua potable que alimenta gran parte del gran Santiago, queda fuera de servicio tanto en invierno, como por lluvias estivales (problema MA-6), tal como lo mencionó un funcionario de Aguas Andinas. **Recomendación:** Se sugiere estudiar la forma de mitigar estos problemas.

- Los sectores rurales más concentrados de población se encuentran abastecidos con infraestructura estatal (DOH). El número de sistemas APR's es de 25 y corresponde al 24,3% del total regional.

- Los sectores semi-concentrados potenciales para la instalación de nuevos sistemas APR's según el programa de la DOH y el GORE RM serían 11.

- No existen embalses para el uso de consumo humano.

Servicios Sanitarios:

- La subcuenca cuenta con 4 Plantas de tratamiento de Aguas Servidas, que sanean las localidades de Isla de Maipo, Valdivia de Paine, Buin, Paine, Linderos y Maipo.

- Respecto a los servicios de APR's no se cuenta con información de tratamiento asociada a dichos sistemas, situación debe ser controlada y monitoreada con el fin de evitar la contaminación de las aguas subterráneas en especial en los sectores con alta concentración poblacional. **Recomendación:** Se recomienda realizar un catastro de sistemas de tratamiento de aguas servidas.

- Se menciona que distintas obras hidráulicas estarían dificultando el acceso al recurso. Así, la construcción de un alcantarillado en Isla Maipo ha desviado los caudales de las napas, dejando al sector sin agua. En el Río Maipo, la instalación de una tubería ha perjudicado a los regantes de aguas abajo (problema TG-15).

Centrales Hidroeléctricas:

- La subcuenca cuenta con 3 centrales de pasada con una potencia instalada de 25,1 MW, correspondiente al 3,12% de la región.

Depósitos de Relave:

- Existen 3 depósitos de relaves 2 no activos y uno sin información de actividad, los cuales son:

- Tranque Naltahua sin información.

- Tranque Los Maquis de Rangue y el tranque de relaves Planta Los Carreras, no activos, sin información de capacidad y altura.

No se tiene información respecto a fiscalizaciones realizadas a los tranques de relaves mencionados anteriormente. **Recomendación:** Se sugiere realizar una inspección preliminar de ellos con el fin de definir tamaños y magnitudes y posteriormente realizar fiscalización en caso de que sea necesario.

Aguas Lluvia:

- De acuerdo al Censo del 2001, se han establecido 78 ciudades o pueblos de los cuales 12 se encuentran en la subcuenca. De ellos uno posee un Plan Maestro de Aguas Lluvia, el resto de los sectores no cumplen con el requisito mínimo de 50.000 habitantes indicado en la Ley Nº19.525.

  Se señala que las Comunas de Buin, Paine y San Bernardo no han aprobado un Plan Maestro de Aguas Lluvias (problema MA-26), esto se debe a que: 1) Paine y Buin no cumplen con los requisitos mínimos de población, de hecho según el censo 2012 Buin cumpliría el requisito de población el año 2025. 2) San Bernardo si se incluye dentro del Plan Maestro de Aguas Lluvia del gran Santiago, sector Sur-Poniente.

Prevención de Aluviones:

- Según la información recopilada no hay riesgo de aluviones en la subcuenca.

Defensas Fluviales:

- La subcuenca cuenta con 16,4 km de defensas fluviales correspondientes al 17,6% del total de zonas susceptibles a inundación. Este valor considera tanto zonas urbanas como rurales mezclando sectores de baja y alta vulnerabilidad. Si se realiza el mismo ejercicio pero respecto a las zonas urbanas (de alta vulnerabilidad) la cobertura alcanza el 82%.Finalmente, las defensas existentes corresponden al 19,57% del total regional. Se denuncia en el taller UT de Cordillera que se realizó por parte de la DOH un manejo de cauce, sin considerar un sifón existente, el cual quedó expuesto a ser afectado durante las crecidas (problema CD-4). **Recomendación:** Estudiar la situación en que se encuentra este sifón.

Extracción de Áridos:

- Se recabó información de las municipalidades obteniendo 42 puntos de extracción de áridos.

Se denuncia en el primer taller de la UT de Maipo que la extracción de áridos del río Maipo ha afectado a puentes, en especial en la Ruta 5, entre el puente Los Morros y el puente Lonquén (problema MA-24).Si bien, los permisos de extracción son otorgados por las municipalidades, también es función de la DGA velar por las modificaciones que se realizan en los cauces naturales.

Otro efecto adverso, es que las modificaciones del cauce ocasionan problemas en las bocatomas, ya que estas quedan "colgadas" sin la posibilidad de captar las aguas que le corresponden (problema TG-16).

Se señala que no hay uniformidad respecto al otorgamiento de los permisos para la extracción de áridos, indicando que en algunos no se establecen cantidades a extraer (problema ST-10). Dicha situación estaría en contra a la legislación ya que es parte del programa de explotación indicar: a) los volúmenes totales de material a remover, a extraer, aprovechables y de rechazo. b) Calendario mensual o anual de explotación, señalando volúmenes de extracción aprovechables y de rechazo. c) Análisis detallado de los procedimientos de extracción. d) Listado y descripción de maquinarias y equipos a utilizar. e) Señalar accesos y salidas al lugar de explotación. **Recomendación:** Se recomienda realizar un plan de inspección sobre los Municipios con respecto a la extracción de áridos ya que tienen un tremendo impacto en el medio que los rodea.

Red de Monitoreo:

- Al analizar los resultados se observa que en la subcuenca no es necesario añadir nuevas estaciones de control fluviométrico, ya que se cumple con la condición de superficie máxima cubierta, sin embargo distinto es el caso de los sedimentos ya que se requiere adicionar una. **Recomendación:** Estudiar la construcción de una estación sedimentológica.

- Si se considera una cobertura límite de 100 km²/estación, se obtiene que en los Sectores Acuíferos (Buin, El Monte, Paine, Pirquey una pequeña porción de (5%) de Santiago Central) presentes en la subcuenca, se deben instalar 6 estaciones de monitoreo de niveles freáticos en total. **Recomendación:** Estudiar la factibilidad de construcción de las estaciones de monitoreo faltantes.

- De acuerdo al análisis no es necesario agregar una estación de calidad de aguas superficiales en la subcuenca. Respecto a la calidad subterránea se sugiere contemplar la instalación de al menos 4 pozos de monitoreo. **Recomendación:** Estudiar la factibilidad de construcción de los pozos mencionados.

7.13.5. Subcuenca río Maipo Bajo

A continuación se incluyen las conclusiones respecto a la infraestructura:

Riego:

- Se cuenta con la ubicación de las bocatomas y trazados de canales disponibles en el archivo de información geográfica (SIG) en E-SIIR de la CNR, la cual se debe actualizar y confirmar. La subcuenca cuenta con 62 bocatomas georreferenciadas, ubicadas en la 3era sección del río Maipo, que corresponden al 16,9% de las bocatomas registradas en la Región Metropolitana.

  Se menciona en los talleres problemas con la basura en los canales que disminuyen la capacidad y generan desbordes de estos, en específico en las localidades de Curacaví, María Pinto y el área vinculada al Canal Las Mercedes donde además son contaminados al ser utilizados como solución sanitaria de las casas aledañas (ME-7), esta situación es generalizada dentro de la región. **Recomendación:** Para solucionar el problema de la basura se propone desarrollar proyectos de abovedamiento en tramos de canales urbanos. Paralelamente se pueden utilizar medidas no estructurales para educar a las personas a no botar basuras, con carteles, multas, más fiscalizadores, etc.

- Respecto a las obras de acumulación, la subcuenca cuenta con los siguientes embalses:

  - El Llano que posee una altura de muro de 3 m y una capacidad de almacenamiento igual a 0,868 hm^3 correspondiente a un 11,6% del total regional, buen estado;

  - El Palqui de una altura de muro de 14 m y una capacidad de 0,1 hm^3 correspondiente a un 1,33% del total regional, malo no reparado,

  - Huechún Bajo de 7 m de altura y 0,27 hm^3 correspondiente al 3,6% del total regional, en mal estado, y

  - Ranchillo que tiene un muro de 6 m de alto y un volumen de 0,093 hm^3 correspondiente al 1,24%.

  En total corresponden al 17,8% de las aguas acumuladas destinadas para el riego.

  Dadas sus características, volumen mayor a los 50.000 m^3 y/o altura de muro por sobre los 5 m de alto, corresponde a una Obra Mayor, categoría A, B, A y A respectivamente y corresponde ser fiscalizado en virtud del Artículo 307 del Código de Agua por la DGA.

  En este caso, la DGA ha cumplido con su función por medio del estudio realizado el año 2014 (INF-02), en donde se verificó el estado de la obras. A pesar de lo anterior, no figura en el listado de Obras Mayores disponible en la página web de la DGA. **Recomendación:** Se

recomienda realizar esta tarea cada 5 años y posterior a eventos extremos como sismos y/o grandes Crecidas.

- La Comisión Nacional de Riego ha aprobado 440 proyectos correspondientes al 35,5% del total regional, en su mayoría de tecnificación (317), de los cuales el 71% está vigente. El resto cae en la categoría de "Pendiente", "Abandonado" o "Pagado (pero sin ejecución)".

Servicios de Agua Potable:

El aumento de la población ha dejado APR's sin capacidad de abastecimiento, por lo que se solicitan estudios para su ampliación (Problema ME-1), o bien hay deficiencias en la infraestructura en lo que respecta al sistema de filtros y estanques (Problema ME-4). Actualmente se realiza la distribución de agua por medio de camiones aljibes de manera ineficiente, lo cual se ha visto agravado por el aumento de parcelas de agrado sin una planificación anticipada de su sistema de abastecimiento (Problema YL-3). Esta situación se podría revertir por medio de nuevos APR's. **Recomendación:** Estudiar la factibilidad de ampliación de APR existentes y/o construcción de nuevos sistemas.

Servicios Sanitarios:

- La Subcuenca cuenta con 7 Plantas de tratamiento de Aguas Servidas, que sanean las localidades El Monte, Curacaví, Pomaire y Melipilla. Dichas plantas son suficientes para el control de las aguas servidas de estas localidades.

- Respecto a los servicios de APR's no se cuenta con información de tratamiento asociada a dichos sistemas, situación debe ser controlada y monitoreada con el fin de evitar la contaminación de las aguas subterráneas en especial en los sectores con alta concentración poblacional. **Recomendación:** Establecer mecanismos para controlar la situación de tratamiento de APR.

Centrales Hidroeléctricas:

- La Subcuenca cuenta con 3 centrales de pasada con una potencia instalada de 15,9 MW, correspondiente al 1,98% de la región.

Depósitos de Relave:

- Existen 2 depósitos de relaves no activos los cuales son:
    - Tranque Gringo Tichagua y el tranque de relaves Planta Lo Águila 1, no activos, sin información de capacidad y altura.

- No se tiene información respecto a fiscalizaciones realizadas a los tranques de relaves mencionados anteriormente. **Recomendación:** Se sugiere realizar una inspección preliminar de ellos con el fin de definir tamaños y magnitudes y posteriormente definir fiscalización en caso de que sea necesario.

Aguas Lluvia:

- De acuerdo al Censo del 2001, se han establecido 78 ciudades o pueblos de los cuales 5 se encuentran en la subcuenca. Una de ellas, Melipilla, cumple con los requisitos mínimos de 50.000 habitantes indicado en la Ley Nº19.525 para la ejecución de un Plan Maestro de Aguas Lluvia, el resto de los sectores no cumplen con el requisito mínimo.

Prevención de Aluviones:

- Según la información recopilada no hay riesgo de aluviones en la subcuenca.

Defensas Fluviales:

- La subcuenca cuenta con 2,0 km de defensas fluviales correspondientes al 2,5% del total de zonas susceptibles a inundación. Este valor considera tanto zonas urbanas como rurales mezclando sectores de baja y alta vulnerabilidad. Si se realiza el mismo ejercicio pero respecto a las zonas urbanas (de alta vulnerabilidad) la cobertura alcanza el 100%.Finalmente, las defensas existentes corresponden al 2,39% del total regional

Extracción de Áridos:

- Se ha consultado a las municipalidades de esta subcuenca y según la información proporcionada existen 5 puntos de extracción de áridos.

Red de Monitoreo:

- Al analizar los resultados se observa que en la subcuenca no es necesario añadir nuevas estaciones de control fluviométrico, ya que se cumple con la condición de superficie máxima cubierta. Sin embargo distinta es la situación para el caso de los sedimentos ya que se requiere adicionar una. **Recomendación:** Estudiar la factibilidad de construcción de una estación sedimentológica.

- Si se considera una cobertura límite de 100 km^2/estación, se obtiene que en los Sectores Acuíferos (Cholqui, La Higuera, Maipo en Desembocadura, Popeta, Puangue Alto, Puangue Medio, Melipilla, Puangue Bajo, Úlmen y una porción de (20%) de El Monte) presentes en la subcuenca, se deben instalar 9 estaciones de monitoreo de niveles freáticos en total. **Recomendación:** Estudiar la factibilidad de construcción de las estaciones faltantes.

- se observa que no es necesario agregar una estación de calidad de aguas superficiales en la subcuenca. Respecto a la calidad subterránea se debe contemplar la instalación de al menos 17 pozo de monitoreo, una por cada sector acuífero. **Recomendación:** Estudiar la factibilidad de construcción de los pozos faltantes.

7.13.6. Subcuenca Río Mapocho Alto

A continuación se incluyen las conclusiones respecto a la infraestructura:

Riego:

- Se cuenta con la ubicación de las bocatomas y trazados de canales disponibles en el archivo de información geográfica (SIG) en E-SIIR de la CNR, la cual se debe actualizar y confirmar. La subcuenca cuenta con 32 bocatomas georreferenciadas, concentradas en la 2da sección del río Maipo, que corresponden al 8,7% de las bocatomas registradas en la Región Metropolitana. **Recomendación:** Se sugiere realizar una actualización del catastro de obras.

  Se denuncia en el taller de Santiago la ocupación de las servidumbres de los canales por parte de proyectos inmobiliarios en el sector precordillerano que afectan a los usuarios de aguas abajo (problema ST-27).

- Respecto a las obras de acumulación, la subcuenca no cuenta con obras embalses.

- La Comisión Nacional de Riego no informa de proyectos realizados en la subcuenca del río Mapocho Alto.

Servicios de Agua Potable:

- La Subcuenca cuenta con 4 sectores con concesiones de Servicios Agua Potable Urbanos. Se menciona en el Taller de la UT de Santiago que las empresas concesionarias tienen baja capacidad para prevenir, mitigar y enfrentar emergencias provocadas por lluvias intensas (ST-8) debido al aumento de la turbiedad. Problema que se presenta en la mayoría de las plantas de agua potable. **Recomendación:** Se sugiere estudiar la forma de mitigar estos problemas.

- Respecto a obras de acumulación, la subcuenca cuenta con el embalse La Dehesa de 1,2 hm^3 de capacidad y altura de muro de 20 m.

  Dadas sus características, volumen mayor a los 50.000 m^3 y/o altura de muro por sobre los 5 m de alto, corresponde a una Obra Mayor, categoría B y corresponde ser fiscalizado en virtud del Artículo 307 del Código de Agua por la DGA.

En este caso, la DGA ha cumplido con su función por medio del estudio realizado el año 2014 (INF-02), en donde se verificó el estado de la obras. A pesar de lo anterior, no figura en el listado de Obras Mayores disponible en la página web de la DGA. **Recomendación:** Se recomienda realizar esta tarea cada 5 años y posterior a eventos extremos como sismos y/o grandes Crecidas.

Servicios Sanitarios:

- La Subcuenca cuenta con 2 Plantas de tratamiento de Aguas Servidas, que sanean las localidades de La Parva y Los Trapenses. Estas plantas son suficientes para cubrir las comunas adyacentes.

Centrales Hidroeléctricas

- Según la información recopilada no existen Centrales Hidroeléctricas en la subcuenca.

Depósitos de Relave:

- La subcuenca cuenta con el tranque de relaves Los Bronces 12 (o Tranque Pérez Caldera), que tiene una altura de muro igual a 76 m y una capacidad de almacenamiento de 30 hm^3. No se cuenta con información respecto a su actividad actual.

  En este caso, la DGA ha cumplido con sus funciones por medio del estudio realizado el año 2011(INF-3), en donde se verificó el buen estado de la obra. A pesar de lo anterior, no figura en el listado de Obras Mayores disponible en la página web de la DGA. **Recomendación:** Se recomienda realizar esta tarea cada 5 años y posterior a eventos extremos como sismos y/o grandes Crecidas.

Aguas Lluvia:

- De acuerdo al Censo del 2001, se han establecido 78 ciudades o pueblos de los cuales 3 se encuentran en la subcuenca. Una de ellas, cuenta con un Plan Maestro de Aguas Lluvia, ya que cumple con los requisitos mínimos de 50.000 habitantes indicado en la Ley Nº19.525 Lluvia, el resto de los sectores no cumplen con el requisito mínimo.

Prevención de Aluviones:

- Según la información recopilada hay riesgo de aluviones en la subcuenca, tal como ocurrió durante agosto de 2009 en farellones en las quebrada de Ñilhue, Huallalolén, sin embargo, no se ha encontrado información respecto a obras de protección para dichos eventos.

Defensas Fluviales:

- Según la información recopilada no existen defensas fluviales. identificadas en la subcuenca.

Extracción de Áridos:

- Se ha consultado a las municipalidades de esta subcuenca y según la información proporcionada no existen extracciones de áridos.

Red de Monitoreo:

- Al analizar los resultados se observa que en la subcuenca no es necesario añadir nuevas estaciones de control fluviométrico, ya que se cumple con la condición de superficie máxima cubierta, Sin embargo en el caso de los sedimentos se requiere adicionar una. **Recomendación:** Estudiar la factibilidad de construcción de una estación sedimentológica.

- Si se considera una cobertura límite de 100km²/estación, se obtiene que en los Sectores Acuíferos (Las Hualtatas y una porción (75%) de Lo Barnechea) presentes en la subcuenca, se deben instalar 2 estaciones de monitoreo de niveles freáticos en total. **Recomendación:** Estudiar la factibilidad de construcción de estas dos estaciones.

- Se observa que no es necesario agregar una estación de calidad de aguas superficiales en la subcuenca. Respecto a la calidad subterránea se debe contemplar la instalación de al menos 2 pozo de monitoreo, una por cada sector acuífero. **Recomendación:** Estudiar la factibilidad de construcción de estos dos pozos.

7.13.7. Subcuenca Río Mapocho Bajo

A continuación se incluyen las conclusiones respecto a la infraestructura:

Riego:

- Se cuenta con la ubicación de las bocatomas y trazados de canales disponibles en el archivo de información geográfica (SIG) en E-SIIR de la CNR, la cual se debe actualizar y confirmar. La subcuenca cuenta con 87 bocatomas georreferenciadas, ubicadas en la 2da sección del río Maipo, que corresponden al 23,8% de las bocatomas registradas en la Región Metropolitana.

  Como en la mayoría de las subcuencas se denuncia el problema del uso de los canales como basurero y los efectos adversos que conlleva para su capacidad de porteo, su calidad de agua y posibles desbordes (problemas CH-7 y TG-13). Lo que se agrava por la ocupación de las servidumbres de los canales afectando a los usuarios de aguas abajo (problema MA-30), o por proyectos inmobiliarios en el sector precordillerano (problema ST-27).

Recomendación: Para solucionar el problema de la basura se propone desarrollar proyectos de abovedamiento en tramos de canales urbanos. Paralelamente se pueden utilizar medidas no estructurales para educar a las personas a no botar basuras, con carteles, multas, más fiscalizadores, etc.

Por su parte, el aumento de parcelas de agrado que aumentan la cantidad de lotes por donde pasan los canales afecta la operación y distribución de sus aguas (problemas ST-29 y TG-12).

- Finalmente, se denuncia a las PTAS de tratamiento de la Farfana y Trebal, por afectar directamente a 5 canales ya que estas, devuelven el agua saneada aguas abajo de sus puntos de captación (problemas TG-8 y ST-36).

- Respecto a las obras de acumulación, la subcuenca cuenta con los siguientes embalses:

  - La Reina que posee una altura de muro de 3 m y una capacidad de almacenamiento igual a 0,075 hm^3 correspondiente a un 1,0% del total regional, se encuentra en mal estado, Categoría A,

  - Lo Ermita de una altura de muro de 4 m y una capacidad de 0,05 hm^3 correspondiente a un 0,67% del total regional, en buen estado, Categoría A,

  - Reina Norte de 5,2 m de altura y 0,06 hm^3 correspondiente al 0,8% del total regional, buen estado, Categoría A,

  - Reina Sur que tiene un muro de 4 m de alto y un volumen de 0,008 hm^3 correspondiente al 0,11% del total regional, en mal estado.

  - Rungue con una altura de muro de 12 m y un volumen de 2,3 hm^3 correspondiente al 30,7% del total regional, en buen estado, Categoría B, y

  - Villa Peldehue 2 que cuenta con un muro de 12 m y un volumen de 0,06 hm^3 correspondiente al 0,8% del total regional, en mal estado Categoría B.

  En total corresponden al 34,1% de las aguas acumuladas destinadas para el riego. En la subcuenca se ubica también el embalse Huechún, que no se ha incluido por estar fuera de servicio.

  Dadas sus características, volumen mayor a los 50.000 m^3 y/o altura de muro por sobre los 5 m de alto, corresponden a Obras Mayores, y corresponde ser fiscalizadas en virtud del Artículo 307 del Código de Agua por la DGA, exceptuando el Embalse Reina Sur.

En este caso, la DGA ha cumplido con sus funciones por medio de los estudios realizados en los años 2011 y 2014 (INF-03 e INF-02), en donde se verificó el estado de la obras. A pesar de lo anterior, no figura en el listado de Obras Mayores disponible en la página web de la DGA. **Recomendación:** Se recomienda realizar esta tarea cada 5 años y posterior a eventos extremos como sismos y/o grandes Crecidas.

- La Comisión Nacional de Riego ha aprobado 371 proyectos correspondientes al 29,9% del total regional, en su mayoría son de pozos y de tecnificación (131 y 167 respectivamente), de los cuales el 83% está vigente. El resto cae en la categoría de "Pendiente", "Abandonado" o "Pagado (pero sin ejecución)". Si bien, se han realizado proyectos por medio de la Ley 18.450, los agricultores sin derechos de agua no pueden postular a programas estatales de apoyo, y en ocasiones, la obtención de los derechos por tradición se prolongó en demasía (problemaTG-2).

Servicios de Agua Potable:

- La Subcuenca cuenta con 13 sectores, con concesiones de Servicios Agua Potable Urbanos.

  Se señala que las empresas sanitarias no están interesadas en abastecer a las nuevas poblaciones sociales, pues allí existen problemas de no pago, apertura de grifos, etc. Estos "villorrios" no cuentan con concesión sanitaria, por lo que deben optar por sistemas particulares, lo que es denunciado como una situación irregular, pues en un área urbana debería haber una concesión sanitaria, con un prestador sanitario (problemaST-17).

- Los sectores rurales más concentrados de población se encuentran abastecidos con infraestructura estatal (DOH). El número de sistemas APR's es de 32 y corresponde al 31,0% del total regional. Se indica en el taller de la UT de Chacabuco los problemas de los sistemas de APR respecto a su infraestructura, señalando que se deben modernizar y aumentar la capacidad de la fuente, ya que en la actualidad no dan abasto (problemaCH-11). Por otra parte se denuncia el uso indiscriminado del agua para el llenado de piscinas y (problemaTG-18). Por otra parte se solicita incluir en APR's grifos para combatir eventuales incendios en las localidades, aunque legalmente no se exigen (problemaCH-12).

- Los sectores semi-concentrados potenciales para la instalación de nuevos sistemas APR's según el programa de la DOH y las proyecciones del GORE RM serían 7.

Servicios Sanitarios:

- La Subcuenca cuenta con 11 Plantas de tratamiento de Aguas Servidas, que sanean la mayor parte de las aguas del gran Santiago. Estas

plantas son suficientes para el saneamiento de las aguas de Gran Santiago.

- Respecto a los servicios de APR's no se cuenta con información de tratamiento asociada a dichos sistemas, situación debe ser controlada y monitoreada con el fin de evitar la contaminación de las aguas subterráneas en especial en los sectores con alta concentración poblacional. **Recomendación:** Realizar catastros de infraestructura de servicios de APR.

Centrales Hidroeléctricas:

- La Subcuenca cuenta con 1 central de pasada y 2 centrales termoeléctricas con una potencia instalada de 507 MW, correspondiente al 63,11% de la región.

  Durante el taller de Santiago se menciona, por parte de una funcionaria de la Seremi del nuevo Ministerio de Energía, la urgencia de ejecutar proyectos de Mini-Hidro (pequeñas centrales hidroeléctricas) en la Región Metropolitana (problema ST-9) con el fin de aumentar la potencia instalada.

Depósitos de Relave:

- Existen 19 depósitos de relaves, 7 activos, 8 no activos y 4 sin información de actividad. Entre los activos sólo se cuenta con información de alturas de muro y capacidad de almacenamiento de los embalses Ovejería y Las Tórtolas, que en total tienen un volumen de 616 hm^3, a los cuales la DGA realizó una fiscalización el año 2011 (problema INF-03). Del resto no se tiene información respecto a fiscalizaciones. **Recomendación:** Se sugiere realizar una inspección preliminar de ellos con el fin de definir tamaños y magnitudes y posteriormente realizar fiscalización en caso de que sea necesario.

Aguas Lluvia:

- De acuerdo al Censo del 2001, se han establecido 78 ciudades o pueblos de los cuales 52 se encuentran en la subcuenca. 17 de ellas cuentan con un Plan Maestro de Aguas lluvias y 4 cumplen con los requisitos mínimos de 50.000 habitantes indicado en la Ley Nº19.525 por lo que se debe contemplar su realización. El resto de los sectores no cumplen con el requisito mínimo.

- Se señala que las Comuna de Bernardo no han aprobado un Plan Maestro de Aguas Lluvias (problemaMA-26), sin embargo la comuna San Bernardo si se incluye dentro del Plan Maestro de Aguas Lluvia del gran Santiago, sector Sur-Poniente, lo que deja sin sustento la observación.

Prevención de Aluviones:

- La subcuenca cuenta con obras y proyectos que contemplan el resguardo de la zona urbana de la ciudad de Santiago, sin embargo, no es suficiente dada las numerosas quebradas que desembocan sobre la ciudad. **Recomendación:** Es necesario fiscalizar los cauces de las quebradas con el fin de definir las medidas que se adoptarán para cada caso.

Defensas Fluviales:

- La subcuenca cuenta con 65,4 km de defensas fluviales correspondientes al 51,1% del total de zonas susceptibles a inundación. Este valor considera tanto zonas urbanas como rurales mezclando sectores de baja y alta vulnerabilidad. Si se realiza el mismo ejercicio pero respecto a las zonas urbanas (de alta vulnerabilidad) la cobertura alcanza el 78,6%. Finalmente, las defensas existentes corresponden al 78,% del total regional

Extracción de Áridos:

- Se recabó información de las municipalidades obteniendo 12 puntos de extracción de áridos. Se denuncia en el taller de la UT de Talagante que la extracción de áridos afecta la captación de las aguas de las bocatomas (problema TG-16). Si bien, los permisos de extracción son otorgados por las Municipalidades, también es deber de la DGA velar por las modificaciones que se realizan en los cauces naturales, por lo que se debería ejecutar un plan de inspección sobre los Municipios.

Red de Monitoreo:

- Al analizar los resultados se observa que en la subcuenca no es necesario añadir nuevas estaciones de control fluviométrico, ya que se cumple con la condición de superficie máxima cubierta, Sin embargo, en el caso de los sedimentos se requiere adicionar una. **Recomendación:** Estudiar la factibilidad de construcción de una estación sedimentológica.

- Si se considera una cobertura límite de 100 km²/estación, se obtiene que en los Sectores Acuíferos (Chacabuco, Chicureo, Colina Inferior, Colina Sur, Lampa, Parte de El Monte (8%), parte de Lo Barnechea (25%), parte de Pirque (25%), Santiago Central, Santiago Norte, Tiltil y Vitacura) presentes en la subcuenca, se deben instalar 5 estaciones de monitoreo de niveles freáticos en total. **Recomendación:** Estudiar la factibilidad de construcción de estas cinco estaciones.

- Se observa que no es necesario agregar una estación de calidad de aguas superficiales en la subcuenca. Respecto a la calidad subterránea se debe contemplar la instalación de al menos 9 pozos de monitoreo, una por cada sector acuífero. **Recomendación:** Estudiar la factibilidad de construcción de estos nueve pozos.

CAPÍTULO 8

DIAGNÓSTICO DE DESEMPEÑO FRENTE A EVENTOS EXTREMOS

8. DIAGNÓSTICO DE DESEMPEÑO ANTE EVENTOS EXTREMOS

8.1. INTRODUCCIÓN

El régimen pluviométrico característico de cada territorio tiene variaciones estacionales, con diferentes probabilidades de ocurrencia. Existen fenómenos naturales de crecidas y estiajes de los cursos de agua que pueden dar origen a eventos meteorológicos extremos como inundaciones o sequías. En Chile los eventos meteorológicos extremos son de larga data. Sin embargo el Informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2007)[1] indica que la frecuencia e intensidad de los eventos extremos están en aumento.

La crecida de los ríos es un fenómeno natural que forma parte de los procesos hidrológicos de cada región. Mientras que la inundación es un concepto que hace referencia al impacto en el medio natural y construido, producto de su ocupación. Las sequías pueden ser definidas utilizando diversos criterios de acuerdo al foco de interés. En este sentido es posible identificar sequías meteorológicas, sequías hidrológicas y sequías agrícolas.

Las labores realizadas por la Dirección General de Aguas (DGA) en la gestión de eventos extremos, contempla labores preventivas, de monitoreo y de evaluación de las condiciones hidrometeorológicas a nivel nacional. Estas labores se desarrollan en el marco de las políticas de gestión de riegos de desastres a cargo de la Oficina Nacional de Emergencias del Ministerio del Interior y Seguridad Pública (ONEMI). La gestión de riesgos de desastres (UNESCO, 2012)[2] "propone minimizar los riesgos en una sociedad, evitando o limitando el impacto de amenazas naturales y promoviendo el fortalecimiento de las capacidades de poblaciones".

La DGA de acuerdo con las atribuciones asignadas por el Código de Aguas tiene competencias y atribuciones tanto en caso de crecidas de los cauces naturales como en caso de sequías. A continuación se presentan las principales funciones de la DGA relacionadas con eventos extremos, las acciones realizadas en la Región Metropolitana y el diagnóstico de las herramientas de gestión del Servicio en el control de crecidas y sequías a nivel regional.

[1]IPCC, Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. 2007. Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de Trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.

[2]UNESCO, 2012. Análisis de Riesgos de Desastres en Chile. VII Plan de Acción DIPECHO en Sudamérica 2011-2012. Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior y Seguridad Pública (ONEMI), Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo en Chile (PNUD), Cruz Roja Chilena y Dirección General de Ayuda Humanitaria y Protección Civil (DIPECHO) de la Comisión Europea. Santiago de Chile

8.2. CRECIDAS

8.2.1. Antecedentes Generales

El Instituto Nacional de Estadísticas (2012)[3] en el informe de Medio Ambiente define las inundaciones como "concentración y saturación de terrenos planos o depresiones, principalmente por aguas lluvias, fusión rápida de nieve o hielo, maremotos o la conjunción de dos o más de estos fenómenos." A su vez, La Red (2009)[4] define la inundación como "anegamiento o cubrimiento con agua de un terreno donde se localizan poblaciones, cultivos, bienes o infraestructura"

Las causas de las inundaciones pueden ser naturales y antrópicas. Las causas naturales están las relacionadas con precipitaciones torrenciales y sus consecuentes desbordes de ríos. Las causas antrópicas, se originan en la alteración del régimen hidrológico, como las obras de cultivo y uso irracional del suelo, además del aumento de zonas urbanas (INE, 2012). La Oficina de Nacional de Emergencias (ONEMI, 1995)[5] ha identificado 5 tipos de inundaciones: 1) las inundaciones por el desbordamiento de los ríos, 2) las inundaciones súbitas en vertientes de alta pendiente, 3) las inundaciones por lluvias torrenciales y falta de absorción o escurrimiento, 4) las inundaciones en las costas marinas y 5) las inundaciones por ruptura de presas, diques y defensas fluviales.

La gestión de las crecidas e inundaciones reside en diversos cuerpos normativos, a cargo de diferentes servicios públicos (MOP, MINVU, ONEMI, Gobiernos Regionales y Municipalidades). La gestión de las crecidas considera el monitoreo de las condiciones hidrometeorológicas, la construcción de obras fluviales y de control de aluviones, y la evacuación de aguas lluvias de zonas urbanas con el objetivo de controlar las crecidas y los eventos aluvionales. Además se identifican zonas inundables sobre las cuales se establecen restricciones a través de la planificación territorial.

8.2.2. Rol de la Dirección General de Aguas en el Control de Crecidas

8.2.2.1. Aspectos Generales

La labor de la DGA en el control de crecidas considera principalmente 3 ámbitos de acción. En primer lugar, existe un sistema de emergencia y alerta de crecidas en función del monitoreo de las condiciones hidrometeorológicas. Esta información es comunicada a través de los canales formales a los demás servicios públicos (Sistema de Emergencias a cargo de la División de Hidrología, Comité Regional de Gestión de Desastres del MOP y Protocolo ONEMI-DGA, Sistema de Alerta de crecidas y embalses de control de crecidas). En segundo lugar, tiene la potestad de declarar cualquier embalse como "embalse de control". En tercer lugar, tiene atribuciones de fiscalización

[3] Instituto Nacional de Estadísticas INE, 2012. Informe de Medio Ambiente. Publicaciones INE, Chile.
[4]La Red, Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres. 2009. Guía metodológica de DesInventar. Disponible en http://www.desinventar.org/es/metodologia
[5]Oficina Nacional de Emergencias, 1995. Inundaciones. Lo que debemos tener presente para la elaboración de una planificación comunal de respuesta. Publicaciones ONEMI, Chile.

relacionadas con el control de crecidas (obras en cauces naturales, falta de limpieza de canales y acueductos, desbordamiento canales y cierre de bocatomas).

8.2.2.2. Sistema de Emergencias y Alerta de Crecidas

Entre 1983 y 1988 la DGA realizó estudios sobre zonas inundables y caudales de crecidas para las regiones más críticas del país. Al año 2010 existían en el país 77 estaciones de alerta de crecidas en cauces naturales (DGA 2010, EEX-01). La DGA desde 2011 tiene un sistema de emergencias para las crecidas de los cauces naturales, que consiste en la recepción de datos en tiempo real de la situación hidrológica nacional. El sistema de emergencias está a cargo de la División de Hidrología y las Oficinas Regionales (Contraloría General de la Republica, 2012)[6].

El sistema de emergencia define tres niveles de alerta, a saber: 1) Alerta Azul: indica una situación de preparación ante la eventualidad que las precipitaciones y/o caudales superen el umbral de riesgo, 2) Alerta Amarilla: caudal con clara tendencia a subir y pronóstico, 3) Alerta Roja: caudales con amenaza directa a sectores poblados e infraestructura, que implican acciones tales como: evacuación, defensas, recursos humanos, maquinaria y equipos (DGA, 2012)[7].

Desde el año 2012 la DGA tiene un protocolo de coordinación con la ONEMI para la "Declaración de alerta de crecidas y otras medidas". El protocolo establece los siguientes objetivos:

- Definir un procedimiento con instrucciones y normas que aseguren la confiabilidad de los datos y la adecuada canalización del flujo de información, en situaciones de emergencia.

- Fijar las acciones y responsabilidades que corresponden al campo de acción de la DGA (División de Hidrología) y Oficinas Regionales DGA y ONEMI, en la operación, uso e interpretación de los antecedentes generados por la red hidrométrica, especialmente satelital, ante situaciones de emergencia producidas dentro y fuera de las horas habituales de trabajo, que permitan dar una adecuada información a las autoridades y al Sistema de Protección Civil, y de esta forma prevenir el riesgo de daño a la población producto de eventos meteorológicos de magnitud importante.

- Definir niveles de responsabilidad frente a las medidas y decisiones a tomar dentro del proceso de alerta de crecidas de lagos y ríos.

[6]Contraloría General de la República, 2012. Informe Final sobre auditoría de las medidas implementadas para prevenir situaciones de emergencia o catástrofe en Ministerio de Obras Públicas. Nº Informe 13, 12 de Julio del 2012. División de Infraestructura y Regulación, Subdivisión de Auditoría. Santiago de Chile.

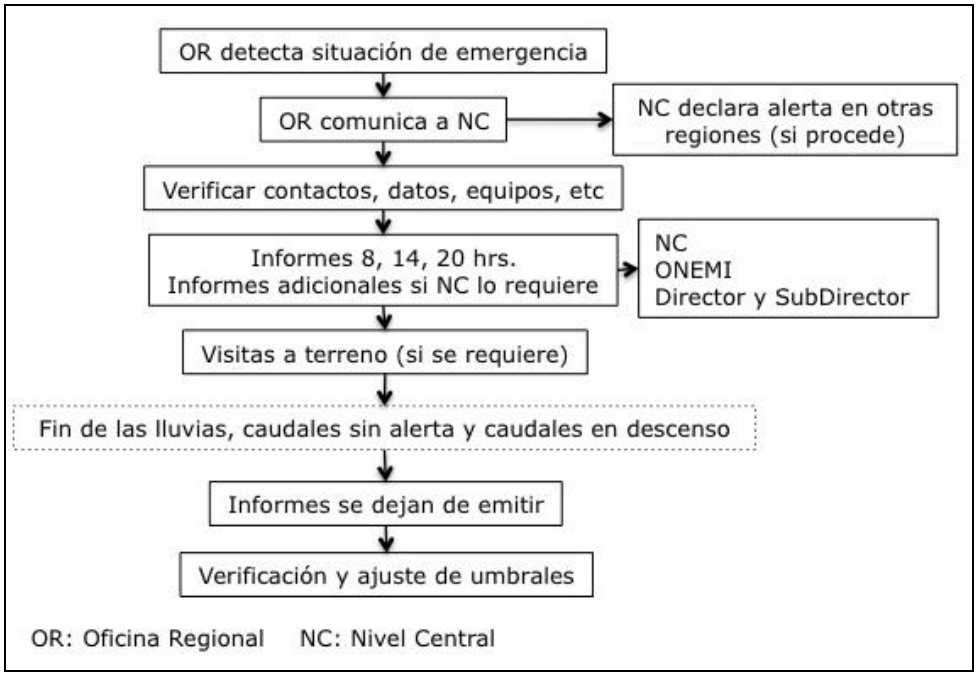
[7] DGA, 2012. Sistema de Alerta de Crecidas de la Dirección General de Aguas. Presentación Taller Sudamericano de la Gestión de Riesgos y Catástrofes. Javier Narbona Jefe División de Hidrología. Octubre de 2012, Santiago de Chile.

- Establecer la guía, procesos y responsabilidades correspondientes a cada entidad a fin de informar a la población en caso de un eventual riesgo de inundación por crecidas de aguas, en el menor tiempo que sea posible.

- Determinar los criterios de comunicación de las instituciones frente a la ocurrencia de inundaciones por crecidas de ríos y lagos, considerando los aspectos de contexto, flujo, lenguaje y vías de comunicación, con el propósito de salvaguardar la vida humana en el territorio chileno.

El sistema considera la comunicación entre las oficinas regionales, el nivel central y la ONEMI. La Figura 8.2.2.2-1 presenta la organización de la DGA ante situaciones de emergencia.

FIGURA 8.2.2.2-1
ORGANIZACIÓN DE LA DGA ANTE SITUACIONES DE EMERGENCIA



Fuente: DGA, 2012[8]

8.2.2.3. Embalses de Control de Crecidas

La DGA en conformidad a lo establecido por la Ley 20.304 de 2008 del Ministerio de Obras Públicas sobre "Operación de Embalses frente a Alertas y Emergencias de Crecidas" tiene la potestad de declarar cualquier embalse como "embalse de control" para todo embalse que contribuya a la regulación de las crecidas.

[8]Ibid. 7

La DGA considera entre otras características el volumen de regulación y la ubicación del embalse (Art. 2). Los embalse, deber ser registrados en el Inventario Público de Obras Hidráulicas del Catastro Público de Aguas. A continuación, la DGA debe calificar mediante resolución, si corresponde a un embalse de control (Art. 3).

8.2.2.4. Labores de Fiscalización Relacionadas con el Control de Crecidas

La DGA desde 2004 cuenta con una Unidad de Fiscalización (Res DGA Nº 185, 27 de Febrero de 2004), encargada de realizar labores de fiscalización establecidas en el Código de Aguas. El Cuadro 8.2.2.4-1 presenta las labores de fiscalización relevantes para el control de crecidas.

CUADRO 8.2.2.4-1
LABORES DE FISCALIZACIÓN REALIZADAS POR LA DGA RELACIONADAS CON EL CONTROL DE CRECIDAS

MATERIAS DE FISCALIZACIÓN	ARTÍCULOS EL CÓDIGO DE AGUAS	DESCRIPCIÓN
Obras en cauces naturales	Art. 30: los cauces naturales son de uso público Art. 41: las construcciones que modifiquen un cauce natural o artificial requieren autorización de la DGA Art. 299 letra c: vigilancia de los cauces naturales de uso público e impedir modificaciones sin previa autorización	Permite vigilar modificaciones de los cauces que cambien su comportamiento frente a crecidas, como por ejemplo extracción de áridos
Falta de limpieza de canales y acueductos	Art. 91: limpieza de acueductos Art. 92: limpieza de canales	En el periodo de precipitaciones los canales que son utilizados como colectores de aguas lluvias deben estar limpios para evitar desbordes en las crecidas
Desbordamiento canales	Art. 305: La DGA puede exigir la construcción de obras complementarias a cargo del propietario Art. 306: aplicación de multas asociadas al artículo 305	Permite la construcción de obras complementaria a las realizadas por el Estado para el control de crecidas
Cierre de bocatomas	Art. 304: Vigilancia de tomas de cauces naturales para evitar en las crecidas Art. 306: aplicación de multas asociadas al artículo 304 Art. 307: Inspección de obras mayores por parte de la DGA	Manejo oportuno y coordinado de las tomas de los cauces naturales para el control de las crecidas

Fuente: Elaboración propia en base al Código de Aguas

La Dirección General de Aguas debe abrir un expediente ante la presencia de una posible infracción a los artículos del Código de Aguas. La toma de conocimiento puede ser a través de una denuncia externa o por inspección[9].

8.2.3. Antecedentes de Crecidas en la Región Metropolitana

8.2.3.1. Consideraciones Generales

En la Región Metropolitana las inundaciones se originan por desbordes de quebradas, ríos y esteros, por anegamientos urbanos, y por los afloramientos de napas y por mal drenaje de los suelos.

A nivel histórico, los primeros registros de temporales datan de 1574 (Urrutia y Lanza, 1993, citado por Aldunce, González, 2009)[10]. Entre 2004 y 2011 de acuerdo al inventario histórico de desastres (La Red, 2013), se han registrado 29 eventos relacionados con lluvias extremas que han generados daños a la población (17 tempestades, 7 lluvias, 3 inundaciones y 2 avenidas torrenciales)[11].

A continuación se entregan los principales antecedentes recopilados sobre crecidas e inundaciones para la Región Metropolitana.

8.2.3.2. Programas y Acciones ante Crecidas e Inundaciones

Los programas y acciones existentes para enfrentar los problemas de crecidas e inundaciones en la Región Metropolitana son abordados por varios servicios públicos de acuerdo a sus competencias. El Cuadro 8.2.3.2-1 presenta las acciones que se realizan y planes existentes a nivel regional.

[9] DGA, 2008. Instructivo 1/2008 (versión 2.0), Unidad de Fiscalización.
[10]Aldunce, P., y González, M., 2009. Desastres asociados al clima en la agricultura y medio rural en Chile. Departamento de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales Renovables, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile; Fundación para la Innovación Agraria, FIA, Ministerio de Agricultura.
[11]La Red, Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres. 2013. Bases de desastres DesInventar. Chile. Disponible en http://online.desinventar.org/desinventar/#CHL-1257983285-chileinventariohistoricodedesastres

CUADRO 8.2.3.2-1
ACCIONES Y PLANES PARA CONTROL DE CRECIDAS E INUNDACIONES PARA LA REGIÓN METROPOLITANA

ACCIONES/PLANES	DESCRIPCIÓN
Dirección General de Aguas (DGA)	
Alerta de crecidas	- Protocolo ONEMI-DGA - Sistema de Control de Crecidas para la Región Metropolitana
Embalses de control de crecidas	En la Región Metropolitana no hay embalses de control de crecidas
Labores de fiscalización	Obras en cauces naturales, falta de limpieza de canales y acueductos, desbordamiento canales y cierre de bocatomas
Otros Servicios del Ministerio de Obras Públicas	
Plan Maestro de Aguas Lluvias	- MOP- CADE-IDEPE. 2001. Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias del Gran Santiago PM-01. - MOP- CADE-IDEPE. 2002. Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias de la Provincia de Chacabuco Región. PM-12 - MOP- CADE-IDEPE. 2005. Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias de las Provincias de Talagante y Melipilla, Región Metropolitana. PM-22
Planes Maestros de Cauces (DOH)	- DOH – AC Ingenieros Consultores. 2009. "Diagnóstico Plan Maestro Río Maipo y sus Afluentes, Región Metropolitana". Elaboración de Plan Maestro para el manejo del Río Maipo en el tramo de 200 km. A partir de la desembocadura en el mar, incluyendo los cauces del Río Clarillo, Angostura y Colorado, en longitudes de 10 km, 5 km y 30 km respectivamente. (PP-11) - DOH – EIC Ingenieros Consultores. 2004. "Diagnóstico y proposición Plan Maestro de Manejo de Cauces Naturales, Cuenca del Río Mapocho hasta Estero Las Hualtatas, Región Metropolitana. Elaboración de Plan Maestro para los cauces naturales de la cuenca del Río Mapocho, aguas arriba de su confluencia con el Estero Las Hualtatas dentro del ámbito de influencia del río y sus principales afluentes: Esteros Arrayán, El Gabino, Las Rosas, El Manzano, Las Hualtatas, El Carrizo, El Guindo y La Quebrada Oscura. (PP-12) - DOH – AC Ingenieros Consultores. 2004. Diagnóstico y Proposición Plan Maestro de Manejo de Cauces Naturales, Cuenca del Estero Lampa.
Otros Estudios DOH	- DOH – EIC Ingenieros Consultores. 2007 "Estudio de factibilidad y diseño de obras fluviales Río Mapocho, sector rural, Región Metropolitana". - DOH- AC Ingenieros Consultores. 2009. Análisis de factibilidad de encauzamiento del Río Maipo entre puente San Ramón y Puente Naltahua. (Estudio Básico)

CUADRO 8.2.3.2-1
ACCIONES Y PLANES PARA CONTROL DE CRECIDAS E INUNDACIONES PARA LA REGIÓN METROPOLITANA
(Continuación)

ACCIONES/PLANES	DESCRIPCIÓN
Oficina Nacional de Emergencias (ONEMI)	
Estudios sobre Análisis de Riegos de Inundaciones*	- Oficina Nacional de Emergencia ONEMI – Pontificia Universidad Católica de Chile. 2005. Definición y análisis de áreas de riesgo hidrometeorológico en la comuna de La Reina: Quebrada San Ramón. - Oficina Nacional de Emergencia ONEMI - Universidad de Chile. 2004. Análisis del riesgo por efecto de inundación en la comuna de Lampa. - Oficina Nacional de Emergencia ONEMI - Universidad Iberoamericana de Ciencias y Tecnología. 2005. Gestión de riesgos frente a inundaciones en el ámbito del manejo del ganado productivo y de animales domésticos en la comuna de Lampa, Región Metropolitana. - Oficina Nacional de Emergencia ONEMI. 2009. Diagnóstico de vulnerabilidad Pudahuel. - Oficina Nacional de Emergencia ONEMI - Universidad de Chile 2002. Análisis de montos de precipitación y variables causantes de emergencias y desastres. Tres casos de estudio: ciudades de Valparaíso. Santiago y Temuco. - Oficina Nacional de Emergencia ONEMI. 1992. Proyecto de control de riesgos mayores en la parte oriental de Santiago Comunas de las Condes, la Reina, Peñalolén y la Florida.
Otras Instituciones	
Plan Regional de Ordenamiento Territorial (PROT)	El Gobierno Regional Metropolitano de Santiago, en particular la División de Planificación y Desarrollo (DIPLADE) está a cargo de la elaboración del Plan Regional de Ordenamiento Territorial (PROT) para la Región Metropolitana.
Instrumentos de Planificación Territorial	- Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS) de 2008 - Planes Reguladores Comunales

*: Repositorio Digital de la Oficina Nacional de Emergencias. Consultado el 9 de Noviembre de 2014.

Fuente: Elaboración propia

8.2.3.3. Sistema de Emergencia y Alerta de Crecidas

El sistema de emergencias y de alerta de crecidas de la DGA de la Región Metropolitana de Santiago, es parte del Plan de Enlace de Emergencia de la Región Metropolitana de Santiago. Toda la información del Servicio es canalizada a través de la SEREMI de Obras Públicas de la Región.

En la Región Metropolitana el sistema de alerta de crecidas incluye 3 estaciones satelitales. El Cuadro 8.2.3.3-1 presenta las estaciones que son parte del sistema de alerta de crecidas.

CUADRO 8.2.3.3-1
ESTACIONES Y UMBRALES DE CRECIDA PARA LA REGIÓN METROPOLITANA

ESTACIÓN	UMBRALES -NIVEL (m)			IDENTIFICACIÓN DE COMUNAS DE POSIBLE ANEGAMIENTO
	ALERTA AZÚL	ALERTA AMARILLA	ALERTA ROJA	
Estación Río Mapocho en los Almendros	3,83	4,39	4,70	Lo Barnechea, La Reina, La Florida, Peñalolén y San Joaquín.
Estación Mapocho en Rinconada de Maipú	2,47	2,88	3,12	Peñaflor, Talagante y Melipilla
Estación Río Maipo en El Manzano	4,79	5,83	6,44	San José de Maipo, Puente Alto y Pirque.

Fuente: DGA Región Metropolitana de Santiago, 2014[12]

Adicionalmente, la DGA de la Región Metropolitana tiene establecido un sistema de monitoreo de emergencias entre mayo y septiembre y mediante Resolución Exenta, ordena a las Organizaciones de Usuarios de Agua que desde mediados de mayo cierren de las bocatomas de sus canales y retiren los elementos adicionales a las captaciones que puedan entorpecer el libre escurrimiento de las aguas (DGA Región Metropolitana, 2014).

8.2.3.4. Zonas de Riesgos de Crecidas e Inundaciones

El Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS) del año 2008 para el interior de áreas urbanizadas delimita áreas, definición de densidades máximas, zonas de protección ecológicas con desarrollo controlado y proyección de equipamientos deportivos y áreas verdes; existiendo siempre la amenaza de urbanización en zonas superiores a los 900 m.s.n.m., cota sobre la cual se restringe la expansión del área urbanizable.

Las áreas restringidas o excluidas del desarrollo urbano se dividen en 2 categorías: de Alto Riesgo para los Asentamientos Humanos y Protección Ecológica con Desarrollo Controlado (P.E.D.C). Las áreas de alto riego hacen referencia a riesgos de Origen Natural como Inundación, derrumbes y asentamientos del suelo, excavaciones y laboreos mineros y de riesgo geofísico asociado a eventos naturales (remoción de masa, inundación recurrente), o bien a Riesgo por Actividades Peligrosas.

[12] DGA RMS, 2014. Plan de Emergencias Invernales Año 2014.

De acuerdo a los estudios realizados en el marco del Plan Regional de Ordenamiento Territorial (PROT) para la Región Metropolitana, el Gobierno Regional-Edáfica, 2013 realizó el Estudio: "Riesgo potencial por amenazas derivadas de procesos naturales, en los principales asentamientos humanos de la Región Metropolitana de Santiago" considerando riegos de remociones en masa, riegos de incendios forestales y riegos de inundaciones para los principales asentamientos humanos de la Región Metropolitana. Este análisis consideró las zonas con riegos de inundación identificadas a nivel regional en el PRMS de 2008 y a nivel comunal los Planes Reguladores Comunales (PRC) y los Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO.)

En función de los riegos identificados se proponen 11 unidades territoriales para la planificación y ordenamiento territorial. El Cuadro 8.2.3.4-1 entregan los principales antecedentes sobre riegos de inundaciones para cada unidad territorial.

CUADRO 8.2.3.4-1
RIESGOS DE INUNDACIÓN POR UNIDAD TERRITORIAL
REGIÓN METROPOLITANA

UNIDAD TERRITORIAL	RIESGOS DE INUNDACIÓN
Asentamientos cordilleranos	En San José de Maipo se identifican áreas con media y alta susceptibilidad a inundación por desborde del Río Maipo. Los principales problemas relacionados con crecidas e inundaciones es el Campamento Los Pitufos ubicado en zona de alta susceptibilidad a desbordes.
Piedemont y Pre-cordillera Área Metropolitana de Santiago	Esta zona posee un gran dinamismo en cuanto a remociones en masa, encontrando en terreno evidencias de procesos torrenciales y numerosas obras de mitigación, además existen diversos antecedentes en instrumentos de planificación e informes de instituciones como el MOP. Destaca el aluvión ocurrido en mayo de 1993 en la quebrada de Macul, así como también el ocurrido en Lo Barnechea en septiembre de 2009, los cuales demuestran los contantes flujos de barro o detritos provenientes desde las diversas cuencas precordilleranas existentes en el área.
Cuenca de Chicureo	En la parte poniente de la zona se identificaron zonas con suelo de mal drenaje, que poseen un potencial medio de inundación por acumulación de aguas, lo cual marca el límite Este de la unidad territorial "Subcuenca Colina - Lampa". El conflicto más relevante corresponde a los procesos de desarrollo urbano de condominios de nivel socio-económico alto sobre áreas de riesgo por flujos de barro o detritos e inundaciones por acumulación.
Subcuenca Colina - Lampa	Uno de los conflictos que se identificaron en esta unidad, es la ocupación de las riberas de los esteros por campamentos, por ejemplo en Lampa con los campamentos "El Badén", "El Estero", "Central Lo Vargas", también en Polpaico con los campamentos "El Taco", "Los algarrobos", "Ribera del río", en Colina con los campamentos "Ribera sur" y "Los Aromos" y en Noviciado con el campamento "Bosque del Noviciado", lo cual aumenta el estado de desamparo de la población que habita en dichos campamentos.
Lo Aguirre - Rinconada	Existen pequeñas áreas de afloramiento de napas y desborde del Río Mapocho. El área sur constituida principalmente por actividades agrícolas se encuentra expuesta a desbordes del río.

CUADRO 8.2.3.4-1
RIESGOS DE INUNDACIÓN POR UNIDAD TERRITORIAL, REGIÓN METROPOLITANA
(Continuación)

UNIDAD TERRITORIAL	RIESGOS DE INUNDACIÓN
Subcuenca Colina - Lampa	Es una extensa zona de planicies ligadas a humedales, zonas palustres y esteros de gran extensión horizontal, como el Estero Lampa y Chacabuco. Las principales amenazas determinadas en las cartas de susceptibilidad tienen relación con inundaciones debido a la existencia de zonas palustres, humedales y por desbordes de los esteros que conforman este sistema. Este último fenómeno es un tema relevante en el sector de Colina debido a estar este asentamiento a contra pendiente del estero del mismo nombre, estero encausado a través de muros de borde angulares de por lo menos 10 m de diferencia entre el eje del cauce y la parte alta de las paredes. A medida que avanza el estero Colina hacia el suroeste se va angostando hasta llegar a la confluencia de los esteros Lampa-Cruces-Colina. Se identifican problemas con áreas residenciales con sus respectivas instalaciones esenciales en zonas de desborde de esteros como sucede en Polpaico y Colina.
Río Mapocho y Cordón Manquehue –San Cristóbal y cerro Isla Renca	La subunidad Río Mapocho presenta una alta intervención antrópica debido a diversas motivaciones entre las cuales se puede nombrar la canalización del río para evitar los desbordes y la creación de la autopista costanera norte. Debido a esto el área actualmente de desborde se encuentra circunscripta a los primeros metros desde las bordes del Río Mapocho. El principal conflicto en esta unidad es la localización de campamentos en áreas de inundación (como por ejemplo el campamento Los Cartoneros). Una complicación no resuelta aún es el comportamiento del Río Mapocho con la infraestructura actual (autopistas urbanas, modificación del fondo y bordes del cauce) frente a un evento de precipitación extrema, sobre todo por las proyecciones del aumento de la isoterma cero en las zonas de recarga de la cuenca del Mapocho, lo que puede producir una mayor captación de precipitaciones líquidas, las cuales afectarían directamente el caudal del río en un evento de precipitaciones. Otro problema es el desarrollo de innumerables microbasurales en las riberas del Río Mapocho, las que podrían contribuir a la generación de inundaciones.
Área Metropolitana de Santiago	Una de las principales amenazas que puede afectar a la ciudad de Santiago son los focos de anegamientos (inundaciones), los que se pueden encontrar de forma homogénea a lo largo de toda la ciudad. Esto debido principalmente a las extensas superficies impermeabilizadas que se van sumando constantemente producto del proceso de urbanización (sumado a la falta de áreas verdes). El problema de los anegamientos es considerado incluso en algunos planes reguladores comunales, dando cuenta que para algunos municipios se trata de problemas relativamente constantes, y que por tanto deben ser tratados desde el punto de vista normativo de la planificación territorial.
Río Mapocho Sur-Occidental	Dado que prácticamente la totalidad de las áreas urbanas de Talagante, El Monte y Melipilla, y gran parte de Peñaflor se encuentran en zonas de aguas freáticas superficiales, muchos de los centros educacionales, de salud y de bomberos, se encuentren en áreas de riesgo natural de inundación.

CUADRO 8.2.3.4-1
RIESGOS DE INUNDACIÓN POR UNIDAD TERRITORIAL, REGIÓN METROPOLITANA
(Continuación)

UNIDAD TERRITORIAL	RIESGOS DE INUNDACIÓN
Subcuenca Maipo Sur	Los riesgos más patentes en el área son las posibles inundaciones. Esto ha provocado que se hayan desarrollado (o se estén haciendo) diversas medidas de mitigación, sobre todo en las áreas urbanas en contacto directo con los ríos, como son los casos de Hospital, Isla de Maipo y Pirque; amenazas que están incluidas también en los instrumentos de planificación territorial. También se pueden encontrar en varios sectores aledaños a los cursos de los ríos (incluyendo claramente los asentamientos recién nombrados −sobre todo Isla de Maipo-), áreas con aguas freáticas superficiales o zonas con mal drenaje, las que obviamente también significan un aumento en los riesgos (y permanencia) de los eventos de inundación.
Río Mapocho Sur-Occidental	Debido a la presencia del Río Mapocho, junto a terrazas de inundación relativamente amplias en algunos sectores, además de amplias extensiones de zonas con aguas freáticas superficiales y/o áreas con mal drenaje, uno de los riesgos potenciales más importantes son las inundaciones Aunque precisamente por el ancho de las terrazas, sumado a la vegetación, obras de mitigación en ciertos sectores (sobre todo asociadas a la carretera) y distancia desde las áreas más densamente habitadas hasta el río, en muchos casos, este riesgo disminuye bastante su posibilidad de tener un impacto directo zonas habitadas (principalmente viviendas). También se pudo observar en terreno varios puntos con pequeñas a medianas actividades de extracción de áridos asociadas al Río Mapocho, las que evidentemente se encuentran en áreas de riesgo natural. Debido al proceso acelerado de urbanización que ha existido en esta unidad territorial, y como se pudo observar en terreno, varios pequeños canales de regadíos y acequias de la época en que éstas eran áreas rurales se encuentran en medio de las actuales áreas urbanas, entre medio de las viviendas, significando un claro riesgo de inundación. En los asentamientos considerados en esta unidad territorial se pudo encontrar al menos 5 campamentos que se encuentran prácticamente en la ribera del Río Mapocho, sobre áreas de mediano a alto riesgo de desborde e inundación.
Borde Occidental Norte: Curacaví −Tiltil	En Curacaví los riesgos a inundaciones se relacionan a las aguas freáticas superficiales que cubren la mayor parte del área urbanizada. La concentración de agroindustrias en la ribera sur del estero Puangue, se ubican dentro de las áreas de riesgo de afloramiento de aguas subterráneas superficiales. Las zonas residenciales se encuentran a nivel general, en áreas de bajo riesgo natural, pudiendo destacarse posiblemente como la más amenazante para la población las napas superficiales ubicadas en gran parte de los valles del cuadrante de Curacaví En el caso de Tiltil, hay antecedentes que indican riesgo de desborde, aunque según se pudo observar en terreno, existen medidas de mitigación y se trata de riesgos de baja ocurrencia.

CUADRO 8.2.3.4-1
RIESGOS DE INUNDACIÓN POR UNIDAD TERRITORIAL, REGIÓN METROPOLITANA
(Continuación)

UNIDAD TERRITORIAL	RIESGOS DE INUNDACIÓN
Borde Occidental Sur: Alhué	Existen riesgos de inundaciones, aunque no tan alto, principalmente de desbordes para el caso del estero Piche (en el norte de Villa Alhué), y de afloramientos de aguas subterráneas superficiales a lo largo de todo el valle (bastante encajonado). Las áreas residenciales se ven amenazadas principalmente por la existencia de aguas freáticas superficiales a lo largo del valle, y principalmente en las riberas de los esteros Alhué y Piche.

Fuente: Gobierno Regional de Santiago - Edáfica (2013)

El Gobierno Regional − Edáfica (2013) a su vez ha realizado una propuesta de zonificación para los riegos de inundación. La zonificación considera los desbordes de quebradas, ríos y esteros, los anegamientos urbanos, y los afloramientos de napas e inundaciones por mal drenaje.

En el marco de las labores realizadas en el "Plan de Invierno" el MOP a través de la DOH realiza un monitoreo permanente de los puntos críticos durante eventos de grandes lluvias, así como de los principales cauces en la Región Metropolitana, que considera los Ríos Mapocho y Maipo, además de los Esteros Lampa y Colina. En 2004 se identificaron 42 puntos críticos afectados por inundaciones en la Región Metropolitana. Al año 2014 estos puntos se han disminuido a 16. El Cuadro 8.2.3.4-2 presenta los puntos críticos de inundación y las medidas adoptadas. Las zonas inundables identificadas para los principales asentamientos humanos de la Región Metropolitana se presentaron anteriormente en el Capítulo 7.

CUADRO 8.2.3.4-2
PUNTOS CRÍTICOS DE INUNDACIÓN IDENTIFICADOS PARA LA REGIÓN METROPOLITANA, 2014

PUNTOS CRÍTICOS	MEDIDAS ADOPTADAS
Quebrada de Macul, Comuna de Peñalolén	• El MOP tiene un convenio de limpieza de las pozas de control aluvional en la quebrada. • En base a los pronósticos meteorológicos, se coordina con la ONEMI en caso de riesgo de aluvión. • En ejecución proyecto de nueva poza para ampliar significativamente la capacidad de retención de flujos aluvionales (segunda etapa de la obra se licitará a fines 2014)

CUADRO 8.2.3.4-2
PUNTOS CRÍTICOS DE INUNDACIÓN IDENTIFICADOS PARA LA REGIÓN METROPOLITANA, 2014
(Continuación)

PUNTOS CRÍTICOS	MEDIDAS ADOPTADAS
Quebrada Nido de Águila, Comuna de Peñalolén y La Reina	• monitoreo de los pronósticos meteorológicos y coordinación con ONEMI en caso de riesgo de aluvión. • Entre 2009 y 2011 la DOH ha ejecutado mejoramientos parciales mediante obras de canalización de la quebrada.
Canal Santa Marta, Comuna de Cerrillos y Maipú	• Es un canal con baja capacidad. La DOH se coordina con el municipio de Maipú, quienes activan medidas de mitigación frente a una emergencia. • Estudio de factibilidad para diagnosticar y proponer soluciones para el drenaje de aguas lluvias de la zona sur poniente de la ciudad de Santiago, cuyo eje principal de evacuación es el canal Lo Espejo y el canal Santa Marta (por licitar en 2014).
Gran Avenida/Lo Ovalle, Comuna de San Miguel y La Cisterna	• Falta de infraestructura, el agua escurre por las calles y en caso de existir riesgo de inundación de las viviendas, se toma contacto con ONEMI regional. • Se monitorea el funcionamiento de la red de drenaje.
Zanjón de la Aguada, Comunas de San Joaquín, San Miguel , Pedro Aguirre Cerda y Santiago	• Monitoreo permanente la entrada de la bóveda del zanjón, a la altura de calle Carmen • Las medidas de mitigación son coordinadas e implementadas por el municipio de San Joaquín (conducción de desbordes y protección de las viviendas) • El año 2009 el MOP ejecutó mejoramiento de esta bóveda, ampliando su capacidad y disminuyendo el riesgo de desbordes. • Proyecto Parque Inundable La Aguada, para ampliar la capacidad actual del zanjón de la aguada. Es posible eliminar este punto crítico (por licitar etapas 2 y 3 en 2014).
Huechuraba - calle G, Comuna de Huechuraba	• Falta de infraestructura, se monitorea el lugar. • en caso de riesgo de inundación de las viviendas se toma contacto con ONEMI regional.
Colector Independencia, Comuna de Conchalí	• Colector de capacidad insuficiente. • La DOH mantiene coordinación con personal del municipio. • Problema parcialmente solucionado con Colector Barón de Juras Reales, obra finalizada a fines del 2013, que entraron en operación el invierno de 2014.
Quebrada Lo Cañas, Comuna de La Florida	• Diseño de canalización aprobado por DOH. En proceso de tramitación en el SEA para postulación de financiamiento de la obra

CUADRO 8.2.3.4-2
PUNTOS CRÍTICOS DE INUNDACIÓN IDENTIFICADOS PARA LA REGIÓN METROPOLITANA, 2014
(Continuación)

PUNTOS CRÍTICOS	MEDIDAS ADOPTADAS
Estero Las Cruces, Comuna de Quilicura y Pudahuel	• En 2010, la DOH terminó el mejoramiento de un tramo de casi 5 km de este Estero, lo que permitió aumentar la seguridad del sector entre la ruta 57 y la descarga del Estero Los Patos. • En ejecución obras en el Estero desde camino Lo Echevers a la descarga, casi 5 km nuevos de cauce solucionado. • Pendiente tramo Estero Los Patos a camino Lo Echevers (no es urbano actualmente).
Rotonda Pérez - Zujovic, Comuna de Las Condes	• Se monitorea el lugar, en caso de emergencia se coordina con municipio y ONEMI regional.
Descarga quebradas a Canal el Carmen, Huechuraba	• Se monitorea el lugar, en caso de emergencia se coordina con municipio y ONEMI regional
Canal Los Choros, Comuna de Huechuraba	• Canal con baja capacidad, se monitorea el lugar, en caso de emergencia se coordina con municipio y ONEMI regional. • En el segundo semestre 2014 se realizará una limpieza del canal, a través de un contrato de conservación.
Canal Lo Espejo ruta 78, Comuna de Maipú	• Es un canal con baja capacidad. La DOH se coordina con el municipio de Maipú, quienes activan medidas de mitigación frente a una emergencia. • Estudio de factibilidad para diagnosticar y proponer soluciones para el drenaje de aguas lluvias de la zona sur poniente de la ciudad de Santiago, cuyo eje principal de evacuación es el canal Lo Espejo y el canal Santa Marta (a licitar en 2014).
Sector Las Acacias, Comuna de Lo Espejo	• Se realizó un proyecto de pozas de regulación que ayuda a mitigar los anegamientos del sector. Es una solución parcial, no tiene capacidad ante grandes lluvias.
Calle de Servicio Oriente y Nudo Watts, Ruta 5	• Se monitorea el lugar, en caso de emergencia se coordina con municipio respectivo y concesiones (autopista central).
General Velásquez / Lo Espejo Sur Oriente, Comuna de Lo Espejo.	• Se monitorea el lugar, en caso de emergencia se coordina con municipio respectivo.

Fuente: Puntos Críticos de Aguas Lluvias en Santiago. DOH (2014)[13]

[13] Documento interno entregado por la Dirección de Obras Hidráulicas en el marco del presente Estudio.

8.2.3.5. Soluciones Estructurales y No Estructurales para Control de Crecidas

La Dirección de Obras Hidráulicas, a través del Plan Maestro para el manejo del Río Maipo (DOH - AC Ingenieros Consultores, 2009) (PP-11) y Plan Maestro para los cauces naturales de la cuenca del Río Mapocho (DOH – EIC Ingenieros Consultores, 2004) (PP-12) identificó problemas de inundaciones, erosión y embancamiento. Al respecto se proponen soluciones estructurales y no estructurales. En el Cuadro 8.2.3.5-1 y Cuadro 8.2.3.5-2 se presentan las soluciones estructurales y no estructurales para el Río Maipo y en el Cuadro 8.2.3.5-3 se presentan las soluciones estructurales para los cauces naturales de la cuenca del Río Mapocho.

CUADRO 8.2.3.5-1
SOLUCIONES ESTRUCTURALES PARA PROBLEMAS DE INUNDACIONES PARA LA REGIÓN METROPOLITANA, PLAN MAESTRO PARA EL MANEJO DEL RÍO MAIPO

PROYECTO	SECTOR BENEFICIADO	COSTO (UF)	PUNTAJE PRIORIZACIÓN
M-DF1 Proyecto de Obras de Defensas Fluviales	Ribera Derecha Km 117 a 116,05	45.234	7,6
M-DF2 Proyecto de Obras de Defensas Fluviales	Ribera Derecha Km 110 a 106	632.220	1,7
M-DF3 Proyecto de Obras de Defensas Fluviales	Ribera Izquierda Km 112,3 a 110,5 y Km 108,7 a 105	123.84	7,4
M-DF4 Proyecto de Obras de Defensas Fluviales	Ribera Derecha Km 104,5 a 94,5	1.243.20	2,3
M-DF5 Proyecto de Obras de Defensas Fluviales	Ribera Izquierda Km 85 a 84	116.790	3,4
M-DF6 Proyecto de Obras de Defensas Fluviales	Ribera Derecha Km 64 a 63	14.06	9
M-DF7 Proyecto de Obras de Defensas Fluviales	Ribera Izquierda Km 63 a 59,5	96.360	9
M-DF8 Proyecto de Obras de Defensas Fluviales	Ribera Izquierda Km 55 a 54 y Ribera Derecha Km 54,25 a 56,75	66.510	7,1
M-DF9 Proyecto de Obras de Defensas Fluviales	Ribera Izquierda Km 45,0 a 32,7 y Ribera Derecha Km 43,5 a 42.	224.670	5,1
M-DF10 Proyecto de Obras de Defensas Fluviales	Ribera Derecha Km 5,6 a 2	140.544	7,5
M-DF11 Proyecto de Obras de Defensas Fluviales	Ribera Derecha Km 19 a Km 23,5 Río Angostura	248.310	4,3

Fuente: Elaboración propia en base a DOH 2009 (PYP-03)

CUADRO 8.2.3.5-2
SOLUCIONES NO ESTRUCTURALES PARA PROBLEMAS DE INUNDACIONES PARA LA REGIÓN METROPOLITANA, PLAN MAESTRO PARA EL MANEJO DEL RÍO MAIPO

PROYECTO	PRIORIZACIÓN
PINE 1:Coordinación entre Instituciones Públicas	Alta
PINE 2:Ordenamiento de Extracciones de Áridos	Alta
PINE 4:Reforzamiento del Sistema de Fiscalización de Cauces	Media

Fuente: Elaboración propia en base a DOH 2009 (PYP-03)

CUADRO 8.2.3.5-3
SOLUCIONES ESTRUCTURALES PARA PROBLEMAS DE INUNDACIONES PARA LA REGIÓN METROPOLITANA, PLAN MAESTRO PARA LOS CAUCES NATURALES DE LA CUENCA DEL RÍO MAPOCHO

PRIORIDAD	CAUCE	KILOMETRAJE REFERENCIAL	UBICACIÓN	RIBERA	TIPO RIESGO	PLAZO	INVERSIÓN (Miles de $)	SOLUCIÓN PROPUESTA
1	Estero El Gabino	1,400 – 0,260	Entre Avda. Padre Alfredo Arteaga y calle El Roble	Ambas	Inundación	Mediano Plazo (5 años)	701.804	Refuerzo de canalización existente con colector D=2,2 m por Av. Padre Alfredo Arteaga hacia Río Mapocho
2	Estero El Gabino	1,680 – 1,570	Alrededor calle Comandante Malbec	Ambas	Inundación	Mediano Plazo	176.028	Demolición de canalización existente y construcción de nueva canalización más profunda
3	Estero El Guindo	5,700 – 2,200	Sector Manquehue Oriente	Ambas	Inundación	Mediano Plazo	684.772	Construcción de colector paralelo al existente, pero con su trazado por el sector bajo.
4	Estero Las Hualtatas	7,400 – 4,900	Desde 600 m aguas arriba Avda. Pie Andino y puente Avda. Los Trapenses	Ambas	Erosión	Mediano Plazo	108.395	17 gradas de gaviones reductoras de pendiente y refuerzo de fundaciones en mal estado
5	Estero Las Rosas	0,075 – 0,130	Inmediatamente aguas arriba calle El Tranque	Ambas	Inundación	Mediano Plazo	55.642	Revestimiento de fondo y taludes de nueva canalización, además de embudo de entrada a la bóveda que cruza calle El Tranque
6	Estero Las Hualtatas	1,300 - 0,650	Costado camino La Villa	Ambas	Erosión e Inundación	Largo Plazo (10 años)	1.312.532	Canal de hormigón armado de 10 m y fondo revestido en piedra ó defensas de gaviones, H = 5,0 m
7	Estero El Gabino	2,000 – 1,940	Inmediatamente aguas arriba calle El Gabino	Ambas	Inundación	Largo Plazo	28.070	Alcantarilla adicional dimensiones (2x2 m)
8	Río Mapocho	5,400 – 5,150	500 m aguas arriba Balneario Municipal	Derecha	Inundación	Largo Plazo	179.599	Defensa de enrocado, H=7,0 m; L=250 m
9	Estero El Arrayán	3,280 – 3,050		Izquierda	Inundación	Largo Plazo	106.789	Defensa de mampostería y peralte construido con el mismo material, L=230 m.
10	Estero Las Hualtatas	2,500 – 2,400	200 m aguas arriba puente José Alcalde Délano	Ambas	Erosión	Largo Plazo	129.691	Muro guía para suavizar actual transición de ancho del cauce, nueva defensa por ribera izquierda y reparación donde corresponda por ribera derecha
11	Estero Las Hualtatas	1,900 – 1,740	Entre confluencias de los esteros El Manzano y Las Rosas	Izquierda	Erosión	Largo Plazo	114.109	Defensa de enrocado, H=5,5 m; L=160 m
12	Estero Las Hualtatas	1,540 – 1,490	Entre confluencias de los esteros El Manzano y Las Rosas	Derecha	Inundación	Largo Plazo	40.598	Defensa de enrocado, H=6,5 m; L=50 m
13	Estero El Manzano	1,150 – 1,130	Aguas arriba bóveda	Izquierda	Inundación	Largo Plazo	36.774	Peralte del coronamiento de la obra existente y construcción de defensas de mampostería hacia aguas arriba.
14	Estero El Manzano	3,720 – 3,700	Cruce calle Bernardo Larraín Cotapos	Derecha	Inundación	Largo Plazo	84.120	Nueva alcantarilla de 2,0x1,8 m, L=120 m, para cruzar calles Bernardo Larraín Cotapos y Panorámica Sur
15	Estero El Manzano	2,480 – 2,380	Acceso Club de Golf Lomas de La Dehesa	Ambas	Inundación	Largo Plazo	52.415	Modificación de alcantarilla existente , aumento sección canal y defensas de mampostería
16	Río Mapocho	3,075 – 2,680	Entre puentes Pastor Fernández y San Enrique	Ambas	Erosión	Largo Plazo	30.971	Zanja de fundación rellena con roca de 2000 kg en algunos sectores

Fuente: Elaboración propia en base a DOH 2004 (PYP-04)

8.2.4. Diagnóstico de Herramientas para la Gestión en caso de Crecidas

8.2.4.1. Aspectos Generales

Las herramientas de gestión de la DGA relacionadas con el control de crecidas se realizan a nivel central y nivel regional. El Cuadro 8.2.4.1-1 presenta las herramientas de gestión identificadas.

Adicionalmente, a través de los talleres realizados como parte del proceso de participación ciudadana del Estudio, se identificaron problemas en la gestión de los recursos hídricos relacionados con el control de crecidas. En el Cuadro 8.2.4.1-2 se describen los problemas identificados en cada unidad territorial.

CUADRO 8.2.4.1-1
ROL DE LA DGA EN EL CONTROL DE CRECIDAS A NIVEL CENTRAL Y REGIONAL

ROL DE LA DGA	FUNCIONES A NIVEL CENTRAL O REGIONAL
Sistema de emergencias y alerta de crecidas	**Nivel Central y Regional:** El sistema de emergencias está a cargo de la División de Hidrología y las Oficinas Regionales. Las funciones a nivel central y nivel regional están descritas en el Manual de Emergencias (DGA, 2011[14])
Labores de fiscalización relacionadas con el control de crecidas	**Nivel Regional:** Infracciones al Código de Aguas relacionadas con obras en cauces naturales y artificiales, falta de limpieza de canales y acueductos, desbordamiento de canales y cierre de bocatomas.
Relación de la DGA con otros organismos públicos	**Nivel Central y Regional:** Protocolo ONEMI-DGA de 2012. **Nivel Regional:** Comité Regional de Gestión de Desastres Nivel Central (Res DGOP Nº 5435 de 2012 y MOP, 2014[15])
Relación de la DGA con las organizaciones de usuarios de agua	**Nivel Regional:** Resolución exenta que ordena cierre de bocatomas

Fuente: Elaboración propia

[14]DGA, 2011. Sistema de Emergencias. División de Hidrología, Dirección General de Aguas.
[15]MOP, 2014. Implementación y Operación, Comité Regional de Gestión de Desastres. Unidad de Prevención y Emergencias del MOP.

CUADRO 8.2.4.1-2
PROBLEMAS IDENTIFICADOS POR LA CIUDADANÍA RELACIONADOS CON EL CONTROL DE CRECIDAS

UNIDAD TERRITORIAL	PROBLEMAS IDENTIFICADOS
Alhué	• No se identifican problemas relacionados con el control de crecidas
Chacabuco	• Falta de recursos de la DOH para enfrentar emergencias (CH-12)
Cordillera	• Las obra de defensa fluvial en su diseño no considero las obras de riego existentes, afectando su funcionamiento en las crecidas del río (CD-9) • Falta de alternativa para extracción de áridos (CD-16) • Contaminación con basura en los canales (CD-20)
Maipo	• Contaminación con basura domiciliaria en los canales (MA-6) • Extracción de áridos en los ríos provoca problemas en infraestructura vial (MA-13) • No está aprobado el Plan Maestro de Aguas Lluvias para Buin, Paine y San Bernardo (MA-25)
Melipilla	• No se identifican problemas relacionados con el control de crecidas
Santiago	• Deficiente gestión de empresa concesionaria de agua potable para enfrentar emergencias provocadas por lluvias intensas (ST-24) • La extracción de áridos modifica los cauces, alterando los procesos de sedimentación y afecta la infraestructura (ST-32) • Falta de preparación para enfrentar peligros naturales (aludes y remociones en masa) y no inclusión de estas variables en la planificación urbana (ST-37)
Talagante	• Extracción de áridos disminuye caudal superficial del río, seca napas y produce una variación en el caudal, dificultando el acceso al agua de riego (TG-1) • Contaminación en canales producto de basuras y desechos domiciliarios, afecta a los regantes. Las autoridades locales conocen el problema, pero que no toman medidas (TG-2) • Deficiencias en las asociaciones de canalistas para mejorar su funcionamiento y capacidades instaladas (TG-16)
Yali	• No se identifican problemas relacionados con el control de crecidas

Fuente: Elaboración propia en base a talleres de participación ciudadana del Estudio

Se identificaron problemas relacionados en 5 de las 8 unidades territoriales definidas para este Estudio. En síntesis, las principales falencias identificadas en los talleres relacionadas con las labores realizadas por la DGA en el control de crecidas son:

- Contaminación de los canales con basura

- Falta de alternativa para extracción de áridos. La extracción de áridos sin regulación modifica los cauces, alterando los procesos de sedimentación, afectando la infraestructura vial y dificultando el acceso al agua para riego.

- El diseño de obra de defensa fluvial no considera las obras de riego existentes, afectando su funcionamiento en las crecidas del río.

- La gestión de las empresas concesionarias de agua potable para enfrentar emergencias por lluvias intensas es deficiente.

- Deficiencias en las asociaciones de canalistas para mejorar su funcionamiento y capacidades instaladas

8.2.4.2. Sistema de Emergencias y Alerta de Crecidas

El sistema de emergencias y alerta de crecidas es parte de un sistema mayor, que a través de diversos servicios públicos aborda los problemas asociados a la gestión de riegos de desastres. El sistema de control de crecidas de la DGA existe desde fines de la década de los 80. Las capacidades del Servicio para enfrentar los riesgos de crecidas se han fortalecido significativamente en los últimos años. El Cuadro 8.2.4.2-1 identifica los principales avances en el sistema de emergencias y control de crecidas de la DGA en orden cronológico y que da cuenta de un sistema en proceso de perfeccionamiento.

CUADRO 8.2.4.2-1
MARCO INSTITUCIONAL DEL SISTEMA DE EMERGENCIAS Y ALERTA DE CRECIDAS

HITOS	OBJETIVOS
Protocolo de funcionamiento del Sistema Nacional de Alerta de Crecidas (SNAC) (DGA, 1988)[a]	El estudio considera: 1) Identificación de los lugares amagados por crecidas pluviales y selección de los puntos de interés para efectuar las previsiones hidrológicas, 2) Estudio hidrológico de los procedimientos de pronóstico, 3) Concepción general de los sistemas de alerta de crecidas, 4) Evaluación de los beneficios de los sistemas de alerta de crecidas y 5) Costos de los sistemas de alerta de crecidas.
Determinación de los Umbrales de Alerta de Caudales, Lluvias y Temperaturas del Sistema de Transmisión de Datos de la DGA (DGA 2010, EEX-01)	Actualización de umbrales del sistema de alerta a nivel nacional.
Manual de Emergencias (DGA, 2011)	Este manual fue elaborado para situaciones de emergencias de crecidas. El manual establece las acciones y responsabilidades a nivel central y regional.
Auditoria de las medidas implementadas para prevenir situaciones de emergencia o catástrofe en el MOP[b]	Auditoria de la Contraloría General de la Republica sobre la organización y las medidas implementadas por el MOP para prevenir situaciones de emergencia o de catástrofe en el país.

CUADRO 8.2.4.2-1
MARCO INSTITUCIONAL DEL SISTEMA DE EMERGENCIAS Y ALERTA DE CRECIDAS
(Continuación)

HITOS	OBJETIVOS
Protocolo ONEMI-DGA (DGA-ONEMI, 2012)[c]	Protocolo de coordinación con la ONEMI para la declaración de alerta de crecidas. El protocolo establece los mecanismos de comunicación entre ambos Servicios para la declaración de alerta de crecidas.
Sistema de Emergencias del MOP (MOP, 2012)[d]	El sistema de emergencias considera el sistema de control de crecidas de la DGA.
Res DGOP Nº 5435 de 2012.	Se crean los comités regionales de gestión de desastres, se establecen sus funciones y sus participantes. Los comités deben sesionar dos veces al año.
Instructivo de implementación y Operación del Comité Regional de Gestión de Desastres del MOP (MOP, 2014)	Entregar los lineamientos para la coordinación operativa y funcionamiento interno de las autoridades y jefaturas que conforman los comités.
Plan de Emergencia DGA Región Metropolitana 2014[e]	Proporcionar directrices e información destinada a la adopción de procedimientos técnicos y administrativos estructurados que permitan facilita respuestas rápidas y eficientes en situaciones de emergencia.

Notas:

a: DGA, 1988. Sistema Nacional de Alerta de Crecidas (SNAC). Departamento de Hidrología, Dirección General de Aguas. Noviembre 1988.

b: Contraloría General de la República, 2012. Informe Final sobre auditoría de las medidas implementadas para prevenir situaciones de emergencia o catástrofe en Ministerio de Obras Públicas. Nº Informe 13, 12 de Julio del 2012. División de Infraestructura y Regulación, Subdivisión de Auditoría. Santiago de Chile.

c: Protocolo ONEMI-DGA. Declaración de Crecidas y otras medidas. 15 de febrero, 2012.

d: MOP, 2012. Sistema de Emergencias MOP, Manual de Usuario. Versión 3.0, 13 de septiembre de 2012.

e: DGA RMS, 2014. Plan de Emergencias Invernales Año 2014.

Fuente: Elaboración propia

En relación a los umbrales de alerta del sistema de control de crecidas, en la Región Metropolitana los umbrales fueron actualizados para 4 estaciones y propuestos para una estación que no tenía umbrales definidos de acuerdo lo propuesto por el estudio DGA-RODHOS (2010).

Adicionalmente, la DGA Región Metropolitana emite informes cuando se producen situaciones de emergencia al día siguiente de la alerta. Estos informes entregan un resumen de los datos registrados en el sistema satelital, de las visitas a

terreno y adicionalmente entrega algunos elementos de evaluación destacando aspectos a mejorar en el funcionamiento del sistema de emergencias[16].

Finalmente, se tienen antecedentes que desde 2008 a la fecha se ha implementado un Plan de Emergencias Invernales, el que es reformulado anualmente[17]. Este Plan establece en términos operativos, la información básica necesaria para actuar en situaciones de emergencia producto de crecidas. No existe una evaluación formal del funcionamiento del plan de emergencia del año 2014. El Cuadro 8.2.4.2-2 entrega un resumen de los temas considerados en el plan de emergencias.

A nivel de la percepción de la ciudadanía sobre los problemas existentes a nivel regional con la gestión de los recursos hídricos, el sistema de emergencias y control de crecidas no es identificado como un problema.

CUADRO 8.2.4.2-2
MARCO INSTITUCIONAL DEL SISTEMA DE EMERGENCIAS Y ALERTA DE CRECIDAS

ÁMBITO	DESCRIPCIÓN
Sistema de enlace	Indica canales de comunicación del MOP a nivel interno y con otras instituciones.
Estructura organizacional	Personal encargado de la DGA a nivel regional con datos de contacto (teléfono oficina, teléfono celular y correo electrónico).
Sistema de Alerta	Indica los niveles de alerta de las estaciones satelitales contempladas en el Sistema.
Identificación de lugares de posible anegamiento	Indica los lugares o comunas asociados a las estaciones del Sistema de Alerta donde se pueden producir anegamientos.
Datos de contacto de municipios	Lista de teléfonos de emergencia y correos electrónicos de los municipios incluidos en el sistema de alerta como lugares de posible anegamiento.
Monitoreo de situaciones de emergencia	Organización del sistema de turnos para el monitoreo de posibles emergencias en los meses de invierno (mayo a septiembre).

[16]Se tuvo a la vista dos informes, a saber: 1) Informe de Estación Fluviométrica Río Mapocho en Rinconada de Maipú sistema de emergencias y alertas. DGA Región Metropolitana. Santiago, 18 de junio de 2010, 2) Informe Evento de Emergencia lunes 27 de mayo de 2013, Sistema de Emergencias y Alertas. DGA Región Metropolitana. Santiago, 28 de mayo de 2013

[17]Se tuvo a la vista el Plan de Emergencias Invernales 2014, DGA RMS, 2014. Para el año 2015 existe un Plan actualizado.

CUADRO 8.2.4.2-2
MARCO INSTITUCIONAL DEL SISTEMA DE EMERGENCIAS Y ALERTA DE CRECIDAS
(Continuación)

ÁMBITO	DESCRIPCIÓN
Cierre de bocatomas	Mediante Resolución exenta la DGA Región Metropolitana ordenó el cierre de obras de captación en cauces naturales. Adicionalmente se indican datos de contacto de las Organizaciones de Usuarios del Agua (OUA) que tienen bocatomas en los cauces naturales del Río Maipo, Río Mapocho y del estero Arrayán.

Fuente: Elaboración propia en base a DGA Región Metropolitana de Santiago, 2014

8.2.4.3. Labores de Fiscalización Relacionadas con el Control de Crecidas

No es posible indicar que exista una relación directa entre las políticas del Servicio en sus labores de fiscalización y el control de crecidas. Sin embargo, las labores de fiscalización realizadas contribuyen al control de crecidas, principalmente a través de la vigilancia de las modificaciones de cauces naturales y artificiales.

Las labores de fiscalización realizadas por la DGA relacionadas con el control de crecidas pueden ser agrupadas en 4 temas. A saber: 1) Obras en cauces naturales y artificiales, 2) Falta de limpieza de canales y acueductos, 3) Desbordamiento de Canales y 4) Cierre de bocatomas (descripción en Acápite 8.2.2.4).

a) Obras en Cauces Naturales y Artificiales

De acuerdo a los expedientes de fiscalización de la DGA Región Metropolitana (2015)[18], se identificaron 6 tipos de infracciones al Código de Aguas relacionadas con el control de crecidas, que son: obras no autorizadas en cauces naturales (40%), modificación de cauce natural (20%), obras no autorizadas en cauce artificial (19%), entorpecimiento uso de aguas (11%), extracción de áridos (8%), construcción de obras mayores sin autorización (2%). En la Figura 8.2.4.3-1 se presentan las infracciones relacionadas con el control de crecidas.

La información desagregada por unidades territoriales se incluye en el Capítulo 11 sobre Fiscalización.

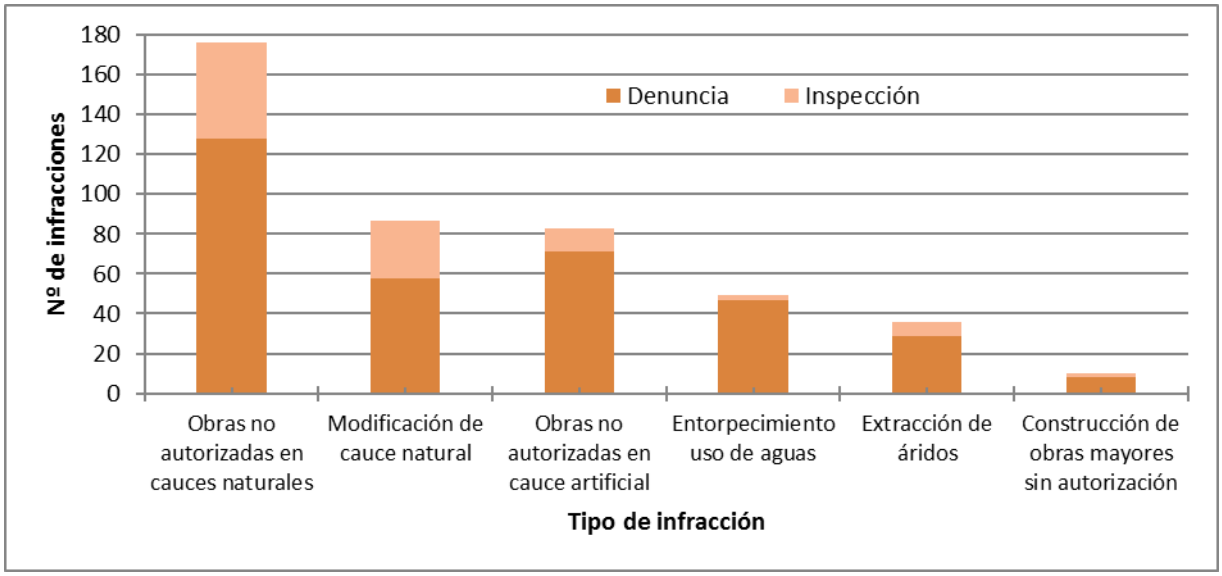
b) Desbordamiento de Canales y Cierre de Bocatomas

La DGA Región Metropolitana anualmente ordena en cierre de obras de captación de cauces naturales (Art. 304 del CA) e instruye a los usuarios a evitar el desbordamiento de canales (Art. 305 del CA) durante el periodo de lluvias. El periodo de cierre de bocatomas es variable y es determinado a nivel Regional a través de una

[18]DGA RMS, 2015. Registro de expedientes de fiscalización ingresados desde julio de 1997 hasta el 5 de febrero de 2015. Planilla de cálculo entregada por la Inspección Fiscal del Estudio.

Resolución. El orden de cierre de bocatomas es una medida adoptada desde la Región de Coquimbo hasta la Región de la Araucanía[19].

FIGURA 8.2.4.3-1
INFRACCIONES RELACIONADAS CON EL CONTROL DE CRECIDAS. AÑO 1997 A 2014, REGIÓN METROPOLITANA



Fuente: Elaboración propia en base a DGA Región Metropolitana de Santiago (2015)

Las indicaciones generales consideradas en las resoluciones de cierre de obras de captación de cauces naturales determina que[20]:

- Las Juntas de Vigilancia, Asociaciones de Canalistas, Comunidades de Aguas y, en general, a todos los usuarios de aguas de la Región Metropolitana de Santiago, que tengan obras de captación en los cauces naturales, el cierre de las bocatomas de sus canales y el retiro de todos los elementos adicionales a las captaciones que puedan entorpecer el libre escurrimiento de las aguas.

- En los casos de captaciones rústicas, los usuarios responsables deberán efectuar los cierres con materiales adecuados y seguros, habilitando los cauces de descarga para que probables excesos de aguas puedan ser

[19]Reporte Diario Oficial del 14 al 20 de Mayo de 2014. Disponible en línea en: http://www.cchc.cl/2014/05/reporte-diario-oficial-del-14-al-20-de-mayo-de-2014/ consultado el 22 de febrero de 2015.
[20]Se tuvo a la vista la Resolución 654 Exenta del 15.05.2013 que Ordena el Cierre de Bocatomas y otras Medidas Adicionales y se adopten acciones preventivas para la Operación de Canales y embalses en época de Lluvias en la Región Metropolitana de Santiago.

desviados convenientemente para que no afecten las áreas aledañas al cauce por desbordes de éste, especialmente en poblaciones, caminos u otras obras.

- Las personas u organizaciones de usuarios responsables de la administración de tranques o embalses, dispongan todas las medidas tendientes a garantizar que el agua almacenada y la evacuación de los excesos de ella, no ponga en peligro la vida o salud de terceros.

- Los canales que conduzcan aguas destinadas a usos domésticos o industriales para la generación de energía y aquellos de regadío que deban servir a cultivos de invierno, podrán ser operados durante el período de lluvias. En estos casos se establecen algunas medidas adicionales.

El cierre de bocatomas es considerada como parte del Plan de Emergencias Invernales la DGA Región Metropolitana. Se tienen antecedentes que desde 2008 a la fecha se ha implementado un Plan de Emergencias Invernales y que es reformulado anualmente.

8.2.4.4. Relación de la DGA con otros Organismos Públicos

La DGA además de las funciones que cumple en la alerta de crecidas, los embalses de control de crecidas y sus labores de fiscalización, se vincula con los otros organismos del Estado que abordan los problemas asociados a las crecidas de los cauces naturales y las inundaciones.

A nivel ministerial las labores relacionadas con el control de crecidas forman parte del sistema de gestión de riesgos de desastres. El MOP creó a fines de 2012 (Res DGOP Nº 5435 de 2012) los Comités Regionales de Gestión de Desastres. En enero de 2014 la Dirección General de Obras Públicas (DGOP) dictó el instructivo que entrega las directrices para su implementación y operación (MOP, 2014). Estos Comités se activan en caso de emergencias a nivel regional. El Comité Regional está formado por el SEREMI del MOP y los Directores Regionales de los Servicios del Ministerio. La Secretaria Ejecutiva de la Comisión está a cargo del Coordinador Regional de Prevención y Emergencias.

En el caso del sistema de emergencias y alerta de crecidas, existe una relación directa con la ONEMI desde 2012, formalizado a través de del Protocolo ONEMI-DGA (2012), donde se establecen los mecanismos de comunicación para la declaración de alertas de crecidas de ríos y lagos. Este protocolo indica que las funciones de la DGA son evaluar y determinar los aumentos en los niveles de agua y trasmitir la información a la ONEMI y a las autoridades del MOP. El protocolo indica los procedimientos generales de comunicación en 5 etapas (recopilación de información, evaluación, difusión, monitoreo y cancelación), además de otros temas relacionados con la comunicación interna y externa. No hay informes de gestión que permitan evaluar el funcionamiento del protocolo de coordinación con la ONEMI.

El Cuadro 8.2.4.4-1 presenta una síntesis de los organismos del Estado que participan en el control de crecidas e inundaciones y su relación con la DGA.

CUADRO 8.2.4.4-1
RELACIÓN DE LA DGA CON OTRAS INSTITUCIONES PÚBLICAS RELACIONADAS CON EL CONTROL DE CRECIDAS E INUNDACIONES

INSTITUCIÓN PÚBLICA	FUNCIÓN	RELACIÓN CON LA DGA
Ministerio de Obras Públicas (MOP)	Comité Regional de Gestión de Desastres MOP (Res DGOP Nº 5435 de 2012[1])	Participación DGA a nivel Regional
Oficina Nacional de Emergencias (ONEMI)	Constitución de los Comités de Operaciones de Emergencias (Decreto Nº 38 de 2011) y el Plan Nacional de Protección Civil (Decreto Nº 156 de 2002)[5]	En el marco de lo establecido en el Plan Nacional de Protección Civil existe un protocolo de "Declaración de Alerta de Crecidas y otras medidas" del 15 de febrero de 2012[6] entre la ONEMI y la DGA.
Dirección de Obras Hidráulicas (DOH)	- Realizar los planes maestros de aguas lluvias y los planes maestros de cauces[2]. - Plan de Invierno MOP[3]: monitoreo de puntos críticos de inundación y cauces - Rol técnico de apoyo en situaciones de emergencia por inundaciones (monitoreo del comportamiento de los cauces e implementación de medidas y obras de mitigación)	- En los planes maestros de aguas lluvias y los planes maestros de cauces la DGA no participa directamente. Sólo se utiliza la información hidrometeorológica generada por el Servicio - Funciones complementarias en la implementación del Plan de Invierno del MOP
Gobierno Regional Metropolitano (GORE)	Aprobar los instrumentos de planificación territorial (planes regionales de desarrollo urbano, los planes reguladores metropolitanos e intercomunales, y los planes reguladores comunales y seccionales) y los Planes Regionales de Ordenamiento Territorial (PROT)[7] que consideran identificación de zonas con riego de inundación.	Participación facultativa

Notas:

1 La Ley 19.525, regula sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias, establece que la red primaria de sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias está a cargo del Ministerio de Obras Públicas (MOP). Desde 2013 la DOH tiene disponible en línea un Manual de Drenaje Urbano con la finalidad de proponer criterios de diseño y estándares para el desarrollo de planes, programas y obras de drenaje urbano en todas las ciudades y centros urbanos de Chile.

2 La Ley Orgánica del MOP, D.F.L. N°850 del año 1997, señala dentro de las competencias de la Dirección General de Obras Públicas (DGOP), el "estudio, proyección, construcción y conservación de las obras de defensa de terrenos y poblaciones contra crecidas de corrientes de agua y regularización de las riberas y cauces de los ríos, lagunas y esteros…" (Art. 14. Letra l), facultades actualmente delegadas en la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH). Los Planes de Manejo de Cauces identifican terrenos inundables o erosionables ante crecidas y propone soluciones no estructurales y estructurales.

3 El Plan de Invierno del MOP se realiza en el marco de lo establecido en el Decreto Nº 156 de 2002 del Ministerio de Interior para prevenir y mitigar los efectos de emergencias relacionadas con la crecida de cauces naturales.

4 Los Comités de Operaciones de Emergencias se constituyen cuando se registren emergencias, desastres o catástrofes que provoquen daños de consideración en las personas y/o los bienes, que afecten todo o parte del territorio nacional. Este Comité está integrado por Ministro del Interior, Ministro de Defensa Nacional, Subsecretario del Interior, Jefe del Estado Mayor Conjunto, Ministro de Energía, Ministro de Transportes y Telecomunicaciones Ministro de Salud, Ministro de Obras Públicas, General Director de Carabineros de Chile y Director Nacional de la ONEMI (Decreto Nº 38 de 2011).

5 El Plan Nacional de Protección Civil es una planificación multisectorial en materia de Protección Civil, de carácter indicativo, destinada al desarrollo de acciones permanentes para la prevención y atención de emergencias y/o desastres en el país, a partir de una visión integral de manejo de riesgos (Decreto Nº 156 de 2002)

6 Sancionado en Resolución Exenta DGA N°1.177, de 13 de abril de 2012.

7 El PROT es un instrumento de planificación de carácter indicativo y corresponde a la expresión territorial de los objetivos económicos, sociales, culturales y ecológicos contenidos en la Estrategia Regional de Desarrollo (ERD). El PROT debe considerar una zonificación regional de zonas de riegos naturales.

Fuente: Elaboración propia

8.2.4.5. Relación de la DGA con las Organizaciones de Usuarios de Agua

Las organizaciones de usuarios de agua que toman agua directamente de los cauces naturales se ven afectadas por sus crecidas extremas y deben restringir el ingreso de agua para evitar daños. En este sentido, la relación con los usuarios del agua se realiza principalmente a través del cierre de bocatomas que se realiza anualmente en el periodo de lluvias. El proceso de cierre de bocatomas se detalla en el Acápite 8.2.4.3.

El Plan de Emergencias de Invierno del año 2014 de la DGA Región Metropolitana de Santiago identifica 10 organizaciones de usuarios que toman agua directo de cauces naturales, de las cuales se tienen datos para contactarlos en caso de ser necesario. Las organizaciones identificadas se presentan en el Cuadro 8.2.4.5-1. La identificación de las Organizaciones de Usuarios de la Región está contenida en el capítulo sobre Participación Ciudadana.

CUADRO 8.2.4.5-1
ORGANIZACIONES DE USUARIOS IDENTIFICADAS EN EL PLAN DE INVIERNO DE LA DGA REGIÓN METROPOLITANA

CAUCE NATURAL	ORGANIZACIONES DE USUARIOS
Río Maipo	• Junta de Vigilancia 1º Sección Río Maipo • Asociación Canales de Maipo • Sociedad de Canal del Maipo (San Carlos) • Asociación Canales Unidos de Buin • Asociación de Canalistas Canal de Pirque
Río Mapocho	• Junta de Vigilancia 1º Sección Río Mapocho • Asociación Canal Las Mercedes • Asociación Canal Alto Esperanza • Asociación Canal Bajo Esperanza
Estero Arrayán	• Asociación de Canalistas Canal El Arrayán

Fuente: DGA Región Metropolitana, 2014

En el caso de la Sociedad del Canal del Maipo (SCM), encargada de la administración del canal San Carlos, toma agua del Río Maipo y la descarga en el Río Mapocho, en la quebrada de Macul y en el zanjón de la aguada. Inicialmente este canal no fue construido como un canal de aguas lluvias, sin embargo actualmente también es utilizado como colector de aguas lluvias. La SCM participa en los Comité de Emergencia de la Intendencia. Las decisiones de cierre de compuertas son tomadas en coordinación con el Comité, relación que no está exenta de descoordinaciones. Cuando hay crecidas se busca controlar el caudal y en caso de aluviones se cierran las compuertas para evitar el ingreso de sedimentos[21].

[21]Información recopilada en el marco del Estudio de la DOH "Diseño de Obras para el Control Aluvional y de Crecidas Líquidas en la Quebrada de Ramón, Región Metropolitana" realizado por Arrau Ingeniería E.I.R.L.

8.2.5. Conclusiones

8.2.5.1. Regional

Respecto del Sistema de Control de Crecidas de la Región Metropolitana, éste abarca 5 de las 7 subcuencas de la Región. Las subcuencas con cobertura son Río Maipo Alto, Río Maipo Bajo, Río Maipo Medio, Río Mapocho Alto y Río Mapocho Bajo. En la Región Metropolitana no hay embalses de control de crecidas. Existen antecedentes que desde 2008 a la fecha se ha implementado un Plan de Emergencias Invernales, el cual es reformulado anualmente. Este Plan establece en términos operativos la información básica necesaria para actuar en situaciones de emergencia producto de crecidas. No existe una evaluación formal del funcionamiento del plan de emergencia del año 2014.

Respecto de las labores de fiscalización relacionadas con el control de crecidas, no es posible indicar que exista una relación directa entre las políticas del Servicio (DGA) en sus labores de fiscalización y el control de crecidas. Sin embargo, las labores de fiscalización realizadas contribuyen al control de crecidas, principalmente a través de la vigilancia de las modificaciones de cauces naturales y artificiales. De acuerdo a los expedientes de fiscalización de la DGA Región Metropolitana (2015), se identificaron 6 tipos de infracciones al Código de Aguas relacionadas con el control de crecidas, que son: obras no autorizadas en cauces naturales (40%), modificación de cauce natural (20%), obras no autorizadas en cauce artificial (19%), entorpecimiento uso de aguas (11%), extracción de áridos (8%), construcción de obras mayores sin autorización (2%).En relación al desbordamiento de canales y cierre de bocatomas, la DGA Región Metropolitana anualmente ordena en cierre de obras de captación de cauces naturales (Art. 304 del Código de Aguas) e instruye a los usuarios a evitar el desbordamiento de canales (Art. 305 del Código de Aguas) durante el periodo de lluvias. El periodo de cierre de bocatomas es variable y es determinado a nivel Regional a través de una Resolución.

Sobre la relación de la DGA con otros organismos públicos en materia de control de crecidas, a nivel Central y Regional se maneja el "Protocolo ONEMI-DGA" de 2012. No hay informes de gestión que permitan evaluar el funcionamiento del protocolo de coordinación con la ONEMI.

A nivel Regional, existe también el "Comité Regional de Gestión de Desastres Nivel Central". A nivel ministerial las labores relacionadas con el control de crecidas forman parte del sistema de gestión de riesgos de desastres. El MOP creó a fines de 2012 (Res DGOP Nº 5435 de 2012) los Comités Regionales de Gestión de Desastres. En enero de 2014 la Dirección General de Obras Públicas (DGOP) dictó el instructivo que entrega las directrices para su implementación y operación (MOP, 2014). Estos Comités se activan en caso de emergencias a nivel regional. El Comité Regional está formado por el SEREMI del MOP y los Directores Regionales de los Servicios del mismo Ministerio.

La relación con los usuarios del agua se realiza principalmente a través del cierre de bocatomas que se realiza anualmente en el periodo de lluvias.

8.2.5.2. Estero Alhué

Respecto de los antecedentes que se tienen sobre el control de crecidas, en la en la subcuenca del Estero Alhué hay puntos críticos de inundación y zonas susceptibles de inundación.

Respecto del Sistema de Emergencias y Alerta de Crecidas, la subcuenca tiene puntos críticos de inundación, no tiene Plan Maestro de Aguas Lluvias y no tiene cobertura del sistema de Control de Crecidas

8.2.5.3. Estero Yali

Respecto de los antecedentes que se tienen sobre el control de crecidas, en la subcuenca del Estero Yali no hay problemas de inundación.

Respecto del Sistema de Emergencias y Alerta de Crecidas, la subcuenca no tiene problemas de inundaciones y no tiene cobertura del sistema de Control de Crecidas.

8.2.5.4. Río Maipo Alto

Respecto de los antecedentes que se tienen sobre el control de crecidas, en la subcuenca del Río Maipo Alto hay zonas susceptibles de inundación, pero sin embargo no hay puntos críticos de inundación observados.

Respecto del Sistema de Emergencias y Alerta de Crecidas, la subcuenca no tiene problemas de inundaciones y tiene cobertura del sistema de Control de Crecidas.

8.2.5.5. Río Maipo Bajo

Respecto de los antecedentes que se tienen sobre el control de crecidas, en la subcuenca del Río Maipo Bajo las comunas de Curacaví, El Monte y Melipilla tienen zonas susceptibles de inundación y puntos críticos de inundación observados.

Respecto del Sistema de Emergencias y Alerta de Crecidas, tres de las cuatro comunas ubicadas en la subcuenca tienen problemas de inundaciones. Sin embargo, solo la comuna de Melipilla tiene cobertura del sistema de Control de Crecidas. Las dos comunas con puntos críticos de inundación (y además son plan maestro de Aguas Lluvias) son El Monte y Curacaví.

8.2.5.6. Río Maipo Medio

Respecto de los antecedentes que se tienen sobre el control de crecidas, en la subcuenca del Río Maipo Medio todas las comunas presentan puntos críticos de inundación y zonas susceptibles de inundación.

Respecto del Sistema de Emergencias y Alerta de Crecidas, las 6 comunas ubicadas en la subcuenca tienen problemas de inundaciones. Sin embargo, solo las comunas de Pirque y Talagante tienen cobertura del sistema de Control de Crecidas. En el caso de San Bernardo, Buin y Paine tienen sus Planes Maestros de Aguas Lluvias sin aprobar. Por último en el caso de Isla de Maipo no existe Plan Maestro de Aguas Lluvias.

8.2.5.7. Río Mapocho Alto

Respecto de los antecedentes que se tienen sobre el control de crecidas, en la subcuenca del Río Mapocho Alto hay puntos críticos de inundación y zonas susceptibles de inundación.

Respecto del Sistema de Emergencias y Alerta de Crecidas, la subcuenca tiene problemas de inundaciones y tiene cobertura del sistema de Control de Crecidas

8.2.5.8. Río Mapocho Bajo

Respecto de los antecedentes que se tienen sobre el control de crecidas, en la subcuenca del Río Mapocho Bajo todas las comunas presentan problemas de inundación, 14 comunas presentan problemas de puntos críticos de inundación y las 24 restantes solo tienen zonas susceptibles de inundación.

Respecto del Sistema de Emergencias y Alerta de Crecidas, de las 38 comunas ubicadas en la subcuenca del Río Mapocho Bajo, solo 7 tiene cobertura del sistema de Control de Crecidas. Las 31 comunas restantes presentan problemas de inundación. Estas comunas pueden ser separadas en 2 grupos. En primer lugar tenemos las comunas con problemas de inundación que no tienen un plan maestro de aguas lluvias, que son: Lampa, Tiltil, Padre Hurtado, Colina y Calera de Tango. En segundo lugar tenemos las comunas con problemas de inundación que tiene plan maestro de aguas lluvias, que son: Cerrillos, Conchalí, Huechuraba, San Miguel, Maipú, Vitacura, Cerro Navia, El Bosque, Estación Central, Independencia, La Cisterna, La Granja, La Pintana, Las Condes, Lo Espejo, Lo Prado, Macul, , Ñuñoa, Pedro Aguirre Cerda, Providencia, Quilicura, Quinta Normal, Recoleta y Santiago

8.3. SEQUÍAS

8.3.1. Antecedentes Generales

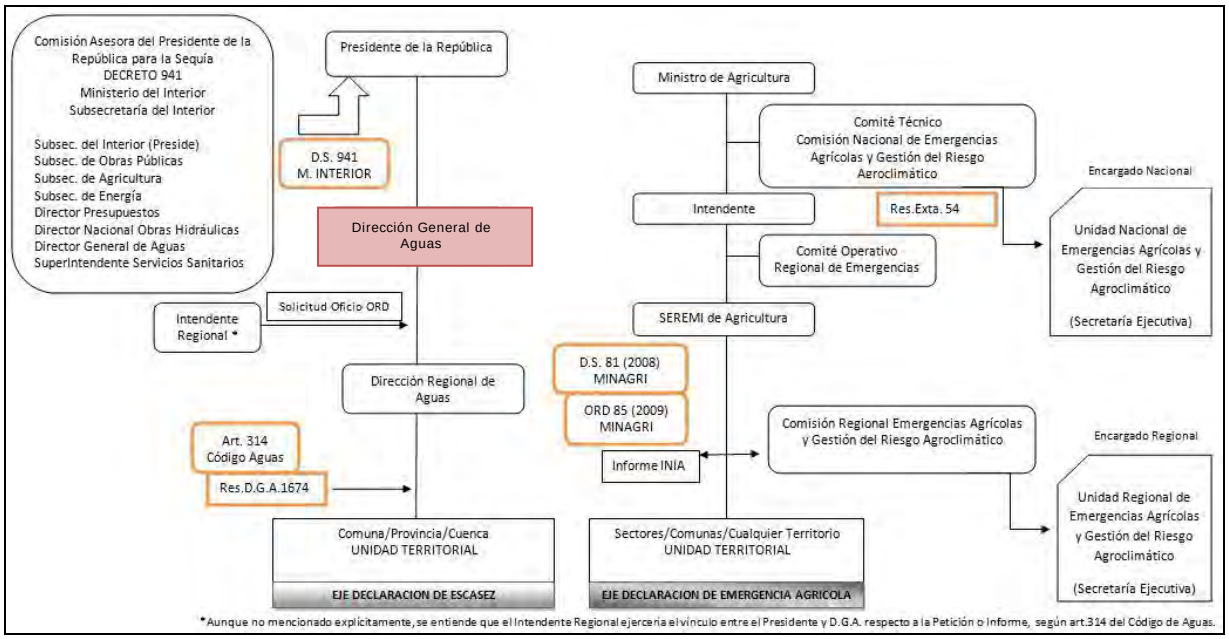
La sequía puede ser determinada en términos meteorológicos (déficit pluviométrico), hidrológicos (déficit hídrico), agrícolas (déficit en la vegetación), y socioeconómicos (déficit para el desarrollo económico y restricción para el abastecimiento humano). En forma específica, el monitoreo de la sequía meteorológica en Chile, se realiza utilizando el Índice de Precipitación Estandarizado (IPE), el cual es calculado por la Dirección Meteorológica de Chile (DMC).

Desde 2010 existe una Comisión Asesora del Presidente de la República para la Sequía (Decreto 941 del Ministerio del Interior, 2010). En esta comisión intervienen las instituciones relacionadas con los sectores afectados por las sequías, como los sistemas de agua potable, la agricultura, energía y otros sectores. El objetivo es dar una mirada global sobre la problemática de manera preventiva.

La Figura 8.3.1-1 presenta un esquema con las instituciones involucradas en la gestión de las sequías a nivel nacional. En la figura es posible identificar que las situaciones de sequía son enfrentadas desde dos ejes que corresponden a la declaración

de escasez que se realiza a través de la Dirección General de Aguas y la declaración de zonas de emergencia agrícola que se realizan a través del Ministerio de Agricultura[22].

FIGURA 8.3.1-1
INSTITUCIONES PÚBLICAS RELACIONADAS CON LAS SEQUÍAS A NIVEL NACIONAL



Fuente: Núñez *et. al*., 2013[23]

8.3.2. Rol de la Dirección General de Aguas en situaciones de Sequía

8.3.2.1. Aspectos Generales

La labor de la DGA en situaciones de sequía considera principalmente 3 ámbitos de acción. En primer lugar en base a índice de sequía (Resolución DGA Nº1674, 2012) realizar acciones directa sobre la administración de los recursos hídricos en la zona afectada por escasez hídrica. Los criterios para calificar épocas de extraordinaria sequía son las precipitaciones, los caudales de los ríos, los volúmenes de embalse y las condiciones de los acuíferos, los cuales puedes presentarse indistintamente. En este

[22]El Ministerio de Agricultura declara situaciones de Emergencia Agrícola, que entre otros criterios considera el déficit hídrico. Desde 2009 existe un procedimiento general para la declaración de Emergencias Agrícolas (Oficio Nº85, enero de 2009), que para el caso de sequía es complementado por el Ord. 1451 de 2010 de la Subsecretaría del Interior.
[23]Núñez, J., Rivera, D., Oyarzún, y R., Arumí, J. 2013. Chile a Secas: vulnerabilidad chilena frente a la sequía y déficit hídrico extremo desde la interfaz ciencia-política. Documento de trabajo Nº15. Instituto de Políticas Públicas, Universidad Diego Portales.

sentido la calificación de sequía por parte de la DGA puede ser determinada en términos meteorológicos, hidrológicos, agrícolas y socioeconómicos. En segundo lugar, tiene atribuciones de fiscalización en situaciones de sequía (Intervención de cauces en épocas de Sequía, extracción sin título de aguas superficiales y subterráneas). En tercer lugar, todos los años realiza estudios sobre la disponibilidad de agua para la temporada de riego a nivel nacional.

8.3.2.2. Declaración de Escasez Hídrica

De acuerdo al Art.314 del Código de Aguas es una facultad exclusiva de la DGA la calificación de sequía extraordinaria. Para determinar la condición de sequía extrema, se debe aplicar lo estipulado por la Resolución DGA Nº 1674, Nuevos Criterios de Sequía del año 2012 que deja sin efecto la Resolución DGA N°39 del año 1984.

El Cuadro 8.3.2.2-1 presenta las condiciones hidrometeorológicas consideradas para calificar la época de sequía.

CUADRO 8.3.2.2-1
CONDICIONES HIDROMETEOROLÓGICAS PARA CALIFICAR SEQUÍA EXTRAORDINARIA

NIVELES	CONDICIONES HIDROMETEREOLÓGICAS
Aguas Superficiales	a) Precipitaciones acumuladas a contar del mes de abril, a través del Índice de Precipitaciones Estándar (IPE): IPE ≤-0.84 (Para RM) b) Caudales Medios Mensuales acumulados de los últimos tres meses consecutivos a través del Índice de Caudales Estándar (ICE): ICE ≤ -0.84 (Para RM)
Cuencas	Aquellas cuencas que cuenten con embalses de regulación interanual y el volumen almacenado sea inferior al 60% del promedio estadístico del mes, el indicador de sequía para caudales (ICE), para este caso deberá ser igual o menor a -0.68. $V_{almacenado} < 60\% \times V_{prom.est.mes} \rightarrow ICE \leq -0.98$
Aguas Subterráneas	Para este caso, la condición de sequía se verificara, sin en cualquier momento, en un sector hidrogeológico de aprovechamiento común del acuífero, la capacidad de la o las captaciones para el abastecimiento del agua, cumplen las siguientes condiciones: a) Empresas Sanitarias. Cuando sea menor al 50% de la capacidad informada a la SISS en el último proceso tarifario. b) Agua Potable Rural. Cuando sea menor al 50% de los derechos de aprovechamiento de agua subterránea otorgados.

Fuente: Resolución DGA 1674 (2012)

Estas condiciones pueden presentarse simultánea o separadamente. Los informes de Calificación de las Condiciones Hidrometeorológicas de cada Comuna, Provincia o Cuenca, deberán ser confeccionados por la División de Hidrología de la DGA.

En épocas de extraordinaria sequía, el Presidente de la República, a petición o con informe de la DGA puede decretar zonas de escasez por periodos máximos de 6 meses, no prorrogables.

Al decretar una zona de escasez, el Código de Aguas (Art. 314) dota a la DGA de atribuciones especiales para:

- *Distribuir las agua de las fuentes naturales:* no habiendo acuerdo de los usuarios, la DGA podrá redistribuir las aguas respecto de las disponibles en las fuentes naturales, para reducir al mínimo los daños generales derivados de la sequía. Podrá, para ello, suspender las atribuciones de las Juntas de Vigilancia, como también los seccionamientos de las corrientes naturales que estén comprendidas dentro de la zona de escasez.

- *Autorización de extracciones de aguas sin derechos de aprovechamiento de agua:* la Dirección General de Aguas podrá autorizar extracciones de aguas superficiales o subterráneas desde cualquier punto sin necesidad de constituir derechos de aprovechamiento de aguas y sin la limitación del caudal ecológico mínimo

Por otra parte, la DGA dispone de medidas permanentes para asegurar la sustentabilidad de los acuíferos a largo plazo, a través de la declaración de áreas de restricción y zonas de prohibición de aguas subterráneas (Art. 63 a 68 del Código de Aguas).

8.3.2.3. Labores de Fiscalización Relevantes en Periodos de Escasez Hídrica

La Dirección General de Aguas, desde 2004 cuenta con una Unidad de Fiscalización (Res DGA Nº 185, 27 de Febrero de 2004), encargada de realizar labores de fiscalización establecidas en el Código de Aguas. El Cuadro 8.3.2.3-1 presenta las labores de fiscalización relevantes en periodos de escasez hídrica

La Dirección General de Aguas debe abrir un expediente ante la presencia de una posible infracción a los artículos del Código de Aguas. La toma de conocimiento puede ser a través de una denuncia externa o por inspección[24].

[24] Ibid. 9

CUADRO 8.3.2.3-1
LABORES DE FISCALIZACIÓN REALIZADAS POR LA DGA RELEVANTES EN PERIODOS DE CRECIDAS Y SEQUÍAS

MATERIAS DE FISCALIZACIÓN	ARTÍCULOS EL CÓDIGO DE AGUAS	DESCRIPCIÓN
Intervención de cauces en épocas de Sequía	Art. 314: Declaración de zonas de escasez en periodos de sequía extraordinaria Art. 315: La DGA puede hacerse cargo de la distribución del agua en zonas declaradas de escasez	Intervención de las OUA para la distribución del agua
Extracción sin título de aguas superficiales	Art. 299 letra c: policía y vigilancia de las aguas en los cauces naturales Art. 299 letra d: En caso que no exista Junta de Vigilancia constituida impedir la extracción de aguas sin título o en mayor cantidad de que corresponda	Cumplimiento de la asignación de los derechos de aprovechamiento de agua superficiales
Extracción sin título de aguas subterráneas	Título VI de las aguas subterráneas y artículos 5, 6, 20, 22, 173 y 175	Cumplimiento de la asignación de los derechos de aprovechamiento de agua subterráneas

Fuente: Elaboración propia

8.3.3. Antecedentes de Sequía en la Región Metropolitana

8.3.3.1. Consideraciones Generales

A nivel histórico, los primeros registros de sequía para la Región Metropolitana datan de 1606 (Urrutia y Lanza, 1993, citado por Aldunce, González, 2009). Entre 2004 y 2011 de acuerdo al inventario histórico de desastres (La Red, 2013), se han registrado 6 sequías.

En 2008 y 2012 en la Región Metropolitana la DGA ha decretado 6 declaraciones de zonas de escasez hídrica. A su vez, solo en 2013 el Gobierno declaró 102 comunas en emergencia agrícola, viéndose más afectadas las regiones de O'Higgins, Maule, Valparaíso y Metropolitana. Dicha situación fue provocada por varias temporadas seguidas con déficit hídrico, afectando el estado de los principales embalses a nivel nacional.

El déficit hídrico en la Región Metropolitana se hace más latente en las comunas del sector agrícola (secano), afectando a la ganadería, la producción agrícola y el consumo humano. Las sequías afectan principalmente a las comunas de San Pedro y Alhué en la Provincia de Melipilla, y a las Comunas de Tiltil y Colina de la Provincia de Chacabuco.

A continuación se entregan los principales antecedentes recopilados sobre sequías para la Región Metropolitana.

8.3.3.2. Programas y Acciones ante Periodos de Sequía

Los programas y acciones para enfrentar los periodos de sequías en la Región Metropolitana son abordados por varios servicios públicos de acuerdo a sus competencias. El Cuadro 8.3.3.2-1 presenta las acciones realizadas a nivel regional.

CUADRO 8.3.3.2-1
ACCIONES Y PROGRAMAS PARA CONTROL DE CRECIDAS E INUNDACIONES EN LA REGIÓN METROPOLITANA

ACCIONES/PROGRAMAS	DESCRIPCIÓN
Dirección General de Aguas (DGA)	
Declaración de escasez hídrica	- Resolución DGA Nº 1674, Nuevos Criterios de Sequía del año 2012 - 6 Declaraciones de Escasez Hídrica entre 2008 y 2014 en la Región Metropolitana
Disponibilidad de aguas para el riego	Pronóstico anual para la Región Metropolitana
Labores de fiscalización	Intervención de cauces en épocas de Sequía, extracción sin título de aguas superficiales y subterráneas
Otros Servicios del Ministerio de Obras Públicas	
Construcción de obras (DOH)	- Obras de emergencia realizadas bajo el amparo de las declaraciones de escasez hídrica - Para el período 2013-2021 la DOH planea la construcción de 16 grandes embalses. El plan tiene el propósito de almacenar las aguas lluvias y de deshielos de importantes ríos del país, totalizando 1.594 hm^3 de agua acumulada por año. Ninguno de estos embalses está proyectado en la Región Metropolitana (DOH, 2013)[a].
Ministerio de Agricultura	
Zonas de Emergencia Agrícola	Desde 2008 se han decretado 72 emergencias agrícolas en la Región Metropolitana (Subsecretaria de Agricultura, 2013[b] y Ministerio de Agricultura 2014[b]).

Notas

a Dirección de Obras Hidráulicas DOH. 2013. Obras de Riego - Dirección de Obras Hidráulicas.

b Subsecretaría de Agricultura. 2013. Listado actualizado de Emergencias Agrícolas declaradas por la Subsecretaría de Agricultura, Actualizados el 30 de enero del 2013. Disponible en : http://datos.gob.cl/datasets/ver/5237

c Ministerio de Agricultura MINAGRI. 2014. Geoportal Ministerio de Agricultura, IDE-MINAGRI. Zonas con emergencia agrícola por déficit hídrico 2014. http://ide.minagri.gob.cl/visor/external/cargarmapa.do

Fuente: Elaboración propia

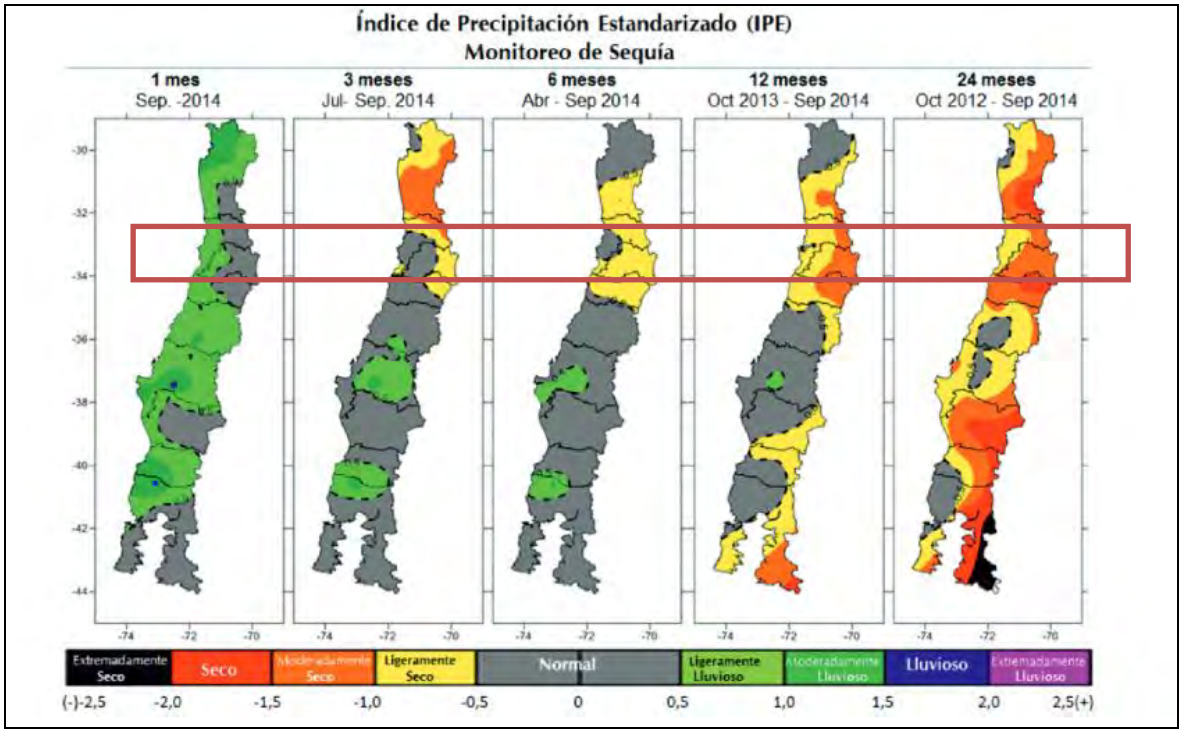
8.3.3.3. Registro de Sequías Meteorológicas

La Dirección Meteorológica de Chile (DMC) publica mensualmente en sus Boletines Climatológicos el estado de la sequía meteorológica en base al Índice de Precipitación Estandarizada (IPE).

La Figura 8.3.3.3-1 muestra el comportamiento espacial del IPE para 1, 3, 6, 12 y 24 meses en la Región Metropolitana. El mapa muestra que durante septiembre de 2014 (IPE-1 mes) presentó condiciones normales y ligeramente lluviosas. A 3 meses, el IPE mostró condiciones normales a ligeramente secas. Para 6 meses las condiciones son ligeramente secas. Para 12 y 24 meses evoluciona desde ligera y moderadamente seco a moderadamente seco.

La DGA elabora informes Técnicos de calificación de cuencas en situación de extraordinaria sequía, los cuales son utilizados por el MOP para decretas las zonas de escasez hídrica.

FIGURA 8.3.3.3-1
MAPA DE SEQUÍA METEOROLÓGICA (ÍNDICE IPE) PARA CHILE



Fuente: DMC (2014)[25]

[25] DMC, 2014 Boletín climatológico mensual, Año 2014, Volumen XXX No 9. Disponible en http://164.77.222.61/climatologia/php/menuBoletines.php

8.3.3.4. Declaración de Zonas de Escasez

En la Región Metropolitana se han decretado 6 Declaraciones de Escasez Hídrica entre 2008 y 2014. De acuerdo a las atribuciones especiales relativas a la redistribución de las aguas de las fuentes naturales se han intervenido dos cauces, el Estero Puangue en una de sus secciones y el Río Mapocho.

El Cuadro 8.3.3.4-1 presenta las zonas de la Región Metropolitana donde se han decretado zonas de escasez.

La DGA como medidas permanentes para asegurar la sustentabilidad de los acuíferos a largo plazo, ha decretado áreas de restricción de aprovechamiento de aguas subterráneas en varias comunas de la región, según se muestra en el Cuadro 8.3.3.4-2 (ver también Capítulo 5).

CUADRO 8.3.3.4-1
DECRETOS DE ZONA DE ESCASEZ DECRETADOS POR LA DGA PARA LA REGIÓN METROPOLITANA

AÑO	REGIÓN	DECRETO	FECHA DE CADUCIDAD	CUENCA/COMUNA/PROVINCIA
2008	Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins y Biobío	N° 125 de 29 de enero de 2008	29 de julio de 2008	Las cuencas de los ríos y esteros del sector de secano ubicado en la comuna de San Pedro, Provincia de Melipilla, Región Metropolitana
	Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, Maule y Biobío	N°153 de 15 de febrero de 2008	15 de agosto de 2008	Las cuencas de los ríos y esteros de las comunas de Alhué y Melipilla; las cuencas de los ríos y esteros de las comunas de Colina y Tiltil
2011	Metropolitana	N°157, 17 feb de 2011	17 de agosto de 2011	Melipilla
	Metropolitana	N°186, 13 abril de 2011	13 de octubre de 2011	Tiltil
2012	Metropolitana	N° 29, 20 de enero 2012	20 de julio de 2012	Provincia de Melipilla
	Metropolitana	N° 178, de 4 de abril de 2012	4 de octubre de 2012	Comuna de Tiltil

Fuente: DGA (2014)[26]

[26] DGA, 2014. Planilla Decretos zonas de escasez hídrica (2008 - 2014). Fecha de actualización: 14/10/2014. Disponible en: http://www.dga.cl/ADMINISTRACIONRECURSOSHIDRICOS/DECRETOSZONASESCASEZ/Paginas/default.aspx

CUADRO 8.3.3.4-2
ÁREAS DE RESTRICCIÓN DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS PARA LA REGIÓN METROPOLITANA

Cuenca/ Acuífero	Sector	Resolución	Fecha	Modificación Resolución
Río Maipo/ Maipo	Chacabuco Polpaico	DGA 286	01-09-2005	DGA 231, 11-10-2011
	Chicureo	DGA 62	23-01-2001	-
	Cholqui	DGA 241	31-07-2008	DGA 239, 13-10-2011
	Colina Inferior	DGA 540	21-09-2001	DGA 235, 13-10-2011
	Colina Sur	DGA 286	01-09-2005	DGA 231, 11-10-2011
	El Monte	DGA 277	24-09-2008	DGA 234, 13-10-2011
	La Higuera	DGA 241	31-07-2008	DGA 239, 13-10-2011
	Lampa	DGA 286	01-09-2005	DGA 231, 11-10-2011
	Las Hualtatas	DGA 293	27-07-2004	DGA 238, 13-10-2011
	Lo Barnechea	DGA 293	27-07-2004	DGA 238, 13-10-2011
	Paine	DGA 276	24-09-2008	-
	Pirque	DGA 252	21-10-2011	-
	Popeta	DGA 241	31-07-2008	DGA 239, 13-10-2011
	Puangue Alto	DGA 241	31-07-2008	DGA 239, 13-10-2011
	Puangue Medio	DGA 241	31-07-2008	DGA 239, 13-10-2011
	Santiago Central	DGA 286	01-09-2005	DGA 231, 11-10-2011
	Santiago Norte	DGA 286	01-09-2005	DGA 231, 11-10-2011
	Tiltil	DGA 286	01-09-2005	DGA 231, 11-10-2011
	Vitacura	DGA 293	27-07-2004	DGA 238, 13-10-2011
	Buin	DGA 252	21-10-2011	-
Estero Yali/Yali	Las Diucas	DGA 208	26-10-2009	DGA 244, 18-10-2011
	San Pedro	DGA 208	26-10-2009	DGA 244, 18-10-2011
	San Vicente	DGA 208	26-10-2009	DGA 244, 18-10-2011
	Yali Alto	DGA 371	27-10-2005	DGA 243, 18-10-2011
	Yali Medio	DGA 208	26-10-2009	DGA 244, 18-10-2011

Fuente: DGA

8.3.3.5. Pronóstico de Disponibilidad de Agua para el Riego

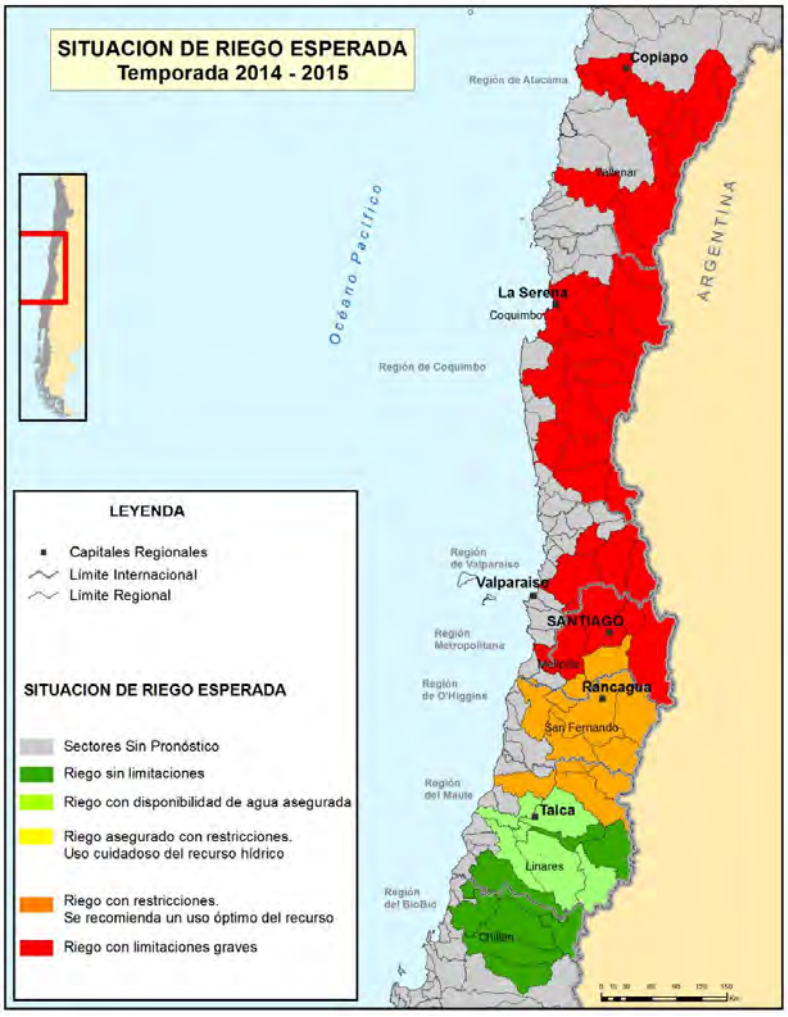
El último estudio realizado para la temporada 2014-2015 (DGA, 2014[27]) indica que el embalse El Yeso que se abastece con recursos nivales, almacena un 58% de su promedio y dispone un 31% menos que el año pasado al mismo mes de agosto. Sin embargo en los últimos 5 años la situación más desfavorable se presentó el año 2011 cuando acumulaba un 35% del promedio. El volumen almacenado sumado al esperado

[27]Dirección General de Aguas DGA, 2014. Pronóstico de Disponibilidad de Agua, Temporada de Riego 2014-2015. Disponible en *http://www.dga.cl/productosyservicios/informacionhidrologica/Paginas/default.aspx*

por el deshielo en el Río Yeso permite suponer que no habrá ningún problema para el abastecimiento de agua potable del gran Santiago.

De acuerdo a las estimaciones realizadas para la Región Metropolitana (DGA, 2014), la distribución de las precipitaciones en relación al promedio de los últimos 30 años presenta un déficit de entre 40-60% para la mayor parte de la Región. Para la Temporada 2014-2015 se estima que la mayor parte de las comunas de la Región Metropolitana tendrán graves limitaciones para el riego (Figura 8.3.3.5-1).

FIGURA 8.3.3.5-1
SITUACIÓN DE RIEGO ESPERADA TEMPORADA 2014-2015



Fuente: Dirección General de Aguas DGA, 2014. Pronóstico de Disponibilidad de Agua, Temporada de Riego 2014-2015. Disponible en *http://www.dga.cl/productosyservicios/informacionhidrologica/Paginas/default.aspx*

8.3.3.6. Zonas de Emergencia Agrícola

Desde 2008 se han decretado 91 emergencias agrícolas en la Región Metropolitana. Los años donde se han decretado más zonas de emergencia agrícola en la Región Metropolitana son el año 2010 y 2015 (Cuadro 8.3.3.6-1).

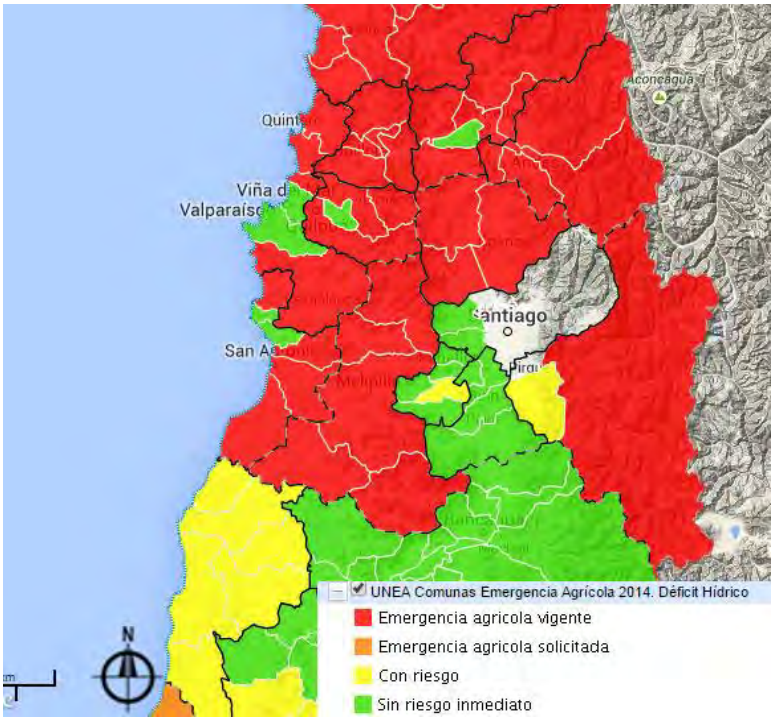
CUADRO 8.3.3.6-1
ESTADÍSTICAS DE DECLARACIONES DE ZONAS DE EMERGENCIA AGRÍCOLA POR SEQUÍA, REGIÓN METROPOLITANA

2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Total
4	0	52	0	9	3	4	19	91

Fuente: Subsecretaria de Agricultura, 2013, Ministerio de Agricultura 2014 y 2015

La Figura 8.3.3.6-1 muestra las comunas afectadas por emergencias agrícolas para el año 2014 por déficit hídrico.

FIGURA 8.3.3.6-1
COMUNAS CON EMERGENCIA AGRÍCOLA, 2014



Fuente: MINAGRI, 2014[28]

[28] MINAGRI, 2014. Geoportal Ministerio de Agricultura, IDE-MINAGRI. Zonas con emergencia agrícola por déficit hídrico 2014. http://ide.minagri.gob.cl/visor/external/cargarmapa.do

8.3.4. Diagnóstico de Herramientas para la Gestión en Caso de Sequía

8.3.4.1. Aspectos Generales

Las herramientas de gestión de la DGA relacionadas con las sequías se realizan principalmente a nivel central y regional. El Cuadro 8.3.4.1-1 presenta las herramientas de gestión identificadas.

CUADRO 8.3.4.1-1
ROL DE LA DGA EN SITUACIONES DE SEQUÍA A NIVEL CENTRAL Y REGIONAL

ROL DE LA DGA	FUNCIONES A NIVEL CENTRAL O REGIONAL
Declaración de escasez hídrica	**Nivel Central:** La División de Hidrología es la encarga de los Informes de Calificación de las Condiciones Hidrometeorológicas de la zona afectada por la sequía. Autorizaciones de extracciones de agua sin título amparadas en los decretos de escasez Decretos de escasez son emitidos por el MOP a nivel central **Nivel Regional:** Informes Técnicos de la situación hidrológica de la Región Informes Técnicos para aprobación o rechazo de solicitudes de extracciones de agua sin título.
Labores de fiscalización relacionadas con las sequías	**Nivel Central:** Sistema de control de extracciones de aguas subterráneas a grandes usuarios (Unidad de Fiscalización). **Nivel Regional:** Infracciones al Código de Aguas relacionadas con extracción sin título de aguas subterráneas y superficiales. Intervención de cauces en épocas de Sequía
Relación de la DGA con otros organismos públicos	**Nivel Central:** Pronósticos anuales de disponibilidad de agua para el riego. **Nivel Regional**: Los servicios dependientes del MOP están exentos de los trámites y requisitos para la aprobación por parte de la DGA de las modificaciones a que hace referencia en Art. 41 del Código de Aguas (Art. 171 del Código de Aguas)
Relación de la DGA con las organizaciones de usuarios de agua	**Nivel Central:** Creación de la Unidad de Organizaciones de Usuarios y Eficiencia Hídrica (Res DGA 1189 de 12.04.2011)

Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, a través de los talleres realizados como parte del proceso de participación ciudadana del Estudio, se identificaron problemas en la gestión de los recursos hídricos relacionados con las sequías. En el Cuadro 8.3.4.1-2 se describen los problemas identificados en cada unidad territorial.

CUADRO 8.3.4.1-2
PROBLEMAS IDENTIFICADOS POR LA CIUDADANÍA RELACIONADOS CON LA SEQUÍA

UNIDAD TERRITORIAL	PROBLEMAS IDENTIFICADOS
Alhué	• La sequía prolongada ha afectado al agua potable, la agricultura y la ganadería (AL-4) • Escasez de agua para riego (AL-11)
Chacabuco	• Escasez de agua potable para sectores rurales (CH-1) • Escasez de aguas subterráneas para el consumo de agua potable (CH-8) • Escasez de agua para labores agrícolas (CH-10) • Escasez para el agua potable y la agricultura (Ch-11) • Falta de regulación en crecimiento urbano en un contexto de escasez de agua (CH-19) • Falta de voluntad política para solucionar los problemas del agua (CH-24) • Escasez de agua limita el desarrollo del territorio (CH-25)
Cordillera	• Falta de control en la perforación de pozos profundos (CD-2)
Maipo	• Sequía provoca escasez de agua subterránea y superficial para riego y agua potable rural (MA-8) • Débil gestión pública para enfrentar la escasez hídrica (MA-16)
Melipilla	• Déficit en abastecimiento de agua potable por crecimiento de la población (ME-1) • Disponibilidad de agua para construcción de viviendas (ME-16) • Escasez hídrica en toda la provincia (ME-17)
Santiago	• La sequía afecta especialmente la continuidad de servicio de agua potable (ST-1)
Talagante	• La distribución del agua no se realiza de acuerdo a los Derechos de Aprovechamiento de Aguas (DAA) asignados (TG-5) • Escasez de agua que afecta a población general (TG-7) • Falta de agua para el riego (TG-8) • Escasez de agua en los sistemas de agua potable rural (TG-9) • Desconocimiento de la DGA del agua potable disponible en el sector (TG-13) • Realización de obras hidráulicas que desvían el agua dificultando el acceso a recurso (TG-14) • Urbanización genera problemas en torno al recurso hídrico (TG-22)
Yali	• Disconformidad con las autoridades frente al problema de escasez hídrica en la zona (YI-9) • Agricultores sin acceso a agua para riego (YL-12)

Fuente: Elaboración propia en base a talleres de participación ciudadana del Estudio

Se identificaron problemas en todas las unidades territoriales definidas para el Estudio. En síntesis, las principales falencias identificadas en los talleres relacionadas con las labores realizadas por la DGA en periodos de sequía son:

- La sequía prolongada ha afectado la disponibilidad para el agua potable en sectores rurales, para la agricultura y la ganadería.

- Hay disconformidad con las autoridades frente al problema de escasez hídrica, se identifica una falta de voluntad política para solucionar los problemas del agua y una gestión pública débil para enfrentar la escasez hídrica.

- Realización de obras hidráulicas que desvían el agua dificultando el acceso a recurso

A continuación se analizará las acciones realizadas por la DGA frente a eventos de sequías y su relación con los problemas identificados en el proceso de participación ciudadana.

8.3.4.2. Declaración de Escasez Hídrica

Las declaraciones de escasez hídrica en la Región Metropolitana se han concentrado en la Provincia de Melipilla, en particular las comunas de Melipilla, San Pedro y Alhué y en la Provincia de Chacabuco, en particular las comunas de Tiltil y Colina. Sin embargo, los problemas de escasez hídrica identificados en los talleres de participación ciudadana, dan cuenta de problemas de escasez de agua en otros sectores de la Región Metropolitana. En los talleres se identificaron problemas de escasez de agua en todas las provincias de la Región, en particular para el caso del agua potable rural, la escasez afecta las Provincias de Chacabuco, Maipo, Melipilla y Talagante. Los casos de escasez hídrica que afectan a la agricultura son abordados a través del Ministerio de Agricultura decretando zona de emergencia agrícola. En estos casos la DGA solo participa estimando la disponibilidad de agua para el riego.

En un esfuerzo para estandarizar las autorizaciones de extracción de aguas en zonas de escasez hídrica, la Dirección General de Aguas emitió un instructivo en diciembre de 2014 que establece criterios básicos para la autorización o rechazo de solicitudes de extracción de agua sin derechos de aprovechamiento de agua para solicitudes de APR, empresas sanitarias, otro tipo de empresas o personas y servicios públicos[29].

El impacto de los decretos de escasez en la gestión de las sequías en la Región Metropolitana ha sido muy bajo. De acuerdo a la información disponible, sólo existen4 solicitudes de autorización de extracción de agua bajo el amparo de decretos de escasez, realizadas en el año 2011. De las solicitudes presentadas, dos fueron aprobadas y dos rechazadas. Las solicitudes rechazadas se basaron en que no había sido posible comprobar la existencia de obras ni fuentes de abastecimiento desde las cuales se

[29]Ordinario DGA Nº 588 sobre Criterios Extracciones Temporales en zonas con decretos de escasez. 5 de diciembre de 2014.

pudiera aprobar las extracciones. El Cuadro 8.3.4.2-1 presenta la información sobre las solicitudes de extracción de agua sin título para la Región Metropolitana.

No fue posible tener información sobre intervenciones para la distribución del agua en la Región Metropolitana, ya que no fue posible confirmar la existencia de Resoluciones DGA sobre procesos de distribución o redistribución de aguas a cargo de la DGA al amparo de los Decretos de Escasez para la Región Metropolitana. En este sentido, no fue posible comprobar la intervención de una de las secciones del Estero Puangue y el Río Mapocho.

CUADRO 8.3.4.2-1
SOLICITUDES DE EXTRACCIÓN DE AGUA SIN TÍTULO AMPARADAS EN DECRETOS DE ESCASEZ PARA LA REGIÓN METROPOLITANA

AÑO	DECRETO	SOLICITUD	RESOLUCIÓN	CAUDAL AUTORIZADO
2008	N° 125, 29/01/2008	No hay registro de solicitudes		
	N°153, 15/02/2008	No hay registro de solicitudes		
2011	N°157, 17/02/2011	Comité APR Tantehue	Resolución DGA Nº 1475 10/05/2011 que autoriza extracción	Agua superficial: caudal máximo instantáneo de 6 L/s Agua subterránea: caudal máximo instantáneo de 8 L/s
		Comité APR La Viluma	Informe Técnico DGA RMS Nº 235, se propone autorizar	Agua subterránea: caudal de 6,3 L/s
	N°186, 13/04/2011	Comité de APR Espinalillo	Informe Técnico DGA RMS Nº 283, no es posible autorizar	No aplica
		Comité APR Estación Polpaico	Informe Técnico DGA RMS Nº 284, no es posible autorizar	No aplica
2012	N° 29,20/01/2012	No hay registro de solicitudes		
	N° 178,04/04/2012	No hay registro de solicitudes		

Fuente: Elaboración propia en base a Resolución DGA Nº 1475 10/05/2011, Informes Técnicos DGA RMS Nº 235, Nº283 y 184 de 2011

8.3.4.3. Labores de Fiscalización Relacionadas con las Sequías

Desde el punto de vista de las fiscalizaciones, las solicitudes de agua realizadas durante los periodos de escasez son un indicador a considerar para determinar territorios en los cuales focalizar planes de inspección selectiva. Sin embargo, en el caso

de la Región Metropolitana dada la baja cantidad de solicitudes, no es un criterio a considerar en los procesos de fiscalización.

Cuando no existe una declaración de escasez hídrica, la principal labor es la fiscalización relacionada con las extracciones de agua sin título, esta información es revisada en el Capítulo 9 sobre Fiscalización.

8.3.4.4. Relación de la DGA con Otros Organismos Públicos

Para tratar los temas relacionados con la sequía, la DGA se coordina principalmente con el Ministerio de Agricultura (MINAGRI), a través de los informes anuales de disponibilidad de agua para la agricultura. Para la Región Metropolitana no se identificó ningún tipo de coordinación particular con otros servicios en periodos de sequía.

Para la Región Metropolitana existe un delegado Regional de Recursos Hídricos que depende del Delegado del Presidente de la República para la sequía y del Intendente. Las funciones de la Comisión Asesora Presidencial para la Sequía son: 1) recabar información y antecedentes para la evaluación, análisis y propuesta de medidas, 2) identificar los principales problemas,3) estudiar, analizar y proponer medidas preventivas y/o paliativas, 4) proponer acciones de coordinación entre distintos organismos públicos, 5) sugerir reformar legales y reglamentarias y 5) formular proposiciones para el fortalecimiento de los programas implementados. Las medidas propuestas por la Comisión son ejecutadas por el Intendente Regional.

Las labores realizadas en las Mesas del Agua no han abordado de manera explícita los problemas relacionados con la escasez hídrica. Las Mesas del Agua a cargo del Secretaría Regional Ministerial (SEREMI) de Agricultura y en coordinación con las gobernaciones de Chacabuco, Maipo, Talagante, Cordillera y Melipilla, han realizado mesas de trabajo para tratar el tema hídrico en la Región Metropolitana, vinculados principalmente con las necesidades de la población rural y la pequeña agricultura familiar[30].

En el Cuadro 8.3.4.4-1 se presentan los antecedentes de las acciones realizadas por la Comisión asesora para la sequía en la Región Metropolitana.

No existen informes que den cuenta de las labores de la DGA en la Comisión Asesora del Presidente de la República para la Sequía.

El Cuadro 8.3.4.4-2 presenta una síntesis de los organismos del Estado que participan en periodos de sequías y su relación con la DGA.

[30]Consolidado Principales Resultados Mesas del Agua Seremi de Agricultura Región Metropolitana.03 de Diciembre del 2014.

CUADRO 8.3.4.4-1
COMISIÓN ASESORA DEL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA PARA LA SEQUÍA EN LA REGIÓN METROPOLITANA

UNIDAD TERRITORIAL	ACCIONES
Chacabuco	• A nivel Provincial no ha existido contacto con el Delegado Presidencial para la sequía
Cordillera	• Sin información
Maipo	• A nivel Provincial no ha existido contacto con el Delegado Presidencial para la sequía • El Delegado Presidencial para la sequía estuvo presente en una jornada de derechos de aguas en la Provincia en el año 2014.
Melipilla (incluido Alhué)	• El Delegado Presidencial para la sequía estuvo en la Provincia por los problemas de sequía en junio de 2014.
Santiago	• Sin información
Talagante	• Sin información
Yali	• Sin información

Fuente: Elaboración propia en base a entrevistas realizadas en el marco del Estudio

CUADRO 8.3.4.4-2
RELACIÓN DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS CON OTRAS INSTITUCIONES PÚBLICAS RELACIONADAS CON PERIODOS DE SEQUÍAS

INSTITUCIÓN PÚBLICA	FUNCIÓN	RELACIÓN CON LA DGA
Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) (Ministerio de Obras Públicas)	Construcción de embalses, canales de regadío, pozos, entubamiento, mejoramiento de canales y obras de arte entre otros.	Los servicios dependientes del MOP están exentos de los trámites y requisitos para la aprobación por parte de la DGA de las modificaciones a que hace referencia en Art. 41 del Código de Aguas (Art. 171 del Código de Aguas)
Ministerio de Agricultura (MINAGRI)	El MINAGRI decreta zonas de emergencia agrícola (Oficio Nº85, enero de 2009), cuya finalidad es destinar recursos del Estado a los afectados en la zona[1].	La DGA realiza anualmente pronóstico de disponibilidad de agua para el riego.
Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS)	La SISS desde el año 2008 realiza acciones derivadas de la sequía y la escasez hídrica. (Rivera, 2013)[2].	La participación de la DGA es solo en términos indicativos, relacionado con la información hidrometeorológica que genera el Servicio

Notas:

1 Para las zonas decretadas con Emergencia Agrícola la Unidad de Emergencia Agrícola (UEA) y la Comisión Regional de Emergencias Agrícolas y Gestión de Riesgos Agroclimáticos (CREA) desarrollan planes de intervención. La declaración de una emergencia agrícola debe ser acompañada de un plan de acción y un presupuesto que detalle las medidas de mitigación a adoptar, su costo estimado y un plan de financiamiento que considere las diferentes fuentes de financiamiento existentes a nivel nacional y regional. El Estado dispone de fuentes de financiamientos destinados a la agricultura, los cuales pueden ser utilizados de manera preventiva, mejorando la seguridad del riego y otros son aplicables a situaciones de emergencias agrícolas por déficit hídrico.

2 Rivera, S. 2013. Agua potable medidas y prioridades de la SISS de cara a la sequía. 22-24p. Revista ADIS

Fuente: Elaboración propia

8.3.4.5. Relación de la DGA con las Organizaciones de Usuarios de Agua (OUA)

Las OUA tienen funciones, designadas en el Código de Aguas, que en periodos de sequía son especialmente importantes. Están funciones son: 1) Atender la captación de aguas a través de obras permanentes o transitorias, 2) Conservación y limpia de los canales y drenajes de la comunidad 3) Construcción y reparación de dispositivos y acueductos que permitan la correcta distribución de los derechos de agua de los comuneros, 4) El directorio puede, por sí solo, acordar los trabajos ordinarios y, en casos urgentes, los extraordinarios, 5) Distribuir las aguas y fijar turnos de riego cuando proceda, 6) Aumentar hasta en un 30% en el año las cuotas ordinarias o extraordinarias para el buen funcionamiento de la comunidad y establecer cuotas especiales para hacer frente a gastos imprevistos, 7) Llevar una estadística de los caudales que se conducen por los canales de la comunidad, 8) Realizar programas de extensión entre los comuneros para difundir las técnicas y sistemas que tiendan a un mejor empleo del agua.

En el año 2011 se creó la Unidad de Organizaciones de Usuarios y Eficiencia Hídrica (Res DGA exenta 1189 de 12.04.2011) cuya función es orientar, dirigir, normar y apoyar a nivel nacional en el fomento y fortalecimiento de las organizaciones de usuarios de agua, así como orientar, organizar e implementar la "Iniciativa Nacional de Eficiencia Hídrica".

Los objetivos de la Unidad de Organizaciones de Usuarios y Eficiencia Hídrica, relacionados con los problemas de escasez hídrica son:

- Promover y coordinar la participación de las organizaciones de usuarios para la gestión eficiente y sustentable de los recursos hídricos
- Proponer al Director General de Aguas las líneas de acción y políticas que apuntan a mejorar en el uso eficiente del agua.
- Analizar y proponer estrategias y acciones orientadas a la gestión más eficiente de la demanda de agua.
- Coordinar, apoyar y asesorar a los Directores Regionales, para el adecuado funcionamiento y gestión de las políticas de eficiencia hídrica.

Actualmente la Unidad de Organizaciones de Usuarios y Eficiencia Hídrica no tiene proyectos en la Región Metropolitana[31].

A nivel Regional, no se identificó una relación directa entre la DGA y las organizaciones de usuarios para enfrentar periodos de sequía.

[31]Entrevista realizada en el marco del Estudio con el Jefe de la Unidad de Organizaciones de Usuarios y Eficiencia Energética realizada el 3 de diciembre de 2014.

8.3.5. Conclusiones

8.3.5.1. Regional

En 2008 y 2012 en la Región Metropolitana, la DGA ha promulgado 6 decretos de zonas de escasez hídrica. Éstas se han concentrado en la Provincia de Melipilla, en particular las comunas de Melipilla, San Pedro y Alhué y en la Provincia de Chacabuco, en particular las comunas de Tiltil y Colina. Sin embargo, los problemas de escasez hídrica identificados en los talleres de participación ciudadana, dan cuenta de problemas de escasez de agua en otros sectores de la Región Metropolitana. El impacto de los decretos de escasez en la gestión de las sequías en la Región Metropolitana ha sido muy bajo. De acuerdo a la información disponible, existen 4 solicitudes de autorización de extracción de agua bajo el amparo de decretos de escasez, realizadas en el año 2011. De las solicitudes presentadas dos fueron aprobadas y dos rechazadas. Las solicitudes rechazadas se basaron en que no había sido posible comprobar la existencia de obras ni fuentes de abastecimiento desde las cuales se pudiera aprobar las extracciones. No fue posible tener información sobre intervenciones para la distribución del agua en la Región Metropolitana, ya que no fue posible confirmar la existencia de Resoluciones DGA sobre procesos de distribución o redistribución de aguas a cargo de la DGA al amparo de los Decretos de Escasez para la Región Metropolitana.

Desde el punto de vista de las fiscalizaciones, las solicitudes de agua realizadas durante los periodos de escasez son un indicador a considerar para determinar territorios en los cuales focalizar planes de inspección selectiva. Sin embargo, en el caso de la Región Metropolitana dada la baja cantidad de solicitudes, no es un criterio a considerar en los procesos de fiscalización.

Para tratar los temas relacionados con la sequía, la DGA se coordina principalmente con el Ministerio de Agricultura (MINAGRI), a través de los informes anuales de disponibilidad de agua para la agricultura. Para la Región Metropolitana no se identificó ningún tipo de coordinación particular con otros servicios en periodos de sequía. No existen informes que den cuenta de las labores de la DGA en la Comisión Asesora del Presidente de la República para la Sequía.

A nivel Regional, no se identificó una relación directa y explícita entre la DGA y las organizaciones de usuarios para enfrentar periodos de sequía.

8.3.5.2. Estero Alhué

Respecto de antecedentes que se tienen sobre la ocurrencia de sequías, en la subcuenca del Estero Alhué se ha declarado en dos oportunidades zona de escasez hídrica (comuna de Alhué; 2008 y 2012). Respecto de extracciones sin derechos de aprovechamiento de agua, bajo el amparo de los decretos de escases, no hay registro de solicitudes de autorización.

8.3.5.3. Estero Yali

Respecto de antecedentes que se tienen sobre la ocurrencia de sequías, en la subcuenca del Estero Yali se ha declarado en dos oportunidades zona de escasez hídrica (comuna de San Pedro; 2008 y 2012). Respecto de extracciones sin derechos bajo el

amparo de los decretos de escases, no hay registro de solicitudes de autorización de extracciones de aguas sin derechos de aprovechamiento.

8.3.5.4. Río Maipo Alto

Respecto de antecedentes que se tienen sobre la ocurrencia de sequías, en la subcuenca del Maipo Alto no ha habido decretos de escasez hídrica. Respecto de extracciones sin derechos de aprovechamiento de agua, bajo el amparo de los decretos de escases, no hay registro de solicitudes de autorización.

8.3.5.5. Río Maipo Bajo

Respecto de antecedentes que se tienen sobre la ocurrencia de sequías, en la subcuenca del Río Maipo Bajo se han declarado 3 comunas en zona de escasez hídrica. Éstas son Melipilla en 2008, 2011 y 2012, Curacaví y María Pinto en2012. Respecto de extracciones sin derechos de aprovechamiento de agua bajo el amparo de los decretos de escasez, en la comuna de Melipilla hay dos solicitudes aprobadas para APR.

8.3.5.6. Río Maipo Medio

Respecto de antecedentes que se tienen sobre la ocurrencia de sequías, en la subcuenca del Río Maipo Medio no ha habido decretos de escasez hídrica. Respecto de extracciones sin derechos de aprovechamiento de agua, bajo el amparo de los decretos de escases, no hay registro de solicitudes de autorización.

8.3.5.7. Río Mapocho Alto

Respecto de antecedentes que se tienen sobre la ocurrencia de sequías, en la subcuenca del Río Mapocho Alto no ha habido decretos de escasez hídrica. Respecto de extracciones sin derechos de aprovechamiento de agua, bajo el amparo de los decretos de escases, no hay registro de solicitudes de autorización.

8.3.5.8. Río Mapocho Bajo

Respecto de antecedentes que se tienen sobre la ocurrencia de sequías, en la subcuenca del Río Mapocho Bajo se han declarado 2 comunas en zona de escasez hídrica: Colina en 2008 y Tiltil en2008, 2011 y 2012. Respecto de extracciones sin derechos de aprovechamiento de agua bajo el amparo de los decretos de escasez, en la comuna de Tiltil hay dos solicitudes rechazadas.

CAPÍTULO 9

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

9. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

9.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presenta el estado del medio ambiente en relación al recurso hídrico en la Región de Metropolitana. Para ello, se comenzó identificando la ubicación, rubros y características generales de los proyectos con Resolución de Calificación Ambiental aprobada, que tienen relación con los recursos hídricos, señalando los compromisos ambientales, también enfocados a dicho recurso.

Posteriormente, se aborda la importancia de las áreas protegidas a nivel regional, distinguiendo aquellas que se encuentran bajo protección oficial y aquellas que son de propiedad privada, y que todavía no cuentan con un cuerpo normativo que las oficialice. Se culmina proponiendo nuevas áreas para la conservación.

Otro acápite se enfocó en la identificación de las principales problemáticas ambientales, relacionadas con el recurso hídrico en el área de estudio, tales como, la contaminación del agua, la urbanización en ciertos sectores de la región, la pérdida o ausencia de la zona ripariana, la extracción de áridos y la contaminación odorífera, mencionando las situaciones en el territorio donde se aprecian estas problemáticas.

A continuación, se presentan conflictos ambientales en torno al agua, donde se consideran algunos Proyectos con Evaluación Ambiental, y se presentan las principales posturas de los involucrados.

Finalmente, se mencionan las situaciones de emergencia que se identifican en la Región Metropolitana, y que de una u otra forma, inciden o son afectadas por el recurso hídrico, foco de este diagnóstico.

9.2. PROYECTOS SEIA

9.2.1. Análisis Estudios de Impacto Ambiental

Este acápite tiene como finalidad complementar lo expuesto en el Capítulo 2, Acápite 2.4. "Proyectos en SEIA", donde se trabajó con los Proyectos ingresados al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) con Resolución de Calificación Ambiental (RCA) aprobada en la Región Metropolitana, desde el año 2007 a septiembre del 2014. De este listado, donde figuraban 907 proyectos en total, solo algunos poseían injerencia directa en los recursos hídricos de la Región. De este modo, se realizó una selección escogiendo los proyectos que cumplían con ciertos criterios[1], y que, dada su

[1]Criterios: 1) Haber presentado un Estudio de Impacto Ambiental (EIA), relevante dada su envergadura y considerando que la DGA se pronuncia en prácticamente todos ellos; 2) pertenecer al sector "Infraestructura Hidráulica"; 3) estar incluido en el listado de Proyectos entregado por la DGA, en los cuales el servicio debiera colaborar en la fiscalización, por medio de inspecciones en terreno y trabajo de gabinete, a solicitud de la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA); 4) ser parte de los sectores productivos con

envergadura y características, pudiesen afectar el estado de los recursos hídricos de la Región, tanto en cantidad como en calidad. Así, quedaron 61 proyectos (Cuadro 2.4-2 y Figura 2.4-1), de los cuales el 80% corresponden a Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA). De acuerdo a la distribución de los proyectos seleccionados según las subcuencas en estudio, se observa que el mayor número de éstos se localiza en la subcuenca del Río Mapocho Bajo, seguida de la del Río Maipo Medio (Cuadro 9.2.1-1), de lo que podría concluirse que serían las subcuencas con mayor presión desde el punto de vista ambiental e hídrico en la Región Metropolitana. Cabe señalar que la información de los sectores productivos de los proyectos seleccionados resultó útil para el análisis posterior de Problemas Ambientales (Acápite 9.5), particularmente el de Contaminación Hídrica. En este sentido, la disgregación de los proyectos en las subcuencas, en conjunto con el resto de información de contaminación del agua, permitió indicar posibles fuentes de contaminación y complementar el análisis.

Los 12 Estudios de Impacto Ambiental (EIA) seleccionados, se analizaron con mayor profundidad en este apartado.

De los 12 EIA en estudio, se eliminó 1 de ellos del análisis debido a que no tenía repercusiones atingentes a este estudio ("Ajustes al acceso vial, Comuna de Maipú"). En el Cuadro 9.2.1-2 se presenta un resumen de los EIA en estudio, mientras que en el Cuadro 9.2.1-3 se presenta el objetivo de cada uno de los Proyectos. La Figura 9.2.1-1 ubica geográficamente los proyectos mencionados.

De los proyectos señalados en el Cuadro 9.2.1-3, solo uno presenta Seguimiento y Fiscalización, correspondiendo al Proyecto denominado "100% Saneamiento de la Cuenca de Santiago", el cual presenta 1 monitoreo y 6 informes de auditoría.

Asimismo, solo un proyecto presenta procesos sancionatorios, correspondiendo al Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo, el que presenta dos inicios de procesos sancionatorios resueltos, el primero corresponde a incumplimientos en virtud de lo detallado en el Cuadro 9.2.1-4.

Finalmente, existe un proyecto interregional del sector minero que no figura en el listado de los EIA analizados, se trata del proyecto "Expansión Andina 244", el cual se considera relevante en materia hídrica, debido a las observaciones que ha tenido por parte de algunas Municipalidades de la Región Metropolitana, relacionadas a los efectos del proyecto. Materias de preocupación han sido los efectos en distintos tipos de glaciares, así como los efectos de los relaves asociados, (por ejemplo, en las aguas subterráneas), de las canaletas, de los concentrados, y del uso y extracción de aguas. El titular del proyecto es la Corporación Nacional del Cobre, División Andina, y el EIA se encuentra actualmente en proceso de evaluación ambiental. Este proyecto tiene por objeto ampliar la capacidad de extracción y procesamiento de mineral de División Andina, para aumentar así la producción promedio anual de cobre fino en alrededor de cuatrocientas mil toneladas, alcanzando un total de seiscientos mil toneladas anuales. Las obras alcanzarían una extensión geográfica que va desde la cordillera de Los Andes

mayor efecto potencial en los recursos hídricos (agropecuario, energía, forestal, instalaciones fabriles varias, minería y saneamiento ambiental) y que tengan directa relación tanto en la calidad como cantidad de agua.

en las Regiones de Valparaíso y Metropolitana, hasta la Bahía de Quintero, en la Provincia de Valparaíso. En específico, la Región Metropolitana contempla una proporción menor de obras relacionadas con la explotación de la mina, que se encontraría ubicada en la comuna de Lo Barnechea de la Provincia de Santiago, correspondiente a un área que se encuentra intervenida previamente por las operaciones de Anglo American Sur S.A.; y que ya han sido evaluadas y aprobadas mediante Resolución Exenta N°3159/2007 de la Dirección Ejecutiva de la Comisión Nacional del Medio Ambiente (Proyecto "Desarrollo Los Bronces").El tranque de relaves y la planta de filtros se ubicarían en la comuna de Tiltil, Provincia de Chacabuco. La canaleta para el transporte de relaves, el sistema de agua recirculada, el concentraducto y las líneas eléctricas de 220 y 33 kB se localizarán en ambas regiones, involucrando en la Región Metropolitana a las comunas de Tiltil Colina, pertenecientes a la Provincia de Chacabuco. Parte del transporte de concentrado de cobre se realizará a través de la comuna de Tiltil, no obstante, sobre esto último el Proyecto no considera la construcción de obras ya que utilizará la infraestructura ferroviaria existente (CODELCO 2013, AMB-05).

CUADRO 9.2.1-1
DISTRIBUCIÓN DE PROYECTOS APROBADOS EN SEIA VINCULADOS A LOS RECURSOS HÍDRICOS, SEGÚN SUBCUENCA

SUBCUENCA	SECTOR PRODUCTIVO	Nº PROYECTOS
Estero Yali	Infraestructura Hidráulica	2
	Agropecuario	2
Estero Alhué	Minería	5
Río Maipo Bajo	Agropecuario	3
	Energía	2
Río Mapocho Bajo	Agropecuario	1
	Instalaciones Fabriles	11
	Saneamiento Ambiental	6
	Energía	2
	Minería	2
	Otros	1
	Infraestructura de Transporte	1
	Infraestructura Hidráulica	3
Río Mapocho Alto	Infraestructura Hidráulica	1
	Minería	1
Río Maipo Alto	Infraestructura Hidráulica	1
	Energía	3
Río Maipo Medio	Agropecuario	2
	Energía	2
	Instalaciones Fabriles	8
	Saneamiento Ambiental	1
	Infraestructura Hidráulica	1
TOTAL		**61**

Fuente: Elaboración propia en base a plataforma web http://www.sea.gob.cl/

CUADRO 9.2.1-2
RESUMEN PROYECTOS CON ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL SELECCIONADOS

Nº	Nombre	Link WEB	Comuna	Subcuenca	Titular	Inversión (MMU$)	Sector productivo	Tipología
1	Depósito de Relaves en Pasta Minera Florida	Ver	Alhué	Estero Alhué	Minera Florida Limitada	52, 0	Minería	Proyecto de desarrollo minero sobre 5.000 t/mes
2	Línea de arranque y Subestación eléctrica Neptuno	Ver	Estación Central-Lo Prado	Río Mapocho Bajo	Transelec Norte S.A.	21, 0	Energía	Líneas de trasmisión eléctrica de alto voltaje y sus subestaciones
3	Reconversión Tecnológica Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Cadellada	Ver	Lampa	Río Mapocho Bajo	Servicomunal S.A.	13, 1	Saneamiento Ambiental	Plantas de tratamiento de aguas de origen domiciliario que atiendan a una población igual o mayor a 2.500 habitantes
4	Línea de entrada a Alto Jahuel 2X500 kV Exp. 017/2010	Ver	Buin-San Bernardo	Río Maipo Medio	Transelec S.A.	9, 3	Energía	Líneas de transmisión eléctrica de alto voltaje
5	Planta de recuperación de cobre y molibdeno desde relaves	Ver	Tiltil	Río Mapocho Bajo	Codelco División Andina	130, 0	Minería	Proyecto de desarrollo minero sobre 5.000 t/mes
6	Interconexión Embalse El Yeso Acueducto Laguna Negra	Ver	San José de Maipo	Río Maipo Alto	Aguas Andinas S.A.	12, 0	Infraestructura Hidráulica	Acueductos
7	Líneas de Transmisión Eléctrica S/E Maitenes-S/E Alfalfal y Central Alfalfal II-S/E Alfalfal	Ver	San José de Maipo	Río Maipo Alto	AES GENER S.A	13, 0	Energía	Líneas de transmisión eléctrica de alto voltaje
8	Proyecto Centro de Gestión Integral de Biosólidos	Ver	Tiltil	Río Mapocho Bajo	Aguas Andinas S.A.	45, 0	Saneamiento Ambiental	Plantas de tratamiento y/o disposición de residuos sólidos de origen domiciliario, rellenos sanitarios y estaciones de transferencia que atiendan a una población igual o mayor a 5.000 habitantes
9	Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo Exp. N°105	Ver	San José de Maipo	Río Maipo Alto	Sociedad Alto Maipo SpA	700, 0	Energía	Centrales generadoras de energía mayores a 3 MW
10	Línea de Transmisión Eléctrica 220 kV Polpaico Confluencia	Ver	Colina-Lampa-Lo Barnechea-Tiltil	Río Mapocho Bajo- Río Mapocho Alto	Anglo American Sur S.A.	20, 0	Energía	Líneas de transmisión eléctrica de alto voltaje
11	100% Saneamiento de la Cuenca de Santiago	Ver	Maipú-Padre Hurtado	Río Mapocho Bajo	Aguas Andinas S.A.	420, 0	Saneamiento Ambiental	Plantas de tratamiento de aguas de origen domiciliario que atiendan a una población igual o mayor a 2.500 habitantes

Fuente: Elaboración propia en base a plataforma web http://www.sea.gob.cl/

CUADRO 9.2.1-3
OBJETIVOS DE PROYECTOS CON ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL SELECCIONADOS

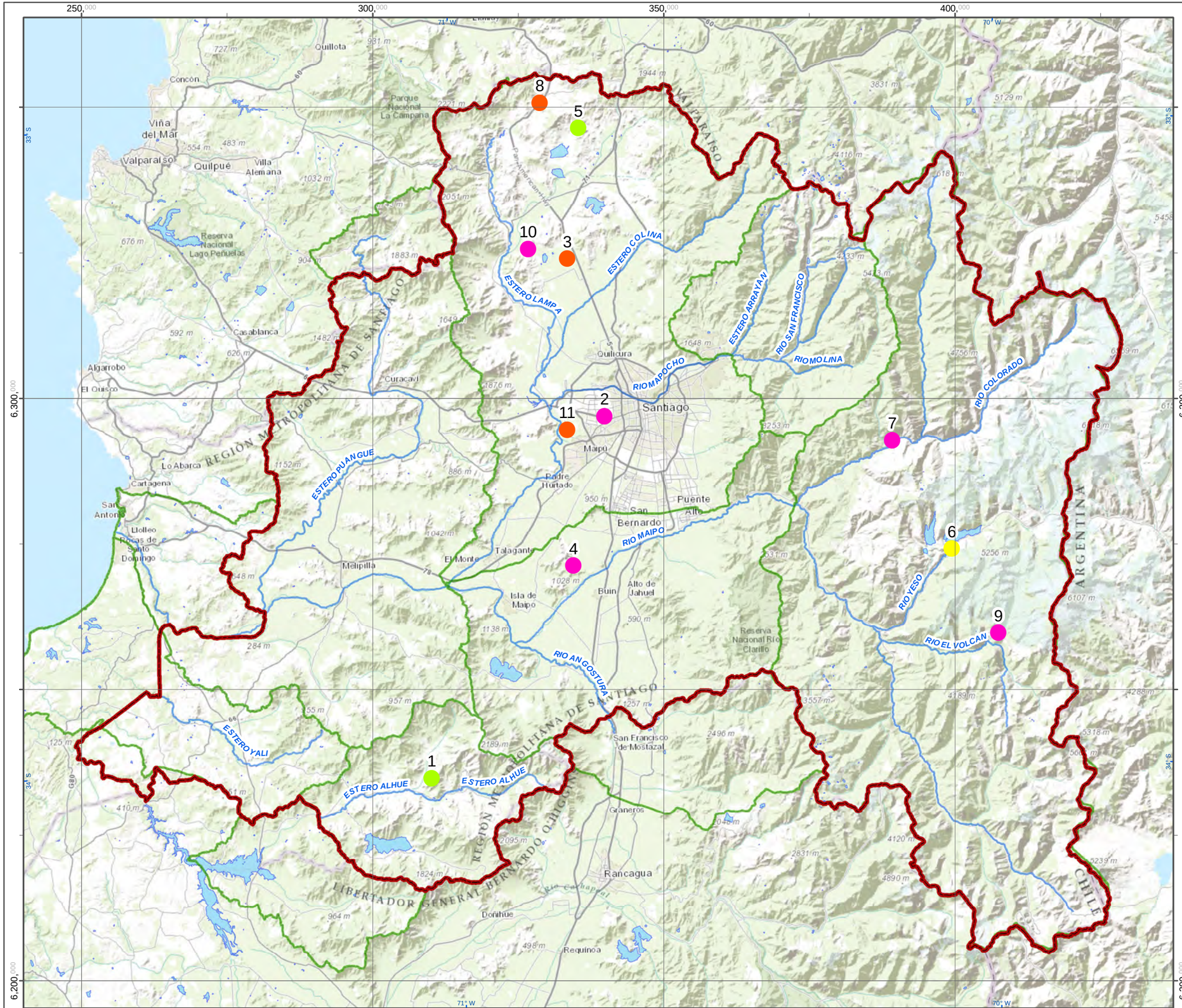
Nº	Nombre	Objetivo
1	Depósito de Relaves en Pasta Minera Florida	Asegurar la continuidad operacional de Minera Florida Ltda., mediante la construcción y operación de una nueva instalación para la disposición de relaves, correspondiente a un depósito de relaves en pasta, con una capacidad aproximada de almacenamiento para 21, 08 Mt.
2	Línea de arranque y Subestación eléctrica Neptuno	Construcción y operación de la Subestación Eléctrica (S/E Neptuno) y una línea de arranque de 2x220 kV de una longitud de 867 m, la cual conectará la energía eléctrica proveniente del seccionamiento de un circuito de la línea "Alto Jahuel – Cerro Navia 220 kV" de propiedad de TRANSELEC NORTE, en el tramo Chena – Cerro Navia, hasta la futura Subestación Neptuno.
3	Reconversión Tecnológica Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Cadellada	Desarrollar un sistema de tratamiento que provea una solución ambientalmente sustentable para tratar las aguas servidas de Colina y de parte de la localidad de Batuco. Dicha solución implica el desarrollo de una planta de tratamiento capaz de remover la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), nitrógeno (NKT), fósforo (P), coliformes fecales y sólidos suspendidos (SST), de las aguas servidas tributadas, según las exigencias normativas para la concesión sanitaria de SERVICOMUNAL S.A.
4	Línea de entrada a Alto Jahuel 2X500 kV Exp. 017/2010	Construir una línea de transmisión de energía eléctrica de 2x500 kV que se desarrolla desde una torre existente ubicada en el sector El Rodeo hasta la subestación eléctrica Alto Jahuel. Esta nueva línea tendrá una longitud de 11, 3 km. La obra de ampliación del sistema troncal permitirá mejorar la capacidad de transmisión de energía eléctrica a nivel comunal, regional y nacional, proporcionando una mayor confiabilidad al suministro eléctrico.
5	Planta de recuperación de cobre y molibdeno desde relaves	Recuperar parte del cobre y molibdeno contenidos en los relaves de flotación provenientes de la planta concentradora de la División Andina de Codelco-Chile, antes de su disposición en el Tranque de relaves Ovejería que opera esta División en la Comuna de Tiltil, Región Metropolitana, permitiendo con ello optimizar el proceso global de la División.
6	Interconexión Embalse El Yeso Acueducto Laguna Negra	Asegurar el suministro de Agua Potable de Santiago, conectando la mayor fuente de aprovisionamiento de agua de la Región Metropolitana, con el principal complejo de producción de Agua Potable de Santiago.
7	Líneas de Transmisión Eléctrica S/E Maitenes-S/E Alfalfal y Central Alfalfal II-S/E Alfalfal	Habilitar la conexión eléctrica del Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo (PHAM), específicamente de las centrales Alfalfal II y Las Lajas, al Sistema Interconectado Central (SIC).
8	Proyecto Centro de Gestión Integral de Biosólidos	Construir y operar, en tres etapas, una instalación para manejar, acondicionar, almacenar, reusar (interna o externamente) y dar disposición final a los biosólidos provenientes de plantas de tratamiento de aguas servidas.
9	Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo Exp. N°105	Generación de energía eléctrica mediante la construcción y operación de dos centrales de pasada en serie hidráulica, centrales Alfalfal II y Las Lajas, que en conjunto generarán una potencia máxima de 531 MW, para entregarla al Sistema Interconectado Central (SIC) a través de un sistema de transmisión, conectado a una subestación. Cabe señalar que el sistema de transmisión no forma parte del proyecto sometido a evaluación.
10	Línea de Transmisión Eléctrica 220 kV Polpaico Confluencia	Aumentar la potencia eléctrica disponible en la faena minera de División Los Bronces de Anglo American Sur S.A., de manera de satisfacer la demanda de energía eléctrica futura necesaria para la operación de la faena. La potencia eléctrica de diseño de la línea proyectada es de 300 MVA.
11	100% Saneamiento de la Cuenca de Santiago	Construcción y operación de una Planta de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS) Mapocho que permitirá el saneamiento de la cuenca del Gran Santiago.

Fuente: Elaboración propia en base a plataforma web http://www.sea.gob.cl/

CUADRO 9.2.1-4
PROCESOS SANCIONATORIOS PROYECTO HIDROELÉCTRICO ALTO MAIPO

Detalle Proceso de Sanción	Detalle incumplimiento RCA 256/2009	Sanción
Se da inicio al primer proceso sancionatorio iniciado mediante Resolución. Exenta Nº 513 del 27/11/2012 de la Comisión de Evaluación R.M. Solicitado por el Servicio Agrícola y Ganadero R.M.	Incumplimiento considerandos N° 4, 10.4 y 12. Presencia de trabajos de postación, provocando remoción de flora nativa, alterando hábitat y fauna nativa en categoría de conservación, afectando las características físicas del suelo, generando impactos ambientales no previstos en el proyecto evaluado.	Se resolvieron ambos procesos de sanción mediante Resolución Exenta Nº 395 de fecha 16 de agosto del 2013 de la Comisión de Evaluación RM, a través de la cual se sancionó a la empresa AES GENER S.A., con una multa de 1.000 UTM.
Se da inicio al segundo proceso sancionatorio iniciado mediante Resolución Exenta Nº 168 del 15/04/2013 de la Comisión de Evaluación R.M. Solicitado por la Dirección Regional de Aguas R.M.	Incumplimiento considerandos 4.4.1.5 y 6.1.1. Sitio de acopio marina N°2-Volcán V6 se instaló en un área que cruza una vega colindante a la ladera del cerro que está bajo el glaciar Mesón Alto. Incumplimiento 7.1.3. Se realizó cruce de cauces con obras de arte y corte de vegas por acopios de material, específicamente Marina N°2.	

Fuente: Catastro de Centrales Hidroeléctricas Región Metropolitana, Seremi Medio Ambiente (2013).



LEYENDA

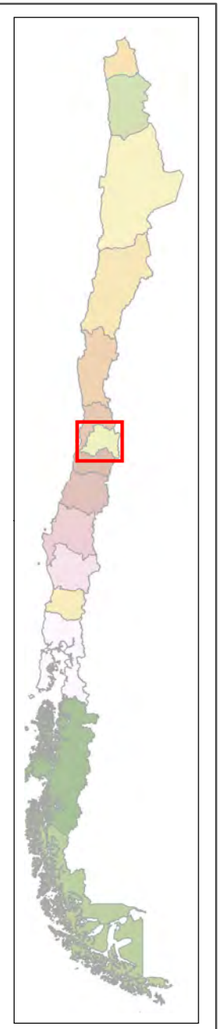
ID	Nombre Proyecto	Título
1	Depósito de Relaves Minera Florida	Minera Florida Limitada
2	Línea de arranque y Subestación eléctrica Neptuno	TRANSELEC NORTE S.A.
3	Reconversión Tecnológica PTAS La Cadellada	SERVICOMUNAL S.A.
4	Línea de entrada Alto Jahuel	TRANSELEC S.A.
5	Planta de recuperación de cobre y molibdeno	Codelco División Andina
6	Interconexión Embalse El Yeso Acueducto Laguna Negra	Aguas Andinas S.A.
7	LÝneas de Transmisión Eléctrica Maitenes- Alfalfal y Alfalfal II-Alfalfal	AES GENER S.A
8	Proyecto Centro de Gestión Integral de Biosólidos	Aguas Andinas S.A.
9	Proyecto HidroelÚctrico Alto Maipo	Sociedad Alto Maipo SpA
10	Línea de Transmisión Eléctrica Polpaico Confluencia	Anglo American Sur S.A.
11	100% Saneamiento de la Cuenca de Santiago	Aguas Andinas S.A.

SIMBOLOGÍA

EIAs Analizados

Sector productivo

- Energía
- Infraestructura Hidráulica
- Minería
- Saneamiento Ambiental
- Límite Regional RM
- Límites Sub Cuencas
- Lagos, Lagunas, Embalses
- Hidrografía Principal



ARRAU Ingeniería E.I.R.L.

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
Región Metropolitana

SISTEMA DE INFORMACIÓN TERRITORIAL

DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL ANALIZADOS

Fuente Cartográfica: Instituto Geográfico Militar, 2009 Cartografía Regular, 1:250.000 Fuente Temática: Elaboración propia a partir de SEA	ESCALA 1:650,000 0 2.5 5 10 15 20 Km	Directora Regional Carmen Herrera Indo Inspector Fiscal Francisco Salazar Aragón
Referencia Cartográfica: Proyección UTM DATUM WGS84 HUSO 19 Sur	Fecha: Noviembre 2015	*FIGURA 9.2.1-1*

9.2.2. Compromisos Ambientales

Se revisaron las Resoluciones de Calificación Ambiental (RCA) de los EIA seleccionados, a fin de indicar las principales medidas (mitigación, compensación, etc.) relacionadas con el recurso hídrico. El Cuadro 9.2.2-1 muestra los resultados de esta revisión.

Adicionalmente, se revisaron los Informes Consolidados de Evaluación de Impacto Ambiental (ICE) de los 11 EIA en estudio, a fin de identificar los compromisos ambientales **voluntarios** establecidos por los titulares. Cabe señalar que se consideraron aquellos compromisos que fueran declarados explícitamente en el ICE, normalmente como un acápite especial de este informe.Así, se constató que solo un Proyecto declara compromisos ambientales, correspondiendo a la "Línea de entrada a Alto Jahuel 2X500 kV Exp. 017/2010", que señala como compromiso ***aportar con investigación al conocimiento y comprensión de la biodiversidad y de los recursos naturales*** *que alberga este cerro isla, caracterizado por su fragilidad y fuertemente presionado por las actividades humanas, por lo que el titular dará continuidad a un estudio realizado por la PUC.*

CUADRO 9.2.2-1
COMPROMISOS AMBIENTALES VINCULADOS AL RECURSO HÍDRICO DE PROYECTOS CON EIA EN ESTUDIO

Nº	PROYECTO	COMPROMISOS VINCULADOS AL COMPONENTE HÍDRICO
1	Depósito de Relaves en Pasta Minera Florida	Medidas de Contingencia Calidad de Aguas En caso de detectar alteraciones en al menos uno de los pozos SEH-13, SEH-14, y SEH-19, alcanzando un 75% del valor de la N.Ch. 1.333/78 en 3 mediciones consecutivas de los parámetros indicado se realizarán las siguientes acciones: a) se identificará el peligro (este paso consiste en la posibilidad de que exista una infiltración de aguas contactadas en el área no impermeabilizada del depósito, correspondiente a un sector de vulnerabilidad media), b) se analizará el riesgo, este paso consiste en la evaluación mediante el uso de los datos disponibles de los monitoreos definidos), c) control del riesgo mediante un plan de mitigación y remediación que consiste en habilitar uno o más pozos de bombeo para extraer las aguas contaminadas, las que serán bombeadas al proceso hasta que los muestreos indiquen que ya no existe contaminación definidos anteriormente, d) análisis para ubicar el o los pozos de bombeo necesarios, e) la información de contingencia debido a una alerta temprana será remitido a las siguientes entidades competentes: Dirección General de Aguas (DGA), Seremi de Medio Ambiente, Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN) y Seremi de Salud, sin perjuicio de su envió a la Superintendencia de Medio Ambiente, informándoles de las características y magnitud de la emergencia, así como de las medidas adoptadas para su control. Condiciones o Exigencias Específicas respecto a la Hidrogeología, Hidrología y Aguas Subterráneas • El Titular señala que la restitución de las quebradas se materializará siguiendo aproximadamente los trazados originales de las dos quebradas más importantes del sector del depósito (Los Culenes y El Tigre), mediante una sección trapezoidal de ancho variable entre 30 y 44 m de ancho, revestida de mampostería de piedra cementada, de manera que las aguas escurran sin socavar, evitando así el contacto del caudal de las quebradas con el relave estabilizado. Lo que impedirá que se produzca erosión. No obstante, el Titular verificará mediante la medida de inspección periódica de la obra de reposición de quebradas que forma parte del plan de seguimiento y monitoreo. • Se impermeabilizará, además de las 28 ha propuestas por el Titular en la fase de operación, que incluye una marcha blanca, las zonas que se van a sepultar de las quebradas Los Culenes y El Tigre, al interior del depósito de pasta, ya que estas zonas presentan una mayor posibilidad de transportar migraciones de aguas claras. • El Titular realizará los ensayos correspondientes de concentración de finos desde la planta de espesado tanto en la etapa de marcha blanca y una vez finalizada esta fase. En el caso de la fase de operación normal (después de marcha blanca), realizará ensayos mensuales cuyos resultados serán remitidos a la DGA RMS dentro de los primeros 5 días hábiles desde obtenido el resultado. Si y solo si, en casos de emergencias u otras circunstancias las cuales deben estar expresamente autorizadas por los Organismos competentes, no se cumple con lo señalado, es decir, el relave pierde las características de pasta, se podrá disponer en el depósito. En los casos contrarios, no se podrá disponer relave en el depósito proyectado, ya que éste fue evaluado para la condición de relaves en pastas y no otra condición (ejemplo: tranque de relave convencional). Medidas de Mitigación Impactos Componente Agua • Respecto de los impactos ocasionados sobre el componente ambiental Agua, referidos al manejo de las aguas lluvias, el Titular deberá dar cumplimiento al D.F.L. N° 1.122, publicado el 29 de octubre de 1981, Ministerio de Justicia. Código de Aguas. Se refiere a las modificaciones necesarias en cauces naturales o artificiales, con motivo de la construcción de obras públicas, urbanizaciones, edificaciones y otras obras en general. Modificado por Ley N° 20.017, publicada el 16 de junio de 2005 y por Ley N° 20.099, publicada el15 de mayo de 2006, ambas del Ministerio de Obras Púbicas. • Respecto de los impactos ocasionados sobre el componente ambiental Agua, referidos al manejo de las aguas superficiales, el Titular deberá implementar las siguientes medidas: a) de realizar modificaciones a cauces naturales o artificiales, con motivo de las construcción de obras, que puedan causar daño a la vida, salud o bienes de la población, que de alguna manera alteren el régimen de escurrimiento de las aguas, deberán ser aprobadas previamente a su construcción por la Dirección General de Aguas, según lo establecido en sus artículos 41° y 17 J 0 del Código de Aguas. • El Titular se obliga durante la fase construcción, operación y cierre a realizar un monitoreo semestral de la calidad del agua superficial. Las variables a monitorear serán las exigidas en la N.Ch 1.333 Of.78 Modif. 87. Su duración y frecuencia será semestral para la fase de construcción y operación. Además, se considera un monitoreo puntual durante la construcción dela obra de descarga. • Respecto de los impactos ocasionados sobre el componente ambiental Agua, referidas a Residuos Líquidos, el Titular se obliga a dar cumplimiento al Decreto Supremo N°594/1999 del Ministerio de Salud, sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo, o el que lo reemplace.

CUADRO 9.2.2-1
COMPROMISOS AMBIENTALES VINCULADOS AL RECURSO HÍDRICO DE PROYECTOS CON EIA EN ESTUDIO
(Continuación)

Nº	PROYECTO	COMPROMISOS VINCULADOS AL COMPONENTE HÍDRICO
2	Línea de arranque y Subestación eléctrica Neptuno	Medidas de Prevención de Riesgos de Derrame de Residuos Peligrosos • Instalación de una Bodega de Acopio Temporal (BAT) de residuos peligrosos a generarse durante la fase de construcción. Los residuos peligrosos almacenados, se mantendrán por un plazo máximo de 6 meses, período en el cual serán llevados a sitios de disposición final autorizados. Medidas de Control de Accidentes • El titular cuenta con un Reglamento de Higiene y Prevención de Riesgos. Este plan incorpora las normas que deberán cumplir las empresas Contratistas y Subcontratistas en materia de prevención de riesgos y de salud en el trabajo para contribuir a prevenir y a evitar los accidentes laborales y enfermedades profesionales que comprometan tanto los recursos humanos como materiales de esta empresa. • Los tambores de aceite dieléctrico vacíos serán almacenados en sitio de almacenamiento transitorio y posteriormente transportados por una empresa autorizada a sitios de disposición final que cuenten con aprobación de la Autoridad Sanitaria. Medidas Mitigación Componente Agua, referido al manejo de aguas servidas • Dar cumplimiento al Decreto Supremo W594/1999 del Ministerio de Salud, sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo, en lo referido a la responsabilidad del titular la instalación, mantenimiento y limpieza delos servicios higiénicos provisorios y baños químicos durante la fase deconstrucción del proyecto. Medidas Mitigación Componente Agua, referido a los RILes • El titular deberá dar cumplimiento del Decreto Supremo W594/1999 del Ministerio de Salud, sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo. • El lavado de las canoas de los camiones mixer se realizará fuera de las instalaciones de Metro S.A., en un lugar autorizado para esta actividad. • Los residuos líquidos generados en esta fase, serán acopiados temporalmente en contenedores, para luego ser retirados por una empresa autorizada por la Autoridad Sanitaria y llevados a un sitio de disposición final autorizado. Medidas Mitigación Componente Agua, referido a las aguas lluvias Los proyectos de pavimentación y de soluciones de aguas lluvias de vías públicas, previo a su ejecución deberán ser presentados a revisión y aprobación en el SERVIU Metropolitano, teniendo presente la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones y la Ordenanza del Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS). En este contexto, se debe tener presente lo expuesto por el SERVIU Metropolitano en su Ord. N°1394 del 14 de Febrero de 2012, en relación a resguardar la faja vial asociada a la Avenida Las Torres en el contexto del proyecto de Ingeniería "Conexión Vial Las Torres Ruta 68".
3	Reconversión Tecnológica Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Cadellada	Medidas Mitigación Componente Agua, referidos a la generación de residuos líquidos • En cuanto a las aguas servidas que se generen en la fase de construcción, el titular deberá instalar baños químicos, conforme a lo siguiente: el número mínimo de artefactos se calculará en base a la tabla del art. 23 del D.S. N° 594/00 MINSAL, los baños químicos no podrán estar instalados a más de 75 m del área de trabajo, se deberá acreditar el punto de descarga de las aguas servidas, manteniendo en las obras copia de la factura u otro documento que acredite la disposición adecuada de los mismos y/o copia del Convenio del Uso de Colectores suscrito con la respectiva empresa sanitaria, que autoriza dicha descarga. • Las aguas tratadas se descargarán usando un emisario al canal sin nombre que se ubica al norte del Tranque San Rafael, según se indica en plano del Anexo 13del EIA. La composición de estas aguas deberán cumplir con los límites establecidos en la Tabla 3 del D.S.90/00 del MINSEGPRES, que establece los límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua lacustre. • De igual manera la descarga del efluente en el wetland deberá cumplir la tabla 3 del citado Decreto Supremo. • En relación a la descarga de la planta de tratamiento, la cual será conducida mediante canal hacia el Humedal de Batuco, será responsabilidad del titular, controlar en todo momento las condiciones de la descarga, de tal manera que las aguas allí dispuestas escurran libremente sin estancamientos ni acumulación de sedimentos que puedan generar problemas sanitarios tales como olores, atracción de vectores, etc. En relación a lo anterior, se debe tener en cuenta lo establecido en el D.S. 90/2000, articulo 3.4, donde se indica que los cuerpos receptores deben cumplir con las condiciones de escurrimiento normal, requeridas para un régimen de descarga continuo del efluente tratado.

CUADRO 9.2.2-1
COMPROMISOS AMBIENTALES VINCULADOS AL RECURSO HÍDRICO DE PROYECTOS CON EIA EN ESTUDIO
(Continuación)

Nº	PROYECTO	COMPROMISOS VINCULADOS AL COMPONENTE HÍDRICO
4	Línea de entrada a Alto Jahuel 2X500 kV Exp. 017/2010	Medidas sobre Aguas Servidas • El Titular se compromete a cumplir lo dispuesto en D.S. N° 594/1999, Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en Los Lugares de Trabajo. Medidas sobre Residuos Líquidos Industriales • Los RILes se generarán producto del lavado de canoas, disponiéndose en tambores tapados o contenedores estancos, los que serán retirados desde los frentes de trabajo una vez a la semana. Éstos serán trasladados hasta la instalación de faena, donde se depositarán en un sistema de contención estanco. Finalmente, serán retirados por la misma empresa que realiza la extracción de aguas de los servicios higiénicos.
5	Planta de recuperación de cobre y molibdeno desde relaves	Sobre la generación y manejo de aguas servidas • El titular se obliga a instalar, durante la fase de construcción del proyecto, baños químicos de acuerdo a lo dispuesto en D.S N° 594/1999, Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo. • Para el diseño del sistema de tratamiento de aguas servidas, el titular deberá considerar un coeficiente de recuperación de 1, 0. Además, el cálculo del sistema deberá considerar un 20% de su capacidad por concepto de acumulación de lodos. • El titular del proyecto deberá contar con un sistema de infiltración paralas aguas tratadas provenientes de la planta que considere al menos el 50%del efluente, esto como método de seguridad en caso de que dicho efluente no pueda ser utilizado para riego. El Proyecto contempla como parte de su diseño la construcción de sistemas de contención de derrames al interior de la planta de procesos.
6	Interconexión Embalse El Yeso Acueducto Laguna Negra	Fase de construcción • A fin de compensar la interrupción temporal del suministro de agua a la majada ubicada en el Km 18, 3, el titular se compromete a instalar un estanque de 500 L con una tubería de PVC y llave de paso. El estanque será instalado una altura tal que provea la presión suficiente para suministra agua a la llave. El estanque será abastecido con agua por un camión aljibe con la frecuencia suficiente para asegurar una dotación de 100 L/ha/día y 5 L/animal/día. Adicionalmente se le entregará agua envasada en bidón de 20 L para su consumo con la frecuencia y cantidad necesaria para el consumo diario. Otras Exigencias al Proyecto • El titular deberá, previo a la fase de operación, presentar ante la Dirección de Obras Hidráulicas, Región Metropolitana (DOH RM) y Dirección General de Aguas Región Metropolitana (DGA RM), los Términos de Referencia para la realización de un estudio de cargo del Titular, que proponga verificar los probables efectos del proyecto sobre el equilibrio sedimentológico en la cuenca del Río Maipo, y un Plan de Monitoreo de verificarse efectos sobre el equilibrio sedimentológico. La metodología del señalado estudio deberá ser acordada con la DOH RM y DGA RM, al igual que el Plan de Monitoreo de requerirse. • En términos ambientales, y según los análisis entregados por el Titular durante el proceso de evaluación del Estudio, se establece un caudal ecológico en la descarga del Embalse el Yeso de 0, 5 m^3/s. Esta agua deberá escurrir desde este punto y aguas abajo, bajo toda condición, exceptuando aquellas situaciones que la ley establezca como extraordinarias. Al respecto, se hace presente al titular que, la condición de caudal ecológico establecida, no puede afectar el ejercicio de derechos de aprovechamiento de aguas, ni sus condicionantes, establecidas en términos sectoriales por el Código de Aguas. Esto, por cuanto existe un caudal ecológico ubicado aguas abajo del Embalse El Yeso, por 0, 82 m^3/s, el cual debe ser siempre respetado en los términos establecidos en ese mismo cuerpo legal.
7	Líneas de Transmisión Eléctrica S/E Maitenes-S/E Alfalfal y Central Alfalfal II-S/E Alfalfal	• En los frentes de trabajo se instalarán baños químicos, los cuales serán mantenidos y retirados por una empresa especializada y autorizada para realizar este tipo de actividades, la cual llevará un registro de las mantenciones realizadas a dichas instalaciones. Se procederá a informar oportunamente a la SEREMI de Salud el nombre de la empresa a la que se le adjudicará el servicio de baños químicos. Por su parte, durante la fase de construcción y operación de la ampliación de la S/E Alfalfal, se emplearán las instalaciones sanitarias existentes en la Central Alfalfal, la cual se encuentra aledaña a la mencionada subestación.

CUADRO 9.2.2-1
COMPROMISOS AMBIENTALES VINCULADOS AL RECURSO HÍDRICO DE PROYECTOS CON EIA EN ESTUDIO
(Continuación)

Nº	PROYECTO	COMPROMISOS VINCULADOS AL COMPONENTE HÍDRICO
8	Proyecto Centro de Gestión Integral de Biosólidos	Medidas de Mitigación Calidad del Suelo y Aguas subterráneas • Mantener periódicamente el buen estado de las cancha de secado del CGIB y reparar permanentemente cualquier tipo de fisuras, baches y otros desperfectos que puedan comprometer las características de impermeabilidad de las obras. Al respecto, el titular deberá contar en el CGIB, con un registro de las mantenciones y/o reparaciones realizadas. • Tratar los líquidos percolados generados en las canchas de secado y acopio temporal, en los monorrellenos y en el área de lavado de camiones del CGIB. Para tal efecto, el efluente de la planta de tratamiento siempre deberá cumplir con los límites establecidos en la Tabla Nº1 del D.S. 90/2000, para luego utilizar las siguientes alternativas de eliminación o reuso: a) Riego de plantaciones de espinos al interior del CGIB. Para este caso, el efluente deberá cumplir además, con los límites señalados para agua de riego de la N.Ch. Nº 1.333/1987 del INN. Para tal efecto, el titular podrá diluir el efluente tratado con las agua provenientes del tranque de aguas lluvia, de manera de cumplir con los parámetros de la norma señalada. b) Lavado de camiones. Para tal efecto, las aguas utilizadas en el área de lavado de camiones se deberán captar y conducir nuevamente a la planta de tratamiento de líquidos percolados. c) Descarga a la "Quebrada Los Perales". En el caso y si por alguna razón justificada, el efluente de la planta de tratamiento de líquidos percolados no pudiera ser utilizada para riego, el titular podrá utilizar esta alternativa, cumpliendo con los límites establecidos con Tabla Nº1 del D.S. 90/2000. Considerando que el efluente de la planta de tratamiento de líquidos percolados no podrá ser diluido previo y durante su descarga, el titular deberá tramitar, previa y sectorialmente, los permisos asociados al punto de descarga, específicamente si su diseño contempla la regularización o defensa del cauce natural. Adicionalmente, como dicho punto de descarga corresponde a una quebrada seca, el titular deberá adecuar sus obras de descarga con el objetivo de evitar el estancamiento en el suelo del efluente tratado. • Se prohíbe trasladar el efluente de la planta de tratamiento de percolados hacia el tranque de acumulación de aguas lluvia. Sin perjuicio de lo anterior, esta Comisión precisa que el titular deberá cumplir durante la **fase de operación**, con los siguientes criterios de restricción, como medida de **mitigación** por los efectos adversos a la calidad del suelo y eventualmente al agua subterránea producto de la aplicación de biosólidos previamente acondicionados en el CGIB: o No aplicar biosólidos en suelos a menos de 15 m de un área que cuente con recursos para bebida animal. Lo anterior, mientras no exista una regulación al respecto, momento en que se deberá cumplir a cabalidad con la normativa oficial. o Implementar la disposición final inmediata en monorrellenos del CGIB de los biosólidos que se encuentren en proceso de secado o almacenamiento temporal, que en una situación de evento no deseado, tales como lluvia intensa, sismos de gran magnitud, entre otras, generen o puedan generar aportes de contaminantes al suelo o la napa subterránea. • Con el objeto de dar seguimiento a la implementación de las medidas ambientales estipuladas en la RCA, la empresa Aguas Andinas S.A. deberá implementar, a su costa, una Auditoría Ambiental Independiente, la cual se deberá desarrollar hasta la culminación de todas las fases vinculadas con el proyecto. Además, deberá informar del estado de avance del proyecto y proponer alternativas de solución para los casos en que se detecten impactos no previstos durante el proceso de evaluación del proyecto; se detecten impactos de magnitud distinta a la prevista durante el proceso de evaluación del proyecto; las medidas señaladas en la presente Resolución no sean adecuadas; y/o se genere alguna contingencia que pudiere significar riesgo para el medio ambiente. Medidas Plan de Seguimiento Calidad del suelo y Aguas Subterráneas • Construir y habilitar los 10 piezómetros señalados en el plano Nº 1 del Anexo 1.4 dela Adenda 1. • Monitorear e informar el nivel y la calidad del agua subterránea previo a la construcción de cada monorrelleno. Para el análisis de la calidad de agua subterránea se deberá considerar la medición de los siguientes parámetros: _ Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5), (mg/L). _ Aceites y Grasas, miligramos/litros. _ Nitrito, miligramos/litros. _ Nitrato, miligramos/litros. _ Nitrógeno Total Kjeldahl (NKT), (mg/L). _ Plomo, miligramos/litros. _ Residuo Sólido Filtrable, (mg/L). _ Sulfato, miligramos/litros. • La medición del nivel del agua subterránea tendrá una periodicidad mensual durante la fase de construcción y deberá iniciarse a lo menos seis meses antes de la construcción del monorrelleno. Respecto a la medición de la calidad de agua se deberá realizar una sola muestra tres meses antes de la construcción del monorrelleno. • Monitorear seis meses antes del inicio de la operación, y con una frecuencia trimestral, las aguas subterráneas, considerando los parámetros establecidos en el D.S. Nº 735, del MINSAL, de 1969 sobre "Requisitos del Agua Destinados al Consumo Humano". • Mantener permanentemente un registro diario de la cantidad de agua afluente y efluente de la planta de tratamiento de percolados.

CUADRO 9.2.2-1
COMPROMISOS AMBIENTALES VINCULADOS AL RECURSO HÍDRICO DE PROYECTOS CON EIA EN ESTUDIO
(Continuación)

Nº	PROYECTO	COMPROMISOS VINCULADOS AL COMPONENTE HÍDRICO
8	Proyecto Centro de Gestión Integral de Biosólidos	Otras medidas, condiciones o exigencias específicas • En caso de utilizar recursos que afluyen al embalse Rungue, se deberá implementar un programa de monitoreo para medir los impactos sobre el sistema de regadío involucrado. En tal caso se deberá implementar un registro con las fechas y los volúmenes de aguas captadas por el tranque de aguas lluvia consignados por el proyecto y los caudales utilizados, de manera de poder relacionar esta información con la variación de las precipitaciones y la disponibilidad del recurso en el Sistema de Riego del Embalse Rungue. • Sobre el medio humano y la relación de la empresa con la comunidad, el titular deberá cumplir con las siguientes medidas: a) entregar en dominio un camión limpia fosa nuevo a la Ilustre Municipalidad de Tiltil, el cual permitirá mejorar el sistema de limpiezas de fosas sépticas de la comuna. Este camión u otro camión municipal, que cumplan con la normativa vigente, podrán descargar en la planta de tratamiento de aguas servidas de Tiltil, sin costo. Los camiones sólo transportarán lodos de origen doméstico y no excederán los diez camiones diarios. b) Mientras no se construya la solución definitiva de agua potable para la localidad de Montenegro, el titular enviará un camión aljibe con agua potable para dicho poblado. La cantidad de agua que será suministrada por este medio será de 30 m^3diarios. Además, la empresa aportará a la I. Municipalidad de Tiltilun fondo para financiar el agua potable que se envía en camiones aljibes a la localidad de Montenegro, equivalentes a 10.000 m^3 anuales, según las tarifas de agua potable vigentes para cada año. c) El Titular financiará un estudio de ingeniería para diseñar la solución de alcantarillado y disposición de aguas servidas para la localidad de Montenegro. Para la localidad de Rungue deberá realizará un estudio que determine el mejoramiento del actual sistema de alcantarillado y disposición de sus aguas servidas y la factibilidad de descargarlas al estero Rungue cumpliendo la normativa vigente. d) Para la planta de tratamiento de aguas servidas de la localidad de Polpaico, el titular financiará un estudio para determinar los mejoramientos necesarios para que la planta de tratamiento cumpla el D.S N°90/2000, y la viabilidad para descargar sus efluentes al curso receptor más cercano.
9	Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo Exp. N°105	Fase de Construcción • El emplazamiento de los puentes se realizará minimizando la intervención del cauce. • Las aguas servidas y residuales tratadas provenientes de los campamentos de trabajo e instalaciones de faenas, serán reutilizadas en los procesos de construcción o bien, empleadas para el riego de superficies. La disposición de las aguas residuales tratadas, se hará exclusivamente en temporada invernal, pues se prevé que el resto del año, dichas aguas serán reutilizadas. • Se privilegiará que las obras en cauces sean realizadas a fin de la temporada de verano y comienzos de otoño; época del año en que el cauce de los ríos se presenta reducido, dejando expuesta una mayor área del cauce, permitiendo que la construcción de las obras en la caja de los ríos se realice, principalmente, sobre "terreno seco" y no sobre el "ancho mojado". • Se restringirán al mínimo posible la ejecución de faenas en la ribera de ríos y esteros, procurando además que el acopio de materiales de construcción (tubos, hormigones, otros), maquinarias y estacionamiento temporal de camiones no se realice en las riberas de los ríos. La programación del contratista procurará que las obras en cauces tengan una corta duración y una expresión espacial reducida. • Mientras se ejecuten los trabajos en cauces se exigirán precauciones especiales para prevenir derrames accidentales, tales como: prohibir el acopio de tambores de lubricantes en el cauce o próximo a él, y prohibir el estacionamiento de maquinarias en el cauce. • Las lagunas Negra y Lo Encañado en su condición de "zonas de restricción", tendrán restricción de acceso para los trabajadores y se coordinará con la empresa Aguas Andinas S.A. la utilización del camino de acceso a la zona. • La programación del Contratista procurará que las obras en cauces tengan una corta duración y una expresión espacial reducida. • Se minimizará la ejecución de faenas en cauces, procurando que las piezas que conformarán el atravieso sean ensambladas en otros sitios habilitados y trasladadas posteriormente al momento de ejecutar la faena de construcción. Fase de Operación • La principal acción de protección ambiental para los cursos de aguas intervenidos por el PHAM es la mantención de un caudal ecológico (Qe) aprobado por la DGA, para toda la vida útil del proyecto. Para el caso del PHAM, además de los criterios hidrológicos, el análisis del Qe ha incluido información biológica necesaria para la mantención de la biota acuática asociada a los cursos de agua. Respecto del Qe, el titular se obliga a implementar las siguientes medidas: a) el titular instalará estaciones fluviométricas en el Estero La Engorda, en su confluencia con el Río Volcán, y en el Río Yeso a la altura del puente proyectado; b) para verificar las condiciones del cauce en el tamo analizado del Río Yeso, definido como área sensible, el Titular efectuará una corrida de aforos mensuales durante un año, previo a la operación del proyecto y posterior a ésta. Sin perjuicio de lo anterior, se establece que el titular deberá instalar estaciones fluviométricas con tecnología de transmisión satelital. Dichas estaciones serán operadas por la DGA y la información de caudales estará disponible en línea a través de la página web de dicho servicio. Esta instalación deberá efectuarse al menos un año antes de la entrada en operación de la central, con la finalidad de generar las curvas de descarga en los puntos de medición. Respecto del Canal El Manzano, el titular se obliga a cumplir a cabalidad las estipulaciones del convenio firmado con fecha 9 de diciembre del año 2008 entre la Comunidad de Aguas el Manzano y el titular, respecto de la mantención de los canales administrados por la referida organización de usuarios.

CUADRO 9.2.2-1
COMPROMISOS AMBIENTALES VINCULADOS AL RECURSO HÍDRICO DE PROYECTOS CON EIA EN ESTUDIO
(Continuación)

Nº	PROYECTO	COMPROMISOS VINCULADOS AL COMPONENTE HÍDRICO
10	Línea de Transmisión Eléctrica 220 kV Polpaico Confluencia	El Proyecto requiere suministrar agua potable al personal que participará en las actividades constructivas y requiere manejar aguas servidas. Para las actividades de construcción y operación en los frentes de trabajo, se contempla suministrar agua potable embotellada a los trabajadores. Se considera una dotación de agua potable durante la fase de construcción de aproximadamente 60 a 100 L/día/persona. El Proyecto contempla una planta de tratamiento de aguas servidas de tipo modular para 150 personas aproximadamente, instalada junto al campamento móvil; su efluente será empleado en humectación de caminos. Los lodos que generará la planta de tratamiento de aguas servidas serán dispuestos en un lugar que cuente con las respectivas autorizaciones de la Autoridad Sanitaria de la Región Metropolitana, cumpliendo con las condiciones de humedad necesarias para una adecuada disposición.
11	100% Saneamiento de la Cuenca de Santiago	• Utilizar baños químicos de acuerdo a requerimientos de la autoridad sanitaria. Respecto de esta medida el titular instalará, mantendrá y limpiará los servicios higiénicos provisorios, a saber, baños químicos y duchas con recinto de vestuario para la totalidad de trabajadores durante la fase de construcción del proyecto para cumplir con las disposiciones establecidas en el D.S. N° 594/99, del Ministerio de Salud. • El titular mantendrá, en el lugar de los trabajos y durante todas las etapas del proyecto, un suministro de agua potable destinada al consumo humano y las necesidades básicas de higiene y aseo personal, de uso individual o colectivo, de tal manera que cada uno de los trabajadores disponga de una dotación mínima de agua por persona y por día. • Presentar a la Dirección General de Aguas, RM y CONAMA RM, previo a la intervención temporal de canales de regadío, la autorización de las respectivas Asociaciones de Canalistas afectados. Sin perjuicio de lo anterior, esta Comisión establece que el titular estará obligado a implementar las siguientes medidas de compensación: ❖ Restituir en igual cantidad las aguas que actualmente son descargadas al río Mapocho, las cuales serán recolectadas para su tratamiento y disposición final mediante las obras que forman parte del presente proyecto. Esta medida tiene por objeto no afectar el caudal captado de los canales Bombilla, Romero, Castillo, Santa Cruz, Esperanza Bajo, Esperanza Alto y Las Mercedes, los que proveen de agua para riego. Para estos efectos, el titular se obliga a construir, a su costa, las obras civiles de riego que permitan dicha restitución de las aguas a los canales ya mencionados. En este sentido, el titular deberá presentar los estudios de ingeniería de detalle para el desarrollo de dichas obras civiles. ❖ Las obras civiles señaladas en el punto anterior deberán estar construidas antes del inicio de operación del proyecto. ❖ La restitución de los caudales al Río Mapocho, luego de ser tratados en la PTAS Mapocho antes referidos, no tendrá costo alguno para los usuarios de los canales antes señalados • En caso de producirse generación de olores por mal manejo de los procesos debido a fallas humanas, por mal funcionamiento de los procesos por fallas de operación o alteración o detención del tratamiento por descargas de RILes no autorizados al sistema de tratamiento por efecto de otros proyectos, se desarrollarán mecanismos de información dependiendo de los posibles afectados. De esta manera, frente a situaciones de la Planta que puedan afectar o interesar a vecinos del poblado El Trebal, se informará, en primera instancia, a los dirigentes. • El titular deberá presentar un plan de monitoreo del río, aguas arriba del punto de descarga del efluente tratado (tendrá la función de testigo de la calidad del agua del río) y aguas debajo de dicho punto descarga, la cual deberá estar localizado previo a una bocatoma para riego. Dicho Plan deberá ser presentado previo a la etapa de operación del proyecto. • El titular deberá implementar a su costa, una Auditoría Ambiental Independiente, con el objeto de dar seguimiento a las medidas ambientales estipuladas en la RCA, la cual se deberá desarrollar hasta la culminación de todas las etapas vinculadas con el proyecto.

Fuente: Elaboración propia en base a plataforma web http://www.sea.gob.cl/

9.2.3. Análisis de Proyectos y Red de Medición de Calidad de Aguas

Se efectuó un cruce de información espacial que consideró, por una parte, a los proyectos con RCA favorable que pudiesen tener efectos en la calidad del agua. Para esto, de los 61 proyectos seleccionados anteriormente, que tenían relación con los recursos hídricos, se seleccionaron los rubros agropecuario, instalaciones fabriles varias, minería, saneamiento ambiental y otros; quedando así 40 proyectos. Por otra parte, se consideraron las estaciones de la Red de Medición de Calidad de Aguas de la DGA, tanto superficial como subterránea.

La Figura 9.2.3-1 presenta los proyectos seleccionados y las estaciones de la red de medición de calidad de aguas superficiales, en tanto la Figura 9.2.3-2 muestra los mismos proyectos y las estaciones de la red de medición de calidad de aguas subterráneas. A partir de este cruce de información, se pudo constatar que existen 3 subcuencas que presentan cierta vulnerabilidad al incluir proyectos que podrían afectar la calidad de las aguas y, a la vez, carecer de estaciones de medición de calidad de aguas que permitan controlar a los titulares. Si bien los proyectos pueden contar con monitoreos privados y los señalados en las Resoluciones de Calificación Ambiental respectivas, resulta necesario tener información pública que permita contrastar los datos.

Las subcuencas que presentan problemas son Río Mapocho Bajo, Estero Alhué y Río Maipo Bajo. A continuación se señalan las principales conclusiones por subcuenca:

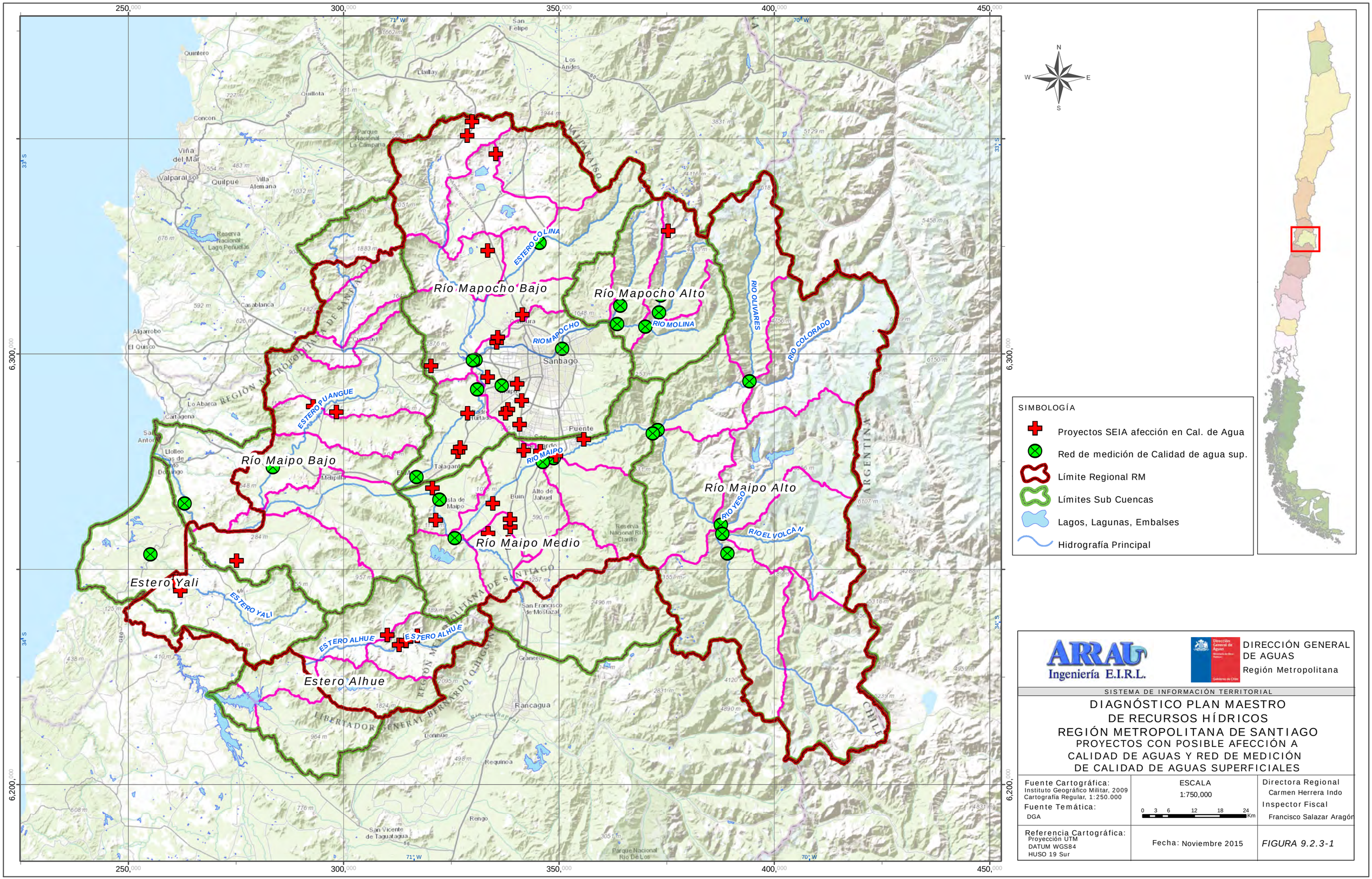
- **Estero Alhué:** 5 proyectos se localizan aguas arriba del Estero Alhué y no tienen estaciones de medición de calidad de aguas superficiales; 1 proyecto se localiza sobre la unidad hidrogeológica Estero Alhué el que a su vez no tiene estación de medición de calidad de aguas subterráneas.

- **Río Maipo Bajo:** Existen 3 proyectos en la subcuenca, y 2 estaciones de medición de calidad de aguas superficiales aguas abajo de los proyectos. De los 3 proyectos, 2 se ubican sobre la unidad hidrogeológica Estero Puangue y carecen de estaciones de medición de calidad de aguas subterráneas.

- **Río Mapocho Bajo:** Existen 4 proyectos en la parte alta de la subcuenca, careciendo de estaciones de medición de calidad superficial, aguas arriba del Estero Lampa. En las unidades hidrogeológicas de Estero Colina y Río Maipo se localizan proyectos, no obstante existen estaciones de medición de calidad de aguas subterránea.

- **Estero Yali:** 2 proyectos se localizan en la parte media de la subcuenca, no existen proyectos ubicados sobre acuíferos. Presenta 1 estación de medición de calidad de aguas superficiales aguas abajo de los 2 proyectos señalados y no presenta estaciones de calidad para aguas subterráneas.

- **Río Maipo Alto:** No existen proyectos que puedan afectar la calidad de las aguas.



SIMBOLOGÍA

- Proyectos SEIA afección en Cal. de Agua
- Red de medición de Calidad de agua sup.
- Límite Regional RM
- Límites Sub Cuencas
- Lagos, Lagunas, Embalses
- Hidrografía Principal

ARRAU Ingeniería E.I.R.L.

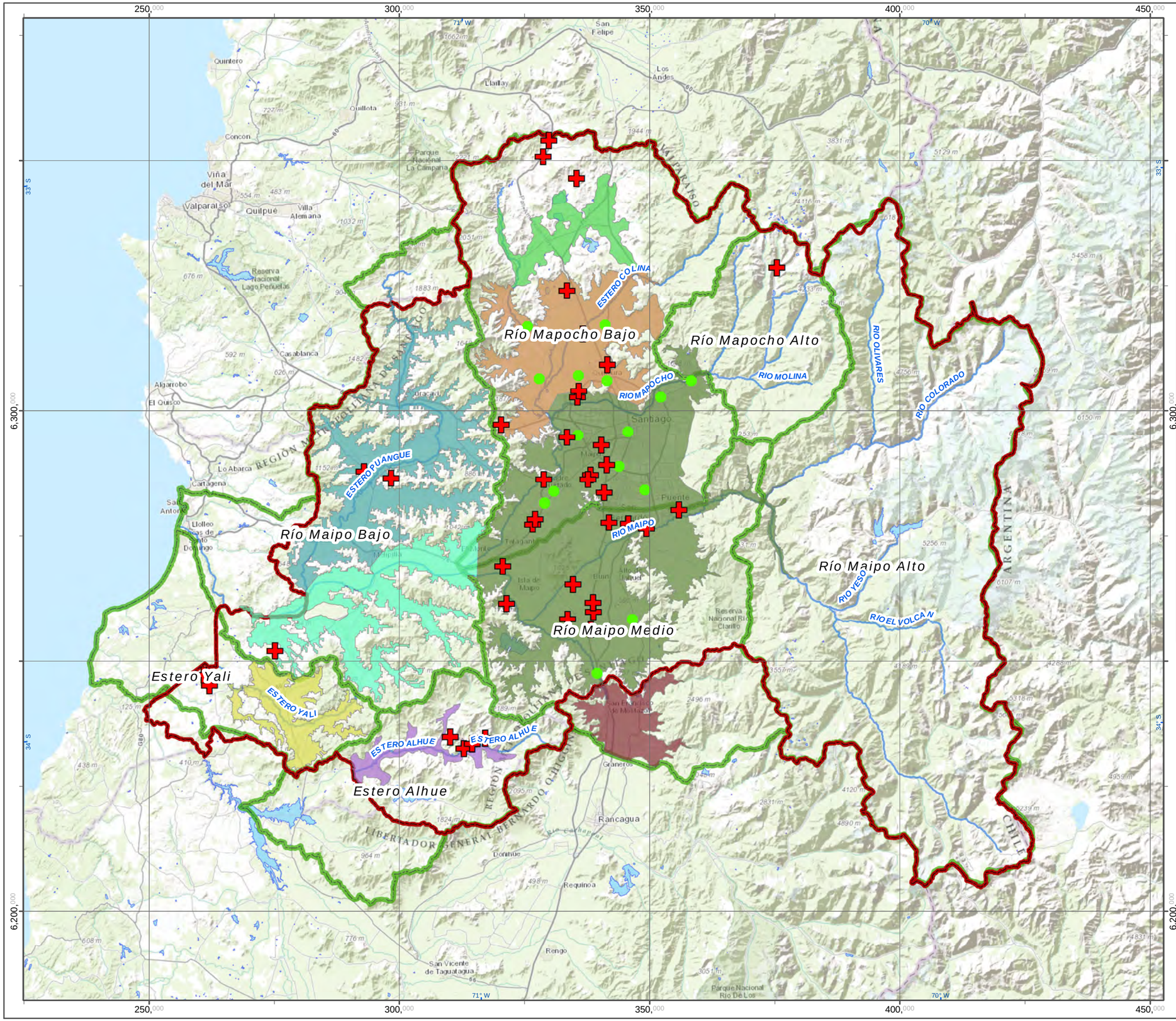
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
Región Metropolitana

SISTEMA DE INFORMACIÓN TERRITORIAL

DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

PROYECTOS CON POSIBLE AFECCIÓN A CALIDAD DE AGUAS Y RED DE MEDICIÓN DE CALIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES

Fuente Cartográfica: Instituto Geográfico Militar, 2009 Cartografía Regular, 1:250.000 Fuente Temática: DGA	ESCALA 1:750,000 0 3 6 12 18 24 Km	Directora Regional Carmen Herrera Indo Inspector Fiscal Francisco Salazar Aragón
Referencia Cartográfica: Proyección UTM DATUM WGS84 HUSO 19 Sur	Fecha: Noviembre 2015	*FIGURA 9.2.3-1*

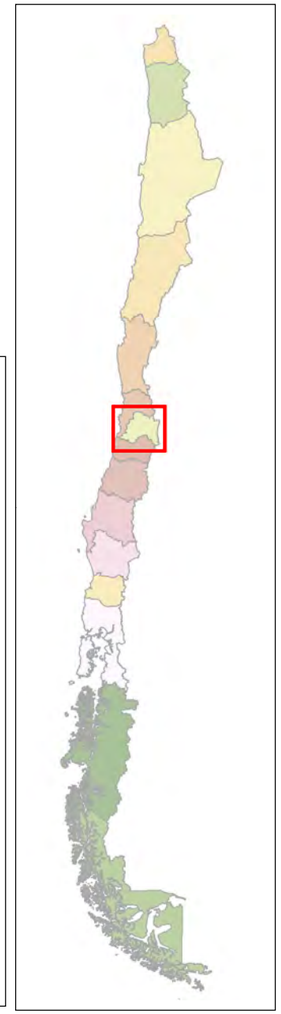


SIMBOLOGÍA

- Proyectos SEIA afección en Cal. de Agua
- Red de Calidad Subt. vigente

Acuiferos

- Estero Alhue
- Estero Chacabuco
- Estero Colina
- Estero Puangue
- Estero Yali
- Río Angostura
- Río Maipo
- Río Maipo Inferior
- Límites Sub Cuencas
- Hidrografía Principal
- Lagos, Lagunas, Embalses
- Límite Regional RM



ARRAU Ingeniería E.I.R.L.

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
Región Metropolitana

SISTEMA DE INFORMACIÓN TERRITORIAL

DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

PROYECTOS CON POSIBLE AFECCIÓN A CALIDAD DE AGUAS Y RED DE MEDICIÓN DE CALIDAD DE AGUAS SUBTERRÁNEA

Fuente Cartográfica: Instituto Geográfico Militar, 2009 Cartografía Regular, 1:250.000 Fuente Temática: DGA	ESCALA 1:750,000 0 3 6 12 18 24 Km	Directora Regional Carmen Herrera Indo Inspector Fiscal Francisco Salazar Aragón
Referencia Cartográfica: Proyección UTM DATUM WGS84 HUSO 19 Sur	Fecha: Noviembre 2015	*FIGURA 9.2.3-2*

- **Río Maipo Medio:** Se observan 11 proyectos en la subcuenca, los cuales se sobreponen a la unidad hidrogeológica Río Maipo. Asimismo, existen 5 estaciones de medición de calidad de aguas superficial, que abarcarían los puntos necesarios de monitorear, y 2 de calidad de aguas subterráneas, en la zona sur de esta subcuenca, las cuales se localizan aproximadamente a 8 km de los proyectos más cercanos. Se observa una carencia de estaciones de medición de aguas subterráneas en la parte norte de la subcuenca.

- **Mapocho Alto:** 1 proyecto se localiza en la parte alta de la subcuenca, presentando 4 estaciones de medición de calidad de aguas superficiales, aguas abajo.

9.3. CONSERVACIÓN Y BIODIVERSIDAD

9.3.1. Áreas de Protección o Conservación Existentes

Se efectuó una revisión de todos aquellos sitios o zonas de la Región Metropolitana de alto valor para el patrimonio natural del país, distinguiendo aquellas que se encuentran bajo protección oficial de aquellas que son de propiedad privada, y que todavía no cuentan con un cuerpo normativo que las oficialice[2]. Estas áreas naturales resultan de gran importancia en el entendido de que para un adecuado manejo de los recursos hídricos, se necesita identificar aquellos ecosistemas dependientes de los flujos de agua superficial y subterráneos, y que a la vez entregan su servicio ambiental de regulación hídrica a la cuenca.

El Cuadro 9.3.1-1 muestra las diferentes categorías de conservación existentes en Chile, junto a su marco regulatorio y entidad administradora.

En la zona de estudio existen actualmente 126.800 ha (8, 2%), aproximadamente, de áreas protegidas oficiales[3]. Ahora bien, si se agregan las áreas protegidas privadas (APP)[4], el total se eleva a 160.000 ha, alcanzando cerca del 10% del área total en estudio (ver Cuadro 9.3.1-2).

[2]Si bien de acuerdo a lo establecido en el Artículo Nº 35 de la Ley 19.300, "*el Estado fomentará e incentivará la creación de áreas silvestres protegidas de propiedad privada" […]*.y para ello "*un reglamento establecer á los requisitos, plazos y limitaciones de aplicación general […]"* a la fecha, dicho reglamento no ha sido decretado ni publicado, cuestión por la cual, no ha sido posible declarar ningún área protegida de propiedad privada de acuerdo a este cuerpo legal.

[3]Se consideran áreas protegidas oficiales aquellas que poseen un respaldo legal, particularmente, las señaladas en la ORD. D.E. Nº 130844/13 Minuta Técnica sobre los conceptos de "Áreas colocadas bajo protección oficial" y "Áreas protegidas" en el marco del SEIA. Solo se incluyen las áreas que poseen demandas evapotranspirativas.

[4]Se consideró la información espacial presentada en el Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA).

CUADRO 9.3.1-1
CATEGORÍAS DE MANEJO PARA LA CONSERVACIÓN

Categoría de Manejo	Sistema/Marco Regulatorio	Entidad Reguladora/ Administradora
Parque Nacional	Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE)	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Reserva Nacional		
Monumento Natural		
Santuario de la Naturaleza	Ley 17.288/70	Ministerio de Educación, a través del Consejo de Monumentos Nacionales
Bienes Nacionales protegidos	DFL 939/77. Terrenos fiscales con fines de conservación	Ministerio de Bienes Nacionales
Áreas Protegidas Privadas	No presenta	Varios
Reserva de la Biosfera	Programa Hombre y Biósfera, UNESCO. Ministerio de Relaciones Exteriores	CONAF, a través del SNASPE
Sitios Prioritarios	No presenta	Ministerio del Medio Ambiente
Sitios RAMSAR	Convención RAMSAR. D.S. 771/1981.	Regulación intersectorial y administración: Ministerio RR.EE.-CONAF, Comité Nacional de Humedales.
Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos	Ley 18.892, General de Pesca y Acuicultura. D.S. 430/91 Subsecretaria de Pesca del Ministerio de Economía.	Establecidas por Subsecretaria de Pesca del Ministerio de Economía, entregadas en tuición a SERNAPESCA
Parque Marino		
Reserva Marina		
Áreas con prohibición de caza	Artículo 4º, Ley Nº 19.473 sobre Caza.	Carabineros de Chile, SAG, SERNAPESCA, CONAF, inspectores ad-honorem

Fuente: Sierralta L., R. Serrano. J. Rovira& C. Cortés (eds.). 2011. Las áreas protegidas de Chile. Ministerio del Medio Ambiente.

Dentro de las áreas protegidas oficiales presentes en la zona de estudio, se encuentra la superficie asociada al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), los Santuarios de la Naturaleza y los Bienes Nacionales Protegidos. El Cuadro 9.3.1-3 muestra el listado de las Áreas Protegidas (AP) oficiales, junto con su superficie.

El Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), fue creado el año 1984, siguiendo las recomendaciones de la Estrategia Mundial para la Conservación de la Naturaleza, con el objeto de conservar las áreas naturales. El sistema se encuentra, actualmente, bajo la competencia legal y administrativa de la Corporación Nacional Forestal (CONAF) y, en general, busca mantener áreas de carácter único representativas de la diversidad ecológica natural del país; mantener y mejorar recursos

de la flora y fauna silvestre y racionalizar su utilización; y preservar y mejorar los recursos escénicos naturales. Las áreas protegidas del SNASPE se clasifican en categorías de manejo, de acuerdo a las actividades que se pueden realizar en ellas, y comprenden Parques Nacionales, Monumentos Naturales y Reservas Nacionales. En el área de estudio solo existen Reservas (Reserva Nacional Río Clarillo y Reserva Nacional Roblería del Cobre de Loncha), y un Monumento Natural (Monumento Natural El Morado), todo lo cual alcanzan las 22.000 ha aproximadamente.

CUADRO 9.3.1-2
ÁREAS PROTEGIDAS ZONA DE ESTUDIO

Tipo de Área	Superficie (ha)	Porcentaje Área de Estudio (%)
Área de Estudio	1.540.496, 89	-
AP oficiales	126.936, 77	8, 24
APP	33.140, 45	2, 15
AP Oficiales+ APP	160.077, 22	10, 39

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 9.3.1-3
ÁREAS PROTEGIDAS OFICIALES ÁREA DE ESTUDIO

Categoría	Nombre	Superficie (ha)
Reserva Nacional	Río Clarillo	13.185, 00
	Roblería del Cobre de Loncha	5.924, 67
Monumento Natural	El Morado	2.831, 70
Santuario de la Naturaleza	Cerro El Roble	899, 17
	Predio Los Nogales	10.894, 90
	Fundo Yerba Loca	43.853, 84
	Parque Quinta Normal	0, 00 (*)
	Cascada de las Ánimas	2.716, 98
	Fundo San Francisco de Lagunillas y Quillayal	14.355, 34
	Las Torcazas de Pirque	825, 54
	Altos de Cantillana, Horcón de Piedra y Roblería Cajón de Lisboa	2.742, 82
	San Juan de Piche	1.613, 72
	Horcón de Piedra (Fundo Rinconada de Chocalán)	1.968, 26
Bien Nacional Protegido o Inmueble Fiscal Destinado para Fines de Conservación	Río Olivares	25.124, 83
Total		**126.936, 77**

(*) Santuario no figura en SINIA, por tanto no se dispone de información espacial.
Fuente: Elaboración propia en base a SINIA (2014).

Las Reservas Nacionales son áreas de conservación y protección del recurso suelo y de las especies amenazadas de fauna y flora silvestres, de mantención o mejoramiento de la producción hídrica, y de desarrollo y aplicación de tecnologías de aprovechamiento racional de la flora y la fauna. La **Reserva Nacional Río Clarillo** se encuentra ubicada en la comuna de Pirque, Provincia de Cordillera, y comprende 13.185 ha. El eje principal de la reserva está constituido por el Río Clarillo. La Reserva se caracteriza por la presencia del último bosque esclerófilo de la zona central, formado principalmente por especies como Peumo, Litre, Lun y Quillayes. La **Reserva Nacional Roblería del Cobre de Loncha** se ubica en la comuna de Alhué, Provincia de Melipilla, y tiene una superficie de 5.900 ha. En 1996 fue declarada Reserva Nacional por la presencia de especies endémicas de flora catalogadas como vulnerable, como el Belloto del Sur, Hualo y Palma Chilena. Actualmente se encuentra bajo la administración de CONAF Región del Libertador Bernardo O'Higgins. En la parte oriente de la reserva existe un tranque con las aguas residuales, previamente tratadas, de la División El Teniente de Codelco.

Un Monumento Natural es un área destinada a la preservación de muestras de ambientes naturales y de rasgos culturales y escénicos asociados a ellos, y, en la medida compatible con esto, la realización de actividades de educación, investigación o recreación. El **Monumento Natural El Morado** se ubica en la comuna de San José de Maipo, Provincia Cordillera, específicamente en el Cajón del Maipo, abarcando el cajón del Río Morales y los cerros aledaños en plena Cordillera de los Andes. Tiene una superficie de 2.830 ha y presenta formaciones vegetacionalestales como matorral esclerófilo andino y estepa altoandina, donde destacan especies como el Frangel de la cordillera y la llaretilla.

Otra categoría de área protegida oficial presente, corresponde a Santuario de la Naturaleza, que comprende sitios terrestres o marinos de importancia para estudios e investigaciones geológicas, paleontológicas, zoológicas, botánicas, ecológicas o que posean formaciones naturales de interés para la ciencia o el Estado. Se rigen por la Ley de Monumentos Nacionales y su tuición está bajo el Consejo de Monumentos Nacionales. En el área de estudio existen 10 Santuarios: **Cerro El Roble, Predio Los Nogales, Fundo Yerba Loca, Parque Quinta Normal, Cascada de las Ánimas, Fundo San Francisco de Lagunillas y Quillayal, Las Torcazas de Pirque, Altos de Cantillana - Horcón de Piedra - Roblería y Cajón de Lisboa, San Juan de Piche y Horcón de Piedra** (Fundo Rinconada de Chocalán); cuyas superficies en conjunto alcanzan las 79.870 ha.

La última categoría de protección oficial presente en la cuenca corresponde a la de Bien Nacional Protegido, que constituye un subsistema del Sistema de Áreas Protegidas de Chile, cuyo instrumento de protección consiste en la auto destinación y posterior concesión a terceros para proyectos con fines de conservación y desarrollo sustentable. Corresponde, entonces, a un subsistema de propiedad pública y administración privada de áreas de conservación. Esta categoría se encuentra representada en el área de estudio por **Río Olivares** (Decreto exento 1.293 del año 2010), con una superficie de 25.124 ha. Su objeto de conservación comprende la Formación vegetacional estepa alto andina de Santiago, la Formación Bosque Esclerófilo andino, el hábitat del Cóndor y sitios arqueológicos.

Cabe señalar que, si bien el presente estudio se centra en analizar la cuenca del Río Maipo y las fracciones de las subcuencas Río Rapel, Estero Yali y Estero Alhué; existen áreas protegidas oficiales en estas últimas dos subcuencas, que quedan fuera del área de estudio. En la subcuenca Estero Yali se encuentra el humedal de importancia internacional, Sitio Ramsar, El Yali; y la Reserva Nacional El Yali. En la subcuenca Estero Alhué se localiza el Parque Nacional Palmas de Cocalán.

Como se mencionó al inicio, también es posible considerar a las Áreas protegidas privadas como parte de la demandas evapotranspirativas, no obstante, dicha superficie no cuenta actualmente con sustento legal que las reconozca oficialmente. En el corto plazo, el Estado espera contar con un modelo integral único de gestión institucional y financiero para las Áreas Protegidas terrestres y acuáticas, tanto públicas como privadas del país, dotando así de respaldo legal a las Áreas Protegidas Privadas (APP). El Cuadro 9.3.1-4 presenta las APP de la cuenca en estudio, las cuales en su conjunto suman cerca del 2, 15% de la misma.

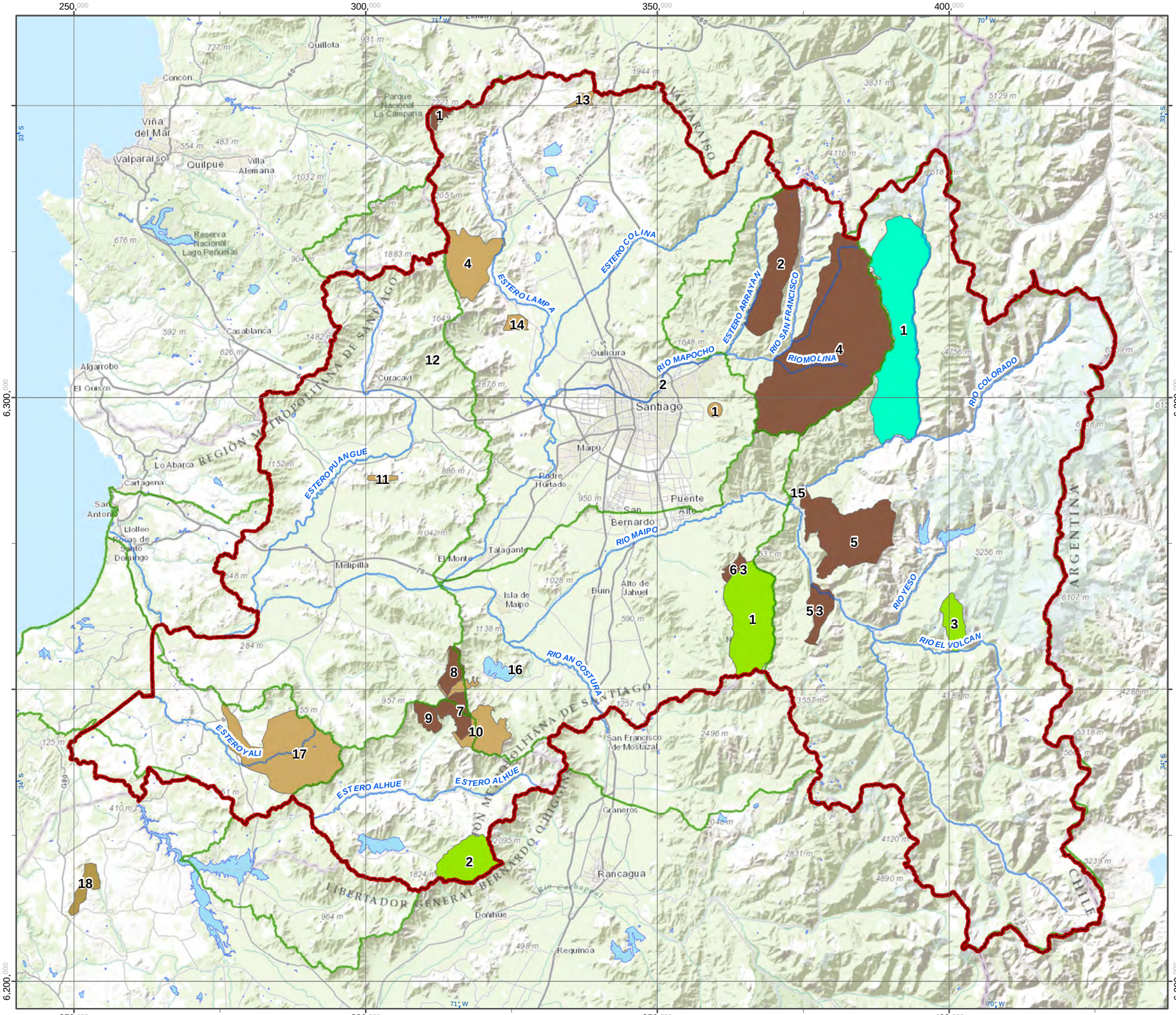
CUADRO 9.3.1-4
ÁREAS PROTEGIDAS PRIVADAS ÁREA DE ESTUDIO

Nombre	Superficie (ha)
Centro Cantalao	503, 41
Jardín Botánico Chagual	23, 08
Fundo Las Mercedes, Altos de Chicauma Lampa	7.597, 92
Sin Nombre (26)	484, 35
Parcela 30 F, Los Canelos	1, 07
Fundo Romeral	649, 88
Hacienda Lipangue	897, 73
Central de Trabajo Río Colorado	62, 57
Agua del león	14, 16
Reserva Natural Protegida Altos de Cantillana	5.536, 01 (*)
Alto de Cantillana	17.370, 27
Total	**33.140, 45**

(*) A esta superficie se le descontó la del Santuario de la Naturaleza "Horcón de Piedra" y la de "Altos de Cantillana, Horcón de Piedra y Roblería Cajón de Lisboa", las cuales se sobreponían, así se evitaron las duplicidades.
Fuente: Elaboración propia en base a cartografía de Áreas Protegidas de Propiedad Privada (2011) del SINIA (2014).

Cabe destacar que en la subcuenca del Estero Yali se encuentra el Área Protegida Privada Altos de Cantillana, el cual cubre un 16.2% del área total de la subcuenca, así también en la subcuenca Río Rapel se encuentra el Área Protegida Privada San Francisco, la cual cubre menos del 1% del área total de la subcuenca. En este último caso la mencionada área de protección de carácter privado no se encuentra inserta en la Región Metropolitana.

La Figura 9.3.1-1 muestra las áreas protegidas, tanto oficiales como privadas, presentes en toda la zona de estudio.



LEYENDA

SNASPE	
Nombre	ID
Reserva nacional Río Clarillo	1
Reserva Nacional Roblería Cobre Loncha	2
Monumento Natural El Morado	3
BIENES NACIONALES PROTEGIDOS	
Nombre	ID
Río Olivares	1
AREAS PROTEGIDAS PRIVADAS	
Nombre	ID
Centro Cantalao	1
Jardín Botánico Chagual	2
Santuario de la Naturaleza Las Torcazas de Pirque	3
Propietarios Fundo Las Mercedes, Altos de Chicauma Lampa	4
Cascada Las Ánimas	5
Asociación de comuneros de Caleu	6
Alliwen	7
Fundo Santa Laura - Cuesta La Dormida	8
Santuario El Arrayán Familia Santander	9
Reserva Natural Protegida Altos de Cantillana	10
Sin Nombre (26)	11
Parcela 30 F, Los Canelos	12
Fundo Romeral	13
Hacienda Lipangue	14
Central de Trabajo Rio Colorado	15
Agua del Leon	16
Alto de Cantillana	17
San Francisco	18
SANTUARIOS DE LA NATURALEZA	
Nombre	ID
Sector del Cerro El Roble	1
Los Nogales	2
Predio Cascada de las Ánimas	3
Yerba Loca	4
Predios San Francisco de Lagunilla y Quillayal	5
Las Torcazas de Pirque	6
Horcón de Piedra y Roblería Cajón de Lisboa	7
Horcón de Piedra (Fundo Rinconada de Chocalán)	8
San Juan de Piche	9



SIMBOLOGÍA

- Límite Regional RM
- Límites Sub Cuencas
- Lagos, Lagunas, Embalses
- Hidrografía Principal
- Bienes Nacionales Protegidos
- Santuarios de la Naturaleza
- SNASPE
- Áreas Protegidas Privadas

ARRAU Ingeniería E.I.R.L.

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
Región Metropolitana

SISTEMA DE INFORMACIÓN TERRITORIAL

DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

ÁREAS PROTEGIDAS

Fuente Cartográfica:
Instituto Geográfico Militar, 2009
Cartografía Regular, 1:250.000

Fuente Temática:
Ministerio del Medio Ambiente

ESCALA
1:650,000
0 2.5 5 10 15 20 Km

Directora Regional
Carmen Herrera Indo

Inspector Fiscal
Francisco Salazar Aragón

Referencia Cartográfica:
Proyección UTM
DATUM WGS84
HUSO 19 Sur

Fecha: Noviembre 2015

FIGURA 9.3.1-1

9.3.2. Proyectos en SEIA y Áreas Protegidas

El objetivo de este acápite es realizar un cruce de información que considere los 61 proyectos seleccionados en elCapítulo 2, Acápite 2.4. "Proyectos en SEIA", vinculados a los recursos hídricos, y las áreas protegidas, tanto públicas como privadas identificadas anteriormente; con el fin de conocer los traslapes espaciales e identificar así zonas de posibles conflictos de índole ambiental e hídrico.

La Figura 9.3.2-1 muestra los 61 proyectos seleccionados, relacionados con el recurso hídrico, y con Resolución de Calificación Ambiental favorable en la Región Metropolitana; y las áreas protegidas públicas y privadas. Se puede observar que los traslapes no son muchos, solo dos proyectos se localizan en áreas protegidas. También es posible apreciar cinco proyectos que se ubican en las cercanías de áreas protegidas (menos de 2 km de distancia). El Cuadro 9.3.2-1 muestra las situaciones antes descritas.

CUADRO 9.3.2-1
ÁREAS PROTEGIDAS Y PROYECTOS CON RCA APROBADA

Área Protegida	Tipo de Área Protegida	Proyecto con RCA Aprobada	Rubro de Proyecto	Tipo de Ingreso al SEIA	Observación
Altos de Cantillana	Área Protegida Privada	Regularización Tranques Poblete Nº1, Nº2 y Peumo Alto	Infraestructura Hidráulica	DIA	Sobreposición en subcuenca estero Yali
Río Olivares	Bien Nacional Protegido	Líneas de Transmisión Eléctrica S/E Maitenes-S/E Alfalfal y Central Alfalfal II-S/E Alfalfal	Energía	EIA	Sobreposición en subcuenca Maipo alto
Los Nogales	Santuario de la Naturaleza	Planta sulfato de cobre Los Bronces	Minería	DIA	A 1 km de distancia aprox. Subcuenca Mapocho alto
Predios San Francisco de Lagunilla y Quillayal	Santuario de la Naturaleza	Central Hidroeléctrica Guayacán	Energía	DIA	A 1 km de distancia aprox. Subcuenca Maipo alto
Altos de Cantillana	Área Protegida Privada	Embalse de acumulación de aguas de riego Fundo Trinidad	Infraestructura Hidráulica	DIA	A 1, 5 km de distancia aprox. Subcuenca estero Yali
Sin nombre	Área Protegida Privada	Ampliación plantel de aves Baracaldo	Agropecuario	DIA	A 2 km de distancia aprox. Subcuenca Maipo bajo
Jardín Botánico Chagual	Área Protegida Privada	Mejoramiento Enlace Lo Saldes - Rotonda Pérez Zujovic	Infraestructura de Transporte	DIA	A 1, 2 km de distancia aprox. Subcuenca Mapocho bajo

Fuente: Elaboración propia.

LEYENDA

SNASPE	
Nombre	ID
Reserva nacional Río Clarillo	1
Reserva Nacional Roblería Cobre Loncha	2
Monumento Natural El Morado	3
BIENES NACIONALES PROTEGIDOS	
Nombre	ID
Río Olivares	1
AREAS PROTEGIDAS PRIVADAS	
Nombre	ID
Centro Cantalao	1
Jardín Botánico Chagual	2
Santuario de la Naturaleza Las Torcazas de Pirque	3
Propietarios Fundo Las Mercedes, Altos de Chicauma Lampa	4
Cascada Las Ánimas	5
Asociación de comuneros de Caleu	6
Alliwen	7
Fundo Santa Laura - Cuesta La Dormida	8
Santuario El Arrayán Familia Santander	9
Reserva Natural Protegida Altos de Cantillana	10
Sin Nombre (26)	11
Parcela 30 F, Los Canelos	12
Fundo Romeral	13
Hacienda Lipangue	14
Central de Trabajo Rio Colorado	15
Agua del Leon	16
Alto de Cantillana	17
San Francisco	18
SANTUARIOS DE LA NATURALEZA	
Nombre	ID
Sector del Cerro El Roble	1
Los Nogales	2
Predio Cascada de las Ánimas	3
Yerba Loca	4
Predios San Francisco de Lagunilla y Quillayal	5
Las Torcazas de Pirque	6
Horcón de Piedra y Roblería Cajón de Lisboa	7
Horcón de Piedra (Fundo Rinconada de Chocalán)	8
San Juan de Piche	9

SIMBOLOGÍA

- Límite Regional RM
- Límites Sub Cuencas
- Lagos, Lagunas, Embalses
- Hidrografía Principal
- Proyectos RCA aprobados Rec. Hídricos
- Bienes Nacionales Protegidos
- Santuarios de la Naturaleza
- SNASPE
- Áreas Protegidas Privadas

ARRAU Ingeniería E.I.R.L.

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
Región Metropolitana

SISTEMA DE INFORMACIÓN TERRITORIAL

DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

PROYECTOS RCA APROBADA VINCULADOS A LOS RECURSOS HÍDRICOS Y ÁREAS PROTEGIDAS

Fuente Cartográfica:
Instituto Geográfico Militar, 2009
Cartografía Regular, 1:250.000

Fuente Temática:
Ministerio del Medio Ambiente

ESCALA
1:650,000
0 2.5 5 10 15 20 Km

Directora Regional
Carmen Herrera Indo

Inspector Fiscal
Francisco Salazar Aragón

Referencia Cartográfica:
Proyección UTM
DATUM WGS84
HUSO 19 Sur

Fecha: Noviembre 2015

FIGURA 9.3.2-1

9.3.3. Áreas Propuestas para la Conservación

9.3.3.1. Aspectos Generales

Para la elaboración de este capítulo, se consideraron instrumentos políticos, legales y administrativos entre los que cabe destacar: "Estrategia para la Conservación de la Biodiversidad en la Región Metropolitana de Santiago (2015-2025)", "Plan de Acción de País para la implementación de la Estrategia Nacional de Biodiversidad 2004-2015" (CONAMA 2005), "Minuta técnica sobre los conceptos de Áreas Colocadas bajo Protección Oficial y Áreas Protegidas en el marco del SEIA" (SEA, 2013). Además se consideró la revisión de algunas iniciativas privadas que existen en la temática.

9.3.3.2. Características del Medio Ambiente Natural de la Región Metropolitana

La Región Metropolitana de Santiago cuenta con atributos naturales muy valiosos, lo que la ha llevado a ser considerada como una de las 25 áreas que la Fundación Internacional para la Conservación en Washington DC ha identificado como centros de la Biodiversidad, con gran riqueza en endemismos, pero intensamente amenazados por la actividad humana. Además, pertenece a uno de los 5 ecosistemas mediterráneos existentes en el mundo, lo que la hace prioritaria su conservación.

La existencia de especies, ecosistemas y hábitat de gran singularidad y elevado valor ecológico global, de importancia a nivel nacional y mundial, se conjuga con las características climáticas y geomorfológicas propias de la Región, que le dan condiciones de fragilidad particulares, así como con el hecho de tratarse de la Región más poblada y principal centro de actividades económicas del País.

Las amenazas al patrimonio natural y a los ecosistemas de la Región, históricamente han estado dadas por los procesos de contaminación de los recursos hídricos; las malas prácticas productivas, tanto públicas como privadas; la presión que ejerce la expansión urbana e industrial; la introducción de especies que alteran la biodiversidad ya sea por sustitución, extinción o ingreso de plagas y enfermedades; el incremento de la presión extractiva - productiva sobre los recursos naturales; la pérdida de bosque nativo; y por último, la fragmentación de ecosistemas y vulnerabilidad de especies.

9.3.3.3. Objetivos de las Áreas Protegidas

El objetivo general de este tipo de áreas es la conservación de la biodiversidad de la Región en la cual se encuentren, promoviendo su gestión sustentable en atención a las características, potencialidades y proyecciones regionales, de manera de resguardar su capacidad vital y garantizar el acceso a los beneficios para el bienestar de las generaciones actuales y futuras.

La conservación y uso sustentable de la diversidad biológica, así como el mantenimiento de las funciones y servicios de los ecosistemas, dependen de la existencia de una superficie adecuada de hábitats naturales. Las áreas protegidas mantienen muestras representativas de hábitats o ecosistemas, preservando el patrimonio natural y

cultural en estado dinámico y evolutivo, ofreciendo a la vez oportunidades para la investigación, la educación ambiental, la recreación y el turismo.

Las áreas protegidas con fines de conservación también mejoran la capacidad de adaptación a fenómenos climáticos extremos y aseguran la provisión de bienes y servicios fundamentales en un contexto de cambio climático, a través de funciones como la regulación del régimen hidrológico, la protección de suelos frágiles o la producción sostenida de recursos naturales renovables, entre otros.

Es relevante determinar qué sectores de la Región Metropolitana son de interés para la conservación del medio ambiente y biodiversidad, y que actualmente no se encuentran resguardados, ya que las áreas de protección ambiental son una oportunidad para la conservación de la flora y fauna que garantizan la protección de los ecosistemas y un uso sustentable de los recursos hidrobiológicos.

9.3.3.4. Análisis de Instrumentos que Consideran Áreas Relevantes de Protección Ambiental

Existen diversos instrumentos de gestión ambiental de carácter sectorial a nivel regional, que tienen relevancia para la conservación de la biodiversidad, con mayor o menor grado, todos ellos derivados de distintos cuerpos normativos. Tales como:

- Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado
- Santuarios de la Naturaleza
- Áreas de Protección Turística
- Lugares de Prohibición de Caza
- Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS): Áreas de Preservación Ecológica, Áreas de Protección Ecológica, Áreas de Rehabilitación Ecológica.

Así también, se observó que otro tipo de instrumentos con fines relacionados a la conservación de la biodiversidad son los de tipo políticos, no regulatorio, en este sentido, el más relevante es la "Estrategia para la Conservación de la Biodiversidad en la Región Metropolitana de Santiago (2015-2025)", la cual se apoya en una visión de futuro para la conservación de la biodiversidad regional, donde se reconoce que la diversidad biológica es un patrimonio que forma parte de la identidad territorial y contribuye al desarrollo sustentable y la competitividad de la Región Metropolitana de Santiago, mediante sus bienes y servicios ecosistémicos. El desafío regional que se plantea en ella, es que la biodiversidad se integre al desarrollo, instalándose como fuente de oportunidades y de bienestar de sus habitantes, y que además, sea eficaz en el resguardo del patrimonio en ambientes naturales, urbanos, rurales y productivos, todo lo anterior bajo la condición que estamos en un territorio con una intensa presión humana y caracterizado por el alto endemismo de ecosistemas y especies.

Aun cuando el instrumento anterior se considera relevante en términos de la conservación de la biodiversidad, se observó que para efectos del principal instrumento de regulación ambiental de proyectos que existe en Chile, el Sistema de Evaluación

Ambiental, son consideradas áreas protegidas las mencionadas en el Cuadro 9.3.3.4-1. En dicho Cuadro se puede observar que los sitios prioritarios establecidos en las estrategias regionales para la conservación de la biodiversidad no aparecen.

Es basado en lo anterior, que se consideró relevante analizar en más detalle las áreas que la "Estrategia para la Conservación de la Biodiversidad en la Región Metropolitana de Santiago (2015-2025)" propone, y tomar ello como base para sugerir ciertas áreas que requieran tener un grado de protección mayor que permita asegurar de mejor manera su protección y conservación.

Se consideró analizar estas áreas en relación a los problemas relacionados con el tema ambiental, categorizados como de "Daño Ecológico" y "Calidad de agua" que se obtuvieron de los talleres participativos realizados a raíz de este estudio. La idea es poder visualizar en el territorio posibles amenazas que pudieran presentar estas zonas y establecer prioridades al momento de categorizarlas bajo un instrumento de protección oficial.

CUADRO 9.3.3.4-1
ÁREAS PROTEGIDAS CONSIDERADAS EN EL SEIA

Categoría de Área	Fuente Normativa
Parque Nacional o Parque Nacional de Turismo	D.S. N° 531, de 1967, del Ministerio de Relaciones Exteriores, Convención para la Protección de la Flora, Fauna y las Bellezas Escénicas Naturales de América.
	D.L. N° 1.939, de 1977, del Ministerio de Tierras y Colonización, Normas sobre la Adquisición, Administración.
	Disposición de Bienes del Estado D.S. N° 4.363, de 1931, Ministerio de Tierras y Colonización, Texto Definitivo de la Ley de Bosques
	Ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente
Reserva Nacional	D.S. N° 531, de 1967, del Ministerio de Relaciones Exteriores, Convención para la Protección de la Flora, Fauna y las Bellezas Escénicas Naturales de América Ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente
Monumento Natural	D.S. N° 531, de 1967, del Ministerio de Relaciones Exteriores, Convención para la Protección de la Flora, Fauna y las Bellezas Escénicas Naturales de América Ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente
Reserva de Región Virgen	D.S. N° 531, de 1967, del Ministerio de Relaciones Exteriores, Convención para la Protección de la Flora, Fauna y las Bellezas Escénicas Naturales de América Ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente
Santuario de la Naturaleza	Ley N° 17.288, sobre Monumentos Nacionales
Monumento Histórico	Ley N° 17.288, sobre Monumentos Nacionales
Zona Típica o Pintoresca	Ley N° 17.288, sobre Monumentos Nacionales
Parque Marino	D.S. N° 430, de 1991, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, Texto Refundido, Coordinado y Sistematizado de la Ley N° 18.892, de 1989 y sus Modificaciones, Ley General de Pesca y Acuicultura
	D.S. N° 238, de 2004, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, Reglamento de Parques Marinos y Reservas Marinas

CUADRO 9.3.3.4-1
ÁREAS PROTEGIDAS CONSIDERADAS EN EL SEIA
(Continuación)

Categoría de Área	Fuente Normativa
Reserva Marina	D.S. N° 430, de 1991, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, Texto Refundido, Coordinado y Sistematizado de la Ley N° 18.892, de 1989 y sus Modificaciones, Ley General de Pesca y Acuicultura
	D.S. N° 238, de 2004, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, Reglamento de Parques Marinos y Reservas Marinas
Reserva de Bosque o Reserva Forestal	D.S. N° 4.363, de 1931, del Ministerio de Tierras y Colonización, Texto Definitivo de la Ley de Bosques
	D.L. 1.939, de 1977, del Ministerio de Tierras y Colonización, Normas sobre la Adquisición, Administración y Disposición de Bienes del Estado
Humedal de Importancia Internacional incluido en la Lista Ramsar de Humedales de Importancia Internacional (Sitios Ramsar)	D.S. N° 771, de 1981, del Ministerio de Relaciones Exteriores, Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas
Acuífero que alimenta vegas y bofedales en las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta	D.F.L. N° 1.122, de 1981, del Ministerio de Obras Públicas, Código de Aguas
Bien Nacional Protegido o Inmueble Fiscal Destinados para Fines de Conservación Ambiental	D.L. N° 1.939, de 1977, del Ministerio de Tierras y Colonización, Normas sobre Adquisición, Administración y Disposición de Bienes del Estado
Área Marina Costera Protegida o Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos cuando la declaración respectiva obedezca a un objetivo de protección ambiental	D.S. N° 475, de 1994, del Ministerio de Defensa Nacional, Política Nacional de Uso del Borde Costero del Litoral de la República y crea Comisión Nacional que indica
	D.S. N° 827, de 1995, de Ministerio de Relaciones Exteriores, Protocolo para la Conservación y Administración de las Áreas Marinas y Costeras Protegidas del Pacífico Sudeste
Zona de Interés Turístico	Ley N° 20.423, sobre el Sistema Institucional para el Desarrollo del Turismo
	Decreto Supremo N° 172, de 2011, que aprueba el Reglamento que fija el Procedimiento para la Declaración de Zonas de Interés Turístico

Fuente: Decreto. N°40 Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

Así también se analizaron las áreas presentes en la Estrategia Regional que se encontraran próximas a la urbe, dada la presión que pudiera generar en crecimiento de la ciudad hacia la periferia.

Es así como en la Figura 9.3.3.4-1 se presentan tanto los problemas relacionados con los recursos hídricos y medio ambiente, recabados en el transcurso de este estudio, como los límites actuales de la zona urbana de Santiago, ambas en comparación con los límites de las áreas establecidas en la Estrategia Regional

mencionada. Respecto a la misma figura, se puede señalar que se observan 5 áreas establecidas en la Estrategia Regional que presentan problemas vinculados con el tema hídrico, y en específico, con el tema ambiental. Por otra parte, se observan tres áreas que se encuentran próximas al área urbana y que por lo tanto se encuentran amenazadas por el crecimiento periférico de ésta.

Un resumen de las superficies de estas 8 zonas de interés detectadas se muestra en el Cuadro 9.3.3.4-2.

CUADRO 9.3.3.4-2
ÁREAS PRESENTES EN LA ESTRATEGIA REGIONAL QUE REPRESENTAN INTERÉS CONSIDERANDO LOS PROBLEMAS DETECTADOS

Nombre	Área (ha)	Razón
Fundo Huechún	691	Zona con presencia de problemas ambientales
Cerro Águilas	9.143	
Humedal de Batuco	14.787	
Chacabuco - Peldehue	66.629	
Alto de la Cuenca del Mapocho	76.990	
Cerro Chena	1.187	Zona cercana a la urbe
Colina-Lo Barnechea	15.906	
Contrafuerte Cordillerano	13.351	

Fuente: Elaboración propia en base a "Estrategia para la Conservación de la Biodiversidad en la Región Metropolitana de Santiago (2015-2025)".

Al observar la distribución de las áreas propuestas en las subcuencas en estudio, se aprecia que gran parte de la subcuenca del Río Mapocho Alto queda cubierta por estas áreas, seguida de la subcuenca del Río Mapocho Bajo, y en menor medida la del Río Maipo Bajo y la del Río Maipo Medio con una superficie mínima.

A continuación se presenta una breve reseña con lo que se caracteriza los tópicos más relevantes de cada sitio del Cuadro 9.3.3.4-2, en relación a la flora y fauna presente en ellos:

- **Fundo Huechún**: Este sitio se caracteriza por su importancia para la protección de fauna, ya que aquí se encuentran especies en peligro de extinción.
- **Cerro Águila**s: Este sitio, en su mayor parte, corresponde a un área de interés científico. Se caracteriza por el aislamiento de sus formaciones naturales, las cuales se encuentran amenazadas por la expansión de actividades agrícolas.
- **Humedal de Batuco**: Es el humedal natural más importante de la Región Metropolitana de Santiago, caracterizado como un área de alta concentración de avifauna acuática residente y migratoria. El sitio se encuentra amenazado constantemente por diversas actividades, como rellenos, extracción de aguas subterráneas, extracción de suelos y construcción de diques y drenes, que disminuyen su área de inundación. Todo el sitio ha sido definido como una zona prohibida de caza.

- **Chacabuco-Peldehue**: El ambiente xérico que caracteriza este sitio, se relaciona con una alta abundancia de reptiles. Además, es una zona de invernada de *Vultur gryphus* (Cóndor), especie que es comúnmente observada en el cerro El Roble, al poniente, por lo que este sitio ha sido caracterizado como un corredor biológico entre las cordilleras de Los Andes y la Costa. Además, es una zona de recarga de acuíferos que drenan hacia el Humedal de Batuco. El área se encuentra regulada por el Plan Regulador Metropolitano de Santiago como un área de preservación ecológica.
- **Alto de la Cuenca del Mapocho**: El área se encuentra regulada por el Plan Regulador Metropolitano de Santiago como un área de preservación ecológica. Además, aquí se encuentran los santuarios de la naturaleza Yerba Loca y Los Nogales. El sitio se caracteriza por una alta biodiversidad de flora y fauna andina.
- **Cerro Chena**: Este sitio corresponde a un cerro isla, que se ubica en el límite urbano de Santiago, cuya importancia radica en haber sido un refugio natural para la flora y fauna en periodos de glaciación y, actualmente, en una zona muy cercana al área urbana consolidada. Por sus características de aislamiento, su principal amenaza la constituye la expansión de actividades agrícolas y urbanas.
- **Colina-Lo Barnechea**: El área se encuentra regulada por el Plan Regulador Metropolitano de Santiago como área de preservación ecológica. Este es un sitio que se destaca por su cercanía a la ciudad de Santiago, por lo cual otorga directamente múltiples servicios ecosistémicos, a la vez que está fuertemente amenazado por la intervención humana.
- **Contrafuerte Cordillerano**: Este sitio destaca por su cercanía a la ciudad de Santiago, por lo cual, otorga múltiples servicios ecosistémicos, a la vez que está fuertemente amenazado por intervención humana. La flora de este sitio está representada por 351 especies, de las cuales un 87% son nativas.

Según lo observado, es de interés del consultor proponer como áreas de conservación los sitios que se analizaron anteriormente, ya sea debido a que se evidenció la presencia de problemas con los recursos hídricos, y en específico por el aspecto ambiental, o bien debido a que son sectores cercanos a la urbe, considerándose esta razón una presión frente a un lugar necesario de conservar según la Estrategia Regional. La misma Figura 9.3.3.4-1 muestra las áreas propuestas para la conservación.

250,000 300,000 350,000 400,000

6,300,000 6,200,000

33° S 34° S

71° W 70° W

N W E S

SIMBOLOGÍA

- Areas protegidas propuestas 1
- Areas protegidas propuestas 2
- Problemas Ambientales
- Problemas Calidad de Aguas
- Zona Urbana
- Sitios def. en Estrateg. reg. biodiv.
- Límite Regional RM
- Límites Sub Cuencas
- Lagos, Lagunas, Embalses
- Hidrografía Principal

ARRAU Ingeniería E.I.R.L.

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
Región Metropolitana

SISTEMA DE INFORMACIÓN TERRITORIAL

DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

ÁREAS PROPUESTAS PARA LA CONSERVACIÓN

Fuente Cartográfica: Instituto Geográfico Militar, 2009 Cartografía Regular, 1:250.000 Fuente Temática: Elaboración propia a partir de SEA	ESCALA 1:650,000 0 2.5 5 10 15 20 Km	Directora Regional Carmen Herrera Indo Inspector Fiscal Francisco Salazar Aragón
Referencia Cartográfica: Proyección UTM DATUM WGS84 HUSO 19 Sur	Fecha: Noviembre 2015	*FIGURA 9.3.3.4-1*

9.3.3.5. Recomendaciones

Finalmente para tomar una decisión asertiva respecto de asegurar la diversidad biológica, tutelar la preservación de la naturaleza, y conservar el patrimonio ambiental, se hace necesario realizar un levantamiento de información biológica para definir áreas de alta singularidad e importancia (microendemismos, sitios de nidificación de aves, comunidades azonales, especies con problemas de conservación, etc.) a una escala suficiente. También se considera relevante la definición de "paisajes críticos" (áreas que han sufrido pérdida de porciones importantes de vegetación original, que se encuentren amenazadas y contengan elementos de alta singularidad) e incorporar, en especial por las características del crecimiento urbano que se da en la Región Metropolitana, la consideración de zonas de transición biogeográfica (ecotonos) y áreas de particular vulnerabilidad a cambios globales o perturbaciones a gran escala.

9.4. CAUDAL ECOLÓGICO AMBIENTAL

Este acápite complementa lo ya expuesto en el Acápite 4.3.5 donde se describe y calcula el caudal ecológico que es otorgado según el proceso regular de inscripción de derechos de aprovechamiento de aguas, según lo estipulado en el Código de Aguas. No obstante lo anterior, la determinación de caudal ecológico también se encuentra estipulada a través del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, que se encuentra basada en la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente, donde se entiende el caudal ecológico como "una medida de mitigación de algún impacto identificado" (Caudal Ecológico Ambiental) (DGA, 2011)[5]; siendo el objetivo de este acápite describir de forma cualitativa este último y algunos ejemplos de asignación en la zona de estudio.

El Caudal Ecológico Ambiental resulta de una combinación de metodologías para su determinación, entre las que se pueden nombrar criterios: hidrológicos, ecológicos, biológicos, turísticos, paisajísticos, entre otros; por lo tanto, posee una visión holística que tiene el objetivo de conservar la biodiversidad o usos del ecosistema del río. La definición en el marco del SEIA es la siguiente:

> "*Caudal mínimo que debe mantenerse en un curso fluvial, de tal manera que los efectos abióticos (disminución del perímetro mojado, profundidad, velocidad de corriente, incremento en la concentración de nutrientes y otros) producidos por la reducción de caudal, no alteren las condiciones ecológicas del cauce limitando o impidiendo el desarrollo de los componentes bióticos del sistema (flora y fauna), como tampoco alteren la dinámica y las funciones del ecosistema, permitiendo así conservar la biodiversidad y sus usos".*

En aquellos casos donde ya existe un valor determinado de caudal ecológico hidrológico en algún punto, producto de derechos de aprovechamientos en la zona de influencia del proyecto sometido a evaluación ambiental, igualmente se debe determinar el caudal ecológico ambiental. Ambos caudales se comparan y se respeta el valor más

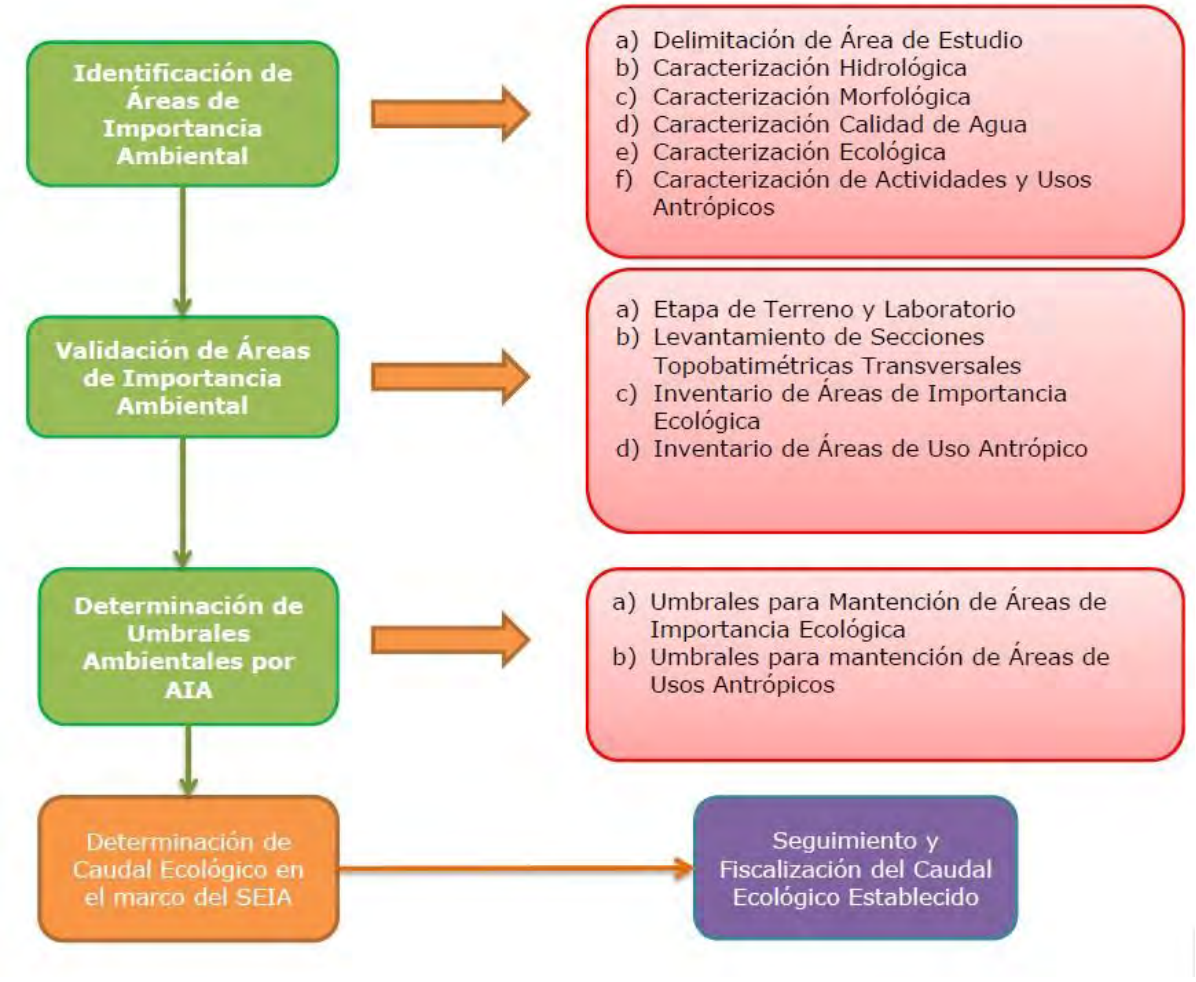
[5]Dirección General de Aguas. 2011. "Determinación de Caudal Ecológico en el Marco del SEIA. Criterios DGA" (Presentación). Depto. de Conservación y Protección de Recursos Hídricos.

restrictivo con el fin de sustentar de mejor manera todos los servicios ambientales asociados al río.

Para la determinación de caudal ecológico en el marco del SEIA, la DGA expone determinados lineamientos a seguir, los cuales se basan en la determinación de Áreas de Importancia Ambiental, que corresponden al área geográfica donde se identifican bienes y servicios ecosistémicos relevantes dentro del sistema fluvial, el cual a su vez tiene 2 componentes: el área de importancia ecológica y el área de uso antrópico, éstas áreas son evaluadas a diferentes niveles hidrográficos que van desde el "Sistema Río", Tramo de río hasta sección río control.

La Figura 9.4-1 muestra un diagrama de la metodología que se lleva a cabo para determinar el caudal ecológico en el marco del SEIA.

FIGURA 9.4-1
RESUMEN DE LA METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DEL CAUDAL ECOLÓGICO EN EL MARCO DEL SEIA



Fuente: Presentación DGA (2011).

De los 11 EIA's analizados en este acápite, 3 de ellos presentaban estudios de caudal ecológico. El Cuadro 9.4-1 muestra cuales son y qué características generales presenta esta determinación.

CUADRO 9.4-1
CAUDALES ECOLÓGICOS SEGÚN RESOLUCIÒN DE CALIFICACIÓN AMBIENTAL

Nombre	Bocatoma	Q Ecológico (m^3/s)	Observaciones
Reconversión Tecnológica Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Cadellada	-	-	Se exige por parte de la Junta de Vecinos La Fontecilla la generación de un Q ecológico mínimo hacia el Humedal de Batuco e impedir la extracción primavera-verano
Interconexión Embalse El Yeso Acueducto Laguna Negra	Descarga embalse Yeso	0, 5	Se menciona que se debe respetar la existencia de un caudal ecológico ya asignado aguas abajo del embalse de 0, 83 m^3/s
Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo Exp. N°105	Yeso	0, 46	-
	Colorado	0, 66	
	Colina	0, 37	
	Morado	0, 17	
	Placas	0, 1	
	Engorda	0, 15	
	Central El Volcán	0, 3	

Fuente: Elaboración propia en base a Proyectos SEIA (2014).

9.5. PROBLEMAS AMBIENTALES

9.5.1. Aspectos Generales

La cuenca del Río Maipo, en particular, congrega la mayor cantidad de habitantes del país, con todos los efectos ambientales que esto trae consigo. Por ello, esta cuenca es una de las más intervenidas del país y una de las más degradadas en términos ambientales y ecológicos. Este mantenido deterioro ambiental tiene su origen en al menos 3 aspectos: demanda de agua, la pérdida o fragmentación de hábitat y la contaminación de las aguas[6].

Si bien estos tres aspectos están estrechamente relacionados, es posible destacar algunas causas que podrían ser responsables de este deterioro. La escasez de

[6]Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) - Quantitativa. 2004. Antecedentes respecto de la biodiversidad acuática en la cuenca del Maipo. En: CONAMA. 2010. Estudio para la identificación de zonas riparianas relevantes en la cuenca hidrográfica del Maipo.

agua, aunque debería considerarse como alteración del régimen hidrológico, tiene relación con extracciones para riego, consumo humano, industrial, minero e hidroeléctrico (CONAMA 2010, AMB-03), lo cual ha sido tratado en el Capítulo 4, Diagnóstico de Disponibilidad Hídrica, del presente informe. Por tanto, este acápite se centra principalmente en los temas de contaminación y de hábitat.

La situación de la cuenca del Río Maipo es preocupante ya que los resultados de estudios de biodiversidad acuática desarrollados por el EULA para CONAMA RM (CONAMA RM 2007, 2008, 2009) dan cuenta de un ecosistema muy perturbado, con calidades de agua muy malas para la protección o conservación de las comunidades acuáticas[7].

A continuación, se mencionan los principales problemas ambientales identificados, relacionados con los recursos hídricos, los que comprenden: contaminación hídrica, urbanización, pérdida de zonas riparianas, la extracción de áridos y la contaminación odorífera.

9.5.2. Contaminación Hídrica

9.5.2.1. Aspectos Generales

La contaminación de los cauces se presenta como uno de los principales problemas ambientales. Las fuentes de contaminación hídrica corresponden a:

- Contaminación por fuentes difusas, que estaría representada esencialmente por diversas fuentes de descarga cuyos aportes no se encuentran localizados ni son continuos, como los agroquímicos que se derraman y filtran a través de los suelos, las aguas servidas de zonas sin soluciones sanitarias, la contaminación ganadera y la disposición de residuos sólidos domiciliarios.

- Contaminación por fuentes puntuales, que corresponden a los sitios de descarga de Residuos Industriales Líquidos (RILes), donde se consideran los tranques de relaves y las descargas de planteles porcinos.

A continuación, se detallan los problemas de contaminación hídrica presentando una idea global de las posibles causas antrópicas de acuerdo a las actividades y vocaciones productivas de cada Unidad Territorial donde se haya diagnosticado dicha problemática. Cabe mencionar que esta información complementa lo presentado en el Capítulo 6de Calidad de Agua.

9.5.2.2. Contaminación por Fuentes Difusas

a) Agroquímicos

La subcuenca del Estero Alhué presenta problemas de alteración de la calidad del agua en las partes bajas producto de la presión agroindustrial. El desarrollo agrícola existente en la zona se traduce en el uso intensivo de agroquímicos (aun cuando este

[7]Ibid. 6

uso cumpla las normas existentes)[8]. Esto fue confirmado en el Taller Participativo en Alhué (Problema AL-10), donde se señaló la contaminación aguas abajo del Estero Alhué debido al uso de agroquímicos por parte de huertos y viñas. Asimismo, en relación a los factores incidentes en la calidad del agua en esta la subcuenca, el estudio de la DGA (DGA 2004, CDA-07) menciona factores tanto naturales como antropogénicos. Dentro de estos últimos aparecen como relevantes los fertilizantes y plaguicidas aplicados, los cuales se asocian a una agricultura intensiva y tecnificada.

Para el Río Maipo en general, se releva el aporte de plaguicidas, incluyendo acá la subcuenca del Río Maipo Medio (Maipo en Nantahua, Río Angostura en Valdivia de Paine), y Río Maipo Bajo (Maipo en Cambimbao) (DGA 2004, CDA-08). En el análisis de los proyectos en el SEIA, las subcuencas del Río Maipo Bajo y Río Maipo Medio también figuran con proyectos del sector agropecuario (ver Cuadro 9.2.1-2), que podrían tener vínculo con los problemas de contaminación por agroquímicos. Asimismo, en el taller participativo de la Unidad Territorial del Río Maipo se mencionó el vertido y lavado de envases y maquinarias con agroquímicos (problema MA-34).

Para la subcuenca del Río Mapocho Bajo (Estero Lampa /Río Mapocho, Río Mapocho en Rinconada de Maipú, Río Mapocho en El Monte), también se destaca la aplicación de plaguicidas, asociada a la intensa y tecnificada agricultura presente (DGA 2004, CDA-08).

b) Aguas Servidas

Al año 2011, la Superintendencia de Servicios Sanitarios señalaba que la cobertura urbana de tratamiento de aguas servidas en la Región Metropolitana alcanzaba el 87% (MMA 2011, AMB-02).

El estudio de la DGA (DGA 2004, CDA-07) menciona la relevancia de la contaminación difusa por aguas servidas como factor incidente en la calidad del agua de la subcuenca del Estero Alhué, particularmente, en el segmento del Estero Alhué antes de Carén. En este sector se encontraría el poblado de Villa Alhué.

Asimismo, en la subcuenca del Río Maipo Alto se ha constatado la incidencia de la contaminación por aguas servidas, particularmente en el Río Maipo con el Manzano y en las Melosas. Igual situación ocurre en la subcuenca del Río Maipo Medio, particularmente en el Río Angostura en Valdivia de Paine; en la subcuenca del Río Maipo Bajo (Río Maipo en Cambimbao, Estero Puangue con la ruta 68); en la subcuenca del Río Mapocho Alto, específicamente en el Río Molina con el Río San Francisco; y finalmente en la subcuenca del Río Mapocho Bajo, en el Río Mapocho con el Puente. Pudahuel, en el Estero Colina con la compuerta Vargas, en el Estero Lampa con el Río Mapocho, en el Río Mapocho en Rinconada de Maipú y en El Monte (DGA 2004, CDA-08).

En la subcuenca del Río Mapocho Bajo cabe destacar la presencia de proyectos aprobados en el SEIA del sector "Saneamiento Ambiental", que incluye el tratamiento de aguas servidas. Asimismo, en la entrevista Grupal sostenida en la DGA

[8]Ilustre Municipalidad de Alhué. 2014. Alhué - PLADECO 2014-2020. Paisaje de Conservación.

RM[9], se indicó que en Tiltil existe mucha contaminación, la cual se asociaba, en parte, a la presencia de rellenos sanitarios.

c) Ganadería

En relación a los factores incidentes en la calidad del agua en la subcuenca del Río Maipo Alto, aparece como relevante la contaminación difusa debido a la ganadería, particularmente en la conjunción del Río Volcán con el Río Maipo, en la Estación del Río Maipo en las Melosas, en el Río Olivares con el Río Colorado, y en el Río Colorado con el Río Maipo. Esta actividad estaría asociada a las veranadas (DGA 2004, CDA-08).

d) Residuos Sólidos Domiciliarios

Para la subcuenca del Río Mapocho Alto, las descargas difusas de caseríos que se encuentran en los márgenes del Río Mapocho (Mapocho en Los Almendros), son el principal factor antropogénico incidente en la calidad del agua (DGA 2004, CDA-08).

Asimismo, en la subcuenca del Río Mapocho Alto (por ejemplo, en Estero Yerba Loca / Río San Francisco) las actividades turísticas son un factor relevante en la calidad del agua. Este factor quizás no corresponde técnicamente a "domiciliarios", pero se puede asociar por la similitud de sus componentes (DGA 2004, CDA-08).

Específicamente en la parte baja de la subcuenca del Estero Alhué, se ha señalado un problema de alteración de la calidad del agua producto de desechos domiciliarios[10].

Finalmente, para la subcuenca del Río Mapocho Bajo (Río Mapocho en Puente Pudahuel) también se señala la existencia relevante de descargas domiciliarias afectando la calidad del agua (DGA 2004, CDA-08).Cabe mencionar que el problema de la contaminación por basura y desechos domiciliarios también afecta a los canales de regadío, situación que fue señalada en el Taller participativo de Talagante, Chacabuco, Melipilla y Cordillera (ProblemasTG-13, CH-07, ME-03 y CD-20). Esta situación se indicó también en la entrevista sostenida con la Confederación de Canalistas de Chile, donde se señaló que el desborde de canales debido a la basura acumulada ha provocado inundaciones en poblaciones, asignándole la responsabilidad de limpiar a los Municipios.

9.5.2.3. Contaminación por Fuentes Puntuales

a) Residuos Industriales Líquidos

A nivel regional, se ha determinado que las emisiones totales en cuerpos de agua superficial, correspondientes al sector industrial según el Decreto Supremo N° 90, corresponden, en su mayoría, a la eliminación de desperdicios y aguas residuales, saneamiento y actividades similares; seguidas de aquellas emisiones provenientes de la fabricación de papel y productos de papel (MMA 2001, AMB-02).

[9]Realizada el 29 de octubre de 2014
[10]Ibid 8.

En la subcuenca del Río Mapocho Bajo, cabe destacar la presencia de proyectos aprobados en el SEIA del sector "Saneamiento Ambiental", que incluye el tratamiento de Residuos Industriales Líquidos (RILes). Asimismo, específicamente en el sector del Estero Lampa con el Río Mapocho, se observa la incidencia de las descargas industriales en la calidad del agua. Las industrias presentes acá son: Cerámicas Cordillera y Cementos Polpaico, además de la presencia de minería. En el sector del Río Mapocho en Rinconada de Maipú, también se destaca la incidencia de RILes, existiendo un grupo diverso de ellas, que incluye el rubro de extracción de áridos. En el sector del Río Mapocho con El Monte, se observan descargas de RILes de avícolas, agrícolas y lechera, e industrias químicas (DGA 2004, CDA-08).

En el Río Maipo, en general, la descarga de RILes de empresas agroindustriales papelera y metalmecánica, es un factor incidente en la calidad del agua al que se le debe prestar atención (DGA 2004, CDA-08).

En la subcuenca del Río Maipo Alto, especialmente en el Río Maipo en el Manzano, se ha descrito el aumento de Sólidos Suspendidos Totales (SST) producto de la extracción de áridos. A saber, existe una explotación de áridos frente a Guayacán (CDA-11).

En la subcuenca del Río Maipo Bajo, sector del Estero Puangue en la ruta 78, se destaca la descarga de RILes de la industria láctea y de confites (DGA 2004, CDA-08).

No obstante lo anterior, en el presente diagnóstico se ha relevado la potencial fuente de contaminación hídrica que representan los depósitos de relaves y los planteles porcinos, en las aguas de la Región Metropolitana, lo cual se detalla a continuación.

b) Depósitos de Relaves

Uno de los aspectos importantes asociados a las faenas mineras corresponde a las obras constructivas denominadas "Depósitos de Relaves" y su disposición en la superficie. Los residuos que contienen estos depósitos provienen de Plantas de Concentración de minerales por Flotación. La cantidad de desechos que deben ser dispuestos, en forma de pulpa en los tranques o embalses de relaves, son usualmente una mezcla de tierra, minerales, agua y rocas.

La mayor relevancia que han adquirido estos depósitos en la Industria Minera Chilena se debe a que las leyes de los minerales de los yacimientos en explotación ha disminuido y ha obligado a las empresas mineras a extraer grandes volúmenes de mineral para lograr mantener sus niveles de producción de fino (SERNAGEOMIN 207, INF-08).

Los depósitos de relaves pueden ser embalses o tranques. La diferencia radica en que el tranque es aquel depósito de relaves donde el muro de contención está construido con el propio material del relave, mientras que en los embalses, para el muro de contención, ocupan material de empréstito, es decir roca y material particulado que se extrae previamente. La importancia de la mencionada distinción se relaciona con los peligros (menores en el primer caso) y una serie de otros comportamientos según el tipo de depósitos.

Los peligros asociados a los depósitos de relaves comprenden: a) inestabilidad física, que puede producir el colapso del depósito de relaves y el material particulado acumulado en el mismo, una vez seco, puede ser transportado por el viento y producir contaminación por polvo; b) inestabilidad química, siendo el principal problema la contaminación de acuíferos y cursos de agua superficiales, esto también es conocido como drenaje ácido que es producto de la interacción entre el agua y los minerales sulfurados que contiene generalmente este tipo de depósito; c) impacto ambiental en el paisaje (impacto visual).

Además de los peligros mencionados, estos depósitos presentan distintos problemas, por ejemplo su colapso, lo que puede estar asociado a la actividad sísmica o al exceso de agua en la cubeta que contiene los relaves. Por una parte, la actividad sísmica es importante, dada su alta frecuencia en el País, y por otro, el exceso de agua señalado puede provenir del mismo proceso de tratamiento, o debido a la intensidad de las aguas lluvias o bien por acción de algún cauce de agua que por alguna razón fue desviado hacia la cubeta que contiene los depósitos.

En cuanto a la contaminación ambiental que estos depósitos pueden provocar, los componentes hídricos y aire son los que se ven más afectados. En el caso del agua, interesa en particular lo relativo a su flujo subterráneo, debido a la mayor dificultad de monitoreo y al consumo directo del agua que se hace en el medio rural. Este tipo de contaminación tiene tres aristas relevantes:

- Las aguas claras, que son liberadas de los tranques y posteriormente utilizadas para riego, tienen elementos como el arsénico, que produce cáncer, metales pesados como el plomo, y componentes químicos usados en diversos procesos.

- Los derrames, que en general, son eventos cuyo riesgo preocupa a la comunidad.

- La lixiviación, que es la solubilización de los componentes sólidos de estos tranques, entre los cuales se encuentra el arsénico y otros metales pesados como el cobre, níquel molibdeno, etc., los que llegan a las napas subterráneas o a las agua de riego, afectando finalmente la salud de las personas, animales y vegetales que se nutren de esas aguas o pastos adyacentes.

En cuanto al aire, interesa lo relativo al tamaño de las partículas del depósito, así como también su composición química y su estructura mineralógica.

Cabe señalar que, adicional a los problemas ambientales, los depósitos de relaves en zonas con actividad agrícola y áreas residenciales traen como consecuencia efectos sobre el desarrollo agrícola y la salud, tanto de los habitantes de la zona como de los consumidores de productos agrícolas cultivados en áreas de impacto de relaves.

En la Región Metropolitana de Santiago, existen 11 tranques activos, 11 no activos y 6 sin información, los cuales se mencionan en el Acápite 7.6 "Infraestructura de Tranques de Relave". De esta información, se observa que la subcuenca del Río Mapocho Bajo es la que posee el mayor número de depósitos de relave, tanto activos, como no activos y sin información (Cuadro 9.5.2.3-1).

En la subcuenca del Estero Alhué, se deprende del proceso participativo de la construcción del Plan de Desarrollo Comunal, que tanto las aguas de los esteros de la comuna como las aguas usadas para riego (subterráneas y superficiales), han sido contaminadas, identificando la actividad minera como la principal causante. Las aguas del Estero Carén, aguas abajo del embalse, presentan altos contenidos de sulfato y molibdeno, lo que podría afectar la salud de la gente y la actividad agrícola y ganadera de la zona, y el área de influencia del relave. Las concentraciones de sulfato sobrepasan el valor límite estipulado tanto en la norma de agua potable como para riego. Esta contaminación está asociada la presencia del Tranque de Relave Carén de la División El Teniente de CODELCO[11].

CUADRO 9.5.2.3-1
DEPÓSITOS DE RELAVE SEGÚN DISTRIBUCIÓN POR SUBCUENCA

Subcuenca	Depósitos Activos	Depósitos No Activos	Sin Información
Estero Alhué	4	0	0
Río Mapocho Bajo	7	7	4
Río Maipo Bajo	0	3	0
Río Maipo Medio	0	1	1
Río Mapocho Alto	0	0	1

Fuente: SERNAGEOMIN 2015, INF-01; SERNAGEOMIN 2010, INF-04; y SERNAGEOMIN 2007, INF-08.

La contaminación hídrica debido a la actividad minera en la Unidad Territorial de Alhué, también fue un problema ambiental señalado tanto en los talleres de participación (Problema AL-9) como en las Entrevistas (Municipalidad San Pedro[12]). Al respecto, se mencionó que las empresas mineras contaminan el agua del Estero Alhué y del Estero Carén, por lo que se evita su uso en riego y recreación. Además se señaló que en el sector de Talamí y El Asiento, la contaminación del aire por polvo en suspensión de la minera "La Florida", afecta los recursos hídricos superficiales y subterráneos. Se agrega que faltan estudios para profundizar sobre este tema y una adecuada difusión de los resultados de éstos.

En relación a los factores incidentes en la calidad del agua en la subcuenca del Estero Alhué, en el Estudio de la DGA (DGA 2004, CDA-07) se mencionan factores tanto naturales como antropogénicos. Dentro de estos últimos, aparecen como relevantes los derrames desde canoas de relaves, particularmente en el Estero Alhué en Quilamuta, lo que se vincula a los relaves de la Mina El Teniente.

La situación diagnosticada en la subcuenca del Estero Alhué amerita un mayor grado de profundización. Así, se tiene que en la zona cordillerana de la comuna de Alhué, se ubica la Minera Florida, la que, según algunas comunidades, es responsable de la contaminación por el polvo proveniente de sus tanques de purificación del mineral. Esta empresa cuenta con dos tranques de relaves, denominados Tranque Unificado y Tranque

[11]Ibid. 8
[12]Realizada el 30/12/14

Adosado. El Tranque Unificado corresponde a un depósito que operó hasta el año 2006. Por su parte, el Tranque Adosado corresponde al depósito actualmente operativo. Por otra parte, el estero Carén contiene aguas de relave provenientes de la División El Teniente de CODELCO, con un flujo máximo de 17 m^3/s. EL tranque de relaves Carén permite, por un lado, el control de las aguas del valle, evitando las inundaciones periódicas que se producían antes de su construcción; y por otro, genera una posible fuente de agua de riego la que, con prácticas y controles adecuados, puede generar una actividad agrícola previamente inexistente, ya que éste era un valle de secano. No obstante estos beneficios, la presencia del tranque de relave puede tener consecuencias negativas sobre el medio ambiente; en 2006, se contaminaron 17 km del Estero Carén por el derrame del tranque, según el informe del SAG de la Provincia de Melipilla. Se escurrieron del embalse de relaves Carén alrededor de 10.000 L de residuos líquidos mineros sobre las aguas del afluente, empleado para riego y consumo animal, contaminando las norias y prácticamente todo el cauce del Estero Carén. Fue también una catástrofe para la flora y fauna nativa, para la ganadería y la agricultura.

Cabe señalar, que CODELCO tiene una norma especial para el Teniente, el D.S N° 80, que sube el límite máximo de molibdeno por litro a 1, 60 mg/L y sube el tope de los sulfatos al doble (2.000 mg/L). Se tiene que considerar también el proyecto de peraltamiento del tranque de relaves que busca aumentar su capacidad hasta alcanzar 2.192 millones de m^3 y alargar su vida útil aproximadamente hasta el año 2064[13].

De acuerdo a la selección de proyectos del SEIA vinculados a los recursos hídricos, se tiene que la subcuenca del Estero Alhué es la que posee mayor número de proyectos del sector minero (ver Cuadro 9.2.1-2), lo que reafirma la importancia de este rubro en cuanto a la calidad del agua.

En relación a los factores incidentes en la calidad del agua en la subcuenca del Río Maipo Alto, se ha observado como relevante la lixiviación de tortas de material de descarte minero, particularmente en la conjunción del Río Volcán con el Río Maipo, donde existe una mina abandonada de cobre, adyacente al caserío de "El Volcán". Esta lixiviación también sería relevante en la conjunción del Río Yeso con el Río Maipo (DGA 2004, CDA-08).

Igual mención merece la subcuenca del Río Mapocho Alto, en el Río San Francisco con el Estero Yerba loca, donde se localiza la Compañía Minera Disputada de Las Condes; la subcuenca del Río Mapocho Bajo, específicamente en el Río Mapocho con el Puente. Pudahuel, donde se localiza Compañía Minera Pudahuel, y en el Estero Lampa con el Río Mapocho, donde existen relaves mineros y pequeña minería; y finalmente la subcuenca del Río Maipo Bajo, en el Estero Puangue con la ruta 78, donde existe minería en el sector de Colliguay (DGA 2004, CDA-08).

Cabe señalar que en el taller de Chacabuco, correspondiente a la subcuenca del Río Mapocho Bajo, se comentó el problema de contaminación de las aguas producto de las actividades mineras, lo que afecta al sector agrícola y al consumo de agua potable de sectores como Rungue, Lampa, Tiltil, Noviciado, Huertos Familiares, Santa Matilde y Huechún. Al respecto, señalan que existen problemas de contaminación ya detectados y

[13] Ibid. 8

otros de los cuales se sospecha, principalmente por la presencia de relaves. Frente a esto, los participantes exigen estudios y mayor información (Problema CH-6).

c) Planteles Porcinos

Existen algunas situaciones preocupantes desde el punto de vista de la potencial contaminación hídrica que podrían traer los planteles de cerdos, las cuales se señalan a continuación: a) en ocasiones, las lagunas de acumulación de purines tratados no poseen impermeabilización lo cual podría ocasionar el flujo de éstos hacia napas y ríos; b) frecuentemente, estos purines son dispuestos en zonas donde no existen cultivos, en consecuencia, los nutrientes no estarían siendo capturados por la vegetación llegando directamente al sistema hídrico; c) el riego por tendido con estos purines termina siendo sinónimo de escurrimiento superficial, llevando los efluentes a los canales, esteros y ríos[14].

En la subcuenca del Estero Yali se observa la presencia de proyectos del sector agropecuario que fueron aprobados en el SEIA, que incluye el tratamiento de purines. Asimismo, en la entrevista sostenida con la Gobernación de Melipilla[15] se indicó que la localidad de Fornece (comuna de San Pedro), estaba saturada de planteles de cerdo, por lo que este sería un sector prioritario para fiscalizar y monitorear la calidad de las aguas.

En la subcuenca del Río Mapocho Bajo, específicamente en el taller efectuado en Chacabuco, surgió un problema (Problema CH-05) relacionado con la contaminación de las aguas en Montenegro (Tiltil) debido a actividades industriales, dentro de las cuales están los planteles porcinos. En esta zona existe un proyecto agropecuario que ha tenido conflictos con la comunidad por los malos olores que emana, lo cual ha generado reacciones como la clausura parcial del recinto a comienzos del año 2015, debido al colapso en el tratamiento de los purines.

En el taller participativo de Talagante, también se mencionó un problema (Problema TG-14) de contaminación de aguas superficiales y subterráneas por parte de distintas industrias instaladas en la Provincia, incluyendo a los planteles porcinos, lo que se indicó afecta a la población en general. Asimismo, la población ha reaccionado frente a los malos olores que emanan de dicha actividad, existiendo un par de empresas en conflicto.

Cabe señalar que el Estero Alhué ha sido diagnosticado como uno de los cauces que merecen mayor preocupación con respecto a esta fuente de contaminación, debido a los sólidos suspendidos totales y el contenido orgánico que presentan las descargas, lo cual repercute en la alta demanda bioquímica de oxígeno. Generalmente, los purines tratados son acumulados en lagunas y posteriormente dispuestos sin dilución y utilizados para riego tendido[16]. No obstante, los planteles que se localizan cerca del estero se encuentran fuera de la comuna de Alhué, aguas abajo del estero del mismo nombre.

[14]SISS. 2010. Levantamiento, Estudio y Evaluación de los cursos superficiales ubicados en la VI Región, y que tributan a la cuenca del embalse Rapel.
[15]Realizada el 17/11/14
[16]Ibid. 14

9.5.2.4. Análisis Red de Medición de Calidad

De acuerdo al diagnóstico de contaminación hídrica, prácticamente todas las Unidades Territoriales de la Región presentan algún problema de contaminación de las aguas, ya sea difusa o puntual, a excepción de la Unidad Territorial Yali, donde no se han encontrados mayores antecedentes al respecto. Por tanto, resulta pertinente revisar las herramientas para medir la calidad de las aguas a nivel regional.

En el Capítulo 7 "Diagnóstico de la Infraestructura", se señalan las estaciones de la Red de Calidad de Aguas, tanto subterráneas (Figura 7.11.3.2) como superficiales (Figura 7.11.3.3). Si se analiza la distribución de dichas estaciones en las Unidades Territoriales diagnosticadas, se observa que existen ciertos sectores deficitarios, donde se debería mejorar la infraestructura de medición incorporando nuevas estaciones. Así, la Unidad Territorial de Alhué aparece como prioritaria, siendo la única UTP y subcuenca que no posee estaciones de medición, ni superficiales ni subterráneas. Si bien la UTP Yali no presenta antecedentes de contaminación hídrica, existe la necesidad de mejorar el monitoreo debido a la presencia de agroindustrias cuyo desempeño ambiental ha sido altamente cuestionado por la población local, sumado a que esta Unidad Territorial presenta solo una estación de medición superficial en la parte baja de la cuenca (fuera de la Región Metropolitana), y ninguna para aguas subterráneas. La UTP de Melipilla presenta solo una estación de calidad de aguas superficiales, y si se considera la subcuenca que la comprende (Río Maipo Bajo), en ésta se observan solo dos estaciones de aguas superficiales existiendo una carencia de monitoreo en la parte media de la subcuenca, luego de la confluencia del Río Mapocho con el Río Maipo. En la UTP del Río Maipo, se aprecia una falta de estaciones de monitoreo de aguas superficiales en la parte media del Río Maipo, antes de la confluencia con el Río Angostura.

9.5.3. Urbanización en Piedemonte Andino de la Ciudad de Santiago

Este es un problema complejo, que afecta el equilibrio natural de las cuencas urbanizadas en varias aristas[17]:

- Alteración del ciclo hidrológico y pérdida de calidad del agua, debido al reemplazo significativo de la vegetación por superficies impermeables, lo que reduce los coeficientes de intercepción de las lluvias por los follajes, el promedio anual de evapotranspiración y provoca alteraciones en los tiempos, tasas y volúmenes de carga y descarga de los acuíferos. El aumento del escurrimiento superficial limita la infiltración superficial y subsuperficial de los flujos de agua y facilita el desplazamiento de contaminantes de fuentes puntuales y no puntuales hacia lagos, arroyos y estuarios.

- Degradación, pérdida y fragmentación de hábitats acuáticos y terrestres que se ubican en la superficie de la cuenca, los cuales se degradan y destruyen al impermeabilizar sus superficies.

[17]Romero, H., Órdenes, F., Apablaza, V., Reyes, C. y Vásquez, A. 2004. Evaluación Ambiental de las Cuencas Urbanas del Piedemonte Andino de Santiago de Chile.

- Degradación de los arroyos, debido a la impermeabilización de los cauces naturales y su reemplazo por alcantarillados, cursos de agua canalizados y obstruidos, además de la simplificación de la red de drenajes; lo que aumentan la velocidad de los flujos de agua, causando un aumento en la producción de sedimentos y en la potencia erosiva de los cauces.

- Cambios en la Estética de los Arroyos y Paisajes

Esta problemática se atribuyó a las Unidades Territoriales de Cordillera y Santiago (subcuencas del Río Maipo Alto, Río Maipo Medio, Río Mapocho Alto y Río Mapocho Bajo), donde se presenta esta situación de urbanización.

9.5.4. Pérdida y/o Ausencia de la Zona Ripariana

La pérdida de zonas riparianas tiene relación con la pérdida de hábitat acuático, que se debe principalmente a la modificación del trazado del cauce, su embancamiento, inadecuada y excesiva extracción de áridos, vertederos ilegales de residuos sólidos en las orillas de los ríos, así como el aumento de la zona agrícola en desmedro de las zonas riparianas. Las zonas riparianas de la cuenca del Río Maipo están sometidas a una gran cantidad depresiones, lo que se traduce en un elevado estado de deterioro, resultando las zonas medias de la cuenca las más vulnerables (CONAMA 2010, AMB-03).

En la entrevista sostenida en la Gobernación de Maipo[18] se mencionó la presencia de basurales en el lecho del Río Maipo. En el taller participativo de Santiago surgió un problema que tenía relación con la ausencia de manejo ambiental de cauces en zonas urbanas (Problema ST-28), lo cual se relaciona con este problema ambiental.

9.5.5. Extracción de Áridos

La explotación de áridos en Chile corresponde a una práctica usual, basada en la demanda de este material para su utilización en rubros asociados principalmente a la construcción. Una de las principales fuentes de material sedimentario corresponde a los ríos situados en zonas cercanas a las ciudades, las cuales representan una de las mayores fuentes de demanda[19].

La extracción de áridos desde el cauce de los ríos, junto con el uso/extracción de las aguas, generan un cambio en la dinámica interna y comportamiento de los sistemas, afectando principalmente las características del transporte de sedimentos a lo largo del río. Con ello se generan cambios en la morfología del sistema, desarrollándose una dinámica difícil de predecir. Las modificaciones y sus efectos sobre el comportamiento del flujo están lejos de ser fenómenos locales, existiendo en la literatura reportes de impactos que alcanzan varios kilómetros, afectando las zonas tanto hacia aguas arriba como aguas abajo. La reducción de las tasas de alimentación de sedimentos

[18]Realizada el 02/12/14

[19]Godoy, C., Gatica, C., Niño, Y. y Mcphee, J. 2009. Manejo y regulación de la extracción de áridos en zonas urbanas de Santiago, Chile: Modelación y análisis de la dinámica del sedimento en el Río Maipo. Sociedad Chilena de Ingeniería Hidráulica – XIX Congreso Chileno de Hidráulica.

debida a las extracciones de áridos, puede llevar al sistema fuera de su equilibrio natural, afectando las tasas de transporte locales, y en consecuencia, modificando la morfología de las zonas que presentan infraestructuras u obras de captación insertas en el cauce (CONAMA 2010, AMB-03).

El tiempo de recuperación promedio del lecho es muy superior al de explotación, debido principalmente a la explotación intensiva de las zonas, lo cual hace pensar en la necesidad de imponer límites de descenso más estrictos para zonas ubicadas en la parte baja del río o donde los aportes medios de sedimentos no sean comparables con los extraídos (CONAMA 2010, AMB-03).

Cabe señalar que no existe información certera sobre la cantidad total de áridos explotada, debido a la falta de fiscalización e irregularidades en el manejo (CONAMA 2010, AMB-03). En la entrevista sostenida con el Servicio de Evaluación Ambiental[20] se indicó que muchas extracciones se realizan de manera informal, lo que se suma a los problemas ya señalados.

En las actividades de participación efectuadas en las unidades territoriales se mencionó este problema. Así, en Cordillera se indicó esta actividad que intervenía los cauces (Problema CD-12); en la entrevista con la Gobernación de Maipo[21] (02/12/14), se señaló que la población flotante que se asentaba en el cauce realiza extracción de áridos (la mayoría ilegales); la Junta de Vigilancia de la 5ª sección del Mapocho[22] mencionó que la extracción de áridos en río, que el MOP autoriza, afecta las bases de los puentes y a los canales; y en Talagante se levantó un problema (ProblemaTG-16) que señalaba que la extracción de áridos genera problemas en el escurrimiento normal del río.

9.5.6. Contaminación Odorífera

Este problema ambiental se ha constatado en la subcuenca del Estero Alhué, particularmente se menciona la presencia de malos olores generados por la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en el sector de Polulo, las personas manifiestan su molestia por los constantes malos olores provenientes de esta planta, la cual no cuenta con la suficiente capacidad para tratar las aguas de la comuna; además, se han realizado obras que han empeorado su situación, como el encerramiento de las lagunas de tratamiento del agua[23].

En el caso de la subcuenca del Estero Yali, el problema YL-14 levantado en el Taller Participativo, indica las sospechas por parte de la población de contaminación de aguas subterráneas por descargas de RILes, basadas en la presencia de malos olores. Esta situación, es relacionada por la comunidad a la presencia de agroindustrias. Asimismo, en la entrevista sostenida con el Servicio Agrícola y Ganadero[24] se indicó que el 90% de las denuncias en la Provincia de Melipilla, tienen relación a olores y moscas.

[20]Realizada el 28/11/14
[21]Ibid. 18
[22]Realizada el 12/12/14
[23]Ibid. 8
[24]Realizada el 23/12/14

En lo que respecta a la subcuenca del Río Mapocho Bajo, de la entrevista sostenida con la Gobernación Chacabuco en diciembre del 2014, se desprende esta misma problemática, particularmente en los sectores de La Cumbre, Rungue y Montenegro, donde se han señalado problemas de contaminación por los olores que emanan las empresas de KDM (a la cual se dirigen los purines de las chancherías), Aguas Andinas, y una fábrica de abono (cal). Además, se menciona una empresa de residuos peligrosos, en proceso de calificación ambiental. Cabe señalar que la población no hacía las denuncias a la Superintendencia del Medio Ambiente, lo que da cuenta de un problema adicional. En los sectores nombrados, la población se encuentra más tensionada por los problemas ambientales, en comparación a otros lugares.

Al igual que en los casos de San Pedro y la Provincia de Chacabuco, en la Provincia de Talagante también han habido reclamos por parte de la población ligados a los malos olores que emanan los planteles porcinos (problema TG-14)

9.6. CONFLICTOS AMBIENTALES EN TORNO AL AGUA (PRESENTES Y PASADOS)

9.6.1. Aspectos Generales

"Los conflictos socioambientales son disputas entre diversos actores; personas naturales, organizaciones, empresas privadas y/o el Estado; manifestadas públicamente y que expresan divergencias de opiniones, posiciones, intereses y planteamientos de demandas por la afectación (o potencial afectación) de derechos humanos, derivada del acceso y uso de los recursos naturales, así como por los impactos ambientales de las actividades económicas" (INDH 2012, AMB-01).

De acuerdo a la definición anterior, en la Región Metropolitana existen zonas conflictivas desde el punto de vista ambiental e hídrico, algunas de las cuales están asociadas a Proyectos de Inversión que han sido evaluados ambientalmente por el Estado. Así, existen 4 Proyectos, los que fueron señalados anteriormente en el Acápite 9.2 (Proyectos SEIA), que son de relevancia en materia hídrica y que además presentan (o presentaron) conflictos que involucran a la sociedad civil y han llamado la atención de la opinión pública. Además, existe un quinto conflicto ambiental de relevancia que se emplaza en la Laguna de Aculeo (Provincia del Maipo), y un sexto en la comuna de San Pedro.

Cabe señalar que los antecedentes expuestos en este apartado corresponden a una recopilación de información secundaria, dado que los alcances del Estudio no permiten una investigación en terreno en detalle, salvo lo rescatado en los Talleres de Participación. De esta forma, la vigencia de los conflictos debe revisarse de manera más exhaustiva en instancias adecuadas.

9.6.2. Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo

En el sector energético, se encuentra el "Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo" (PHAM), en la comuna de San José de Maipo, cuyo Estudio de Impacto Ambiental (EIA), presentado por el titular Sociedad Alto Maipo SpA, fue aprobado el año 2009. Este proyecto, que actualmente se encuentra en la fase de construcción, consiste en un complejo hidroeléctrico que tiene por objeto generar una potencia máxima de 530 MW,

para entregarla al Sistema Interconectado Central (SIC). Para ello, represaría, en dos centrales hidroeléctricas que funcionarían en serie, 1, 8 hm^3 de agua de los ríos Volcán, Yeso y Colorado, mediante un túnel de 70 km para devolverlos al Río Maipo (AES GENER 2008, AMB-04).

La oposición de la ciudadanía a este Proyecto, que incluye actores tales como regantes, areneros, empresarios turísticos y habitantes de San José de Maipo, se ha expresado en diversas manifestaciones públicas, en sus acciones frente al Consejo para la Transparencia, ante tribunales y ante la Superintendencia del Medio Ambiente. Adicionalmente, este tema ha ocupado un lugar importante en los comunicados de prensa y en las movilizaciones ciudadanas. De acuerdo al Instituto Nacional de Derechos Humanos (INDH), el conflicto figura activo a junio del año 2012, y según al Proceso Participativo de este Diagnóstico y a la revisión de la prensa nacional, el conflicto sigue activo hasta abril del 2015.

El conflicto respecto al PHAM fue abordado en múltiples instancias del proceso de participación de este diagnóstico, como en la entrevista grupal mantenida con la DGA RM el día 29 de octubre del 2014, en la entrevista sostenida con Aguas Andinas el 20 de noviembre del 2014, con el Consejo de Producción Limpia el 10 de diciembre del 2014 y con la Coordinadora Ciudadana Ríos del Maipo el 12 de diciembre del 2014, así como también en los talleres de participación de Cordillera y Santiago. En general, los comentarios se refieren a los efectos negativos del proyecto y a los riesgos relacionados con la disponibilidad de agua, el arrastre de sedimentos y el riego. El principal impacto del PHAM, que se desprende de las percepciones de los actores que se oponen a este proyecto, se podría resumir en la intervención de la cuenca, lo que traería efectos sociales, ambientales, ente otros. Los comentarios y argumentos en contra del PHAM se sintetizan a continuación (enunciados principalmente en el taller de Cordillera y Santiago, problemas CD-17 y ST-20, respectivamente, y en la entrevista con la Coordinadora Ciudadana Ríos del Maipo, quienes también facilitaron documentos que complementan las declaraciones):

- La intervención de las nacientes de los ríos y esteros podrían tener efectos sobre las vertientes, ya que los túneles no son recubiertos.
- El túnel afectaría la dinámica de funcionamiento natural del ciclo hidrológico de la cordillera, destruyendo glaciares milenarios y nieves eternas con sus tronaduras y sitios de construcción.
- Existe preocupación de que las napas se vayan a desviar, como ocurrió en las vegas que se secaron, ya que en el EIA no hay estudios hidrológicos ni hidrogeológicos que permitan evaluar este riesgo.
- Existen impactos no abordados por el EIA del Proyecto, como el efecto en los sedimentos, el efecto de los túneles, el impacto sobre aguas de APR San José de Maipo y San Alfonso, e impacto vial en comunas de La Florida y Puente Alto.
- No sigue la definición de "central de paso" (mismo río, igual cantidad y calidad), ya que plantea el trasvase de 3 cuencas (Río Volcán, Yeso y Colorado) devolviendo las aguas m abajo, en otra cuenca y con otra calidad. En un "embalse entubado".

- Recién se están haciendo estudios y el proyecto ya está en construcción (lleva el 5%).

- Hay temor en los sectores de Pirque y San José de Maipo, porque podría generarse una bajada de agua al haber un año lluvioso, lo que arrastraría sedimentos a los centros poblados.

- El aumento de sedimentos ha afectado a los canales.

- Afectaría la disponibilidad de agua de riego para 120.000 hade todas las comunas agrícolas de la Región Metropolitana.

- La afectación a flora y fauna en zonas de faenas (ej. Lo Arcaya).

- La desprotección de los APR's frente a posible vulneración de fuentes de agua en el sector Lo Arcaya en Maitenes.

- El convenio entre Aguas Andinas y Alto Maipo para el uso del agua de la Laguna Negra y Lo Encañado, que podría afectar las reservas que abasten el 80% de agua potable de la Región Metropolitana.

- La disminución del caudal de los Esteros Los Palitos, El Sauce y Las Petonas, se atribuyen al PHAM.

- Las salidas de servicio del proyecto afectarían la regularidad en la disponibilidad de aguas, existiendo golpes (subidas) y mermas de agua, lo que dificultaría el reparto de canalistas.

- Afectaría el régimen sedimentológico del río, lo que a su vez afectaría a los canales de regadío, a la infraestructura como puentes, y en general a la renovación de los suelos. Este tema es relevante dado que el Río Maipo y sus afluentes aportan áridos para la construcción equivalentes a 12.000.000 t/año

- No toma en cuenta el efecto del cambio climático y los 7 años consecutivos de sequía. Su construcción y operación aceleraría la desertificación de 100.000 ha.

- Afectación al turismo dada la modificación de caudal del Río Maipo, relevante por ser prácticamente uno de los pocos pulmones verdes cerca de Santiago. La principal actividad humana afectada sería el turismo tradicional.

- El caudal ecológico no se cumpliría.

- Los cálculos del Proyecto se basan en estadísticas antiguas, de hace 50 años.

- El Proyecto pasa a llevar muchas regulaciones.

- Se presentó como un proyecto capaz de generar 530 MW, sin embargo, el promedio será de 190 MW. Además, esta energía no será para los habitantes Santiago, sino que para la minera los Pelambres de Antofagasta Minerals, del Grupo Luksic, en la Región de Coquimbo. Por tanto, no es un proyecto de "interés nacional".

- El PHAM ha tenido bajas exigencias, por ejemplo, no se le solicitó resguardar el hábitat de ciertas especies, como el pato cortacorrientes.

La Coordinadora Ciudadana Ríos del Maipo opina que el Proyecto debiera reevaluarse ya que su aprobación fue irregular. En este sentido, deberían revocar la Resolución de Calificación Ambiental y presentar un nuevo EIA. Por parte de los organismos públicos, se han detectado incumplimientos a su Resolución de Calificación Ambiental, lo que ha derivado en sanciones económicas.

Por otra parte, la empresa Aguas Andinas comentó que a ellos no les influye la operación del proyecto, por tanto no habría afectación en la disponibilidad de agua potable. En la entrevista sostenida con el Consejo de Producción Limpia, se comentó que este conflicto ambiental se debe a que el SEIA no entregó la seguridad necesaria a la población.

Cabe destacar que los comentarios anteriormente señalados fueron sintetizados a fin de exponer los principales argumentos de los actores, no siendo sopesados ni evaluados ambiental ni técnicamente, ya que el fin de este acápite es exponer el conflicto y las posiciones involucradas.

9.6.3. Central Hidroeléctrica Guayacán

Otro proyecto energético que se suma a los conflictos ambientales relacionados con el PHAMen la comuna de San José de Maipo, es la "Central Hidroeléctrica Guayacán", emplazada en la misma comuna pero de menor envergadura, del titular Energía Coyanco S.A., cuya DIA se aprobó el año 2009. Este proyecto consiste en la construcción y operación de una central hidroeléctrica de pasada con una capacidad instalada de 10, 4 MW, que se desarrolla por la ribera sur del Río Maipo. Dentro de sus obras principales se encuentra la bocatoma, canal de aducción, desarenador, obras de restitución y casa de máquinas, la que contará con tres turbinas de generación eléctrica.

De acuerdo al Instituto Nacional de Derechos Humanos (INDH), el conflicto figura activo a junio del año 2012. No obstante, profesionales de la empresa indicaron en el Segundo Taller Participativo (UTP Cordillera), que el conflicto ya no existía, situación que no pudo ser verificada con otra fuente de información actual.

La causa del conflicto estaría asociada al lugar de la explotación o exploración, y desde una perspectiva de derechos humanos (INDH 2012, AMB-01), los derechos que se han mencionado en juego son: el de acceso a la información pública, a la participación, a un medioambiente libre de contaminación y el derecho al agua.

En el año 2008, durante el proceso de evaluación ambiental, la empresa, con el fin de lograr una buena relación con la comunidad, realizó varias presentaciones a la municipalidad y la ingeniería fue diseñada de modo de no perjudicar las actividades turísticas. La empresa ha señalado que el punto de captación del río se hizo más abajo,

sacrificando altura y potencia, para que deportes extremos como kayak y rafting no tuvieran problemas.

No obstante de las medidas que la empresa ha tomado, han habido múltiples oposiciones al proyecto, algunas relacionadas con la afectación de flora con problemas de conservación y a diversas actividades de montaña, y con la percepción de que el Cajón del Maipo se está repletando de centrales hidroeléctricas y que todo lo que ello involucra (camiones, construcciones, apertura de nuevos caminos, etc.) trae consigo impactos negativos a nivel local.

Los actores que estuvieron involucrados en este conflicto en el comienzo incluyen a la empresa Energía Coyanco S.A., a la Comisión Regional de Medio Ambiente (COREMA), a la Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA), a la Corporación Nacional Forestal (CONAF), a la Contraloría General de la República, y a la comunidad del Cajón del Maipo.

9.6.4. Reconversión Tecnológica Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Cadellada

Dentro del sector Saneamiento, destaca el proyecto emplazado en la comuna de Lampa "Reconversión Tecnológica Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Cadellada", del titular Servicomunal S.A., cuyo EIA fue aprobado el año 2012. El objetivo de este Proyecto es desarrollar un nuevo sistema de tratamiento, implementando la tecnología denominada *Lodos activados en versión aireación extendida con alimentación continua y tratamiento de lodos*, que permita proveer de una solución ambientalmente sustentable para tratar las aguas servidas de Colina y de parte de la localidad de Batuco. Esto implica el diseño, construcción y operación de una planta capaz de remover la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), nitrógeno (NKT), fósforo (P), coliformes fecales y sólidos suspendidos (SST), de las aguas servidas tributadas, según las exigencias normativas para la concesión sanitaria. La descarga se realizará en el canal sin nombre ubicado al norte del tranque San Rafael, que es afluente del Humedal de Batuco.

Este Proyecto ha sido denominado como un desastre ecológico en el humedal de Batuco y la causa del conflicto, en términos generales, estaría asociada a la localización del Proyecto. Desde una perspectiva de derechos humanos (INDH 2012, AMB-01), los derechos que se han mencionado en juego son: el derecho a un medioambiente libre de contaminación y el derecho a la salud.De acuerdo al Instituto Nacional de Derechos Humanos (INDH), el conflicto figura activo a junio del año 2012.

En específico, este proyecto es socialmente resistido por los vecinos debido a la historia que ha tenido la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS) La Cadellada en Lampa, específicamente en Batuco. Respecto a ello, cabe señalar el desastre ecológico que se produjo el año 2005 en el Humedal de Batuco, que significó la muerte de unas 1.200 aves y peces, encontrándose la mayor cantidad de estos individuos en un canal que une la laguna con la planta de tratamiento, situación que llevó a un sumario a la empresa, dado que todos los antecedentes la responsabilizaban.

Así, el gobierno inició un plan de emergencia para frenar la contaminación en el humedal, y luego de que la normativa se incrementara en exigencia para la Planta, se comenzaron a estudiar opciones para mejorar el funcionamiento de la Planta, llegando así al Proyecto citado en este numeral.

La PTAS original ha generado olores, rebalses, vectores, etc. La cercanía con el Humedal de Batuco, zona de protección ecológica, zona de interés turístico nacional, zona lacustre, sitio prioritario de la conservación de la Región Metropolitana y zona del plan de acción humedal de Batuco 2005-2010; genera especial preocupación en sus defensores y en los vecinos en general. Uno de los principales elementos por los cuales este proyecto es resistido, además de los impactos mencionados, es porque la PTAS trata el agua servida de la comuna de Colina, situación que se ve agravada por la preocupación de los vecinos de que Lampa pueda construir una PTAS para la comuna, allí mismo en Batuco, con lo cual tendrían 2 PTAS en sus cercanías.

Los actores que han estado involucrados en el conflicto comprenden la Empresa Servicomunal S.A., la Comisión Regional de Medio Ambiente (COREMA), la Comisión de Evaluación Ambiental (CEA), la Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA), el Comité de Agua Potable Rural Batuco-Santa Sara, la Agrupación Humedal de Batuco, la Organización Comunitaria El Totoral de Batuco, la Agrupación de Parceleros de Batuco (AGRUPARBA), y los Vecinos directos de la planta.

9.6.5. Expansión Andina 244

El proyecto "Expansión Andina 244" es una iniciativa interregional del sector minero, que se considera relevante en materia hídrica, debido a las observaciones que han efectuado algunas de las Municipalidades de la Región Metropolitana, relacionadas a sus impactos. Materias de preocupación han sido los efectos en distintos tipos de glaciares, así como los efectos de los relaves asociados, (por ejemplo, en las aguas subterráneas), de las canaletas, de los concentrados, y del uso y extracción de las aguas. El titular del proyecto es la Corporación Nacional del Cobre, División Andina, y el EIA se encuentra actualmente en proceso de evaluación ambiental.Al respecto, en la entrevista grupal sostenida con la DGA RM el día 29 de octubre del 2014, se señaló que en la Quebrada Los Bronces, podría existir afección a los glaciares que alimentan la subcuenca del Río Colorado. En el problema ST-22 (taller participativo Santiago) se comentó también que los glaciares existentes en la Provincia de Santiago estarían en peligro por la ejecución de este proyecto en la comuna de Lo Barnechea.

9.6.6. Laguna de Aculeo

La Laguna de Aculeo pertenece a la hoya hidrográfica del Maipo, a la llanura del Río Maipo-Angostura, principal valle de la zona, y es uno de los cuerpos de agua naturales más grandes ubicados en la Depresión Central de Chile. La laguna tiene una superficie de 12 km^2, presentado una profundidad máxima de 6 m[25].

Hoy en día la Laguna de Aculeo muestra un rápido avance hacia la eutrofización, cuyo origen se debe principalmente a causas y/o factores antrópicos, como el aumento de la densidad poblacional a través de los años; la construcción de viviendas y parcelas de agrado; la extracción de aguas para su uso en riego; el desarrollo de actividades agrícolas y ganaderas; la deforestación de las laderas que rodean a la laguna; la carencia de tratamiento de aguas servidas en el sector; etc., todo lo cual ha

[25]Leyton, H. y Parra, A. 2007. Proposición de un Plan de Gestión Ambiental para Minimizar el Proceso de Eutrofización en la Cuenca de la Laguna de Aculeo, Región Metropolitana Chile. Universidad de Santiago de Chile.

terminado por llenar de sedimentos la Laguna y aportar nutrientes que sólo aceleran el proceso de eutrofización, situación favorecida por factores tales como la geomorfología y la clara disminución en el aporte hídrico gatillada por la sequía que ha afectado a la Región Metropolitana[26]. Ciertas posturas afirman que la desaparición de la laguna o su transformación en un pantano es inminente.

A continuación, se detallan una serie de factores, principalmente de origen antrópico, que se han señalado como de impacto negativo en la Laguna de Aculeo, contribuyendo de esta forma a su proceso de eutrofización y generando preocupación a nivel local, situación que ha llevado a considerar este caso como conflicto ambiental, dados los diversos intereses que se confrontan en torno a este cuerpo de agua, y la diversidad de causas de deterioro ambiental que presenta el cuerpo de agua.

Como factor inicial de problema en la Laguna, se debe considerar la cantidad de agua de ésta. Actualmente, no sólo abastece los campos agrícolas, sino una serie de otras demandas que antes no existían, como los jardines y piscinas en terrenos que antes no necesitaban riego, además muchas aguas de pequeñas vertientes, esteros o napas subterráneas que eran aportes para la laguna, son captadas antes de llegar a ésta (captaciones para agua potable, riego, etc.). Así, en torno a la laguna, existen derechos de agua asignados, principalmente a comunidades de agricultores que administran el recurso, sin embargo, además de esta extracción debidamente regulada, existen extracciones ilegales para diversos usos (piscina, riego de jardines, césped o pasto, etc.).Localmente, la comunidad percibe que la laguna es objeto de extracciones por toda su orilla, utilizando el agua para regar jardines y pasto, temas que se ven como prescindibles dada la sequía que afecta a la zona. Sumado a lo anterior, se menciona el problema de "desagüe" del Estero Santa Marta, el cual fue profundizado para sacar más agua de la laguna, la cual llega al Río Angostura, dificultando más aún alcanzar el nivel "normal" de la laguna.

Otro problema de la laguna es la calidad del agua deteriorada por varios agentes contaminantes, tales como los aportes de aguas servidas provenientes de fosas sépticas con sistemas de infiltración muy cercanos a la laguna, aportando nitrógeno (orina), materia orgánica, detergentes, nutrientes y diferentes productos químicos que se utilizan para la limpieza de baños y cocina, todo esto debido a la falta de alcantarillado público en el sector.

El desarrollo de deportes acuáticos también genera impactos negativos, debido a que los motores remueven los sedimentos depositados en la laguna aumentando su turbiedad por la resuspensión de sólidos, favoreciendo el proceso de eutrofización. Esta actividad también aporta a la destrucción y perturbación de los lugares de nidificación y alimentación de fauna silvestre, además los combustibles y aceites que se utilizan para los deportes acuáticos a motor (lanchas y motos de agua) generan residuos que contaminan el agua. Respecto a este punto, hay que destacar que la laguna tiene un alto potencial turístico y recreativo, el cual al ir explotándose, ha ido deteriorando progresivamente la zona.

[26] Seremi de Medio Ambiente Región Metropolitana. 2013. Antecedentes para la aplicación índice de funcionalidad lacustre Laguna de Aculeo, Región Metropolitana de Santiago.

Un problema de fondo tiene que ver con la densidad poblacional de Santiago y la expansión urbana no planificada de la ciudad, lo que ha provocado un notable déficit de áreas verdes y lugares adecuados para la recreación y el esparcimiento. Este problema ha incidido fuertemente en las zonas rurales de la Región Metropolitana, en donde se cambia el uso del suelo agrícola por uso turístico residencial.

Otro factor es el uso de fertilizantes y plaguicidas utilizados tanto en la actividad agrícola como en los cultivos de vegetación de tipo residencial, como jardines. Dado que la forma de aplicación de fertilizantes se realiza directamente al suelo, posteriormente producto del riego o precipitaciones, infiltra hacia las napas subterráneas u otros cursos de agua que finalmente aportan a la laguna. Respecto del uso de los plaguicidas, éstos son utilizados para controlar todo tipo de plagas de los cultivos como insectos, hongos, bacterias e inclusive otras plantas, lo que pudiese aportar en la disminución de especies que habitan en torno a la laguna tales como los anfibios (sapos y ranas), debido a su toxicidad.

Alrededor de la laguna existen diversas intervenciones, tales como rellenos de tierra, escombros u otros materiales para aumentar la altura del terreno, de esta forma aumenta la "superficie útil" de las propiedades ubicadas en torno a la ribera, quitando espacio para el volumen de agua y generando además sedimentos que van rellenando el fondo. Lo anterior, junto con la construcción de muros perimetrales, va transformando la laguna en una gran piscina, en desmedro de varias especies de aves que nidifican en tierra o en la vegetación de borde.

Además de los factores señalados, se han indicado condiciones naturales que agudizan los problemas de la laguna, tales como: el cambio climático, la condición de cuenca cerrada, con bajo recambio de agua que no alcanza a suplir extracciones ni a diluir contaminantes, la baja profundidad, con no más de 6 m, que también acrecienta el problema de poca dilución de contaminantes.

Sumado a los problemas señalados, se han identificado ciertos aspectos legales que impiden la intervención del Estado en algunas instancias. La laguna de Aculeo aparece inscrita como un bien privado en el Conservador de Bienes Raíces, "tranque", lo cual le otorga connotación de artificial, en términos legales, aunque se menciona que en realidad es natural. Aun cuando a la laguna se le otorgara la categoría de cuerpo lacustre natural, seguiría siendo privada por las siguientes razones[27]:

- El Código de Aguas establece en su Artículo N° 35 que un álveo o lecho de lago, laguna, pantano y demás aguas detenidas, es el suelo que ellas ocupan en su mayor altura ordinaria. Este suelo es de dominio privado, salvo cuando se trate de lagos navegables por buques de más de cien toneladas.

[27]Romero, F. 2012. Causas de Deterioro Ambiental de la Laguna de Aculeo. Recopilación e interpretación bibliográfica. Documento desarrollado por la Corporación Aculeufu en el marco del proyecto "Gestión y sensibilización ambiental para la conservación de la Laguna de Aculeo". Fondo de Protección Ambiental, Ministerio de Medio Ambiente.

- En el caso visto, DIRECTEMAR ya estableció que la Laguna de Aculeo no es navegable por un buque de 100 t, por tanto el lecho del cauce es de dominio privado.

- Si la laguna es considerada cuerpo lacustre natural no cambia en nada la situación, por cuanto el lecho sigue siendo privado, y por ende se aplica el concepto de "invasión de propiedad privada" que debe ser resuelto a través de los Tribunales correspondientes.

Estas son las razones por las cuales los servicios públicos y el Estado no tienen competencia en varias de las situaciones que producen deterioro ambiental en la laguna, ya que son problemas "entre privados". Sin embargo, hay situaciones en que algunos servicios sí pueden actuar, como cuando hay casos de extracción de agua sin tener derechos asignados (Código de Aguas, DGA), cuando hay destrucción de sitios de nidificación (Ley de Caza, SAG) o corta de vegetación arbórea nativa (Ley de Bosque Nativo, CONAF). No obstante ello, la fiscalización se hace difícil debido a la cantidad de personal asignado para estas labores, a las dificultades de acceso y de detección de los delitos.

9.6.7. Agroindustrias en San Pedro

La continua pérdida de los recursos hídricos en la comuna de San Pedro ha generado un creciente conflicto debido a la falta de agua en los pozos de diversas localidades rurales de la comuna. Esta situación ha desencadenado una crisis de empleabilidad y un sostenido deterioro en la calidad de vida de los habitantes de la comuna, lo cual ha sido expuesto en diversos medios de comunicación[28], dejando de manifiesto ser uno de los sectores más afectados por la sequía que afecta a la zona central.

La población ha hecho ver a las autoridades que estos problemas se han agudizado con la puesta en operación y explotación de pozos para abastecer a la agroindustria, desarrollada por un conjunto de empresas del sector. Dichas empresas requieren grandes volúmenes de agua, y la obtienen de los mismos acuíferos que alimentan los pozos de las distintas comunidades afectadas. Esta situación fue señalada también en el primer Taller Participativo realizado en la comuna de San Pedro (Unidad Territorial Yali), donde se mencionó el problema de *Sobreexplotación de aguas subterráneas y superficiales por el sector industrial* (Problema YL-12), atribuyéndola a la presencia de grandes acumuladores de agua en agroindustrias. Se denuncia que varias de las empresas existentes en la comuna presentan altos índices de consumo de agua, lo que, en un contexto de evidente escasez hídrica, presiona en demasía al recurso. La falta de agua dificulta las actividades de pequeños campesinos en la comuna y de los APR's. Asimismo, en la entrevista grupal sostenida con la DOH Región Metropolitana[29], se indicó que la empresa Agrosúper ha abierto un conflicto en la comuna, ya que se han denegado derechos de agua para consumo humano, pero sí se han dado a las empresas.

[28]Chile Sustentable. 2010. Conflictos por el Agua en Chile. Entre los Derechos Humanos y las Reglas del Mercado.
[29]Realizada el 18/11/14

Las empresas emplazadas en los sectores afectados por la falta de agua son: Ariztía (criadero de aves), el fundo Longovilo S.A. (criadero de cerdos y cultivo de frutales), Agrícola Súper Ltda. (Agrosúper, criaderos y planta de preparación de alimentos), Agrícola La Trinidad Ltda. (cultivo de viñedos) y la Agrícola Santa Rosa Ltda. (criadero y planta de preparación de alimentos)[30].

La Organización No Gubernamental (ONG) Chile Sustentable, ha señalado que el reclamo de la comunidad, organizada principalmente a través de los Comités de Agua Potable Rural, radica en que ellos poseen derechos de agua, los que hacen efectivos mediante la extracción de agua desde pozos y norias que se encuentran secos producto de la desmedida extracción de agua por parte de las grandes empresas agroindustriales, las cuales poseen los recursos y la tecnología que les permite acceder a los acuíferos mediante pozos de mayor profundidad que los de la comunidad, haciendo valer jurídicamente sus derechos de aprovechamiento.

El informe de la misma ONG ha señalado la ausencia del Estado a la hora de buscar soluciones de fondo a este conflicto, implementando sólo medidas paliativas como la disposición de camiones aljibes. Las organizaciones locales de la comunidad expresan que el conflicto se ha generado y agudizado en los últimos años debido a la falta de información en el otorgamiento de derechos de aprovechamiento de agua y su fiscalización; situación que no fue fundada en estudios sobre la disposición real de agua existente en el acuífero.

La situación de sobreexplotación del Acuífero El Yali Alto sería agravada por las características físicas de la cuenca, la cual posee barreras naturales que impiden la recarga por filtración de otros acuíferos, siendo su única alternativa de recarga hídrica las lluvias, cada vez más escasas.

Así, la ONG resume los problemas manifiestos en este conflicto:

- Carencia de agua para bebida y necesidades básicas en varias comunidades, siendo más grave la situación en Santa Rosa, Culenes, y el Prado; lo que ha producido deterioro en la calidad de vida de las personas, desesperanza y falta de expectativas locales.

- Grave disminución de agua en los pozos y norias de la comuna, por lo que los pequeños agricultores se han visto obligados a tomar medidas extremas, tales como:

    - Dejar secar parte de sus plantaciones, por no tener agua para riego.

    - Vender a bajo precio la escasa producción ganadera (ovina y bovina) que mantenían en sus predios.

    - Enajenar su tierra a un mínimo valor, pues sin agua para el riego y la bebida, no pueden subsistir ni producir cultivos rentables. La menor plusvalía de los terrenos ha afectado la economía campesina

[30] Ibid.28

y desarrollado un cambio cultural en cuanto al carácter productivo de la zona, aumentando la parcelación de terrenos para la construcción de viviendas y parcelas de agrado.

Las 42 comunidades agrícolas de la comuna de San Pedro se caracterizan por una alta dispersión geográfica, lo que dificulta la socialización de los conflictos y la entrega de información por parte de las organizaciones comunitarias, facilitando en algunos casos la distorsión informativa en materia hídrica.

Para canalizar de forma organizada su descontento, la comunidad se ha organizado conformando una Red de Organizaciones Sociales y Productivas de San Pedro, que funciona desde el año 2004, y está integrada por la Unión Comunal de Junta de Vecinos de San Pedro, que agrupa a 22 juntas de vecinos; la Unión Comunal del Adulto Mayor; la Unión Comunal de Centros de Madres; la Unión Comunal de Centros Juveniles; la Liga Deportiva Comunal; los Comités de Agua Potable Rural; los productores locales de frutilla y la Organización Comprando Juntos[31].

Algunos actores han señalado, respecto a este tipo de conflictos, que "por sobre los resguardos al medio ambiente y las comunidades, ha primado una prioridad política fijada por los últimos gobiernos en términos de transformar a Chile en una potencia agroalimentaria y forestal. Y esa prioridad ha llevado a que se sea muy permisivo, que se dé ***manga ancha*** a todos los proyectos que tienen que ver con esta prioridad" (Lucio Cuenca en entrevista a Diario U. Chile 2012[32]).

9.7. SITUACIONES DE EMERGENCIA

9.7.1. Aspectos Generales

A partir de información secundaria, de las entrevistas realizadas a distintos actores relevantes, y de los talleres participativos efectuados en las ocho unidades territoriales definidas para la Región, se identificaron una serie de problemáticas vinculadas a situaciones de emergencia relacionadas con el recurso hídrico, las cuales se mencionan a continuación.

9.7.2. Aludes y Remociones en Masa

En el problema ST-11 (taller Santiago) se hizo referencia a la falta de preparación para enfrentar peligros naturales, tales como aludes y remociones en masa, y a la no inclusión de estas variables en la planificación urbana. Se comenta que no existen organismos especializados en estos fenómenos naturales, y que no hay mantención en las quebradas, lo que sumado a las lluvias tardías sobre la línea de nieve, genera daños a distintos niveles. La presencia de tormentas cálidas en invierno (lluvias con temperatura mínima muy alta) que provocan aluviones, se pronostica más frecuente a futuro, lo que agravaría el problema. Cabe señalar que esta problemática no se refiere tan solo a la infraestructura urbana, sino que tiene relación con la gestión pública en el

[31]Ibid. 28

[32]Disponible en la web: http:///radio.uchile.cl/2012/05/24/la-profunda-huella-de-contaminacion-de-agrosuper.

ámbito de los riesgos productos de eventos naturales. De igual manera, este tema fue abordado y validado en el segundo taller participativo de la UTP Cordillera, donde se producen mayormente este tipo de fenómenos, a lo cual los participantes añadieron que no existen acciones coordinadas por un ente general.

Respecto a este tipo de eventos naturales, cabe destacar dos acontecimientos de relevancia ocurridos en la Región Metropolitana. El primero, corresponde al aluvión del Alfalfal, ocurrido el 29 de noviembre de 1987, en la localidad del mismo nombre, comuna de San José de Maipo. Este evento fue provocado por la caída de un enorme bloque de rocas que, al impactar contra el piso del valle del Estero Parraguirre, habría removido el material allí depositado desencadenado el flujo que alcanzó hasta el Río Maipo. También se ha clasificado el evento como un alud de nieve. Esta situación provocó la destrucción de campamentos mineros, dejando 9 muertos, 23 desaparecidos, 14 puentes afectados y 9 comunas con cortes de agua[33]. El segundo evento, corresponde al aluvión de La Florida ocurrido el 3 de mayo de 1993. Este fenómeno fue provocado por una lluvia intensa concentrada principalmente en sectores precordilleranos y cordilleranos, por sobre la línea de nieves. Esta precipitación líquida, que generalmente cae por debajo de los 2.800 m.s.n.m. aproximadamente, experimentó ese día un ascenso hacia los 3.800 m.s.n.m. debido al alza de la temperatura producto del frente cálido que en ese momento generaba precipitaciones en la zona central del País. Lo anterior, sumado a la disposición estructural de las rocas y la disponibilidad de materiales sueltos de fácil remoción, hicieron posible el rápido flujo de material. Ese día, flujos de bloques y barro se emplazaron violentamente desde las quebradas San Ramón y de Macul, sobre el sector urbano, al oriente de Santiago. Hacia el mediodía, el desborde de los afluentes, cuyas aguas se mezclaron con rocas y lodo, bajaron por las quebradas afectando a las comunas de Peñalolén y La Florida. Debido a una ruptura de pendiente más marcada, el flujo de la quebrada San Ramón depositó su carga de bloques antes de arribar al sector urbano, siendo menos destructivo, al contrario de lo ocurrido en la quebrada de Macul, cuyo flujo arribó al sector urbano. Este evento produjo una veintena de víctimas fatales y 8 desaparecidos, además de daños a la propiedad pública y privada[34].

Por otra parte, el Gobierno Regional, en el año 2013, identificó zonas de riesgo respecto a remociones en masa y aluviones, en general, en el piedemont y precordillera de la Región.

9.7.3. Incendios

El aumento de incendios forestales que la sequía trae consigo, y que además son permanentes en la temporada de verano, fue señalado en las entrevistas sostenidas con la Asociación de Municipalidades Rurales (AMUR) y la Municipalidad de San Pedro. Estas emergencias que amenazan a la población, se vuelven complejas de enfrentar dada

[33]Sistema de inventario de efectos de desastres. Disponible en línea: http://www.desinventar.org/

[34]Repositorio digital de la Oficina Nacional de Emergencia (ONEMI). Disponible en Línea: http://repositoriodigitalonemi.cl/web/handle/123456789/168 ; http://repositoriodigitalonemi.cl/web/handle/123456789/146
SERNAGEOMÍN. 1996. Flujo de detritos y barro que afectaron el sector oriente de Santiago, el 3 de mayo de 1993. Boletín Nº 47.

la dificultad para acceder al agua en ciertas comunas, como San Pedro, a pesar de que las empresas del sector colaboren con sus pozos y con recursos para combatir el fuego, como ocurrió con la minera en Alhué. Así, se diagnosticó que las condiciones y la prevención existente son muy limitadas. En la entrevista sostenida en la Municipalidad de San Pedro el día 30 de diciembre de 2014, se mencionó que las comunas de San Pedro y Alhué se encontraban en alerta roja debido a los incendios.

Por otra parte, la ocurrencia de incendios forestales se asocia a la eliminación y deterioro de la cubierta vegetal, que también puede estar vinculado a la sequía. Uno de los servicios ecosistémicos de la cobertura vegetal (desde la perspectiva del régimen hídrico) es permitir la infiltración y recarga de la napa de agua subterránea. La sequía, cuyo origen es multifactorial, se ve acentuada a escala local por la falta de cubierta vegetal, según la percepción de los actores consultados en la elaboración del PLADECO en Alhué. Además, la escasez del agua no permite a los bomberos actuar frente a incendios[35].

9.7.4. Emergencias Hídricas

Las emergencias hídricas tienen relación con situaciones de sequía, y dentro de las medidas oficiales que se han tomado al respecto, destacan las declaraciones de zonas de escasez hídrica y las emergencias agrícolas (ver detalle en Capítulo 8). De acuerdo a lo expuesto en el Capítulo 8, sobre el desempeño frente a eventos extremos, el déficit hídrico en la Región se hace más latente en las comunas del sector agrícola (secano), afectando a la ganadería, la producción agrícola y el consumo humano. Las principales comunas que se han visto afectadas son San Pedro y Alhué, en la Provincia de Melipilla, y las Comunas de Tiltily Colina, de la Provincia de Chacabuco. En estas mismas comunas se han concentrado las declaraciones de zonas de escasez hídrica en la Región.

Las emergencias agrícolas debido a la sequía son un problema que está ceñido por otras razones, pero que presenta, a su vez, críticas respecto a las políticas de apoyo a los campesinos, las cuales condicionan la ayuda a la existencia de derechos de aguas inscritos y a ser usuario de INDAP, situación que el alcalde de San Pedro, en la entrevista sostenida, mencionó como problema dado que en esta comuna muchos campesinos (cerca del 80%) no cumplen aquellas condiciones, por lo que el sistema deja a buena parte de la población sin los necesarios apoyos.

La Delegada Regional de Recursos Hídricos, manifestó en la entrevista sostenida en noviembre del 2014, la gravedad de la situación hídrica en Tiltil, Colina y Lampa, y en general en la Provincia de Chacabuco, que ha llevado a que también se declaren estas zonas en emergencia agrícola. De igual forma, en la Entrevista Grupal sostenida en la DGA Región Metropolitana el día 29 de noviembre del 2014, y en la Gobernación de Chacabuco el día 1 de diciembre de 2014, se señaló la gravedad de la escasez hídrica en Rungue, Montenegro y La Cumbre, sectores que se abastecen por medio de camiones aljibes.

Muchos de los problemas manifestados por los asistentes a los primeros talleres participativos, confirman los problemas hídricos de las zonas declaradas con

[35] Ibid. 8

escasez hídrica (UTP Alhué, UTP Chacabuco, UTP Melipilla y UTP Yali). Adicionalmente, también se señalaron problemas en otras UT, tales como: Maipo, donde se señaló la escasez de agua para riego y agua potable rural, y que la gestión pública para enfrentar estos temas era débil; y en Talagante, donde se indicó que la escasez de agua afecta a la población en general, incluyendo a regantes y APR, añadiendo el efecto de ciertas obras hidráulicas que desvían el agua dificultando el acceso al recurso, y la urbanización.

Finalmente, en los segundos talleres participativos (Alhué), los asistentes, en general, validaron la afirmación que planteaba el bajo impacto de los decretos de escasez hídrica, agregando que se trata de medidas reactivas y no solucionan el problema de fondo.

9.7.5. Inundaciones

Tal como señala el Capítulo 8 (Desempeño frente a eventos extremos), en la Región Metropolitana se han identificado diversas zonas con riesgo y puntos críticos de inundación. Dentro de las zonas de riesgo de inundación, el Gobierno Regional (2013) ha identificado sectores en prácticamente todas las Unidades Territoriales consideradas en el diagnóstico, menos Yali. Así, se identificaron en la Provincia de Cordillera (San José de Maipo, Pirque), en la Provincia de Chacabuco (Chicureo, Tiltil y subcuenca Colina-Lampa), en la Provincia de Santiago (área Metropolitana), en la Provincia del Maipo (Hospital), en la Provincia de Talagante (Isla de Maipo, Talagante, El Monte y Peñaflor), en la Provincia de Melipilla (Melipilla y Curacaví), y en la comuna de Alhué.

Respecto a los puntos críticos de inundación, la DOH (2014) identificó puntos urbanos, la mayoría en la Provincia de Santiago (Quebrada de Macul, Quebrada Nido de Águila, Canal Santa Marta, Gran Avenida / Lo Ovalle, Zanjón de la Aguada, Huechuraba, Colector Independencia, Quebrada Lo Cañas, Estero Las Cruces, Rotonda Pérez – Zujovic, descarga quebradas a Canal El Carmen, Canal Los Choros, Canal Lo Espejo Ruta 78, General Velásquez / Lo Espejo Sur Oriente), y dos en la Provincia del Maipo (Sector Las Acacias y Calle de Servicio Oriente y Nudo Watts, Ruta 5). En cuanto a los puntos críticos en zonas rurales, la mayoría de ellos se localiza en la UTP de Maipo y Talagante (14 y 11 puntos, respectivamente), luego en la UTP de Melipilla (8), Chacabuco (5), Cordillera y Santiago (3 c/u) y finalmente Alhué (1 punto). La UTP Yali fue la única donde no se identificaron puntos críticos (ver Figura 7.7.2-1).

Cabe señalar los antecedentes específicos que existen en relación a inundaciones para la comuna de Alhué, Unidad Territorial que no está incluida en el Plan Director (DGA 2004, PYP-01).La localidad de Villa Alhué presenta en la actualidad una red de evacuación de aguas lluvias basada en antiguos canales de riego, cuya cobertura y capacidad de porteo no permiten la evacuación y drenaje de la escorrentía superficial que se genera en la localidad. A raíz de esta situación, se reconocen algunos sectores críticos que se pueden diferenciar en tres tipos: acumulación de aguas lluvias, desbordes de canales de aguas lluvias y vías preferenciales de escurrimiento. La primera de estas tipologías, corresponde a zonas de concentración de la escorrentía superficial en puntos bajos. Los desbordes se presentan en aquellos canales que no poseen una capacidad de porteo suficiente. En tanto las vías preferenciales de escurrimiento corresponden a calles o avenidas en donde se produce el escurrimiento concentrado de las aguas lluvias. Otro aspecto de interés está relacionado con la presencia de una red de quebradas que se desarrollan en el cordón de cerros que se ubica al sur de la localidad. Si bien estas quebradas no presentan un escurrimiento superficial durante la mayor parte del año, por

lo cual no conllevan a una condición de riesgo, durante la ocurrencia de precipitaciones intensas se activan, porteando parte de la escorrentía superficial que se genera en la cuenca con lo cual se producen problemas de inundación en la localidad y en el entorno de dichos cauces, así como también el transporte de sedimentos[36].Si bien en el segundo taller participativo de Alhué los participantes no validaron esta situación de inundación en la comuna, manifestando que era algo del pasado, que ocurrió por última vez en el año 1998, pero que debido a las escasas precipitaciones, ya no ocurre en la actualidad; el consultor considera apropiado señalarla ya que existen antecedentes que confirman el riesgo de inundación que existe en la comuna.

En cuanto a la gestión de crecidas e inundaciones, tal como se detalla en el Capítulo 8, ésta reside en diversos cuerpos normativos, a cargo de diferentes servicios públicos (MOP, MINVU, ONEMI, Gobiernos Regionales y Municipalidades), donde se incluye a la DGA. La gestión de las crecidas considera el monitoreo de las condiciones hidrometeorológicas, la construcción de obras fluviales y de control de aluviones, y la evacuación de aguas lluvias de zonas urbanas con el objetivo de controlar las crecidas y los eventos aluvionales. Además se identifican zonas inundables sobre las cuales se establecen restricciones a través de la planificación territorial.

9.8. SÍNTESIS DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

A partir de información proporcionada por el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, se identificaron los Proyectos con Estudio de Impacto Ambiental atingentes al recurso hídrico, junto a las medidas de mitigación de impactos asociados al mismo recurso natural. Destacan las UTP's de Cordillera, Santiago y Chacabuco, por el número de Proyectos que concentran. De acuerdo a las subcuencas, Río Mapocho bajo comprende el mayor número de Proyectos (6), seguida de Río Maipo Alto (3).Si se analiza el territorio considerando un número más amplio de proyectos, incluyendo DIA's y EIA's, se observa que las subcuencas del Río Mapocho Bajo y Río Maipo Medio son las que poseen una mayor presión, desde el punto de vista ambiental e hídrico, en la Región Metropolitana. A partir del cruce de información de los proyectos con Resolución de Calificación Ambiental aprobada y la red de medición de calidad de aguas, se concluye que las subcuencas del Río Mapocho Bajo, Estero Alhué y Río Maipo Bajo poseen una carencia de estaciones que permita controlar y contrastar las mediciones efectuadas por los titulares.

Respecto al rol e incumbencia que tienen las áreas protegidas en el ámbito hídrico, se diagnostica la falta de reconocimiento, a todo nivel (público y privado) de los servicios ambientales que éstas prestan referidos a la regulación hídrica. Asimismo, y desde el otro punto de vista, también se ignora la demanda hídrica que estas áreas presentan, observando una carencia de estudios al respecto. Esta falta de información podría relacionarse con el hecho de que estos temas no son valorados económicamente, por tanto, no ha habido mayor interés en estudiarlos. Al cruzar la información de áreas protegidas y proyectos con RCA aprobada, se observa que solo existen dos

[36]INFRACON S.A. 2007. Estudio: "Plan Regulador Comunal de Alhué". Memoria Explicativa Estudio de Riesgo y Protección Ambiental. En: https://www.e-seia.cl/archivos/_Estudio_Riesgo_y_Protecci_363n_Ambiental__2007_1018.pdf. 26 pp.

solapamientos (en las subcuencas del Estero Yali y Río Maipo Alto) y cinco casos de cercanía entre ambos, situaciones que podrían llegar a ocasionar algún tipo de conflicto de índole ambiental e hídrica. Las subcuencas de Estero Yali y Río Maipo Alto se deben tener presentes ya que contienen dos casos, uno de solapamiento y otro de cercanía, cada una.

El elevado crecimiento urbano de la Región Metropolitana y la presión por el uso de los recursos de las múltiples actividades que conviven, incluido en ello la demanda por agua, requerirá poner atención a cómo regulamos el ciclo hidrológico de las cuencas y en este sentido, la mantención de áreas naturales puede ser un camino adecuado para resguardar el equilibrio del sistema y asegurar la disponibilidad del recurso hídrico. Para estos fines, sería congruente contar con la reglamentación de áreas protegidas privadas y la definición de zonas de transición biogeográfica (ecotonos).

En cuanto a los principales problemas ambientales identificados en la Región, relacionados con los recursos hídricos, se identificó la contaminación hídrica (puntual y difusa), la urbanización en el piedemonte andino, la pérdida de zonas riparianas, la extracción de áridos y la contaminación odorífera. La contaminación hídrica fue uno de los problemas más relevantes donde se identificaron antecedentes en todas las unidades territoriales, siendo la contaminación por aguas servidas el caso más reiterado, seguido de la contaminación producto de agroquímicos. Al analizar la distribución de la red de medición de calidad de aguas superficial y subterránea, se observa que existen sectores deficitarios, donde se debería mejorar la infraestructura de medición incorporando nuevas estaciones. Estos sectores son: la comuna de Alhué, siendo la única UTP y subcuenca que no posee estaciones de medición, ni superficiales ni subterráneas; la comuna de San Pedro; la Provincia de Melipilla, en general; y la Provincia de Maipo.

Respecto a los conflictos ambientales, se observa que la UTP de Cordillera y Chacabuco presentan mayor concentración de situaciones complejas desde el punto de vista hídrico y ambiental. En Cordillera, el conflicto se desarrolla en torno a Proyectos de Generación de Hidroelectricidad, en tanto que en Chacabuco la atención recae en los efectos negativos que trae a nivel local la PTAS en el Humedal de Batuco, y en el Proyecto Minero Andina 244, todo lo cual genera la impresión de que el territorio está desvalorizado por los agentes externos a él, utilizándolo como una suerte de "basurero". El conflicto localizado en la Laguna de Aculeo representa la escasa atribución que tiene el Estado y sus servicios públicos para intervenir un cuerpo de agua, debido a la privatización del mismo, no obstante que el bien en sí sea de interés público. Por último, el conflicto en la comuna de San Pedro releva las grandes diferencias que existen entre los pequeños y grandes usuarios del agua, en cuanto al aprovechamiento del recurso hídrico. En relación a las situaciones de emergencia, se tienen: los aludes y remociones en masa se presentanprincipalmente en las zonas cordilleranas; los incendios, fueron relevados en las UTP de Alhué y Yali; las emergencias hídricas, enfrentadas generalmente con decretos de escasez hídrica y emergencias agrícolas; y las inundaciones, de las que se tienen antecedentes para todas las UTP, a excepción de Yali.

El Cuadro 9.8-1 sintetiza los principales elementos del diagnóstico ambiental, según Unidad Territorial y subcuenca. Cabe reiterar que muchos temas resultaron ser aplicables a varios sectores, no obstante, se decidió exponer los más destacados a fin de orientar futuras acciones y énfasis del Plan.

CUADRO 9.8-1
RESUMEN DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

UT	Proyectos con EIA presentes	Áreas Protegidas	Problemas Ambientales	Conflictos Ambientales	Situaciones de Emergencia	Subcuenca
Alhué	Depósito de Relaves en Pasta Minera Florida	Existentes: Reserva Natural Protegida Altos de Cantillana (APP), Santuario de la Naturaleza Altos de Cantillana, Horcón de Piedra y Roblería Cajón de Lisboa; Santuario de la Naturaleza San Juan de Piche, Reserva Nacional Roblería del Cobre de Loncha.	Contaminación Hídrica (agroquímicos, aguas servidas, residuos sólidos domiciliarios, relaves) Contaminación odorífera	-	Incendios Emergencia hídrica Inundaciones	Estero Alhué
Yali	-	Existentes: Alto de Cantillana (APP).	Contaminación Hídrica (planteles porcinos) Contaminación odorífera	Agroindustrias en San Pedro	Incendios Emergencia hídrica	Estero Yali
Cordillera	Interconexión Embalse El Yeso Acueducto Laguna Negra Líneas de Transmisión Eléctrica S/E Maitenes-S/E Alfalfal y Central Alfalfal II-S/E Alfalfal Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo Exp. N°105	Existentes: Santuario de la Naturaleza Cascada de Las Ánimas, Área Protegida Privada Central de Trabajo Río Colorado, Bien Nacional Río Olivares, Santuario de la Naturaleza Fundo San Francisco de Lagunillas y Quillayal, Monumento Natural El Morado, Santuario de la Naturaleza Las Torcaza de Pirque, Reserva Nacional Río Clarillo	Contaminación Hídrica (agroquímicos, aguas servidas, residuos sólidos domiciliarios en canales, ganadería, relaves, otros RILes) Urbanización piedemonte andino Pérdida zona ripariana Extracción áridos	Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo Central Hidroeléctrica Guayacán	Aludes y Remociones en Masa Inundaciones	Río Maipo Alto (San José de Maipo), Río Maipo Medio (Pirque), Río Mapocho Bajo (Puente Alto)
Maipo	Línea de entrada a Alto Jahuel 2X500 kV Exp. 017/2010	Existentes: Reserva Natural Protegida Altos de Cantillana, Agua del León (APP) Propuestas: Cerro Chena	Contaminación Hídrica (agroquímicos, aguas servidas, otros RILes) Pérdida zona ripariana Extracción áridos	Laguna de Aculeo	Inundaciones	Río Maipo Medio
Talagante	-	-	Contaminación Hídrica (agroquímicos, aguas servidas, residuos sólidos domiciliarios en canales, otros RILes, planteles porcinos) Pérdida zona ripariana Extracción áridos Contaminación odorífera	-	Inundaciones	Río Maipo Medio (Isla de Maipo), Río Mapocho Bajo (toda la Provincia a excepción de la comuna de Isla de Maipo)

CUADRO 9.8-1
RESUMEN DIAGNÓSTICO AMBIENTAL
(Continuación)

UT	Proyectos con EIA presentes	Áreas Protegidas	Problemas Ambientales	Conflictos Ambientales	Situaciones de Emergencia	Subcuenca
Santiago	Línea de arranque y Subestación eléctrica Neptuno Reconversión Tecnológica Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Cadellada Línea de Transmisión Eléctrica 220 kV Polpaico Confluencia 100% Saneamiento de la Cuenca de Santiago	Existentes: Centro Cantalao (APP), Santuario de la Naturaleza Los Nogales, Santuario de la Naturaleza Yerba Loca. Propuestas: Alto cuenca del Mapocho, Chacabuco-Peldehue, Colina-Lo Barnechea, contrafuerte cordillerano.	Contaminación Hídrica (residuos sólidos domiciliarios, aguas servidas, relaves) Urbanización piedemonte andino Pérdida zona ripariana	Expansión Andina 244	Aludes y Remociones en Masa Inundaciones	Río Mapocho Alto (Lo Barnechea), Río Mapocho Bajo (resto de la UT)
Chacabuco	Planta de recuperación de cobre y molibdeno desde relaves Proyecto Centro de Gestión Integral de Biosólidos Línea de Transmisión Eléctrica 220 kV Polpaico Confluencia	Existentes: Fundo Las Mercedes, Altos de Chicauma Lampa (APP); Fundo Romeral (APP), Hacienda Lipangue (APP), Santuario de la Naturaleza Cerro El Roble. Propuestas: Fundo Huechún, Humedal de Batuco, Chacabuco-Peldehue, Colina-Lo Barnechea.	Contaminación Hídrica (agroquímicos, aguas servidas, residuos sólidos domiciliarios en canales, relaves, otros RILes, planteles porcinos) Contaminación odorífera	Reconversión Tecnológica Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Cadellada Expansión Andina 244	Emergencia hídrica Inundaciones	Río Mapocho Bajo
Melipilla	-	Existentes: Sin nombre (26) (APP), Parcela 30 F Los Canelos (APP), Santuario de la Naturaleza Horcón de Piedra. Propuestas: Cerro Águilas	Contaminación Hídrica (agroquímicos, aguas servidas, residuos sólidos domiciliarios en canales, relaves, otros RILes) Pérdida zona ripariana	-	Inundaciones	Río Maipo Bajo

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO 10

DIAGNÓSTICO DE HERRAMIENTAS E INSUMOS PARA LA GESTIÓN HÍDRICA

10. DIAGNÓSTICO DE HERRAMIENTAS E INSUMOS PARA LA GESTIÓN HÍDRICA

10.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presenta en primer lugar una descripción de las diferentes herramientas de modelación matemática existentes, además de las aplicaciones específicas para la región metropolitana. Por último, se presenta un análisis relativo a la calidad de los insumos y herramientas para la gestión de los recursos hídricos.

10.2. DESCRIPCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DISPONIBLES

10.2.1. Aspectos Generales

Se considera la recopilación de los siguientes tipos de herramientas de análisis:

- Modelos Matemáticos: Simulación y Operación
- Información SIG

Los antecedentes recopilados respecto a las diversas herramientas de análisis, serán evaluados y analizados de modo de establecer sus debilidades y fortalezas para ser utilizados en el contexto de las etapas futuras del proyecto. Para esto, se llevará a cabo un análisis respecto a las características y requisitos para la utilización de estas, y eventualmente, si es posible para cada caso, un análisis cuantitativo de la incertidumbre que arrojan los resultados de cada uno de los modelos. De forma complementaria se propondrán medidas de mejoras a las modelaciones hídricas analizadas.

10.2.2. Principales Herramientas de Análisis

En el análisis que se presenta, se analizan los modelos MAGIC y WEAP, en lo que respecta a modelos integrados. El primero por haber sido desarrollado por la DGA para cuencas chilenas, y el segundo, por su importancia y masificado uso en este tipo de proyectos. Por otra parte, se analiza el modelo de aguas subterráneas MODFLOW. Por último, se describen también las herramientas de información geográfica aplicadas al SIG que se analizarán y utilizarán en el presente estudio.

10.2.3. Análisis de las Herramientas

10.2.3.1. MAGIC (Modelación Analítica, Genérica e Integrada de Cuencas)

A mediados del año 2002, la Dirección General de Aguas (DGA) comenzó un proyecto destinado a fusionar las mejores características de los modelos MOS

Aconcagua[1] (DOH, 1998) y SsuRH[2] en un único modelo genérico, flexible e integrado, que permitiera realizar una simulación hidrológica superficial y subterránea, de cualquier cuenca en la cual se dispusiera de toda la información necesaria, sin la necesidad de destinar recursos económicos a la elaboración de un nuevo modelo, cada vez que se requiere simular el comportamiento de una nueva cuenca, sino que destinar dichos recursos, sólo a la recopilación de la información necesaria para alimentar el modelo. Este proyecto se denominó MAGIC[3]. Para escribir el código fuente del modelo, se utilizó el lenguaje de programación Delphi 7.0, hasta obtener la versión 1.0 del modelo MAGIC.

En el caso particular de la cuenca del Río Maipo, en el año 1975 se comenzaron por parte de la Dirección General de Aguas (DGA) los primeros estudios que dicen relación con la planificación del uso del recurso agua en la Cuenca de Santiago, con el estudio "Planificación del Uso de los Recursos de Agua en la Cuenca de Santiago, IPLA-DGA", y ya en el año 1993 con los primeros intentos de modelación según se presenta en el estudio "Bases Para la Modelación del Sistema de Recursos Hídricos de la Cuenca de Santiago", realizado por BF Ingenieros Consultores. Posteriormente, en el año 2000, la empresa AC Ingenieros Consultores, por encargo de la DGA, modeló la cuenca del río Maipo-Mapocho mediante una modelación específica para la cuenca. En este contexto se implementó el modelo MOS, y se obtuvieron los primeros resultados para una modelación integrada de la cuenca.

A continuación en el año 2004, en un trabajo conjunto para la CNR (Comisión Nacional de Riego) y la DGA, la empresa GCF Ingenieros Consultores implementó por primera vez en la cuenca del Río Maipo, el software MAGIC, pero a través de una plataforma SIG.

Posteriormente, y en el marco del estudio de Bases del Plan Director Fase I, la empresa consultora Conic-BF mejoró los datos del Modelo MAGIC, en términos de su calibración y dio los primeros lineamientos de base para el Plan Director. A continuación, la CNR contrató un estudio en el que se actualizó y refinó la modelación MAGIC-Maipo en términos topológicos y de actualización de los principales parámetros físicos de detalle.

En el contexto del estudio del Plan Director, este Consultor actualizó hasta el año hidrológico 2006-07 las bases de datos del modelo.

Por último, se hace notar que en la actualidad, la empresa GCF Ingenieros está actualizando el modelo para la empresa Aguas Andinas.

Las ventajas de este modelo son que es analítico por la naturaleza de todas las relaciones matemáticas y computacionales involucradas en él, es genérico, porque puede ser aplicado a cualquier cuenca (siempre que exista información) y es integrado porque abarca tanto la parte superficial como subterránea de la cuenca bajo estudio. Las principales desventajas del modelo son que requiere ingresar demasiada información (la

[1] Modelo de Simulación Hidrogeológico Valle del Río Aconcagua. INGENDESA-AC Ingenieros, 1998

[2] Complemento Diseño Modelación Hidrológica. DGA-Universidad de Concepción, 2000.

[3] Modelación Analítica, Genérica e Integrada de Cuencas: Manual de Referencia Técnica, SIT Nº107. DGA, Agosto 2005

base de datos utilizada por este modelo, está compuesta de 43 tablas con distinta información requerida) y la modelación de la componente subterránea es bastante simplificada.

10.2.3.2. Modelo WEAP: Water Evaluation and Planning

a) Aspectos Generales

A continuación se hace una breve descripción de la plataforma de modelación y planificación hidrológica Water Evaluation and Planning (en adelante WEAP). Esta descripción ha sido tomada del documento "Guía Metodológica – Modelación Hidrológica y de Recursos Hídricos con el Modelo WEAP" desarrollado por el Centro de Cambio Global-Universidad Católica de Chile (CCG-UC) y el Stockholm Environment Institute (SEI) (2009)[4].

Cabe mencionar que actualmente, el Centro de Cambio Global de la Universidad Católica, ha construido en WEAP, el modelo hidrológico y operacional para toda la cuenca Alta del Río Maipo, el cual está siendo actualizado y mejorado en el marco del proyecto "Vulnerabilidad y adaptación a la variabilidad y al cambio climático en la Cuenca del Río Maipo en Chile Central" (en adelante, proyecto MAPA, actualmente en ejecución).

b) Descripción General

WEAP es una herramienta de modelación para la planificación y distribución de agua que puede ser aplicada a diferentes escalas, desde pequeñas zonas de captación hasta extensas cuencas. Incluye de forma explícita, demandas de agua con prioridades asociadas y usa escenarios para evaluar diferentes esquemas de distribución del recurso. WEAP incluye además un modelo hidrológico, así como varios módulos que permiten integrar WEAP con el modelo de agua subterránea MODFLOW y con el modelo de calidad del agua QUAL2K. También ha sido utilizado en conjunción con modelos socio-económicos. Su interfaz gráfica amigable permite un fácil acceso y rápido aprendizaje, sin embargo requiere conocimientos técnicos suficientes en materia de recursos hídricos y las ciencias asociadas.

c) Descripción y Aplicaciones

WEAP permite la planificación de recursos hídricos balanceando la oferta hídrica (generada a través de módulos físicos de tipo hidrológico a escala de subcuenca) con la demanda (caracterizada por un sistema de distribución de variabilidad espacial y temporal con diferencias en las prioridades de demanda y oferta). Emplea una paleta de diferentes objetos y procedimientos accesibles a través de la interfaz gráfica que puede ser usada para analizar un amplio rango de temas e incertidumbres a las que se ven enfrentados los planificadores de recursos hídricos, incluyendo aquellos relacionados con el clima, condiciones de la cuenca, proyecciones de demanda, condiciones regulatorias, objetivos de operación e infraestructura disponible. A diferencia de otros modelos de recursos hídricos típicos basados en modelación hidrológica externa, WEAP es un modelo

[4] De aquí en adelante se utilizará como CCG PUC-SEI (2009)

forzado por variables climáticas. Por otra parte y de manera similar a estos modelos de recursos hídricos, WEAP incluye rutinas diseñadas para distribuir el agua entre diferentes tipos de usuarios desde una perspectiva humana y ecosistémica. Estas características permiten, por ejemplo, realizar estudios de cambio climático, en los que es importante estimar cambios en la oferta de agua (ej. cambios en la precipitación proyectados) y en la demanda de agua (ej. cambios en la demanda por evaporación en cultivos), los cuales producirían un balance de agua diferente a nivel de cuenca.

El modelo hidrológico integrado a WEAP es espacialmente continuo (semi-distribuido) con un área de estudio configurada como un set de subcuencas, las que a su vez se pueden subdividir en bandas de elevación contiguas para cubrir toda la extensión de la cuenca de análisis. Las unidades espaciales resultantes de la discretización entre subcuencas y bandas de elevación comúnmente reciben el nombre de "Unidades de Respuesta Hidrológica (URH)", y eventualmente éstas pueden estar dadas por cualquier tipo de subdivisión que el modelador estime pertinente. Un set homogéneo de datos climáticos (precipitación, temperatura, humedad relativa y velocidad del viento) es utilizado en cada una de estas URH, que se encuentran divididas en diferentes tipos de cobertura/uso de suelo. Un modelo cuasi físico unidimensional, con dos receptáculos de balance de agua para cada tipo de cobertura/uso de suelo, reparte el agua entre escorrentía superficial, infiltración, evaporación, flujo base y percolación. Los valores de cada una de estas áreas se suman para obtener los valores agregados en una subcuenca. En cada tiempo de corrida del modelo, WEAP calcula primero los flujos hidrológicos, que son traspasados a los ríos y acuíferos asociados. La distribución de agua se realiza para el mismo tiempo de corrida, donde las restricciones relacionadas con las características de los embalses y la red de distribución, las regulaciones ambientales y a la vez las prioridades y preferencias asignadas a diferentes puntos de demanda son usadas como condiciones de operación de un algoritmo de programación lineal que maximiza la satisfacción de demanda hasta el mayor valor posible.

d) Oferta hídrica

Los componentes del balance hidrológico modelados en WEAP son los mostrados en la Figura 10.2.3.2-1:

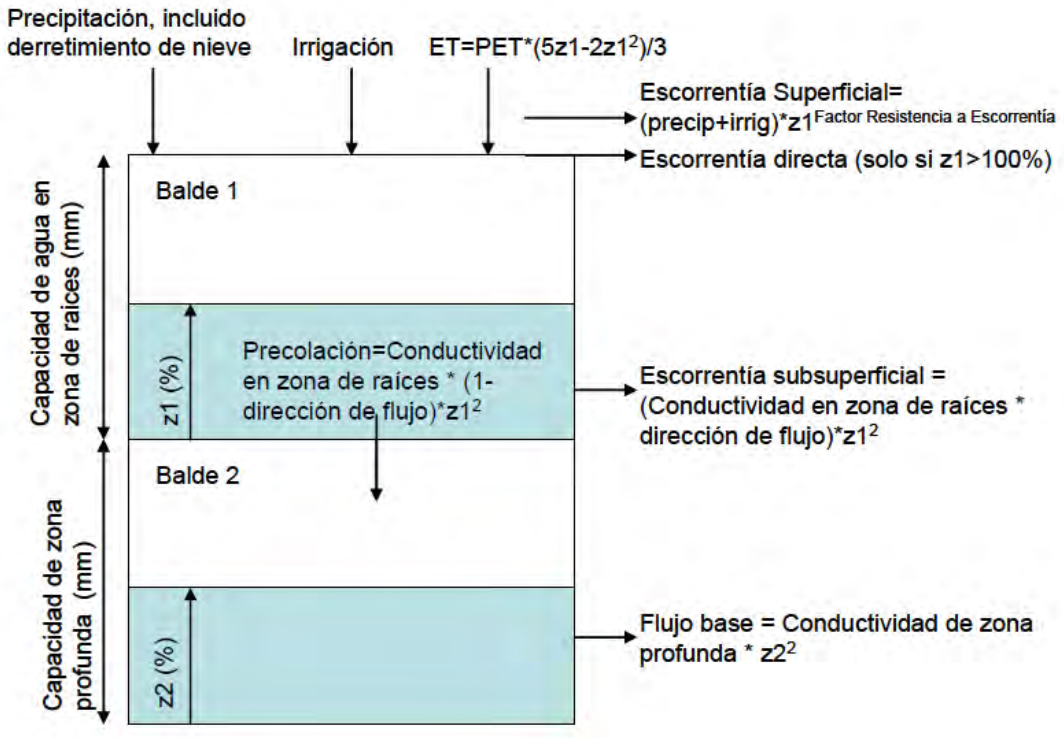
- Evapotranspiración
- Infiltración
- Escorrentía superficial
- Escorrentía sub-superficial
- Flujo base

WEAP requiere la entrada de datos climatológicos y de cobertura vegetal para estimar estos componentes del balance hidrológico para cada una de las unidades espaciales básicas que tienen que ser identificados en el modelo. Estas unidades básicas de modelación corresponden a las zonas de captación denominadas en el modelo como catchments (es lo mismo que las URH). Los catchments tienen que ser definidos a través de procedimientos de delimitación espacial. A través de este proceso se obtiene la

caracterización de cobertura vegetal necesaria, incluyendo el estimado de las áreas y la distribución de cobertura vegetal dentro de cada zona de captación. Los datos climáticos requeridos para realizar la modelación incluyen:

- Precipitación (mm)
- Temperatura (°C)
- Humedad relativa (%),
- Velocidad del viento (m/s)
- Punto de derretimiento (°C)
- Punto de congelamiento (°C)
- Latitud (°)
- Cantidad inicial de nieve (en caso de que esta variable sea relevante) (mm).

FIGURA 10.2.3.2-1
ELEMENTOS HIDROLÓGICOS MODELADOS EN WEAP

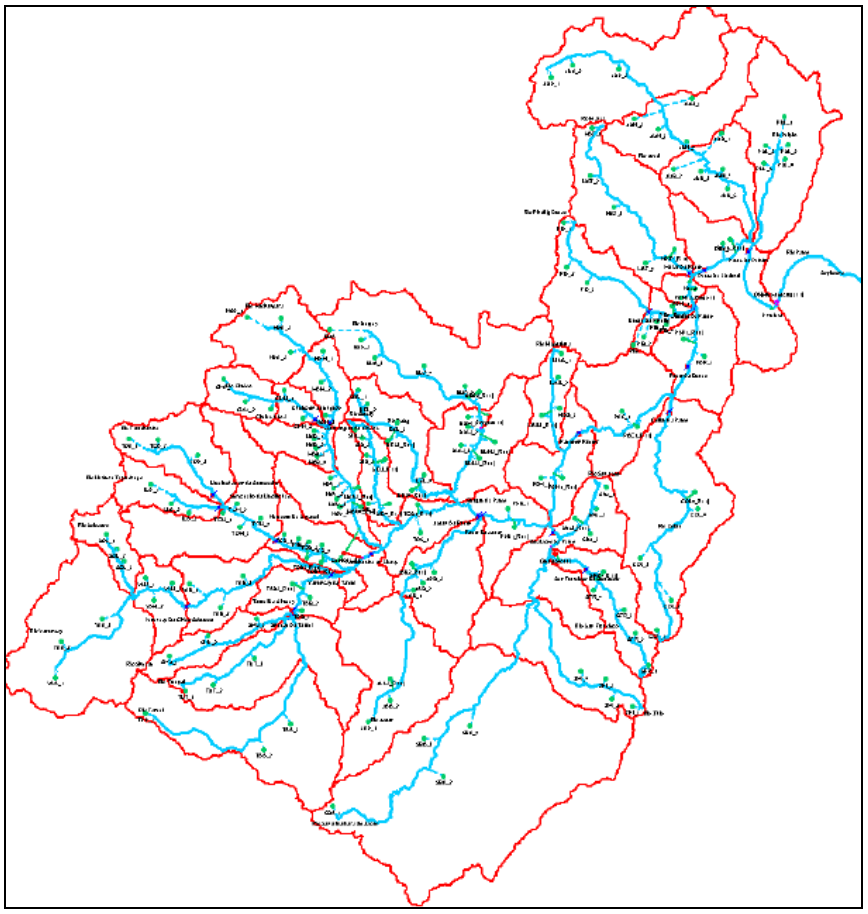


Fuente: CCG PUC-SEI (2009)

Adicionalmente, datos de caudales en estaciones de medición son necesarios para poder comparar los resultados del modelo y realizar calibraciones. Finalmente, en el análisis de oferta de agua es necesario incorporar la información relativa a la infraestructura física de control y aprovechamiento existente al interior de la cuenca.

La Figura 10.2.3.2-2 muestra una vista de ejemplo de la interfaz gráfica de los elementos topológicos del modelo a nivel de una cuenca completa.

FIGURA 10.2.3.2-2
ESQUEMA MODELO WEAP DEL RÍO PAUTE, ECUADOR



Fuente: CCG PUC-SEI (2009)

e) Parámetros de WEAP

El Cuadro 10.2.3.2-1 muestra y describe los parámetros de suelo y terreno de WEAP, los cuales requieren ser calibrados en la mayor parte de los casos.

CUADRO 10.2.3.2-1
PARÁMETROS DE SUELO Y TERRENO DE WEAP

Parámetro	Unidad	Descripción
Kc	--	Coeficiente de cultivo utilizado por FAO para calculare Evapotranspiración
Soil Water Capacity SWC	mm	Capacidad de retención de agua de la primera capa de suelo
Deep Water Capacity DWC	mm	Capacidad de retención de agua de la capa de suelo profunda
Runoff Resistance Factor RRF	--	Relacionado con la superficie del suelo, controla la magnitud de la escorrentía directa
Root Zone Conductivity RZC	mm/mes o mm/d	Conductividad hidráulica de la primera capa de suelo
Deep Conductivity DC	mm/mes o mm/d	Conductividad hidráulica de la capa de suelo profunda
Preferred Flow Direction PFD	%	Factor que divide el flujo que va desde la primera capa de suelo hacia la profunda
Initial Z1	%	Porcentaje de humedad con que la primera capa de suelo inicia la simulación
Initial Z2	%	Porcentaje de humedad con que la capa de suelo profunda inicia la simulación.

Fuente: Cortés (2010)[5]

10.2.3.3. Modelaciones de Aguas Subterráneas

La modelación de aguas subterráneas se realiza en general usando el modelo MODFLOW, desarrollado por el United States Geological Survey (USGS). El modelo es de libre uso, y por si mismo es de difícil uso, ya que requiere la preparación de archivos de texto formateados, esto es, los datos deben ubicarse en específicas ubicaciones dentro de cada línea de datos.

El modelo fue desarrollado inicialmente entre los años 1981 y 1983, desarrollándose herramientas matemáticas de mejor calidad y rapidez para la solución de los sistemas de ecuaciones lineales que resultan del proceso de aplicación numérica de las ecuaciones diferenciales que definen el flujo de aguas subterráneas.

Por lo anteriormente expuesto, se han desarrollado plataformas comerciales que realizan pre y post proceso de los datos. Entre otras se encuentra Visual Modflow, que se usa a nivel mundial, y GMS (Groundwater Modeling System), que es la plataforma que es utilizada por las instituciones gubernamentales de Estados Unidos.

[5] Cortés, G., 2010. "Evaluación de un Modelo Hidrológico Semi Distribuido para la Estimación de la Escorrentía de Deshielo en el Río Juncal". Memoria para optar el título de Ingeniería Civil. Universidad de Chile.

En la actualidad los modelos permiten el enlace con SIG, además del acoplamiento con modelos de transporte de contaminantes, como los contenidos en las plataformas RT3D, MT3D, MT3DMS, y otras.

10.2.3.4. Sistemas de Información Geográfica (SIG)

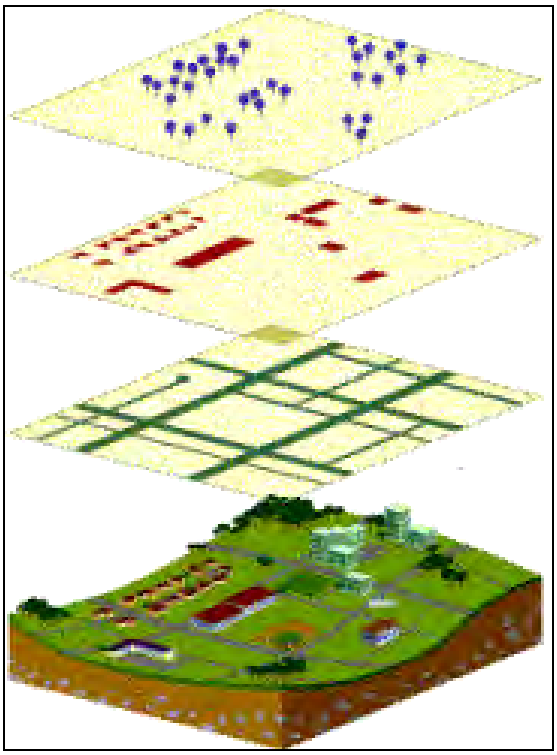
La información espacial a utilizar para el análisis territorial de este estudio, fue organizada mediante el uso de herramientas SIG (Sistema de Información Geográfica). Esto constituye un conjunto de procedimientos diseñados para procesar la captura, recolección, administración, manipulación, transformación, análisis, modelamiento y presentación de información que tiene referencia en el espacio. Los SIG permiten representar y localizar espacialmente estadísticas e indicadores, estudiar su evolución, así como localizar zonas vulnerables o sujetas a riesgos dados por fenómenos naturales o de carácter antrópico, realizar evaluaciones de los sistemas ambientales (suelos, agua, biodiversidad), analizar la distribución de la pobreza, infraestructura y, por la capacidad sintetizadora de la información, contribuir a generar una visión integrada que permita comprender y estudiar la sostenibilidad del desarrollo en el territorio.

Cabe destacar que los SIG constituyen una poderosa herramienta para el estudio de la interrelación ambiente-sociedad y tienen la ventaja de integrar el análisis de grandes cantidades de datos, superponer y diseñar indicadores que admitan distintas escalas o niveles de agregación, facilitando el conocimiento de "dónde" tienen lugar estos datos. En la Figura 10.2.3.4-1 se grafica el manejo de datos espaciales para su análisis.

La información espacial que se analizó proviene de un proceso de recopilación, ordenamiento y sistematización de información proveniente de distintas fuentes, tales como DGA, MOP, MIDEPLAN, CNR, SEIA, entre otros. Con esta recopilación se buscó al menos abarcar las siguientes temáticas:

- Áreas, sectores o cuencas con evaluación de oferta con estudios de menor detalle.
- Áreas protegidas (SNASPE, acuíferos que alimentan vegas y bofedales, etc.).
- Calidad de aguas (estudios, zonas de vulnerabilidad, zonas con medición de parámetros)
- Información legal relativa a los recursos hídricos (zonas declaradas en agotamiento, sectorizaciones, Áreas de restricción o prohibición que establece el Código de Aguas.
- Hidrología subterránea (unidades hidrogeológicas exploradas y delimitados)
- Hidrología superficial (hidrografía, Cuencas hidrográficas)

FIGURA 10.2.3.4-1
REPRESENTACIÓN MANEJO DE DATOS EN UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)



Fuente: CEPAL (2014)[6]

- Áreas, sectores o cuencas con estudios de modelación.
- Obras hidráulicas relevantes y sus características.
- Proyectos en el sistema de Evaluación de Impacto ambiental
- Localización de estaciones de medición hidrológica y sus valores representativos (altitud, coordenadas, vigencia).
- Aspectos físicos relacionados con el ámbito agrícola (bioclima, características del suelo)
- Proyectos de la ley de riego ejecutados.
- Residuos industriales líquidos en la región

[6] Comisión Económica para América Latina y el Caribe. 2014. Evaluación de la Sostenibilidad en América Latina y el Caribe. Disponible en http://www.cepal.org

- Faenas mineras y tranques relaves.
- Áreas de interés turístico
- Conflictos acogidos en las Reuniones de participación ciudadana realizadas.

Cabe destacar que existe información base proveniente de distintas fuentes, sobre ellas, el consultor generó complementó y o modificó según se estimó conveniente para mejorar la comprensión de los contenidos, de modo de ajustar en lo posible la información, por un lado a la escala de trabajo y por otro en su actualización si era necesario para el análisis.

El Cuadro 10.2.3.4-1 muestra los antecedentes cartográficos base con los que el consultor contó al comienzo de este estudio.

CUADRO 10.2.3.4-1
ANTECEDENTES CARTOGRÁFICOS Y ESPACIALES

Temática	Cobertura	Escala	Institución y/o Fuente	Tipo de Información
Mapa político	División Político Administrativa	1:50.000	e-SIIR CNR	Polígonos
Mapas base	Red de Cauces Naturales	1:50.000	SIG DGA	Líneas
	Red Regional de Caminos	1:50.000	e-SIIR CNR	Líneas
	Topónimos (localidades, centros poblados, orografía)	1:50.000	e-SIIR CNR	Texto
	Curvas de Nivel IGM	1:50.000	e-SIIR CNR	Líneas
Hidrología	Red Estaciones fluviométricas	----------	ARRAU- DGA	Puntos
	Red Estaciones meteorológicas	----------	ARRAU- DGA	Puntos
	Red Estaciones Meteorológicas Dirección Meteorológica de Chile (DMC)	----------	ARRAU- DMC	Puntos
	Isoyetas Anuales	1:1.000.000	DGA	Líneas
	Isolíneas ETP anual	1:1.000.000	CNR	Líneas
	Mapa de Cuencas Hidrográficas	1:50.000	e-SIIR, CNR-DGA	Polígonos
	Red de estaciones de agua Subterránea	----------	ARRAU-DGA	
	Red de estaciones de Calidad de agua	----------	ARRAU-DGA	Puntos
	Tramos de vigilancia de calidad de agua	----------	DGA	Líneas
	Modelo MAGIC, Distintas coberturas	----------	DGA-ARRAU	Diversos
Vegetación y Biodiversidad	Sitios prioritarios biodiversidad CONAMA	1:250.000	SINIA, CONAMA	Polígonos
	SNASPE CONAF	1:250.000	SINIA, CONAMA	Polígonos
	Uso del suelo CONAF-CONAMA	1:250.000	e-SIIR, CNR –SINIA, CONAMA	Polígonos
	Formaciones Vegetacionales	1:1.000.000	R. Gajardo - SINIA, CONAMA	Polígonos
Vegetación y Biodiversidad	Pisos Vegetacionales	1:1.000.000	P. Pliscoff y F. Lubert - SINIA, CONAMA	Polígonos
	Mapa Vegas, bofedales y acuíferos protegidos DGA.	----------	DGA	Puntos, Polígonos

CUADRO 10.2.3.4-1
ANTECEDENTES CARTOGRÁFICOS Y ESPACIALES
(Continuación)

Temática	Cobertura	Escala	Institución y/o Fuente	Tipo de Información
Riego y Agroeconomía	Distritos Agroclimáticos	1:1.000.000	e-SIIR, CNR – U. de Chile	Polígonos
	Red de Canales	1:50.000	e-SIIR, CNR	Líneas
	Red de Bocatomas	1:50.000	e-SIIR, CNR	Puntos
	Catastro Singularidades Canales DGA	----------	e-SIIR CNR	Líneas
Información topográfica Satelital	Modelo Digital de Elevación - SRTM (90 m)	----------	USGS	Raster
	Modelo Digital de Elevación Aster GDEM (30 m)	----------	ERSDAC	Raster
	Imagen Satelital de Alta Resolución Geoeye, disponible a través del servidor de ArcGis on line.	----------	ESRI	Raster

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, en el marco de este estudio, se han preparado, actualizado y recopilado diferentes capas de información (shapes), que vienen a complementar lo anterior. Esta información se detalla en el Anexo 10-1, en el cual se explica el nombre de cada shape generado y utilizado, y la nomenclatura y significado dado a las columnas asociadas a las distintas tablas de atributos de dichos shapes.

10.2.4. Comparación Herramientas para Aguas Superficiales

A continuación se presenta el Cuadro 10.2.4-1, con un análisis comparativo de los principales atributos comúnmente valorados al momento de analizar distintas plataformas de modelación y operación de sistemas hídricos. En este cuadro se comparan los modelos WEAP y MAGIC.

A la luz de las comparaciones realizadas, se concluye que la mejor alternativa es continuar con el uso del modelo WEAP, ya que está en desarrollo y mejoramiento continuo, además de la facilidad del uso de herramientas gráficas.

CUADRO 10.2.4-1
ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE WEAP Y MAGIC

Atributo	WEAP	MAGIC
Interfaz	Fácil, amigable, interactiva.	Amigable y dependiendo de la versión estática, o a través de SIG
Elaboración de Modelos	Rápida. Permite una fácil inclusión de elementos topológicos y su programación	Si bien permite la inclusión de diferentes elementos, debe realizarse en 2 etapas. En primer lugar debe modelarse el sistema en forma gráfica, para luego desarrollarse el modelo en la forma de tablas que enlazan los diferentes elementos del sistema
Modificación de Modelos	Rápida. Los distintos elementos pueden ser retirados, trasladados o agregados sin mayor dificultad.	No es de fácil realización.
Comunicación	Permite comunicación con otras plataformas de modelación como MODFLOW y QUAL-2K, SWAT, entre otros.	No permite comunicación directa con otros programas
Curva de Aprendizaje	Rápida. Además de la existencia de tutoriales gratuitos y de fácil acceso en internet, en distintos idiomas, incluyendo español.	No es fácil
Reconocimiento Intenacional	Posee buen reconocimiento internacional, habiéndose implementado en más de 50 países a lo largo del mundo	Su aplicación está limitada a nivel nacional
Complejidad Topológica	Acepta la inclusión de una gran variedad de elementos: cuencas, ríos, extracciones, embalses, centrales hidroeléctricas, cultivos, demandas urbanas, plantas de tratamiento, retornos, caudales ecológicos, etc.	En este sentido es igual a WEAP.
Calibración	Posee módulos de calibración ya incorporados (PEST) y además permite la comunicación con el lenguaje Visual Basic, para crear macros y rutinas que permiten buscar los vectores óptimos de parámetros de forma semiautomática.	La calibración es manual, debiendo desarrollarse traspasando manualmente los resultados a Excel para analizar los resultados
Salidas	Gran variedad de gráficos de salida, además de la posibilidad de exportar a lenguajes masivos como Excel.	Solamente en la forma de archivos de texto
Licenciamiento	Licencia pagada para uso privado (consultoría) y gratuito para uso académico o sin fines de lucro, incluyendo instituciones gubernamentales.	Gratis

Fuente: Elaboración propia

10.3. MODELACIÓN REGIÓN METROPOLITANA

10.3.1. Aspectos Generales

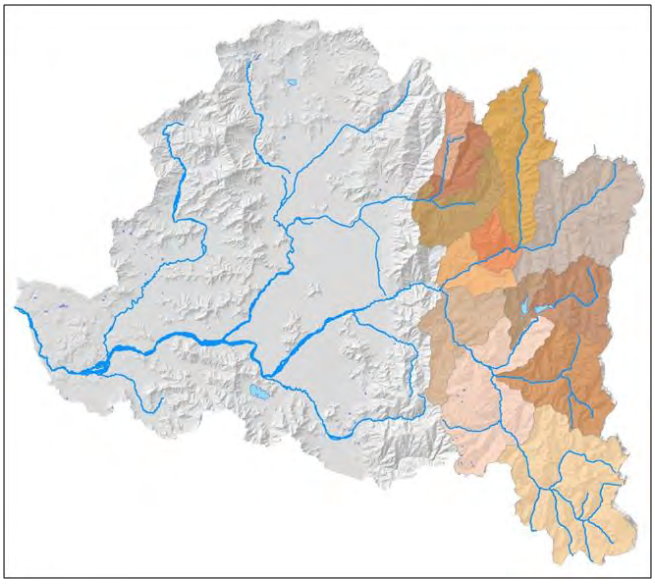
En esta sección del informe, se presentan brevemente las características de los diferentes modelos que se han desarrollado para la región o sectores específicos de la región.

10.3.2. Modelación WEAP[7]

10.3.2.1. Aspectos Generales

En el marco del proyecto MAPA, se está modelando la parte alta de la cuenca del Río Maipo, según lo informado por el Equipo de Trabajo del proyecto, actualmente se encuentra definido el marco espacial considerado para una primera etapa del modelo, el cual incluye las subcuencas altas aportantes del Río Maipo. Éstas corresponden a las de los Ríos Volcán, Yeso, sistema Laguna Negra, Colorado, Olivares, Maipo hasta la estación de aforo Maipo en el Manzano, así como también las microcuencas aportantes del Río Mapocho, correspondientes al Río Molina y Río San Francisco, tal como se muestra en la Figura 10.3.2.1-1.

FIGURA 10.3.2.1-1
ZONA DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO INCLUIDA EN EL PROYECTO MAPA

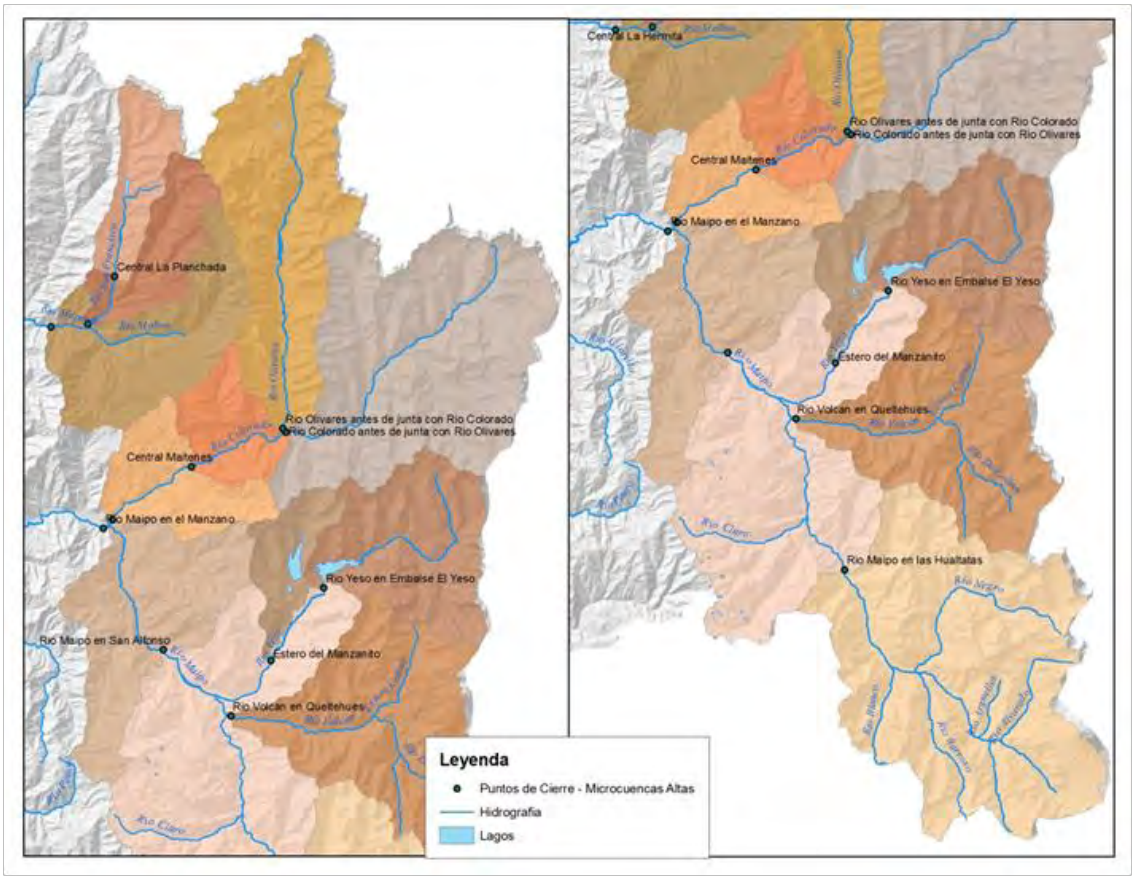


Fuente: Proyecto MAPA

[7] Se hace notar que la información presentada está basada en documentos sin publicar facilitados por el equipo del Proyecto Mapa, por lo que no se presentan referencias, y su carácter es no oficial.

Para el fin de definir puntos de modelación, se han considerado como puntos de cierre de microcuencas algunas de las estaciones fluviométricas correspondientes a la red de monitoreo de la Dirección General de Aguas (DGA), así como también las instalaciones de algunas centrales hidroeléctricas actualmente instaladas en el área antes descrita, según se muestra en la Figura 10.3.2.1-2.

FIGURA 10.3.2.1-2
DETALLE DE CUENCAS ALTAS Y SUS PUNTOS DE CIERRE

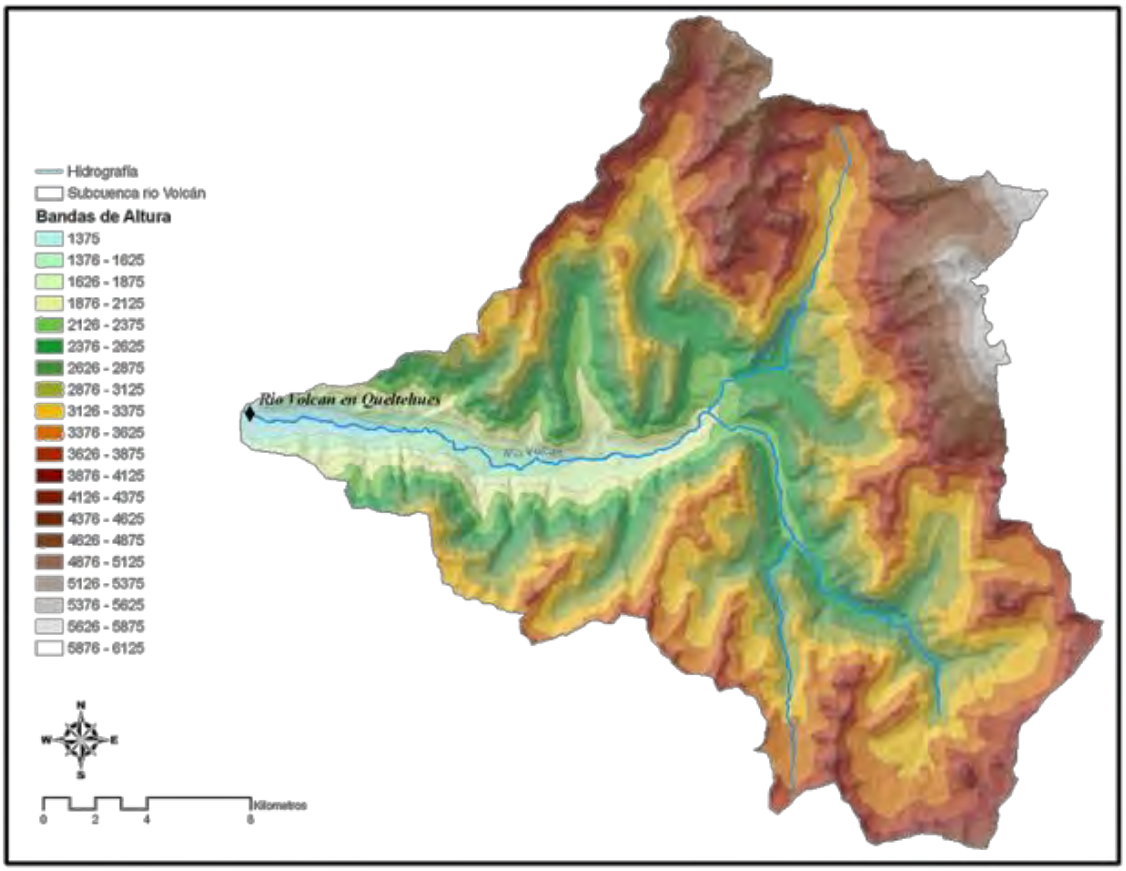


Fuente: Proyecto MAPA

10.3.2.2. Definición de Catchments

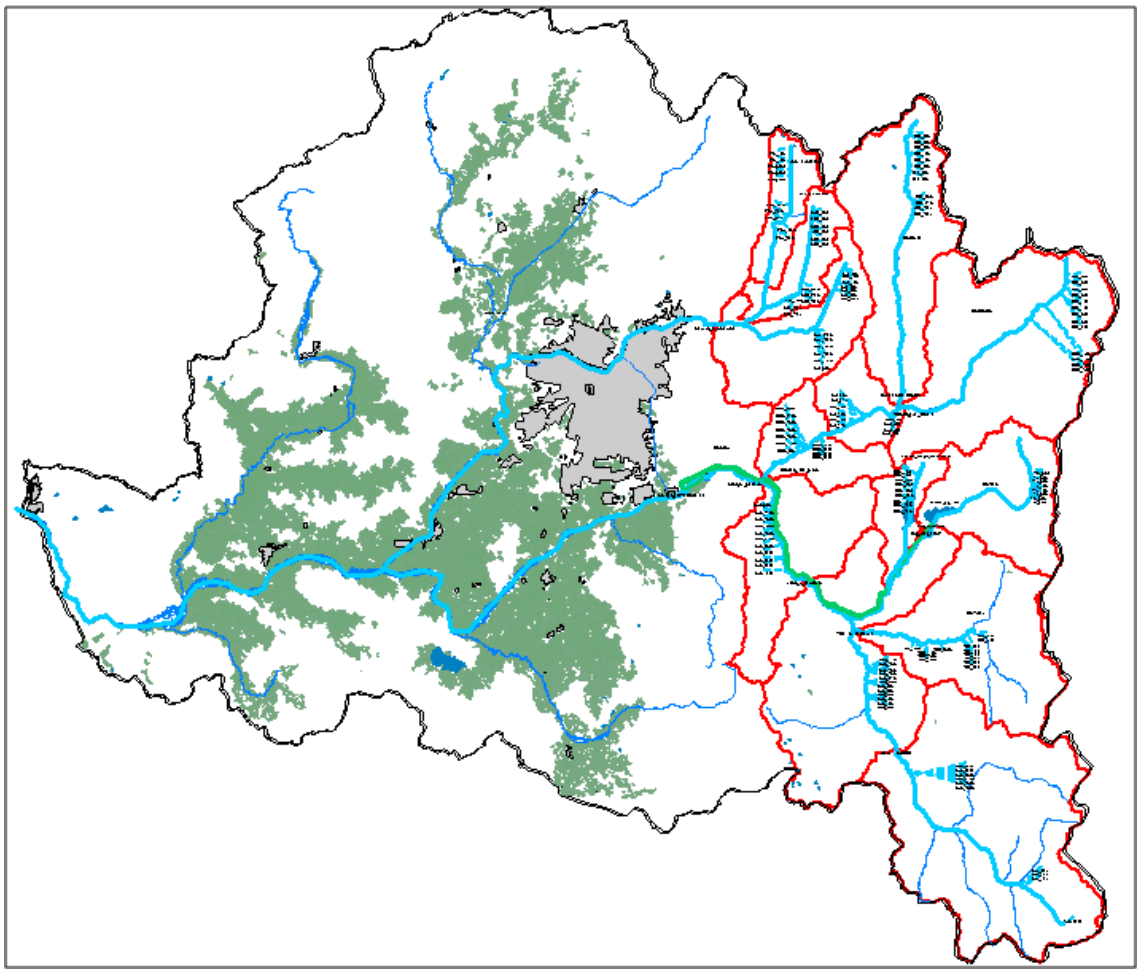
Luego de determinar la subdivisión de microcuencas en altura, y con el objeto de representar de mejor manera el perfil altitudinal de la región, se consideró la subdivisión de cada una de las microcuencas en bandas cada 250 m, lo cual permite una mejor estimación y extrapolación de la información climática existente. En la Figura 10.3.2.2-1 se presenta un ejemplo de la división por bandas de altura para la microcuenca del Río Volcán. La subdivisión antes mencionada determina la creación de las unidades de análisis a incorporar en el modelo WEAP.

FIGURA 10.3.2.2-1
SUBDIVISIÓN POR BANDAS DE ALTURA EN LA MICROCUENCA DEL RÍO VOLCÁN



Fuente: Proyecto MAPA

FIGURA 10.3.2.2-2
ESQUEMA DE MODELACIÓN EN WEAP PARA LAS MICROCUENCAS APORTANTES DEL RÍO MAIPO



Fuente: Proyecto MAPA

10.3.2.3. Fuentes de Informacion

a) Generalidades

Para el desarrollo del modelo WEAP, se ha considerado como fuente base de información la base de datos del Banco Nacional de Aguas (en adelante BNA), de la Dirección Nacional de Aguas (DGA), cuyos registros ofrecen información hidrometeorológica de todo el país organizada en divisiones administrativas, unidades hidrológicas, variables consideradas o tipo de estación, para todo el territorio nacional. Particularmente en este caso, se accedió a los datos a nivel diario, de todas las estaciones meteorológicas/pluviométricas y fluviométricas de la cuenca del Río Maipo.

b) Precipitaciones

Los registros de temperatura se obtuvieron de 36 estaciones de propiedad de la DGA, y que por lo tanto están indexadas al BNA, algunas de ellas meteorológicas, y otras puramente pluviométricas. Dichas estaciones presentan información a nivel diario de los montos de precipitación observados, los cuales se agruparon en periodos semanales para todo el periodo de estudio, donde se agruparon a su vez en años hidrológicos, comprendidos estos entre el 01 de Abril y el 31 de Marzo del año siguiente.

c) Caudales

Para el caso de la información fluviométrica, la base de datos del BNA consta de 31 estaciones fluviométricas distribuidas en toda la cuenca del Río Maipo, de las cuales se consideraron los registros de los caudales diarios observados (m^3/s) para nueve de ellas, presentes en la zona considerada en la presente etapa de modelación para las microcuencas aportantes del Río Maipo. Dichos registros se consolidaron a nivel semanal y por año hidrológico, al igual que las precipitaciones, buscando sincronía en los registros y a su vez, la consideración de periodos homólogos con registros completos en el periodo considerado.

d) Temperatura

Para el caso de la información de temperatura, se utilizó la información disponible al momento de estructurar el modelo a partir del BNA. Dichos registros se consolidaron a nivel semanal y por año hidrológico, al igual que las precipitaciones, buscando sincronía en los registros y a su vez, la consideración de periodos homólogos con registros completos en el periodo considerado.

10.3.2.4. Calibración

En lo que respecta a calibración, la tarea hasta el momento se ha enfocado el trabajo desarrollado en la zona alta de la cuenca, considerando lo puntos de cierre Maipo en las Hualtatas, Volcán en Queltehues, y Maipo en San Alfonso. El objetivo del proceso es poder describir los procesos y características hidrológicas en una zona con baja intervención antrópica, considerando las características naturales de clima y suelo. Así se han obtenido hasta el momento, la distribución de los datos observados y simulados, considerando el intervalo comprendido entre el año hidrológico 1985 y 2005, como se observa en la Figura 10.3.2.4-1. Se muestra además en el Cuadro 10.3.2.4-1 resultados de la calibración, en la forma del coeficiente de Nash-Sutcliffe[8].

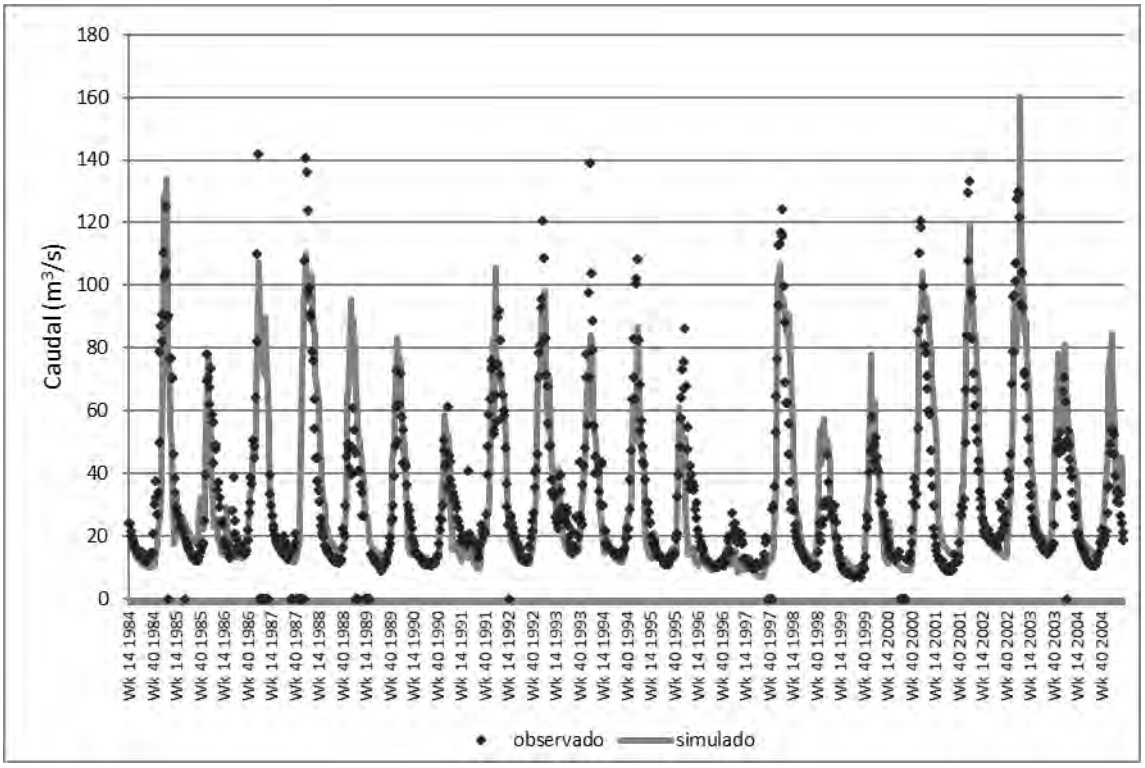
[8] Nash, J. E. and J. V. Sutcliffe (1970), River flow forecasting through conceptual models part I — A discussion of principles, *Journal of Hydrology*, 10 (3), 282−290.

CUADRO 10.3.2.4-1
RESULTADOS PRELIMINARES CALIBRACIÓN

Estación de Calibración	Nash-Sutcliffe	BIAS (%)
Maipo en las Hualtatas	0,78	-0,17
Volcán en Queltehues	0,66	31,67

Fuente: Proyecto MAPA

FIGURA 10.3.2.4-1
RESULTADOS PRELIMINARES CALIBRACIÓN
ESTACIÓN MAIPO EN LAS HUALTATAS.



Fuente: Proyecto MAPA

10.3.3. Otras Modelaciones WEAP

De la revisión bibliográfica, se detectó la existencia de otras modelaciones WEAP de la cuenca o parte de la cuenca. Dado que no se tiene acceso a los modelos propiamente tales, no es posible compararlos con la modelación del proyecto MAPA.

10.3.4. Modelo MAGIC-Maipo

El modelo MAGIC-Maipo, fue desarrollado por la DGA para modelar la cuenca del Río Maipo en su totalidad. La cuenca es descrita por 56 tablas de datos, las que

representan entre otros: Topología del sistema, precipitaciones, caudales de cuencas intermedias y laterales, demandas, características de los acuíferos, características de los canales, entre otros.

Se hace notar que existen 2 versiones del modelo, una con una interfaz SIG y otra sin interfaz, que requiere el ingreso de datos en forma completamente manual. Las otras diferencias sólo aplican al rango de validez de la base de datos.

Se debe hacer notar que el modelo existente, representa en muy buena forma la parte alta de la cuenca y también la zona baja. En lo que respecta a la zona media, las estadísticas medidas difieren en forma drástica de las observadas, lo que se estima es debido a que las estaciones de control existentes no han medido el caudal en forma adecuada, por lo que sus registros son de mala calidad. Esto se confirma por el buen ajuste con lo observado a la salida, lo que no se lograría si la zona media de la cuenca no estuviese bien modelada.

10.3.5. Modelo de Simulación Superficial 3ª Sección Río Maipo, Esteros Yali y Alhué

En el contexto del estudio de la Referencia DH-22, se desarrolló un modelo operacional que comprende la representación de los balances hídricos en la cuenca del Río Maipo desde la bocatoma de trasvase por el Río Maipo y la bocatoma del Canal San José, por el Río Mapocho, hasta su desembocadura, más las cuencas de los Esteros Yali y Alhué. El modelo desarrollado es de balances entre los diferentes subsectores que definen el área de estudio, y está integrado con un modelo de simulación subterráneo desarrollado en Modflow.

10.3.6. Modelación Modflow

En lo que respecta a las aguas subterráneas, se han realizado varios esfuerzos, algunos desarrollados por o para la DGA, y otros en que la DGA ha sido o es parte.

Por ejemplo, la DGA ha desarrollado modelos en Visual Modflow para el acuífero del Río Maipo (Modelo Maipo DGA), y para el valle del Estero Puangue (modelo Puangue DGA). En el contexto del estudio Bases del Plan Director (DGA 2007, PYP-02), se modificó la geometría existente del modelo, además de mejorar la representación del bombeo. Por otra parte, para el Modelo Maipo DGA sólo se actualizó la base de datos en términos de alcance temporal.

Por otra parte, en el contexto del proyecto ***"Manejo Integrado y Sostenible de los Recursos Hídricos Subterráneos en América Latina",*** se desarrolló un modelo de la zona norte de Santiago, llamado AZNS. Este modelo introduce algunas capacidades de VisualModflow que no habían sido usadas previamente, tales como la inclusión de acuíferos con más de una capa. De este modo, se pudo simular la existencia de estratos formados por materiales gruesos y estratos con materiales finos.

Otras modelaciones VisualModflow se han realizado para los acuíferos del Estero Yali (DGA 2008, DDA-05; DGA 2005, DDA-09; y CNR 2001, DRH-07), Estero

Alhué (CNR 2001, DRH-07), y también la parte baja de la cuenca del Río Maipo (CNR 2001, DRH-07), entre otros sectores.

En lo que respecta al grado de representatividad de los resultados, todas las modelaciones concuerdan que la información más compleja de determinar, corresponde a los bombeos. Esto ocurre ya que no existen registros exactos de los caudales bombeados, y solo estimaciones globales.

Por último, en la actualidad Aguas Andinas con el apoyo de DGA y organizaciones de usuarios de aguas están actualizando la modelación.

10.4. DIAGNÓSTICO DE CALIDAD DE INSUMOS Y HERRAMIENTAS

10.4.1. Diagnóstico de los Insumos

En esta sección del informe se presenta una breve caracterización de la calidad de los insumos disponibles para la realización del estudio. Se presentan los tipos de insumos identificados, y posteriormente se analiza la calidad de la información asociada. El análisis se presenta en el Cuadro 10.4.1-1.

CUADRO 10.4.1-1
ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE LA INFORMACIÓN

Insumo	Calidad de la Información
Precipitaciones	En general la calidad de la información es adecuada tanto desde el punto de vista espacial como temporal, para la cuenca del Río Maipo. Esto es porque se continúa utilizando el mismo set de estaciones usados anteriormente para la modelación MAGIC de la cuenca. Por otra parte, para la modelación de los Esteros Alhué y Yali no se dispone de información de calidad adecuada y también dentro de las subcuencas.
Caudales Mensuales	Al igual que en el caso de la red meteorológica, la calidad de la información es adecuada desde el punto de vista espacial y temporal en la cuenca del Río Maipo, pero en las zonas externas es deficiente. De hecho, para la evaluación de los recursos disponibles se debió recurrir a relaciones precipitación-escorrentía.
Calidad Aguas Superficiales	Tal como es el caso de las redes meteorológicas y fluviométricas, la densidad de estaciones es la correcta para las subcuencas del Maipo, pero fuera de ellas, hay problemas.
Niveles de Aguas Subterráneas	En el caso de los niveles de aguas subterráneas, la red es deficiente ya que no permite caracterizar todos los acuíferos explotados en la región

CUADRO 10.4.1-1
ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE LA INFORMACIÓN
(Continuación)

Insumo	Calidad de la Información
Información de Derechos de Aguas	Tal como se indicó en el Acápite 3.5, la información espacial de los derechos adolece de serios problemas, por lo que se requiere mejorarla lo antes posible.
SIG	La calidad de la información SIG es más que adecuada. De hecho, con el desarrollo de este estudio se han generado nuevas coberturas, las que se incluyen en esta entrega.

Fuente: Elaboración propia

10.4.2. Diagnóstico de las Herramientas

De acuerdo a lo identificado, para la Región Metropolitana se disponen de simulaciones superficiales que la abarcan en su totalidad, situación que también se repite para las aguas subterráneas. Se estima que las herramientas son adecuadas para los análisis que se deben desarrollar, y su ubicación en cuanto a cobertura se muestran en la Figura 10.4.2-1. En esta figura, se muestran los sectores modelados, asociados a los siguientes estudios, para los que se incluye la fecha en que se desarrolló el modelo respectivo:

- Modelación Aguas Superficiales:

  1. Modelo MAGIC Maipo. (DGA 2008, PYP-01; y DGA 2007, PYP-02)

  2. Modelo WEAP Maipo. 2015

  3. Estudio Integral de Optimización del Regadío de la 3ª Sección del Río Maipo y Valles de Yali y Alhué. 2001. (CNR 2001, DRH-07)

- Modelación Aguas Subterráneas:

  1. Evaluación de la Explotación Máxima Sustentable del Acuífero del Yali. (DGA 2008, DDA-05)

  2. Evaluación de la Explotación Máxima Sustentable del Acuífero Puangue-Melipilla. (DGA 2007, DDA-07)

  3. Evaluación de los Recursos Hídricos Subterráneos del Valle del Estero Puangue, Sector Puangue Alto, Medio y Bajo, La Higuera, Cholqui, Popeta y Melipilla. (DGA 2006, DDA-08)

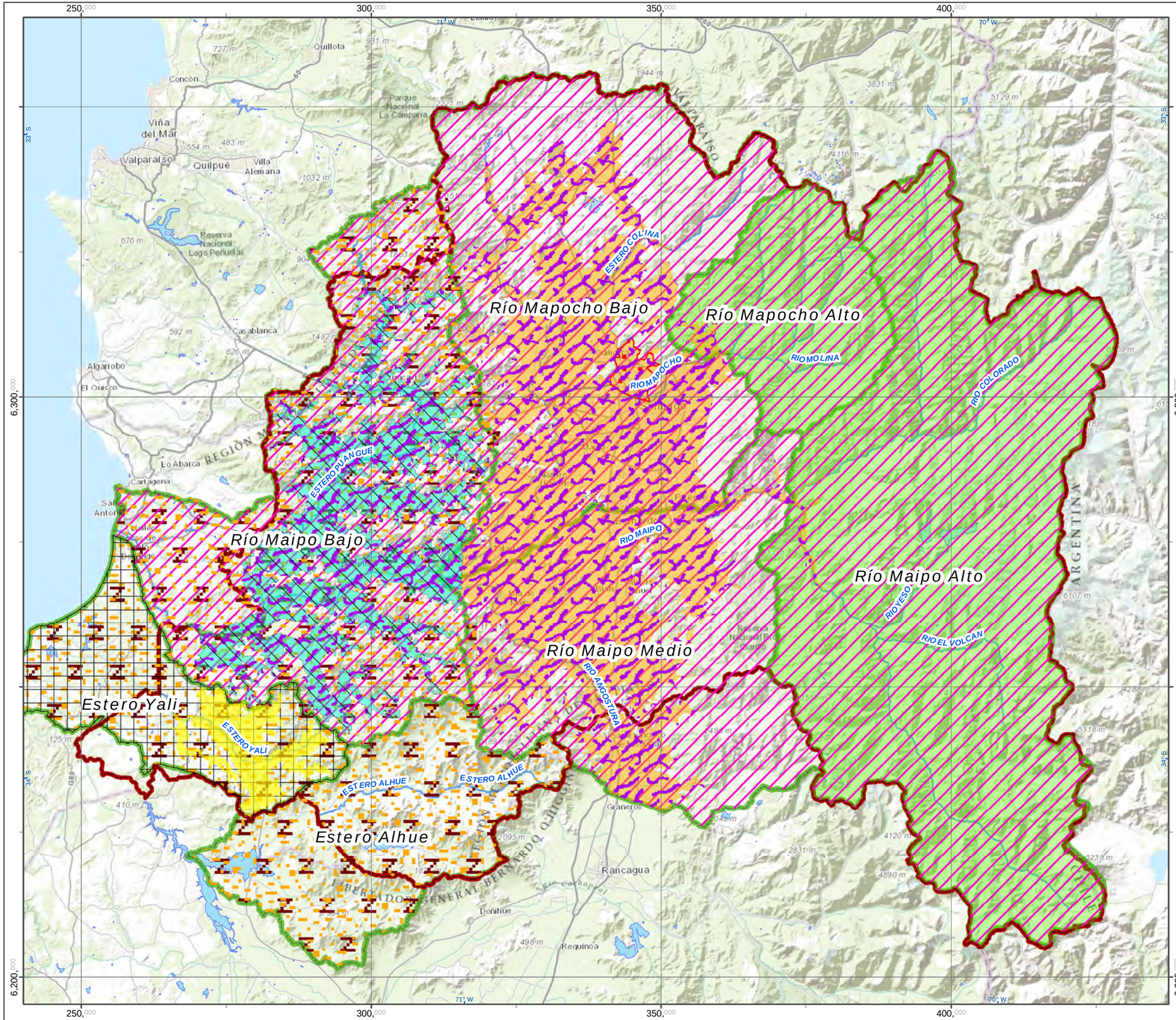
  4. Determinación de la Disponibilidad de Derechos de Aprovechamiento de Aguas Subterráneas en la Cuenca del Estero

Yali Hasta Sector el Prado, Región Metropolitana. (DGA 2005, DDA-09)

5. Manejo Integrado y Sostenible de los Recursos Hídricos Subterráneos en América Latina. 2003. (Modelo Hidrogeológico Zona Norte de Santiago)

6. Estudio Integral de Optimización del Regadío de la 3ª Sección del Río Maipo y Valles de Yali y Alhué. 2001. (CNR 2001, DRH-07)

7. Modelación Aguas Subterráneas Bases Plan Director del Maipo. (DGA 2007, PYP-02)



N

W E

S

SIMBOLOGÍA

Modelos Aguas Subterráneas

1. Ev. explot. max. sust. Acuif. Yali
2. Ev. explot. max. sust. Acuif. Puangue Melipilla
3. Ev. rec. subt. Acuif. Puangue Melipilla
4. Disp. Derechos subt. cuenca Yali
5. Modelo hidrogeológico Zona norte Stgo
6. Regadio seccion 3 Maipo Yali y Alhue
7. Bases PD Maipo 2007
8. Ev. explot. max. sust. Acuif. Stgo. Sur

Modelos Aguas Superficiales

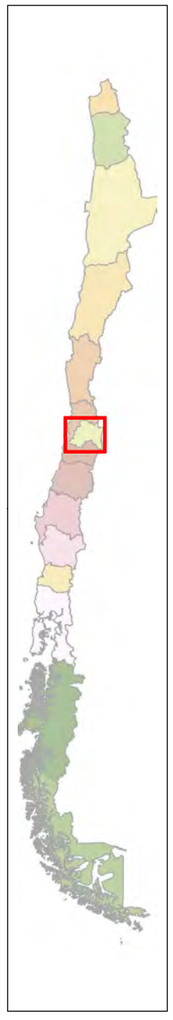
1. Modelo Magic Maipo
2. Modelo Weap Maipo
3. Regadio seccion 3 Maipo Yali y Alhue

Límite Regional RM

Límites Sub Cuencas

Lagos, Lagunas, Embalses

Hidrografía Principal



ARRAU Ingeniería E.I.R.L.

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
Región Metropolitana

SISTEMA DE INFORMACIÓN TERRITORIAL

DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

ÁREA CUBIERTA MODELOS HÍDRICOS

Fuente Cartográfica:
Instituto Geográfico Militar, 2009
Cartografía Regular, 1:250.000

Fuente Temática:
E-SIIR CNR

ESCALA
1:650,000
0 2.5 5 10 15 20 Km

Directora Regional
Carmen Herrera Indo

Inspector Fiscal
Francisco Salazar Aragón

Referencia Cartográfica:
Proyección UTM
DATUM WGS84
HUSO 19 Sur

Fecha: Noviembre 2015

FIGURA 10.4.2-1

CAPÍTULO 11

FISCALIZACIÓN

11. FISCALIZACIÓN

11.1. INTRODUCCIÓN

La Unidad de Fiscalización a nivel central fue creada en 2004 (Resolución D.G.A. N° 185, de 27 de febrero de 2004). Esta Unidad es la entidad que tiene la responsabilidad de orientar, dirigir, normar y apoyar tanto a las Direcciones Regionales del Servicio, como a otros organismos del Estado y a los usuarios de agua, en las siguientes materias:

a. Proponer al Director General de Aguas políticas y normativas de fiscalización, relacionadas con la atribución de la Dirección General de Aguas en el ámbito de la policía y vigilancia de las aguas en los cauces naturales de uso público.

b. Coordinar las políticas que, dentro del campo antes definido, deberán llevar a cabo las Direcciones Regionales y los Departamentos de la Dirección General de Aguas.

c. Coordinar las funciones de las Direcciones Regionales para la adecuada gestión de las referidas políticas.

d. Coordinar la acción de las Direcciones Regionales en las materias relacionadas con las atribuciones que le confiere a la Dirección General de Aguas, el artículo 299, letras c), d) y e) del Código de Aguas.

e. Coordinar las funciones de las Direcciones Regionales, para la adecuada gestión de las referidas políticas.

f. Coordinar a Nivel Nacional las labores de policía y vigilancia de los cauces naturales de uso público y de supervigilancia de las organizaciones de usuarios.

g. Promover y coordinar la participación de las organizaciones de usuarios, para una gestión eficiente y sustentable de los recursos hídricos, y

h. En general, todas aquellas funciones que directa o indirectamente puedan relacionarse con las indicadas precedentemente.

A nivel regional, Fiscalización y Medio Ambiente eran una sola unidad, creada en el año 2009 (Resolución D.G.A. R.M Nº 259 del 25 de marzo de 2009)[1]. Posteriormente se crea la Unidad de Medio Ambiente en forma independiente (Resolución

[1] Con anterioridad a la creación de la Unidad de Fiscalización a nivel Regional, en el año 2007 se dictó la resolución Resolución D.G.A. Nº 336 del 24 de Septiembre de 2007 donde se disponen las atribuciones y funciones que se delegaban en los Directores Regionales del Servicio.

D.G.A. R.M Nº 2923 del 18 de octubre de 2013) quedando separadas hasta el día de hoy ambas unidades. La Unidad de Fiscalización es la unidad mandatada a desarrollar las labores de fiscalización a nivel regional, así como sus símiles en resto de las Direcciones Regionales de la DGA. Con posterioridad la Unidad de Fiscalización y Medio Ambiente fueron separadas.

Para el diagnóstico de las labores de fiscalización de la DGA Región Metropolitana se analizan las labores de fiscalización a nivel regional y la participación del Nivel Central en estas materias. Por último, se presenta una propuesta de lineamientos generales para el Plan Maestro en materia de fiscalización.

11.2. LABORES DE FISCALIZACIONES REALIZADAS POR LA DGA

El Código de Aguas entrega a la DGA atribuciones de fiscalización en cuatro ámbitos:

1. Obras no autorizadas en cauces naturales y artificiales
2. Faltas o abusos en la distribución de las aguas o en la gestión económica en organizaciones de usuarios
3. Extracciones sin título de aguas superficiales y subterráneas
4. Ampliación de atribuciones en épocas de escasez hídrica

En el Cuadro 11.2-1 se presentan las labores de fiscalización consideradas en cada ámbito.

CUADRO 11.2-1
LABORES DE FISCALIZACIÓN REALIZADAS POR LA DGA

MATERIAS DE FISCALIZACIÓN	ARTÍCULOS CÓDIGO DE AGUAS
Obras en Cauces Naturales y Artificiales	
Obras no autorizadas en cauces naturales	Art 30: Los cauces naturales son de uso público Art 32: Obras o labores en los álveos (se aplica a extracción de áridos) Art 41: Las construcciones que modifiquen un cauce natural o artificial requieren autorización de la DGA Art 299 letra c: Vigilancia de los cauces naturales de uso público e impedir modificaciones sin previa autorización
Obras no autorizadas en cauces artificiales	Art 36: Definición de cauce artificial Art 41: Las construcciones que modifiquen un cauce natural o artificial requieren autorización de la DGA Art 171: Procedimiento para autorizaciones referidas al artículo 41 Art 172: Aplicación de multas asociadas al artículo 171

CUADRO 11.2-1
LABORES DE FISCALIZACIÓN REALIZADAS POR LA DGA
(Continuación)

MATERIAS DE FISCALIZACIÓN	ARTÍCULOS CÓDIGO DE AGUAS
Obras en Cauces Naturales y Artificiales	
Obras hidráulicas	Título I de la construcción de ciertas obras hidráulicas Art 307: Inspección de obras mayores por parte de la DGA
Falta de limpieza de canales y acueductos	Art 91: Limpieza de acueductos Art 92: Limpieza de canales. El Código de Aguas delega está función en los municipios
Desbordamiento canales	Art 305: La DGA puede exigir la construcción de obras complementarias a cargo del propietario Art 306: aplicación de multas asociadas al artículo 305
Cierre de bocatomas	Art 304: Vigilancia de tomas de cauces naturales para evitar en las crecidas Art 306: Aplicación de multas asociadas al artículo 304
Sistemas de drenaje	Art 47 a 52: Regulación de los sistemas de drenaje Art 129bis: Sobre perjuicio a terceros por obras de recuperación de terrenos húmedos o pantanosos
Construcción, modificación, cambio y unificación de bocatomas	Art 38: Construcción de bocatomas Art 151 a 157: Descripción de procedimiento relacionado con la construcción, modificación, cambio y unificación de bocatomas
Organizaciones de usuarios	
Faltas o abusos en la distribución de las aguas o en la gestión económica en organizaciones de usuarios	Art 230: Facultad de la DGA para citar a junta general de una organización de usuarios Art 283: Faltas graves o abusos del Directorio en la administración de las aguas Art 291: Faltas graves o abusos en la gestión económica de la organización de usuarios Art 299 letra e: La DGA tiene la función de supervigilar el funcionamiento de las organizaciones de usuarios
Extracciones Sin Título de Aguas Superficiales y Subterráneas	
Extracción sin título de aguas superficiales	Art 299 letra c: Policía y vigilancia de las aguas en los cauces naturales Art 299 letra d: En caso que no exista Junta de Vigilancia constituida impedir la extracción de aguas sin título o en mayor cantidad de que corresponda
Extracción sin título de aguas subterráneas	Título VI de las aguas subterráneas y artículos 5, 6, 20, 22, 173 y 175
Patentes por no uso del agua	Título XI del pago de patentes por la no utilización de las aguas

CUADRO 11.2-1
LABORES DE FISCALIZACIÓN REALIZADAS POR LA DGA
(Continuación)

MATERIAS DE FISCALIZACIÓN	ARTÍCULOS CÓDIGO DE AGUAS
Ampliación de Atribuciones en Épocas de Escasez Hídrica	
Ampliación de atribuciones en épocas de escasez hídrica	Art 314: Declaración de zonas de escasez en periodos de sequía extraordinaria (por períodos máximos de 6 meses), pudiendo redistribuir las aguas de acuerdo a la disponibilidad en fuentes naturales. Para ello podrá suspender las atribuciones de las Juntas de Vigilancia y los seccionamientos, y autorizar extracciones de aguas superficiales y subterráneas sin la necesidad de constituir derechos de aprovechamiento sin verse limitados por el caudal ecológico. Art 315: La DGA puede hacerse cargo de la distribución del agua en zonas declaradas de escasez en cauces naturales o artificiales donde aún no se hayan constituido organizaciones de usuarios.

Fuente: Elaboración propia en base a DGA, 2011[2]

La DGA debe abrir un expediente ante la presencia de una posible infracción a los artículos del Código de Aguas. La toma de conocimiento puede ser a través de una denuncia externa o por inspección[3].

11.3. LABORES DE FISCALIZACIÓN EN LA REGIÓN METROPOLITANA

11.3.1. Labores Realizadas por el Nivel Central en la Región Metropolitana

Desde el año 2007 la DGA publica anualmente la lista de derechos de aprovechamiento de agua afectos al pago de patentes por no utilización del agua, de acuerdo a las modificaciones realizadas al Código de Aguas incorporadas en el año 2005.

En el listado de derechos de aprovechamiento de aguas afectas al pago de patentes por no utilización del agua para el proceso 2015 (Resolución DGA Nº 3438, de 30 de diciembre de 2014), la provincia Cordillera concentra el 63% del caudal de los derechos de aprovechamiento de aguas superficiales afectos a pago de patente. En el caso de las aguas subterráneas, la Provincia de Chacabuco concentra el 49% del caudal de los derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas afectos a pago de patente de la Región Metropolitana. No es posible determinar el pago de patentes por Subcuenca, ya que la información de los derechos de aprovechamiento de agua está asociada a las comunas según el Conservador de Bienes Raíces (CBR) donde están inscritos los

[2] Documento interno de trabajo de la Unidad de Fiscalización a Nivel Central.
[3] Instructivo 1/2008 (versión 2.0), Unidad de Fiscalización, Dirección General de Aguas.

derechos de aprovechamiento de aguas y en varios casos el CBR corresponde a comunas ubicadas en cuencas diferentes. El cuadro 11.3.1-1 presenta los datos a nivel provincial.

CUADRO 11.3.1-1
DERECHOS DE AGUA AFECTOS AL PAGO DE PATENTES POR NO UTILIZACIÓN DEL AGUA, PROCESO 2015, REGIÓN METROPOLITANA

Provincia	Derechos afectos a pago de patente	Caudal sujeto a pago (L/s)		Valor patente (UTM)
		Volumen (L/s)	%	
Aguas Superficiales				
Chacabuco	4	421	0,1%	454
Cordillera	**63**	**406.625**	**63%**	**56.819**
Maipo	2	25.045	4%	1.134
Melipilla	134	188.020	29%	41.969
Santiago	14	19.399	3%	5.850
Talagante	7	2.469	0,4%	1.719
Total general	**224**	**641.979**	**100%**	**107.945**
Aguas Subterráneas				
Chacabuco	**247**	**5.235**	**49%**	**16.376**
Cordillera	1	24	0,2%	77
Maipo	38	1.082	10%	3.461
Melipilla	53	1.083	10%	3.432
Santiago	69	2.007	19%	6.421
Talagante	25	1.235	12%	1.574
Total general	**433**	**10.541**	**100%**	**30.941**

Fuente: Resolución DGA Nº 3438, de 30 de diciembre de 2014

Para la Región Metropolitana, el primer Estudio para implementar un sistema de control de extracciones de aguas subterráneas a grandes usuarios se inició en el año 2013. El estudio fue una consultoría para determinar el historial de transferencias, transmisiones y otras mutaciones de los derechos de aprovechamiento de aguas inscritos en Conservador de Bienes Raíces de Melipilla, primer paso para la identificación de los usuarios. Esta es la información base que se utiliza para la dictación de una resolución de control de extracciones (DGA, 2014)[4], a la fecha el proceso de control de extracción no se ha implementado. El Conservador de Bienes Raíces de Melipilla tiene competencia territorial en las comunas de Melipilla, María Pinto, San Pedro y Alhué.

La información sobre inspección de obras mayores se considera en una sección aparte por la extensión de la información recopilada (Ver Acápite 10.6).

[4] Dirección General de Aguas. 2014. Balance de Gestión Integral Año 2013. Ministerio de Obras Públicas

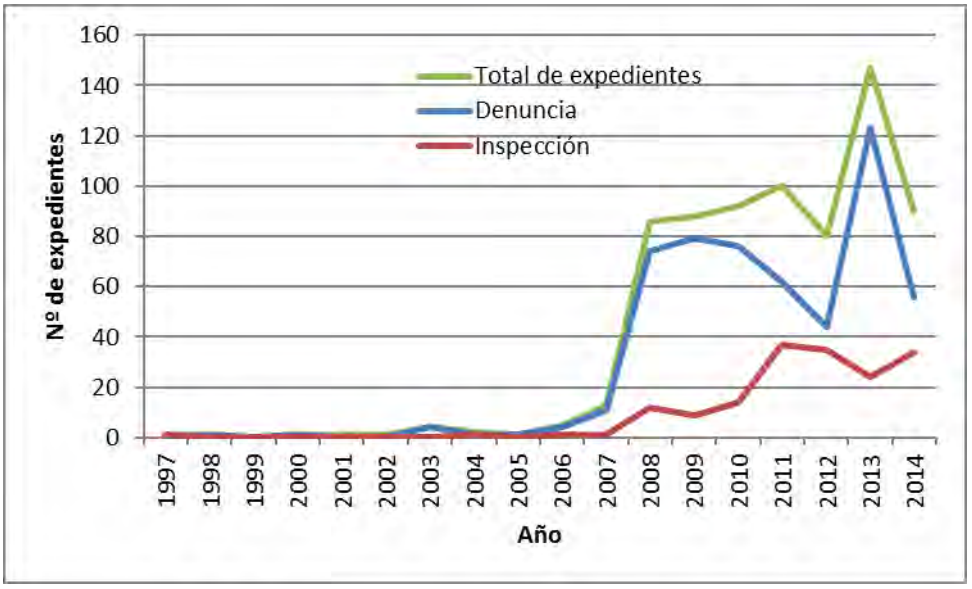
11.3.2. Labores de Fiscalización Realizadas por el Nivel Regional

La DGA Región Metropolitana de Santiago (2015)[5], tiene una base de datos de 719 expedientes de fiscalización, con datos desde 1997. La base de datos está diseñada para registrar el proceso completo de fiscalización.

De acuerdo al registro histórico de expedientes de fiscalización la DGA Región Metropolitana de Santiago (2015) el 76% de las infracciones se han originado de denuncias. La Figura 11.3.2-1 muestra como el número fiscalizaciones por año ha aumentado progresivamente con un aumento significativo de las denuncias en el año 2008 y en el año 2013. A nivel provincial las denuncias e inspecciones se han concentrado en la provincia de Santiago y Melipilla. El cuadro 11.3.2-1 presenta los expedientes de inspección y denuncias a nivel provincial.

Las labores de fiscalización en la Región Metropolitana se concentran en infracciones relacionadas con extracciones no autorizadas de agua, obras no autorizadas y modificación de cauces naturales y obras no autorizadas en cauces artificiales. El Cuadro 11.3.2-2 presenta las fiscalizaciones realizadas en la Región Metropolitana.

FIGURA 11.3.2-1
EXPEDIENTES DE FISCALIZACIÓN PARA LA REGIÓN METROPOLITANA. AÑO 1997 A 2014



Fuente: Elaboración propia en base a DGA Región Metropolitana de Santiago (2015)

[5] DGA Región Metropolitana. 2015. Registro de expedientes de fiscalización ingresados desde julio de 1997 hasta el 5 de febrero de 2015.

CUADRO 11.3.2-1
EXPEDIENTES DE FISCALIZACIÓN PARA LA REGIÓN METROPOLITANA. AÑO 1997 A 2014

Provincia	Denuncias		Inspecciones	
	Nº	%	Nº	%
Chacabuco	83	15	23	13
Cordillera	44	8	24	14
Maipo	81	15	21	12
Talagante	43	8	9	5
Melipilla	115	21	46	27
Santiago	173	32	49	28
Total general (*)	**539**	**100**	**172**	**100**

(*): Se consideran 711 de los 719 expedientes, los 8 expedientes restantes no están clasificadas como denuncia o inspección.

Fuente: Elaboración propia en base a DGA Región Metropolitana de Santiago (2015)

CUADRO 11.3.2-2
INFRACCIONES AL CÓDIGO DE AGUAS PARA LA REGIÓN METROPOLITANA. AÑO 1997 A 2014

INFRACCIONES AL CÓDIGO DE AGUAS	DENUNCIA	INSPECCIÓN	TOTAL	
	Nº	Nº	Nº	%
Extracción no autorizada de agua	209	76	285	35
Obras no autorizadas en cauces naturales	128	48	176	22
Modificación de cauce natural	58	29	87	11
Obras no autorizadas en cauce artificial	71	12	83	10
Entorpecimiento uso de aguas	47	2	49	6
Extracción de áridos	29	7	36	4
Construcción de obras mayores sin autorización	8	2	10	1
Fiscalización de organizaciones de usuarios (art 283 y 291 CA)	4	N/A	4	0
Otros	58	20	78	10
Total	**612**	**196**	**808**	**100**

N/A: No aplica

Fuente: Elaboración propia en base a DGA Región Metropolitana de Santiago (2015)

En el 12% de las infracciones por extracción no autorizada de agua la infracción está asociada con otras infracciones señaladas en la denuncia. Al momento de realizar la denuncia, el formulario permite identificar más de una infracción al Código de Aguas, las cuales quedan registradas en el expediente de la denuncia. La Figura 11.3.2-2 muestra un desglose para las infracciones asociadas a extracciones no autorizadas de agua, en los casos de las denuncias que identificaban más de una infracción al Código de Aguas.

El Código de Aguas contiene disposiciones que establecen multas para los casos de infracciones a la legislación contenida en dicho cuerpo legal. El artículo 172 describe una sanción o multa determinada, donde la sanción la aplica la DGA. Cuando el Código de Aguas no establece una sanción especial, de acuerdo a los artículos 173 y siguientes del Código de Aguas, la multa es aplicada por el Juez de Letras respectivo. Adicionalmente, de acuerdo al artículo 306 del Código de Aguas, en caso de incumplimiento del Artículo 304 y Artículo 305, el procedimiento de sanción radica en el Juez de Policía Local con jurisdicción en el lugar en que se cometió la infracción. Finalmente, los delitos de posible usurpación de agua, se encuentran tipificados en el Código Penal, motivo por el cual la DGA los deriva al Ministerio Público, y si la causa sigue avanzando, se acude al Juez de Garantía.

FIGURA 11.3.2-2
EXPEDIENTES RELACIONADOS CON INFRACCIONES AL CÓDIGO DE AGUAS POR EXTRACCIONES NO AUTORIZADAS DE AGUA



Fuente: Elaboración propia en base a DGA Región Metropolitana de Santiago (2015)

De acuerdo a la base de datos de expediente de fiscalización de la Región Metropolitana, de un total de 625 expedientes, que tienen información sobre la resolución, el 58% de los expedientes no condujo a un proceso sancionatorio. De los expedientes acogidos el 36% de los expedientes fueron derivados al Juez de Letras para la aplicación de multa señalada en el artículo 173 y Ministerio Público por posible usurpación de aguas, de acuerdo a lo establecido en el Art 459 del Código Penal[6], el 35%

[6]Código Penal Artículo 459: Sufrirán las penas de presidio menor en su grado mínimo y multa de once a veinte unidades tributarias mensuales, los que sin título legítimo e invadiendo derechos ajenos:

fue resulto por la DGA, el 25% fue derivado sólo al Juez de Letras, un 2% fue derivado a otros Servicios y el 1% fue derivado sólo al Ministerio Público. Las denuncias donde la sanción es aplicada por la DGA se relacionan principalmente con obras no autorizadas en cauces naturales y artificiales, y la construcción de obras mayores sin autorización (artículo 172 del Código de Aguas). En el caso de las denuncias que son derivadas, éstas se relacionan principalmente con la extracción no autorizada de agua. En el Cuadro 11.3.2-3 se presentan los expedientes acogidos según el tipo de infracción al Código de Aguas.

En los casos donde los expedientes son derivados, la efectividad de los procesos de fiscalización no depende de la DGA, según lo señalado en la entrevista a la Unidad de Fiscalización de la Región Metropolitana. La velocidad de los procesos de fiscalización y sanción depende de cada caso y de los actores involucrados por parte del poder judicial u otros servicios. Si se trata de un posible delito de usurpación de aguas, la DGA envía los antecedentes al Juzgado de Letras en lo Civil para que aplique multa por el artículo 173 del Código de Aguas por extracción en un punto no autorizado, y en forma paralela se envían dichos antecedentes al Ministerio Público para que investigue y evalúe la aplicación del artículo 459 del Código Penal, y si esto último sigue adelante, se presenta el caso en el Juzgado de Garantía. Otra limitante importante en el éxito de las sanciones es que muchos denunciantes no siguen adelante con el proceso por lo que muchas causas son desestimadas, además el conocimiento de los Juzgados sobre temas de agua es muy dispar, lo que se traduce en que en vez de aplicar la sanción que señala el cuerpo legal (para casos en que se encuentra especificada) inician un juicio que se extiende y que muchas veces no llega a una sentencia.

A nivel de subcuenca[7], más del 70% de las fiscalizaciones se concentran en tres subcuencas, la subcuenca del Río Mapocho Bajo (39,4%), subcuenca del Río Maipo Bajo (17,8) y subcuenca del río Maipo Medio (17,5%). En el Cuadro 11.3.2-4 se presentan la distribución de las fiscalizaciones a nivel de subcuenca.

1° Sacaren aguas de represas, estanques u otros depósitos; de ríos, arroyos o fuentes; de canales o acueductos, redes de agua potable e instalaciones domiciliarias de éstas, y se las apropiaren para hacer de ellas un uso cualquiera.
2° Rompieren o alteraren con igual fin diques, esclusas, compuertas, marcos u otras obras semejantes existentes en los ríos, arroyos, fuentes, depósitos, canales o acueductos.
3° Pusieren embarazo al ejercicio de los derechos que un tercero tuviere sobre dichas aguas.
4° Usurparen un derecho cualquiera referente al curso de ellas o turbaren a alguno en su legítima posesión.

[7] Esta información corresponde a 573 expedientes (80% del total de los expedientes) de la base de datos de la DGA Región Metropolitana de Santiago (2015). Para 138 restantes no fue posible determinar subcuenca o comuna de ubicación y en 8 expedientes se hace referencia a acuíferos o a las regiones vecinas.

CUADRO 11.3.2-3
INFRACCIONES AL CÓDIGO DE AGUAS PARA LA REGIÓN METROPOLITANA PARA LAS DENUNCIAS ACOGIDAS. AÑO 1997 A 2014

Denuncias Acogidas	Sanción aplicada por la DGA	Derivadas				Total
		Juez y Ministerio Público	Juez	Ministerio Público (*)	Otros Servicios	
Nº expedientes	91	93	64	3	6	257
%	35	36	25	1	2	100
Obras no autorizadas en cauces naturales y artificiales						
Obras no autorizadas en cauces naturales	29	1	15	0	1	46
Obras no autorizadas en cauce artificial	19	0	8	0	4	31
Modificación de cauce natural	1	0	10	0	0	11
Entorpecimiento uso de aguas	1	0	1	0	0	2
Extracción de áridos	1	1	1	0	0	3
Construcción de obras mayores sin autorización	23	0	7	0	1	31
Faltas o abusos en la distribución de las aguas o en la gestión económica en organizaciones de usuarios						
Fiscalización de organizaciones de usuarios	0	0	0	0	0	0
Extracciones sin título de aguas superficiales y subterráneas						
Extracción no autorizada de agua	4	85	4	2	0	95
Otros						
Otros	3	1	10	0	0	14
varias	9	6	8	1	0	24
Sin información	1	0	0	0	0	1

(*) En el caso de las infracciones relacionadas con obras no autorizadas en cauces naturales y artificiales, y faltas o abusos en la distribución de las aguas o en la gestión económica en OU no corresponde derivar al Ministerio Público

Fuente: Elaboración propia en base a DGA Región Metropolitana de Santiago (2015)

A nivel provincial, el 50% de las fiscalizaciones se concentran en 2 provincias, la Provincia de Santiago (31,2%) y la Provincia de Melipilla (22,8%). A nivel comunal las principales comunas donde se concentran las labores de fiscalización de la DGA Región Metropolitana son las comunas de Lo Barnechea (70) Curacaví (44), Quilicura (39), Paine (37), San José de Maipo (35), Colina (35), Melipilla (30) y Lampa (30). El Cuadro 11.3.2-5 presenta la información a nivel provincial y comunal.

CUADRO 11.3.2-4
NÚMERO DE FISCALIZACIONES POR SUBCUENCA, REGIÓN METROPOLITANA. AÑO 1997 A 2014

Subcuenca	Nº de Fiscalizaciones
Estero Alhué	14
Estero Yali	26
Río Maipo Alto	35
Río Maipo Bajo	102
Río Maipo Medio	100
Río Mapocho Alto	70
Río Mapocho Bajo	226
Total	**573**

Fuente: Elaboración propia en base a DGA Región Metropolitana de Santiago (2015)

En relación a la base de datos sobre fiscalización, éste es un sistema de almacenamiento de datos muy completo que abarca información de todo el proceso de fiscalización. Sin embargo está diseñado para el almacenamiento y no para el análisis de la información. Una actualización del diseño pudiera facilitar su uso para la elaboración periódica de estadísticas internar para analizar el funcionamiento del Servicio en materia de fiscalización, más allá de las metas institucionales. Adicionalmente, se identificaron algunos campos de información incompleta, que se mencionan a continuación:

- Tipo de medida administrativa: EL 96% de los expedientes no identifica el tipo de medida administrativa adoptada. Está información fue incorporada recientemente a la base de datos, situación que explica la falta de información para años anteriores.

- Verificación del cumplimiento en terreno. El 94% de los expedientes no tiene información sobre la verificación en terreno. Si bien esta labor corresponde a la DGA una vez que se ha dictaminado una sanción, la unidad regional no cuenta con suficiente personal que le permita cumplir con la verificación en terreno, además del resto de las labores administrativas que debe realizar.

- Destrucción de obras: Hay poca información. Sin embargo, esto no es un problema de falta de información sino que la destrucción de obras es una medida poco utilizada.

- Resolución del expediente. El 13% de los expedientes no tiene información sobre la resolución del expediente. Esto se debe a que los expedientes se encuentran en proceso de análisis y gestión.

En los talleres realizados como parte del proceso de participación ciudadana del Estudio, se identificaron problemas en la gestión de los recursos hídricos relacionados con la fiscalización. En todos los talleres el problema de la fiscalización fue mencionado,

identificando diferentes falencias. En el Cuadro 11.3.2-6 se describen los problemas identificados en cada unidad territorial.

CUADRO 11.3.2-5
NÚMERO FISCALIZACIONES A NIVEL COMUNAL Y PROVINCIAL
REGIÓN METROPOLITANA. 1997-2014

Provincia	Comuna	Nº de Fiscalizaciones
Chacabuco	Colina	36
	Lampa	30
	Tiltil	14
	s/i	27
	Subtotal	**107**
Maipo	Buin	18
	Padre Hurtado	1
	Paine	38
	San Bernardo	12
	s/i	36
	Subtotal	**105**
Talagante	El Monte	2
	Isla de Maipo	4
	Padre Hurtado	6
	Peñaflor	5
	Talagante	24
	s/i	11
	Subtotal	**52**
Melipilla	Alhué	14
	Curacaví	46
	El Monte	1
	Isla de Maipo	1
	María Pinto	11
	Melipilla	32
	San Pedro	26
	s/i	37
	Subtotal	**168**
Cordillera	Pirque	8
	Puente Alto	6
	San José de Maipo	35
	s/i	18
	Subtotal	**67**
Santiago	Huechuraba	5
	La Florida	7
	La Pintana	3
	La Reina	8
	Lampa	1
	Las Condes	16
	Lo Barnechea	70
	Maipú	20
	Maipú y Pudahuel	1
	Ñuñoa	1
	Peñalolén	10
	Pudahuel	4

CUADRO 11.3.2-5
NÚMERO FISCALIZACIONES A NIVEL COMUNAL Y PROVINCIAL
REGIÓN METROPOLITANA. 1997-2014
(Continuación)

Provincia	Comuna	Nº de Fiscalizaciones
Santiago	Puente Alto	1
	Quilicura	40
	Quilicura y Pudahuel	2
	Quinta Normal	1
	Vitacura	4
	s/i	26
	Subtotal	**220**
	TOTAL	**719**

Nota: La base de datos original poseía algunos errores de asignación de las provincias, los cuales fueron corregidos en la formulación del presente cuadro.

Fuente: Elaboración propia en base a DGA Región Metropolitana de Santiago (2015)

CUADRO 11.3.2-6
PROBLEMAS IDENTIFICADOS POR LA CIUDADANÍA RELACIONADOS CON LA FISCALIZACIÓN

UNIDAD TERRITORIAL	PROBLEMAS IDENTIFICADOS
Alhué	• Falta de fiscalización por parte de la DGA, principalmente de obras no autorizadas. Además se señala la lentitud de los procesos de fiscalización (AL-14)
Chacabuco	• Fiscalización nula o insuficiente. Se destaca el control insuficiente sobre la extracción de agua subterránea, la construcción de pozos, el crecimiento de condominios y la descarga de basura en canales (CH-13)
Cordillera	• Falta de fiscalización del uso del agua, dificultades en el proceso de denuncia por uso ilegal (CD-4), en canales de riego y sus servidumbres (CD-5)
Maipo	• Falta de control de pozos para uso doméstico (MA-10) • Falta de fiscalización de las servidumbres de paso de agua (MA-26) y de los decantadores (MA-29)
Melipilla	• Escasa fiscalización sobre calidad de aguas de APR's (ME-8) • Desconocimiento del procedimiento para denunciar construcción de pozos ilegales (ME-15)
Santiago	• Escasa fiscalización de extracciones de aguas subterráneas en áreas industriales (ST-25) y deficiencia en la fiscalización de extracción de áridos (ST-32)
Talagante	• Falta de fiscalización de contaminación de canales por basura (TG-2), en el reparto del agua de riego (TG-5) y en el robo de agua (TG-18)
Yali	• Falta de fiscalización ante el uso ilegal de agua y dificultad para la realización de denuncias por parte de la comunidad (YL-2)

Fuente: Elaboración propia en base a talleres de participación ciudadana del Estudio.

En síntesis, las principales falencias identificadas en los talleres se relacionan con:

- Falta de fiscalización en obras no autorizadas, control de extracciones de aguas subterráneas (pozos domésticos y uso industrial), descarga de basura en canales, servidumbre de paso de los canales, calidad del agua potable en los APR, extracción de áridos, decantadores.

- Falta de control del uso de agua relacionados con la construcción de condominios.

- Lentitud del proceso de fiscalización.

- Dificultades para realizar denuncias.

Al señalar estas problemáticas a los profesionales de la Unidad de Fiscalización Regional, indican que la percepción de *escasez de fiscalización* se debe por un lado a la falta de denuncias y por otro lado a que, los recursos humanos (sólo 3 fiscalizadores para toda la región) y materiales no permiten hacer más fiscalizaciones, y en ningún caso es posible fiscalizar a todos los usuarios. Respecto a la *lentitud de los procesos de fiscalización*, se indica que las denuncias tienen plazos establecidos y su cumplimiento es parte de las metas del Servicio, lo cual se cumple bastamente. Asimismo, se explica que dicha lentitud aparente, se debe también a que el resultado de los procesos no dependen totalmente de la DGA, ya que el este servicio no cuenta con atribuciones para aplicar directamente las sanciones al hacer la visita de inspección (como sucede con otros servicios como el Servicio de Salud o el SAG) y los procesos deben ser derivados por lo que puede pasar mucho tiempo antes que exista una sanción. Al respecto, cuando se trata de un posible delito de usurpación los antecedentes son derivados, lo mismo ocurre con aquellos infracciones no especificadas que puedan ser sujetas a la aplicación del artículo 173 de Código de Aguas. Estos dos tipos de denuncia son los más recurrentes. Por otro lado, si la denuncia es por una obra no autorizada (artículo 172 del Código de Aguas), la DGA puede fijar un plazo perentorio para que el infractor modifique o destruya las obras en cuestión, y en caso de no cumplirse ello, la misma DGA podrá aplicar una multa y podrá ordenar a terceros realizar lo necesario para restituir el estado inicial del curso de agua. Este tipo de denuncia es menos recurrente. Los procedimientos recién mencionados dan cuenta de los tiempos involucrados en los procesos de fiscalización y sanción, los que en la mayoría de los casos deben der derivados.

Respecto de la dificultad de hacer la denuncia se señala que se han realizado capacitaciones para llevar a cabo este proceso, estas capacitaciones son realizadas a petición de municipios y otras organizaciones. A su vez en todas las oficinas el personal se encuentra disponible para ayudar a los interesados a completar la documentación necesaria y el formulario está disponible en el sitio web del Servicio. Sin embargo, son los mismos afectados los reticentes a denunciar, puesto que en general los infractores son sus vecinos y prefieren evitar problemas con ellos.

La Unidad de Fiscalización Regional identifica oportunidades de mejora en su gestión que se relacionan con:

- Actualización de los soportes tecnológicos de las Unidades a sus necesidades de gestión. Por ejemplo la disponibilidad de software que

permitan a la Unidad utilizar la información cartográfica disponible para los procesos de fiscalización.

- Mejorar la coordinación con el Ministerio Público, Jueces y Consejo de Defensa del Estado, a través de protocolos.

- Mejorar la coordinación con las otras unidades del Servicio a nivel regional en los temas de fiscalización.

- Aumentar las atribuciones de fiscalización de la DGA a través de modificaciones al Código de Aguas.

11.4. FISCALIZACIÓN A ORGANIZACIONES DE USUARIOS

En la Región Metropolitana las denuncias por faltas o abusos en la distribución de las aguas o en la gestión económica en organizaciones de usuarios han sido escasas, solo se han realizado cinco fiscalizaciones a organizaciones de usuarios y la mayoría no han sido acogidas. El Cuadro 11.4-1 presenta el detalle de las fiscalizaciones realizadas.

CUADRO 11.4-1
FISCALIZACIÓN A ORGANIZACIONES DE USUARIOS EN LA REGIÓN METROPOLITANA (*)

OU FISCALIZADA	AÑO	COMUNA/PROVINCIA	RESOLUCIÓN
Asoc. Canal Vinculano	2010	Comuna de Paine, Provincia de Maipo	No se acoge la denuncia
Asoc. Canal Vinculano	2011	Comuna de Paine, Provincia de Maipo	No se acoge la denuncia
Asoc. de Canalistas Canal de Mallarauco	2012	Comuna de Melipilla, Provincia de Melipilla	No se acoge la denuncia
Asoc. de Canalistas de la Reina Media	2013	Comuna de la Reina, Provincia de Santiago	No se acoge la denuncia

(*) Solo se considera la información de 4 de los 5 expedientes, porque uno de los expedientes no tiene información suficiente para ser incluido.

Fuente: Elaboración propia en base a DGA Región Metropolitana de Santiago (2015)

11.5. INSPECCIÓN DE OBRAS MAYORES

11.5.1. Antecedentes Generales

La DGA, en virtud del Artículo 307 del Código de Aguas, debe inspeccionar las obras mayores. Como consecuencia de lo anterior la DGA ha realizado los estudios (IN-03 e IN-11) en donde se ha desarrollado el catastro e inspección de 22 embalses, respecto a aspectos de estabilidad, filtraciones y capacidad de evacuación de crecidas, entre otros, que representan un riesgo a terceros.

Para el análisis de riesgo se utilizó la metodología HAZOP (IN-03), la cual consiste en *un planteamiento probabilístico de análisis de la relación causa-afecto en un*

sistema. El primer paso corresponde a la identificación del sistema, de modo de establecer la estructura central del mismo, la cual fue la parte afectada y la causante a la vez. En términos simples se pueden identificar los siguientes pasos:

- *Identificar el objeto de análisis, es decir, aquella obra o sistema que pueda ser afectada por agentes externos y que a su vez, una falla parcial o total produzca efectos sobre otras partes del sistema que depende de la estructura analizada.*

- *Identificar aquellos fenómenos o agentes que pueden ocasionar daños o alteraciones a la estructura.*

- *Identificar los efectos potenciales que tendría en el resto del sistema la falla o alteración de la estructura.*

Por otra parte, en el estudio DGA, 2014 (IN-11) se aplicó la evaluación HAZOP y además se incluyó: 1) una adaptación para análisis de riesgos en Embalses, el cual se centra en el análisis del riesgo de falla de los embalses, con consecuencia de daños hacia aguas abajo, a las personas, obras de infraestructura y las zonas agrícolas; 2) eventos desencadenantes de fallas de embalses, los cuales tienen relación con los sismos, las crecidas pluviales y el fenómeno de piping bajo la estructura. En consecuencia, los eventos a analizar son los siguientes:

- Sismos de placa de gran magnitud y baja frecuencia, y de mediana magnitud y alta frecuencia de ocurrencia.

- Crecidas pluviales para períodos de retorno de 250, 500 y 1.000 años.

- Crecida nival en los casos que corresponda.

- Piping o sifonamiento.

Cabe destacar que la Dirección General de Aguas, a raíz del terremoto de 2010, realizó estudios de similares características, y dictó resoluciones que ordenan normas transitorias de operación en 6 de los 8 embalses incluidos (de la Región Metropolitana) en el estudio DGA, 2014 (IN-11).

11.5.2. Resultados

De acuerdo a los resultados del estudio DGA, 2011 (IN-03) presentados en el Cuadro 11.5.2-1, los embalses se encuentran en buenas condiciones a excepción del embalse de La Reina, de ellos, los que presentan mayor riego son aquellos que no tienen vertedero de seguridad. Por otra parte, en los embalses revisados en el estudio DGA 2014 (IN-11) presentados en el Cuadro 11.5.2-2 incluyen información respecto al uso, tipo de uso, estado del embalse y estado de avance de obras indicadas en las resoluciones existentes. (En dichas resoluciones se establecen normas transitorias de operación y ordena la reconstrucción/reparación del muro del muro del embalse inspeccionado).

CUADRO 11.5.2-1
RESUMEN DE RESULTADOS DIAGNÓSTICO DE EMBALSES Y TRANQUES

Nº	Nombre Embalse	Provincia	Comuna	UTM Norte (m)	UTM Este (m)	Uso, Tipo de Uso	Categoría	Caudal Vertedero (m³/s)	Estado Tranque/ Embalse	Riesgo Falla	
										(%)	Tipo De Riesgo
1	Tranque Pérez Caldera	Santiago	Lo Barnechea	6.323.200	374.750	Si , Relaves	B	35	Bueno	0,07	Sísmico
2	Embalse Minera Florida	Melipilla	Alhué	6.231.327	312.072	Si , Relaves	B	SIN VERTEDERO	Bueno	47,5	Escorrentía
3	Embalse Carén	Melipilla	Alhué	6.225.584	299.403	Si , Relaves	C	119	Bueno	10,5	Escorrentía
4	El Parrón	Maipo	Buin	6.270.839	344.456	Si , Riego	A	0,22	Bueno	0,07	Sísmico
5	La Reina	Santiago	La Reina	6.299.396	358.714	No, Riego	A	0,22	Malo	0,07	Sísmico
6	Embalse Las Tórtolas	Chacabuco	Colina	6.334.443	337.430	Si , Relaves	C	SIN VERTEDERO	Bueno	47,5	Escorrentía
7	Embalse Ovejería	Chacabuco	Til-Til	6.341.378	331.445	Si , Relaves	C	25	Bueno	0,07	Sísmico
8	Tranque El Chilque	Melipilla	Alhué	6.233.901	295.788	Si , Riego	A	157	Bueno	0,07	Sísmico
9	Reina Norte	Chacabuco	Colina	6.327.316	343.533	Si , Riego	A	0,14	Bueno	0,07	Sísmico
10	Tranque Chada	Maipo	Paine	6.247.429	347.503	Si , Riego	A	5,13	Bueno	4,8	Escorrentía
11	Embalse El Yeso	Cordillera	San José De Maipo	6.274.440	399.401	Si , Agua Potable	C	250	Bueno	0,07	Sísmico
12	Embalse Rungue	Chacabuco	Til-Til	6.334.909	321.779	Si , Riego	B	386	Bueno	0,07	Sísmico
13	Lo Ermita	Maipo	Calera de Tango	6.283.282	336.282	Si , Riego	A	0,6	Bueno	0,07	Sísmico
14	Loica	Melipilla	San Pedro	6.238.264	269.251	No, Riego	A	SIN VERTEDERO	Bueno	47,5	Escorrentía

Fuente: Elaboración Propia a partir de estudio DGA, 2011 (IN-03)

CUADRO 11.5.2-2
RESUMEN DE RESULTADOS DIAGNÓSTICO DE EMBALSES Y TRANQUES

ID	Embalse	Provincia	Comuna	Resoluciones D.G.A	Empresa (*)	UTM Norte (m)	UTM Este (m)	Datum	Huso	Uso, Tipo de Uso	Estado Embalse	Observaciones
1	Escorial o La Gloria	Maipo	Paine	Nº 372; de 24-03-2010	ARCADIS	6.253.075	351.740	1984	19	Si; Riego	Regular	no reparado
2	El Palqui	Melipilla	San Pedro	Nº 691; de 09-07-2002		6.251.771	270.182	1984	19	Si; Riego	Malo	no reparado
3	Villa Peldehue 2	Chacabuco	Colina	Nº 100; de 25-06-2010	AQUATERRA	6.328.905	348.334	1984	19	Si; Riego	Regular	no reparado
4	Huechún Bajo	Melipilla	Melipilla	Nº 803; de 20-05-2010	AQUATERRA	6.287.626	286.309	1984	19	Si; Riego	Malo	no reparado
5	Ranchillo	Melipilla	María Pinto	No tiene	AQUATERRA	6.287.311	306.171	1984	19	Si; Riego	Bueno	Sin proyecto de reparación
6	El Llano	Melipilla	María Pinto	Nº 802; de 20-05-2010	AQUATERRA	6.290.488	293.398	1984	19	Si; Riego	Bueno	Sin proyecto de reparación
7	Reina Sur	Chacabuco	Colina	No tiene	AQUATERRA	6.325.283	343.150	1984	19	Si; Riego	Malo	no reparado
8	La Dehesa	Santiago	Lo Barnechea	Nº 729; de 12-07-2002		6.311.274	357.755	1984	19	Si; Agua Potable	Bueno	Sin proyecto de reparación

(*)Empresa que visitó el embalse posterior al terremoto del 27F del 2010
Fuente: Elaboración Propia a partir de estudio DGA, 2014 (IN-11)

Como resultado final de dicho estudio se incluye el Cuadro 11.5.2-3 con las recomendaciones de operación para los embalses revisados.

CUADRO 11.5.2-3
RESUMEN DE RECOMENDACIONES

Nº	Embalse	Recomendaciones
1	Escorial	Se propone limitar la altura de llenado del embalse hasta la mitad de la altura máxima, contada hasta cota de vertedero, mientras no se efectúen las obras de mejoramiento que defina un estudio de ingeniería desarrollado por un Ingeniero Civil calificado. Dicho estudio deberá contar con la aprobación de la DGA. Durante el período de lluvias el embalse deberá mantenerse vacío.
2	Palqui	Se considera de alto riesgo permitir el funcionamiento del embalse El Palqui de manera normal. Se recomienda establecer una norma de operación que no permita el llenado del embalse a ningún nivel. Lo anterior se debería mantener hasta que se efectúen las reparaciones que indique un proyecto desarrollado por un Ingeniero Civil competente. Dicho estudio deberá contar con la aprobación de la DGA.
3	Villa Peldehue	En base a los puntos anteriores se considera peligroso permitir el funcionamiento normal del tranque Villa Peldehue. Se recomienda restringir el llenado del embalse hasta la mitad de la altura máxima, considerada hasta cota de vertedero, durante la época de riego. En período de lluvias el embalse debería mantenerse vacío. Lo anterior se debería mantener mientras no se efectúen las obras de reparación que indique un estudio desarrollado por un Ingeniero Civil competente. Dicho estudio deberá contar con la aprobación de la DGA.
4	Huechún Bajo	De lo planteado en los puntos anteriores puede concluirse que la operación normal del embalse Huechún Bajo tiene un alto riesgo. Se recomienda solicitar el vaciamiento permanente del traque Huechún Bajo. La situación del punto anterior podría revertirse después que se efectúen las reparaciones según indique un estudio desarrollado por un Ingeniero Civil competente. Dicho estudio deberá ser aprobado por la DGA.
5	El Ranchillo	Aun cuando el embalse Ranchillo se aprecia en buenas condiciones, se propone restringir su llenado hasta el 70% de su altura máxima, considerada hasta nivel de vertedero, hasta que el propietario entregue el proyecto de reparación, el que deberá ser firmado por un Ingeniero Civil competente y dicho proyecto sea aprobado por la DGA.
6	El Llano	Aun cuando el embalse El Llano se aprecia en buenas condiciones, se propone restringir su llenado hasta el 70% de su altura máxima, considerada hasta nivel de vertedero, hasta que el propietario entregue el proyecto de reparación, el que deberá ser firmado por un Ingeniero Civil competente, y dicho proyecto sea aprobado por la DGA.
7	Reina Sur	Dado que el embalse Reina Sur presenta riesgos potenciales de falla, se recomienda solicitar a los propietarios la reparación completa de los muros. Para esto se deberá contar con un estudio desarrollado por un Ingeniero Civil competente. El estudio desarrollado deberá contar con la aprobación de la DGA.
8	La Dehesa	Aun cuando el embalse La Dehesa se aprecia en buenas condiciones, se propone restringir su llenado hasta el 70% de su altura máxima, considerada hasta nivel de vertedero, hasta que el propietario entregue el proyecto de reparación, firmado por un Ingeniero Civil competente y aprobado por la DGA.

Fuente: Estudio DGA, 2014 (IN-11).

11.5.3. Fiscalización de Obras Mayores

De acuerdo a lo indicado por el Art. 307, él o los responsables del embalse deben presentar un proyecto de reparación para revisión y posterior aprobación por parte de la DGA en los tiempos estipulados por la Resolución. El incumplimiento de los plazos podrá ser sancionado con una multa que no sea inferior a 50 ni superior a 500 UTM.

De acuerdo a lo indicado en el estudio DGA, 2014 (IN-11) del total de embalses revisados en las distintas regiones, solo 5 habían presentado un proyecto de reparación. En el caso de los embalses de la Región Metropolitana sólo se indica la posible existencia de un proyecto de reparación del embalse El Llano.

En el Cuadro 11.6.3-1 se indica la fecha de la resolución y el plazo en el cual se debería haber presentado el proyecto de reparación.

CUADRO 11.6.3-1
RESUMEN DE RECOMENDACIONES

ID	Embalse	Resoluciones D.G.A	Fin Plazo	Observación
7	Escorial o La Gloria	Nº 372; de 20-03-2010	23-Abr-10	Afecto a posible multa
8	El Palqui	Nº 691; de 09-07-2002	30-Ene-00	Afecto a posible multa
9	Villa Peldehue 2	Nº 100; de 25-06-2010	25-Jul-15	Afecto a posible multa
10	Huechún Bajo	Nº 803; de 20-05-2010	19-Jun-15	Afecto a posible multa
11	Ranchillo	No tiene		-
12	El Llano	Nº 802; de 20-05-2010	19-Jun-15	Posible existencia de proyecto de reparación
13	Reina Sur	No tiene		-
14	La Dehesa	Nº 729; de 12-07-2002	11-Ago-02	Afecto a posible multa

Fuente: Estudio DGA, 2014 (IN-11)

Finalmente se propone que se realice la fiscalización de embalses periódicamente en un plazo de 5 años, o luego de eventos tales como sismos y/o crecidas a los cuales haya sido sometido la obra con el fin de tener un registro actualizado de estos.

11.6. LINEAMIENTOS GENERALES PARA EL PLAN MAESTRO

11.6.1. Aspectos Generales

La información que se presenta a continuación tiene la finalidad de identificar las subcuencas y comunas con mayor necesidad de fiscalización, por los problemas de escasez de agua y vulnerabilidad en condiciones de sequía. Se analizan los territorios donde se detecta que la demanda es mayor que la oferta para aguas superficiales y subterráneas.

La información sobre disponibilidad de aguas superficiales y subterráneas es complementada con criterios que permiten focalizar las inspecciones y las labores de coordinación para apoyar a los usuarios de agua a realizar denuncias. Es así que se considera información sobre cambio de uso de suelo, extracción de áridos, zonas de emergencia agrícola por déficit hídrico, áreas de restricción y programas de Agua Potable Rural.

11.6.2. Zonas Vulnerables para Aguas Superficiales

En la Región Metropolitana las zonas de mayor déficit hídrico y mayor vulnerabilidad a situaciones de sequía son para las aguas superficiales son la subcuenca del Estero Yali, subcuenca del Maipo Medio y subcuenca del Estero Alhué. En el Cuadro 11.6.2-1 se presenta un resumen del balance hídrico para aguas superficiales en diferentes escenarios realizados en el Capítulo 4. De las 3 subcuencas donde se concentran las fiscalizaciones solo una corresponde a una subcuenca vulnerables a las sequias para aguas superficiales. La base de datos de la DGA solo indica la fuente como una referencia del lugar de la denuncia o inspección, por lo que no es posible establecer si las fiscalizaciones a aguas superficiales se han focalizado en las áreas más vulnerables a las sequías.

CUADRO 11.6.2-1
RESUMEN BALANCE AGUAS SUPERFICIALES A NIVEL DE SUBCUENCA
REGIÓN METROPOLITANA

Subcuencas	Provincias presentes	Balance Aguas Superficiales(1)			Fiscalizaciones realizadas
		Actual	Futuro para un año normal	Futuro para un año seco	
Maipo Alto	Cordillera	+4 Trim	+4 Trim	+4 Trim	35
Maipo Medio	Cordillera, Maipo, Talagante	**-2 Trim**	+4 Trim	**-3 Trim**	**100**
Maipo Bajo	Melipilla	+4 Trim	+4 Trim	+4 Trim	**102**
Mapocho Alto	Santiago	+4 Trim	+4 Trim	+4 Trim	70
Mapocho Bajo	Chacabuco, Cordillera, Santiago, Talagante	+4 Trim	+4 Trim	+4 Trim	**226**
Estero Alhué	Melipilla	+4 Trim	+4 Trim	**-1 Trim**	14
Estero Yali	Melipilla	**-1 Trim**	**-1 Trim**	**-2 Trim**	26
Regional	--	**-1 Trim**	+4 Trim	**-1 Trim**	574

(1) : +4 Trim: Balance Positivo en los 4 trimestres
-2 Trim: Balance negativo en 2 trimestres

Fuente: Elaboración propia.

11.6.3. Zonas con Problemas de Sobreexplotación de Aguas Subterráneas

En el Acápite 5.5 y con el fin de analizar el grado de explotación de los acuíferos un indicador dado como la razón entre la Demanda Total y el Volumen Sustentable en cada acuífero. Usando esta razón, los acuíferos se clasificaron usando la siguiente escala:

Demanda Total / Volumen Sustentable	Explicación
< 1	Sin Sobreexplotación
1-2	Sobreexplotado
2-4	Medianamente sobreexplotado
>4	Muy sobreexplotado

Usando la información anterior, se puede decir entonces que en la Región Metropolitana el 60% de los acuíferos están medianamente sobreexplotados y solo un 11% no presenta problemas de sobreexplotación. En el caso de los acuíferos muy sobre explotados estos se concentran en la Provincia de Santiago (51%) y en la Provincia de Chacabuco (44%). Para los acuíferos medianamente sobreexplotados su distribución es más heterogénea, se concentran en la Provincia de Chacabuco (27%), Provincia de Maipo (24%), Provincia de Cordillera (21%) y Provincia de Santiago (18%). Por último, en el caso de acuíferos poco sobreexplotados el 72% se ubican en la Provincia de Cordillera. Para mayor detalle, en el Cuadro 11.7.3-1 y 11.7.3-2 se presenta un resumen de del porcentaje de acuífero según su nivel de sobre explotación a nivel Provincial y de subcuenca.

En el Cuadro 11.6.3-1 se apreciar que las fiscalizaciones se concentran en la Provincia de Santiago, que a nivel regional es la tercera Provincia en términos de superficie con acuíferos con problemas de sobreexplotación. La segunda Provincia más fiscalizada es la Provincia de Melipilla, que es la comuna con mayor superficie de acuífero sobreexplotado. En el Cuadro 11.6.3-2 se observa que las fiscalizaciones se concentran en las tres subcuenca con mayor superficie de acuíferos sobreexplotados, que son las subcuencas de Mapocho Bajo, Maipo Bajo y Maipo Medio. La base de datos de la DGA solo indica la fuente como una referencia del lugar de la denuncia o inspección, por lo que no es posible establecer si las fiscalizaciones a aguas subterráneas se han focalizado en las áreas sobreexplotadas. En la Figura 11.6.3-1 se presentan el nivel de sobreexplotación de los sectores acuíferos de la Región Metropolitana.

CUADRO 11.6.3-1
NIVEL DE SOBREEXPLOTACIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS A NIVEL PROVINCIAL, REGIÓN METROPOLITANA

Provincia	Sup de la Provincia con acuífero (%)	Sup Acuífero (ha)	Superficie del Acuífero Sobreexplotado (ha) (1)					Fiscalizaciones Realizadas
			0	1	2	3	s/i	
Chacabuco	93	193.859	0	0	156.129	15.366	22.364	106
Cordillera	8	42.955	0	42.917	38	0	0	68
Maipo	100	111.986	273	40.014	71.672	27	0	102
Talagante	100	58.095	1.400	14	56.543	138	0	51
Melipilla	99	405.001	63.394	42.561	250.166	40.617	8.263	166
Santiago	56	114.439	0	6.757	72.180	35.459	42	226
Región	60	926.335	65.067	132.263	606.729	91.607	30.669	719

Nota 1: Indicador de sobreexplotación. 0: No sobreexplotado, 1: Poco sobreexplotado, 2: Medianamente sobreexplotado, 3: Muy sobreexplotado. Para mayor información sobre el indicador revisar Capítulo 5 sobre Disponibilidad Legal.

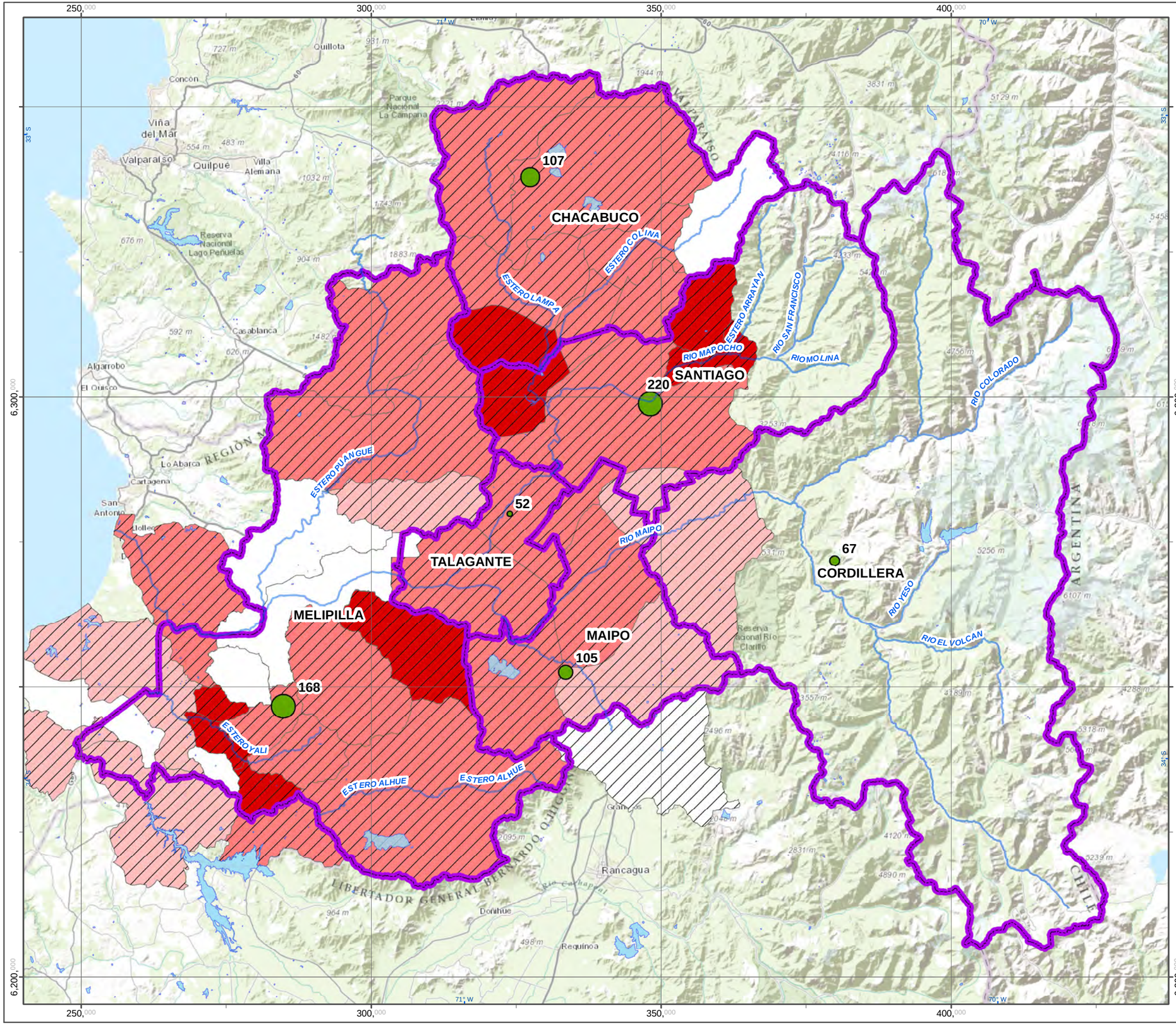
Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 11.6.3-2
NIVEL DE SOBREEXPLOTACIÓN DE LOS ACUÍFEROS POR SUBCUENCA, REGIÓN METROPOLITANA

Subcuenca	Sup. de la subcuenca con acuífero (%)	Sup. Acuífero (ha)	Superficie del Acuífero Sobreexplotado (ha) (1)					Fiscalizaciones Realizadas
			0	1	2	3	s/i	
Estero Alhué	59	84.466	607	0	83.790	69	0	14
Estero Yali	56	59.614	9.273	13.497	21.945	14.899	0	26
Maipo Alto	0,01	36	0	36	0	0	0	35
Maipo Bajo	79	266.649	54.938	20.698	157.231	25.619	8.164	102
Maipo Medio	63	162.131	270	75.635	86.006	219	0	100
Mapocho Alto	16	16.738	45	0	108	16.585	0	70
Mapocho Bajo	99	341.357	0	14.047	270.775	34.206	22.329	226
Región	52	930.991	65.133	123.913	619.856	91.596	30.492	524

(1): Indicador de sobreexplotación. 0: No sobreexplotado, 1: Poco sobreexplotado, 2: Medianamente sobreexplotado, 3: Muy sobreexplotado. Para mayor información sobre el indicador revisar Capítulo 5 sobre Disponibilidad Legal.

Fuente: Elaboración propia



N

W E

S

SIMBOLOGÍA

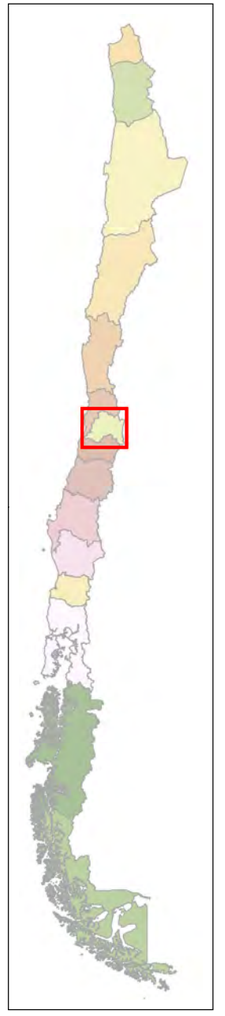
- Lagos, Lagunas, Embalses
- Hidrografía Principal
- Provincias RM
- Acuíf. decl. como A. de Restricción

Relación Dem. Compr+ Der. Prov./Vol. sust

- 0 - 1 No sobrexplotado
- >1 - 2 Poco sobrexplotado
- >2 - 4 Medianamente sobreexplotado
- >4 Altamente sobreexplotado

N° de fiscalizaciones por provincia

- 52
- 53 - 67
- 68 - 105
- 106 - 107
- 108 - 220



ARRAU Ingeniería E.I.R.L.

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
Región Metropolitana

SISTEMA DE INFORMACIÓN TERRITORIAL

DIAGNÓSTICO PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

SOBREEXPLOTACIÓN DE SECTORES ACUÍFEROS Y FISCALIZACIÓN

Fuente Cartográfica: Instituto Geográfico Militar, 2009 Cartografía Regular, 1:250.000 Fuente Temática: E-SIIR CNR	ESCALA 1:650,000 0 2.5 5 10 15 20 Km	Directora Regional Carmen Herrera Indo Inspector Fiscal Francisco Salazar Aragón
Referencia Cartográfica: Proyección UTM DATUM WGS84 HUSO 19 Sur	Fecha: Noviembre 2015	*FIGURA 11.6.3-1*

11.6.4. Inspecciones Selectivas y Capacitaciones para Procesos de Denuncia

A nivel comunal, existen variables relacionadas directa e directamente con el uso del agua, que permiten contextualizar las labores de fiscalización realizadas por la Unidad de Fiscalización Regional. Estas variables permiten identificar las problemáticas ligadas a las infracciones al Código de Aguas y priorizar las labores del Servicio a nivel regional. De acuerdo a la información disponible las variables propuestas son: 1) cambio de uso de suelo, 2) Extracción de Áridos, 3) Zonas de emergencia agrícola por déficit hídrico, 4) Áreas de restricción y 5) programas de Agua Potable Rural. Esta información permite orientar las inspecciones selectivas y focalizar labores de apoyo que realiza el Servicio para que la ciudadanía pueda realizar denuncias. En el Cuadro 11.6.4-1 se presenta las variables identificadas a nivel comunal.

A continuación se presentan los principales elementos que describen a nivel regional y comunal las problemáticas relacionadas con las infracciones al Código de Aguas.

- ***Cambio de Uso de Suelo***[8]***:*** Entre 1997 y 2011 la superficie total afecta a cambio de uso de suelo en la Región Metropolitana aprobada por el SAG es de 4.727 ha., de los cuales 2.927 corresponde a suelos agrícolas (clase I a Clase IV de Capacidad de Uso). Las solicitudes de cambio de uso de suelo se concentran en la Provincia de Maipo, especialmente en la comuna de Paine (255). Otras comunas importante en número de solicitudes son Melipilla (109), Talagante (101), San Bernardo (100), Calera de Tango (99), Buin (93) y Lampa (87). En términos de superficie la Provincia que más cambio de uso de suelo ha tenido es la Provincia de Cordillera, especialmente en la comuna de Pirque y en la Provincia de Chacabuco la comuna de Colina. El nuevo destino de los suelos afectados por los cambios de uso de suelo es principalmente urbano (46,2%), industrial (23%) y en menor grado agroindustrial (11,2%) (ODEPA, 2012).Esta variable es importante ya que el cambio de uso de suelo puede tener impactos negativos en el aprovechamiento del recurso hídrico por diversos motivos, como por ejemplo, existen muchas urbanizaciones que no respetan el trazado de los canales de riego existentes, o los loteos en zonas rurales que tienen por fin establecer parcelas de agrado sin tener asegurado el suministro hídrico, ante lo cual comienzan a perforarse pozos de manera improvisada, afectando el nivel de las napas subterráneas. Por otro lado, la urbanización de suelos agrícolas afecta la recarga de las napas y favorece la escorrentía superficial, generando problemas de inundación de aguas lluvias donde antes no lo había.

[8] Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). 2012. "Análisis de los Catastros sobre Autorizaciones de Cambio de Uso de Suelo de la Región Metropolitana de Santiago". Producto n°3 del Estudio de Impacto de la expansión urbana sobre el sector agrícola en la Región Metropolitana de Santiago. Ministerio de Agricultura. Gobierno de Chile.

- ***Extracción de Áridos:*** A nivel regional se identificaron 68 puntos donde se realiza extracción de áridos autorizados por los municipios. Según el número de puntos de extracción, las comunas que tienen registro de extracción de áridos son San José de Maipo, Puente Alto, El Monte, San Bernardo, Pirque, Buin, Lampa, San Pedro, Colina, Renca y Tiltil. Adicionalmente, las municipalidades que tienen bajo su jurisdicción cauces importantes donde no se identificaron extracciones autorizadas son: Alhué, Cerro Navia, Curacaví, Independencia, Isla de Maipo, Las Condes, Lo Barnechea, María Pinto, Padre Hurtado, Paine, Peñaflor, Quilicura, Quinta Normal, Recoleta. Por último, en la Región Metropolitana de los 36 expedientes relacionados con extracción de áridos 16 se ubican en la Provincia de Maipo.

- ***Zonas de Emergencia Agrícola por Déficit Hídrico***: Las zonas de emergencia Agrícola son decretadas por el Ministerio de Agricultura y consideran entre otros criterios el déficit hídrico. Para el caso de la Región Metropolitana en el año 2015 se decretaron 19 comunas como zonas de emergencia agrícola por déficit hídrico, cifra solo superada en el año 2010. Para el año 2015 se vieron afectadas la totalidad de las comunas de la Región con excepción de las comunas de la Provincia de Santiago y Puente Alto de la Provincia de Cordillera.

  La DGA genera anualmente un pronóstico de disponibilidad de agua para el riego que es útil para identificar cuáles serán las zonas más afectadas por la falta de agua para el riego y poder focalizar la fiscalización.

- ***Áreas de Restricción:*** Todas las comunas de la Región Metropolitana tienen áreas de restricción para nuevas extracciones de aguas subterráneas. El grado de sobreexplotación a nivel provincial y por subcuenca, fue analizado en el Acápite 11.6.2 sobre Zonas Vulnerables para Aguas Subterráneas. Las comunas con mayor superficie sectores acuíferos declarados como áreas de restricción son Alhué, Melipilla, Colina, Curacaví, Paine, San Pedro, Til-Til, Lampa y María Pinto.

- ***Programa de Agua Potable Rural***[9]***:*** En la Región Metropolitana hay 104 Servicios de Agua Potable Rural. Según su fuente de captación 3 se abastecen de captaciones superficiales y los 101 restantes de captaciones subterráneas. Debido a la sequía en la Región Metropolitana existe una disminución de los niveles freáticos y disminución del caudal disponibles para el abastecimiento. De acuerdo a la evaluación realizada por la DOH a nivel Regional los mayores problemas asociados con APR se concentran en las comunas de Tiltil y Colina en la Provincia de Chacabuco, y Alhué y San Pedro en la Provincia de Melipilla. En el caso de Tiltil y Alhué el total de la superficie son acuíferos moderadamente explotados. Para el caso de San Pedro, el 83% de la superficie de la comuna tiene sus acuíferos en algún nivel de sobreexplotación, el 19%

[9] Minuta Sequía Región Metropolitana. Dirección de Obras Hidráulicas, Ministerio de Obras Públicas. 2015.

está "muy sobreexplotado", el 36% "medianamente sobreexplotado" y el 28% "poco sobreexplotado" (dichas categorías de sobreexplotación fueron definidas en el capítulo 5).

Para la elaboración del nuevo Plan Maestro de Recursos Hídricos es necesario revisar los criterios propuestos a fin de analizar las prioridades que establezca el Servicio a nivel regional tanto para la identificación de territorios donde focalizar las inspecciones selectivas como las labores de apoyo para que la ciudadanía pueda denunciar infracciones al Código de Aguas. Los territorios afectados por problemas de disponibilidad de aguas superficiales y subterráneas son diferentes y deben ser abordados de diferente manera. De acuerdo, a las capacidades del Servicio se debe determinar si se hará un plan estratégico de fiscalización para todas las provincias o solo se enfocara en algunos territorios.

En el Cuadro 11.6.4-2 se presenta una propuesta preliminar con los lineamientos generales para la elaboración de un plan estratégico de fiscalización para la Región Metropolitana.

CUADRO 11.6.4-1
VARIABLES RELACIONADAS CON LA PRESIÓN POR EL USO DE AGUA A NIVEL COMUNAL, REGIÓN METROPOLITANA

Comuna	Cambio de uso de suelo			Puntos de extracción de áridos (1)	Emergencias Agrícolas (2015)	Área de restricción (AR)		APR con problemas abastecimiento
	Solicitudes realizadas	Solicitudes aprobadas	Superficie (ha)			Superficie (km^2)	Nº AR	
Provincia de Chacabuco								
Colina	94	61	1.083,6	1	Si	744	8	3
Lampa	87	36	24,1	2	Si	453	7	-
Tiltil	25	19	242,5	1	Si	652	4	6
Provincia de Cordillera								
Pirque	62	53	2.044,6	6	Si	321	3	-
Puente Alto	1	1	0,2	14	No	88	2	-
San José de Maipo	13	12	10,4	17	Si	21	2	-
Provincia de Maipo								
Buin	93	71	136,6	5	Si	216	4	-
Calera de Tango	99	72	35,6	s/c	Si	74	2	-
Paine	255	216	85,2	No hay	Si	677	7	-
San Bernardo	100	80	72,8	8	Si	153	4	-
Provincia de Melipilla								
Alhué	5	3	0,6	No hay	Si	840	6	2
Curacaví	23	19	92,2	s/i	Si	678	6	-
María Pinto	20	20	2,4	No hay	Si	361	3	-
Melipilla	109	96	42,8	s/c	Si	808	10	-
San Pedro	49	45	33,2	2	Si	652	11	1
Provincia de Talagante								
El Monte	18	16	8,2	10	Si	103	2	-
Isla de Maipo	44	39	45,3	s/i	Si	190	3	-
Padre Hurtado	18	18	132,6	No hay	Si	80	3	-
Peñaflor	59	47	254,7	s/i	Si	69	3	-
Talagante	101	84	270,0	No hay	Si	125	3	-
Provincia de Santiago								
Cerrillos	0	0	0	s/c	No	17	1	-
Cerro Navia	0	0	0	No hay	No	11	1	-
Conchalí	0	0	0	s/c	No	11	1	-
El Bosque	0	0	0	s/c	No	14	2	-
Estación Central	0	0	0	s/c	No	14	1	-
Huechuraba	0	0	0	s/c	No	45	3	-
Independencia	0	0	0	No hay	No	7	1	-
La Cisterna	0	0	0	s/c	No	11	2	-
La Florida	0	0	0	s/c	No	72	2	-
La Granja	0	0	0	s/c	No	10	2	-
La Pintana	6	3	0,3	s/c	No	31	1	-
La Reina	0	0	0	s/c	No	23	1	-
Las Condes	1	1	1,1	1	No	68	3	-

CUADRO 11.6.4-1
VARIABLES RELACIONADAS CON LA PRESIÓN POR EL USO DE AGUA A NIVEL COMUNAL, REGIÓN METROPOLITANA
(Continuación)

Comuna	Cambio de uso de suelo			Puntos de extracción de áridos (1)	Emergencias Agrícolas (2015)	Área de restricción (AR)		APR con problemas abastecimiento
	Solicitudes realizadas	Solicitudes aprobadas	Superficie (ha)			Superficie (km^2)	Nº AR	
Provincia de Santiago								
Lo Barnechea	1	1	2,0	No hay	No	168	5	-
Lo Espejo	0	0	0	s/c	No	8	1	-
Lo Prado	0	0	0	s/c	No	7	1	-
Macul	0	0	0	s/c	No	13	1	-
Maipú	12	7	18,2	s/c	No	138	3	-
Ñuñoa	0	0	0	s/c	No	17	1	-
Pedro Aguirre Cerda	0	0	0	s/c	No	9	1	-
Peñalolén	1	1	0,1	s/c	No	53	1	-
Pudahuel	21	19	48,3	s/c	No	14	1	-
Quilicura	9	5	37,4	No hay	No	197	4	-
Quinta Normal	0	0	0	No hay	No	58	3	-
Recoleta	0	0	0	No hay	No	12	1	-
Renca	0	0	0	extracciones esporádicas y artesanales	No	16	2	-
San Joaquín	0	0	0	s/c	No	23	1	-
San Miguel	0	0	0	s/c	No	10	1	-
San Ramón	0	0	0	s/c	No	10	1	-
Santiago	0	0	0	s/c	No	5	2	-
Vitacura	0	0	0	1	No	23	1	-
s/i	8	3	2,3	-		28	4	-
Total Regional	**1.334**	**1.048**	**4.727**	**68**	**19**	**8.449**	**-**	**-**

s/c: Sin cauces importantes desde el punto de vista de la extracción de áridos
(1): Para mayor detalle sobre los puntos de extracción revisar Capítulo 7 sobre Diagnóstico de la Infraestructura Acápite 7.10 sobre extracción de áridos

Fuente: Elaboración propia en base a ODEPA, 2012[10]; DOH, 2015[11]; MINAGRI, 2015[12]; DGA[13]

[10] Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA), 2012. Estudio de impacto de la expansión urbana Sobre el sector agrícola en la Región Metropolitana de Santiago. Producto n°3 "Análisis de los catastros sobre autorizaciones de cambio de uso de suelo de la Región Metropolitana de Santiago". Centro de Información de recursos naturales (CIREN). 31p
[11] Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), 2015. Minuta Sequía Región Metropolitana. Documento entregado por la DOH en el marco del presente Estudio, detallado en el Capítulo 4.
[12] Ministerio de Agricultura (MINAGRI), 2015. Noticia MINAGRI del 20 de Marzo, 2015 "Ministerio de Agricultura declara Emergencia Agrícola en comunas de tres regiones y ya se totalizan 194 a nivel país". Disponible en: http://www.minagri.gob.cl/ministerio-de-agricultura-declara-emergencia-agricola-en-70-comunas-de-las-regiones-metropolitana-bi/
[13] SIG DGA de Sectores Acuíferos

CUADRO 11.7.4-2
LINEAMIENTOS GENERALES PLAN ESTRATÉGICO DE FISCALIZACIONES REGIÓN METROPOLITANA

Subcuenca	Subcuencas Prioritarias Para Fiscalizaciones Selectivas		Comunas Prioritarias Para Capacitaciones y Fiscalizaciones Selectivas			
	Aguas Superficiales	Aguas Subterráneas	Cambio de Uso de Suelo	Emergencia Agrícola Por Déficit Hídrico	Extracción de Áridos	APR
Estero Alhué	Prioritaria	No Prioritaria (*)	-	Alhué	-	Alhué
Estero Yali	Prioritaria	No Prioritaria (*)	-	San Pedro	-	San Pedro
Maipo Alto	No Prioritaria	No Prioritaria	-	San José de Maipo	San José de Maipo	-
Maipo Bajo	No Prioritaria	Prioritaria (*)	Melipilla	Curacaví, El Monte, María Pinto, Melipilla	El Monte	-
Maipo Medio	Prioritaria	Prioritaria	Buin, Paine, Pirque, San Bernardo, Talagante	Buin, Isla de Maipo, Paine, Pirque, San Bernardo, Talagante	Buin, San Bernardo, Paine	-
Mapocho Alto	No Prioritaria	No Prioritaria	-	-	-	-
Mapocho Bajo	No Prioritaria	Prioritaria	Calera de Tango, Colina, Lampa	Calera de Tango, Colina, Lampa, Padre Hurtado, Peñaflor, Til-Til	Puente Alto	Colina, Til-Til

(*)La Unidad de Fiscalización en nivel Central, inicio un estudios en el año 2013 para implementar sistema de control de extracciones de aguas subterráneas a grandes usuarios, a la fecha el proceso de control de extracción no se ha implementado. El Estudio consideró las comunas de Melipilla, María Pinto, San Pedro y Alhué.

Fuente: Elaboración propia

11.7. CONCLUSIONES

A nivel regional es posible constatar que la fiscalización de infracciones al Código de Aguas comienza a hacerse efectivo luego de la creación de la Unidad de Fiscalización a nivel Central y Regional desde el 2008. Esta situación explica la ausencia de la fiscalización como un tema relevante en el Plan del año 2008.

Las principales infracciones realizadas entre 1997 y 2014 se relacionan con extracciones de agua no autorizadas y obras no autorizadas en cauces naturales. Las extracciones de agua no autorizadas han sido derivadas casi en su totalidad al Ministerio Público y Jueces. En el caso de las obras no autorizadas en cauces naturales más del 60% han sido resultas por el propio Servicio. Las falencias en los procesos de fiscalización fue un tema transversal mencionado por la ciudadanía en los talleres realizados en todas las subcuencas de la Región.

La Unidad de Fiscalización Regional identifica oportunidades de mejora en 4 ámbitos que son actualización de soportes tecnológicos de la Unidad, mejorar la coordinación con el Ministerio Público, Jueces y Consejo de Defensa del Estado, a través de protocolos, mejorar la coordinación con las otras unidad del Servicio a nivel regional y aumentar las atribuciones de fiscalización de la DGA. De las 3 subcuencas donde se concentran las fiscalizaciones (Río Mapocho Bajo, Río Maipo Bajo y Río Maipo Medio) solo una corresponde a una subcuenca vulnerables a las sequias para aguas superficiales (Río Maipo Medio). Para el caso de las aguas subterráneas, las fiscalizaciones se concentran en las tres subcuencas con mayor superficie de acuíferos sobreexplotados, que son las subcuencas de Río Mapocho Bajo, Río Maipo Bajo y Río Maipo Medio (ver Cuadro 5.5-5 y Figura 5.5-2 en Capítulo 5).

Sobre las labores fiscalizadas desde la Unidad de Fiscalización del Nivel Central. A nivel provincial el caudal de los derechos de aprovechamiento de agua afectos al pago de patentes para el proceso 2015 (Resolución DGA Nº 3438, de 30 de diciembre de 2014), se concentran en la Provincia de Cordillera para aguas superficiales (63%) y Chacabuco para aguas subterráneas (49%). En relación a las inspecciones de obras mayores, de los 8 embalses evaluados por la DGA en el año 2014, 5 están afectos a multa, dos no tienen resolución transitoria de operación y reparación y 1 posiblemente tiene un proyecto de reparación. Para la inspección de obras mayores se propone realizar la fiscalización de los embalses periódicamente en un plazo de 5 años, o luego de eventos tales como sismos y/o crecidas a los cuales haya sido sometido la obra con el fin de tener un registro actualizado de estos. En relación al control de extracciones de aguas subterráneas a grandes usuarios en la Región Metropolitana, el primer Estudio se inició en el año 2013, considero el estudio de los derechos de aprovechamiento de agua del Conservador de Bienes Raíces de Melipilla y a la fecha el proceso de control de extracción no se ha implementado. Por último, en la Región Metropolitana las denuncias por faltas o abusos en la distribución de las aguas o en la gestión económica en organizaciones de usuarios han sido escasas. Solo se han realizado cinco fiscalizaciones a organizaciones de usuarios y la mayoría no han sido acogidas.

Para la realización de inspecciones selectivas y capacitaciones para apoyar los procesos de denuncias se proponen 5 criterios: 1) cambio de uso de suelo, 2) Extracción

de Áridos, 3) Zonas de emergencia agrícola por déficit hídrico, 4) Áreas de restricción y 5) programas de Agua Potable Rural. Para la elaboración del nuevo Plan Maestro de Recursos Hídricos es necesario revisar los criterios propuestos y la priorización establecida a fin de que el Servicio a nivel regional determine sus prioridades.

A nivel de subcuenca las principales conclusiones sobre las fiscalizaciones de infracciones al Código de Aguas en la Región Metropolitana son:

- **Estero Alhué:** En la subcuenca del Estero Alhué se han realizado pocas denuncias en relación a las demás subcuencas de la Región. Solo un 2,4% de las fiscalizaciones realizadas en la Región se han realizado en esta subcuenca.

  En relación a las aguas superficiales, la subcuenca del Estero Alhué es la tercera subcuenca más vulnerable a la sequía de la Región, presentando un balance negativo en el escenario futuro para un año seco. En relación a las aguas subterráneas el 59% de la superficie de la subcuenca tiene acuíferos y la mayor parte de los acuíferos están medianamente sobreexplotados.

  En función de la escasez de agua y el análisis a nivel comunal se considera que la subcuenca del Estero Alhué es prioritaria para la realización de inspecciones selectivas de aguas superficiales. A nivel comunal Alhué es prioritaria por las emergencias agrícolas y los programas de APR.

  Para la comuna de Alhué existe un estudio realizado en el año 2013, para el control de extracciones de aguas subterráneas a grandes usuarios. El Estudio también considera las comunas de Melipilla, María Pinto y San Pedro.

  No hay registro de denuncias por faltas o abusos en la distribución de las aguas o en la gestión económica en organizaciones de usuarios.

- **Estero Yali:** En la subcuenca del Estero Yali se han realizado pocas denuncias en relación a las demás subcuencas de la Región. Solo un 4,5% de las fiscalizaciones realizadas en la Región se han realizado en esta subcuenca.

  En relación a las aguas superficiales, la subcuenca del Estero Yali es la subcuenca más vulnerable a la sequía de la Región, presentando balances negativos en los tres escenarios analizados. En relación a las aguas subterráneas, el 56% de la superficie de la subcuenca tiene acuíferos y la mayor parte de los acuíferos están medianamente sobreexplotados.

  En función de la escasez de agua y el análisis a nivel comunal se considera que la subcuenca del Estero Yali es prioritaria para la realización de inspecciones selectivas de aguas superficiales. A nivel comunal San Pedro es prioritaria por los sucesivos decretos de

emergencias agrícolas y los problemas de abastecimiento en los programas de APR.

Para la comuna de San Pedro existe un estudio realizado en el año 2013, para el control de Extracciones de aguas subterráneas a Grandes Usuarios. El Estudio también considera las comunas de Melipilla, María Pinto y Alhué.

No hay registro de denuncias por faltas o abusos en la distribución de las aguas o en la gestión económica en organizaciones de usuarios.

- **Maipo Alto:** En la subcuenca del Maipo Alto se han realizado pocas denuncias en relación a las demás subcuencas de la Región. Solo un 6,1% de las fiscalizaciones realizadas en la Región se han realizado en esta subcuenca.

  En relación a las aguas superficiales, la subcuenca del Maipo Alto no presenta balances negativos en ninguno de los tres escenarios analizados. En relación a las aguas subterráneas, esta subcuenca solo tiene 36 ha con acuífero.

  En función de la escasez de agua y el análisis a nivel comunal se considera que la subcuenca del Maipo Alto no es prioritaria para la realización de inspecciones selectivas. A nivel comunal San José de Maipo es prioritaria por las emergencias agrícolas y la extracción de áridos.

  En la subcuenca del Maipo Alto no hay estudios sobre control de extracciones de aguas subterráneas a grandes usuarios en proceso. Tampoco hay registro de denuncias por faltas o abusos en la distribución de las aguas o en la gestión económica en organizaciones de usuarios.

- **Maipo Bajo:** La subcuenca del Maipo Bajo es la segunda subcuenca donde se han realizado más denuncias de la Región. El 17,8% de las fiscalizaciones de la Región se han realizado en esta subcuenca.

  En relación a las aguas superficiales, la subcuenca del Maipo Bajo no presenta balances negativos en ninguno de los tres escenarios analizados. En relación a las aguas subterráneas, el 79% de la superficie de la subcuenca tiene acuíferos estudiados y la mayor parte de ellos están medianamente sobreexplotados. La subcuenca del Maipo Bajo es la segunda subcuenca con mayor superficie de sus acuíferos muy sobreexplotados.

  En función de la escasez de agua y el análisis a nivel comunal se considera que la subcuenca del Maipo Bajo es prioritaria para la realización de inspecciones selectivas de aguas subterráneas. A nivel comunal es prioritaria Melipilla (cambio de uso de suelo y emergencias agrícolas), El Monte (emergencias agrícolas y extracción de áridos), Curacaví y María Pinto (emergencias agrícolas).

Para las comunas de Melipilla y María Pinto existe un estudio realizado en el año 2013, para el control de Extracciones de aguas subterráneas a Grandes Usuarios. El Estudio también considera las comunas de San Pedro y Alhué.

De acuerdo a la información disponible, se ha presentado una denuncia por faltas o abusos en la distribución de las aguas o en la gestión económica en organizaciones de usuarios, la cual no fue acogida. La subcuenca del Río Maipo Bajo es prioritaria para la realización de inspecciones selectivas de aguas subterráneas. A nivel comunal es prioritaria Melipilla, El Monte, Curacaví y María Pinto.

- **Maipo Medio:** La subcuenca del Maipo Medio es la tercera subcuenca donde se han realizado más denuncias de la Región. El 17,5% de las fiscalizaciones de la Región se han realizado en esta subcuenca

  En relación a las aguas superficiales, la subcuenca del Maipo Medio presenta balances negativos en el escenario actual y futuro para un año seco. Es la segunda subcuenca más vulnerable a la sequía. En relación a las aguas subterráneas, el 63% de la superficie de la subcuenca tiene acuíferos y la mayor parte de los acuíferos están medianamente sobreexplotados.

  En función de la escasez de agua y el análisis a nivel comunal se considera que la subcuenca del Maipo Medio es prioritaria para la realización de inspecciones selectivas de aguas superficiales y subterráneas. A nivel comunal es prioritaria Buin, Paine, San Bernardo (cambio de uso de suelo, emergencias agrícolas y extracción de áridos), Pirque, Talagante (cambio de uso de suelo y emergencias agrícolas) e Isla de Maipo (emergencias agrícolas).

  En la subcuenca del Maipo Medio no hay estudios sobre control de extracciones de aguas subterráneas a grandes usuarios en proceso.

  De acuerdo a la información disponible, se han presentado dos denuncias por faltas o abusos en la distribución de las aguas o en la gestión económica en organizaciones de usuarios y ninguna fue acogida.

- **Mapocho Alto:** La subcuenca del Mapocho Alto es la cuarta subcuenca donde se han realizado más denuncias de la Región. El 12,2% de las fiscalizaciones de la Región se han realizado en esta subcuenca.

  En relación a las aguas superficiales, la subcuenca del Mapocho Alto no presenta balances negativos en ninguno de los tres escenarios analizados. En relación a las aguas subterráneas, el 16% de la superficie de la subcuenca tiene acuíferos y la mayor parte de los acuíferos están muy sobreexplotados.

  En función de la escasez de agua y el análisis a nivel comunal se considera que la subcuenca del Mapocho Alto no es prioritaria para la

realización de inspecciones selectivas. En esta subcuenca no se identifican comunas prioritarias.

En la subcuenca del Mapocho Alto no hay estudios sobre control de extracciones de aguas subterráneas a grandes usuarios en proceso. Tampoco hay registro de denuncias por faltas o abusos en la distribución de las aguas o en la gestión económica en organizaciones de usuarios.

- **Mapocho Bajo:** La subcuenca del Mapocho Bajo es la subcuenca donde se han realizado más denuncias de la Región. El 39,4% de las fiscalizaciones de la Región se han realizado en esta subcuenca.

  En relación a las aguas superficiales la subcuenca del Mapocho Bajo no presenta balances negativos en ninguno de los tres escenarios analizados. En relación a las aguas subterráneas, el 99% de la superficie de la subcuenca tiene acuíferos y la mayor parte de los acuíferos están medianamente sobreexplotados. Es la subcuenca con mayor superficie de sus acuíferos muy sobreexplotados.

  En función de la escasez de agua y el análisis a nivel comunal se considera que la subcuenca del Mapocho Bajo es prioritaria para la realización de inspecciones selectivas de aguas subterráneas. A nivel comunal es prioritaria Calera de Tango, Lampa (cambio de uso de suelo y emergencias agrícolas), Colina (cambio de uso de suelo, emergencias agrícolas, APR), Padre Hurtado, Peñaflor (emergencias agrícolas), Tiltil (emergencias agrícolas, APR) y Puente Alto (extracción de áridos).

  En la subcuenca del Mapocho Bajo no hay estudios sobre control de extracciones de aguas subterráneas a grandes usuarios en proceso.

  Se ha presentado una denuncia por faltas o abusos en la distribución de las aguas o en la gestión económica en organizaciones de usuarios, la cual no fue acogida.

CAPÍTULO 12

APROBACIÓN DE OBRAS EN CAUCES NATURALES Y ARTIFICIALES

12. APROBACIÓN DE OBRAS EN CAUCES NATURALES Y ARTIFICIALES

12.1. ANTECEDENTES GENERALES

La DGA, en virtud del Artículo 41 del Código de Aguas, debe autorizar las construcciones que modifiquen un cauce natural o artificial. En los siguientes acápites se presentan los proyectos aprobados por la DGA, diferenciados en Obras Menores y Obras Mayores. Se debe hacer notar que la autorización de las obras mayores corresponde al Nivel Central, en cambio, la autorización para obras menores, le corresponde al Nivel Regional. En el Anexo 12-1 se adjunta el Listado de Proyectos.

12.2. OBRAS MENORES

El listado de Obras Menores para la Región Metropolitana tiene un total de 1.382 proyectos, los cuales se han clasificado y agrupado en 18 tipos. La descripción y número de proyectos por tipo se incluye en el Cuadro 12.2-1.

La mayor parte de obras aprobadas corresponden a atraviesos tanto de cauces naturales como artificiales (25%), seguidos por los proyectos de entubamiento (21%). Existen 109 proyectos de los cuales no se tiene información respecto al tipo de obra y solo se remiten a dar información de aprobaciones, regulaciones, NN, o inclusiones al CIRH o CPA, por lo que se agruparon como de tipo Administrativo. Sin embargo, sí es posible agruparlos por provincia tal como se presenta en el Cuadro 12.2-2, o bien por comunas tal como se presenta en el Anexo 12-2.

La provincia con mayor número de proyectos aprobados es Santiago con un 53% de ellos. Le sigue la provincia de Maipo con un 16%. Por otra parte la comuna con mayor número de aprobaciones es Lo Barnechea con un 14%, y el número de proyectos sin comuna es de 137 lo que equivale al 10% de los proyectos aprobados.

CUADRO 12.2-1
RESUMEN OBRAS MENORES

TIPO	DESCRIPCIÓN	TOTAL
Abovedamiento	Abovedamiento de canales existentes o nuevos	103
Administrativo	Aprobaciones, regulaciones, autorizaciones sin descripción del tipo de obra, oficios y memos para la inclusión en CIRH y/o CPA (Art. 122 Código de Aguas).	109
Aluvional	Obras de intercepción de crecidas líquidas y detríticas, riegos de inundación	4
Atravieso	Atraviesos y cruce de tuberías, cañerías, colectores, quebradas, esteros de servicios de agua potable, aguas servidas, aguas lluvia y gas entre otros.	352
Badén	paso vial de esteros, ríos, quebradas	3
Canalización	Canalización de quebradas, canales de riego, esteros, en conjuntos habitacionales y lotes	111
Defensa Fluvial	Protección de riberas, enrocados, gaviones, para inundaciones, puentes, plantas AS, entre otros.	81
Descarga	Descargas, derrames y desagües de aguas servidas o de lluvia a esteros, quebradas, ríos.	104
Encauzamiento	encauzamiento de quebradas, esteros y ríos	49
Entubamiento	Entubamiento de canales de riego, colectores de aguas lluvia y aguas servidas, alcantarillas e interceptores , entre otros	295
Modificación Canal	Modificaciones de trazados y tramos de canales	60
Modificación Cauce	Modificación de cauces naturales	25
Otros	Proyectos de túneles, reposiciones de pavimento, accesos a ríos, portaciones, rehabilitación de terrenos; Proyectos sin descripción	51
Puente	Atraviesos viales y cruces peatonales en esteros, quebradas y ríos	19
Regulación	Obras como diques o muros en quebradas, esteros y ríos	4
Revestimiento	Revestimiento de canales existentes	6
Tranque AP	Embalse de acumulación para agua potable	1
Tranque Relaves	Tranques de Relaves de uso de mineras	5
	TOTAL	**1.382**

Fuente: Elaboración propia a partir de CIRH-DGA

Finalmente, se puede señalar que del total de proyectos, sólo 9 corresponden a modificaciones, construcciones o unificaciones de bocatomas (Art. 151. del Código de Aguas).

CUADRO 12.2-2
RESUMEN OBRAS MENORES POR PROVINCIA

Tipo	Chacabuco	Cordillera	Maipo	Melipilla	Santiago	Talagante	Total
Abovedamiento	2	13	30	1	48	9	103
Administrativo	13	7	24	9	48	8	109
Aluvional	1				3		4
Atravieso	45	34	31	25	181	36	352
Badén	2			1			3
Canalización	1	2	30	1	60	17	111
Defensa Fluvial	5	10	4	1	59	2	81
Descarga	19	5	7	7	60	6	104
Encauzamiento	9	8	2	3	27		49
Entubamiento	15	41	57	4	154	24	295
Modificación Canal	1	2	15	4	33	5	60
Modificación Cauce	3		2	1	17	2	25
Otros	5	5	10	3	23	5	51
Puente	3			1	14	1	19
Regulación				1	3		4
Revestimiento			5		1		6
Tranque AP					1		1
Tranque Relaves	2		1	2			5
Total	**126**	**127**	**218**	**64**	**732**	**115**	**1.382**

Fuente: Elaboración Propia a partir de CIRH-DGA

12.3. OBRAS MAYORES

Según el artículo 2 del Reglamento de Obras Mayores de la DGA, 2011, las obras que, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 294 del Código de Aguas, requerirán de la aprobación del Director General de Aguas para su construcción, son las siguientes:

a) *Los embalses de capacidad superior a cincuenta mil metros cúbicos o cuyo muro tenga más de 5 metros de altura,*

b) *Los acueductos que conduzcan más de dos metros cúbicos por segundo,*

c) *Los acueductos que conduzcan más de medio metro cúbico por segundo, que se proyecten próximos a zonas urbanas, y cuya distancia al extremo más cercano del límite urbano sea inferior a un kilómetro y la cota de fondo sea superior a 10 metros sobre la cota de dicho límite, y*

d) *Los sifones y canoas que crucen cauces naturales.*

Los Servicios dependientes del MOP quedan exceptuados de requerir la aprobación de la DGA para el proyecto, construcción y operación de las obras a que se refiere el presente Reglamento. No obstante, dichos servicios deberán remitir los proyectos de obras a la DGA, la que tomará conocimiento de ellos y elaborará un informe que contendrá los datos necesarios para incluirlos en el CPA.

Para el caso de proyectos que contengan dentro de sus elementos obras a que se refieren los artículos 151 y 171 del Código de Aguas, el o la Titular podrá solicitar en una misma presentación la aprobación de dichas obras. En este caso, las obras a que se refieren los artículos 151 y 171 del Código de Aguas se evaluarán en conjunto con las obras del mencionado artículo 294 y se aprobarán en una misma resolución si cumplen con los requisitos técnicos y legales correspondientes.

Todo lo anterior es complementario a lo indicado en el Art. 41 del Código de Aguas.

El listado de obras Mayores para la Región Metropolitana tiene un total de 11 proyectos, los cuales se presentan en el Cuadro 12.3-1. Sólo se dispone de la ubicación geográfica de 7 de ellos, los que se distribuyen en la subcuenca de Mapocho Bajo (proyectos Nº 1, 3, 4), Maipo Bajo (proyecto N° 6), Estero Yali (proyecto Nº 8) y Estero Alhué (proyectos Nº 7 y 9).

El proyecto Nº1 corresponde a la empresa AES GENER S.A. y el uso del agua será para energía hidroeléctrica, por lo que se puede inferir que corresponde al Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo.

Los proyectos Nº 5 y 10 corresponden a la actividad de riego y se emplazan en las comunas de San Pedro y Pudahuel.

Finalmente el proyecto Nº 11 corresponde a una interconexión entre las plantas de tratamiento de Aguas Servidas de El Trebal y La Farfana por lo que se deduce que es de la empresa de Aguas Andinas.

CUADRO 12.3-1
RESUMEN OBRAS MAYORES REGIÓN METROPOLITANA

Nº	Descripción Obra Aprobación Proyecto	Tipo de Obra	UTM Norte	UTM Este
1	Construcción Embalse de Relaves Las Tórtolas Const. 3 Muros y 1 Verted de Abandono	Tranque de Relave	6.334.529	337.199
2	Aprueba Proyecto y Autoriza Construcción	Otros	-	-
3	Aprueba Proyecto de Emisario de Aguas Lluvias Urbanización Caminos de Padre	Acueductos (>2 m^3)	6.284.428	326.687
4	Interconexión Farfana-Trebal y Autoriza su Construcción Ubicada en Maipú	Acueductos (>2 m^3)	6.294.816	333.274
5	Proyecto de Tranque Los Culenes de Altura Max. de Muro de 11,6 m	Tranque	-	-
6	Aprueba Proyecto y Autoriza Const. de La Obra Tranque Casas Viejas.	Embalse	6.296.430	293.741
7	Aprueba y Autoriza Construcción de Quinta Etapa Embalse Carén	Embalse	6.225.273	299.211
8	Aprueba Proyecto y Autoriza a Agrícola La Trinidad Construcción Embalse de Acumulación	Embalse	6.233.712	281.972
9	Aprueba Proyecto Construcción Sexta Etapa Embalse Carén y Autoriza Construcción	Embalse	6.225.273	299.211
10	Aprueba y Autoriza Construcción de Canoa Canal Noviciado	Canoas	-	-
11	Interconexión Farfana Trebal y Autoriza su Construcción Ubicada en Maipú	Otros	-	-

WGS84 19s

Fuente: Elaboración Propia a partir de CIRH-DGA

12.4. DIAGNÓSTICO Y CONCLUSIONES

De la información analizada se puede indicar lo siguiente:

- Los antecedentes proporcionados por DGA, en relación a las obras menores, muestra información insuficiente respecto a cada Expediente ya que en general no se incluye su ubicación geográfica, o existe un estándar para clasificar el tipo de proyecto que se está ingresando a la base de datos. En ciertas ocasiones sólo se hace referencia a su ingreso al CPA o al CIRH.

- Se propone completar la base de datos al menos con:

  - las coordenadas de cada proyecto

  - el tipo de modificación o intervención del cauce de manera clara y concisa

- Es necesario que la información derivada de la aprobación de Obras Mayores y Menores se encuentre integrada en una base de datos de público acceso e incorporada a un Sistema de Información Geográfica.

CAPÍTULO 13

DIAGNÓSTICO INSTITUCIONAL

13. DIAGNÓSTICO INSTITUCIONAL

13.1. ALCANCES GENERALES

El desempeño institucional se puede analizar desde diversas perspectivas, existiendo distintos enfoques (constructivista, determinista, positivista, sistémico, etc.). En este estudio se entiende como la capacidad efectiva o capacidad de gestión, es decir, la aptitud de plasmar en políticas públicas, en el caso del gobierno, y en políticas de la organización, en el caso de otras organizaciones, los máximos posibles de valor social (público) y organizacional (Rosas, 2008)[1].

Es así como la capacidad institucional, que depende tanto de la existencia de organizaciones administrativas coherentes y grupos expertos motivados (capacidad administrativa), como de la existencia de actores sociopolíticos involucrados (capacidad política), puede analizarse en tres niveles (Rosas, 2008):

- Un **nivel micro**, del miembro de la organización,
- Un **nivel meso**, de la organización, y
- Un **nivel macro**, relacionado con el contexto institucional.

En conjunto, los niveles micro y meso se relacionan principalmente con la capacidad administrativa de las organizaciones, que aborda la capacidad técnica, mecanismos de comunicación y mecanismos de aprendizaje internos. Por su parte, el nivel macro tiene su foco en el lugar donde se desenvuelve la organización, el entorno normativo, político, económico y social, determinado por las reglas del juego existentes. La Figura 13.1-1 resume esta conceptualización.

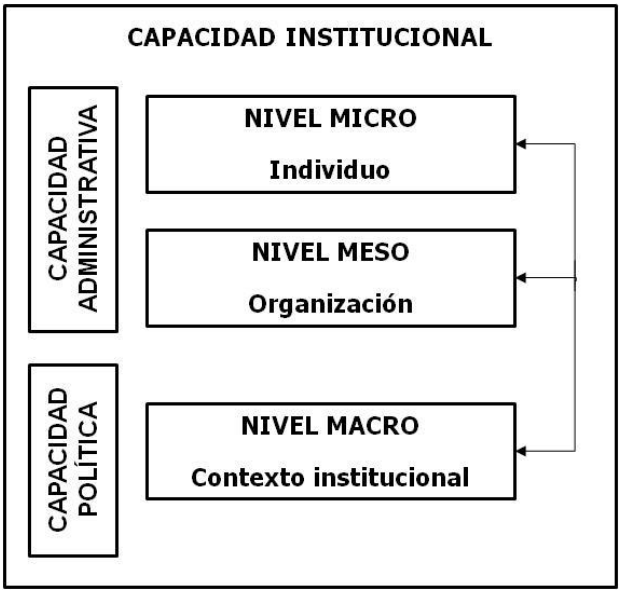
Según Waissbluth (2008)[2]. Para diagnosticar de manera práctica una institución, y con ello analizar su desempeño, existen tres tareas: 1) el **análisis de los componentes del sistema**, 2) **el análisis de limitantes del sistema** y, 3) **el análisis de las interacciones internas y externas**, es decir, mecanismos de comunicación y coordinación internas y externas.

Si se analizan las tareas del diagnóstico y la capacidad institucional, éstas tienen gran sintonía, como se muestra en la Figura 13.1-2, relacionándose en varios ámbitos, por ejemplo, el análisis de componentes se realiza a nivel micro y meso, el análisis de relaciones a nivel meso y macro, y finalmente el análisis de limitantes y facilitadores, se debe realizar en todos los niveles.

[1]ROSAS, A. 2008. Una ruta metodológica para evaluar la capacidad institucional. Revista Política y Cultura, otoño 2008, num. 30, pp. 119-134

[2]WAISSBLUTH, M. 2008. Sistemas complejos y gestión pública. Magíster en Gestión y Políticas Públicas, Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile. 26 p.

FIGURA 13.1-1
COMPONENTES y NIVELES DE LA CAPACIDAD INSTITUCIONAL



Fuente: Rosas (2008)

En definitiva, incorporando las diferentes fuentes teóricas abordadas anteriormente, la revisión de la capacidad institucional se realiza en 3 fases:

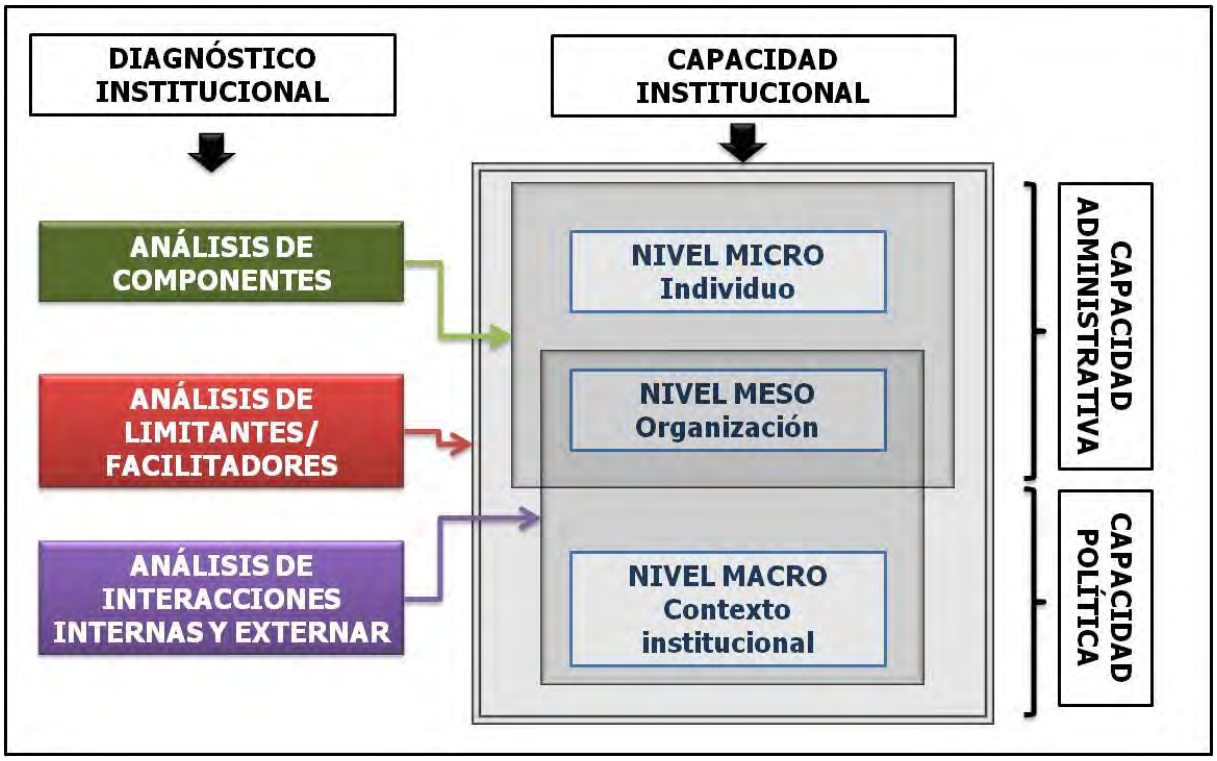
- Fase 1: nivel micro y meso
  - Análisis de componentes del sistema.
  - Análisis de interacciones internas.

- Fase 2: nivel macro
  - Análisis del contexto institucional.
  - Análisis de las interacciones externas.

- Fase 3: nivel combinado
  - Análisis de limitantes del sistema.
  - Análisis de facilitadores del sistema.

Los insumos que aportan al diagnóstico funcional corresponden a información secundaria e información primaria. La información secundaria fue recopilada de estudios que revisan diversos aspectos de la gestión del agua, a nivel regional, nacional e internacional y estudios relacionados con el desempeño institución, gestión y políticas públicas, entre otros. La información primaria se recopila de las entrevistas realizadas a diferentes actores institucionales de la región Metropolitana, y la primera serie de talleres de participación ciudadana, los que se enfocaron en la determinación de problemas en cada una de las ocho Unidades Territoriales Participativas (UTP's).

FIGURA 13.1-2
RELACIÓN ENTRE LA CAPACIDAD INSTITUCIONAL Y EL DIAGNÓSTICO



Fuente: Elaboración propia en base a ROSAS (2008) y WAISSBLUTH (2008)

13.2. FASE 1: NIVEL MICRO Y MESO

13.2.1. Instituciones Existentes a Nivel Regional

Para determinar las instituciones con competencia en la gestión del agua, éstas se clasificaron en las que pertenecen: públicos, privados y de la comunidad, utilizando como base la "Guía de Elaboración de Planes" de la DIRPLAN (2011).

En el ámbito público, a nivel regional existen instituciones equivalentes a las existentes a nivel nacional, con las mismas atribuciones, pero un campo de acción limitado a la región. En el Cuadro 13.2.1-1 se presentan las instituciones regionales con competencia en la gestión del agua, junto a su equivalente nacional.

En el presente acápite será analizado, un grupo de estas instituciones, aquellas consideradas como más relevantes en relación a la gestión de los recursos hídricos, como por ejemplo la Dirección Regional de Aguas (DGA), Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), Comisión Nacional de Riego (CNR), Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) y el Ministerio del Medio Ambiente (MMA).

CUADRO 13.2.1-1
INSTITUCIONES EXISTENTES A NIVEL REGIONAL

Nivel Nacional	Nivel Regional
Poder Ejecutivo	Gobierno Regional Metropolitano de Santiago
Presidencia	Intendencia Regional
	Gobernaciones Provinciales - Maipo - Cordillera - Talagante - Melipilla - Chacabuco
Ministerio del Interior y Seguridad Pública	Dirección Regional Oficina Nacional de Emergencias, ONEMI
Ministerio de Economía	Dirección Regional de Servicio Nacional de Turismo, SERNATUR
Ministerio de Desarrollo Social	Dirección Regional Corporación Nacional de Desarrollo Indígena, CONADI
	Dirección Regional Fondo de Solidaridad e Inversión Social, FOSIS
Ministerio de Obras Públicas	Dirección Regional Planeamiento del Ministerio de Obras Publicas
	Dirección Regional de Aguas
	Dirección Regional Obras Hidráulicas
	Superintendencia de Servicios Sanitarios
Ministerio de Agricultura	Dirección Regional de la Corporación Nacional Forestal, CONAF
	Dirección Regional de Instituto de Desarrollo Agropecuario, INDAP
	Dirección Regional del Servicio Agrícola y Ganadero, SAG
Ministerio de Minería	Dirección Regional de Servicio Nacional de Geología y Minería, SERNAGEOMIN
Ministerio del Medio Ambiente	SEREMI del Medio Ambiente
	Dirección Regional del Servicio de Evaluación Ambiental

Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de http://www.gob.cl

13.2.2. Análisis de Componentes del Sistema

13.2.2.1. Organismos Públicos

A. Dirección General de Aguas del MOP (DGA)

Es la institución nacional rectora en materias de aguas. Las principales atribuciones son planificar el desarrollo del recurso en las fuentes naturales, con el fin de formular recomendaciones para su aprovechamiento; constituir derechos de agua; investigar y medir el recurso; mantener y operar la red hidrométrica nacional; ejercer la policía y vigilancia de las aguas en los cauces naturales de uso público; y supervigilar el funcionamiento de las organizaciones de usuarios.

La gestión descentralizada y desconcentrada de las funciones de la DGA en la región se realiza en las direcciones regionales de aguas, en este caso de la Región Metropolitana, especialmente en lo relacionado con la administración del recurso, la hidrología y la preparación de concesiones de derechos. Las atribuciones y funciones delegadas se relacionan con los siguientes ámbitos:

a) Solicitudes de exploración de aguas subterráneas en Bienes Nacionales.

b) Solicitudes de constitución de derechos de aprovechamiento de aguas.

c) Protección de las aguas y cauces.

d) Solicitudes de cambio de fuente de abastecimiento.

e) Solicitudes de traslado del ejercicio de los derechos de aprovechamiento.

f) Construcción, modificación, cambio y unificación de bocatomas.

g) Formación de roles provisionales de usuario/as por la DGA.

h) Modificaciones en cauces naturales o artificiales.

i) Aplicación de multas y derivación de a los Juzgados de Letras conforme a la establecido en el artículo 173 y siguientes del Código de Aguas.

j) Procedimientos judiciales en juicios sobre aguas en general.

k) Organizaciones de usuario/as.

l) Construcción de ciertas obras hidráulicas.

m) Solicitudes de regularización de derechos de aprovechamientos de aguas, conforme al artículo 2° Transitorio del Código de Aguas.

n) Derechos de aprovechamientos tramitados conforme al artículo 6° Transitorio del Código de Aguas.

o) Solicitudes de constitución de derecho de aprovechamiento de agua, conforme al articulado transitorio establecido por la Ley N°20.017 de 2005.

p) Desistimientos.

q) Dejar sin efecto resoluciones.

r) Cambios de puntos de captación.

s) Concesión de cauces de uso público para conducir aguas de aprovechamiento particular.

t) Perfeccionamiento de los títulos en que consten los derechos de aprovechamiento de aguas, conforme a lo prevenido en el artículo 46 del DS MOP N°1.220 de 1997.

u) Dictar las resoluciones que determinen el caudal disponible para diluir la emisión de contaminantes en cursos de aguas continentales superficiales; la calidad natural de los cuerpos superficiales de aguas y el contenido de la captación en conformidad a la dispuesto en el DS N°90 de 2001 del MINSEGPRES.

v) Declarar la calidad natural y la vulnerabilidad del acuífero, en conformidad a lo dispuesto en el DS N°46 de 2002 del MINSEGPRES.

Es importante destacar que las funciones regulatorias de la DGA aumentaron significativamente luego de la reforma del Código de Aguas del año 2005, en especial con facultades de fiscalización y sanción en el ámbitos de las patentes de no uso, regularización de derechos de aprovechamiento de aguas[3] y determinación y regulación de los caudales ecológicos.

A pesar de lo anterior, el "Diagnóstico de la gestión de los recursos hídricos de Chile" desarrollado por el Banco Mundial (2011) plantea las limitaciones institucionales, indicando la necesidad de fortalecer las capacidades de la institución para que ésta pueda desarrollar sus funciones actuales de una manera adecuada, debido a que se reconoce una falta de personal y recursos financieros. Esto tanto en el ámbito presupuestario, ya que está expuesta a la revisión del presupuesto anual por parte del Ministerio de Hacienda; y también en el ámbito político, detectándose hasta la actualidad una importante penetración de criterios político partidistas en la designación de cargos, incluso en los de perfil más técnico.

El mismo estudio indica que la presencia a nivel local no es adecuada, tanto en cantidad como en calificación del personal, el que resulta insuficiente para supervisar, por ejemplo, a las organizaciones de usuarios de agua y entregar apoyo legal, organizacional y en aspectos técnicos (Banco Mundial, 2011).

[3]Referido a lo dispuesto en el artículo 4° transitorio de la ley 20.017, conocido comúnmente como la Ley del Mono.

Algunas de las aseveraciones anteriores son suscritas también en las entrevistas realizadas a distintas áreas de la DGA. En la sesión grupal realizada con la DGA Metropolitana[4], la directora regional, Patricia Macaya[5], asegura que si bien ahora existen unidades de fiscalización y de medio ambiente, las cual son un cambio importante en el Servicio, aún no se han podido consolidar de la forma deseada, debido a la falta de personal y equipamiento, sobre todo para el trabajo en terreno. Además existe una desactualización de la información, lo que impide saber con certeza la disponibilidad de agua y por ende de derechos de aprovechamiento de aguas.

En términos prácticos, en la misma entrevista se afirma que la información contenida en el Catastro Público de Aguas (CPA) está obsoleta en cuanto a la cantidad derechos de aprovechamiento de aguas otorgados, el caudal involucrado y la identificación del titular del derecho, entre otros datos relevantes. Una de las principales causas al respecto es que los titulares no catastran sus derechos luego de inscribirlos en el Conservador de Bienes Raíces (CBR). Para revertir en parte esta situación, actualmente se está efectuando un levantamiento en el Conservador de Bienes Raíces de Melipilla para iniciar un control de extracciones en el acuífero del mismo nombre a través de medidores. Además se están estudiando las mutaciones de los derechos de aprovechamiento de aguas, trámite que obligatoriamente los poseedores del derecho debieran informar los CBR, pero que en la práctica no sucede. A pesar de esta iniciativa, se asegura que la labor será insuficiente, ya que se contará con información completa solo de determinados sectores. Más aún, es un hecho evidente que existe una cantidad significativa de extracciones clandestinas o no regularizadas, tanto de fuentes superficiales como subterráneas.

Dada la falta de personal e insumos físicos y tecnológicos, la planificación de la fiscalización se realiza en los sectores más críticos, donde se han denegado más derechos y se sospecha que se podría estar afectando la fuente. En la región tienen tres fiscalizadores y un presupuesto acotado. En este sentido las denuncias sirven para programar la gestión, la que se remite solo a ser reactiva.

Las dificultades vislumbradas para el ámbito de la fiscalización no se restringen tan solo a las limitaciones en cuanto a recursos de distinta índole, sino que, fundamentalmente, a las acotadas atribuciones con las que la institución cuenta para el desarrollo de esas tareas.

La baja dotación de personal del nivel regional, no solamente dificulta la labor de fiscalización que realiza el Servicio, sino que además limita las posibilidades de supervisar y apoyar a las Organizaciones de Usuarios de Aguas (OUA). Sobre este último punto cabe señalar que la DGA RM no cuenta con una unidad de OUA's (la que sí existe a nivel central), y no tiene a ningún funcionario dedicado al vínculo con las mismas, situación que fue analizada como un elemento que genera lejanía y lesiona las posibilidades de una comunicación permanente.[6]

[4]29 de Octubre de 2014 en las Oficinas de la DGA Metropolitana. Santiago.
[5]Directora en el periodo Julio 2011-Diciembre 2014.
[6]Reunión Técnica Ampliada, 25 de Marzo de 2015, en Oficinas de la DGA Metropolitana, Santiago.

En un sentido similar, el Jefe de la Unidad de Administración de Recursos Hídricos, Pablo Liendo[7], plantea la asimetría que existe entre la calificación del personal de la DGA, especialmente en el nivel regional, frente a la experiencia y preparación técnica de consultores y otros actores privados, lo que dificulta la interacción entre las partes y genera una desventaja al momento de plantear las problemáticas y soluciones a temas propios de la gestión pública. La principal razón expresada es la carencia de incentivos para hacer una carrera profesional, en general en el sector público, con una estructura de sueldos extremadamente rígida, con pocas posibilidades para subir en la escala de remuneraciones o atribuciones, además de las casi inexistentes líneas de perfeccionamiento profesional en forma de cursos o postgrados.

Estos problemas son planteados en forma transversal en los talleres participativos (cerca de 20 problemas se relacionan con esta temática), vistos desde las consecuencias prácticas que se generan en la relación con el territorio y la generación propia de valor público. Por ejemplo, los participantes expresan la inconformidad con la cantidad y calidad de la fiscalización y administración realizada, lo que incrementa situaciones irregulares como el robo de agua o la sobreexplotación, desorden administrativo que impide saber la real disponibilidad de agua y la cantidad de derechos concedidos y regularizados, incumpliendo finalmente con las funciones encomendadas por el Código de Aguas.

B. Presidente de la República

En materias hídricas el (o la) presidente(a) puede fijar caudales ecológicos, reservar recursos para el aprovechamiento de la población, constituir derechos, aprobar estatutos de las asociaciones de canalistas. En forma específica, el presidente está facultado por el Artículo N°314 del código de Aguas, a petición o con informe de la DGA, para declarar en épocas de extraordinaria sequía zonas de escasez por períodos máximos de seis meses, no prorrogables (salvo que un nuevo estudio lo indique), atribución que es delegada en la DGA. Bajo la figura de un Decreto, la DGA puede autorizar la extracción de aguas subterráneas o superficiales desde cualquier punto sin necesidad de constituir derechos de aprovechamiento de aguas y sin la limitación del caudal ecológico mínimo y, por otra parte, este Servicio se hace cargo de la distribución o redistribución de las aguas en las corrientes naturales o en los cauces artificiales, suspendiendo los seccionamientos y las atribuciones de las juntas de vigilancia.

C. Dirección de Obras Hidráulicas del MOP (DOH)

Corresponden a la DOH, entre otras competencias, la planificación, estudio, proyección, construcción, reparación, mantención y explotación de obras de riego que se realicen con fondos fiscales. La planificación, estudio, proyección, construcción, reparación, mantención y mejoramiento de la red primaria de evacuación y drenaje de aguas lluvias. El estudio, proyección, construcción y reparación del abovedamiento de los canales de regadío que corren por los sectores urbanos de las poblaciones, siempre que dichos canales hayan estado en uso con anterioridad a la fecha en que la zona por donde atraviesan haya sido declarada dentro del radio urbano y que dichas obras se construyan con fondos fiscales o aportes de las respectivas municipalidades. Por otra parte, participa

[7]13 de Febrero de 2015 en las Oficinas de la DGA Metropolitana. Santiago.

en los proyectos de construcción de instalaciones para dotar de agua potable a las localidades rurales**.** Por último, le corresponde la realización del estudio, proyección, construcción, mejoramiento, defensa, reparación, conservación y señalización de los caminos, puentes rurales y sus obras complementarias que se ejecuten con fondos fiscales o con aporte del Estado y que no correspondan a otros Servicios de la Dirección General de Obras Públicas. Por otra parte, la conservación y reparación de las obras entregadas en concesión, serán de cargo de los concesionarios.

A nivel regional, la DOH posee direcciones regionales, cuyas funciones son:

a) Estudio, proyección, construcción y conservación de las obras de defensa de terrenos y poblaciones contra crecidas de corrientes de agua y regularización de las riberas y cauces de los ríos, lagunas y esteros.

b) Supervigilancia, reglamentación y determinación de zonas prohibidas para la extracción de materiales áridos, generando información para que las municipalidades otorguen permisos y concesiones de extracción.

c) Autorizar y vigilar las obras de defensa fluvial o extracciones, con el fin de impedir el daño a terceros.

d) Indicar los deslindes de los cauces naturales con los particulares ribereños para los efectos de la dictación por parte del Ministerio de Bienes Nacionales del Decreto Supremo para su formalización.

e) Ordenar, previo los estudios pertinentes y conocimiento de los interesados, la modificación o destrucción total o parcial de las obras de defensa o cualquiera otra existente en las riberas o cauces de las corrientes naturales, si éstas representaran un peligro inminente para la población o dificulten la regularización del curso de agua, sin perjuicio de las facultades que posee la DGA.

El "Estudio para el Mejoramiento del Marco Institucional para la Gestión del Agua", desarrollado por el Banco Mundial en el año 2013 hace referencia a la necesidad de mejorar la red de obras hidráulicas bajo una mirada estratégica, tanto en el ámbito del riego, aguas lluvias obras de defensa fluvial. Además resalta la problemática que representa el déficit hídrico en zonas rurales, en donde incluso el consumo humano se encuentra en riesgo, a pesar de la existencia de sistemas de agua potable rural (APR).

La definición, diseño, construcción y operación de las obras hidráulicas en Chile son la principal responsabilidad de la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), además de atribuciones en faenas de extracción de áridos. La gestión de planificación se realiza básicamente a nivel central, en tanto que la ejecución y fiscalización es llevada a cabo por las Direcciones Regionales. En una entrevista grupal realizada a los jefes de unidad de la DOH Región Metropolitana, liderados por el director regional, Luis Muñoz[8], se pudo establecer que en términos generales, existe un importante desarrollo de las obras hidráulicas e intervención de estas en la región (con matices según el uso), siendo los

[8]18 de Noviembre de 2014 en las Oficinas de la DOH Región Metropolitana. Santiago.

mayores desafíos mejorar la eficiencia de utilización, en correlación con su automatización, y aumentar la cobertura tanto en sectores urbanos de expansión y en sectores rurales más críticos.

El año 2014 y lo transcurrido del año 2015, la línea de acción prioritaria para la Dirección Regional es la gestión de la sequía que sufre la región y que es crítica en sectores de la provincia de Chacabuco y de Talagante, en los cuales los niveles de las napas subterráneas han disminuido en forma drástica, según lo expresado en las entrevista. Esta disminución también se evidencia en las extracciones realizadas en los sistemas de APR, lo que es monitoreado por el Servicio. Incluso se ha propuesto trasvasar recursos desde la región de Valparaíso, pero dada la similar situación que ésta vive ha hecho inviable la idea por el momento. La Dirección ha perforado pozos para obtener agua para el consumo humano, pero no posee más atribuciones al respecto de la distribución o fiscalización.

Al interior de la DOH funciona la Subdirección de Agua Potable Rural, que a través de una política nacional ha implementado el fomento al registro de los comités de APR. Se afirma que en la región Metropolitana existen 104 sistemas APR. La mayoría se encuentran constituidos como comités y la minoría son cooperativas. No obstante, no existe claridad sobre la cantidad de sistemas de abastecimiento de agua potable en zonas rurales que no están constituidos formalmente para suministrar APR, ni tampoco sobre antecedentes formales de una gran demanda por constituir nuevos APR en la Región. Este aspecto es confirmado en los talleres de participación, sobre todo en Melipilla, Maipo y Chacabuco, en los cuales miembros de comités de APR refutaron las cifras oficiales, sosteniendo que la cantidad de extracciones para consumo de agua en zonas rurales es mucho más alta.

Además de lo anterior, la DOH se encuentra promoviendo la instalación de sistemas de alcantarillado rural que sean administrados por las organizaciones de APR.

En este contexto, participantes del segundo Taller Participativo en la Unidad Territorial Yali, plantearon la necesidad de ajustar las soluciones o planes para enfrentar los efectos de la sequía a la realidad local, además de gestionar la regularización de los APR que aún no se encuentran formalizados pero prestan servicio de abastecimiento y enfrentan graves problemas en épocas de sequía.[9]

Con respecto a las obras de riego, se expresa que para la Dirección Regional no es el tema prioritario en este momento, a pesar de que se reconocer que es un rubro que se ha visto fuertemente afectado por la disminución de las precipitaciones en los últimos años. La infraestructura se encuentra bastante desarrollada, con eficiencias de conducción sobre el 70% en la red de canales troncales. Dada la situación de escasez, se está promoviendo el mejoramiento de la obras acumulación medianas y pequeñas, en coordinación con la SEREMI de Agricultura. Además se han realizados traspasos de obras desde el Estado a los agricultores, en el marco de la Ley 1.123 del año 1981, por ejemplo, el Embalse Rungue a la Asociación de Canalistas respectiva[10], aunque para este año se espera que se realicen labores de desembanque de la obra.

[9]Realizado el 15 de abril de 2015 en la comuna de San Pedro.
[10]Asociación de Canalistas del Embalse Rungue.

Dentro de los centros urbanos, especialmente en Santiago, el foco se encuentra en la actualización de los planes de aguas lluvias, además del levantamiento de toda la información de aguas lluvias, histórica y actual, en bases de datos SIG y una plataforma de consulta Intranet. En directa relación, se destaca la existencia de un estudio en desarrollo para abordar las crecidas de la Quebrada de Ramón a través de obras de defensa fluvial, evitando la inundación de sectores de Peñalolén, Las Condes, La Reina e incluso Vitacura. No obstante, se destaca que todos estos estudios son iniciativas del nivel central y que su rol será solo de revisores y asistentes en reuniones de participación ciudadana.

Finalmente, un tema muy sensible es la gestión con respecto a la extracción de áridos. Un primer problema radica en el desconocimiento de los proyectos que se encuentran operando, ya que si bien la Dirección Regional aprueba técnicamente los proyectos, son los municipios los que finalmente autorizan la instalación de faenas, pudiendo haber diferencia notoria entre los registros de cada institución. Además, la Dirección Regional aprueba los proyectos individualmente y no se realiza un análisis sinérgico del efecto de todos los proyectos funcionando.

En los talleres de Maipo (problema MA-13) y Talagante (problema TG-1), la extracción de los áridos fue uno de los problemas más priorizados. Es así como se destacan situaciones de riesgo en los puentes sobre el Río Maipo[11], debido a potenciales socavamientos debido a la falta de reposición del material, en concordancia con las escasas precipitaciones de los últimos 5 años. En este sentido los asistentes esperan una actitud de fiscalización más activa por parte de los organismos públicos, ante una situación denominada como de "explotación descontrolada". Estos planteamientos fueron ratificados en las Unidades Territoriales en la segunda versión de los talleres participativos.

D. Comisión Nacional de Riego (CNR)

Este organismo dependiente del Ministerio de Agricultura (MINAGRI) tiene como objetivos estratégicos:

a) Coordinar, implementar y evaluar permanentemente la Política Nacional de Riego, mediante planes y programas que permitan mejorar la superficie regada del país.

b) Aumentar la superficie de riego y la seguridad y eficiencia del uso del recurso hídrico para riego en el país, mediante la construcción de obras de riego postuladas a la Ley Nº 18.450, Bonificación al Riego.

c) Fortalecer la gestión de las Organizaciones de Usuarios de Aguas, a través del perfeccionamiento de los derechos de aprovechamiento de aguas superficiales y la constitución de Juntas de Vigilancia, para dinamizar el mercado del agua y el uso eficiente del recurso hídrico.

[11]En las comunas de Pirque y San Bernardo.

d) Planificar y priorizar el aumento y mejoramiento de la superficie de riego del país, a través de iniciativas de inversión, para optimizar la utilización del recurso hídrico en la agricultura.

En la Región Metropolitana existe un coordinador de riego, en base a un acuerdo entre la CNR y la Seremi de Agricultura. Su función es poder articular las políticas de ambos organismos a fin de generar programas de impacto local y obtener los recursos regionales para llevarlos a cabo.

Los jefes de área de la División de Estudios, Desarrollo y Política[12], destacan que en la CNR se he hecho un esfuerzo por mantener actualizadas las capacidades técnicas de los funcionarios, con oportunidades de cursos y postítulos, además de clases de inglés dictadas en la misma oficina. Además, como política de la nueva administración se ha realizado un ajuste de las remuneraciones, con el fin de que no existan grandes diferencias para funcionarios que realizan la misma labor.

En cuanto a las temáticas afines del Servicio, más allá de la tarea habitual de fomento y aplicación de la Ley 18.450, en el ámbito de la planificación de recursos hídricos la CNR, se encuentra en proceso de redefinición estratégica, reflexionando cómo se ha hecho la inversión en los distintos territorios, dentro de ellos la cuenca del Río Maipo, esto en palabras de los jefes de área. Esto ha ido ligado a un cambio de enfoque que está teniendo la institución, que se desprende de fracaso de proyectos anteriores, principalmente de proposición a priori de proyectos de infraestructura, que prontamente la ciudadanía rechazaba.

En este sentido se espera aumentar la participación y diseñar los proyectos en conjunto con los actores locales. Se enfatiza que antes se escuchaba solo a las Organizaciones de Usuarios de Aguas (OUA's), no obstante, las intervenciones que la CNR realiza son más amplias e involucran a más actores, y hay que trabajar con todos ellos. Para los entrevistados los enfoques top-down no son viables con una buena planificación, por lo que existe la convicción de levantar propuestas desde las bases. Por ello se han tomado básicamente tres grandes medidas.

- Se ha llevado esta decisión a todo el equipo, involucrándolo en la definición de las bases de una serie de 22 licitaciones denominadas "Planes Regionales de Riego" a lo largo de todo Chile, a nivel de cuenca. Todas estas licitaciones será publicadas durante el año 2015.

- Se han estrechado lazos con el departamento de fomento de la Comisión, compartiendo proyectos y consultas.

- Actualmente se está conformando una unidad de pequeña agricultura que tendrá como primera tarea diseñar líneas de estudio y de interacción con ese segmento de usuarios. En este sentido, la aplicación de Ley de Riego 18.450 se ha flexibilizado para trabajar con la pequeña agricultura. Se harán concursos específicos por áreas geográficas. Se está trabajando con las comisiones regionales de riego para definir las prioridades.

[12]18 de Noviembre de 2014 en las Oficinas de la CNR nivel central. Santiago.

Estas iniciativas han sido compartidas con distintos actores y, por ejemplo, tienen plena concordancia con el Delegado Presidencial de Recursos Hídricos.

Con respecto a otras labores en la Región Metropolitana, los Departamentos de Fomento y Legal se encuentran trabajando con la segunda sección del Río Maipo, regularizando y perfeccionando derechos de aguas, con el fin de constituir nuevas organizaciones. También se está tomando contacto con organizaciones de la futura tercera sección del Río Maipo.

E. Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS)

Creada en 1990, vigila y fiscaliza el comportamiento del sector sanitario, cumplimiento de las normas relativas a servicios sanitarios, y el control de los residuos líquidos industriales a los sistemas de alcantarillado. Supervisa la calidad del agua potable, otorga licencias de descarga de aguas residuales industriales, define normas de descarga y vela por su cumplimiento, la SISS también supervisa las empresas de distribución de agua y administra las tarifas de agua.

En la Región Metropolitana, la SISS vigila que el funcionamiento de las empresas concesionarias de agua potable en la Región se enmarque dentro de la normativa vigente, principalmente en cumplir con los requerimientos de continuidad y calidad del servicio.

La principal función de la SISS, es que el balance entre oferta y demanda de las empresas sanitarias vigente, entregue seguridad plena para el abastecimiento de las áreas concesionadas y allí la institución centraliza sus esfuerzos y quehacer diario. Es relevante indicar que la SISS sólo actúa como ente regulador y fiscalizador, pero es la concesionaria, en base a autocontrol, la que tiene la primera responsabilidad de evaluar, controlar, fiscalizar y verificar que las descargas de RILes cumplan con las exigencias de la normativa vigente. En este sentido, la SISS, fiscaliza que la empresa sanitaria realice los controles efectivos sobre los establecimientos industriales.

Como se dijo anteriormente, la SISS fiscaliza la evacuación de RILes al alcantarillado, ya que en el caso de los cauces naturales esta función lo realiza la Superintendencia de Medio Ambiente, que asumió esta función desde su aparición.

En relación al Sistema de Evaluación Ambiental, la SISS participa también del SEIA, como cualquier otro Servicio, en la revisión de los proyectos ambientales, en aquello donde la Superintendencia tenga algún grado de injerencia, como temas puntuales que pueda afectar la operatividad de la concesionaria o algún proyecto de manejo de RILes, donde se puede intervenir con alguna observación o indicación a través de la Unidad Ambiental de la SISS.

En un apreciación general, el jefe de la oficina de la Región Metropolitana de la SISS, Rodrigo Peña[13], puso énfasis en que la SISS se limita a fiscalizar el cumplimiento del DS 90 sobre calidad de aguas y de las inversiones en correspondencia con los estudios tarifarios y los planes de desarrollo de las empresas sanitarias urbanas, además

[13]18 de Noviembre de 2014 en las Oficinas de la SISS. Santiago.

de sus participación en el SEIA, lo que aparentemente resulta acotado para la relevancia del tema atingente. De todas formas asume que con el presupuesto anual disponible se debe focalizar en forma muy "inteligente" la labor de fiscalización. Destaca que un cambio efectivo sería abordar temáticas de ordenamiento territorial en la región. No existe consulta previa a la SISS por una urbanización y el agua potable que se necesitará.

Respecto a la calidad del agua, temática muy relevante en todos los talleres participativos en las UTP's, la SISS indica que se ha deteriorado en ciertos sectores, como por ejemplo al norte de la Región Metropolitana, en la comuna de Lampa con arsénico, aunque este problema puede interpretarse como una dificultad de aplicación de la normativa en el año 2005. Es precisamente en esta zona en donde se ha incrementado la fiscalización.

F. Ministerio del Medio Ambiente (SEREMI RM)

Es el encargado del diseño y aplicación de políticas, planes y programas en materia ambiental, así como en la protección y conservación de la diversidad biológica y de los recursos naturales renovables e hídricos, promoviendo el desarrollo sustentable, la integridad de la política ambiental y su regulación normativa.

En una reunión realizada con la SEREMI de Medio Ambiente Metropolitana, Grace Hardy[14], se enfatiza que el artículo 70 de la Ley 19.300, modificada por la Ley 20.417, señala las funciones del Ministerio de Medio Ambiente (MMA), dentro de las cuales está la supervigilancia de los recursos hídricos. En términos prácticos lo anterior se remite a, principalmente, dos aspectos: la Norma Secundaria de Calidad Ambiental del Río Maipo, y el pronunciamiento respecto de los proyectos que ingresen al SEIA (para todas las cuencas de la Región). Las funciones de fiscalización recaen en la Superintendencia de Medio Ambiente.

De este modo, se menciona que en enero de 2015 comienza a operar la Norma Secundaria de Calidad Ambiental Río Maipo, que es la primera norma secundaria de la Región Metropolitana, después de un largo proceso de diseño y que además del producto generado, sirvió para mejorar las capacidades técnicas del equipo en esta materia, esperando conservarlo para próximos procesos, lo que es muy difícil debido a las falencias del sector público para ofrecer una buena carrera profesional.

Por otra parte, cuando ingresa un proyecto al SEIA el Ministerio debe pronunciarse, pero en materia hídrica se espera primero a que la DGA se manifieste y luego el MMA colabora, evitándose centrar sus comentarios en los aspectos estadísticos de la disponibilidad, sino en los factores bióticos, es decir, en los efectos de esta estadísticas en hitos ambientales de relevancia.

Además el MMA debe participar en la definición y aprobación de los criterios y determinación efectiva de los caudales ecológicos de las cuencas hidrográficas. De hecho, el 15 de enero de 2015 publicó la nueva metodología para su cálculo, elaborada en

[14]18 de Noviembre de 2014 en las Oficinas de la SEREMI de Medio Ambiente Metropolitana. Santiago.

conjunto con la DGA[15]. También participa en la mesa del agua regional, cuyo campo de acción es limitado debido a que gran parte de los derechos de aprovechamiento de aguas se encuentra concedido.

Finalmente, la SEREMI destaca que la dotación de personal en la Región es de 20 funcionarios, el doble que la mayoría de las SEREMIs de Medio Ambiente, capacidad que le parece adecuada para su funcionamiento.

G. Gobierno Regional Metropolitano de Santiago

Entre otras funciones de relevancia regional en términos estratégicos y de financiamiento, el GORE aprueba los Planes Regionales de Desarrollo Urbano, y los Planes Reguladores Comunales y Seccionales. Por otra parte evalúa y decide el destino del Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) y desarrolla políticas en el ámbito productivo.

H. Gobernaciones Provinciales

Son órganos desconcentrado territorialmente del intendente, existente en cada una de las provincias de la Región Metropolitana, las cuales son Maipo, Cordillera, Talagante, Melipilla, Chacabuco y Santiago. Cada una de estas provincias está a cargo de un gobernador, a excepción de Santiago, que está dirigida por un delegado provincial. Dentro las funciones de la gobernación se encuentran:

a) Ejercer, de acuerdo con las instrucciones del intendente, la supervigilancia de los Servicios públicos creados por ley.

b) Supervisar los programas y proyectos de desarrollo de los Servicios. Ejercer la vigilancia de los bienes del Estado, especialmente de los Bienes Nacionales de Uso Público.

c) Proponer al intendente proyectos específicos de desarrollo de la provincia.

d) Asesorar a las municipalidades de su jurisdicción, especialmente en la elaboración y ejecución de programas y proyectos, cuando ellas lo soliciten.

e) Promover la participación del sector privado en las actividades de desarrollo de la provincia.

f) Disponer las medidas de coordinación necesarias para el desarrollo provincial y, especialmente, de los programas de infraestructura económica y social básica.

g) Supervigilar los Servicios públicos creados por ley para el cumplimiento de las funciones administrativas, que operen en la provincia.

[15]Decreto 71 del Ministerio del Medio Ambiente, que modifica el Decreto Nº14 de 2012.

I. Otros Organismos Pertinentes

- **Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP)**

La misión institucional del INDAP es promover y fomentar el desarrollo y la consolidación de la agricultura familiar campesina, a través de lo cual se busca contribuir al abatimiento de la pobreza rural, al logro de un desarrollo productivo sustentable y a una modernización del mundo rural.

Bajo este marco, el INDAP Regional Metropolitano realiza las siguientes tareas:

a) Interacción con la Secretaría Regional Ministerial de Agricultura para la implementación de las políticas de Fomento y aplicación de los instrumentos nacional, además de establecer instrumentos y convenios de alcance regional, con autorización previa del Director Nacional.

b) Análisis permanente de las orientaciones estratégicas y la coherencia entre la planificación institucional con la regional.

c) Entrega los lineamientos para la planificación y programación del presupuesto regional.

d) Coordinación articulación, supervisión y control de la gestión regional.

El INDAP Regional a la vez se divide en cuatro Agencias; Melipilla, Norte, San Bernardo y Talagante; que realizan las funciones ejecutivas de aplicación de instrumentos, financiamiento y concursos.

Finalmente cabe destacar la existencia del Programa de Desarrollo Local (PRODESAL) en 20 comunas de la región. Éste es un programa de INDAP ejecutado preferentemente a través de las Municipalidades a las que INDAP transfiere recursos por medio de un convenio de colaboración, los que se complementan con los recursos que aportan dichas entidades ejecutoras. Estos recursos deben destinarse a la contratación de un Equipo Técnico que entregue asesoría técnica permanente a los agricultores del Programa, los cuales se organizan en Unidades Operativas entre 60 y 180 agricultores. Adicionalmente, INDAP dispone recursos para inversión y capital de trabajo.

- **Servicio Agrícola y Ganadero (SAG):** Dependiendo de la necesidad, realiza estudios y catastros específicos para conocer la magnitud y estado de los recursos naturales renovables del ámbito agropecuario y establecer normas técnicas para los estudios de la carta nacional de suelos. Estas funciones son delegadas en las Direcciones Regionales del SAG, implementando la gestión específica en concordancia con las necesidades de cada región.

- **Secretaría Ejecutiva de Medio Ambiente y Territorio dependiente de la Dirección General de Obras Públicas del MOP (SEMAT):** La labor de la SEMAT es apoyar la administración de las políticas ambientales ministeriales en el ámbito de las obras de infraestructura. Lo

anterior implica incorporar a lo largo del proceso de producción de obras de infraestructura, metodologías, procedimientos y sistemas destinados a proveer a los responsables de su ejecución de las herramientas necesarias que permitan la obtención de los resultados deseados. A nivel regional, estas políticas son desarrolladas por la UGAT (Unidad Gestión Ambiental y Territorial).

- **Dirección de Planeamiento del MOP (DIRPLAN):** Coordinar y proponer para la resolución del Ministro, la planificación, coordinación general y prioridad del plan general de estudios, proyectos y ejecución de las obras, de acuerdo con las necesidades del país, los programas gubernativos y los planes de los distintos Servicios y empresas, cuyos objetivos deben conformarse con los Planes Nacionales de Desarrollo, los Planes Regionales y los Planes Reguladores e Intercomunales.

- **Corporación Nacional Forestal (CONAF):** La CONAF tiene como principal tarea administrar la política forestal de Chile y fomentar el desarrollo del sector. Posee una Dirección Regional Metropolitana y agencias en todas las provincias, en las cuales recae la tarea ejecutora de los planes y programas nacionales.

- **Servicio de Salud (SNS):** Contribuir a mejorar la calidad de vida de la población de la región, garantizando servicios integrales de salud relativos a las personas y al ambiente.

- **Comisión Nacional de Energía (CNE):** Su función es elaborar y coordinar los planes, políticas y normas necesarias para el buen funcionamiento y desarrollo del sector energético nacional (Política Energética), velar por su cumplimiento y asesorar a los organismos de Gobierno en todas aquellas materias relacionadas con la energía.

- **Servicio de Evaluación Ambiental:** Encargado de tecnificar y administrar el instrumento de gestión ambiental denominado **"Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental" (SEIA)**, cuya gestión se basa en la evaluación ambiental de proyectos ajustada a lo establecido en la norma vigente, fomentando y facilitando la participación ciudadana en la evaluación de los proyectos. Cuenta con una oficina regional, por el cual se ingresan los proyectos y se generan las resoluciones y calificaciones ambientales.

- **Superintendencia del Medio Ambiente:** Tiene por objeto ejecutar, organizar y coordinar el seguimiento y fiscalización de las Resoluciones de Calificación Ambiental (RCA), de las medidas de los Planes de Prevención y/o de Descontaminación Ambiental, del contenido de las Normas de Calidad Ambiental y Normas de Emisión; de los Planes de Manejo, y de todos aquellos instrumentos de carácter ambiental que establezca la ley.

- **Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN):** Es una institución que proporciona información de recursos naturales renovables

y principalmente de clima, recursos hídricos, suelos, frutícolas, forestales y división de la propiedad rural, articulándose hacia los requerimientos de los servicios de MINAGRI, con especial énfasis en el aporte al desarrollo territorial sustentable del país.

- **Dirección Meteorológica de Chile (DMC):** La DMC es el organismo responsable del quehacer meteorológico en el país, y cuyo propósito es satisfacer las necesidades de información y previsión meteorológica de todas las actividades nacionales.

- **Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA):** La misión principal del SHOA es proporcionar los elementos técnicos y de seguridad a la navegación en el mar territorial y alta mar contigua al territorio nacional, vías fluviales y lacustres.

- **Ministerio de Relaciones Exteriores (MINREL):** La acción del MINREL se relaciona con las aguas internacionales (mar), y recursos hídricos compartidos o aguas fronterizas.

- **Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR):** El accionar del SERNATUR se relaciona con el uso de las aguas para fines turísticos y de recreación.

13.2.2.2. Nivel Privado

A. Organizaciones de Usuarios de Aguas (OUA's):

El título III del Código de Aguas define, caracteriza y determina los derechos y deberes de los tres tipos de OUA's:

- **Juntas de Vigilancia:** Estas organizaciones están formadas por personas naturales o jurídicas y las organizaciones de usuarios que en cualquier forma aprovechen aguas superficiales o subterráneas de una misma cuenca u hoya hidrográfica. La DGA ha registrado al año 2014 siete Juntas de Vigilancias en la región Metropolitana.

- **Asociaciones de Canalistas:** Si dos o más personas tienen derechos de aprovechamiento en las aguas de un mismo canal, embalse, o aprovechan las aguas de un mismo acuífero, podrán reglamentar la comunidad que existe como consecuencia de este hecho, constituirse en asociación de canalistas o en cualquier tipo de sociedad. Existen 60 organizaciones de este tipo en la región Metropolitana al año 2014.

- **Comunidades de Agua:** Si dos o más personas tienen derechos de aprovechamiento en las aguas de un mismo canal, embalse, o aprovechan las aguas de un mismo acuífero, podrán reglamentar la comunidad que existe como consecuencia de este hecho. Al año 2014 la región Metropolitana existen 90 Comunidades de Aguas registradas en la DGA.

En la región existen distintos grados de desarrollo organizacional, dependiendo del tipo de OUA. Esto ha sido expuesto en el "Encuentro Nacional de

Organizaciones de Usuarios de Aguas" (MOP y MINAGRI, 2004) y avaladas tanto en las reuniones con los organismos públicos y las propias OUA's. De esta forma se puede resumir lo siguiente, teniendo en cuenta que pueden existir excepciones:

- En general las Organizaciones de Usuarios de Aguas poseen un bajo nivel de gestión, principalmente a nivel de comunidades de aguas.

- En el caso de las Juntas de Vigilancia y Asociaciones de Canalistas se observan mayores niveles de gestión, pero asociados fundamentalmente al mejoramiento de obras de riego. Un caso muy destacado lo representa la Asociación de Canales del Maipo, la cual posee un amplio despliegue en su área de influencia y personal capacitado en labores específicas del manejo de la red de canales.

El listado de las OUA's de la región Metropolitana registradas en la DGA a Octubre de 2014 se presenta en el Anexo 13-1.

B. Empresas Usuarias Privadas

Los privados hacen uso de sus aguas de acuerdo a sus derechos concedidos, ya sean permanentes o eventuales. Los principales usuarios del agua de la región son las empresas sanitarias. Además se puede incluir en este grupo a otros actores tales como los comités y cooperativas de agua potable rural[16].

13.2.3. Análisis de Interacciones Internas

Tal como se dijo anteriormente, se percibe en las instituciones públicas regionales una cantidad de personal baja, no acorde a todas las funciones que deben realizar, quedando limitados de cumplir adecuadamente dichas funciones. Así también coinciden otros estudios, como por ejemplo, Banco Mundial (2011 y 2013) y DGA (1999)[17], este último indica "*cabe señalar que en el sector público la aplicación de facultades existentes no es completa por falta de recursos u otras limitaciones (duplicidad, capacidad técnica, etc.)"*.

En general, ante esto, los niveles regionales de las instituciones públicas se apoyan de su nivel central, que en general cuenta con un personal especializado y una mayor dotación de personal. En el caso de la Región Metropolitana, los organismos del nivel central toman aún más relevancia por sobre los de carácter regional, interfiriendo con sus labores y generando roces entre las partes (Banco Mundial, 2013). En el caso de la DGA, por ejemplo, el nivel regional carece de una unidad de organizaciones de usuarios y en estos temas debe consultar al nivel central, en donde existe la Unidad de Organizaciones de Usuarios y Eficiencia Hídrica y manejan la información a este respecto.

En cuanto a la calificación del personal, ha sido recurrente la opinión de que no existen las condiciones óptimas para el desarrollo de los profesionales en una carrera

[16]Mayor información sobre las empresas sanitarias y APR's del área de estudio se encuentran disponibles en el Capítulo 4 del estudio.
[17]DGA. 1999. Diagnóstico situación actual de las Organizaciones de Usuarios de Aguas a Nivel Nacional. DGA, S.D.T. Nº 102, 1999.

funcionaria, que permita en el mediano plazo poseer un capital humano idóneo para afrontar las temáticas que actualmente son contingentes, tales como la gestión integrada de cuencas, servicios ambientales y el cambio climático.[18].

Por otra parte, en cuanto a recursos financieros y tecnológicos sucede lo mismo que con el personal, estos son insuficientes para llevar a cabo de manera adecuada las fiscalizaciones y las mediciones. Lo que se traduce en dificultades para realizar fiscalizaciones y monitoreos. Lo que fue ratificado por los funcionarios participantes de la Reunión Técnica realizada en la DGA RM[19].

La baja dotación de personal y la necesidad de aumento de recursos financieros y tecnológicos es un problema percibido por la población. Esto quedó de manifiesto en los Talleres Participativos de las Unidades Territoriales Alhué, Yali, Cordillera, Maipo, Chacabuco y Talagante, en donde los participantes señalaron la necesidad de aumentar el personal de la DGA para que se puedan agilizar los procedimientos y aumentar la presencia de estos en terreno, lo que requiere además de un aumento en los recursos.

Tampoco existe una interacción fluida entre los miembros de distintas unidades de cada Servicio. Un ejemplo de lo anterior es que en la misma DGA Metropolitana exista un escaso conocimiento del Plan Director del Río Maipo (DGA, 2008. PYP-01).

En relación a lo anterior, funcionarios de la Región Metropolitana destacan que la nueva dirección y la integración de nuevos profesionales han sido un impulso que ha significado una mejor coordinación. Señalaron la importancia de mantener y perfeccionar este modelo de gestión, y la necesidad de ir construyendo una estructura y una orgánica que permita que la coordinación no quede determinada exclusivamente por la proactividad individual, sino que sea incluida como parte integrante del funcionamiento institucional, estableciendo procedimientos y protocolos.

Finalmente es importante destacar que han existido iniciativas que buscan mejorar la gestión organizacional y por ende la generación de valor público en la administración de los recursos hídricos, pero los pasos parecieran insuficientes dadas las trabas institucionales (normativas principalmente) que existen: El Banco Mundial (2013) propone las siguientes:

- **Restructuración y ampliación de la planta de personal,** conforme a las necesidades de especialización, calidad y experiencia que se identifiquen mediante una evaluación detallada de las capacidades actuales y demandas futuras.

- **Política de selección de mandos directivos y de personal especializado**, con base en exigencias específicas de formación técnica y de experiencia, definidas en forma detallada según el puesto y, en el

[18]Reuniones con DGA-RM, CNR, DOH-RM y unidades DGA RM.
[19]Ibid. 6

caso de los cargos con responsabilidades directivas, a través del sistema de Alta Dirección Pública.

- **Plan de capacitación**, enfocado a formar equipos profesionales especializados. Más que programas de capacitación generales, resulta necesario desarrollar, en forma sistemática, programas específicos de un adecuado nivel de especialización, orientados a la formación de equipos profesionales en las materias directamente vinculadas a las funciones propias de la DGA. La evaluación obtenida por los profesionales de la DGA en cada uno de los cursos del programa, debiera ser un elemento fundamental en su progreso personal dentro de la jerarquía de la Institución.

- **Política de incentivos y carrera funcionaria a largo plazo**, que se relaciona con desarrollar iniciativas que favorezcan una carrera profesional al interior de la DGA y permitan la consolidación y permanencia de equipos profesionales de alto nivel. Con ese propósito se deberá garantizar al personal un proceso transparente de mejoramiento, que premie la excelencia a través de incentivos para el desarrollo profesional (como becas) y de carácter económico.

13.3. FASE 2: NIVEL MACRO

13.3.1. Contexto Normativo Nacional

13.3.1.1. Introducción

Entendida como el conjunto de normas jurídicas que regulan las actividades del Estado y de los particulares, cabe mencionar las fuentes jurídicas que componen esta institucionalidad en un orden decreciente desde las normas de mayor jerarquía legal a las de menor jerarquía:

i. Normas contenidas en La Constitución Política de La República (Derecho de Propiedad)

ii. Código de Aguas y las modificaciones introducidas por las Leyes 20.017 y 20.099

iii. Jurisprudencia Administrativa (concepto de disponibilidad)

iv. Normativa Ambiental Vigente

13.3.1.2. Normas Contenidas en la Constitución Política de la República

La carta fundamental del Ordenamiento jurídico chileno consagra el derecho de propiedad sobre los derechos de aprovechamiento de aguas en el artículo 19 Nº 24 inciso final, en los siguientes términos:

"*Los derechos de los particulares sobre las aguas reconocidos o constituidos en conformidad a la ley, otorgarían a sus titulares la propiedad sobre ellos*"

La citada disposición fue tomada del Decreto Ley Nº 2603 de 1979, que modificó el Acta Constitucional Nº 3 de 1976.

En la historia del establecimiento de la norma relativa al derecho de propiedad sobre los derechos de agua, se dejó constancia acerca de la motivación para consagrar esta disposición a nivel constitucional: "*El espíritu de la subcomisión ha sido elevar de rango el derecho de aprovechamiento otorgándole el carácter de un derecho de propiedad consagrado en la Constitución y quitándole el carácter de mera concesión administrativa*"[20].

13.3.1.3. Código de Aguas y sus Modificaciones

En el nivel siguiente de jerarquía, la fuente legal es el actual Código de Aguas, aprobado mediante Decreto con Fuerza de Ley Nº 1122 de 13 de Agosto de 1981, el que ha sido modificado tras una prolongada tramitación legislativa por las Leyes números 20.017 y 20.099. La Ley Nº 20.017 fue publicada en el Diario Oficial con fecha 26 de Junio de 2005 y la Ley Nº 20.099, fue publicada en el Diario Oficial con fecha 15 de Junio de 2006. La tramitación legislativa del proyecto de ley de modificación del Código de Aguas, fue iniciado mediante Mensaje del Ejecutivo Nº 283/325 de 02 de diciembre de 1992. El mensaje propuso originalmente al H. Congreso Nacional cuatro grupos de normas contenidas en el proyecto:

- Normas sobre recuperación de la condición de bien nacional de uso público del agua, la justificación de su necesidad y su uso obligatorio
- Normas sobre conservación y protección de las aguas y cauces
- Normas sobre administración integrada de cuencas y perfeccionamiento de organizaciones de usuarios
- Normas relacionadas con aspectos regionales

Finalmente el proyecto fue aprobado como Ley Nº 20.017, introducidas una serie de indicaciones-tanto del Ejecutivo como de los parlamentarios- presentadas a lo largo de su larga tramitación.

Las principales modificaciones al Código de Aguas que introdujeron las leyes números 20.017 y 20.099 son:

- **Establecimiento de una Patente por No Uso de los Derechos de Aprovechamiento:** Se establecen obligaciones económicas por el no ejercicio de los derechos de agua, incluyendo cobros diferenciados por regiones y tiempo. Se incluyen también normas para las excepciones al pago de patentes
- **Nuevo Requisito en las Solicitudes de Derechos de Aprovechamiento Relativo a Expresar la Cantidad de Agua que**

[20]Intervención del Señor José María Eyzaguirre García de la Huerta, Sesión 183, Comisión de Estudios de la Nueva Constitución (1980).

Necesita Extraer y el Uso que se le Dará: Se establece la necesidad de incluir el uso deseado del agua a extraer

- **Renuncia al Derecho de Aprovechamiento de Aguas:** Se establecen las normas para renunciar a un derecho de agua legalmente establecido
- **Modificación Relativa al Catastro Público de Aguas, Artículo 122 del Código de Aguas:** Se indican las materias a contener en el catastro
- **Consagración a Nivel Legal del Concepto de Caudal Ecológico Mínimo:** Se define legalmente este concepto y su forma de cálculo
- **Reconocimiento de la Relación Existente entre Aguas Superficiales y Aguas Subterráneas:** Se establece legalmente la intrínseca relación entre aguas superficiales y subterráneas
- **En Materia de Aguas Subterráneas se Reconoce la Preferencia para el Otorgamiento de Nuevos Derechos de Aprovechamiento:** Esto se refiere a la preferencia dada a personas con un permiso de exploración
- **Nueva Potestad de la Dirección General de Aguas Para Declarar de Oficio Área de Restricción en Acuíferos:** La Dirección General de Aguas tiene la facultad de decretar una zona acuífera como agotados, si técnicamente se puede probar que no hay recursos disponibles
- **Reconocimiento de Personalidad Jurídica a las Comunidades de Aguas Organizadas Conforme al Código de Aguas:** Se refiere a la forma en que estas organizaciones deben estar registradas
- **Redefinición del Objeto de las Juntas de Vigilancia:** Modifica atribuciones de las Juntas de Vigilancia
- **Modificación a las Normas Juntas de Vigilancia para Facilitar su Constitución:** Modifica legislación para constituir las Juntas de Vigilancia
- **Reforzamiento de las Normas de Policía y Vigilancia de los Cauces Naturales de Uso Público:** Mayores atribuciones a la Dirección General de Aguas para la fiscalización en cuanto a la extracción de agua en conformidad a los derechos de aprovechamiento otorgados y la modificación de cauces.
- **Normas Transitorias Relativas a la Regularización de Aguas Subterráneas Contenidas en las Leyes 20.017 y 20.099:** Incluye un conjunto de normas transitorias incluyendo regularización de derechos subterráneos.

13.3.1.4. Ley Sobre Ejecución de Obras de Riego por el Estado (DFL 1.123)

Este cuerpo legal de 1981 norma la construcción de obras de riego por el Estado, ya sean obras medianas o mayores.

Se define como gran obra del riego aquella cuya inversión, en obras civiles, supera el equivalente a US$ 20 millones y cuyo objetivo sea la contribución al mejoramiento de la calidad de vida y de los ingresos de los agricultores, de manera que estos dispongan de una cantidad de agua definida con un 85% de seguridad, para el riego. Se incluyen embalses, canales de trasvase y canales primarios, secundarios y terciarios.

13.3.1.5. Ley de Fomento de la Inversión Privada en Obras de Riego y Drenaje (Ley 18.450)

Desde su promulgación en 1985, la Ley 18.450, ha tenido por objeto otorgar una bonificación al costo de construcción de proyectos de riego de los productores agrícolas que cumplan con el fin de incrementar la superficie regada del país, provocar un mejoramiento del abastecimiento de agua en aquellas áreas regadas en forma deficitaria, incentivar un uso más eficiente de la aplicación del agua e incorporar nuevos suelos a la explotación agropecuaria, esto último, por la vía de eliminar el mal drenaje o facilitar la puesta en riego de suelos actualmente de secano.

En noviembre del 2013, la Ley Nº18.450 es modificada con el objetivo de poder abordar obras de riego y drenaje integrales y de uso múltiple, cuyo costo supere las 30.000 UF con un tope máximo de UF 250.000.

Con estas nuevas disposiciones, se busca potenciar sustantivamente la actividad de las organizaciones de regantes, focalizar recursos hacia las obras integrales, recuperar la calidad de riego de aguas contaminadas, posibilitar la infiltración para la recarga de acuíferos, apoyar la agricultura sustentable, y fomentar el uso y generación de energías renovables no convencionales, entre otras áreas.

e.1) Se definen 2 tramos de postulación

Se agregan 2 tramos definidos y acotados para diferenciar la envergadura de los proyectos.

- **Tramo 1:** Obras Menores de Riego y Drenaje, cuyo costo total es menor a UF 15.000.

- **Tramo 2:** Obras Medianas integrales multipropósito de Riego y Drenaje, cuyo costo total es superior a UF 15.000.

e.2) Aumento de Montos

Las modificaciones también pueden ser apreciadas en el monto máximo del costo total del proyecto:

- **Para proyectos intraprediales:** Los montos máximos han sido aumentados, **desde UF 12.000 hasta UF 50.000.**

- **Para proyectos presentados por organizaciones de usuarios:** Los montos máximos se aumentaron **desde UF 30.000 hasta UF 250.000**. Para estos efectos se consideran

organizaciones aquellas definidas por el Código de Aguas o comunidades de aguas y de obras de drenaje.

e.3) Porcentaje de Bonificación máxima

- **Proyectos con costos totales de hasta UF 30.000: mantendrán los porcentajes de bonificación máximos existentes hasta ahora.**

e.4) Porcentaje de Bonificación para proyectos con costo total mayor a UF 30.000

- **Proyectos con costos totales superiores a UF 30.000:** A las primeras 30.000 Unidades de Fomento, se les aplicará el porcentaje de bonificación que aparece tabla Nº1, según el grupo al que pertenezca. Para el resto del costo del proyecto, se le aplicará la bonificación del tramo que aparece en las tablas Nº2 y Nº3, según sea el caso.

  El porcentaje final de bonificación del proyecto, se calculará sumando la bonificación en pesos de las primeras 30.000 unidades de fomento, con la bonificación del resto de costo del proyecto y luego se llevará al porcentaje del total del Proyecto.

e.5) Iniciativas integrales multipropósito

La Ley introduce el concepto de proyectos integrales y multipropósito, por lo que entenderemos como:

Proyectos Integrales de Riego: Como el conjunto de obras de riego, de infraestructura hidráulica, puesta en riego y desarrollo agrícola, desde su estudio hasta su terminación, de modo que permitan la utilización agrícola óptima de los terrenos a regar.

Proyectos de Riego de uso Multipropósito: Proyectos de riego que consideren formas complementarias de aprovechamiento de las obras de riego, tales como agua potable, hidrogeneración, actividad minera, control de crecidas, ecoturismo, infiltración, entre otros.

Esto permitiría presentar proyectos de riego con obras asociadas que no son propiamente de riego, o en colaboración con entidades que no tienen fines agrícolas, pero que pueden aportar recursos para realizar una gran obra de riego.

e.6) Bonificación acumulativa

Cuando un Proyecto se presente en forma segmentada o por etapas a varios concursos de la Ley, se entenderá como un solo proyecto para efectos de cálculo del porcentaje de bonificación máximo al que podrá optar.

Aquel segmento o etapa del Proyecto cuyo costo, sumado al de las demás, supere las 30.000 unidades de fomento, solo podrá optar a la

bonificación menor o igual a la bonificación máxima que le corresponda a ese tramo.

13.3.1.6. Ley de Concesiones de Obras Públicas

El objetivo principal de este mecanismo de financiamiento de obras es el de generar la infraestructura para el desarrollo nacional, fortalecer la asociación público privada capaz de construirlas y consolidar el papel del Estado en materia de concesiones. El Programa de Concesiones de infraestructura pública desarrollado por el MOP persigue tres objetivos fundamentales:

- Captación de recursos privados para ayudar a financiar el desarrollo de las obras públicas futuras

- Externalización de la construcción y la explotación de las obras de infraestructura pública

- Liberación de recursos públicos para orientarlos a proyectos y programas de alta rentabilidad social

Dentro de la cuenca del Río Maipo no se encuentra ningún tipo de proyecto de obras hidráulicas, que vaya a ser licitado. Hasta la fecha bajo esta modalidad sólo se han concretado obras viales tales como carreteras, aeropuertos, y túneles.

No obstante, esta modalidad de financiamiento por concesión a privados, con subsidio estatal para cubrir la diferencia entre el precio que está dispuesto a cobrar el inversionista y el valor que el usuario está dispuesto a pagar, se considera una importante alternativa para el desarrollo de parte importante de los recursos hídricos en el país, y debiera ser considerado dentro de los Planes Directores de cada cuenca, especialmente para las grandes obras de riego.

13.3.1.7. Jurisprudencia Administrativa (Concepto de Disponibilidad)

La determinación de la disponibilidad de aguas para la constitución de nuevos derechos de aprovechamiento, es una materia técnica de competencia de la Dirección General de Aguas.

El procedimiento para el establecimiento de la disponibilidad de aguas se encuentra reglamentado en el Manual de Normas y Procedimientos para la Administración de recursos hídricos, aprobado mediante Resolución DGA Nº 1503/2003.

Sin perjuicio de lo anterior, cabe tener en consideración, la reciente jurisprudencia de la Contraloría General de la República en torno a la determinación de la disponibilidad de los recursos hídricos para los efectos de su otorgamiento, expresada en el Dictamen Nº 38064 de fecha 18 de Agosto de 2006. En este dictamen se establece que debe distinguirse entre la existencia y la disponibilidad de las aguas subterráneas. La existencia, se verifica en el alumbramiento que realiza cada interesado en su captación individual. Por otra parte, la disponibilidad es algo que debe establecer el organismo respectivo de la Administración, mediante los estudios y mecanismos correspondientes.

13.3.1.8. Normativa Ambiental Vigente

Las normas ambientales constituyen un instrumento de gestión ambiental cuyo aporte resulta relevante a la hora de dar cumplimiento y velar por la garantía constitucional de vivir en un ambiente libre de contaminación.

La normativa ambiental vigente, pertinente al presente estudio, y su relación con él, corresponde a:

- **Ley 20.417, modifica la Ley Sobre Bases Generales del Medio Ambiente (Ley 19.300): Crea Ministerio del Medio Ambiente, Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente:** Es el marco legal de protección al medio ambiente que abarca temáticas relacionadas con instrumentos de gestión, normas de calidad y emisión, áreas silvestres protegidas, planes de prevención y descontaminación, entre otros.

- **Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. D.S. 40 de 2012, Ministerio del Medio Ambiente:** Establece las disposiciones por las cuales se regirá el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y la Participación de la Comunidad, de conformidad con los preceptos de la Ley 19.300 Sobre Bases Generales del Medio Ambiente.

- **Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad y Emisión. D.S. 93 de 1995, Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República.** Se sujetarán al reglamento el procedimiento para la dictación de normas de calidad ambiental primarias y secundarias, y el procedimiento y los criterios para la revisión de dichas normas.

- Reglamento que fija el procedimiento y etapas para establecer Planes de Prevención y Descontaminación. D.S. 94 de 1995, Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República.

Las normas de emisión con relación al estudio son:

- Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales. D.S. 90 de 2000, Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República.

- Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Industriales Líquidos a Sistemas de Alcantarillado. D.S. 609 de 2002, Ministerio de Obras Públicas.

- Norma de Emisión de Residuos Líquidos a Aguas Subterráneas. D.S. 46 de 2002, Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República.

13.3.1.9. Convenio 169 Sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes, O.I.T.

El Convenio 169, como se mencionó anteriormente, tiene jerarquía constitucional, pero es presentado al final de esta sección debido a que las normativas anteriores se relacionan con el recurso en si mismo, y el convenio, si bien incorpora temas relacionados con los recursos hídricos, busca abordar temáticas más amplias, respecto a medidas legislativas o administrativas susceptibles a afectar a comunidades indígenas.

Este Convenio entró en vigor en 1991 a nivel mundial, correspondiendo al instrumento jurídico internacional vinculante más completo que se haya realizado en materia de protección a los pueblos indígenas y tribales. Éste fue ratificado por Chile el año 2008 entrando en vigencia el año 2009, hecho que comprometió y compromete al país a "*adecuar la legislación nacional y a desarrollar las acciones pertinentes de acuerdo a las disposiciones contenidas en el Convenio*".

El Convenio se basa en dos postulados:

- "el respeto de las culturas, formas de vida e instituciones tradicionales de los pueblos indígenas", y
- "la consulta y participación efectiva de estos pueblos en las decisiones que les afectan", garantizando el derecho a decidir sus propias prioridades en el proceso de desarrollo, si éstas afectan, por ejemplo las tierras que ocupan.

El texto legal está compuesto de 43 artículos, que abordan diversos aspectos de la vida de los pueblos indígenas (tierras, empleo, actividades económicas, educación, salud, cooperación, entre otras), con grandes implicancias en todos los ámbitos concernientes al desarrollo de la vida de los pueblos indígenas, y con ello, implicancias en el proceso de formulación y aplicación de políticas, instrumentos, programas y proyectos del ámbito público que se desarrollan en territorios donde habitan estos, dejando como aspectos relevantes el derecho a la participación, consulta y consentimiento previo, libre e informado de los pueblos indígenas, consagrados en los artículos 6 y 7 del Convenio.

Los artículos antes mencionados plantean que los pueblos indígenas tienen el derecho a:

- Decidir sus propias prioridades en todo lo relacionado a su proceso de desarrollo, cuando éstas afecten sus vidas, creencias, instituciones y bienestar espiritual y a las tierras que ocupan o utilizan de alguna manera, y
- "controlar, en la medida de lo posible, su propio desarrollo económico, social y cultural".

Es por esto que los gobiernos deben consultar a los pueblos indígenas cada vez que existan medidas administrativas y legislativas que los pudiesen afectar directamente. Dichas consultas deben ser efectuadas con procedimientos apropiados, de

buena fe y acorde a las circunstancias, buscando llegar a acuerdo o lograr consentimientos acerca de las medidas propuestas. Tanto así que la Comisión de Expertos en Aplicación de Convenios y Recomendaciones (CEACR) de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), que supervisa la aplicación del convenio, ha señalado que "*la consulta, en el caso de recursos naturales y proyectos de desarrollo, es un requisito del Convenio que debe integrarse en un proceso participativo más amplio previsto en el artículo 7 del Convenio*".

El convenio también plantea que los pueblos "*deberán participar en la formulación, aplicación y evaluación de los planes y programas de desarrollo nacional y regional susceptibles de afectarles directamente*", siendo por tanto labor del gobierno "*velar por que, siempre que haya lugar, se efectúen estudios, en cooperación con los pueblos interesados, a fin de evaluar la incidencia social, espiritual y cultural y sobre el medio ambiente que las actividades de desarrollo previstas puedan tener sobre esos pueblos*".

En resumen, en el convenio se establecen variados ámbitos de participación, unas de carácter general, otras en la toma de decisiones, en el desarrollo de las Instituciones de los Pueblos Indígenas, en los planes y programas de desarrollo, y por último en la utilización de los recursos naturales. Esto deja un gran desafío para las políticas públicas del país, debiendo generarse un aprendizaje y modificación importante a las formas de participación instauradas en la actualidad, que incorporan a los ciudadanos de manera no vinculante.

13.3.2. Contexto Normativo Internacional

13.3.2.1. Aspectos Generales

Chile ha suscrito una serie de acuerdos y tratados con otras naciones y/u organismos internacionales. Entre ellos se encuentran los tratados comerciales que han incorporado la dimensión ambiental, participando también en iniciativas mundiales y regionales para enfrentar los desafíos ambientales.

De esta forma, con el fin de atraer inversiones, el país ha asumido compromisos relevantes para promover normas estrictas de protección ambiental, hacer cumplir las leyes ambientales con eficacia y no derogar tales leyes, entre los acuerdos más importantes se encuentran:

13.3.2.2. Acuerdos de Libre Comercio

Acuerdo de Cooperación Ambiental Chile-Canadá (1997), acuerdo de libre comercio que incorporó la dimensión ambiental.

Acuerdo de Asociación Chile-Unión Europea (2003), que es un acuerdo económico y político, que incorpora la dimensión ambiental indicando en su articulado fomentar la conservación y el mejoramiento del medio ambiente, prevenir la contaminación y la degradación de los recursos naturales y de los ecosistemas y promover el uso racional de los recursos, en beneficio del desarrollo sustentable.

- Tratado de Libre Comercio entre Chile y Estados Unidos y acuerdo de Cooperación Ambiental– Chile-Centroamérica (1999)

- Chile-México (2000)
- Chile-República de Corea (2004).

13.3.2.3. Cooperación Multilateral

Chile, desde 1990, ha tenido una activa participación en la agenda mundial para el desarrollo sustentable iniciada con la Cumbre de Río y posteriormente la Cumbre del Milenio y en la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, y actualmente es parte de la mayoría de los acuerdos ambientales multilaterales establecidos desde esa fecha. Aun así, hay un número importante de acuerdos que aún no se convierten en legislación y reglamentos para su seguimiento.

- Protocolo de Kyoto (1991)
- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre cambio climático (1992)
- Convenio sobre la diversidad biológica (1992)
- Convention on the conservation of migratory species of wild animals, with appendices as amended (1985, 1988, 1979)
- Convención relativa a los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas (1971): RAMSAR
- Convención para la protección del medio marino y la zona costera del pacífico sudeste (1981)
- Convención para la protección de la flora y fauna y las bellezas escénicas de América (1940)
- Convención de Bonn (1979), sobre conservación de especies migratorias de fauna salvaje

13.3.3. Contexto Internacional No Normativo

13.3.3.1. Ingreso de Chile A la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE)

El año 2010 Chile ingresó a la OCDE, foro en el cual los gobiernos de países democráticos colaboran para abordar los desafíos económicos, sociales y ambientales de la globalización. Previo al ingreso, la OCDE realizó diversos estudios que analizaron y evaluaron el estado del país en aspectos como salud, educación, medio ambiente, entre otros.

En el contexto del análisis se realizó el estudio "Evaluaciones del desempeño ambiental de Chile"[21] realizado por la OCDE en el año 2005. En el informe evalúa el desempeño ambiental, que toma en cuenta el grado de cumplimiento de los objetivos nacionales y los compromisos internacionales, abordando la gestión del aire, del agua, la conservación de la naturaleza y biodiversidad biológica, el desarrollo sustentable y los compromisos internacionales.

Así, el estudio indica que en Chile se "*ha ejercido una considerable presión sobre algunos recursos naturales, sobre todo en los sectores de mayor auge como la minería, la silvicultura y la acuicultura. La situación ambiental de Chile se debe entender en el contexto de su veloz ritmo de desarrollo*".

El estudio agrega que el país posee una brecha relativa a los estándares ambientales de los países de la OCDE, sobre todo en el contexto de los acuerdos de libre comercio y los tratados ambientales multilaterales, para lo cual debe enfrentar los siguientes desafíos:

- Aplicar sus políticas ambientales de forma cabal y eficiente;
- Profundizar en la integración de las consideraciones ambientales en las decisiones económicas, sociales y sectoriales; y
- Fortalecer su cooperación ambiental internacional.

Así, el informe entrega 52 recomendaciones, de las cuales, se considera que 21 son las más atingentes al presente estudio:

1) Desarrollar y fortalecer las instituciones ambientales en los ámbitos nacional y regional.

2) Desarrollar y fortalecer aún más los marcos normativos (normas, entre otros) para mejorar la salud ambiental y cumplir los compromisos internacionales de Chile; examinar formas de fortalecer la capacidad de cumplimiento y fiscalización, incluso mediante reformas institucionales, como por ejemplo el establecimiento de un órgano de inspección ambiental.

3) Desarrollar aún más y fortalecer la planificación territorial: planes comunales e intercomunales, planes de desarrollo urbano regional y planes de manejo de las costas y las cuencas fluviales; monitorear los humedales y asegurar su protección mediante reglamentos e incentivos.

4) Desarrollar un conjunto nacional de indicadores para medir el desempeño ambiental con respecto a objetivos nacionales y a compromisos internacionales.

[21] OCDE. 2005. Evaluaciones del desempeño ambiental de Chile. Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE). Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

5) Continuar invirtiendo en alcantarillado, tratamiento de aguas servidas y otras infraestructuras sanitarias en las áreas urbanas y rurales.

6) Aumentar el tratamiento eficaz de efluentes industriales, y fortalecer las capacidades de inspección y cumplimiento de las normas relacionadas.

7) Reducir los efectos de la agricultura (relacionados con el riego, nutrientes, pesticidas y salinización, entre otros) en la calidad y la cantidad del agua.

8) Desarrollar un enfoque integrado de gestión de cuencas para mejorar el manejo de los recursos hídricos y forestales y para proporcionar servicios ambientales con más eficiencia.

9) Hacer más énfasis en el manejo del agua para la protección de los ecosistemas acuáticos; mejorar la integración de las consideraciones ambientales en el manejo del agua estableciendo un régimen sólido para los caudales ecológicos mínimos y normas biológicas sobre la calidad del agua.

10) Mejorar la base de información y conocimientos sobre el manejo del agua (control de la calidad del agua del medio ambiente, registro de derechos de agua, datos sobre gasto y financiamiento, entre otros).

11) Completar y ejecutar en su totalidad los planes de acción y estrategias de diversidad biológica nacional, y regionales y asignarles los recursos apropiados.

12) Revisar los acuerdos institucionales y legislativos para el manejo de la naturaleza y la diversidad biológica.

13) Desarrollar una visión estratégica de los papeles complementarios de las áreas protegidas estatales y privadas con el fin de lograr una red coherente de áreas núcleo protegidas, zonas de amortiguamiento y corredores ecológicos.

14) Establecer una iniciativa coordinada de los organismos estatales y las instituciones académicas para construir la base de conocimientos científicos (incluida la elaboración de un catálogo de las especies vivas) necesaria para el manejo de la naturaleza.

15) Acelerar el avance hacia el establecimiento de un sistema eficaz de ordenamiento territorial que sea capaz de incorporar los valores de la diversidad biológica.

16) Identificar y usar mecanismos adicionales, incluidos los instrumentos económicos, para crear oportunidades en las políticas de turismo y de naturaleza de beneficio mutuo.

17) Examinar maneras y medios de integrar consideraciones ambientales en los instrumentos y las políticas fiscales.

18) Reducir aún más el impacto ambiental del sector minero (contaminación del aire con SO2 y arsénico, contaminación del agua, sitios y tranques de relaves abandonados, entre otros).

19) Aumentar el aporte financiero del sector minero para apoyar la inversión de largo plazo en capital humano y social y para aplicar el principio "el que contamina paga", conforme a la Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente; contemplar la creación de un mecanismo que permita captar apropiadamente las rentas de recursos asociadas con la explotación de minerales.

20) Continuar mejorando la participación pública en procesos como evaluaciones del impacto ambiental de los proyectos y las evaluaciones ambientales estratégicas de los planes, políticas y programas públicos.

21) Desarrollar una estrategia programada y equilibrada en relación con los temas de cambio climático; fortalecer las políticas de eficiencia en el uso de la energía y de mitigación de los gases de efecto invernadero, incluidas las combinaciones de energías más limpias, y la promoción del uso de mecanismos de desarrollo limpios en el contexto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y el Protocolo de Kyoto.

13.3.3.2. Recomendaciones del Banco Mundial 2011 y 2013

Debido a las presiones de organismos internacionales, el Gobierno de Chile solicitó al Banco Mundial, a través de la DGA, apoyo en la formulación de una Política y Estrategia Nacional de Gestión de Recursos Hídricos, cuyo producto es el "Diagnóstico de la Gestión de los Recursos Hídricos de Chile" (Banco Mundial, 2011).

En el informe del año 2011 se le plantean al Estado una serie de desafíos vinculados a la gestión de recursos hídricos, entre ellos:

- Proteger los derechos de agua de los grupos vulnerables.
- Mejorar la protección de los requerimientos hídricos para los ecosistemas y servicios asociados.
- Mejorar los mercados de agua.
- Mantener la seguridad hidráulica de los derechos de agua.
- Seguir avanzando en el uso efectivo de los derechos de agua.
- Hacer la gestión del agua subterránea más sostenible.
- Profundizar las medidas ya tomadas para asegurar la calidad del agua.
- Mejorar el registro público de los Derechos de Aprovechamiento de Agua.

- Fortalecer la DGA.
- Fortalecer a las organizaciones de usuarios de agua.
- Mejorar los sistemas de información y comunicación.
- Coordinar intra e intersectorialmente.
- Integrar la gestión de cuencas y fomentar la participación de los grupos interesados.
- Mejorar la resolución de conflictos.

Por su parte, el reciente informe del año 2013 se ejecutó en tres etapas:

i. Evaluación rápida del desempeño de la estructura institucional existente para la gestión de los recursos hídricos en Chile.

ii. Revisión de la experiencia internacional referente a la modernización y fortalecimiento de instituciones hídricas en países que puedan aportar experiencias relevantes al caso de Chile.

iii. Identificación de las alternativas de reforma para mejorar el marco institucional chileno para la gestión del agua así como las acciones necesarias para mejorar la capacidad actual de la DGA.

Junto a la propuesta de mejora institucional, en el mediano y largo plazo, el estudio aborda también la necesidad de desarrollar los instrumentos legales y administrativos que permitan efectivamente implementar estas reformas y alcanzar los objetivos de la Estrategia Nacional de Recursos Hídricos.

Como resultado de la evaluación institucional se identificaron un total de 102 funciones que se consideran necesarias para la gestión del agua en Chile. El análisis concluye que estas funciones se desarrollan dentro de un marco institucional complejo en el cual participan 43 actores institucionales. La complejidad de este marco institucional produce muchas veces duplicidades en la ejecución de funciones, vacíos por omisión y problemas de coordinación entre los diferentes organismos. El análisis demuestra que existen varios problemas institucionales vinculados a la baja jerarquía y capacidad de la autoridad del agua para coordinar intervenciones de los distintos actores involucrados, por lo que realizan propuestas de modificación legales y la creación de una nueva institucionalidad. A nivel nacional se evaluó la creación de nuevas instituciones como la Agencia Nacional del Agua o la Subsecretaría de Recursos Hídricos y; a nivel regional o de cuenca, mediante la propuesta de nuevas organizaciones iniciando por las Juntas de Vigilancia (JdV) mejoradas, los Consejos de Recursos Hídricos o las Mesas del Agua mejoradas.

La evaluación de estas alternativas arroja varias conclusiones. Primero, el estudio concluye que es necesario el fortalecimiento de la institucionalidad vigente tanto a nivel nacional como a nivel local mediante las siguientes actividades: (i) mejoramiento de la atención oportuna de solicitudes de terceros, (ii) formulación de un Plan de Financiamiento de Mediano y Largo Plazo para la Gestión de los Recursos Hídricos, (iii)

desarrollo de la capacidad existente de recursos humanos, (iv) fortalecimiento de las OUA, (v) fortalecimiento de la coordinación ínter institucional, (vi) mejoramiento de la fiscalización, (vii) fortalecimiento de los mecanismos y sistemas para generar datos y compartir información, (viii) fortalecimiento del Catastro Público de Aguas (CPA).

Adicionalmente, el análisis realizado concluye que a nivel nacional, la alternativa de reforma que permite dar una mayor jerarquía al tema del agua, permitiendo, mayor neutralidad, independencia y capacidad de ejecución, sería la creación de una Agencia Nacional de Agua. No obstante ello, se concluye que en el contexto de Chile y dada la envergadura de los cambios necesarios, la creación de una Subsecretaría de Recursos Hídricos sería un primer paso para alcanzar estos objetivos. El estudio concluye que sería conveniente albergar esta Subsecretaría en el Ministerio de Obras Públicas y Recursos Hídricos.

Finalmente, el estudio propone preparar un Plan de Desarrollo Institucional de los Recursos Hídricos para ordenar y estructurar las acciones necesarias para la implementación de las medidas propuestas para el mejoramiento del marco institucional vigente. Este Plan de Desarrollo inicia con la mejora del marco institucional actual, logrando la creación de la Secretaría de Recursos Hídricos (en 2016) y, después de una evaluación, alcanzando la implementación de la Agencia Nacional de Agua (en 2019).

13.3.4. Análisis Interinstitucional

13.3.4.1. Introducción

El presente acápite busca entregar un análisis de la coordinación institucional en torno al agua, tanto desde el punto de vista institucional como de sus usuarios. El análisis se divide en 2 puntos principales:

- Interacción entre Instituciones
- Interacción entre Usuarios e Instituciones

Cabe destacar que las relaciones referentes a los eventos extremos, inundaciones y sequías, fueron analizadas en profundidad en el Capítulo 8.

13.3.4.2. Interacción entre Instituciones

En este apartado se presenta información relativa a la interacción con la DGA obtenida desde las entrevistas con diferentes Servicios públicos de la Región Metropolitana y que se relacionan de alguna forma con los recursos hídricos.

a) Interacción DGA-MMA

En el diseño institucional del país, existen dos organismos que tienen competencia en la administración del recurso hídrico, la Dirección General de Aguas y el Ministerio del Medio Ambiente (MMA):

- La Dirección General de Aguas tiene varias funciones relativas a la administración del agua: a) formulación de políticas de los recursos

hídricos; b) planificación de los recursos hídricos; c) monitoreo de los cuerpos de agua y uso de los mismos.

- El Ministerio del Medio Ambiente por su parte, en el marco de las competencias otorgadas por la Ley Nº 20.417 que modificó la Ley 19.300 Sobre Bases Generales del Medio Ambiente, tiene como función la coordinación de las políticas y estrategias definidas por el Gobierno en materia de recursos hídricos. Lo anterior, sin perjuicio de sus funciones en materia de evaluación de impacto ambiental, la coordinación en la generación de normas de calidad ambiental y la proposición de políticas ambientales al Gobierno.

En cuanto a la relación efectiva de la DGA con el Ministerio del Medio Ambiente, específicamente para este estudio la SEREMI de Medio Ambiente de la Región Metropolitana, según lo planteado por los entrevistados, si bien el marco legal vigente indica que una de sus funciones es la supervigilancia de los recursos hídricos, en esta materia las funciones de la SEREMÍA se remiten a dos aspectos principales: la Norma Secundaria de Calidad Ambiental del Río Maipo y al pronunciamiento de los proyectos que ingresan al SEIA para todas las cuencas de la Región.

Los entrevistados señalan que el Ministerio del Medio Ambiente no tiene atribuciones para fiscalizar, esto corresponde a las funciones de la Superintendencia del Medio Ambiente, quienes cuentan con los recursos requeridos para cumplir dicha labor.

b) Interacción DGA-SEA

El Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), encargado del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, cuya gestión se basa en la evaluación ambiental de proyectos ajustada a lo establecido en la norma vigente, fomentando y facilitando la participación ciudadana en la evaluación de los proyectos.

El SEA se encarga de velar por que los permisos sectoriales otorgados por diferentes organismos con competencia se cumplan, entre los cuales se encuentran los permisos entregados por la DGA, quien según los entrevistados participa en la mayoría de los proyectos evaluados en la Región, incluidos los de aguas lluvias.

Aunque el Servicio cuenta con profesionales especialistas en recursos hídricos, cuyas funciones se remiten a coordinar el proceso, la primera opinión respecto a los proyectos siempre será de la DGA, así como el otorgamiento de los permisos sectoriales asociados.

c) Interacción DGA-CNR-DOH

La Comisión Nacional de Riego (CNR), tiene como misión asegurar el aumento y mejoramiento de la superficie regada en Chile, a través de la Política Nacional de Riego, la cual comprende estudios, programas, proyectos y programas de subsidio al riego y drenaje; todo lo anterior con la finalidad de realizar un uso eficiente del recurso hídrico, mejorar la seguridad de riego y con ello ser un aporte al desarrollo de la agricultura nacional, de forma inclusiva, participativa, sustentable y equitativa de los agricultores y organizaciones de regantes.

En este contexto, su relación con la DGA se encontraría determinada por el buen uso de los recursos hídricos y la relación que ambas instituciones tienen con las organizaciones de regantes, en sus diferentes quehaceres.

De la entrevista realizada a los funcionarios de la División de Estudios de la Comisión Nacional de Riego, estos enfatizan la relación establecida con el MOP (DGA y DOH) a través del Consejo de Ministros, encargado de planificar la autorización de la construcción de grandes obras (coordinado por DOH), señalando la fluidez del trabajo conjunto con los organismos del MOP.

Sin embargo en el trabajo directo entre CNR y DGA, plantean que en algún momento existió un convenio con la Unidad de Organizaciones de Usuarios y Eficiencia Hídrica de la DGA para agilizar los tiempos de tramitación con la DGA, tanto para el saneamiento, regularización y perfeccionamiento de derechos de aprovechamiento de aguas, como también para la constitución de organizaciones de usuarios de aguas. No obstante, el trabajo conjunto no tuvo la efectividad esperada y, en definitiva, no se observaron resultados del trabajo en conjunto. El convenio caducó y no se ha retomado el contacto entre las instituciones, sino solamente algunos requerimientos particulares y que se asume por la CNR, que no necesariamente dará pie a un nuevo trabajo permanente.

La descoordinación y superposición entre la DGA y la CNR se denota actualmente en el desconocimiento sobre los estudios e iniciativas que desarrolla cada organismo en la región. En la entrevista realizada a los coordinadores del departamento de estudio de la CNR se evidenció el completo desconocimiento de la existencia del Plan Director de la Cuenca del Río Maipo y de la actual consultoría. A su vez en la DGA incluso se expresó sorpresa por la existencia de una licitación de la CNR para elaborar el Plan Regional para la Gestión del Riego en la Región Metropolitana, en el cual muchas temáticas tienen requisitos idénticos a los del presente estudio.

En definitiva, existe algún grado de incertidumbre respecto al límite de las funciones y la gestión efectiva dual que cumplen DGA y CNR en cuanto al fomento para el saneamiento, regularización y perfeccionamiento de los derechos de aprovechamiento de aguas y la constitución y mejoramiento de organizaciones de usuarios, lo que genera confusión en los usuarios al momento de realizar requerimientos al respecto.

d) Interacción DGA-SISS

Aunque la DGA es responsable de recopilar la información de calidad de agua, no tiene atribuciones para controlar la contaminación, y en esto el rol de la SISS es fundamental en lo referido al control de las descargas de RILes a los diferentes cuerpos de agua, según convenio Superintendencia del Medio Ambiente - SISS. Considerando la necesidad de manejar de forma integrada la información, en el año 2001 DGA y SISS suscribieron un convenio de intercambio de información que permitiría contribuir al conocimiento, divulgación y planificación del desarrollo de los recursos hídricos a nivel nacional.

Sin embargo, en la entrevista realizada a los funcionarios de la SISS, nada se mencionó sobre el convenio con la DGA. La preocupación que manifestaron fue exactamente respecto a la información disponible, particularmente considerando un

escenario de escasez hídrica en el mediano plazo y poniendo como ejemplo la inexistencia de información disponible sobre la recarga del acuífero del Estero Chacabuco.

e) Interacción DGA-Policía de Investigación- Ministerio Público- Poder Judicial

Entre las funciones de la DGA se encuentra la fiscalización del cumplimiento de las disposiciones del Código de Aguas, tanto para aguas superficiales como aguas subterráneas.

Las fiscalizaciones se realizan a través de denuncias de externos o inspecciones directas del Servicio. Las principales infracciones fiscalizadas son: obras no autorizadas en cauces naturales o artificiales, extracciones no autorizadas desde puntos no autorizados y extracciones de agua que puede ser posibles usurpaciones de agua, es decir extracciones de agua sin derechos de aprovechamiento de agua.

Los resultados de los procesos de fiscalización son derivados al Ministerio Público en caso de posible usurpación de agua de acuerdo al Código Penal (Artículo 459) y al Juzgado de Letras en caso que corresponda a faltas al Artículo 173 del Código de Aguas. Estás instancias son las encargadas de definir la sanción.

Es en esta parte del proceso donde se establece la relación de la DGA con el Ministerio Público, a quienes son enviados los antecedentes del proceso de fiscalización (Informe Técnico de Fiscalización). El Ministerio Público puede solicitar antecedentes adicionales. Hay oportunidades donde las denuncias son realizadas directamente al Ministerio Público y en estos casos, la DGA es mandatada para entregar los antecedentes disponibles.

En este punto es donde se involucra la Policía de Investigaciones (PDI), quienes son los encargados de realizar las investigaciones por encargo de la Fiscalía, y la relación de estos con la DGA se basa en la entrega de los informes de fiscalización y antecedentes adicionales que puedan ser solicitados. Por otra parte, la Unidad de Fiscalización ha colaborado con la PDI capacitando a algunos de sus funcionarios en temáticas relativas al recurso hídrico.

En aquellos casos en que la infracción corresponde a una falta al Artículo 173 del Código de Aguas, y se deriva el caso al Juzgado de Letras, quienes son los encargados de sancionar al infractor. El Juzgado exige que exista un denunciante, sin embargo existen casos en que la infracción que se busca sancionar proviene de una inspección directa de la DGA, esta no puede tomar ese rol y por ende el caso queda archivado.

Profesionales de la Unidad de Fiscalización, señalan que el conocimiento sobre temas de aguas es muy dispar entre los diferentes juzgados, lo que se traduce en extensos tiempos de tramitación o en sanciones insuficientes o no siempre son lo esperado por los denunciantes.

Cuando se dictamina una sanción a través de una sentencia, la DGA está facultada para verificar su cumplimiento.

En el segundo Taller Participativo de la Unidad Territorial Cordillera, este fue un tema relevado en la discusión, en donde se planteó la necesidad de fortalecer a la DGA aumentando sus atribuciones como fiscalizador y sancionador de las infracciones al Código de Aguas, evitando así judicializar los procesos. Esto se fundamenta en que la judicialización de los procesos de denuncia puede generar una desigualdad en la resolución de estos conflictos, dado que no todos los usuarios cuentan con acceso a abogados, lo que sumado a los extensos plazos en que estos procesos se desarrollan, desincentivan la denuncia por parte de los usuarios.[22]

13.3.4.3. Interacción entre Usuarios e Instituciones

En este acápite se presenta una síntesis de la información recogida a través de las entrevistas realizadas y de los resultados obtenidos en los talleres, se presentan las relaciones de interacción existente entre instituciones y usuarios respecto de los recursos hídricos.

a) Gobiernos Provinciales

A través de las entrevistas realizadas en los Gobiernos Provinciales pertenecientes al área de estudio del diagnóstico, se buscó entre otros temas, conocer la relación que estos mantienen tanto con la DGA como con otras instituciones.

En el caso de la Gobernación de Chacabuco, esta trabaja de forma permanente con la Intendencia y la DOH, particularmente para avanzar en temas relacionados con los APR de la Provincia (problemas CH-1, CH-8 y CH-11) en lo que se refiere con el déficit de abastecimiento de agua potable en diferentes sectores de la provincia y la necesidad de ampliar la red de APR.

Se debe destacar que específicamente para la comuna de Tiltil se ha designado al SEREMI de Minería como Delegado Regional encargado de temas relativos al agua, contaminación, accesibilidad y empleo, temas que la Gobernación no podía atacar debido a los limitados recursos con que cuenta, tanto técnicos como presupuestarios.

En el caso de la Gobernación del Maipo, señalan que la única función que tienen en relación a los recursos hídricos, corresponde a las labores delegadas por la DGA relativas a la recepción de solicitudes de trámites relacionados con derechos de aguas que van a la DGA como parte de la tramitación de los expedientes. Se reconoce a la DOH y a la DGA como los Servicios más relevantes en materia hídrica, con cuales se tiene relación, particularmente destacan que esta última realizó una capacitación para todas las organizaciones de usuarios de agua en la Provincia.

Aunque se señala que el tema hídrico no es prioridad para la Gobernación, manifiestan que entre las problemáticas relacionadas con los recursos hídricos que enfrentan se encuentra la necesidad de contar con información actualizada a nivel provincial (lo que se relaciona con el problema MA-32) y el abandono en que se encuentran los cauces de los ríos en la provincia lo que trae una serie de problemas

[22]Taller realizado el 20 de abril, en la comuna de Puente Alto.

asociados como por ejemplo la extracción ilegal de áridos y la población flotante asociada a esta labor, la proliferación de basurales, etc. Esto además, lo asocian a que los municipios no están cumpliendo con sus funciones. Para temas de fiscalización de problemas ambientales, lo solicitan al Ministerio del Medio Ambiente, y en casos extremos ha colaborado también Carabineros de Chile.

Respecto a los usuarios, en la Gobernación se relacionan principalmente con la Asociación de Canales de Maipo y los APR, a quienes se les entrega orientación legal para la presentación de solicitudes a la DGA.

La Gobernación de Melipilla, destaca la relación que tiene con organismos como CIREN, INDAP, INDAP-PRODEMU y CORFO, quienes han realizado estudios y proyectos sobre acumulación de aguas para riego, beneficiando a pequeños agricultores. Además destacan el trabajo que desarrollan en conjunto con el GORE en torno a los APR.

Específicamente en la comuna de Alhué, se manifiesta que la fiscalización de la DGA en la zona es insuficiente, especialmente por la extracción ilegal de aguas que ocurre en el sector del Asiento y la Hacienda Alhué. Esto se ve reflejado además en el problema AL-2 de los talleres participativos, en donde se critica la falta de fiscalización sobre obras no autorizadas y que la respuesta del Servicio, en ocasiones, es muy lenta, dificultando la solución del problema.

Destacan la formación de una nueva organización, la Asociación de Municipios Centro y Costa (16 municipios aproximadamente, pertenecientes a las Regiones de Valparaíso, Metropolitana y O'Higgins), para abordar los problemas de contaminación del tranque de relave ubicado en el sector de Loncha.

En el caso de la Gobernación de Talagante, manifiestan tener una relación permanente con la DOH (en conjunto con los municipios) para poder solucionar los temas de agua potable y en las ocasiones en que por crecidas de los ríos se deben construir defensas fluviales.

En épocas de emergencia hídrica, han contado con el apoyo de INDAP. En estos casos los recursos provienen de los Servicios públicos y la Gobernación coordina a quienes requieren de estos fondos del Estado.

Existe una confusión en lo relativo a los temas de extracción de áridos, puesto que se desconoce sobre quien recae la responsabilidad, si sobre la DOH que indica la factibilidad técnica o sobre los Municipios que otorgan los permisos. La necesidad de aclarar esta confusión busca identificar al responsable de la falta de fiscalización sobre esta actividad, que tal como se plantea en el problema TG-16, existe escaso control sobre la actividad que genera cambios en el curso del agua dificultando la distribución de las aguas.

En general, los entrevistados de las diferentes organizaciones plantean problemas considerando su relación con las instituciones Regionales, pero no plantean los problemas que ellos tienen con sus propios "usuarios", las personas que habitan sus territorios ni consideran los problemas que estos tienen directamente con otros organismos públicos.

Una temática recurrente y planteada como transversal en las instancias participativas, es la excesiva burocracia en la administración del Estado que dificulta la gestión del recurso hídrico, la solución de problemas sociales (asociados a la necesidad de ampliación de los APR, el incremento de inversiones en agricultura y agua potable) y la declaración de emergencias hídricas a nivel Provincial (problemas CH-16, CH-17) que va de la mano con la escasa voluntad política para reformar el Código de Aguas, que debiese traducirse en una distribución más justa del recurso hídrico.

Otra problemática que genera disconformidad de las personas con sus gobiernos locales y las instituciones del estado, corresponde a la deficiente regulación del desarrollo inmobiliario y de sus efectos sobre el recurso hídrico en zonas de escasez, por la falta de fiscalización en cuanto a las fuentes de abastecimiento de agua que tendrán los nuevos conjuntos inmobiliarios y parcelas de agrado, ubicados en zonas en que actualmente existe serias dificultades de abastecimiento (problemas ME-21, CH-18, y ME-11). Esta problemática además fue reconocida por de los funcionarios de la DGA RM, quienes manifestaron preocupación por la nula consideración del recurso hídrico en el planeamiento urbano por parte del MINVU y los municipios, planteándose como caso emblemático de aquello las subdivisiones prediales realizadas en comunas rurales, situación avalada por las Direcciones de Obras Municipales y que conlleva la construcción de múltiples pozos en parcelas de agrado.[23]

A nivel de Gobiernos locales no se hace mención del rol fiscalizador de la DGA, pero sin embargo los habitantes de los diferentes territorios del área de estudio manifiestan la insuficiente fiscalización que existe sobre el uso del agua, la proliferación de pozos ilegales o que las cantidades extraídas se ajusten a derecho (Problemas CH-19, MA-8, AL-2, YL-6, ME-3, CD-5). Junto con esto además se plantea lo engorroso del proceso de denuncia y la lentitud de respuesta por parte de la DGA, además de la poca efectividad que aprecian los denunciantes.

Ante esta sensación ciudadana, desde la DGA RM se plantea que las fiscalizaciones se realizan en todos aquellos casos en los que existen las denuncias correspondientes, es decir, es la falta de denuncias y no la falta de fiscalización lo que atenta contra un mayor control respecto a las irregularidades relacionadas al recurso hídrico. La comunidad desconoce el procedimiento y las atribuciones reales de la DGA, que le impiden efectuar sanciones efectivas de forma directa frente a las irregularidades en el uso del agua, sin necesidad de la participación de otras instituciones.[24]

Existe una necesidad de mayor información a la población y de diagnósticos comunales de recursos hídricos (Problemas CH-21, MA-32, TG-3, ME-9, ST-14), planteando la necesidad de actualizar las bases de datos con que trabajan las instituciones (por ejemplo la base de APR de la DOH), la falta de sistematización de la información relativa a los recursos hídricos de la Región y la dificultad de acceso a los mismos, la necesidad de clarificación y entrega de antecedentes a los usuarios del estado actual de los recursos hídricos en los respectivos territorios y la necesidad de realizar talleres locales para levantar necesidades específicas. Estas problemáticas fueron reafirmadas por los participantes de la segunda ronda de Talleres Participativos de las

[23]Reunión Técnica Ampliada DGA RM, 25 de marzo de 2015.
[24]Ibid. 22

Unidades Territoriales de Alhué, Yali, Cordillera, Chacabuco y Talagante, quienes plantean la urgencia de mejorar los canales de comunicación entre las instituciones y la DGA, que las vías para entregar la información a los usuarios consideren las particularidades locales (por ejemplo, no todos los sectores disponen de acceso a internet) y esto asociado a la capacitación necesaria para una mejor comprensión de la información y las problemáticas asociadas a los recursos hídricos en cada zona.[25]

b) Organizaciones de Usuarios de Agua

Según el Diagnóstico denominado "Situación actual de las Organizaciones de Usuarios de Aguas a Nivel Nacional", existen diferentes cualidades de la institucionalidad existente en torno a la administración de los recursos hídricos en Chile. No obstante, se reconoce que existen problemas detectados respecto a *"superposición y duplicidad en las labores de policía y vigilancia relativas al tema del control de la contaminación* […]. *Así también, cabe señalar que en el sector público la aplicación de facultades existentes no es completa por falta de recursos u otras limitaciones (duplicidad, capacidad técnica, etc.)"*.

Lo anterior, coincide con afirmaciones realizadas por diversas organizaciones de usuarios de aguas y consultores en diversos talleres subnacionales y encuentros nacionales. Esto se constata en los estudios denominados "Elaboración de una Metodología de Capacitación y Organización de Comunidades de Aguas" (CNR, 2003); "Desarrollo Territorial" (CNR, 2005) y "Gestión Integrada de Recursos Hídricos" (CNR, 2005). Además, se verifican en las conclusiones del "Encuentro Nacional de Organizaciones de Usuarios de Aguas organizado por el MOP y MINAGRI el año 2004.

Las problemáticas detectadas por los diversos actores se pueden resumir en las siguientes:

- A nivel de gestión interna, diversos diagnósticos realizados por Programas de la CNR indican que el nivel de desarrollo de habilidades de las organizaciones de usuarios de aguas es bajo, entre las cuales se encuentran dificultades de gestión interna (morosidad, desactualización de registros, inadecuado mantenimiento de obras, entre otros)

- Los instrumentos de fomento provenientes de diversas instituciones del Estado, son poco conocidos y generalmente no son articulados en forma integral para resolver problemáticas de gestión de recursos hídricos, por parte de los Servicios públicos y las organizaciones de usuarios.

- Existe desconocimiento acabado de la institucionalidad existente, y sus atribuciones, para gestionar los recursos hídricos. Normalmente, sólo se hace referencia preferentemente a servicios ligados al MOP, sin observar la diversidad de instituciones públicas y privadas que influyen directa e indirectamente con la gestión integral del agua en la cuenca.

[25]Reuniones realizadas entre los días 14 y 22 de abril de 2015.

- Las organizaciones de usuarios de aguas no observan a todas las instituciones relacionadas a la gestión de los recursos hídricos, esto puede provenir de desconocimiento o malas experiencias históricas

- Falta profundizar los conocimientos que poseen diferentes actores públicos respecto a la planificación estratégica del recurso agua.

- Existe desinformación sobre las reales capacidades de articulación pública del instrumento denominado "Plan Director", y confusión con otras instancias de gestión tales como Mesa del Agua, Comisiones Regionales, entre otros.

- Salvo casos puntuales, los actores privados no conocen en detalle los planes de intervención territorial en distintas áreas de los recursos naturales.

- Muestran directa relación con instituciones de fomento a la infraestructura y asignación de derechos de aguas.

- Las organizaciones de usuarios por lo general no señalan vinculación con instituciones del ámbito judicial y ambiental.

- Las vinculaciones/interacciones, de existir, son no formales, por lo tanto el acoplamiento estructural con otras instituciones es incipiente y muy precario, lo que implica una pérdida de oportunidades disponibles para mejorar la gestión.

En el contexto de los procesos participativos del presente estudio, dada la gran cantidad de organizaciones existentes, las entrevistas fueron realizadas a las Juntas de Vigilancia (conformadas y de hecho). Se debe señalar que la Junta de Vigilancia de la 1ª Sección del Río Maipo, no respondió positivamente a la solicitud de entrevista, por lo cual solamente se sostuvo comunicación con los regantes de la 3ª y 4ª[26] Sección, además de la 5ª Sección del Río Mapocho.

Para las Organizaciones de Usuarios del Agua, la DGA es la institución con la que existe una mayor relación, siendo esta quien tiene entre sus potestades supervigilar el funcionamiento de las organizaciones de regantes y en ausencia de estas debe impedir la extracción ilegal de las aguas (sin derechos o por cantidades superiores a las otorgadas) de los cauces naturales de uso público.

Sin embargo, la Junta de Vigilancia de la 5ª Sección del Río Mapocho manifiesta que hay problemas de comunicación, no sólo con la DGA sino que con todos los Servicios que pueden tomar alguna decisión que incida en el recurso hídrico, ya que no consultan ni informan a los regantes previamente.

[26]La 4ª Sección corresponde a una organización de hecho, reconocida por la 3ª Sección a través de lo declarado por sus dirigentes en la entrevista realizada el 25 de noviembre de 2014. En dicha entrevista se indica que la 4ª Sección depende de la 3ª, funcionan de manera diferente y se organizan de manera independiente.

Por otra parte, plantean que las extracciones de áridos son un problema que afecta directamente a los regantes, dejando bocatomas colgadas por el cambio del curso del río, lo que implica tener que hacer modificaciones de estas o elevar el agua incrementando para ellos los costos de operación. Plantean que el MOP las autoriza, sin pensar en los efectos de este "gran negocio", ya que los áridos son básicamente gratis para quien consigue la autorización. Esto se relaciona directamente con los problemas MA-24, TG-16, ST-10 y CD-12 y pone de manifiesto que el problema de la extracción de áridos, sus efectos sobre el cauce y las obras, además de la falta de fiscalización sobre las cantidades extraídas son un problema transversal de la región y no sólo afectan a los regantes del Mapocho.

La 3ª y 4ª Sección, no se encuentran legalmente constituidas (señalan que una depende de la otra), y sus principales conflictos al respecto se han dado con la DGA y CNR, específicamente porque no existe acuerdo sobre los límites de administración. La CNR realizó el año pasado la licitación de un estudio que buscaba constituir la Junta de vigilancia, sin embargo los regantes no estaban de acuerdo con los límites establecidos llegando inclusive a la judicialización del tema. El entrampamiento de la constitución de la Junta de Vigilancia, trae numerosos problemas para los regantes, que quedaron de manifiesto en el Taller participativo asociado al código ME-13, que plantea que la no aprobación de la Junta de Vigilancia en la 3ª sección del Río Maipo limita las posibilidades de organización de los distintos usuarios de aguas del sector, dificultando también su eventual acceso a recursos públicos. En estos temas, la 4ª sección se ha mantenido casi al margen, teniendo muy poco contacto con la DGA y referido específicamente a temas del seccionamiento.

El tema de la contaminación es otra arista que preocupa a los regantes, especialmente los conflictos que han tenido en el Río Maipo con las descargas de aguas servidas, plantean que las plantas de tratamiento municipales no sirven y descargan aguas sucias a los canales, lo que afecta directamente a la producción agrícola. Esto se ve reflejado en los problemas MA-30 y ST-36, en el cual específicamente los participantes en los talleres señalan los problemas con plantas de tratamiento (La Farfana y Mapocho[27]) que no operan de acuerdo al proyecto evaluado por el SEIA, descargando al canal de Huechún aguas, y que no cumplen con los parámetros establecidos en la NCh 1.333.

c) Organizaciones No Gubernamentales y Ciudadanas

La Coordinadora Ciudadana Ríos del Maipo, nace a raíz de la preocupación en torno al Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo (PHAM) y está conformada por un equipo técnico, de fiscalización y de comunicaciones. En general, los miembros se organizan en asambleas periódicas.

Es precisamente a través de su equipo de fiscalización que se relacionan con la Superintendencia de Medio Ambiente, mediante la realización de denuncias con el fin de lograr abrir un proceso sancionatorio contra el PHAM.

[27] Se hace notar que se reproduce lo indicado en los talleres.

Esta organización se relaciona principalmente con otras ONG ambientales y organizaciones de la sociedad civil. Además indican tener una buena relación con la Gobernación, que ha permitido el desarrollo de marchas y manifestaciones.

Una de las principales preocupaciones por parte de esta organización, coincide con lo planteado por los usuarios en el taller, y corresponde a la Futura afectación al turismo por la modificación de caudal del Río Maipo por ejecución del Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo (problema ST-20), puesto que la modificación del caudal proyectado en dicho proyecto, afectará a los prestadores de servicios de turismo aventura y al destino turístico en general.

d) Sector Privado

Las Empresas Sanitarias son el principal actor privado relacionado con los recursos hídricos, y para la Región Metropolitana la empresa de mayor importancia es Aguas Andinas, que abastece a un alto porcentaje de la población.

Respecto de las relaciones que establece Aguas Andinas con la institucionalidad pública, en primer lugar se señala a la DGA, con quienes no solo se relacionan como un usuario de aguas, sino que han tenido acercamientos para conocer la problemática de los glaciares y trabajando en forma conjunta en mediciones de altura. Sin embargo, señalan que se requieren modelos más exactos para dimensionar la situación actual.

Por otra parte, como relación entre usuarios, Aguas Andinas manifiesta realizar una gestión integrada de los recursos hídricos a través del convenio de arriendo de aguas con la Sociedad Canal del Maipo, sobre el uso del agua del Embalse El Yeso. De no existir este acuerdo, las aguas de dicho embalse estarían en un nivel crítico.

Actualmente, se está realizando un diagnóstico del Modelo de Aguas Subterráneas de la DGA del año 2000. El objetivo es actualizar el modelo. Esta iniciativa se inscribe en el planteamiento de la gestión integrada, porque se está realizando un modelo común con la Sociedad Canal del Maipo y la DGA para avanzar en un modelo actualizado que permita planificar el recurso, a través del conocimiento de zonas aptas para infiltrar. Se realizarán algunos estudios básicos que son de utilidad para la DGA.

Otra empresa abastecedora de agua potable es el Servicio Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Maipú (SMAPA), la que se relaciona directamente con Aguas Andinas ya que usa sus plantas de tratamiento.

Ambas empresas se relacionan directamente además con la SISS (procesos tarifarios y planes de desarrollo), DGA (como usuarios de derechos de aprovechamiento de aguas), con la Seremi de Salud (cumplimiento de parámetros para el agua potable) y con el MMA (Riles).

En el escenario de las organizaciones privadas, el Consejo de Producción Limpia (CPL), organismo dependiente de CORFO y que se autodefine como "una instancia de diálogo y acción conjunta entre el sector público, la empresa y sus trabajadores, con el fin de difundir y establecer un enfoque de la gestión ambiental que coloca el acento en la prevención de la contaminación, más que en su control final".

El CPL aparece en el escenario de la gestión de los recursos hídricos, como articulador de una serie de Acuerdos Voluntarios para la gestión de Cuencas. Frente a esto, señalan como una oportunidad poder complementar los Acuerdos Voluntarios con los Planes Directores de la DGA, ya que estos no establecen compromisos.

13.4. FASE 3: NIVEL COMBINADO

13.4.1. Análisis de Limitantes del Sistema

13.4.1.1. Desconocimiento Sobre el Estado de Los Recursos Hídricos

En general, los vacíos en investigación, tanto en aguas superficiales como subterráneas, la variabilidad climática que ha modificado los patrones ambientales que caracterizaban la región, la entrega de derechos (superficiales y subterráneos), la falta de base de datos fiables que permitan un mayor análisis, y la calidad del recurso, generan un desconocimiento del estado actual de los recursos hídricos en la región.

Esto es confirmado, por ejemplo, en la entrevistas al Jefe de la Unidad de Administración de Recursos Hídricos[28]. En relación a la ausencia de balances hídricos a nivel de cuenca y también a escala local, en la DOH y la DGA se indica que en general se maneja información parcial, tanto de caudales como de constitución de derechos de aprovechamiento de aguas, lo que es aún más crítico en el caso de las extracciones de fuentes subterráneas. Bajo este escenario resulta muy difícil tener una visión certera del de la magnitud del uso del agua, la eficiencia relacionada y en definitiva del estado de este recurso en la región y en los distintos territorios que la conforman.[29]

Otro tema de importancia es el desconocimiento sobre los requerimientos hídricos de los ecosistemas. Sin estos antecedentes no es posible tomar decisiones tendientes a proteger las zonas que sustentan ambientalmente el territorio. No obstante, cabe destacar que, a diferencia de lo expresado en el Estudio DGA, 2008 (PYP-01), hoy en día si es un tema de discusión y gestión, tanto así que se ha acordado una metodología para la determinación del caudal ecológico entre la DGA y el Ministerio del Medio Ambiente, que si bien no tiene el consenso en todos los actores del sector público y académico, ya pone el tema en la agenda pública.

Todo lo anteriormente expuesto toma una seriedad importante, reconocida incluso por el Banco Mundial (2011) que indica "*Determinar la disponibilidad de agua, los efectos sobre terceros y el medio ambiente, tener en cuenta las interacciones entre aguas superficiales y subterráneas, son tareas que difícilmente se logran en el actual escenario, por la complejidad del tema, la falta de información confiable sobre los recursos hídricos y los usuarios de agua, y el desconocimiento de las interrelaciones entre agua superficial y subterránea*".

Se suman las conclusiones de la OCDE (2005), que sugieren "*mejorar la base de información y conocimientos sobre el manejo del agua (control de la calidad del agua*

[28]Ibid. 7

[29]Información ratificada en la Reunión Técnica Ampliada, del 25 de marzo de 2015 en las oficinas de la DGA Metropolitana. Santiago.

del medio ambiente, registro de derechos de agua, datos sobre gasto y financiamiento, entre otros)".

En los talleres de participación ciudadana la deficiencia de información es presentada desde dos ámbitos. El primero se relaciona con la existencia y calidad de los datos existentes (problemas AL-6, YL-11, TG-4, ST-20, ST-33, CD-8), por lo que se desconfía de su veracidad e impide un uso amplio técnico (estadístico) y político (toma de decisiones). Por otra parte se denuncia la dificultad para acceder a información útil para la gestión privada del agua, principalmente de los caudales y derechos de aprovechamiento de aguas disponibles, además de la carencia de instancia para su difusión (problemas MA-32, ME-9, TG-3, ST-14, CH-21). Estos planteamientos fueron reafirmados en la segunda ronda de Talleres Participativos.

Finalmente, esta limitante es ampliamente compartida en los distintos actores entrevistados, ya sean del sector público (DGA, DOH, DIRPLAN, SMA, CNR, SAG, Gobernaciones y Municipios) y Privados (Aguas Andinas, Juntas de Vigilancia y Confederación de Canalistas de Chile).

Entre los que más se refieren a este tema, la DGA, a través de la Dirección Regional Metropolitana[30], destaca la inexistencia de información totalmente fiable sobre la capacidad y los niveles de explotación de los acuíferos de la región y la imposibilidad de dimensionar el efecto que genera el uso para riego de pozos inicialmente destinados al consumo humano, especialmente en sectores de parcelación habitacional en las provincias del Maipo, Talagante, Santiago y Chacabuco. Además se reconoce la desactualización y falencias del catastro público de aguas, el que solo es utilizado como mecanismo de registro, en desmedro de su potencial como herramienta para la estimación de la disponibilidad legal de recursos hídricos.

Por su parte, en la entrevista realizada a la DOH Región Metropolitana[31], el énfasis está puesto en la incertidumbre del estado específico de las obras de riego (pérdidas, estado de conservación y distribución en conformidad a los derechos de aguas) y la cantidad de extracciones de agua potable rural (APR), lo que limita su actuar para determinar las prioridades de inversión.

13.4.1.2. Deficiencias Legales e Institucionales

Las críticas a la normativa vigente en recursos hídricos, especialmente el Código de Aguas, y a los problemas institucionales son temas recurrentes durante todo el proceso de participación ciudadana, los cuales se respaldan con la información que emana de diversos estudios desarrollados en esta temática, emitidos tanto por organismos nacionales como internacionales.

Si bien en términos normativos se han observado avances importantes en las últimas dos décadas, aún existen temas que generan grandes problemas, principalmente

[30]Ibid. 4
[31]Realizada al Director Regional, Luis Muñoz, y a los jefes de las unidades de riego, aguas lluvias, APR y cauces y drenaje de esa Dirección. 18 de Noviembre de 2014, en las oficinas de la DOH Región Metropolitana. Santiago.

a comunidades o grupos más vulnerables. Un ejemplo son las fallas que posee el mercado de agua, los artículos transitorios del Código de Aguas, su falta de reglamento, la disociación importante que existe entre normativas, como es el caso del Código de Aguas o los mecanismos de participación ciudadana existentes en el país.

El Código de Aguas, al ser de carácter nacional, no recoge las particularidades locales, además, la inexistencia de un reglamento general de aguas o de varios reglamentos focalizados por área, según el Banco Mundial (2011), provocan mayores grados de conflictividad.

En este contexto, los usuarios participantes de la segunda ronda de Talleres (en todas las Unidades Territoriales), manifiestan la urgencia de modificar el Código de Aguas puesto que este ha generado una inequidad en la distribución del recurso, la mercantilización del agua, falta de priorización respecto a usos, las malas prácticas de grandes usuarios o empresas, judicialización para la resolución de conflictos, insuficientes atribuciones de institucionalidad (DGA) en cuanto a planificación y fiscalización, permisividad respecto a confección de pozos (se plantea que se regula la extracción ilegal de aguas, pero no la confección). Por otra parte manifiestan que el Código de Aguas entrega la gestión de los recursos hídricos a los privados, sean particulares u organizaciones de usuarios de aguas minimizando el rol del Estado y además no se basa en una visión de cuenca hidrográfica lo que dificulta la gestión del recurso.[32]

Entre los temas normativo-institucionales se encuentra, por ejemplo, el sobre-otorgamiento de los Derechos de Aprovechamiento de Agua consuntivos, a nivel nacional, la monopolización de derechos por parte de las empresas mineras en el norte del país, la escaza fiscalización, el mínimo control de pozos, las limitadas posibilidades de otorgar caudal ecológico.

En términos institucionales el tema que predomina es la falta de fiscalización y las bajas posibilidades de cumplir sus funciones institucionales a cabalidad, que es producto de una serie de variables, entre ellas, la falta de recursos humanos a nivel regional, que permita afrontar las denuncias y los temas propios de su función. Esto, ya sea por decisión política nacional, por falta de conocimiento o de recursos económicos, ha impactado negativamente sobre el rol institucional, repercutiendo en la legitimidad de las instituciones públicas, principalmente de la DGA, institución que la comunidad considera como poco confiable. Frente a esto, en la segunda ronda de talleres, los participantes indicaron la necesidad urgente de mejorar tanto las atribuciones en fiscalización, como el proceso (que no sea sólo en respuesta a denuncias) y aumentar los recursos humanos, técnicos y financieros que se destinan para esta labor de la DGA.

Un reflejo de esta situación es lo que ocurre con la inspección de extracciones ilegales, en donde además se suma la falta de atribuciones para poder acceder a los predios sin una orden judicial, a diferencia de otros Servicios como el SAG.

Tema similar sucede con el seguimiento de las Resoluciones de Calificación Ambiental (RCA), en los que se necesita en forma urgente aumentar el seguimiento y

[32]Talleres realizados entre el 14 y el 22 de abril de 2015, en las 8 Unidades Territoriales.

fiscalización, o por lo menos completar el registro de ello en el sistema electrónico disponible[33].

Como se mencionó en la sección sobre análisis de componentes, son tan palpables los problemas institucionales, que se reflejan rápidamente al revisar el número de profesionales con que cuentan todas las regiones, siendo reconocidos incluso por el Banco Mundial en el año 2011 y 2013.

13.4.1.3. Limitada Coordinación Intra-Intersectorial

Las instituciones públicas que cumplen un rol en el tema de los recursos hídricos son variadas, por lo cual en muchas ocasiones se superponen o asocian diversas funciones, principalmente en temas como la fiscalización y control de la calidad del recurso y el fomento.

Una limitada coordinación genera, por lo tanto, la imposibilidad de establecer sinergias de trabajo que disminuyan los vacíos, duplicidades o interferencias en la gestión.

Entre las instituciones analizadas, todas muestran un avance en la coordinación con otras instituciones, permitiendo generar convenios en temas de interés. Aun con este contexto, falta por avanzar, principalmente en algunas instituciones, como la SISS, la cual no reconoce una relación muy fluida con otras instituciones del Estado, indicando que las relaciones actualmente existentes son puntuales.

En relación a otro tipo de organizaciones, se observa que las organizaciones no señalan vinculación con instituciones del ámbito judicial y ambiental, teniendo interacciones no formales, limitando el acoplamiento estructural, implicando una pérdida de oportunidades disponibles para mejorar la gestión.

Además el desconocimiento y las malas experiencias históricas han generado que las organizaciones de usuarios de aguas y la comunidad no conozcan a todas las instituciones relacionadas a la gestión de los recursos hídricos o exista confusión sobre el rol que cada institución cumple en el tema.

Como una evidencia importante de la descoordinación interinstitucional aparece el tema de otorgamiento de derechos de agua en la Región, que según plantean los funcionarios de la DGA, por parte de esta no han sido entregados más de los que señalan sus balances, sin embargo dadas las múltiples instituciones relacionadas con la entrega de derechos, manifiestan la posibilidad de un sobreotorgamiento de derechos, puesto que se desconocen los caudales entregados por el SAG o el Poder Judicial. Sin embargo, la DGA RM señala que no tiene claridad de los niveles de los acuíferos ni cuenta con estadísticas fiables que les permitan comprobar el supuesto otorgamiento excesivo de derechos. Ante esta situación, plantean la urgencia de poder resolver estos

[33]Reunión Técnica Ampliada, 25 de Marzo de 2015, en Oficinas de la DGA Metropolitana, Santiago.

vacíos de información en el corto plazo y establecer si SAG y el Poder Judicial podrán seguir otorgando derechos.[34]

Finalmente, es necesario mencionar que, a juicio de los participantes de los talleres, la descoordinación entre las instituciones es grave debido a sus repercusiones en la planificación territorial y en temas prácticos como, por ejemplo, las autorizaciones a los nuevos conjuntos habitacionales en sectores rurales que no consideran la disponibilidad de abastecimiento de agua potable, ni tampoco la evacuación de las aguas lluvias, afectando directamente con esto a otros usuarios.[35]

13.4.1.4. Limitados Mecanismos de Comunicación y Sistemas de Información

En general los mecanismos de comunicación y generación, traspaso y uso de la información son limitados. Por ejemplo, entre el Estado y las comunidades la relación es principalmente subsidiaria, entre las empresas privadas y los agricultores, la relación es principalmente de conflicto y compensación.

Además existe un desconocimiento sobre el abanico de proyectos del Estado, limitando las relaciones necesarias. Así se reconoce en la "Elaboración de una Metodología de Capacitación y Organización de Comunidades de Aguas" (CNR, 2003); "Desarrollo Territorial" (CNR, 2005) y "Gestión Integrada de Recursos Hídricos" (CNR, 2005). Además, se verifican en las conclusiones del "Encuentro Nacional de Organizaciones de Usuarios de Aguas organizado por el MOP y MINAGRI el año 2004.

- Las organizaciones de usuario muestran directa relación con instituciones de fomento a la infraestructura y asignación de derechos de aguas.

- Los instrumentos de fomento provenientes de diversas instituciones del Estado, son poco conocidos y generalmente no son articulados en forma integral para resolver problemáticas de gestión de recursos hídricos, por parte de los Servicios públicos y las organizaciones de usuarios.

- Existe desconocimiento acabado de la institucionalidad existente, y sus atribuciones, para gestionar los recursos hídricos. Normalmente, sólo se hace referencia preferentemente a servicios ligados al MOP, sin observar la diversidad de instituciones públicas y privadas que influyen directa e indirectamente con la gestión integral del agua en la cuenca.

- Falta profundizar los conocimientos que poseen diferentes actores públicos respecto a la planificación estratégica del recurso agua.

- Salvo casos puntuales, los actores privados no conocen en detalle los planes de intervención territorial.

En lo que respecta a la evaluación de la disponibilidad de los Recursos Hídricos, la comunidad no comprende, no tiene acceso o simplemente desconocen los

[34]Ibid. 6
[35]Ibid. 30

estudios técnicos que realiza la DGA, que finalmente son los que se usan para seguir otorgando derechos, o bien declarar las cuencas agotadas.

Los mecanismos de comunicación, a juicio de los usuarios, son insuficientes tanto en cantidad y tipo de información, como en la forma de accedo a ella. Por otra parte.

13.4.2. Análisis de Facilitadores del Sistema

13.4.2.1. Presión y Sugerencia de Organismos Internacionales

La presión y sugerencias de organismos internacionales han sido fundamentales para que el Gobierno de Chile comience a tomar medidas sobre la gestión de recursos hídricos.

Desde 1990 el país comenzó una activa participación en la agenda mundial, suscribiendo una serie de acuerdos de libre comercio, que poseen una componente ambiental, y gran parte de los acuerdos ambientales multilaterales. Además, ha intentado ser parte de la organización de países a través de, por ejemplo, su incorporación a la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE).

De esta forma, con la finalidad, por un lado, de atraer inversiones, y por otro, de estar en sintonía con la agenda internacional, el país ha asumido compromisos relevantes para promover normas estrictas de protección ambiental.

Estos acuerdos, tratados y pertenencia a organizaciones supranacionales, han generado una presión importante para el cumplimiento de los acuerdos y mejora de la institucionalidad ambiental del país.

Si se observan, por ejemplo, las sugerencias emanadas de las "Evaluaciones del desempeño ambiental de Chile", realizada por la OCDE en 1995, se explican, por ejemplo, la modificación a la Ley de Bases Generales de Medio ambiente, al indicar "*el establecimiento de un órgano de inspección ambiental*", o el desarrollo de este mismo Plan, al indicarse en el informe "*Desarrollar un enfoque integrado de gestión de cuencas para mejorar el manejo de los recursos hídricos*", lo que comienza a concretarse con la solicitud que el país hace al Banco Mundial, para que este organismo lo apoye en a Chile en la formulación de una política y estrategia nacional de Gestión de Recursos Hídricos.

En definitiva, los cambios legislativos actuales, como la creación de instrumentos y políticas públicas tendientes a mejorar la gestión de los recursos hídricos, difícilmente hubiesen sido posible si no existieran los compromisos internacionales que Chile ha suscrito. Estos son los mismos que constantemente entran en contradicción con otras políticas del Estado, como es el caso de, por ejemplo, el desarrollo urbano del país, mostrando una dicotomía importante entre lo que el compromiso adquirido internacionalmente por el país presiona para el mejoramiento ambiental, y otras políticas de estado, de carácter netamente económico.

Más aún, pensando en el desarrollo futuro de corto, mediano y largo plazo, las últimas recomendaciones realizadas por el Banco Mundial en los años 2011 y 2013, en un trabajo con permanente participación de la DGA, abre una ventana importante de oportunidades para el mejoramiento de la institucionalidad y consecuentemente de la

gestión pública. El hecho de que la DGA sea promotora de estos cambios deja atrás algunas de las barreras que se habían presentado con anteriores propuestas, provenientes principalmente desde el mundo de la sociedad civil, y facilita la puesta en agenda y una discusión más inmediata a nivel del poder ejecutivo (reglamentos y medidas administrativas) y legislativo (cambios normativos).

13.4.2.2. Acuerdo Sobre Gestión Integrada y Aporte del Desarrollo de un Plan de Gestión Integral de Recursos hídricos

Si bien las formas y medios para llegar a ella no poseen un acuerdo común, sí existe un consenso en la necesidad de generar cambios y mejoramientos en la gestión de recursos hacia una visión más integral del uso del recurso dentro del territorio. Lo anterior se ha reflejado no solo en cada una de las entrevistas desarrolladas y manifestada por los participantes de los diferentes talleres de participación ciudadana (problemas MA-26, MA-33, YL-10, ME-12, TG-1, ST-9, ST-10, ST-12, St-24, CD-6, CD-7, CD-10, CH-17), sino que también plasmada en diversos estudios y análisis internacionales, como se mostró en la sección anterior.

En este sentido, la proposición de este Diagnóstico del Plan Maestro para la gestión de los Recursos Hídricos de la Región Metropolitana adquiere gran importancia, ya que luego del Plan Director (DGA 2008, PYP-01) es la continuación y actualización de una iniciativa para dar respuesta a la necesidad de realizar una gestión de recursos hídricos que considere todos los aspectos relevantes del desarrollo, el estado actual del territorio, sus comunidades, y sus proyecciones.

En general, existe desde las instituciones públicas, una posición positiva en relación a los posibles productos del plan, el cual también es visto como un mecanismo para aclarar las "nuevas reglas del juego" en la gestión del agua, siendo estas construidas y compartidas por una mayor cantidad de actores.

Uno de los actores entrevistados que más destacó la necesidad de una gestión integral del agua fue la Delegada Regional de Recursos Hídricos, Solange Sánchez[36]. Según su opinión, el éxito de este cambio de enfoque depende en una gran medida de la generación de información de calidad sobre las múltiples temáticas relacionadas con el agua, la cual debe ser construida en base al aporte de todas las instituciones con pertinencia en el tema, y especialmente de las organizaciones del mundo privado y social, las que darán el enfoque local necesario para construir la visión sistémica del territorio. De igual forma mencionó que es importante poder ligar la institucionalidad vigente en el proceso de transición hacia una nueva forma de organización, aprovechando las oportunidades que genera la existencia de una mesa del agua y una comisión regional de riego, para que las propuestas de reforma nazcan con el apoyo político necesario para poder convertirse en realidad.

En forma similar, en el taller de trabajo realizado con la DGA Metropolitana[37] se recalcó la importancia de la coordinación interinstitucional para lograr una conciliación de objetivos y una visión objetivo común a nivel de cuenca, lo que parece aún más

[36] 17 de Noviembre de 2014, en las oficinas de la delegada regional de RRHH. Santiago.
[37] Ibid. 4

sensible cuando se analizan sectores que son compartidos por más de una región, donde la comunicación es casi inexistente. Otro desafío lo constituye el enorme trabajo que implica manejar gran cantidad de información, la que idealmente debe ser actualizada y con una cobertura mayor a la existente, especialmente con respecto a los derechos de aprovechamiento de aguas constituidos y extracciones actualmente en funcionamiento.

Finalmente, las distintas gobernaciones provinciales[38], al igual que los Municipios de Alhué y San Pedro[39] también mencionan la importancia de una gestión integrada, pero sin perder de vista que tanto los diagnósticos como las soluciones deben nacer desde las bases locales y luego subir hasta los tomadores de decisión en los niveles regionales y nacionales (enfoque bottom-up), ya que si solo se actúa en base a una "visión global", se perderán la particularidad de las dinámicas políticas, económicas y ambientales de los subterritorios. Además, destacan que la integración de la visión local ayuda a identificar los problemas más urgentes que limitan en forma radical la sobrevivencia de las personas, tales como la falta de agua para consumo humano y para riego de cultivos caseros.

13.5. ANÁLISIS GENERAL

Como se observa, el diagnóstico institucional es altamente complejo, dado que refleja principalmente las deficiencias del sistema, pero es importante verlo como una oportunidad para hacer frente a las limitantes existentes hoy en día.

El camino argumentativo del presente capítulo siguió una línea que analizó primero a la organización y sus componentes, reflejando los problemas en torno a los recursos humanos y financiero que poseen las instituciones públicas regionales, limitando las posibilidades de cumplir su función pública. Paralelamente, mostró el limitado fortalecimiento y capacidad institucional de las organizaciones de usuario de agua y de las organizaciones comunitarias en general. Finalmente, son las organizaciones de carácter empresarial, las que poseen mejores condiciones para el cumplimiento de sus funciones, mostrando una mayor capacidad institucional.

En general, en relación a las interacciones internas, En el caso específico de la DGA[40], se declara una baja dotación de funcionarios públicos regionales que dificulta el cumplimiento de las funciones del Servicio, además de las carencias en cuanto a capacitación limitan el alcance real de las acciones del nivel regional institucional. En este sentido se reconocen fortalezas en cuanto al conocimiento de los aspectos legales y administrativos relacionados con la función de la DGA en la región, lo que no se replica con respecto a las capacidades técnicas para la evaluación de recursos hídricos, pruebas de terreno y relación con las organizaciones de usuarios de aguas. Esta situación se

[38]Realizadas en las oficinas de las Gobernaciones Provinciales de Talagante (11 de noviembre de 2014), Melipilla (17 de noviembre de 2014), Chacabuco (01 de diciembre de 2014), Maipo (02 de diciembre de 2014), Cordillera (19 de diciembre de 2014).
[39]Realizadas en las Municipalidades de Alhué (7 de enero de 2015) y San Pedro (30 de diciembre de 2014)
[40]Aunque se encuentran evidencian de las mismas problemáticas en las visiones expresadas por otros organismos, tales como el SAG, CNR y DOH.

agudiza y perpetúa en la institución, debido a las condiciones de contrato de muchos de los profesionales del Servicio público (contrata y honorarios), que perjudican la realización de una carrera profesional y por ende la permanencia prolongada en el Servicio.

En relación con lo anterior, existe una reconocida insuficiencia de recursos tanto técnicos como financieros, lo que tiene implicancias directas en los alcances de las diferentes unidades. Un ejemplo al respecto, es la falta de equipamiento de movilización y medición para fiscalizar el cumplimiento de las resoluciones asociadas a extracciones superficiales y subterráneas.

La otra línea de análisis se centra en el contexto institucional y de interacciones externas, comenzando por un análisis de la normativa nacional, internacional, abordando el contexto internacional no normativo, que posteriormente analiza el entorno autorizante, de la toma de decisiones, para terminar con el contexto social en que se mueven las instituciones analizadas. Además se examinó la interacción que se produce con el contexto institucional.

Este análisis refleja contradicciones entre normativas y políticas públicas, unas tendientes a la protección del medio ambiente y otras a la acción del mercado por sobre el bien común. Esto se plasma también en el entorno autorizante.

Un tema interesante que se comprueba de este análisis es que los cambios realizados por los gobiernos de turno hacia una mayor preocupación por el medio ambiente han nacido más de presiones y necesidades de cumplimiento de los compromisos ambientales internacionales que de la presión ciudadana, aun cuando en la última década el empoderamiento ciudadano ha sido importante. Esto se comprueba al analizar los cambios en la normativa ambiental, que nacen de exigencias de organismos internacionales, como la OCDE y el Banco Mundial, más que como reflejo de un descontento ciudadano sobre el funcionamiento del sistema. Si bien estos cambios reflejan avances, están aún lejos de cumplir de manera sustancial las sugerencias realizadas por estos organismos, al sistema de administración de los recursos hídricos en Chile.

En la región, los problemas ambientales son determinantes para generar espacios de movilización social, que son finalmente, las formas de presionar a la institucionalidad que poseen las comunidades. Esto se encuentra íntimamente relacionado con la legitimidad cuestionada que poseen tanto instituciones públicas como tomadores de decisión por parte de la ciudadanía, lo que provoca una disociación importante entre ambos intereses y una visión por parte de los ciudadanos de los problemas que actualmente enfrentan con los recursos hídricos.

En relación a las interacciones entre instituciones, se observa que existe superposición y duplicidad de funciones entre las instituciones del Estado. Desde la entrada en vigencia de la institucionalidad ambiental, hace dos décadas, se ha realizado un progresivo trabajo conjunto, que ha favorecido la interacción entre las instituciones públicas. Sin embargo, estos cambios no han alcanzado los ámbitos específicos de trabajo en que algunas instituciones comparten un espacio como es la gestión de los recursos hídricos, en donde la superposición de funciones y falta de coordinación interinstitucional ha favorecido el desconocimiento de la situación actual del recurso. En

este punto es importante mencionar casos en donde las agendas programáticas de la DGA y la CNR se ven superpuestas en aspectos tales como el fomento a la regularización y perfeccionamiento de los derechos de aprovechamiento de aguas, la conformación de organizaciones de usuarios de aguas y, el caso más actual, la elaboración de planes integrales para el manejo de los recursos hídricos, en específico del agua para el riego.

Paralelamente, desde hace 40 años se comenzó un traspaso, al sector privado, de parte importante de las acciones públicas que antes realizaba el Estado, que tienden a entregar al sector privado la administración del recurso, quedando en manos públicas labores principalmente ligadas a la regulación, investigación y mantención de las redes de monitoreo del recurso, labores que actualmente distan de cumplirse de manera óptima producto de las problemáticas al interior de la institución, anteriormente planteados.

Estos problemas de interacción entre instituciones en el ámbito de los recursos hídricos, se relacionan directamente con el marco normativo vigente que genera duplicidad en las funciones y descoordinación en las decisiones producto de que no se establece un único ente encargado de la gestión y administración del agua, sino múltiples instancias con límites difusos. Un ejemplo de esto es el desconocimiento por parte de la DGA de los derechos de aprovechamiento que han sido entregados por el SAG y por la vía Judicial, quienes además realizan estas asignaciones con criterios diferentes a los del organismo técnico por excelencia que es la DGA. Estos vacíos de información son una dificultad adicional al momento de establecer el estado actual del recurso en la Región.

En cuanto a la relación con la ciudadanía, existen pocos espacios comunes entre instituciones públicas y usuarios, ya sea organizaciones comunitarias, de usuarios o de regantes. En general, las instituciones con mayor relación con la comunidad corresponden a las que tienen presencia a nivel comunal y se relacionan con el ámbito productivo, como es INDAP a través de sus diferentes programas. En este contexto, en DGA no existen instancias específicas de relación directa con la comunidad, siendo percibida por ella como una institución lejana y poco funcional frente a sus necesidades. En este escenario los usuarios plantean como solución la presencia institucional a través de oficinas provinciales o comunales, para que se conozca la realidad territorial y las decisiones sean acorde a la misma; y por otra parte permitiría resolver interrogantes y agilizar procesos administrativos como la inscripción o regularización de derechos de aprovechamiento.

Finalmente el camino argumentativo termina con una línea que aborda, luego de todo el análisis anterior, las limitantes y los facilitadores del sistema, entendiéndose como aquellos aspectos que dificultan o favorecen, por ejemplo, el posterior desarrollo del Plan Maestro.

Entre las limitantes del sistema, que deben abordarse adecuadamente para que no mermen el éxito y real aplicación del Plan, se observan el desconocimiento sobre el estado actual de los recursos hídricos en la región, las deficiencias legales e institucionales, la limitada capacidad de las organizaciones, la limitada coordinación intra e intersectorial, los limitados mecanismos de comunicación y sistemas de información, y los conflictos y procesos de participación.

En relación al desconocimiento sobre el estado actual de los recursos hídricos en la Región Metropolitana, existe déficit de cantidad y calidad de la información con respecto a la disponibilidad física y legal de los recursos, además de dificultades para la sistematización de los antecedentes recopilados a través de estudios y los procesos administrativos propios de la inscripción de los derechos de aprovechamiento de aguas y organizaciones de usuarios de aguas. Esto se traduce en variados ámbitos, tales como balances hídricos desactualizados o incompletos (dependiendo de la zona) y dudas sobre el grado de veracidad y utilidad práctica de la información contenida en el Catastro Público de Aguas.

En particular, los problemas de vacíos y calidad de la información se suman a un problema central: la información existente, que emana de diversos organismos públicos y privados, no está integrada (asimilada, analizada) en un único sistema, generando perdida de información muy valiosa para análisis de disponibilidad y pronóstico. Esta es una situación compleja de resolver, considerando que la información generada por las diferentes divisiones y niveles de la DGA no se encuentra tampoco en un único sistema institucional al que puedan acceder todas las unidades y que facilitaría, por ejemplo, focalizar esfuerzos en puntos críticos de la Región de manera preventiva.

Luego del trabajo realizado en terreno para la elaboración del diagnóstico, se debe destacar la necesidad de mejores canales de comunicación con los usuarios, quienes desean contar con información de fácil acceso que les permita tomar decisiones y cuyo establecimiento mejoraría la visión que estos tienen del funcionamiento de la DGA, lo que favorecería la colaboración para una mejor gestión del agua.

Los aspectos considerados como facilitadores del sistema, ya sea porque generan una presión necesaria para que se cumplan las medidas existentes, se encuentran: la presión y sugerencia de organismos internacionales, el acuerdo general sobre la necesidad de realizar una gestión de recursos hídricos en la Región, y el desarrollo del Plan Maestro consecuente del presente diagnóstico. A este respecto resultan clave los aportes actuales y futuros que se generen del trabajo conjunto con el Banco Mundial y la DGA, además de la discusión parlamentaria en relación a las modificaciones al código de aguas.

CAPÍTULO 14

ANÁLISIS CRÍTICO DEL PLAN DIRECTOR DEL AÑO 2008

14. ANÁLISIS CRÍTICO DEL PLAN DIRECTOR DEL AÑO 2008

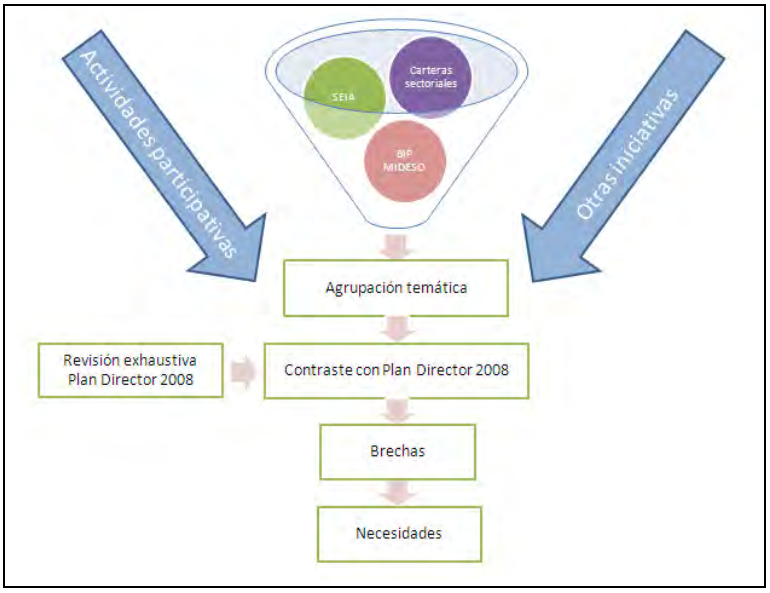
14.1. ASPECTOS GENERALES

El objetivo de este capítulo es presentar por una parte un análisis de la metodología de trabajo utilizada para el desarrollo y formulación del Plan Director, para luego realizar un análisis del grado de cumplimiento del mismo plan.

A modo esquemático, se presenta la Figura 13.1-1, que representa la secuencia de acciones, que se detalla en los siguientes acápites.

Se hace notar que el análisis de brechas y necesidades se presenta en el Capítulo 15 de este estudio, y que en este capítulo solo se presenta la evaluación del cumplimiento del Plan Director.

FIGURA 14.1-1
SECUENCIA ACTIVIDADES EVALUACIÓN CRÍTICA PLAN DIRECTOR



Fuente: Elaboración propia.

14.2. PLAN DIRECTOR

14.2.1. Aspectos Generales del Plan Director

La formulación del Plan Director fue realizada mediante una secuencia de etapas, conducentes a la selección de los proyectos estructurales y no estructurales más importantes, con el fin de definir una estrategia directora en cuanto a los recursos

hídricos de la cuenca. A la necesidad e importancia de un proyecto se le pudo asignar un puntaje, el cual determinó la escala de tiempo para su desarrollo: corto, mediano y largo plazo.

Cada proyecto evaluado se relacionó a un objetivo concreto, dentro de los cuales estaban los prioritarios; todos definidos previamente a la formulación del Plan Director. Algunos objetivos contaban con proyectos asociados y otros no, es por ello que para los primeros se evaluó la posibilidad de plantear nuevos proyectos y para los otros, se realizó un análisis sobre qué proyectos permitirían el cumplimiento de estos objetivos.

Un Plan Director debe dar soluciones a los problemas (u objetivos) que se presentan en una cuenca, proponiendo soluciones concretas. Lo anterior está sujeto a distintas restricciones: económicas, ambientales, de tiempo, técnicas, institucionales, legales, entre otras. Incluir estas restricciones requiere de una metodología que pueda cuantificar la importancia de cada una de ellas en los proyectos (soluciones que dan respuestas a objetivos) para así establecer una jerarquía o planificación adecuada de la implementación de las soluciones.

Las **etapas definidas para formular el Plan Director** se ilustran en la Figura 14.2.1-1, las cuales representan la metodología abordada y que contienen aspectos importantes y determinantes en la formulación del Plan Director en 2008.

FIGURA 14.2.1-1
ETAPAS DEFINIDAS PARA FORMULAR EL PLAN DIRECTOR



Fuente: Elaboración propia.

14.2.2. Aspectos Metodológicos Más Relevantes en la Formulación del Plan Director

Respecto al **horizonte de evaluación** se definieron 3 plazos: corto, mediano y largo plazo. Para el corto plazo se consideran 5 años, para el mediano plazo 10 años, y para el largo plazo 20 años. Respecto a los **escenarios de evaluación** se definieron dos escenarios base, uno para evaluar el mejoramiento de la eficiencia en el riego y otro para evaluar los efectos de la expansión urbana.

La metodología para **formular la cartera original** de proyectos consideró dos condiciones relevantes:

- Para aquellos objetivos que cuentan con proyectos asociados, se evaluó si es necesario plantear nuevos proyectos en el marco del Plan Director.
- Para aquellos objetivos que no cuentan con proyectos asociados, se analizó qué proyectos permitirán el cumplimiento de ellos.

El criterio para evaluar el cumplimiento de los objetivos prioritarios consideró la modalidad de evaluación presentada en el Cuadro 14.2.2-1.

CUADRO 14.2.2-1
DEFINICIÓN GRADOS DE CUMPLIMIENTO OBJETIVOS PRIORITARIOS

Código	Explicación
C	Cumple. El objetivo se cumple totalmente con la ejecución de los proyectos identificados.
CP	Cumple parcialmente. El objetivo se cumple parcialmente con la ejecución de los proyectos identificados.
NC	No cumple. El objetivo no se cumple a pesar de la ejecución de los proyectos relacionados.
NO	No presenta proyectos.

Fuente: Plan Director (DGA 2008, PYP-01)

En lo que respecta a la **formulación de nuevos proyectos**, se presentaron dos tipos: los primeros como respuesta a los objetivos no cumplidos y los segundos referidos a los objetivos que no presentan proyectos; otros se concibieron como una respuesta a la modelación por escenarios. La proposición de estos proyectos no se limitó a poder incluir proyectos que complementen objetivos calificados como cumplidos. Se seleccionaron 11 subsectores productivos:

- **AS:** Aguas Servidas
- **CA:** Calidad de Aguas
- **DF:** Defensas Fluviales

- **EA:** Educación Ambiental
- **GT:** Gestión
- **LG:** Legislación
- **MN:** Manejo de Recursos Naturales
- **RH:** Recursos Hídricos
- **RI:** Riego
- **RM:** Redes de Monitoreo
- **TU:** Turismo

Un aspecto clave, sobre todo pensando en los fines del Plan Maestro de Recursos Hídricos de la Región Metropolitana, consiste en cómo priorizar los proyectos, como establecer cuáles son más necesarios. Esto se desarrolló en el Plan Director y no fue un tema simple, pues como se indicó anteriormente las componentes y elementos al comparar un proyecto con otro son de diversa índole: económicos, ambientales, de tiempo, técnicas, institucionales, legales, entre otras.

La metodología utilizada para la **priorización y clasificación de las soluciones** fue el Proceso Analítico Jerárquico (AHP). Este proceso permite estructurar la jerarquía del problema o del objetivo que se desea alcanzar, analizando los criterios que facilitarán la toma de decisiones. En este caso es la determinación de aquellos proyectos prioritarios (no estructurales y estructurales) para la gestión del recurso hídrico en la cuenca del Río Maipo, diferenciando los proyectos que se implementarán en un corto, mediano y largo plazo. La metodología AHP permite realizar de una manera sintética una evaluación multi-criterio, permitiendo relevar distintos aspectos de los proyectos a evaluar, entregándole a cada criterio una importancia relativa; la que es obtenida a partir de la opinión de distintos tomadores de decisión.

14.3. EVALUACIÓN CUMPLIMIENTO PLAN DIRECTOR DEL AÑO 2008

14.3.1. Aspectos Metodológicos

Para verificar el cumplimiento de las actividades comprometidas en el Plan Director de 2008 de corto, mediano, y largo plazo, se realizó en primer lugar una búsqueda de los proyectos ejecutados en forma histórica por el MOP, lo que se incluye en el Anexo 14-1, junto con la historia del financiamiento de los proyectos públicos, según consta en el Banco Integrado de Proyectos. Tanto para los proyectos Estructurales como No Estructurales se indicó el plazo asociado, la tipología del proyecto, la situación actual del mismo, los objetivos del Plan Director que tienen asociados, y un indicador de cumplimiento o impacto del proyecto.

14.3.2. Análisis Cartera de Proyectos Estructurales

Con el fin de analizar el grado de cumplimiento de los proyectos incluidos en la cartera de proyectos del Plan Director, se preparó el Cuadro 14.3.2-1. Para cada proyecto se indicó el plazo del mismo (corto, mediano, o largo), el nombre del proyecto, algunos antecedentes del estado actual del proyecto, y finalmente una evaluación de cada proyecto, en que se indica si el proyecto está en operación, en construcción, en estudio, o descartados. Para determinar si un proyecto está en operación, en construcción, en estudio, o simplemente descartados, se utilizaron diversas fuentes de información, tales como bases de datos de proyectos ejecutados por el MOP, Dirección de Presupuestos, Departamento de APR de la DOH, el Sistema de Evaluación Ambiental, e incluso la prensa en algunos casos emblemáticos, como es el caso del proyecto Parque Fluvial Renato Poblete.

Como primer paso del análisis se determinó que uno de los proyectos No-Estructurales estaba mal asignado, siendo que en realidad es un proyecto que conduce a soluciones de tipo estructural, de esta manera, la base de datos pasó de 49 a 51 proyectos. A cada proyecto se le asignó una tipología entre 6 diferentes: Agua Potable, Aguas Servidas, Defensas Fluviales, Energía, Turismo, y Riego. Además se identificó si el proyecto era existente, indicado como PD-E, si fue identificado de la cartera de proyectos sectoriales o privados, lo que se identificó como PD-I, o si el proyecto fue formulado durante el estudio, lo que se identificó como PD-P. Se identificó el o los objetivos identificados en el estudio del Plan Director que se cumplen con el proyecto, además identificar un indicador de impacto, el cual es identificado, se indica su unidad de medición, y su valor, en el caso en que este valor esté disponible. Se hace notar que dado que el Plan Director no se implementó coma tal, no se realizó un seguimiento tal como se indicó, lo que no permite tener todos los valores requeridos, lográndose identificar en general un indicador por proyecto.

Con esta información, se elaboró el Cuadro 14.3.2-2, en que se muestra la distribución de proyectos según su estado. De acuerdo a lo mostrado, se tiene que del total de 51 proyectos, 9 están descartados, y los restantes 42 proyectos están en algún grado de funcionamiento, ya sea operativos, en construcción, o en estudio. Es interesante notar que de los proyectos de corto plazo, uno solo se encuentra en operación, 9 en estudio, los que corresponden a 8 proyectos de APR y 1 proyecto de riego, y 1 proyecto de defensas fluviales descartado. Por otra parte, los proyectos de largo plazo son los que tienen un mayor grado de operatividad, con 18 proyectos operativos de 25. Por otra parte, al analizar los proyectos por área temática, según se muestra en la Figura 14.3.2-1, las defensas fluviales presenta la mayor cantidad de proyectos operativos, y el área de APR's muestra la mayor cantidad de proyectos en estudio.

CUADRO 14.3.2-1
ANÁLISIS PROYECTOS ESTRUCTURALES PROPUESTOS EN EL PLAN DIRECTOR

#	Plazo	Tipología	Origen Iniciativa	Código Proyecto	Nombre Proyecto	Observaciones	Operación	Construcción	Estudio	Descartado	Objetivos	Indicador de Impacto		
												Parámetro	Unidad	Cantidad
1	Corto	Agua Potable	PD-E	AP-01	Instalación Servicio de Agua Potable Rural de Quilapilún Alto y Bajo Comuna de Colina	En Operación	X				I07	Población	hab	1.008
2			PD-I	AP-12	Instalación de un Sistema de Agua Potable Rural La Red Comuna de El Monte	En estudio y no se cuenta con mayor información			X		I07	Población	hab	N/D
3			PD-E	AP-14	Mejoramiento de Servicio Agua Potable Rural Gacitúa Comuna de Isla de Maipo	En estudio y no se cuenta con mayor información			X		I07	Población	hab	4.668
4			PD-E	AP-16	Instalación de Servicio de Agua Potable Rural Santa Elena	En estudio y no se cuenta con mayor información			X		I07	Población	hab	1.740
5			PD-E	AP-17	Instalación de Servicio Agua Potable Rural Chorrillos	En estudio y no se cuenta con mayor información			X		I07	Población	hab	6.900
6			PD-I	AP-18	Instalación de Servicio Agua Potable Rural El Baden	En estudio y no se cuenta con mayor información			X		I07	Población	hab	2.400
7			PD-E	AP-19	Instalación de Servicio Agua Potable Rural El Taco	En estudio y no se cuenta con mayor información			X		I07	Población	hab	2.070
8			PD-E	AP-20	Instalación de Servicio Agua Potable Rural Lipangue	En estudio y no se cuenta con mayor información			X		I07	Población	hab	6.900
9			PD-I	AP-21	Instalación de sistema de agua potable rural el Volcán	En estudio y no se cuenta con mayor información			X		I07	Población	hab	1.740
10		Defensas Fluviales	PD-E	DF-13	Perfilamiento del Cauce en el Estero Polpaico - Km 3	No se ejecutó				X	G03	Longitud Protegida	m	1.400
11		Riego	PD-P	PD-RI-07	Tecnificación Extrapredial en el Riego	Ley 18.450 permite solución de estos problemas			X		C01	Nº obras puestas en marcha en plan piloto	#	N/D
12	Mediano	Agua Potable	PD-E	AP-11	Mejoramiento Servicio de Agua Potable Rural Santa Marta Las Turbinas	En Operación	X				I07	Población	hab	3.156
13			PD-E	AP-15	Mejoramiento de Servicio Agua Potable Rural Noviciado - Peralito	En Operación	X				I07	Población	hab	3.210
14		Agua Servida	PD-E	AS-02	Planta de Tratamiento de Aguas Servidas de Los Nogales - Mapocho Urbano Limpio	En Operación	X				I07, M08	Población	hab	N/D
15		Defensas Fluviales	PD-E	DF-03	Construcción de Obras Manejo Cauces Cuenca Río Mapocho Sector Oriente	Construido	X				G03	Longitud Protegida	m	N/D
16			PD-E	DF-10	Defensas Fluviales en el Estero Tiltil - Km 25	Construido	X				G03	Longitud Protegida	m	N/D
17			PD-E	DF-11	Defensas Fluviales en el Estero Tiltil - Km 23	Construido	X				G03	Longitud Protegida	m	N/D
18			PD-E	DF-12	Perfilamiento del Cauce en el Estero Polpaico - Km 5	No se ejecutó				X	G03	Longitud Protegida	m	1.600
19			PD-E	DF-14	Perfilamiento del Cauce en el estero Lampa - Km 30	Construido	X				G03	Longitud Protegida	m	2.500
20			PD-E	DF-15	Perfilamiento del Cauce en el estero Lampa - Km 28	Construido	X				G03	Longitud Protegida	m	2.000
21			PD-E	DF-16	Perfilamiento del Cauce en el estero Colina - Km 23,9	Construido	X				G03	Longitud Protegida	m	200

CUADRO 14.3.2-1
ANÁLISIS PROYECTOS ESTRUCTURALES PROPUESTOS EN EL PLAN DIRECTOR
(Continuación)

#	Plazo	Tipología	Origen Iniciativa	Código Proyecto	Nombre Proyecto	Observaciones	Operación	Construcción	Estudio	Descartado	Objetivos	Indicador de Impacto		
												Parámetro	Unidad	Cantidad
22	Mediano	Defensas Fluviales	PD-E	DF-17	Defensas Fluviales en el estero Colina - Km 16,2 a 16,5	Construido	X				G03	Longitud Protegida	m	300
23			PD-E	DF-18	Canalización del estero Colina Km 6,0 a 9,6	Construido	X				G03	Longitud Protegida	m	3.600
24			PD-I	DF-20	Conservación defensas fluviales Río Maipo, sector puntilla de Lonquén , comuna Isla de Maipo	Construido	X				G03	Longitud Protegida	m	N/D
25			PD-I	DF-28	Conservación Defensas Fluviales Estero Tiltil y Otros Cauces, Sector El Ventarrón, El Atajo , El Asiento , Comuna de Tiltil	Construido	X				G03	Longitud Protegida	m	N/D
26		Riego	PD-E	RI-03	Mejoramiento Sistema de Riego Localidades Chada – Culitrín	Descartado ya que se solicitó reformulación, lo que no se realizó				X	C01	Superficie	ha	N/D
27	Largo	Alcantarillado	PD-E	AL-03	Mejoramiento Canal La Punta y Construcción Colector Nueva Infante	Construido	X				I02	Longitud	m	N/D
28		Defensas Fluviales	PD-I	DF-19	Conservación defensas fluviales Río Maipo, sector monte las mercedes, comuna Isla de Maipo	Construido	X				G03	Longitud Protegida	m	N/D
29			PD-I	DF-21	Conservación defensas fluviales Río Maipo, sector aguas abajo la foresta, comuna Melipilla	Construido	X				G03	Longitud Protegida	m	N/D
30			PD-I	DF-22	Conservación defensas fluviales Río colina, sector esmeralda - Puente San Luis, comuna Colina	Construido	X				G03	Longitud Protegida	m	N/D
31			PD-I	DF-23	Conservación defensas fluviales estero lampa, aguas arriba badén el lucero, comuna de Lampa	Construido	X				G03	Longitud Protegida	m	N/D
32			PD-I	DF-24	Conservación defensas fluviales Río colina, sector aguas abajo Puente San Luis , comuna Colina	Construido	X				G03	Longitud Protegida	m	N/D
33			PD-I	DF-25	Conservación de Defensas Fluviales, en Río Clarillo, Sector El Principal, Comuna de Pirque	Construido	X				G03	Longitud Protegida	m	N/D
34			PD-I	DF-26	Conservación de Defensas Fluviales, en Río Clarillo, Sector El Principal, Comuna de Pirque	Construido	X				G03	Longitud Protegida	m	N/D
35			PD-I	DF-27	Conservación Defensas Fluviales Río Angostura, Sector Localidad de Champa, Comuna de Paine	Construido	X				G03	Longitud Protegida	m	N/D
36			PD-I	DF-29	Conservación Defensas Fluviales Río Mapocho, Sector Cerro La Virgen - Puente Pelvin, Comuna de Peñaflor	Construido	X				G03	Longitud Protegida	m	N/D
37			PD-I	DF-30	Conservación defensas fluviales Río Mapocho, sector Aguas Abajo Puente Rinconada de Maipú, Comuna de Maipú	Construido	X				G03	Longitud Protegida	m	N/D
38			PD-I	DF-31	Conservación defensas fluviales Estero Lampa, Aguas Abajo Badén El Lucero, Comuna De Lampa	Construido	X				G03	Longitud Protegida	m	N/D
39			PD-I	DF-32	Conservación defensas fluviales Río Mapocho, sector el Trapiche, comuna de Peñaflor	Construido	X				G03	Longitud Protegida	m	N/D
40			PD-I	DF-33	Conservación defensas fluviales Estero Lampa, sector lo Vargas, comuna de Lampa	Construido	X				G03	Longitud Protegida	m	N/D

CUADRO 14.3.2-1
ANÁLISIS PROYECTOS ESTRUCTURALES PROPUESTOS EN EL PLAN DIRECTOR
(Continuación)

#	Plazo	Tipología	Origen Iniciativa	Código Proyecto	Nombre Proyecto	Observaciones	Operación	Construcción	Estudio	Descartado	Objetivos	Indicador de Impacto		
												Parámetro	Unidad	Cantidad
41	Largo	Defensas Fluviales	PD-I	DF-34	Conservación defensas fluviales Río Angostura, sector Hospital, comuna de Paine	Construido	X				G03	Longitud Protegida	m	N/D
42			PD-I	DF-35	Conservación defensas fluviales Río Mapocho, sector Puente Rinconada de Maipú, comuna de Maipú	Construido	X				G03	Longitud Protegida	m	N/D
43			PD-I	DF-36	Conservación defensas fluviales Río Mapocho, sector el Guanaco, comuna de Peñaflor	Construido	X				G03	Longitud Protegida	m	N/D
44		Energía	PD-E	EN-01	Sistema Maipo Alto, Central Hidroeléctrica Alfalfal II y Las Lajas	En Construcción		X			C04	Potencia	MW	531
45			PD-E	EN-02	Central Hidroeléctrica Chacritas	No pasó de nivel de idea				X	C04	Potencia	MW	140
46			PD-E	EN-04	Central Hidroeléctrica Melocotón	No pasó de nivel de idea				X	C04	Potencia	MW	N/D
47			PD-E	EN-05	Central Hidroeléctrica Cambimbao	No pasó de nivel de idea				X	C04	Potencia	MW	N/D
48		Riego	PD-E	RI-04	Diagnóstico e Identificación Proyectos de Riego en Prov. Chacabuco	No se encontró ejecutado o su estado actual				X	C01	Superficie	ha	N/D
49			PD-E	PD-RI-06	Programa de Construcción de Embalses Medianos y Mayores	No se han analizado embalses de este tipo en los últimos años en la cuenca. DOH está desarrollando un programa de embalses menores a nivel país.				X	C02	Superficie	ha	N/D
50			PD-E	RI-06	Identificación de Alternativas de Riego y Mejoramiento de los Sistemas Existentes	No se ejecutó.				X	C01	Superficie	ha	N/D
51		Turismo	PD-E	TU-01	Parque Fluvial Renato Poblete	En Operación, al menos parcialmente	X				M04, M11	N/D	N/D	N/D

Nota:
PD-E Proyecto existente, identificado en el estudio Bases del Plan Director
PD-I Proyecto identificado durante el desarrollo del Plan Director
PD-P Proyecto propuesto en el Plan Director

N/D Valor del parámetro no disponible

Fuente: Elaboración propia usando antecedentes PD Maipo, BIP, DIRPLAN, DIRPRES, CNR.

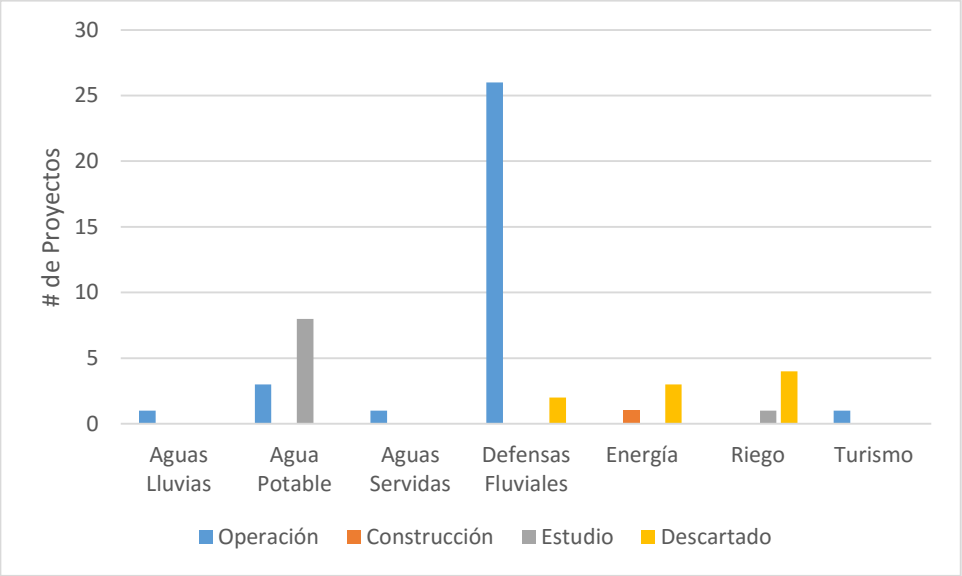
Lo anterior hace pensar que habría existido algún tipo de problema en la metodología AHP utilizada para seleccionar y ordenar los proyectos. Esto ocurre ya que se aplicó una metodología de selección de proyectos que hace competir todos los proyectos entre ellos, sin tomar en cuenta las necesidades específicas de los organismos públicos en forma independiente, o incluso la legislación vigente. Por ejemplo, los sistemas de APR incluidos en el corto plazo eran los más urgentes de instalar, pero al no contar con la población requerida no se han podido materializar por impedimento legal que no permite a la DOH invertir en esos proyectos. Por otra parte, el proyecto Parque Fluvial Renato Poblete, que era considerado poco factible, fue construido al menos parcialmente durante el gobierno anterior, que le dio el impulso necesario.

CUADRO 14.3.2-2
ANÁLISIS PROYECTOS ESTRUCTURALES PROPUESTOS EN EL PLAN DIRECTOR
DISTRIBUCIÓN DE PROYECTOS ESTRUCTURALES

Plazo	Operación	Construcción	Estudio	Descartado	Total
Corto	1	0	9	1	**11**
Mediano	13	0	0	2	**15**
Largo	18	1	0	6	**25**
Total	**32**	**1**	**9**	**9**	**51**

Fuente: Elaboración propia usando antecedentes PD Maipo (DGA 2008, PYP-01)

FIGURA 14.3.2-1
ANÁLISIS PROYECTOS ESTRUCTURALES PROPUESTOS EN EL PLAN DIRECTOR
DISTRIBUCIÓN POR ÁREA TEMÁTICA



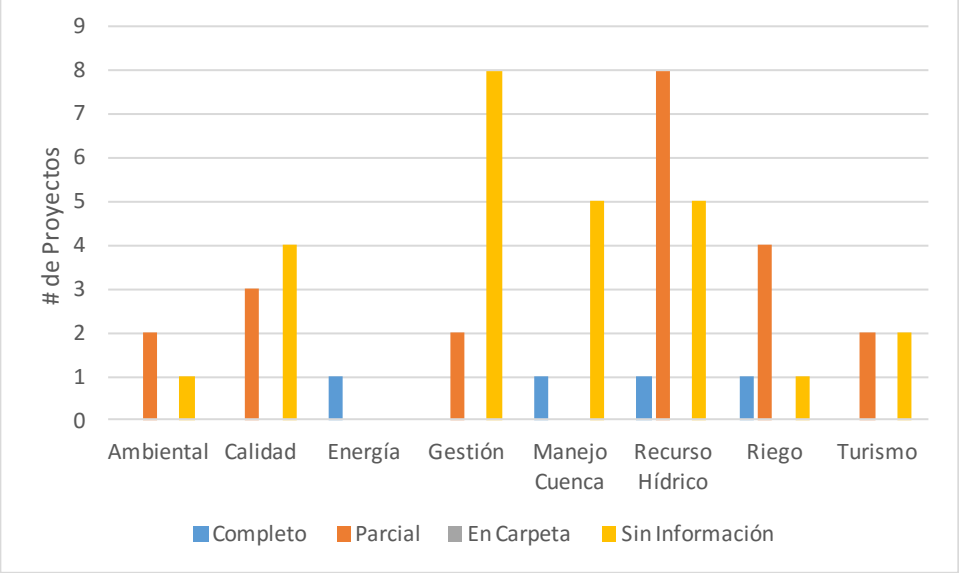
Fuente: Elaboración propia usando antecedentes PD Maipo (DGA 2008, PYP-01)

14.3.3. Análisis Cartera de Proyectos No Estructurales

Siguiendo la forma de trabajo presentada para los proyectos Estructurales, se elaboró el Cuadro 14.3.3-1 para los proyectos No Estructurales, en que para cada proyecto se indicó el plazo del mismo (corto, mediano, o largo), el nombre del proyecto, algunos antecedentes del estado actual del proyecto, una evaluación de cada proyecto, en que se indica si el proyecto está Ejecutado, Parcialmente Ejecutado, En Estudio, o Sin Información. Se incluyó adicionalmente los objetivos del Plan Director e indicadores de impacto asociados a cada proyecto.

Como primer paso del análisis se asignó a cada proyecto un área temática entre 8 diferentes: Ambiental, Calidad, Energía, Gestión, Manejo Cuenca, Recurso Hídrico, Riego, y Turismo. Con esta información, se construyó el Cuadro 14.3.3-2, en que se muestra la distribución de proyectos según su estado. De acuerdo a lo mostrado, se tiene que del total de 51 proyectos, 25 están ejecutados o parcialmente ejecutados, y hay 26 proyectos para los que no se tiene información. Por otra parte, al analizar los proyectos por área temática, según se muestra en la Figura 14.3.3-1 los proyectos del área recursos hídricos son los que presentan la mayor cantidad de proyectos, ya sean ejecutados o parcialmente ejecutados, o sin información.

FIGURA 14.3.3-1
ANÁLISIS PROYECTOS NO ESTRUCTURALES PROPUESTOS EN EL PLAN DIRECTOR DISTRIBUCIÓN POR ÁREA TEMÁTICA



Fuente: Elaboración propia usando antecedentes PD Maipo (DGA 2008, PYP-01)

CUADRO 14.3.3-1
ANÁLISIS PROYECTOS NO ESTRUCTURALES PROPUESTOS EN EL PLAN DIRECTOR

#	Plazo	Tipología	Origen Iniciativa	Código Proyecto	Nombre Proyecto	Observaciones	Ejecutado	Parcialmente Ejecutado	En Estudio	Sin Información	Objetivos	Indicador de Impacto		
												Parámetro	Unidad	Cantidad
1	Corto	Ambiental	PD-P	PD-AS-01	Estudio de Diagnóstico sobre la Necesidad de Implementación de Soluciones de Tratamiento de Aguas Servidas en los Sectores Rurales de la Cuenca del Río Maipo	El GORE realizó un estudio analizando parcialmente la temática en la región		X			M01, M08, y M19	Informe final	#	N/D
2		Calidad de Aguas	PD-P	PD-CA-01	Estudio de la Contaminación de las Aguas Superficiales Conducidas a Través de Canales de Regadío	No se identificaron proyectos que puedan responder la temática abordada		X			M01, M08, M15, e I03	Informe final	#	N/D
3			PD-P	PD-CA-02	Evaluación de Requerimientos para una Correcta Fiscalización a Establecimientos Emisores de RILES	SISS ha desarrollado estudios tendientes en esta dirección		X			G07	Informe final	#	N/D
4			PD-P	PD-CA-06	Capacitación a Dirigentes de las Organizaciones de Usuarios de Aguas en Medición de Parámetros de Calidad	No se identificaron proyectos que puedan responder la temática abordada				X	I03 y G05	Capacitaciones	#	N/D
5			PD-P	PD-CA-07	Sistema de Gestión en Tiempo Real de la Calidad del Agua	No se identificaron proyectos que puedan responder la temática abordada				X	M05	Estaciones	#	N/D
6		Energía	PD-E	EN-03	Estimación del Potencial Hidroeléctrico Asociado a Obras de Riego Existentes o en Proyecto	Desarrollado por CNR-CNE	X				C04, G12 y M09	Informe final	#	1
7		Gestión	PD-P	PD-GT-03	Transferencia de Información entre Agencias Públicas y Organizaciones de Usuarios de Aguas	No se identificaron proyectos que puedan responder la temática abordada				x	G08, G09, y G22	Convenios	#	N/D
8			PD-P	PD-GT-04	Integración de la Información Geográfica a Través de un Sistema Integrado de Información	Lo más parecido es la plataforma e-SIIR de la CNR		X			G09	Investigadores	#	N/D
9		Recursos Hídricos	PD-P	PD-RH-01	Estudiar los Proyectos Resultantes de EN-03 a Nivel de Prefactibilidad	CNR desarrolló algunas de estas ideas		X			C04, M09, I12, y G12	Diseños	#	N/D
10			PD-P	PD-RH-08	Acceso a los Diversos Estudios de Modelación a través del Sitio Web de la DGA	Información disponible online en sitio web	X				G08	Visitas	#	N/D
11			PD-P	PD-RH-11	Diseño de un Sistema de Alerta Frente a Procesos Meteorológicos Extremos	No se identificaron proyectos que puedan responder la temática abordada				X	G03	Sistema	#	N/D
12		Riego	PD-P	PD-RI-01	Diagnóstico de la Infraestructura Actual de Canales Principales y Secundarios de la Cuenca	DGA desarrolló un estudio para la primera sección del Río Maipo		X			C01, I01, e I04	Informe final	#	1
13			PD-P	PD-RI-04	Análisis del Efecto de Tecnificación del Riego para la Situación Actual de la Cuenca	Se desconoce si CNR o DOH han desarrollado estudios en esta temática		X			C01	Informe final	#	1
14			PD-P	PD-RI-05	Análisis de Cambios en la Situación Agropecuaria en la Cuenca del Río Maipo	No se identificaron proyectos que puedan responder la temática abordada				X	G13	Informe final	#	N/D
15			PD-P	PD-RI-07	Tecnificación Extrapredial en el Riego	No se identificaron proyectos que puedan responder la temática abordada		X			C01	Informe final	#	N/D

CUADRO 14.3.3-1
ANÁLISIS PROYECTOS NO ESTRUCTURALES PROPUESTOS EN EL PLAN DIRECTOR
(Continuación)

#	Plazo	Tipología	Origen Iniciativa	Código Proyecto	Nombre Proyecto	Observaciones	Ejecutado	Parcialmente Ejecutado	En Estudio	Sin Información	Objetivos	Indicador de Impacto		
												Parámetro	Unidad	Cantidad
16	Mediano	Ambiental	PD-P	PD-EA-01	Educación Ambiental: Los Recursos Hídricos en la Cuenca del Río Maipo	Se entiende que DGA y MMA han desarrollado Actividades tendientes a cumplir esta acción		X			C01, M06, G06, y G18	Actividades	#	N/D
17		Calidad de Aguas	PD-P	PD-CA-03	Diseño de un Instrumento para el Fomento de la Evaluación, Control y Mitigación de la Contaminación del Agua de los Sistemas Subterráneos de la Cuenca	No se identificaron proyectos que puedan responder la temática abordada				X	M01, I03, y L01	Monto	$	N/D
18			PD-P	PD-CA-04	Evaluación de Requerimientos para una Correcta Fiscalización a Establecimientos Emisores de RILES	SISS ha desarrollado estudios tendientes en esta dirección		X			M10	Informe final	#	N/D
19		Gestión	PD-P	PD-GT-01	Jornadas de difusión sobre las Modificaciones al Código de Aguas realizadas en el año 2005	No se identificaron proyectos que puedan responder la temática abordada				x	L03, G14, y G22	Talleres	#	N/D
20			PD-P	PD-GT-05	Diseño de Instrumento para el Fomento del Perfeccionamiento del Personal e Integración de Profesionales en las Organizaciones de Usuarios de Aguas	No se identificaron proyectos que puedan responder la temática abordada				X	G10, G13, y G22	Instrumentos	#	N/D
21		Manejo de Cauces	PD-P	PD-DF-01	Estudio de ordenamiento territorial de los lechos de los cauces de la cuenca del Río Maipo	DOH ha desarrollado el Plan Maestro del Río Maipo	X				M04, I06 y G02	Informe final	#	N/D
22			PD-P	PD-MN-01	Estudio de Diagnóstico de los Humedales y Áreas de Importancia Presentes en la Región. Propuesta de Manejo Sustentable de los Mismos	No se identificaron proyectos que puedan responder la temática abordada				X	M07	Informe final	#	N/D
23			PD-P	PD-MN-02	Evaluación de Instrumento que Exija Compensar, Mediante la Forestación y/o Reforestación, el Aumento del Coeficiente de Escorrentía en Proyectos de Infraestructura	No se identificaron proyectos que puedan responder la temática abordada				X	M02 e i02	Instrumento	#	N/D
24		Recursos Hídricos	PD-P	PD-RH-06	Simulación de Distintos Escenarios de Cambio Climático en la Cuenca	En la actualidad el proyecto MAPA está analizando esta problemática		X			M17 y G13	Diseños	#	N/D
25			PD-P	PD-RH-07	Estudio para el Reuso de las Aguas en la Cuenca del Río Maipo	Analizado por la CNR		X			L02	Diseños	#	N/D
26			PD-P	PD-RH-09	Desarrollar un Modelo de Caracterización del Sistema Hídrico, Incluyendo Riego, Hidroelectricidad, Agua Potable, y Otros	Corresponde a una ampliación del modelo MAGIC		X			G11	Modelo	#	N/D
27		Recursos Hídricos	PD-P	PD-RH-10	Establecer Metodología para el Pronóstico de Sequías, Asociada a Probabilidades, de Manera de Establecer Planes de Acción Anticipados a los Periodos Críticos	No se identificaron proyectos que puedan responder la temática abordada				X	G26	Modelo	#	N/D
28			PD-P	PD-RM-01	Mejoramiento de la Red de Monitoreo de los Recursos Hídricos	Proyectos desarrollados		X			C03, M05, M16, I05, L08, y G15	Informe final	#	2
29			PD-E	RH-01	Plan de Mejoramiento de la Coordinación entre Instituciones Públicas	No se identificaron proyectos que puedan responder la temática abordada				X	G01 y G04	Actividades	#	N/D

CUADRO 14.3.3-1
ANÁLISIS PROYECTOS NO ESTRUCTURALES PROPUESTOS EN EL PLAN DIRECTOR
(Continuación)

#	Plazo	Tipología	Origen Iniciativa	Código Proyecto	Nombre Proyecto	Observaciones	Ejecutado	Parcialmente Ejecutado	En Estudio	Sin Información	Objetivos	Indicador de Impacto		
												Parámetro	Unidad	Cantidad
30	Mediano	Riego	PD-P	PD-RI-02	Pronóstico de Disponibilidad de Agua por Temporada de Riego	Desarrollado anualmente por el departamento de Hidrología de la DGA	X				G08 y G13	Informe	#	1 anual
31			PD-P	PD-RI-03	Estudio Integral del Potencial de Trasvase de aguas entre Cuencas Hidrográficas	CNR ha desarrollado este tipo de estudios, al menos en la tercera sección del Río Maipo		X			C02	Informe final	#	1
32		Turismo	PD-P	PD-TU-01	Plan de Desarrollo Turístico y Recreacional Entorno a los Cauces, para la Cuenca del Maipo	No se identificaron proyectos que puedan responder la temática abordada				X	M04 y M11	Informe final	#	N/D
33			PD-P	PD-TU-02	Plan de Aprovechamiento Turístico y Desarrollo Ecológico de Zonas Frecuentemente Inundables, para la Cuenca del Maipo	Proyectos parcialmente ejecutados y en ejecución Ejemplo: Parque inundable zanjón de La Aguada		X			M04, M11, E i06	Informe final	#	N/D
34			PD-E	TU-03	Plan de Aprovechamiento Turístico y Desarrollo Ecológico de Zonas Frecuentemente Inundables	Proyectos parcialmente ejecutados y en ejecución Ejemplo: Parque inundable zanjón de La Aguada		X			M04 y M11	Informe final	#	N/D
35	Largo	Ambiental	PD-E	BO-01	Plan de Desarrollo Forestal en Zonas Ribereñas	No se identificaron proyectos que puedan responder la temática abordada				X	M02 y M04	Informe final	#	N/D
36		Calidad de Aguas	PD-P	PD-CA-05	Análisis de las Fuentes de Contaminación de las Aguas Lluvias en su Interacción con el Medio Físico	No se identificaron proyectos que puedan responder la temática abordada				X	M12 y M18	Informe final	#	N/D
37		Gestión	PD-P	PD-GT-02	Estudio Sobre el Impacto del Cobro de Patentes por No Uso de Derechos de Aguas en la Cuenca	No se identificaron proyectos que puedan responder la temática abordada				X	L04	Informe Final	#	N/D
38			PD-P	PD-GT-06	Transferencia de información entre agencias públicas y organizaciones de usuarios de aguas	No se identificaron proyectos que puedan responder la temática abordada				X	G16, G19, G22, G23, G24, y G25	Beneficiarios	#	N/D
39			PD-P	PD-GT-07	Propuesta de Líneas de Financiamiento a Proyectos que Estimulen el Conocimiento de los Recursos Hídricos y la Dinámica de Cuencas	No se identificaron proyectos que puedan responder la temática abordada				X	G17	Monto	$	N/D
40			PD-P	PD-LG-01	Nuevas Modificaciones al Código de Aguas	Se encuentran en análisis a nivel político		X			M03, L05, y L07	Legislación	-	N/D
41		Gestión	PD-P	PD-LG-02	Elaboración de un Manual de Aplicación del Código de Aguas	No se identificaron proyectos que puedan responder la temática abordada				X	L08	Manuales	#	N/D
42			PD-P	PD-LG-03	Incremento en el Control de la Contaminación Hídrica por vía Legislativa	No se identificaron proyectos que puedan responder la temática abordada				X	L08	Legislación	-	N/D

CUADRO 14.3.3-1
ANÁLISIS PROYECTOS NO ESTRUCTURALES PROPUESTOS EN EL PLAN DIRECTOR
(Continuación)

#	Plazo	Tipología	Origen Iniciativa	Código Proyecto	Nombre Proyecto	Observaciones	Ejecutado	Parcialmente Ejecutado	En Estudio	Sin Información	Objetivos	Indicador de Impacto		
												Parámetro	Unidad	Cantidad
43	Largo	Manejo de Cauces	PD-E	DF-07	Plan de Regulación del Uso del Cauce y del Suelo Adyacente	No se identificaron proyectos que puedan responder la temática abordada				X	M02, M04, e I06	Informe final	#	N/D
44			PD-E	DF-08	Plan de Ordenamiento de Extracción de Áridos	No se identificaron proyectos que puedan responder la temática abordada				X	M02, M04, e I06	Informe final	#	N/D
45			PD-E	DF-09	Proyecto de Inspección Rutinaria del Cauce y sus Obras	No se identificaron proyectos que puedan responder la temática abordada				X	M02, e I06	Informe final	#	N/D
46		Recursos Hídricos	PD-P	PD-RH-02	Nueva Metodología para la Determinación de Caudales Ecológicos y su Aplicación y Efectos en la Cuenca del Río Maipo	No se identificaron proyectos que puedan responder la temática abordada, ya que existe una nueva metodología que se presentó a comienzos de este año				X	C05, M03, y L05	Diseños	#	N/D
47			PD-P	PD-RH-03	Estudio Integral del Potencial de Trasvase de aguas entre Cuencas Hidrográficas	Desarrollado por la CNR		X			C06	Diseños	#	1
48			PD-P	PD-RH-04	Estudio sobre los Efectos de los Embalses de Relave Abandonados, en Operación y Proyectados, en la Cuenca del Río Maipo	SERNAGEOMIN ha abordado esta temática en forma parcial		X			M13	Diseños	#	2
49			PD-P	PD-RH-05	Estudio de Viabilidad de Infiltración Artificial y Acumulación en Embalses Subterráneos	Se han evaluado varias alternativas		X			M14, I08, e I10	Diseños	#	N/D
50			PD-E	RH-02	Campaña de Difusión para el Uso Sustentable de los Cauces Estero Lampa	No se identificaron proyectos que puedan responder la temática abordada				X	M02, M04, y G02	Participantes	#	N/D
51		Turismo	PD-E	TU-02	Plan de Desarrollo Turístico y Recreacional entorno a los Cauces	No se identificaron proyectos que puedan responder la temática abordada				X	M04 y M11	Informe final	#	N/D

Nota:
PD-E Proyecto existente, identificado en el estudio Bases del Plan Director
PD-I Proyecto identificado durante el desarrollo del Plan Director
PD-P Proyecto propuesto en el Plan Director

N/D Valor del parámetro no disponible

Fuente: Elaboración propia usando antecedentes PD Maipo, BIP, DIRPLAN, DIRPRES, CNR.

CUADRO 14.3.3-2
ANÁLISIS PROYECTOS ESTRUCTURALES PROPUESTOS EN EL PLAN DIRECTOR
DISTRIBUCIÓN DE PROYECTOS NO ESTRUCTURALES

Plazo	Ejecutado	Parcialmente Ejecutado	En Estudio	Sin Información	Total
Corto	2	8	0	5	**15**
Mediano	2	9	0	8	**19**
Largo	0	4	0	13	**17**
Total	**4**	**21**	**0**	**26**	**51**

Fuente: Elaboración propia usando antecedentes PD Maipo (DGA 2008, PYP-01)

El resultado relevante de este análisis está dado por la gran cantidad de proyectos de los que no existe información, en otras palabras, son proyectos para los que no existe algún grado de materialización, y los que podrían considerarse como un insumo para la formulación del Plan Maestro.

14.3.4. Consideraciones Acerca de la Cartera de Proyectos del Plan Director No ejecutados

Como resultado de los análisis mostrados en los Acápites 14.3.2 y 14.3.3, se tiene una carpeta reducida de 26 proyectos No Estructurales que pueden ser de utilidad para la posterior formulación del Plan Maestro, y que se muestran en el Cuadro 14.3.4-1. Debe hacerse notar que para la selección de esta cartera de proyectos, no se consideraron los indicadores de impacto diseñados para el Plan Director, y que se mostraron anteriormente en el Cuadro 14.2.2-1, ya que esos indicadores permiten analizar la eficacia del Plan Director y no solo su implementación que fue el objetivo de este análisis.

CUADRO 14.3.4-1
PROYECTOS DEL PLAN DIRECTOR NO EJECUTADOS

#	Topología	Código	Nombre
1	Ambiental	BO-01	Plan de Desarrollo Forestal en Zonas Ribereñas
2	Calidad de Aguas	PD-CA-03	Diseño de un Instrumento para el Fomento de la Evaluación, Control y Mitigación de la Contaminación del Agua de los Sistemas Subterráneos de la Cuenca
3		PD-CA-05	Análisis de las Fuentes de Contaminación de las Aguas Lluvias en su Interacción con el Medio Físico
4		PD-CA-06	Capacitación a Dirigentes de las Organizaciones de Usuarios de Aguas en Medición de Parámetros de Calidad
5		PD-CA-07	Sistema de Gestión en Tiempo Real de la Calidad del Agua
6	Gestión	PD-GT-01	Jornadas de difusión sobre las Modificaciones al Código de Aguas realizadas en el año 2005
7		PD-GT-02	Estudio Sobre el Impacto del Cobro de Patentes por No Uso de Derechos de Aguas en la Cuenca

CUADRO 14.3.4-1
PROYECTOS DEL PLAN DIRECTOR NO EJECUTADOS
(Continuación)

#	Topología	Código	Nombre
8	Gestión	PD-GT-03	Transferencia de Información entre Agencias Públicas y Organizaciones de Usuarios de Aguas
9		PD-GT-05	Diseño de Instrumento para el Fomento del Perfeccionamiento del Personal e Integración de Profesionales en las Organizaciones de Usuarios de Aguas
10		PD-GT-06	Transferencia de información entre agencias públicas y organizaciones de usuarios de aguas
11		PD-GT-07	Propuesta de Líneas de Financiamiento a Proyectos que Estimulen el Conocimiento de los Recursos Hídricos y la Dinámica de Cuencas
12		PD-LG-02	Elaboración de un Manual de Aplicación del Código de Aguas
13		PD-LG-03	Incremento en el Control de la Contaminación Hídrica por vía Legislativa
14	Manejo de Cauces	DF-07	Plan de Regulación del Uso del Cauce y del Suelo Adyacente
15		DF-08	Plan de Ordenamiento de Extracción de Áridos
16		DF-09	Proyecto de Inspección Rutinaria del Cauce y sus Obras
17		PD-MN-01	Estudio de Diagnóstico de los Humedales y Áreas de Importancia Presentes en la Región. Propuesta de Manejo Sustentable de los Mismos
18		PD-MN-02	Evaluación de Instrumento que Exija Compensar, Mediante la Forestación y/o Reforestación, el Aumento del Coeficiente de Escorrentía en Proyectos de Infraestructura
19	Recursos Hídricos	PD-RH-02	Nueva Metodología para la Determinación de Caudales Ecológicos y su Aplicación y Efectos en la Cuenca del Río Maipo
20		PD-RH-10	Establecer Metodología para el Pronóstico de Sequías, Asociada a Probabilidades, de Manera de Establecer Planes de Acción Anticipados a los Periodos Críticos
21		PD-RH-11	Diseño de un Sistema de Alerta Frente a Procesos Meteorológicos Extremos
22		RH-01	Plan de Mejoramiento de la Coordinación entre Instituciones Públicas
23		RH-02	Campaña de Difusión para el Uso Sustentable de los Cauces Estero Lampa
24	Riego	PD-RI-05	Análisis de Cambios en la Situación Agropecuaria en la Cuenca del Río Maipo
25	Turismo	PD-TU-01	Plan de Desarrollo Turístico y Recreacional Entorno a los Cauces, para la Cuenca del Maipo
26		TU-02	Plan de Desarrollo Turístico y Recreacional entorno a los Cauces

Fuente: Elaboración propia usando antecedentes PD Maipo (DGA 2008, PYP-01)

CAPÍTULO 15

SÍNTESIS DEL DIAGNÓSTICO, ANÁLISIS DE NECESIDADES Y LÍNEAS DE ACCIÓN Y CONCLUSIONES DEL ESTUDIO

15. SÍNTESIS DEL DIAGNÓSTICO, ANÁLISIS DE NECESIDADES Y LÍNEAS DE ACCIÓN Y CONCLUSIONES DEL ESTUDIO

15.1. INTRODUCCIÓN

El presente Capítulo tiene por finalidad sintetizar los resultados del diagnóstico realizado, para luego presentar un análisis de las necesidades y lineamientos requeridos para la posterior formulación del Plan Maestro, terminando con conclusiones finales.

15.2. SÍNTESIS DEL DIAGNÓSTICO

El presente Acápite tiene por finalidad sintetizar los diferentes diagnósticos realizados, mostrando tanto resultados a nivel de subcuenca como regionales. En algunos casos los resultados son únicamente regionales y se presentan como tales, y en otros se presentan resultados a nivel de las subcuencas y también a nivel regional. Se presentan resultados de los siguientes temas:

- Diagnóstico Disponibilidad Hídrica
- Diagnóstico Legal
- Diagnóstico Calidad de Aguas
- Diagnóstico Infraestructura
- Diagnóstico Ambiental
- Diagnóstico Eventos Extremos
- Diagnóstico de Calidad de Insumos y Herramientas
- Diagnóstico Fiscalización
- Diagnóstico Institucional

Cada uno de estos diagnósticos se realizó utilizando una vasta cantidad de información disponible, la que en su desarrollo y análisis fue contrastada con los resultados de cada uno de los talleres realizados en las ocho unidades territoriales en que se dividió la región, las opiniones vertidas en las entrevistas y reuniones técnicas.

No está demás señalar al lector que cada uno de estos aspectos se encuentra ampliamente desarrollado en los capítulos precedentes.

Los resultados se presentan en el Cuadro 15.2-1.

CUADRO 15.2-1
RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO

Directrices Diagnóstico	Estero Alhué	Estero Yali	Río Maipo Alto	Río Maipo Bajo	Río Maipo Medio	Río Mapocho Alto	Río Mapocho Bajo	Regional
Diagnóstico Disponibilidad Hídrica								
Disponibilidad Hídrica Periodo 2010-2014	La oferta media anual actual superficial es de 2,72 m³/s y la subterránea es de 0,91 m³/s.	La oferta media anual superficial actual es de 2,09 m³/s, y la subterránea es de 2,31 m³/s.	La oferta media anual superficial actual es de 67,5 m³/s, en cambio la subterránea es desconocida ya que no existe acuífero definido para el sector, es decir, no se conocen las características del mismo. La oferta superficial está dada en gran parte por el aporte de las nieves y glaciares. El rol hidrológico (aporte) de los glaciares no se conoce en profundidad.	La oferta media anual superficial del período actual de 84,51 m³/s, y la subterránea es de 2,05 m³/s.	La oferta media anual superficial del período actual es de 49 m³/s, explicada en gran medida por el trasvase recibido desde Maipo Alto, y la oferta media anual subterránea es 8,59 m³/s	La oferta media anual superficial actual es de 3,63 m³/s, y la subterránea es de 0.47 m³/s (sin sector acuífero definido en la mayor parte de la subcuenca). La oferta superficial está dada en gran parte por el aporte de las nieves y glaciares. El rol hidrológico (aporte) de los glaciares no se conoce en profundidad.	La oferta media anual superficial del período actual es de 45,91 m³/s, y la subterránea es de 27,47 m³/s.	La oferta media anual superficial del período actual es de 123,5 m³/s. Debe recordarse que el valor de esta oferta es la suma de las ofertas de cada subcuenca y que por tanto no considera el reuso entre una subcuenca y otra (trasvases de excedentes). La oferta media anual subterránea es de 44,77 m³/s, siguiendo los mismos lineamientos presentados anteriormente
Demanda	El principal uso humano en aguas superficiales está dado por el riego, seguido muy de cerca por la minería, con un caudal de demanda actual medio anual de 0,104 m³/s y 0,095 m³/s respectivamente. Estos equivalen al 28% y 26% de la demanda superficial, mientras que el caudal ecológico calculado corresponde a un 46%. El principal uso en aguas subterráneas está dado por el riego, con un caudal de demanda actual medio anual de 1,08 m³/s. Este uso equivale al 98% del total de la demanda subterránea, mientras que el 2% restante se reparte de manera proporcional entre el agua potable rural y la minería.	El principal uso humano en aguas superficiales está dado por el riego, con un caudal de demanda actual medio anual de 0,32 m³/s (prácticamente el 100% de la demanda superficial). No es posible estimar un caudal ecológico ya que no existe control fluviométrico. El principal uso en aguas subterráneas está dado por el riego, con un caudal de demanda actual medio anual de 1,85 m³/s (99% de la demanda). El 1% restante es APR.	El principal uso humano en aguas superficiales está dado por el riego, con un caudal de demanda actual media anual de 0,87 m³/s (4% de la demanda total, 95% es caudal ecológico y 1% otros usos). La principal demanda subterránea está dada por el riego con 0,14 m³/s (60% de la demanda subterránea). El 22% es minería, 11% industrial, 4% agua potable urbana y 3% APR.	El principal uso humano en aguas superficiales es el riego (61% de la demanda), con un caudal actual medio anual de 17,9 m³/s, lo que convierte al Maipo Bajo en la segunda subcuenca de mayor demanda de agua superficial para riego. El caudal ecológico corresponde a un38%, mientras que el 1% es agua potable urbana. En agua subterránea el principal uso es riego, con un caudal de demanda actual medio anual de 3,73 m³/s (93% de la demanda). El 3% está dado por el agua potable urbana, el 3% por agua potable rural y 1% industria.	El principal uso humano en aguas superficiales es el riego (caudal actual medio anual de 21,27 m³/s), siendo la subcuenca de mayor demanda de agua superficial para riego (46% de la demanda total). El caudal ecológico estimado es un 50%, el agua potable urbana un 3%y la industria un 1%. En aguas subterráneas el riego corresponde a un 88% del total de la demanda (con 4,33 m³/s), el 6% es agua potable urbana, el 3% APR y el 3% industrial.	El principal uso humano en aguas superficiales está dado casi en igual medida por el agua potable urbana y minería, con caudales actuales de 0,25 m³/s y 0,24 m³/s, respectivamente. Cada uno es el 21% de la demanda, mientras que la industria corresponde a un 1% y el caudal ecológico a un 57%. En aguas subterráneas la principal demanda es agua potable urbana con 0,82 m³/s (85% de la demanda), luego viene el sector minero con un11%, el riego con un3%y la industria con un1%.	El principal uso humano en aguas superficiales es el agua potable urbana, con un caudal de demanda actual medio anual de 12,74 m³/s. (52% de la demanda total). El 23% es caudal ecológico, el 20% corresponde a riego, 3% a industria y 2% a minería. El principal uso en aguas subterráneas es el riego, con un caudal de demanda actual medio anual de 11,04 m³/s (52% de la demanda total). El 44% está dado por el agua potable urbana, el 3% por uso industrial, el 1% por uso minero y menos de un 1% por agua potable rural.	El principal uso humano en aguas superficiales está dado por el riego, con un caudal de demanda actual medio anual de 42,25 m³/s. Este uso equivale al 62% de la demanda superficial. El 20% está dado por el agua potable urbana, el 15% es caudal ecológico, 2% uso industrial y 1% minería. El agua potable rural por su parte es menor al 1%. El principal uso en aguas subterráneas está dado por el riego, con un caudal de demanda actual medio anual de 22,19 m³/s. Este uso equivale al 65% del total de la demanda subterránea, mientras que el 31% está dado por el agua potable urbana, 2% es uso industrial, 1% uso minero y 1% agua potable rural
Balance Hídrico	El balance hídrico superficial resulta negativo para el escenario actual en el trimestre de verano, observándose un déficit de -0,14 m³/s (demanda supera a la oferta en un 83%). El balance hídrico subterráneo resulta negativo para el escenario actual en los trimestres de primavera y verano, observándose un déficit de -0,81 m³/s (demanda supera a la oferta en un 89%) y -1,34 m³/s (demanda supera a la oferta en un 147%) respectivamente.	El balance superficial es negativo en el trimestre de verano en el escenario actual, con un déficit -0,53 m³/s (demanda supera a oferta en un 347%). El balance subterráneo por su parte da negativo en los meses de primavera y verano, con un déficit de -0,52 m³/s (demanda supera a oferta en un 22%) y -1,57 m³/s (demanda supera a oferta en un 68%) respectivamente para primavera y verano.	Se obtienen balances superficiales positivos tanto en el escenario presente (años de sequía) como en los futuros en todos sus trimestres. Se observa un superávit actual aparente de 45,9 m³/s, equivalente a decir que la oferta supera a la demanda en un 212% (incluye caudal ecológico). Sin embargo, el agua no sobra, pues debe satisfacer demandas aguas abajo. En aguas subterráneas, al no haber acuífero definido por la DGA, la interpretación del balance no es directa.	El balance superficial es positivo durante todos los trimestres en todos los escenarios, aparentemente sin problemas en la disponibilidad física de agua, lo cual no concuerda con las realidades locales expresadas en los talleres de participación. En el balance subterráneo, en el escenario actual se obtiene durante los trimestres de primavera y verano -1,61 m³/s y -2,38 m³/s respectivamente. Esto equivale a decir que la demanda supera a la oferta (sustentable) en un 32% y 47%.	En aguas superficiales se observan balances negativos para los meses de primavera (-7,07 m³/s) y verano (-29,88 m³/s), tanto en el balance actual (período seco) como en el balance futuro para año 85% (-4,46 m³/s y -22,73 m³/s, para primavera y verano). Los balances subterráneos presente y futuro son negativos únicamente para los meses de verano, con un déficit de -0,87 m³/s y -0,20 m³/s (para presente y futuro). Aquello equivale a decir que la demanda supera a la oferta en un 10% y 2,3%, respectivamente	El balance superficial es positivo tanto para el escenario actual, como para los escenarios futuros. Se observa que en la actualidad, existe un superávit aparente de 2,48 m³/s (media anual), lo que significa que la oferta supera a la demanda en un 215%. Sin embargo, se debe consignar que el agua sobrante debe a satisfacer a las otras subcuencas. En aguas subterráneas no existe un acuífero definido por la DGA, por lo que la interpretación del balance no es directa.	El balance superficial es positivo tanto en el escenario actual como en los futuros. Esto no se condice con la percepción de escasez manifestada en los talleres de participación. En el balance subterráneo se obtienen resultados negativos para los meses de primavera y verano, tanto en el escenario actual como en los futuros. En el presente se observa un déficit de -2,45 m³/s en primavera y -3,85 m³/s en verano.	El balance superficial regional es negativo en el trimestre de verano en el escenario actual, con un déficit de -19,74 m³/s. El balance subterráneo, por su parte, da negativo en los trimestres de primavera y verano en el escenario actual, observándose un déficit de -4,98 m³/s (demanda supera a oferta en un 11%) y 11,11 m³/s (demanda supera a oferta en un 25%) respectivamente para primavera y verano.

CUADRO 15.2-1
RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO
(Continuación)

Directrices Diagnóstico	Estero Alhué	Estero Yali	Río Maipo Alto	Río Maipo Bajo	Río Maipo Medio	Río Mapocho Alto	Río Mapocho Bajo	Regional
Diagnóstico Disponibilidad Hídrica								
Problemas Disponibilidad	Problemas de abastecimiento de APR, concordantes con información oficial DOH. Imposibilidad de constituir nuevos derechos superficiales y dificultades de contar con agua para riego.	Problemas de abastecimiento de APR, concordantes con información oficial DOH. Los talleres de participación también reflejaron evidentes problemas de agricultores para acceder a agua de riego.	Pese a aparente abundancia en aguas superficiales, persisten problemas de escasez local (APR), vertientes y esteros secos, vegas disminuidas.	Respecto del problema del descenso de las napas, reportado por los asistentes a los talleres y en concordancia con los balances subterráneos negativos se ha verifica al observar el descenso sostenido del pozo DGA "As. San Carlos Cholqui (2)" con un descenso de 0,8 m/año en el período 2006-2014. Otro pozo ubicado en el sector de Maipo Medio, "Fundo Baracaldo" ha descendido a 0,65 m/año en el período 2006-2014.	La sequía de los últimos años ha provocado escasez de aguas superficiales y subterráneas, lo que a su vez afecta la disponibilidad de agua para riego y APR	No hay problemas relevantes	Problemas de abastecimiento de APR en varias localidades de Colina, Lampa y Tiltil. En los talleres de Participación y entrevistas realizadas también emergieron diversas problemáticas asociadas a la escasez de agua para labores agrícolas.	Los problemas más recurrentes están dados por los problemas de abastecimiento de APR, descenso generalizado de napas subterráneas y escasez hídrica tanto superficial como subterránea para los distintos usos (balances negativos), sobre todo en los trimestres de primavera y verano.
	Descenso de napas. Al respecto se observa que el único pozo DGA presente en la subcuenca, "Fundo San Alfonso", ha descendido a una tasa media anual de 0,797 m/año en el período 2006-2014.	Descenso de napas. No existe ningún pozo DGA al interior de la subcuenca. Sólo existe uno cercano al límite de la subcuenca, llamado "Pueblo Rapel". Éste posee estadísticas desde 2002 y ha presentado un descenso de 0,383 m/año en el período 2006-2014.	Respecto del proyecto Alto Maipo, la institucionalidad no genera confianza a la ciudadanía respecto de si los impactos perjudicarán o no la disponibilidad hídrica en la subcuenca.		El problema del descenso de las napas, reportado en los talleres y en concordancia con los balances subterráneos negativos, se verifica al observar el descenso sostenido del pozo DGA "Asentamiento Las Vertientes" (zona baja de la subcuenca), con descenso de 0,35 m/año en el período 2006-2014. Asimismo el pozo "Asentamiento Águila sur" (zona alta de la subcuenca) ha descendido a una tasa media de 0,66 m/año en el período 2006-2014		Respecto del descenso de napas freáticas reportado por los asistentes a los talleres y en concordancia con los balances subterráneos negativos antes mencionados, se ha verificado en el pozo DGA "Asentamiento Malloco", un descenso medio de 0,591 m/año en el período 2005-2014. En el pozo "Manizales 1980" el descenso ha sido de 0,76 m/año en el período 2005-2014.	
Diagnóstico Legal								
Calidad de la Información	En primer lugar debe hacerse notar la poca claridad en lo que se refiere a la distribución geográfica de los derechos de aprovechamiento del agua en la región. Tal como se indicó, existe una gran cantidad de derechos con información geográfica deficiente o definitivamente sin información, incluso en los que respecta a su ubicación a nivel de subcuenca. Esto es así al menos en las bases de datos del CPA que está disponible al público. Lo anteriormente indicado es aun más claro cuando se trata de analizar los derechos propiamente tales, lo que se ve complejizado por el desconocimiento de los usos reales del agua. Esto, si bien no es un problema de la calidad de la información, ya que tiene relación con que los títulos no quedan gravados y pueden pasar por distintos usos según el mercado de derechos de aguas, es problemático, ya que impide conocer y analizar de forma acabada la situación de los usos. El análisis mostrado es claro en indicar la necesidad de desarrollar una actualización, depuración, y validación de los antecedentes contenidos en el CPA, especialmente en lo que corresponde a los usos y su ubicación geográfica, ya que con la información existente no es posible presentar un análisis confiable a nivel de subcuencas o al menos de las unidades territoriales.							
	Por otra parte, y con el fin de mejorar el análisis provisto por los antecedentes del CPA, se analizó en detalle diferentes estudios técnicos desarrollados por la DGA de modo de caracterizar los derechos concedidos en los distintos territorios. Se observa que se logró tener una mejor calidad de información en términos espaciales, pero que al provenir de diferentes esfuerzos y niveles de calidad, no entregan una visión homogénea de la realidad de los derechos de aguas en la región. Lo anterior confirma la necesidad de actualizar la información de las extracciones de agua en la región, y su situación de derechos.							
Distribución Espacial de Derechos	Respecto de la distribución espacial de los Derechos subterráneos otorgados y basándose en la información de los informes técnicos de la DGA, el 70% del caudal otorgado se encuentra en la subcuenca de Río Mapocho Bajo y su uso está destinado en primer lugar para agua potable y en segundo lugar para riego, mientras que la subcuenca de Río Maipo Medio se encuentra con un 20% de los caudales otorgados y su uso es principalmente el Riego.							
	Respecto de la distribución espacial de los Derechos superficiales otorgados y basándose en la información de los informes técnicos de la DGA, el 87% (cifra calculada a partir de los derechos con información de caudal y coordenada, equivalentes al 57,5% del total) del caudal otorgado es del tipo no consuntivo y más de la mitad de este caudal se encuentra en la subcuenca de Río Maipo Alto. Respecto al uso consuntivo la mayor parte del caudal otorgado se encuentra distribuido entre las subcuencas de Río Maipo Alto y Río Maipo Bajo con un 44% y un 37% de los derechos consuntivos superficiales otorgados respectivamente.							
Estado Acuíferos	Respecto al estado de los acuíferos se logró demostrar que la relación demanda v/s volumen sustentable se encontraba en desequilibrio en la mayor parte de la región, lo que se encuentra de acuerdo con la declaración de zonas de restricción de los acuíferos donde esto efectivamente sucede. Destacan negativamente los Sectores Acuíferos de Las Gualtatas, con un valor de demanda 6 veces superior al volumen sustentable del sector acuífero, Vitacura, con un valor de demanda 5 veces superior al volumen sustentable del sector acuífero y Cholqui con un valor de demanda 5 veces superior al valor del volumen sustentable del sector acuífero. Estos sectores acuíferos se ubican en las subcuencas de Río Mapocho Alto, Río Mapocho Bajo y Rio Maipo Bajo respectivamente.							
Disponibilidad de Derechos	Los análisis desarrollados muestran la falta de disponibilidad legal de derechos, tanto a nivel superficial como subterráneo, lo que concuerda con las opiniones de los asistentes a los talleres, tal como queda de manifiesto en los problemas AL-1, AL-4, ST-30.							
Gestión de Recursos Hídricos	Se detectan problemas de gestión de los recursos hídricos, tanto en lo relativo a su obtención, como a su utilización. Por ejemplo, se manifestó la complejidad para ejercer los derechos existentes, según se mostró en los problemas MA-18 y TG-5, en lo que respecta al riego, y en el problema TG-18, en lo que respecta a sistemas de APR.							
	En términos únicamente de gestión, se observa que existen barreras de entrada para la obtención de derechos, como quedó de manifiesto con el problema MA-2 (compra de derechos),en el accesos a subsidios (problema TG-2), el desconocimiento por parte de la ciudadanía (problema TG-3), o la burocracia para el desarrollo de la gestión de los recursos hídricos (problema CH-17)							

CUADRO 15.2-1
RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO
(Continuación)

Diagnóstico Calidad de Aguas					
Análisis Información Base y Origen de la Información	Se cuenta con dos (2) estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial en la **subcuenca Estero Alhué**; una (1) estación de monitoreo en la **subcuenca Estero Yali**, cinco (5) estaciones en la **subcuenca Río Maipo Alto**; dos (2) estaciones de monitoreo en la **subcuenca Río Maipo Bajo**, siete (7) estaciones en la **subcuenca Río Maipo Medio**, y cinco (5) estaciones en la **subcuenca Río Mapocho Alto,** lo cual permite en cada uno de los territorios tener una noción de la calidad de agua superficial.			La subcuenca Río Mapocho Bajo cuenta con siete (7) estaciones de calidad de agua superficial, las cuales en su totalidad no permiten caracterizar de forma adecuada todo el territorio, considerando que existe sólo una estación de monitoreo para caracterizarla calidad de las aguas del Estero Lampa (Estación Estero Colina en Compuerta Vargas), la que no da cuenta de los posibles efectos de la actividad minera en su parte alta.	La red de estaciones de monitoreo de la DGA, por la cual se mantiene el registro del BNA, no permite caracterizar completamente la calidad del agua en el territorio del área en estudio. Esto considerando por una parte que, las estaciones de **calidad de aguas subterráneas** de la DGA no se encuentran distribuidas por toda la Región, sólo en la zona media de la cuenca, dificultando llevar a cabo un análisis representativo para toda la región; y por otra parte debido a la falta de información de **calidad de agua superficial** específicamente en la subcuenca Río Mapocho Bajo, en donde no es posible caracterizar de buena forma la calidad de agua del Estero Lampa.
	No se cuenta con registro periódico de calidad de aguas subterráneas, debido a que en esta subcuenca la DGA no mantiene estaciones de monitoreo activas asociadas a este tipo de fuente, registrándose cinco (5) APR's para la **subcuenca Estero Alhué**, tres (3) APR's para la subcuenca **Estero Yali; tres** (3) APR's para la **subcuenca Río Maipo Alto;** y treinta y cinco (35) APR's para la **subcuenca Río Maipo Bajo.**	En esta subcuenca se cuenta con 3 estaciones de monitoreo con registro de calidad de agua subterránea, registrándose **25 APR's** que aprovechan este recurso, los cuales llevan a cabo sólo monitoreos de calidad de agua tratada y no de agua cruda. En términos generales se observa una mejor calidad de aguas subterráneas, en comparación con aguas superficiales, tanto para su uso en riego como en agua potable. Esto considerando sólo el número de parámetros registrados en más de un 10% de los muestreos con valores sobre las respectivas normas.	No se cuenta con registro periódico de calidad de aguas subterráneas, debido a que en esta subcuenca la DGA no mantiene estaciones de monitoreo activas. Por lo demás, no se registran APR's que aprovechen el recurso desde este tipo de fuente en esta subcuenca.	Si bien en esta subcuenca se concentra el 80% del total de estaciones de monitoreo de agua subterránea vigente de la región (14 pozos en total), su distribución no permite caracterizar el total del territorio, considerando que el sector hidrogeológicos Estero Chacabuco no cuenta estaciones de monitoreo, sector en donde se ubican 6 APR's que se abastecen de este recurso, de un total de 32 APR's ubicados en esta subcuenca.	
	Resulta necesario la instalación de estaciones de monitoreo de calidad de agua subterránea en estas subcuencas.	El número y distribución de estaciones de monitoreo de agua subterránea y superficial, permiten diagnosticar el estado de calidad de estas.	Resulta necesario instalar estaciones de monitoreo de calidad de agua subterránea de en esta subcuenca.	Resulta necesario ampliar la red de monitoreo de aguas superficiales y subterráneas.	Se requiere ampliar el número de estaciones de monitoreo de calidad de agua Subterránea en la región, en especial para caracterizar los sectores hidrogeológicos de Río Maipo inferior, Estero Chacabuco, Estero Puangue, Alhué y Yali. De igual forma se requiere ampliar el número de estaciones de monitoreo de agua superficial, en especial para caracterizar de mejor forma la subcuenca de Río Mapocho Bajo.

CUADRO 15.2-1
RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO
(Continuación)

Diagnóstico Calidad de Aguas								
Análisis Información Base y Origen de la Información	Del registro de muestreos del BNA, a partir de las estaciones de monitoreo de la DGA, se destaca la dificultad que existe en ciertos parámetros para analizar el cumplimiento de las normas NCh 1.333 y NCh 409/1 of 2005, dado que los límites de detección de parámetros como el Boro, el Cobre, el Mercurio (en este caso para los últimos registros) son mayores que el valor normado como límite superior. Además se reconocen periodos sin registros, por lo cual el universo de muestreos resulta variable entre parámetro y entre estaciones de monitoreo. En este contexto resulta necesario que se lleven a cabo monitoreos y registros con mayor rigurosidad, ajustándose los análisis de calidad de agua a los valores normados de cada parámetro.							
Calidad Natural versus Usos: Riego	El proceso de implementación de la Norma Secundaria de Calidad Ambiental está en curso y el éxito de ésta dependerá de la acción conjunta de la DGA, el MMA, el SAG y la SMA.	Los parámetros que han sobrepasado la norma de calidad de agua superficial para riego, en más de un 10% de los muestreos registrados, corresponden a: **molibdeno, manganeso y cobre**, siendo el primero de éstos el que registra un mayor porcentaje de muestreos con valores sobre la norma, con un 57% en la estación **Estero Yali en Bucalemu**.	Los principales parámetros que sobrepasan la norma para riego en agua superficial, en más de un 10% de los muestreos registrados, corresponden a: **sulfatos, molibdeno, hierro, manganeso, cobre, boro, cloruro, aluminio y mercurio**; siendo el molibdeno el parámetro con mayor porcentaje de muestreos sobre la norma, con un 52% en la estación **Río Maipo en Las Melosas**.	Los parámetros que sobrepasan la norma para riego en agua superficial, en más de un 10% de los muestreos registrados, correspondiendo a: **sulfatos, molibdeno, hierro, manganeso, cobre, cloruro, aluminio y mercurio,** siendo el primero de éstos el que registra un mayor porcentaje de muestreos con valores sobre la norma, con un 85,7% en la estación **Estero Puangue en Ruta 78**.	Los parámetros que sobrepasan la normativa de riego en agua superficial corresponden a: **sulfato, molibdeno, hierro, manganeso, cobre, boro, cloruro, aluminio y mercurio**; en tanto para agua subterránea se presenta un menor número de parámetros sobre la norma, destacándose: **sulfatos, hierro, boro y mercurio**. En ambos casos el parámetro con mayor porcentaje de muestreos sobre la norma es el **Sulfato**, con un 65% en la estación Río Maipo en Los Morros para agua superficial y 94% en el pozo de monitoreo Fundo Cachantún para agua subterránea.	De los antecedentes analizados es posible señalar que los principales parámetros que sobrepasan la norma para riego en agua superficial, en más de un 10% de los muestreos registrados, corresponden a: **Molibdeno, hierro, manganeso, cobre, boro, aluminio y mercurio**; siendo el cobre el parámetro con mayor porcentaje de muestreos sobre la norma, con un 98% en la estación **Río Mapocho en Los Almendros**, registrado en las estaciones de monitoreo analizadas.	Los parámetros que sobrepasan la norma de riego en agua superficial, en más de un 10% de los muestreos registrados, corresponden a: **sulfato, molibdeno, hierro, manganeso, cobre, boro, cloruro, aluminio y mercurio,** de los cuales este último parámetro registra el mayor porcentaje de muestreos con valores que excede la norma en estaciones de monitoreo, con un 84% en la estación río Mapocho en Rinconada de Maipú. Para agua subterránea, los parámetros que sobrepasan la norma corresponden a: **sulfatos, molibdeno, hierro, manganeso, cobre, cloruro y mercurio**. De estos, el que registra un mayor porcentaje de muestreos, con valores sobre la norma, corresponde al parámetro sulfato, con un 94% en el pozo de monitoreo Asentamiento Malloco	Los parámetros que representan mayores incumplimientos normativo (NCh 1.333) en aguas superficiales son: **conductividad eléctrica, sulfatos, hierro, aluminio, cobre, manganeso, molibdeno, mercurio, cloruros, arsénico y plomo;** y en aguas subterráneas: **conductividad eléctrica, sulfato, molibdeno, mercurio y manganeso.**
	Entre los efectos de los parámetros que superan la normativa se destaca: salinización de suelos por sulfatos, toxicidad para el ganado por molibdeno, toxicidad en plantas por manganeso, y acidificación del suelo y pérdida de disponibilidad de fósforo y molibdeno esencial por aumento de hierro.	Los efectos de los parámetros que superan la normativa corresponden a: toxicidad para el ganado por molibdeno, toxicidad en plantas por manganeso, y pérdida de productividad por cobre.	En cuanto a los efectos de los parámetros que superan la normativa se destaca: Salinización de suelos por sulfatos, toxicidad para el ganado por molibdeno, acidificación del suelo y pérdida de disponibilidad de fósforo y molibdeno esencial por aumento de hierro, toxicidad en plantas por manganeso, pérdida de productividad en especies sensibles concentraciones elevadas de cobre, Boro, cloruro, aluminio y mercurio.	Los efectos de los parámetros que superan la normativa corresponden a: Salinización de suelos por sulfatos, toxicidad para el ganado por molibdeno, acidificación del suelo y pérdida de disponibilidad de fósforo y molibdeno esencial por aumento de hierro, toxicidad en plantas por manganeso, pérdida de productividad en especies sensibles concentraciones elevadas de cobre, cloruro, aluminio y mercurio.	Los efectos de los parámetros que superan la normativa corresponden a: Salinización de suelos por sulfatos, toxicidad para el ganado por molibdeno, acidificación del suelo y pérdida de disponibilidad de fósforo y molibdeno esencial por aumento de hierro, toxicidad en plantas por manganeso, pérdida de productividad en especies sensibles concentraciones elevadas de cobre, Boro, cloruro, aluminio y mercurio.	Los efectos de los parámetros que superan la normativa corresponden a: toxicidad para el ganado por molibdeno, acidificación del suelo y pérdida de disponibilidad de fósforo y molibdeno esencial por aumento de hierro, toxicidad en plantas por manganeso, pérdida de productividad en especies sensibles concentraciones elevadas de cobre, Boro, aluminio y mercurio.	Los efectos de los parámetros que superan la normativa corresponden a: Salinización de suelos por sulfatos, toxicidad para el ganado por molibdeno, acidificación del suelo y pérdida de disponibilidad de fósforo y molibdeno esencial por aumento de hierro, toxicidad en plantas por manganeso, pérdida de productividad en especies sensibles concentraciones elevadas de cobre, Boro, cloruro, aluminio y mercurio.	Los efectos que pueden generar las altas concentraciones de los parámetros antes señalados en el agua, corresponden principalmente a problemas de crecimiento y disminución de productividad de ciertos cultivos y plantas en general.

CUADRO 15.2-1

RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO
(Continuación)

Diagnóstico Calidad de Aguas								
Calidad Natural versus Usos: Potable	En agua superficial, los parámetros que se han registrado sobre la norma corresponden a: **pH, sulfato, hierro y manganeso**, constatándose el sulfato como el parámetro con mayor porcentaje de muestreos sobre la norma, con un 86% en la Estación **Estero Alhué en Quilamuta**. Cabe destacar que el exceso de sulfato y molibdeno podría tener relación con una mayor permisividad en la emisión de estos parámetros desde tranques de relaves al Estero Carén según lo establecido en D.S. 80 de 2006, en comparación con D.S. 90 de 2000	Para agua superficial es posible señalar que sólo dos parámetros exceden los valores normados en este contexto, **hierro y manganeso**, siendo este último el que alcanza un mayor porcentaje de muestreos sobre la norma, con un 71% de las muestras en la estación **Estero Yali en Bucalemu**	La situación sobre la norma para agua superficial, se asocia a los parámetros: **Hierro, manganeso, mercurio y arsénico,** registrándose para el primero de estos el mayor porcentaje de muestreos con valores sobre la norma, con un 78% en la estación **Río Maipo en Las Melosas**	Para agua superficial, los parámetros sobre la norma se asocian a cuatro: **hierro, manganeso, mercurio y arsénico**, registrándose un mayor porcentaje de muestreos con valores sobre la norma en el caso del hierro, con un 95% en la estación **Estero Puangue en Ruta 78**	En agua superficial, se destacan sobre la norma los parámetros: **hierro manganeso, mercurio y arsénico**, siendo el primero de estos el que presenta un mayor porcentaje de muestreos con valores sobre la norma, con un 97% en la estación Río Maipo en El Manzano; en tanto para agua subterránea sólo se registra valores sobre la norma en más de un 10% de los muestreos para el parámetro Mercurio, con 11,5% de los muestreos en el **Pozo Fundo de Cachantún**.	En agua superficial, los parámetros que se han registrado sobre la norma corresponden a:: **Hierro, manganeso, cobre, mercurio y arsénico,** registrándose para el parámetro hierro el mayor porcentaje de muestreos con valores sobre la norma en las estaciones de monitoreo analizadas, con un 88% estación **Río Mapocho en Los Almendros**	Los mayores porcentajes de incumplimiento de la norma para agua superficial, se presenta en los parámetros: **hierro, manganeso, mercurio y arsénico,** destacándose el hierro como parámetro con mayor porcentaje de muestreos con valores sobre la norma, con un 96% en la estación **Río Mapocho en El Monte**. Para aguas subterráneas esta situación se encuentra representada por los parámetros: **Hierro, manganeso, cloruro, mercurio, arsénico y plomo**, de los cuales el parámetro que registra mayor porcentaje de muestreos con valores sobre la norma es el arsénico, con un 95,1% en el Pozo de monitoreo Casas de Colocolo.	Los parámetros que representan mayores incumplimientos normativo (NCh 409/1 of 2005) en **aguas superficiales** son: hierro, manganeso, arsénico, mercurio y pH; en **aguas subterráneas**: fierro, mercurio y arsénico. Si bien los registros del BNA no dan cuenta que se sobrepase la norma para las concentraciones de nitrato de forma recurrente en la Región, existen antecedentes bibliográficos (CCHEN, HSB-05), que señalan que la contaminación de las aguas subterráneas por nitratos resultan un problema común a lo largo de todo el sistema acuífero de Santiago, situación que ha sido asociada por la población local al mal manejo de actividades agrícolas y agroindustriales, en especial en la parte media de la cuenca (Subcuenca Río Maipo Medio en sector hidrogeológico Río Maipo).
	Las concentraciones constantes de los parámetros que superan la normativa tenderían a generar problemas asociados a: efectos gastrointestinales, por sulfatos; problemas en el color, olor y sabor en el agua, por exceso de hierro; y problemas neurológicos, por exceso de manganeso.	Las concentraciones constantes de los parámetros que superan la normativa tenderían a generar problemas asociados a: problemas en el color, olor y sabor en el agua, por exceso de hierro; y problemas neurológicos, por exceso de manganeso.	Las concentraciones constantes de los parámetros que superan la normativa tenderían a generar problemas asociados a: problemas neurológicos por exceso de manganeso; mal sabor en el agua por exceso de Hierro; toxicidad para los sistemas nervioso e inmunitario, y problemas en el desarrollo intrauterino producto del mercurio; así como también efectos crónico cutáneos, cáncer (a la vejiga, riñón y pulmón), enfermedades en los vasos sanguíneos y menoscabo del desarrollo intelectual de los niños, producto del consumo de arsénico.	Las concentraciones constantes de los parámetros que superan la normativa tenderían a generar problemas asociados a: problemas neurológicos por exceso de manganeso; mal sabor en el agua por exceso de Hierro; toxicidad para los sistemas nervioso e inmunitario, y problemas en el desarrollo intrauterino producto del mercurio; así como también efectos crónico cutáneos, cáncer (a la vejiga, riñón y pulmón), enfermedades en los vasos sanguíneos y menoscabo del desarrollo intelectual de los niños, producto del consumo de arsénico.	Las concentraciones constantes de los parámetros que superan la normativa tenderían a generar problemas asociados a: problemas neurológicos por exceso de manganeso; mal sabor en el agua por exceso de Hierro; toxicidad para los sistemas nervioso e inmunitario, y problemas en el desarrollo intrauterino producto del mercurio; así como también efectos crónico cutáneos, cáncer (a la vejiga, riñón y pulmón), enfermedades en los vasos sanguíneos y menoscabo del desarrollo intelectual de los niños, producto del consumo de arsénico.	Las concentraciones constantes de los parámetros que superan la normativa tenderían a generar problemas asociados a: problemas neurológicos por exceso de manganeso; mal sabor en el agua por exceso de Hierro; efectos gastrointestinales agudos en personas producto de exceso de cobre, toxicidad para los sistemas nervioso e inmunitario, y problemas en el desarrollo intrauterino producto del mercurio; así como también efectos crónico cutáneos, cáncer (a la vejiga, riñón y pulmón), enfermedades en los vasos sanguíneos y menoscabo del desarrollo intelectual de los niños, producto del consumo de arsénico.	Las concentraciones constantes de los parámetros que superan la normativa tenderían a generar problemas asociados a: problemas neurológicos por exceso de manganeso; mal sabor en el agua por exceso de Hierro; toxicidad para los sistemas nervioso e inmunitario, y problemas en el desarrollo intrauterino producto del mercurio; así como también efectos crónico cutáneos, cáncer (a la vejiga, riñón y pulmón), enfermedades en los vasos sanguíneos y menoscabo del desarrollo intelectual de los niños, producto del consumo de arsénico.	Las altas concentraciones de los parámetros antes señalados, se asocian a efectos tóxicos para el ser humano, en especial.
	Resulta necesario fiscalizar el cumplimiento de normativas de ciertas actividades potencialmente contaminantes, y promover acciones que tiendan a disminuir las concentraciones de parámetros que se han registrado sobre las normas, considerando trabajos conjuntos entre los distintos actores públicos y privados, de modo de fortalecer las medidas para el correcto desarrollo de controles de monitoreos, correcto uso de agroquímicos y desarrollo de planes de educación ambiental tendientes a desincentivar el uso de canales de regadío y riberas de ríos como botaderos de basura.							

CUADRO 15.2-1
RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO
(Continuación)

Diagnóstico Calidad de Aguas								
Factores que Determinan la Calidad del Agua (Factores Naturales)	Existen **factores naturales** que influyen en la calidad del agua superficial y subterránea, las cuales se asocian principalmente a la lixiviación superficial y subterránea de minerales en las formaciones geológicas, y específicamente para aguas superficiales por escorrentías de arcillas (aluminio silicatos) con pH básico y recarga a los esteros por aportes de aguas subterráneas.	Los **factores naturales** que podrían asociarse a la calidad de aguas superficiales y subterráneas, corresponden esencialmente a la lixiviación de minerales en las formaciones geológicas.	Los **factores naturales** que determinan la calidad de aguas (superficial y subterránea) en esta subcuenca, tienen relación con: la disponibilidad de sulfuros (debido al volcanismo); y la litología del área; y en especial para aguas superficiales, la presencia de un área bajo la isoterma cero, que favorece la meteorización de rocas por una escasa cobertura vegetal, que da paso a frecuentes escorrentías; y la meteorización y lixiviación de minerales.	Los **factores naturales** que se relacionan con la calidad de agua en la subcuenca, comprenden a: la lixiviación superficial de minerales en las formaciones geológicas y recarga de esteros por afloramiento de napas subterráneas.	Los **factores naturales** asociadas a la calidad de agua (superficial y subterránea) corresponden a: recargas del río por aportes de aguas subterráneas; la lixiviación de minerales en las formaciones geológica, y drenaje subterráneo y superficial desde laguna Aculeo.	Respecto a los **factores naturales** que pueden responder a la calidad de agua superficial y subterránea en esta subcuenca, cabe destacarla lixiviación de minerales en las formaciones geológicas; y en especial para aguas superficiales, la escorrentía de arcillas (aluminosilicatos) con pH básico que generan complejos de aluminio en solución, y las características de los tributarios que ejercen efectos de concentración y/o dilución.	Los **factores naturales** que responden a la calidad de agua en la subcuenca, hace referencia a: la recarga del río Mapocho por afloramiento de napas subterráneas y lixiviación superficial y subterránea de minerales en las formaciones geológicas.	Las características de calidad de agua en la región responden, en términos generales, a causas naturales y antrópicas. Entre Los **factores naturales** asociadas a aguas superficiales y subterráneas es posible señalar: lixiviación superficial y subterránea de minerales en las formaciones geológicas, y disponibilidad de sulfuros debido al volcanismo en sectores cordilleranos; en tanto para aguas superficiales se destaca, la escorrentía de arcillas (aluminio silicatos), y el efecto de concentración y/o dilución por tributarios.
Factores que Determinan la Calidad del Agua (Factores Antrópicos)	Dentro de los **factores antropogénicos** que influyen en la calidad de las aguas superficiales y subterráneas, se destaca los derrames desde canoas de relaves, así como la aplicación de fertilizantes y plaguicidas. Todos factores de contaminación difusa que la población local reconoce en esta subcuenca. Respecto a fuentes de contaminación puntual no se mantiene registro en esta subcuenca.	Si bien no se tuvo acceso a información bibliográfica respecto a los **factores antrópicos** que inciden en la calidad de aguas en esta subcuenca, se destaca la percepción de la población local respecto a los potenciales efectos de un manejo inadecuado de Purines por parte del sector agroindustrial, específicamente en instalaciones porcinas. Esto considerando la emanación constante de malos olores, que eventualmente, según la población, estaría asociado a una contaminación difusa del recurso hídrico tanto superficial como subterráneo. Si bien esta información no se encuentra efectivamente corroborada en estudios previos, resultaría necesario realizar una mayor cantidad de monitoreos de calidad de agua en pozos y tramos de esteros cercanos a dichas instalaciones.	Los **factores antrópicos** asociadas a la calidad de aguas superficiales y subterráneas, se relacionan con la contaminación difusa por ganadería y la explotación de yeso que favorece la presencia de sulfatos. La población local por su parte manifiesta su preocupación por los depósitos de basura en cursos de agua y el efecto que pueda tener las actuales actividades mineras en la parte alta de la cuenca, en relación a un eventual aumento en la concentración de metales pesados. Esta relación si bien no es posible corroborar con los antecedentes analizados, se requeriría realizar estudios específicos que confirmen o refuten esta percepción.	En esta subcuenca los **factores antrópicos** asociadas a la calidad de agua superficial y subterránea corresponden a contaminación difusa por: aguas servidas; reúso de agua de regadío; aplicación de plaguicidas; descargas de RILES de industrias lácteas y confites; y lixiviación de tortas de material de descarte minero. En relación a este último punto, se destaca la presencia de pasivos mineros en la subcuenca, como: Mina Alaska, Lo Águila y Lo Águila 2. Por su parte la población local manifiesta su preocupación por efectos de contaminación producto de depósitos de basura domiciliaria en cursos de agua y particularmente la presencia de fosas junto a canales de regadío.	**Respecto a los factores antrópicos** que determinan la calidad de aguas superficiales y subterráneas, destacan: la contaminación puntual por la descarga de RILes de agroindustrias, papelera y metalmecánica; y contaminación difusa por aguas servidas; extracción de agua por canales de regadío; y aporte de plaguicidas; y extracción de agua potable; siendo una preocupación de la población local los problemas de contaminación por depósitos de basura domiciliaria en canales de regadío, y los aportes de nitratos a cursos de agua por actividades productivas en chancheras y agrícolas.	Respecto a los **factores de origen antrópico** que determinan la calidad de aguas superficiales y subterráneas, se destaca la contaminación por descargas difusas de caseríos y la presión de actividades turísticas.	Los **factores antrópicos** que determinan la calidad de aguas superficiales y subterráneas corresponden a: contaminación puntual por descargas de RILes; contaminación difusa por aguas servidas, aplicación de plaguicidas; y extracción de áridos; sumándose el efecto de contaminación producto de los desechos domiciliarios en canales y cauces superficiales señalados por la población local.	Respecto de Los **factores antrópicas** que determinan la calidad de agua, se destaca: efecto de actividades mineras, contaminación difusa por ganadería, aguas servidas, aplicación de fertilizantes y plaguicidas; y contaminación puntual por descarga de RILES y extracción de áridos.
	La población local reconoce problemas transversales en la región, los que hacen referencia, principalmente, a la contaminación por disposición de basura domiciliaria en canales de riego y cursos naturales de agua superficial. A su vez, la población da cuenta de problemas locales recurrentes en más de una subcuenca, respondiendo a la percepción que se tiene respecto a los posibles efectos contaminantes en el recurso hídrico por ciertas actividades productivas , entre ellas: actividades mineras, asociadas al aumento de concentraciones de metales pesados (Subcuencas Río Maipo Bajo, Río Maipo Alto y Estero Alhué); actividades en la agroindustria asociadas descargas de purines y RILes (subcuencas Río Mapocho bajo, Río Maipo Bajo, Río Maipo Medio y Estero Yali); actividades agrícolas asociadas a la aplicación de pesticidas y descargas de residuos orgánicos en cursos de agua (subcuencas Río Mapocho bajo, Río Maipo Bajo, Río Maipo medio y Estero Alhué); entre otras, las cuales en su mayoría requieren ser analizadas puntualmente, ya que los antecedentes de muestreos analizados no resultan decidores para corroborar las percepciones señaladas por la población.							

CUADRO 15.2-1
RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO
(Continuación)

Diagnóstico Calidad de Aguas								
Factores que Determinan la Calidad del Agua (Fuentes Emisoras)	No se cuenta con información en esta subcuenca respecto a eventuales fuentes emisoras en aguas subterráneas y superficiales.	En cuanto al número de fuentes emisoras, la subcuenca del Estero Yali presenta 1 fuente de descarga superficial en la comuna de San Pedro (Agrícola Súper, Incubadora Las Arañas), sin que se registren descargas a aguas subterráneas ni establecimientos que descarguen al alcantarillado público.	En cuanto al número de fuentes emisoras, en la subcuenca de Río Maipo Alto se registra una fuente de descarga superficial en la comuna de San José de Maipo (MIDESA S.A.C.); en tanto no hay registros hacia aguas subterráneas ni a alcantarillado público.	En cuanto al número de fuentes emisoras, Río Maipo Bajo registra 8 descargas superficiales (7 en la comuna de Melipilla y 1 en Curacaví); no hay descargas subterráneas, registrándose 11 descargas al sistema público de alcantarillado (6 en Melipilla y 5 en Curacaví).	En cuanto al número de fuentes emisoras, Río Maipo Medio presenta 33 fuentes con descarga superficial (14 isla de Maipo, 6 Buin, 6 Paine, 3 Pirque, 3 San Bernardo, 1 Calera de Tango). Descargas a aguas subterráneas registra 6 fuentes (3 Paine, 1 Buin, 1 Calera de Tango y 1 en San Bernardo). Se registran 138 fuentes con descarga al alcantarillado (116 en San Bernardo, 18 en Buin, 2 en Paine y 2 en Calera de Tango).	En cuanto al número de fuentes emisoras, La subcuenca Mapocho Alto registra 21 fuentes de descarga al alcantarillado público en la comuna de Lo Barnechea. No se registran descargas superficiales ni subterráneas.	En cuanto al número de fuentes emisoras, la subcuenca Río Mapocho Bajo concentra la mayor cantidad de estas, en especial en las descargas a alcantarillado, que en este caso corresponden a 1.782 fuentes. Respecto a las descargas superficiales, se registran 31 fuentes emisoras (6 en Talagante, 4 en Peñaflor, 4 Quilicura, 3 en Pudahuel, 3 Lampa, 2 Tiltil, 2 Puente Alto, 1 en Maipú, Quinta Normal, Renca, Padre Hurtado y El Monte).	Las fuentes emisoras de contaminación en aguas superficiales y subterráneas, se encuentran en parte supervisadas y caracterizadas por la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), mediante el control de fuentes puntuales de contaminación, presentándose una dificultad para la SISS en lo que respecta a la cuantificación de las fuentes de contaminación difusa y sus efectos en el medio, careciendo en general de instrumentos normativos para su control.
	Las fuentes emisoras de RILES, con descarga a cursos o cuerpos de agua superficiales, se concentran en las subcuencas Río Maipo Medio y Río Mapocho Bajo, con un 45% y 42% de las fuentes emisoras respectivamente. Por otra parte se destaca que la subcuenca de Río Mapocho Bajo presenta la mayor cantidad de descargas a aguas subterráneas, manteniendo a su vez el mayor porcentaje (90%) de fuentes emisoras con descargas a alcantarillado público.							
Factores que Determinan la Calidad del Agua (Aspecto General)	Se requiere llevar a cabo monitoreos de calidad de agua en donde se han identificado presiones antrópicas que potencialmente generan contaminación de aguas superficiales y subterráneas, centrando la fiscalización de estos sectores y focos potenciales de contaminación.							
Vulnerabilidad	La vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos en estas subcuencas se caracteriza en la mayor parte de sus superficies por una vulnerabilidad moderada, presentándose las zonas de mayor vulnerabilidad en sectores aledaños al Estero Alhué, en la **subcuenca Estero Alhué**; sectores aledaños al Estero Yali, en la **subcuenca Estero Yali**; sectores en torno al Río Maipo, **en subcuenca Río Maipo Alto**; sectores en torno al Estero Puangue, en **la subcuenca Río Maipo Bajo**, sectores en torno al Río Angostura y Río Maipo, en la **subcuenca del Río Maipo Medio**; sectores en torno cursos de agua superficial, en la **subcuenca Río Mapocho Alto**; sectores en torno al Estero Polpaico y en torno al Río Mapocho en la parte baja de la **subcuenca Río Mapocho bajo.**							Respecto a la vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos, es posible señalar que la mayor parte de la cuenca en la región corresponde a sectores de vulnerabilidad moderada, con una distribución espacial heterogénea, mientras las zonas de mayor vulnerabilidad, corresponden a sectores aledaños a cursos de agua y zonas costeras, destacándose sectores con muy alta vulnerabilidad como los valles de los Ríos Maipo, Mapocho, Rapel y Esteros Puangue y Yali
Diagnóstico Infraestructura								
Actualización/ Desactualización información	**Listado de Obras Mayores:** desactualizado sólo se incluye Tranque Carén. **Listado de Obras menores:** desactualizado, sin coordenadas y poco claro en lo que es la obra. Actualizar catastro de bocatomas y complementar con canales y tranques pequeños	**Listado de Obras Mayores:** desactualizado. **Listado de Obras menores:** desactualizado, sin coordenadas y poco claro en lo que es la obra. Actualizar catastro de bocatomas, canales y tranques pequeños.						Se debe actualizar información

CUADRO 15.2-1
RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO
(Continuación)

Diagnóstico Infraestructura								
Obras de Regulación y Control	**Riego:** 0,9 hm³ correspondiente a un 12% del total regional, en buen estado, es Obra Mayor por criterio de altura de Muro y Volumen. No se cuenta con catastro de tranques pequeños. Se destaca que el embalse se encuentra en la parte baja de la subcuenca **Agua Potable:** No hay.	**Riego:** 0,23 hm³ correspondiente a un 3,1% del total regional, sin uso. Es Obra Mayor por criterio de altura de Muro y Volumen. **Agua Potable:** No hay	**Riego:** No hay en la subcuenca **Agua Potable:** Hay un embalse de 250 hm³ de capacidad y la Laguna Negra	**Riego:** 4 embalses que en total suman 1,33 hm³ correspondiente a un 17,8% del total regional, los 4 son Obra Mayor por criterio de altura de Muro y Volumen, dos en mal estado. Afectos a multas. **Agua Potable:** No hay.	**Riego:** 3 embalses que suman 2,48 hm³ correspondiente a un 33,1% del total regional, son Obra Mayor por criterio de volumen y/o altura de muro, uno en mal estado. El catastro se debe ampliar ya que se nombraron tranques que no están identificados en los estudios revisados. Se cuenta con un catastro de embalses pequeños. **Agua Potable:** No hay.	**Riego:** No hay en la Subcuenca. **Agua Potable:** Se presenta un embalse de 1,2 hm³ de capacidad, fiscalizado por la DGA.	**Riego:** 7 embalses que suman 2,55 hm³ correspondiente a un 34,1% del total regional, son Obra Mayor por criterio de Volumen y/o altura de Muro (salvo uno abandonado y Reina Sur en mal estado), inspeccionado en IN-03 e IN-11. Afecto a multa. **Agua Potable:** No hay.	**Riego:** 7,495 hm³ correspondiente a un 100% del total regional, de los cuales 14 de 15 corresponden a Obra Mayores por criterio de volumen y/o altura de Muro. No se considera el embalse Huechún por estar fuera de servicio. **Agua Potable:** Existen 3, de los cuales uno corresponde a Laguna Negra.
Percepción de la gente sobre las obras	Falta de fiscalización de las obras. Falta de estaciones de medición y calidad. Faltan sistemas APR. Sistema engorroso para regularizar derechos de agua, para postular a beneficios de Ley de Riego.	Falta reparar y construir obras de acumulación Falta sistemas APR Sistema engorroso para regularizar derechos de agua, para postular a beneficios de Ley de Riego.	Falta sistemas APR Poca confianza en datos de estaciones DGA. Falta diagnóstico de necesidades de riego.	Falta sistemas APR Falta fiscalización de obras.	Falta pulcritud al realizar manejos de cauce (caso sifón) Falta regulación, control y seguimiento de otorgamiento de derecho de extracción de áridos Sistema engorroso para regularizar derechos de agua, para postular a beneficios de Ley de Riego.	Falta control con respecto a las servidumbres de canales.	Falta control con respecto a las servidumbres de canales Falta regulación, control y seguimiento de otorgamiento de derecho de extracción de áridos Sistema engorroso para regularizar derechos de agua, para postular a beneficios de Ley de Riego.	Falta de fiscalización de las obras. Falta de estaciones de medición y calidad. Faltan sistemas APR. Sistema engorroso para regularizar derechos de agua, para postular a beneficios de Ley de Riego. Poca confianza en datos de estaciones DGA. Falta diagnóstico de necesidades de riego Falta pulcritud al realizar manejos de cauce (caso sifón) Falta regulación, control y seguimiento de otorgamiento de derecho de extracción de áridos Falta control con respecto a las servidumbres de canales
Canales de Riego	Cuenta con 72 bocatomas, que corresponden al 19,7% de las registradas en la región.	No se cuenta con información catastrada de canales ni bocatomas, lo cual está de acuerdo a lo indicado en taller.	Hay 51 bocatomas catastradas (17,35% del total regional), todas ubicadas en la 1^{era} sección del Río Maipo. Existen problemas de basura en los canales.	Hay 62 bocatomas catastradas (21,1% del total regional), todas ubicadas en la 3^{era} sección del Río Maipo. Existen problemas de basura y contaminación en los canales.	Hay 62 bocatomas catastradas (21,1% del total regional), 22 ubicadas en la 1^{era} sección y 40 ubicadas en la 2da sección del Río Maipo. Existen problemas de basura en los canales, de ocupación de servidumbres y acumulación de sedimentos	Hay 32 bocatomas catastradas (10,9% del total regional), todas ubicadas en la 2da sección del Río Maipo. Existen problemas por ocupación de servidumbres y destrucción de canal por parte de proyectos inmobiliarios.	Hay 87 bocatomas catastradas (29,6% del total regional), todas ubicadas en la 2da sección del Río Maipo. Existen problemas de basura en los canales y de ocupación de servidumbres	En total se han catastrado 366 bocatomas/canales. En general existen problemas capacidad por las basuras arrojadas por la comunidad a los canales en zonas urbanas y por la ocupación de servidumbres que disminuyen la sección del canal o bien lo tapan. Se sugiere identificar puntos críticos y generar proyectos de abovedamiento e implementar planes para conservar servidumbres.

CUADRO 15.2-1
RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO
(Continuación)

Diagnóstico Infraestructura								
Obras Ley de Fomento al Riego	Se han realizado 35 proyectos correspondientes al 2,8% del total regional, de los cuales el 76% sigue con vigencia. A pesar de lo anterior hay usuarios que no pueden participar en los concursos por no tener regularizados sus derechos de agua.	Se han realizado 46 proyectos correspondientes al 3,7% del total regional, de los cuales el 78% sigue con vigencia. A pesar de lo anterior hay usuarios que no pueden participar en los concursos por no tener regularizados sus derechos de agua.	Se han realizado 8 proyectos correspondientes al 0,7% del total regional, de los cuales el 88% sigue con vigencia.	Se han realizado 440 proyectos correspondientes al 35,5% del total regional, de los cuales el 71% sigue con vigencia.	Se han realizado 339 proyectos correspondientes al 27,4% del total regional, de los cuales el 70% sigue con vigencia. A pesar de lo anterior hay usuarios que no pueden participar en los concursos por no tener regularizados sus derechos de agua.	No presenta registro de proyectos.	Se han realizado 371 proyectos correspondientes al 29,9% del total regional, de los cuales el 83% sigue con vigencia. A pesar de lo anterior hay usuarios que no pueden participar en los concursos por no tener regularizados sus derechos de agua.	Se han aprobado 1239 proyectos, de los cuales el 74,8%sigue con vigencia. Existe problema para legalizar los derechos lo que impide la postulación a concurso
Aguas Lluvia	No hay Planes Maestros de Aguas Lluvia, ya que no cumplen con el requisito mínimo de 50.000 habitantes indicado en la Ley Nº19.525.	No hay Planes Maestros de Aguas Lluvia, ya que no cumplen con el requisito mínimo de 50.000 habitantes indicado en la Ley Nº19.525.	No hay Planes Maestros de Aguas Lluvia, ya que no cumplen con el requisito mínimo de 50.000 habitantes indicado en la Ley Nº19.525.	Melipilla, cumple con los requisitos mínimos de 50.000 habitantes indicado en la Ley Nº19.525 para la ejecución de un Plan Maestro de Aguas Lluvia, el resto de los sectores no cumplen con el requisito mínimo.	Hay una localidad con Plan Maestro de Aguas Lluvia, el resto no cumple con el requisito mínimo de 50.000 habitantes indicado en la Ley Nº19.525.	Hay una comuna con Plan Maestro de Aguas Lluvia, el resto no cumple con el requisito mínimo de 50.000 habitantes indicado en la Ley Nº19.525.	Hay 17 comunas que cuentan con un Plan Maestro de Aguas lluvias y 4 cumplen con los requisitos mínimos de 50.000 habitantes indicado en la Ley Nº19.525 por lo que se debe contemplar su realización. El resto de los sectores no cumplen con el requisito mínimo.	Hay 33 comunas con Plan Maestro, 5 que se encuentran en "trámite" ya que cumplen con el requisito mínimo de la ley N°19.525 y 40 sin posibilidad de ser analizadas.
Agua Potable Urbana	No cuenta con concesiones de Servicios de Agua Potable Urbano.	No cuenta con concesiones de Servicios de Agua Potable Urbano.	Cuenta con 2 localidades, San Gabriel y San José de Maipo, con concesiones de Servicios de Agua Potable Urbano.	Cuenta con 4 sectores, con concesiones de Servicios de Agua Potable Urbano.	Cuenta con 9 sectores, con concesiones de Servicios de Agua Potable Urbano. Cabe mencionar que durante una crecida de alta turbiedad, el sistema se interrumpe, desabasteciendo a gran parte de Santiago.	Cuenta con 4 sectores con concesiones de Servicios de Agua Potable Urbano. Cabe mencionar que durante una crecida de alta turbiedad, el sistema se interrumpe, desabasteciendo a gran parte de Santiago.	Cuenta con 13 sectores, con concesiones de Servicios de Agua Potable Urbano. Empresas no se expanden hacia proyectos de viviendas sociales, aislando a sus habitantes.	El sistema de Agua Potable del gran Santiago es vulnerable a aumentos en la turbiedad de las aguas del Río Mapocho y Maipo, hecho importante ya que el caudal asociado a la satisfacción de la demanda es cercano a los 15 m^3/s.
Agua Potable Rural	El número de sistemas APR's es de 5 y corresponde al 4,85% del total regional. Se ha generado migración por falta del recurso de una localidad a otra.	El número de sistemas APR's es de 3 y corresponde al 2,9% del total regional. Falta de inversión y fuente.	El número de sistemas APR's es de 3 y corresponde al 2,9% del total regional. Falta de abastecimiento por crecimiento urbano, parcelas de agrado, falta de planificación de expansión, y robos.	El número de sistemas APR's es de 35 y corresponde al 34,0% del total regional. Falta de abastecimiento por aumento de la población y/o deficiencias en la infraestructura en lo que respecta al sistema de filtros y estanques. También hay problemas de derechos para la instalación de un APR.	El número de sistemas APR's es de 25 y corresponde al 24,3% del total regional.	No cuenta con sistemas APR controlados por la DOH.	El número de sistemas APR's es de 32 y corresponde al 31,0% del total regional. Problemas por capacidad de fuente e infraestructura antigua.	Hay 103 APR, los problemas principales consisten en falta de infraestructura adecuada, falta de concentración suficiente para la construcción de un nuevo APR, problemas de capacidad por el aumento de parcelas de agrado y habitantes, lo que está directamente ligado a una mala planificación.
Depósitos de Relaves	Son 4 tranques (activos) de 28 presentes en la región, 2 inspeccionados como obras mayores (IN-03) y dos de los cuales no se cuenta con información de altura ni capacidad, se recomienda su revisión por parte de la DGA.	No hay en la subcuenca	No hay en la subcuenca	Son 3 tranques (No activos) de 28 presentes en la región, no se cuenta con información respecto a su fiscalización	Son 3 tranques (2 no activo y otro sin información) de 28 presentes en la región, no se cuenta con información respecto a su fiscalización	Hay 1 tranques (sin información de actividad) de 28 presentes en la región, en buen estado.	Son 19 tranques (7 activos, 8 no activos y 4 sin información de actividad) de 28 presentes en la región, se cuenta con la fiscalización de dos de ellos, mientras que del resto se desconoce información	Hay 11 activos, 11 no activos y 6 sin información de actividad.
Disposición y Recolección Aguas Servidas Urbana y Rural	No se cuenta con información.	No se cuenta con información.	Cuenta con dos Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS) en las Localidades de San José de Maipo y San Gabriel acorde con las áreas de concesión existentes.	Cuenta con 7 Plantas de tratamiento de Aguas Servidas, que sanean las localidades El Monte, Curacaví, Pomaire y Melipilla.	Cuenta con 4 Plantas de tratamiento de Aguas Servidas, que sanean las localidades de Isla de Maipo, Valdivia d Paine, Buin, Paine, Linderos y Maipo.	Cuenta con 2 Plantas de tratamiento de Aguas Servidas, que sanean las localidades de La Parva y Los Trapenses.	Cuenta con 11 Plantas de tratamiento de Aguas Servidas, que sanean la mayor parte de las aguas del gran Santiago.	En total hay 26 Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas, que tratan las aguas provenientes de las empresas concesionarias. Existen problemas con los puntos de restitución de los caudales ya que dejan sin agua a algunos canales de regadío.

CUADRO 15.2-1
RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO
(Continuación)

Diagnóstico Infraestructura								
Generación Eléctrica	No se cuenta con información de centrales.	No se cuenta con información de centrales.	Cuenta con 5 centrales de pasada con una potencia instalada de 255,3 MW, correspondiente al 31,8% de la región.	Cuenta con 3 centrales de pasada con una potencia instalada de 15,9 MW, correspondiente al 1,98% de la región.	Cuenta con 3 centrales de pasada con una potencia instalada de 25,1 MW, correspondiente al 3,12% de la región.	No se cuenta con información de centrales.	Cuenta con 1 central de pasada y 2 centrales termoeléctricas con una potencia instalada de 507 MW, correspondiente al 63,11% de la región.	Cuenta con 12 centrales de pasada y 2 centrales termoeléctricas con una potencia instalada de 803,3 MW.
Extracción de áridos	No se cuenta con información.	No se cuenta con información.	No se cuenta con información.	Se recabó información de las municipalidades obteniendo 5 puntos de extracción de áridos.	Se recabo información de las municipalidades obteniendo 42 puntos de extracción de áridos. Los efectos adversos de mayor importancia son los puentes y las bocatomas "colgadas". Se recomienda a DGA fiscalizar a municipios para velar por las modificaciones de cauce.	No se cuenta con información.	Se recabó información de las municipalidades obteniendo 12 puntos de extracción de áridos. Problema por bocatomas "colgadas". Se recomienda a DGA fiscalizar a municipios para velar por las modificaciones de cauce.	Se cuenta con información de 67 puntos de extracción en la región, que en general presentan problemas de control, seguimiento y fiscalización por parte de las municipalidades. Estos originan problemas tales como inestabilidad de puentes y modificación de cauce lo que imposibilita la captación de bocatomas.
Aluviones	No se cuenta con información.	No se cuenta con información.	Si bien es cierto en esta subcuenca han ocurrido eventos aluvionales de importancia, pero dado que la zona no es altamente poblada no existe infraestructura de control. En todo caso, deberían estudiarse los peligros aluvionales y la necesidad de obras de control.	No se cuenta con información.	No se cuenta con información.	Dado que la zona se ubica aguas arriba de zonas pobladas, debería analizarse la necesidad de obras de control	Cuenta con obras y proyectos que contemplan el resguardo de la zona urbana de la ciudad de Santiago, sin embargo, no es suficiente dada las numerosas quebradas que desembocan sobre la ciudad. Es necesario fiscalizar los cauces de las quebradas con el fin de definir las medidas que se adoptarán para cada caso.	En este caso, sólo se cuenta información en el sector preandino de la ciudad de Santiago donde la expansión urbana choca con el trazado natural de las quebradas. En la actualidad se han construido obras para contrarrestarlos efectos de una crecida de mayor magnitud, como es el ejemplo de la quebrada de Macul, o se están llevando a cabo el estudio para la construcción de obras, como es el caso dela Quebrada de Ramón, sin embargo, existe el peligro latente de que se generen inundación y aluviones en sectores de alta densidad poblacional.
Redes de Medición	**Pluviométricas:** No es necesaria la instalación de nuevos puntos de medición **Fluviométricas:** No es necesaria la instalación de nuevos puntos de medición. **Sedimentos:** se necesita instalar un nuevo punto de medición. **Calidad Superficial:** se necesita instalar un nuevo punto de medición, ya que no hay actualmente.	**Pluviométricas:** No es necesaria la instalación de nuevos puntos de medición **Fluviométricas:** se necesita instalar un nuevo punto de medición. **Sedimentos:** se necesita instalar un nuevo punto de medición. **Calidad Superficial:** No se requieren nuevos puntos de medición	**Pluviométricas:** No es necesaria la instalación de nuevos puntos de medición **Fluviométricas:** No es necesaria la instalación de nuevos puntos de medición **Sedimentos:** No es necesaria la instalación de nuevos puntos de medición **Calidad Superficial:** No se requieren nuevos puntos de medición	**Pluviométricas:** No es necesaria la instalación de nuevos puntos de medición. **Fluviométricas:** No es necesaria la instalación de nuevos puntos de medición **Sedimentos:** No es necesaria la instalación de nuevos puntos de medición. **Calidad Superficial:** No se requieren nuevos puntos de medición	**Pluviométricas:** No es necesaria la instalación de nuevos puntos de medición **Fluviométricas:** No es necesaria la instalación de nuevos puntos de medición **Sedimentos:** No es necesaria la instalación de nuevos puntos de medición. **Calidad Superficial:** No se requieren nuevos puntos de medición	**Pluviométricas:** No es necesaria la instalación de nuevos puntos de medición **Fluviométricas:** No es necesaria la instalación de nuevos puntos de medición **Sedimentos:** No es necesaria la instalación de nuevos puntos de medición. **Calidad Superficial:** No se requieren nuevos puntos de medición	**Pluviométricas:** No es necesaria la instalación de nuevos puntos de medición **Fluviométricas:** No es necesaria la instalación de nuevos puntos de medición **Sedimentos:** No es necesaria la instalación de nuevos puntos de medición. **Calidad Superficial:** No se requieren nuevos puntos de medición	En general, la región metropolitana cuenta con las estaciones pluviométricas, fluviométricas y de sedimentos, suficientes, a excepción de las cuencas Alhué y Yali donde se necesitan en total una estación fluviométrica, 2 sedimentológicas, y una de calidad de aguas superficiales.

CUADRO 15.2-1
RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO
(Continuación)

Diagnóstico Infraestructura								
Redes de Medición	**Niveles Aguas Subterráneas:** se necesitan 10 puntos de monitoreo. **Calidad Subterránea:** se necesita instalar un punto de monitoreo (uno por cada sector Acuífero)	**Niveles Aguas Subterráneas:** se necesitan 14 puntos de monitoreo. **Calidad Subterránea:** se necesita instalar 8 puntos de monitoreo (uno por cada sector Acuífero)	**Niveles Aguas Subterráneas:** No hay sectores acuíferos, se debería definir acuíferos sector alto **Calidad Subterránea:** no hay sectores acuíferos	**Niveles Aguas Subterráneas:** se necesitan 9 puntos de monitoreo. **Calidad Subterránea:** se necesita instalar 17 puntos de monitoreo (uno por cada sector Acuífero)	**Niveles Aguas Subterráneas:** se necesitan 6 puntos de monitoreo. **Calidad Subterránea:** se necesita instalar 4 puntos de monitoreo (uno por cada sector Acuífero)	**Niveles Aguas Subterráneas:** se necesitan 2 puntos de monitoreo. **Calidad Subterránea:** se necesita instalar 2 puntos de monitoreo (uno por cada sector Acuífero)	**Niveles Aguas Subterráneas:** se necesitan 5 puntos de monitoreo. **Calidad Subterránea:** se necesita instalar 9 puntos de monitoreo (uno por cada sector Acuífero)	Diferente es el caso de la red de niveles de aguas subterráneas, donde se necesitan 46 pozos de medición Se requiere una nueva estación superficial, y 41 estaciones subterráneas en total.
	El análisis desarrollado permitió identificar que desde el punto de vista de las recomendaciones internacionales de monitoreo, en el caso de la calidad superficial se requiere instalar solo una estación de medición, pero al contrastar esto con el análisis ambiental, se identifica la necesidad de instalar más estaciones de monitoreo de modo que se pueda caracterizar la calidad del agua en sectores afectos a proyectos futuros en la región.							
Diagnóstico Ambiental								
Proyectos ingresados al SEIA relevantes	Proyecto con EIA aprobado "Depósito de relaves en pasta Minera Florida". La subcuenca carece de estaciones de monitoreo que permitan contrastar las mediciones efectuadas por los titulares.	-	3 Proyectos con EIA aprobado: Interconexión Embalse El Yeso Acueducto Laguna Negra, Líneas de Transmisión Eléctrica S/E Maitenes-S/E Alfalfal y Central Alfalfal II-S/E Alfalfal, Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo Exp. N°105.	Existen 5 proyectos con DIA aprobadas, 3 del rubro agropecuario y 2 del rubro energía.	Concentra un número importante de proyectos con RCA aprobada, ligados a los recursos hídricos, lo que podría significar una mayor presión desde el punto de vista ambiental e hídrico. Uno de los proyectos con RCA aprobada es la Línea de entrada a Alto Jahuel 2X500 kV Exp. 017/2010.	Proyecto aprobado con Estudio de Impacto Ambiental: Línea de Transmisión Eléctrica 220 kV Polpaico Confluencia" (compartido con la subcuenca Mapocho Bajo).	Posee el mayor número de Proyectos ligados a los recursos hídricos, con RCA aprobada, en comparación al resto de las subcuencas. La subcuenca carece de estaciones de monitoreo que permitan contrastar las mediciones efectuadas por los titulares.	-
Conflictos Ambientales Pasados y Futuros	Las aguas del Estero Carén, aguas abajo del embalse, presentan altos contenidos de sulfato y molibdeno, lo que podría afectar la salud de la gente y la actividad agrícola y ganadera de la zona, y el área de influencia del relave.	Conflicto ambiental por efecto de agroindustrias en disponibilidad de agua.	Concentra dos conflictos relacionados con el rubro hidroeléctrico: el Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo y la Central Hidroeléctrica Guayacán.	-	Conflicto ambiental en la Laguna de Aculeo.	Proyecto minero Expansión Andina 244, en la comuna de Lo Barnechea.	Concentra dos conflictos: uno relacionado con una Planta de Tratamiento de Aguas Servidas en el humedal de Batuco (La Cadellada) y otro con el Proyecto minero Andina 244.	-
Áreas Protegidas	Existentes: Reserva Natural Protegida Altos de Cantillana (APP), Santuario de la Naturaleza Altos de Cantillana, Horcón de Piedra y Roblería Cajón de Lisboa; Santuario de la Naturaleza San Juan de Piche, Reserva Nacional Roblería del Cobre de Loncha.	Existentes: Alto de Cantillana (APP). Por otra parte, se debe prestar atención a esta subcuenca debido a los posibles conflictos por traslapes o cercanía entre ciertos proyectos y áreas protegidas.	Existentes: Santuario de la Naturaleza Cascada de Las Ánimas, Área Protegida Privada Central de Trabajo Río Colorado, Bien Nacional Río Olivares, Santuario de la Naturaleza Fundo San Francisco de Lagunillas y Quillayal, Monumento Natural El Morado. Por otra parte, se debe prestar atención a esta subcuenca debido a los posibles conflictos por traslapes o cercanía entre ciertos proyectos y áreas protegidas.	Existentes: APP Sin Nombre (26), Reserva Natural Protegida Altos de Cantillana (APP), Parcela 30 F, Los Canelos (APP), Santuario de la Naturaleza Horcón de Piedra (Fundo Rinconada de Chocalán), Santuario de la Naturaleza Altos de Cantillana, Horcón de Piedra y Roblería Cajón de Lisboa. Propuestas: Cerro Águilas.	Existentes: Santuario de la Naturaleza Las Torcazas de Pirque, Agua del León (APP), Reserva Natural Protegida Altos de Cantillana (APP), Reserva Nacional Río Clarillo. Propuestas: Cerro Chena (pequeña superficie)	Existentes: Santuario de la Naturaleza Predio Los Nogales y Yerba Loca. Propuestas: Las áreas protegidas que se proponen abarcan gran parte de la subcuenca. Éstas son Alto cuenca del Mapocho, Chacabuco-Peldehue, Colina-Lo Barnechea, Contrafuerte cordillerano.	Existentes: Fundo Romeral (APP), Fundo Las Mercedes, Altos de Chicauma Lampa (APP), Hacienda Lipangue (APP), Jardín Botánico Chagual (APP), Centro Cantalao (APP), Santuario de la Naturaleza Cerro El Roble. Propuestas: Colina-Lo Barnechea, Contrafuerte Cordillerano, Cerro Chena, Humedal de Batuco, Fundo Huechún, Chacabuco-Peldehue.	Falta reconocimiento de los servicios ambientales (regulación hídrica) que prestan las áreas protegidas. Faltan de estudios sobre demanda hídrica. La mantención futura de estas áreas es relevante debido a la creciente presión urbana y a las múltiples actividades que requieren o afectan al recurso hídrico, y que conviven en esta Región. En este sentido, contar con una reglamentación de áreas protegidas privadas sería congruente.
Situaciones de Emergencia	Incendios, emergencia hídrica e inundaciones.	Incendios y emergencia hídrica.	Aludes, remociones en masa e inundaciones.	Inundaciones	Inundaciones	Aludes y remociones en masa, inundaciones.	Emergencia hídrica e inundaciones.	Identificadas en la Región: aludes y remociones en masa, incendios, emergencias hídricas e inundaciones.

CUADRO 15.2-1
RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO
(Continuación)

Diagnóstico Ambiental								
Principales Problemas Ambientales ligados a los recursos hídricos	Contaminación hídrica por agroquímicos, aguas servidas, residuos sólidos domiciliarios y relaves mineros; y contaminación odorífera. Esta subcuenca carece de estaciones de monitoreo de calidad de aguas superficiales y subterráneas.	Contaminación hídrica por planteles porcinos, contaminación odorífera. Subcuenca deficitaria en red de medición de calidad de aguas.	Contaminación hídrica producto del vertido de aguas servidas, relaves, residuos sólidos domiciliarios en canales, otros RILES y actividad ganadera; pérdida de zona ripariana, extracción de áridos y urbanización del piedemonte andino.	Principales problemas ambientales: contaminación hídrica por agroquímicos, aguas servidas, residuos sólidos domiciliarios en canales, relaves y otros RILES; pérdida de zona ripariana. Subcuenca deficitaria en estaciones de medición de calidad de aguas.	Contaminación hídrica debido a agroquímicos, aguas servidas, residuos sólidos domiciliarios en canales y otros RILES; extracción de áridos y pérdida de zona ripariana. Subcuenca deficitaria en estaciones de medición de calidad de aguas,	Urbanización piedemonte y contaminación hídrica por aguas servidas, relaves y residuos sólidos domiciliarios.	Problemas ambientales: contaminación hídrica por agroquímicos, aguas servidas, relaves, residuos sólidos domiciliarios, relaves, planteles porcinos y otros RILES; pérdida de zona ripariana y contaminación odorífera. Esta subcuenca es la que posee el mayor número de depósitos de relave, tanto activos, como no activos y sin información.	Contaminación hídrica (difusa y puntual), urbanización en piedemonte andino, pérdida de zonas ripariana, extracción de áridos, contaminación odorífera.
Diagnóstico Eventos Extremos: Crecidas								
Antecedentes de Control de Crecidas en la Región Metropolitana	En la subcuenca del Estero Alhué hay puntos críticos de inundación y zonas susceptibles de inundación.	En la subcuenca del Estero Yali no hay problemas de inundación.	En la subcuenca del Río Maipo Alto hay zonas susceptibles de inundación, pero sin embargo no hay puntos críticos de inundación.	En la subcuenca del Río Maipo Bajo las comunas de Curacaví, El Monte y Melipilla tienen zonas susceptibles de inundación y puntos críticos de inundación.	En la subcuenca del Río Maipo Medio todas las comunas presentan puntos críticos de inundación y zonas susceptibles de inundación.	En la subcuenca del Río Mapocho Alto hay puntos críticos de inundación y zonas susceptibles de inundación.	En la subcuenca del Río Mapocho Bajo todas las comunas presentan problemas de inundación, 14 comunas presentan problemas de puntos críticos de inundación y las 24 restantes solo tienen zonas susceptibles de inundación	
Sistema de emergencias y alerta de crecidas	Tiene puntos críticos de inundación, no tiene Plan Maestro de Aguas Lluvias y no tiene cobertura del sistema de Control de Crecidas	No tiene problemas de inundaciones y no tiene cobertura del sistema de Control de Crecidas	No tiene problemas de inundaciones y tiene cobertura del sistema de Control de Crecidas	Tres de las cuatro comunas ubicadas en la subcuenca tienen problemas de inundaciones. Sin embargo, solo la comuna de Melipilla tiene cobertura del sistema de Control de Crecidas. Las dos comunas con puntos críticos de inundación (y además son plan maestro de Aguas Lluvias) son El Monte y Curacaví.	Las 6 comunas ubicadas en la subcuenca tienen problemas de inundaciones. Sin embargo, solo las comunas de Pirque y Talagante tienen cobertura del sistema de Control de Crecidas. En el caso de San Bernardo, Buin y Paine tienen sus Planes Maestros de Aguas Lluvias sin aprobar. Por último en el caso de Isla de Maipo no existe Plan Maestro de Aguas Lluvias.	Tiene problemas de inundaciones y tiene cobertura del sistema de Control de Crecidas	De las 38 comunas ubicadas en la subcuenca del Río Mapocho Bajo, solo 7 tiene cobertura del sistema de Control de Crecidas. Las 31 comunas restantes presentan problemas de inundación. Estas comunas pueden ser separadas en 2 grupos. En primer lugar tenemos las comunas con problemas de inundación que no tienen un plan maestro de aguas lluvias, que son: Lampa, Tiltil, Padre Hurtado, Colina y Calera de Tango. En segundo lugar tenemos las comunas con problemas de inundación que tiene plan maestro de aguas lluvias, que son: Cerrillos, Conchalí, Huechuraba, San Miguel, Maipú, Vitacura, Cerro Navia, El Bosque, Estación Central, Independencia, La Cisterna, La Granja, La Pintana, Las Condes, Lo Espejo, Lo Prado, Macul, , Ñuñoa, Pedro Aguirre Cerda, Providencia, Quilicura, Quinta Normal, Recoleta y Santiago	El sistema de control de crecidas de la Región Metropolitana abarca 5 de las 7 subcuencas de la Región. Las subcuencas con cobertura son Río Maipo Alto, Río Maipo Bajo, Río Maipo Medio, Río Mapocho Alto y Río Mapocho Bajo. En la Región Metropolitana no hay embalses de control de crecidas. Desde el año 2008 a la fecha se ha implementado un Plan de Emergencias Invernales, plan que es reformulado anualmente. Este Plan establece en términos operativos la información básica necesaria para actuar en situaciones de emergencia producto de crecidas. No existe una evaluación formal del funcionamiento del plan de emergencia del año 2014.

CUADRO 15.2-1
RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO
(Continuación)

Diagnóstico Eventos Extremos: Crecidas								
Labores de fiscalización relacionadas con el control de crecidas	No es posible indicar que exista una relación directa entre las políticas del Servicio en sus labores de fiscalización y el control de crecidas. Sin embargo, las labores de fiscalización realizadas contribuyen al control de crecidas, principalmente a través de la vigilancia de las modificaciones de cauces naturales y artificiales. De acuerdo a los expedientes de fiscalización de la DGA Región Metropolitana (2015), se identificaron 6 infracciones al Código de Aguas relacionadas con el control de crecidas, que son: obras no autorizadas en cauces naturales (40%), modificación de cauce natural (20%), obras no autorizadas en cauce artificial (19%), entorpecimiento uso de aguas (11%), extracción de áridos (8%), construcción de obras mayores sin autorización (2%).En relación al desbordamiento de canales y cierre de bocatomas, la DGA Región Metropolitana anualmente ordena en cierre de obras de captación de cauces naturales (Art 304 del CA) e instruye a los usuarios a evitar el desbordamiento de canales (Art 305 del CA).El periodo de cierre de bocatomas es variable y es determinado a nivel Regional.							
Relación de la DGA con otros organismos públicos	**Protocolo ONEMI-DGA de 2012** (**Nivel Central y Regional)**: No hay informes de gestión que permitan evaluar el funcionamiento del protocolo de coordinación con la ONEMI. **Comité Regional de Gestión de Desastres (Nivel Central y Regional)**: A nivel ministerial las labores relacionadas con el control de crecidas forman parte del sistema de gestión de riesgos de desastres. El MOP creó a fines de 2012 (Res DGOP Nº 5435 de 2012) los Comités Regionales de Gestión de Desastres. En enero de 2014 la Dirección General de Obras Públicas (DGOP) dictó el instructivo que entrega las directrices para su implementación y operación (MOP, 2014). Estos Comités se activan en caso de emergencias a nivel regional. El Comité Regional está formado por el SEREMI del MOP y los Directores Regionales de los Servicios del Ministerio.							
Relación de la DGA con las organizaciones de usuarios de agua	La relación con los usuarios del agua se realiza principalmente a través del cierre de bocatomas que se realiza anualmente en el periodo de lluvias.							
Diagnóstico Eventos Extremos: Sequías								
Antecedentes de Sequías en la Región Metropolitana	En la subcuenca del Estero Alhué se ha declarado en dos oportunidades zona de escasez hídrica en la comuna de Alhué (2008 y 2012)	En la subcuenca del Estero Yali se ha declarado en dos oportunidades zona de escasez hídrica en la comuna de San Pedro (2008 y 2012)	En la subcuenca del Río Maipo Alto no se hay decretos de escasez hídrica	En la subcuenca del Río Maipo Bajo se han declarado3 comunas en zona de escasez hídrica. Melipilla en 2008, 2011 y 2012. Curacaví y María Pinto en2012	En la subcuenca del Río Maipo Medio no se hay decretos de escasez hídrica	En la subcuenca del Río Mapocho Alto no se hay decretos de escasez hídrica	En la subcuenca del Río Mapocho Bajo se han declarado2 comunas en zona de escasez hídrica. Colina en 2008y Tiltilen2008, 2011 y 2012	En 2008 y 2012 en la Región Metropolitana la DGA ha promulgado 6 decretos de zonas de escasez hídrica.
Declaración de escasez hídrica	No hay registro de solicitudes de autorización de extracciones de aguas sin derechos de aprovechamiento de agua	No hay registro de solicitudes de autorización de extracciones de aguas sin derechos de aprovechamiento de agua	No hay registro de solicitudes de autorización de extracciones de aguas sin derechos de aprovechamiento de agua	En la comuna de Melipilla hay dos solicitudes aprobadas para la extracción de aguas sin derechos de aprovechamiento de agua para APR	No hay registro de solicitudes de autorización de extracciones de aguas sin derechos de aprovechamiento de agua	No hay registro de solicitudes de autorización de extracciones de aguas sin derechos de aprovechamiento de agua	En la comuna de Tiltil hay dos solicitudes rechazadas para la extracción de aguas sin derechos de aprovechamiento de agua	Las declaraciones de escasez hídrica en la Región Metropolitana se han concentrado en la Provincia de Melipilla, en particular las comunas de Melipilla, San Pedro y Alhué y en la Provincia de Chacabuco, en particular las comunas de Tiltil y Colina. Sin embargo, los problemas de escasez hídrica identificados en los talleres de participación ciudadana, dan cuenta de problemas de escasez de agua en otros sectores de la Región Metropolitana. El impacto de los decretos de escasez en la gestión de las sequías en la Región Metropolitana ha sido muy bajo. De acuerdo a la información disponible, sólo existen 4 solicitudes de autorización de extracción de agua bajo el amparo de decretos de escasez, realizadas en el año 2011. De las solicitudes presentadas dos fueron aprobadas y dos rechazadas. Las solicitudes rechazadas se basaron en que no había sido posible comprobar la existencia de obras ni fuentes de abastecimiento desde las cuales se pudiera aprobar las extracciones. No fue posible tener información sobre intervenciones para la distribución del agua en la Región Metropolitana.

CUADRO 15.2-1

RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO
(Continuación)

Diagnóstico Eventos Extremos: Sequías								
Labores de fiscalización relacionadas con las sequías	Desde el punto de vista de las fiscalizaciones, las solicitudes de agua realizadas durante los periodos de escasez son un indicador a considerar para determinar territorios en los cuales focalizar planes de inspección selectiva. Sin embargo, en el caso de la Región Metropolitana dada la baja cantidad de solicitudes, no es un criterio a considerar en los procesos de fiscalización.							
Relación de la DGA con otros organismos públicos	La relación de la DGA con otras instituciones en relación a los problemas de sequía es principalmente el MINAGRI, a través de los informes anuales de disponibilidad de agua para la agricultura. Para la Región Metropolitana no se identificó ningún tipo de coordinación particular con otros servicios en periodos de sequía. No existen informes que den cuenta de las labores de la DGA en la Comisión Asesora del Presidente de la República para la Sequía.							
Relación de la DGA con las organizaciones de usuarios de agua	A nivel Regional, no se identificó una relación directa entre la DGA y las organizaciones de usuarios para enfrentar periodos de sequía.							
Diagnóstico de Calidad de Insumos y Herramientas								
Precipitaciones	En general la calidad de la información es adecuada tanto desde el punto de vista espacial como temporal, para la cuenca del Río Maipo. Esto es porque se continúa utilizando el mismo set de estaciones usados anteriormente para la modelación MAGIC de la cuenca. Por otra parte, para la modelación de los Esteros Alhué y Yali no se dispone de información de calidad adecuada y también dentro de las subcuencas.							
Caudales Mensuales	Al igual que en el caso de la red meteorológica, la calidad de la información es adecuada desde el punto de vista espacial y temporal en la cuenca del Maipo, pero en las zonas externas es deficiente. De hecho, para la evaluación de los recursos disponibles se debió recurrir a relaciones precipitación-escorrentía.							
Calidad Aguas Superficiales	Tal como es el caso de las redes meteorológicas y fluviométricas, la densidad de estaciones es la correcta para las subcuencas del Río Maipo, pero fuera de ellas, hay problemas.							
Niveles de Aguas Subterráneas	En el caso de los niveles de aguas subterráneas, la red es deficiente ya que no permite caracterizar todos los acuíferos explotados en la región							
Calidad de Aguas Subterráneas	Sucede algo similar a lo que ocurre con la red de niveles, ya que no permite caracterizar todos los acuíferos explotados en la región							
Información de Derechos de Aguas	Tal como se indicó en el Capítulo 5, la información espacial de los derechos adolece de serios problemas (ubicación geográfica, uso, CPA incompleto, entre otros), por lo que se requiere mejorarla lo antes posible.							
SIG	La calidad de la información SIG es más que adecuada. De hecho, con el desarrollo de este estudio se han generado nuevas coberturas, las que se incluyen entre los productos entregados.							
Modelos de Aguas Superficiales	Los modelos existentes aplicados sobre la Región Metropolitana son WEAP y MAGIC. Algunas características que destacan del primero son que ha sido aplicado en más de 50 países del mundo, posee una interfaz amigable e interactiva que permite una fácil inclusión y modificación de elementos topológicos, es un modelo que permite la comunicación con otras plataformas de modelación tales como MODFLOW y QUAL-2K, SWAT, entre otros. Para su calibración se utilizan módulos que ya se encuentran incorporados en él mismo y finalmente la salida de información de este modelo permite obtener una gran variedad de gráficos además de la posibilidad de exportar a lenguajes masivos como los del Software Excel. El uso de este modelo es a través de licencia pagada si es que se le dará uso privado, o bien gratuita si el uso será académico Por otro lado el segundo modelo es un modelo aplicado sólo a nivel nacional posee una interfaz que depende de la versión estática o del SIG; para incluir nuevos elementos o modificarlos debe modelarse el sistema en forma gráfica para posteriormente desarrollar el modelo en la forma de tablas tal como lo requiere. Este modelo no permite interactuar con otras plataformas de modelación. La calibración de él es manual debiendo traspasarse los datos a alguna plataforma que permita analizarlos. Las salidas de información son a través de archivos de texto. El uso de este modelo es gratuito.							
	A la luz de la comparación realizada, se propone continuar utilizando el modelo WEAP, ya que está en desarrollo y mejoramiento continuo, además de la facilidad del uso de las herramientas gráficas que posee.							
	En relación a la cobertura, el Modelo MAGIC abarcó la cuenca del Río Maipo, mientras que el Modelo WEAP modeló sólo la parte alta de esta misma cuenca, que corresponde a las subcuencas del Río Maipo Alto y del Río Mapocho Alto. El modelo MAGIC fue aplicado en el año 2007, mientras que el modelo WEAP fue aplicado recientemente (2014).							
Modelos de Aguas Subterráneas	La modelación de aguas subterráneas se ha realizado con el uso del modelo MODFLOW, desarrollado por el United States Geological Survey (UGGS). El modelo es de libre uso, y por si mismo es de difícil uso, ya que requiere la preparación de archivos de texto formateados, esto es, los datos deben ubicarse en ubicaciones específicas dentro de una línea de datos. Se han desarrollado plataformas comerciales que realizan pre y post proceso de los datos, entre ellas se encuentran Visual Modflow, que se usa a nivel mundial, y GMS (Groundwater Modeling System), que es la plataforma que es utilizada por las instituciones gubernamentales de Estados Unidos. En la actualidad los modelos permiten el enlace con SIG, además del acoplamiento con modelos de transporte de contaminantes, como los contenidos en las plataformas RT3D, MT3D, MT3DMS, y otras.							
	Se han modelado con este Software todos los acuíferos presentes en la Región Metropolitana bajo el ámbito de distintos estudios realizados entre los años 2001 y 2008.							
Diagnóstico Fiscalización								
Labores de fiscalización realizadas a nivel Central	Control de extracciones de aguas subterráneas a grandes usuarios en proceso de estudio para la comuna de Alhué. El estudio también considera las comunas de Melipilla, María Pinto y San Pedro	Control de extracciones de aguas subterráneas a grandes usuarios en proceso de estudio para la comuna de San Pedro. El estudio también considera las comunas de Melipilla, María Pinto y Alhué	No hay estudios sobre control de extracciones de aguas subterráneas a grandes usuarios en proceso	Control de extracciones de aguas subterráneas a grandes usuarios en proceso de estudio para las comunas de Melipilla y María Pinto. El Estudio también considera las comunas de San Pedro y Alhué	No hay estudios sobre control de extracciones de aguas subterráneas a grandes usuarios en proceso	No hay estudios sobre control de extracciones de aguas subterráneas a grandes usuarios en proceso	No hay estudios sobre control de extracciones de aguas subterráneas a grandes usuarios en proceso	
	Inspección de Obras Mayores: De los 8 embalses evaluados por la DGA en el año 2014, 5 están afectos a multa, dos no tienen resolución transitoria de operación y reparación y 1 posiblemente tiene un proyecto de reparación. Para la inspección de obras mayores se propone realizar la fiscalización de los embalses periódicamente en un plazo de 5 años, o luego de eventos tales como sismos y/o crecidas a los cuales haya sido sometido la obra con el fin de tener un registro actualizado de estos. Sometido la obra con el fin de tener un registro actualizado de estos.							
	Pago de Patentes por no uso: A nivel provincial, el caudal delos DAA afectos al pago de patentes se concentran en la Provincia de Cordillera para aguas superficiales (63%) y Chacabuco para aguas subterráneas (49%).							

CUADRO 15.2-1

RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO
(Continuación)

Diagnóstico Fiscalización								
Labores de fiscalización realizadas a nivel Regional	La subcuenca del Estero Alhué cuenta con pocos registros de fiscalización en relación a las otras subcuencas en estudio, dado a que las denuncias formales han sido escasas, por lo anterior, solo un 2,4% de las fiscalizaciones realizadas en la Región se han realizado en esta subcuenca	La subcuenca del Estero Yali cuenta con pocos registros de fiscalización en relación a las otras subcuencas en estudio, dado a que las denuncias formales han sido escasas, por lo anterior, solo un 4,5% de las fiscalizaciones realizadas en la Región se han realizado en esta subcuenca	La subcuenca del Río Maipo Alto cuenta con pocos registros de fiscalización en relación a las otras subcuencas en estudio, dado a que las denuncias formales han sido escasas, por lo anterior, solo un 6,1% de las fiscalizaciones realizadas en la Región se han realizado en esta subcuenca	La subcuenca del Río Maipo Bajo es la segunda subcuenca más fiscalizada de la Región. El 17,8 de las fiscalizaciones de la Región se han realizado en esta subcuenca	La subcuenca del Río Maipo Medio es la tercera subcuenca más fiscalizada de la Región. El 17,5% de las fiscalizaciones de la Región se han realizado en esta subcuenca	La subcuenca del Río Mapocho Alto es la cuarta subcuenca más fiscalizada de la Región. El 12,2% de las fiscalizaciones de la Región se han realizado en esta subcuenca	La subcuenca del Río Mapocho Bajo es la subcuenca más fiscalizada de la Región. El 39,4% de las fiscalizaciones de la Región se han realizado en esta subcuenca	
	La fiscalización de infracciones al Código de Aguas comienza a hacerse efectivo luego de la creación de la Unidad de Fiscalización a nivel Central y Regional desde el 2008. Esta situación explica la ausencia de la fiscalización como un tema relevante en el Plan del año 2008. Las principales infracciones se relacionan con extracciones de agua no autorizadas y obras no autorizadas en cauces naturales. Las extracciones de agua no autorizadas han sido derivadas casi en su totalidad al Ministerio Público, Juez de Letras o Juez de Policía Local. En el caso de las obras no autorizadas en cauces naturales más del 60% han sido resultas por el propio Servicio. Las falencias en los procesos de fiscalización fue un tema transversal mencionado por la ciudadanía en los talleres realizados en todas las subcuencas de la Región. La Unidad de Fiscalización Regional identifica oportunidades de mejora en 4 ámbitos que son actualización de soportes tecnológicos de la Unidad, mejorar la coordinación con el Ministerio Público, Jueces y Consejo de Defensa del Estado, a través de protocolos, mejorar la coordinación con las otras unidad del Servicio a nivel regional y aumentar las atribuciones de fiscalización de la DGA							
Organizaciones de Usuarios	No hay registro de denuncias	No hay registro de denuncias	No hay registro de denuncias	Se ha presentado una denuncia, la cual fue acogida.	Se han presentado dos denuncias, ninguna fue acogida	No hay registro de denuncias	Se ha presentado una denuncia, la cual no fue acogida	En la Región Metropolitana las denuncias por faltas o abusos en la distribución de las aguas o en la gestión económica en organizaciones de usuarios han sido escasas, solo se han realizado cinco fiscalizaciones a Organizaciones de Usuarios y la mayoría no han sido acogidas.
Zonas vulnerables para aguas superficiales	La subcuenca del Estero Alhué es la tercera subcuenca más vulnerable a la sequía de la Región, presentando un balance negativo en el escenario futuro para un año seco.	La subcuenca del Estero Yali es la subcuenca más vulnerable a la sequía de la Región, presentando balances negativos en los tres escenarios analizados.	La subcuenca del Río Maipo Alto no presenta balances negativos en ninguno de los tres escenarios analizados	La subcuenca del Río Maipo Bajo no presenta balances negativos en ninguno de los tres escenarios analizados	La subcuenca del Río Maipo Medio presenta balances negativos en el escenario actual y futuro para un año seco. Es la segunda subcuenca más vulnerable a la sequía	La subcuenca del Río Mapocho Alto no presenta balances negativos en ninguno de los tres escenarios analizados	La subcuenca del Río Mapocho Bajo no presenta balances negativos en ninguno de los tres escenarios analizados	De las 3 subcuencas donde se concentran las fiscalizaciones (Río Mapocho Bajo, Río Maipo Bajo y Río Maipo Medio) solo una corresponde a una subcuenca vulnerables a las sequias para aguas superficiales (Río Maipo Medio).
Zonas con problemas de sobreexplotación de aguas subterráneas	El 59% de la superficie de la subcuenca tiene acuíferos y la mayor parte de los acuíferos están medianamente sobreexplotados.	El 56% de la superficie de la subcuenca tiene acuíferos y la mayor parte de los acuíferos están medianamente sobreexplotados	Esta subcuenca solo tiene 36 ha con acuífero	El 79% de la superficie de la subcuenca tiene acuíferos. La mayor parte de los acuíferos están medianamente sobreexplotados. Es la segunda subcuenca con mayor superficie de sus acuíferos muy sobreexplotados	El 63% de la superficie de la subcuenca tiene acuíferos. La mayor parte de los acuíferos están medianamente sobreexplotados	El 16% de la superficie de la subcuenca tiene acuíferos. La mayor parte de los acuíferos están muy sobreexplotados	El 99% de la superficie de la subcuenca tiene acuíferos. La mayor parte de los acuíferos están medianamente sobreexplotados. Es la subcuenca con mayor superficie de sus acuíferos muy sobreexplotados	Las fiscalizaciones se concentran en las tres subcuenca con mayor superficie de acuíferos sobreexplotados, que son las subcuencas de Río Mapocho Bajo, Río Maipo Bajo y Río Maipo Medio.

CUADRO 15.2-1
RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO
(Continuación)

Diagnóstico Fiscalización								
Inspecciones selectivas y capacitaciones para procesos de denuncia	La subcuenca del Estero Alhué es prioritaria para la realización de inspecciones selectivas de aguas superficiales. A nivel comunal Alhué es prioritaria por las emergencias agrícolas y los programas de APR	La subcuenca del Estero Yali es prioritaria para la realización de inspecciones selectivas de aguas superficiales. A nivel comunal San Pedro es prioritaria por las emergencias agrícolas y los programas de APR	La subcuenca del Río Maipo Alto no es prioritaria para la realización de inspecciones selectivas. A nivel comunal San José de Maipo es prioritaria por las emergencias agrícolas y la extracción de áridos	La subcuenca del Río Maipo Bajo es prioritaria para la realización de inspecciones selectivas de aguas subterráneas. A nivel comunal es prioritaria Melipilla (cambio de uso de suelo y emergencias agrícolas), El Monte (emergencias agrícolas y extracción de áridos),Curacaví y María Pinto (emergencias agrícolas)	La subcuenca del Río Maipo Medio es prioritaria para la realización de inspecciones selectivas de aguas superficiales y subterráneas. A nivel comunal es prioritaria Buin, Paine, San Bernardo (cambio de uso de suelo, emergencias agrícolas y extracción de áridos), Pirque, Talagante (cambio de uso de suelo y emergencias agrícolas) e Isla de Maipo (emergencias agrícolas)	La subcuenca del Río Mapocho Alto no es prioritaria para la realización de inspecciones selectivas. No se identifican comunas prioritarias.	La subcuenca del Río Mapocho Bajo es prioritaria para la realización de inspecciones selectivas de aguas subterráneas. A nivel comunal es prioritaria Calera de Tango, Lampa (cambio de uso de suelo y emergencias agrícolas), Colina (cambio de uso de suelo, emergencias agrícolas, APR), Padre Hurtado, Peñaflor (emergencias agrícolas), Tiltil (emergencias agrícolas, APR) y Puente Alto (extracción de áridos)	Para la realización de inspecciones selectivas y capacitaciones para apoyar los procesos de denuncias se proponen 5 criterios: 1) cambio de uso de suelo, 2) Extracción de Áridos, 3) Zonas de emergencia agrícola por déficit hídrico, 4) Áreas de restricción y 5) programas de Agua Potable Rural. Para la elaboración del nuevo Plan Maestro de Recursos Hídricos es necesario revisar los criterios propuestos y la priorización establecida a fin de que el Servicio a nivel regional determine sus prioridades.
Diagnóstico Institucional								
Relaciones Internas	Baja dotación de funcionarios públicos regionales que dificulta el cumplimiento de las funciones del servicio, además de las carencias en cuanto a capacitación limitan el alcance real de las acciones del nivel regional institucional							
	Se reconocen, en los profesionales de la misma DGA, fortalezas en cuanto al conocimiento de los aspectos legales y administrativos relacionados con la función de la misma DGA en la región, lo que no se replica con respecto a las capacidades técnicas para la evaluación de recursos hídricos y pruebas de terreno.							
	Las problemáticas planteadas se agudizan y perpetúan en la institución, debido a las condiciones de contrato de muchos de los profesionales del servicio público, que perjudican la realización de una carrera profesional y por ende la permanencia prolongada en el servicio.							
	Se reconoce la insuficiencia de recursos tanto técnicos como financieros, que tiene implicancias directas en los alcances directos de las diferentes unidades.							
Relaciones Externas	Se han realizado cambios normativos siguiendo las recomendaciones de organismos internacionales (Banco Mundial - OCDE) como lo son, por ejemplo, las modificaciones a la Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente al indicar la necesidad de establecer un órgano de inspección ambiental, o el desarrollo de un enfoque integrado de gestión de cuencas para mejorar el manejo de los recursos hídricos, lo cual se vería materializado en el desarrollo de instrumentos tales como la Estrategia Nacional de Gestión de Recursos Hídricos, e incluso la realización del presente plan. Si bien estos cambios reflejan avances, están aún lejos de cumplir de manera sustancial las sugerencias realizadas por estos organismos, al sistema de administración de los recursos hídricos en Chile.							
	En la actualidad existen cuestionamientos por parte de la ciudadanía sobre la legitimidad tanto de instituciones públicas como tomadores de decisión, lo que provoca una disociación importante entre ambos intereses y una visión por parte de los ciudadanos de los problemas que actualmente enfrentan con los recursos hídricos.							
	Existe superposición y duplicidad de funciones entre las instituciones del Estado, y aunque se ha generado un cambio, este no ha alcanzado los ámbitos específicos de trabajo en que algunas instituciones comparten un espacio como es la gestión de los recursos hídricos, en donde la superposición de funciones y falta de coordinación interinstitucional ha favorecido el desconocimiento de la situación actual del recurso							
	Las agendas programáticas de la DGA y la CNR se ven superpuestas en aspectos tales como el fomento a la regularización y perfeccionamiento de los derechos de aprovechamiento de aguas, la conformación de organizaciones de usuarios y, el caso más actual, la elaboración de planes integrales para el manejo de los recursos hídricos, en específico del agua para el riego.							
	En las últimas décadas se ha realizado un traspaso, al sector privado, de parte importante de las acciones públicas que antes realizaba el Estado, que tienden a entregar al sector privado la administración del recurso, quedando en manos públicas labores principalmente ligadas a la regulación, investigación y mantención de las redes de monitoreo del recurso, labores que actualmente distan de cumplirse de manera óptima producto de las problemáticas al interior de la institución, anteriormente planteados.							
Diagnóstico Institucional								
Relaciones Externas	Los problemas de interacción entre instituciones en el ámbito de los recursos hídricos, se relacionan directamente con el marco normativo vigente que genera duplicidad en las funciones y descoordinación en las decisiones producto de que no se establece un único ente encargado de la gestión y administración del agua, sino múltiples instancias con límites difusos. (Relación DGA-SAG-Poder Judicial y entrega de derechos de aprovechamiento)							
	La DGA no tiene instancias específicas de relación directa con la comunidad, siendo percibida por ella como una institución lejana y poco funcional frente a sus necesidades. En este escenario los usuarios plantean como solución la presencia institucional a través de oficinas provinciales o comunales.							
	No existen relaciones directas con las organizaciones de usuarios del agua en la región.							
Limitantes	Desconocimiento sobre el estado actual de los recursos hídricos en la Región Metropolitana por parte de los organismos competentes.							
	La información sobre recursos hídricos, que emana de diversos organismos públicos y privados, no está integrada (asimilada, analizada) en un único sistema, generando perdida de información muy valiosa para análisis de disponibilidad y pronóstico.							
	Necesidad de establecer mejores canales de comunicación con los usuarios, quienes desean contar con información de fácil acceso que les permita tomar decisiones y cuyo establecimiento mejoraría la visión que estos tienen del funcionamiento de la DGA.							
	Deficiencias legales e institucionales							
	Limitada coordinación intra e interinstitucional							
Facilitadores	Presión y sugerencia de organismos internacionales, el acuerdo general sobre la necesidad de realizar una gestión de recursos hídricos en la Región, y el desarrollo del Plan consecuente del presente diagnóstico.							

CUADRO 15.2-1
RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO
(Continuación)

Participación Ciudadana	
Conflictos entre usuarios	Dadas las móviles características del recurso, los distintos usuarios vinculados al mismo se encuentran fuertemente interrelacionados y, por tanto, muestran una evidente dependencia entre sí, tanto en lo referido a la disponibilidad, la calidad y la temporalidad en el acceso al agua. El panorama de escasez hídrica dentro de la Región Metropolitana constituye un escenario propicio para el surgimiento de conflictos entre usuarios y usos, los que emergen como resultado de aspiraciones discordantes que convergen sobre los limitados recursos de la región, pues la utilización del agua por un determinado usuario puede afectar directamente las posibilidades de otro por satisfacer sus propias necesidades. De ahí que el panorama regional parezca estar configurándose como uno en el que múltiples conflictos y relaciones antagónicas están emergiendo, poniendo a distintos actores en conflicto. Se instala así un escenario propicio para el surgimiento de conflictividad social, existiendo, por ejemplo, disputas entre dirigentes de APR's y agricultores, los que critican usos dados por propietarios de parcelas de agrados (en UT de Chacabuco, Yali, Talagante, etc.). En lo que refiere a calidad, existen sospechas de contaminación de las aguas por parte de actividades agrícolas, industriales y mineras, (en UT de Alhué, Yali, Maipo, Chacabuco, Talagante, Melipilla), las que afectarían principalmente a usos de agua potable.
Conflictos con no usuarios	Se observa en diversos puntos de la región distintos ámbitos de conflictos que enfrentan a usuarios de aguas con actores que, sin demandar su uso, afectan la disponibilidad o calidad del recurso. Entre los asuntos emergentes en el proceso de participación se encuentran, por ejemplo, las extracciones de áridos, las basuras en los canales o el no respeto de las servidumbres de canales.
Sobre la institucionalidad	Se incluyen en lo sucesivo a distintos elementos emergentes en los distintos procesos participativos y que tienen como punto en común una mirada crítica respecto a la actual institucionalidad ligada a la gestión del recurso hídrico, tanto en lo que respecta a las evaluaciones ciudadanas como a las de los propios funcionarios públicos
	Atomización y descoordinación. Un diagnóstico compartido por múltiples actores señala que el actual ordenamiento institucional vinculado a la gestión del recurso hídrico se encuentra demasiado fragmentada, existiendo evidentes falencias en cuanto a la coordinación institucional, lo que atenta, como es esperable, contra una gestión eficiente y con una mirada holística del recurso. Así, se tendió a señalar que la multiplicidad de actores institucionales existentes no desarrollan un trabajo suficientemente integrado y que un factor clave para explicar tal situación viene dado por el alto número de organizaciones asociadas a la gestión del recurso, situación que favorece el que existan esfuerzos superpuestos y descoordinaciones.
	Relación Institucionalidad/Ciudadanía. Desde el punto de vista ciudadano, la relación con las instituciones es evidentemente variable, pues depende tanto de la presencia territorial de las mismas como de los niveles y capacidades de organización que presenten las agrupaciones ciudadanas. En cuanto a la DGA RM, la relación con la mayor parte de las agrupaciones parece ser más bien distante. Un aspecto que apareció de manera transversal en el proceso participativo tuvo que ver con el desconocimiento o confusión que existe entre muchos usuarios o incumbentes respecto de las atribuciones y facultades que le corresponden a cada una de las instituciones involucradas en la gestión del recurso. La propia sobrepoblación de instituciones alienta tal situación, contribuyendo a debilitar las relaciones entre la ciudadanía y la institucionalidad y a que aparezcan expectativas equivocas respecto a las atribuciones de determinadas instituciones.
	Fiscalización. Existió una común crítica ciudadana a lo que es observado como una deficiente fiscalización, tanto en lo referente a la extracción ilegal de aguas como al control de la real utilización del recurso que realizan los usuarios (en comparación con los derechos otorgados), situación que ha llevado a asociar el rol de la institución con el inmovilismo. Empero, desde el punto de vista institucional, se plantea que las fiscalizaciones se realizan en todos aquellos casos en los que existen denuncias y que éstas no sobrepasan las capacidades instaladas de la institución. En lo referente a la administración y distribución del recurso, en lo que las OUA's y las JdV juegan un rol preponderante, sus representantes también asumieron las dificultades que deben enfrentar dada la ausencia de herramientas legales para, por ejemplo, imponer servidumbres y generar sanciones ante irregularidades, imposibilidad que suele desembocar en una judicialización de los conflictos, generando procesos largos y costosos.
	Atribuciones y facultades. Los propios funcionarios de la DGA reconocen limitaciones en cuanto a las capacidades instaladas para efectuar las tareas de fiscalización, las que vienen dadas tanto por los deficientes recursos humanos como financieros con los que cuentan. Un tercer aspecto evaluado críticamente se relaciona con las atribuciones con las que cuentan para desarrollar tales tareas, destacándose, por ejemplo, las limitaciones existentes para ingresar a predios o para la clausura de pozos.
	Temporalidades. Existe una evidente distancia entre la urgencia sentida respecto a las demandas por mejorar el acceso y la disponibilidad de agua en sectores con problemas de abastecimiento (tanto para agua potable como para riego) y, lo que fue evaluado como una excesiva burocracia estatal, la que haría lento y engorroso el proceso de solución. La distancia entre las temporalidades (urgencias ciudadanas y burocracia institucional) contribuye a generar distancias entre estos mundos.
	Confiabilidad de datos. Se aprecia una evaluación crítica respecto a la calidad de los datos que permiten determinar la real disponibilidad y calidad de los recursos hídricos de la Región. Aquella falencia es fundamental para la institución, la que difícilmente podrá efectuar sus tareas de control respecto a un recurso que no conoce debidamente. El desconocimiento que manifestaron los actores institucionales de la DGA RM respecto a los caudales otorgados por el SAG y el Poder Judicial, las deficiencias reconocidas en cuanto a la actualización del Catastro Público de Aguas, situación que también es mencionada en el diagnóstico elaborado por el Banco Mundial (2011) o los déficits atribuidos, por ejemplo en el segundo taller participativo realizado en Santiago, a la red de estaciones de medición existente, son distintos factores que fueron reconocidos como limitantes en la obtención de información de calidad que permita una mejor administración y planificación sobre el recurso hídrico.
	Planificación. Una crítica existente respecto a los instrumentos de planificación hídrica tuvo relación con que éstos poseen un carácter meramente indicativo u orientativo (como el caso del Plan Maestro), por lo que no se constituyen como herramientas normativas y con capacidad para dirigir las actuaciones públicas y privadas. Se planteó a la vez que en materia de planificación territorial se superponen distintas instituciones e instrumentos que no necesariamente dialogan entre sí. Así, un aspecto largamente criticado fue, por ejemplo, la escasa consideración del recurso hídrico en la planificación urbana y territorial, poniéndose como ejemplo de ello la aprobación de proyectos habitacionales en zonas en las que existen evidentes deficiencias de disponibilidad (especialmente en la UT de Chacabuco). También relacionado a la planificación territorial, los representantes del MOP plantearon que en la Región Metropolitana existe un instrumento de planificación (El PRMS) a través del cual todo el territorio se encuentra establecido en una norma, lo que impediría, por ejemplo, la proliferación desregulada de parcelas de agrado en terrenos de uso agrícola. Sin embargo, tal instrumento no se cumple, existiendo pues un problema de fiscalización, situación que trasladaría la responsabilidad a las direcciones de obras de las respectivas municipalidades de la región, encargados de fiscalizar y hacer cumplir las normativas. En cualquier caso, las debilidades en la planificación, ya sean atribuidas a su debilidad normativa o a la ausencia de fiscalización, permiten la emergencia de problemas sensibles para la población, tales como la proliferación de pozos en parcelas de agrado, las limitaciones en la recarga de las napas que supone el crecimiento urbano, problemas vinculados a la gestión de aguas lluvias, a la gestión de canales (basuras, mantención, alteración de infraestructuras, servidumbres, etc.), presiones sobre la red de distribución de riego, utilización de territorios con aptitudes agrícolas para fines habitacionales, aumento constante de demanda para consumo humano por crecimiento poblacional, etc.
	Organizaciones de Usuarios. Emergieron debilidades observadas y auto reconocidas en cuanto a los niveles de organización y al funcionamiento de las OUA's, lo que contribuye a las deficiencias denunciadas en cuanto a la gestión del recurso hídrico y al uso eficiente, al mantenimiento y mejoramiento de infraestructuras. En este sentido, cabe señalar que tanto la DGA como representantes de las propias organizaciones reconocen deficiencias en cuanto a las comunicaciones y al trabajo desarrollado en conjunto.
Aspectos Socioculturales	En cuanto a los imaginarios sociales que se desprenden de los discursos más recurrentes, se aprecia que existió, de manera transversal a los talleres de participación, una valoración negativa respecto a las desigualdades observadas en torno a la distribución del agua. Los fundamentos de tales posturas se posicionan desde un entendimiento del acceso al recurso en tanto un derecho social que debe ser garantizado, especialmente en sus usos más fundamentales (consumo humano). Existió a la vez una necesidad observada de trabajar en un proyecto tendiente a construir, a mediano y largo plazo, una "cultura del agua", la que implica el sensibilizar a la ciudadanía y a los representantes institucionales respecto a la fragilidad del sistema hídrico, para favorecer así actitudes y políticas públicas tendientes a una mayor eficiencia, a un reconocimiento de los servicios ambientales, a la generación de incentivos para el uso eficiente de los derechos, a una gestión integrada y coordinada del recurso, que considere sus particularidades locales, etc.
Aspiraciones Ciudadanas	Se relevan a continuación, algunas de las principales aspiraciones ciudadanas tendientes a la transformación de la situación actual que emergieron en los segundos talleres de participación, las que se encuentran relacionadas con muchas de las problemáticas que fueron levantadas durante el diagnóstico.
	Modificar el Código de Aguas. El Código de Aguas (CA) parece configurarse como una suerte de síntesis en la que se conjugan todos los aspectos negativos con los que la ciudadanía evalúa la situación actual. Las modificaciones deseadas para el Código de Aguas emergieron claramente como un asunto controversial, en el que se enfrentaron posiciones discordantes, por ejemplo, entre representantes de asociaciones de canalistas, por un lado, y dirigentes de APR's y pequeños agricultores por el otro. Entre quienes critican las actuales reglas del juego proporcionadas por el Código de Aguas se mencionan una serie de situaciones no deseadas que éste posibilita y que aparecen enumeradas en el acápite 3.8.5.1 (entre ellas se encuentran, por ejemplo, la mala distribución del recurso, la falta priorización respecto a los usos, la judicialización para la resolución de conflictos, los cambios en los puntos de captación, las insuficientes atribuciones de la DGA en cuanto a la fiscalización, el que imposibilita la gestión a nivel de cuencas, el que fue configurado para administrar abundancia y no escasez, etc.). Bajo estas consideraciones, la demanda por modificar el CA apareció de manera reiterada, existiendo un interés por alcanzar mayor nivel de regulación y una primacía de lo público por sobre lo privado. Cabe consignar, a la vez, que entre quienes no desean modificaciones al actual código, la fundamentación principal de su postura vino dada por el hecho de que una modificación generaría incertidumbre respecto a los derechos de propiedad y desalentaría las inversiones privadas.

CUADRO 15.2-1
RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO
(Continuación)

Participación Ciudadana	
Aspiraciones Ciudadanas	**Gestión integrada de cuencas y subcuencas.** Debido a que la movilidad del agua no responde a límites político-administrativos, se planteó de manera recurrente el que la gestión del recurso debería desarrollarse a nivel de cuenca y subcuenca, entendiendo a éstas como unidades de planificación y gestión, lo que favorecería un desarrollo integrado y sistémico. Como se planteó más arriba, el actual sistema demanda una interconexión entre diversos organismos que, en la práctica, se está desarrollando de manera deficiente y, al mismo tiempo, existe una diversidad de realidades en términos de las subcuencas en la región (y de cuencas a nivel país), lo que demandaría una consideración diferenciada de las mismas.
	Planificación efectiva. Respecto a la planificación, se abogó por avanzar hacia el establecimiento de criterios normativos, tanto en lo referente a la planificación hídrica como a la territorial. También se levantó la necesidad de contar con mayores capacidades de fiscalización, tanto en lo referido a las atribuciones propias de la DGA y de las OUA's. También ligado a la fiscalización, aparecieron demandas para que los administradores municipales cumplan con sus funciones y regulen efectivamente el crecimiento urbano y la instalación de viviendas en sectores agrícolas.
	Mejorar resolución de conflictos. Muchos actores incidentes señalaron que el actual marco normativo implica una judicialización de los conflictos o disputas por el agua, situación que favorece una lenta resolución de los mismos, una incapacidad para aprovechar las "oportunidades de denuncias" y una elitización del acceso a la justicia, en el entendido que no todos los incumbentes tienen posibilidades de acceder a equipos jurídicos. La gran cantidad de actores intervinientes (PDI, Carabineros, usuarios de agua, Poder Judicial, DGA) también fue analizado como un factor que ralentiza y complejiza en demasía el proceso de resolución de conflictos, por lo que una propuesta ciudadana fue el fortalecer a la DGA y a las OUA's y por establecer reglas que propicien la resolución local de los conflictos, por ejemplo, a través de la construcción de mecanismos de diálogo y negociación permanente entre los actores.
	Más y mejor fiscalización. Existió una demanda permanente por una mayor presencia fiscalizadora de la DGA, dotándola de mayores recursos humanos, financieros y de más atribuciones. En lo referente a la administración de los canales y ríos, también se abogó por dotar de mayores atribuciones a las OUA's y a las JdV.
	Mejorar canales de comunicación. Existe un interés extendido, tanto entre usuarios como entre funcionarios, porque la DGA posea una mayor presencia territorial, tanto en lo referente a la fiscalización, al contacto con las OUA's, al apoyo organizacional a las mismas, a la socialización de información relativa al recurso hídrico, etc. Un mecanismo relevado como fundamental para mejorar los niveles de comunicación estuvo dado por el fortalecer las capacidades organizacionales de las OUA's y por establecer mecanismos de comunicación pertinentes a cada realidad territorial.
	Mayor coordinación institucional. Otro diagnóstico compartido tuvo que ver con la carencia de una mirada integral respecto al asunto hídrico, vinculado a las realidades de cada cuenca y subcuenca. En ese sentido, aquí se aspira, junto con la generación de una administración integrada del recurso a nivel de cuenca y subcuenca, a mejorar los canales de comunicación efectiva entre los diversos organismos involucrados. Aparecen ideas como la creación de una corporación administradora de cuencas hidrográficas, que incluya a todos los usuarios que gestionan los recursos hídricos y el mejorar los procesos de coordinación a través de mecanismos más eficientes y que favorezcan un trabajo integrado e interinstitucional.
	Mejoras e inversiones en infraestructuras. Frente al mal estado de diversas infraestructuras, se plantearon diversas necesidades de inversión en tranques, canales, sistemas de APR's, infraestructuras de aguas lluvias, etc. Se abogó por catastrar de manera sistemática las necesidades de inversión.
	Políticas tendientes a la educación y uso eficiente del recurso. Existió un interés por implementar la educación ambiental en colegios y a la ciudadanía en general, con la intención de incentivar un uso eficiente respecto de los derechos de agua y de sensibilizar respecto a las consecuencias de la contaminación y la fragilidad del sistema hídrico.
	Confianza en procesos de Evaluación Ambiental. Varios actores manifestaron su desconfianza respecto a la institucionalidad encargada de evaluar ambientalmente los proyectos (SEIA), ya sea por las sospechas ante los resultados de los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) desarrollados por empresas o por la influencia de criterios políticos en la aprobación de los mismos. Aquello genera incertidumbre respecto a los impactos que podrían generar proyectos como el "Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo" en la Provincia de Cordillera y, frente a tal marco de desconfianzas, se aspira a que la institucionalidad opere sobre la base de directrices técnicas y que, en el caso de que existan criterios políticos, estos sean debidamente transparentados y explicados, compensando a posibles afectados. Además, se aspira a generar confianzas mediante la difusión de información sobre los proyectos, lo que debe ir de la mano con un trabajo participativo previo al ingreso de los proyectos al SEIA. Otro punto destacado es el interés de contar con EIA estatales que permitan contrastar la información de los estudios desarrollados por las empresas y dotar a la DGA de un número de profesionales suficientes para evaluar y monitorear debidamente los proyectos.
	Favorecer acceso de pequeños agricultores a recursos. La poca flexibilidad denunciada para diversos instrumentos de apoyo a pequeños campesinos, que exigen el contar con derechos de agua debidamente inscritos, fue generalmente valorada como un mecanismo que discrimina a aquellos usuarios que más requieren de apoyo, por lo que existió una demanda permanente respecto a la revisión de los requisitos actualmente exigidos.
	Mejoras en fiabilidad de datos existentes. Aparecieron también aspiraciones tendientes a perfeccionar la calidad de la información existente, mejorando la tecnología, los sistemas de monitoreo y puntos de medición, concretando la implementación de un sistema adecuado de simulación hidrológica que, alimentado con datos de calidad, permita disminuir la incertidumbre y estandarizar el uso del recurso. Al mismo tiempo, existe un interés compartido en actualizar debidamente el Catastro Público de Aguas y en socializar toda la información generada.

Fuente: Elaboración propia, en base a la información primaria y secundaria levantada en el presente estudio.

15.3. ANÁLISIS DE NECESIDADES Y LÍNEAS DE ACCIÓN

15.3.1. Introducción

El presente acápite despliega las necesidades y líneas de acción que emergen del análisis de todos los insumos del estudio, tanto los de carácter primario como secundario.

Respecto de los objetivos a alcanzar en la Región Metropolitana, se han considerado varios instrumentos que plantean objetivos sobre los recursos hídricos a distintas escalas, ya que los objetivos estratégicos, al igual que las líneas de acción, las iniciativas y sus plazos, serán definidos durante el desarrollo del Plan Maestro. Por esto, los objetivos mostrados vendrán a orientar en este sentido las necesidades y líneas de acción.

Las necesidades se entenderán como las carencias existentes para lograr los objetivos planteados.

Las necesidades se subsanan a través de las líneas de acción propuestas. Estas líneas de acción provienen tanto de recomendaciones técnicas, como de las propuestas del logro de la situación deseada e ideas de cómo avanzar planteadas por la comunidad en el Taller #2, a nivel de cada subterritorio. Se procura que estas líneas de acción sean un insumo útil para la posterior formulación del Plan Maestro de Recursos Hídricos de la Región Metropolitana.

15.3.2. Instrumentos Relacionados con la Gestión del Recurso Hídrico y sus Objetivos

15.3.2.1. Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico al 2021 (Ministerio de Obras Públicas, 2012)

Dentro del plan regional, se presentan a continuación aquellos objetivos relacionados con la gestión del recurso hídrico.

Objetivo General: Contribuir a que Santiago-Región sea reconocida como capital de negocios, del conocimiento, la cultura y el resguardo patrimonial; así como del desarrollo sustentable en Latinoamérica, con estrategias vanguardistas de internacionalización y servicios de infraestructura y gestión hídrica de un alto nivel de calidad; constituidos efectivamente en puntal de apoyo para mejorar la calidad de vida de todos sus habitantes.

Objetivo Específico relacionado: Promover una gestión eficiente y sustentable, sobre el uso y control del recurso hídrico y de su entorno.

Acciones estratégicas vinculadas:

- Mejorar el abastecimiento de agua potable, así como la recolección y tratamiento de aguas servidas en el sector rural.

- Contribuir a la planificación, gestión y fiscalización del recurso hídrico.
- Proporcionar información actualizada sobre disponibilidad del recurso hídrico, monitoreo, registro y control de calidad de las aguas.
- Avanzar en el mejoramiento y protección de riberas en cauces principales de uso público, disminuyendo riesgos de inundación y/o incorporando áreas verdes y recreativas.
- Avanzar en la ejecución de planes de aguas lluvias y en sistemas de infiltración de aguas superficiales, ya sea para evitar el exceso de escorrentía por aguas lluvias, como para favorecer la recarga de acuíferos.
- Propiciar el manejo de cuencas hidrográficas y de cauces principales.

15.3.2.2. Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012-2025 (Ministerio de Obras Públicas, 2013)

En este instrumento se presentan cinco ejes estratégicos:

- Gestión eficiente y sustentable
    - Establecer política que incentive la gestión integrada de los recursos hídricos.
    - Protección de la calidad de los recursos hídricos.
    - Protección de la cantidad de los recursos hídricos.
- Mejor institucionalidad
    - Avanzar en la creación de una nueva institucionalidad de aguas.
    - Mejorar la información disponible.
- Enfrentar la escasez
    - Embalses
    - Infiltración artificial de acuíferos
    - Desalación
    - Otras fuentes de agua no convencionales.
- Equidad social: cobertura de agua potable rural
- Una ciudadanía informada

15.3.2.3. Plan Director para la Gestión de los Recursos Hídricos Cuenca del Río Maipo (DGA 2008, PYP-01)

Los objetivos generales representan los lineamientos más amplios para definir el Plan Director. Del trabajo realizado se definieron los siguientes 7 objetivos generales:

OG-01 Constituirse como un instrumento que permita mejorar la gestión y administración de los recursos hídricos de la cuenca

OG-02 Propender la utilización sustentable del recurso, incluyendo la mejora en la eficiencia en el uso del recurso y el fomento a los usos no consuntivos

OG-03 Potenciar las condiciones necesarias para reducir el nivel de contaminación hídrica

OG-04 Facilitar la generación de acuerdos público-privados para el desarrollo de proyectos de inversión en la cuenca, sustentables económica, social y ambientalmente

OG-05 Promover la incorporación de la visión de gestión integrada del recurso hídrico y de cuenca

OG-06 Sentar las bases para el desarrollo de una instancia permanente de concertación entre los diferentes actores involucrados en la gestión del agua en la cuenca

OG-07 Mejorar la productividad y rentabilidad de los pequeños agricultores.

15.3.2.4. Política Pública Regional para el Desarrollo de Localidades Aisladas. Región Metropolitana de Santiago (2012 – 2015)[1]

El objetivo general de la política pública regional para el desarrollo de localidades aisladas corresponde a "Disminuir la vulnerabilidad hídrica y de infraestructura, para el desarrollo integral de las localidades aisladas en la RMS".

Las líneas de acción que tienen relación con la planificación del recurso hídrico se presentan en el siguiente cuadro, el que incluye el Objetivo Específico para el Desarrollo Territorial (OEDT), una breve descripción y la focalización para la gestión territorial.

[1]2012. GORE RMS. Política Pública Regional para el Desarrollo de Localidades Aisladas. Región Metropolitana de Santiago (2012 − 2015)

CUADRO 15.3.2.4-1
LÍNEAS DE ACCIÓN, OEDT, DESCRIPCIÓN Y FOCALIZACIÓN
POLÍTICA PÚBLICA REGIONAL PARA EL DESARROLLO DE LOCALIDADES AISLADAS

Línea de Acción	OEDT	Descripción	Focalización
Líneas de Acción 2: Habitabilidad y Saneamiento	OEDT 4. Mejorar las condiciones actuales de saneamiento en viviendas.	Debido a que existen problemas relacionados al saneamiento, este objetivo apunta a mejorar dichas condiciones a través de la construcción de nuevas viviendas o de mejoramiento de servicios asociados a ésta y su entorno, tales como la conexión a alcantarillado y a agua potable para consumo humano (en el caso de la vivienda) y de la gestión de los residuos sólidos (en relación al entorno). Desde el punto de vista de los servicios públicos, tanto el GORE RMS como el Servicio de Vivienda y Urbanización (SERVIU) tienen atribuciones, por lo que habrá que planificar la intervención territorial de manera concertada e integrada.	- Colina - San José de Maipo - Calera de Tango - Lampa - Pirque - Curacaví - María Pinto - Melipilla
Línea de acción 3: Agua y Energía	OEDT 5. Aumentar la cobertura del agua potable rural (APR).	Este objetivo está directamente relacionado al trabajo que realiza la Dirección Regional de Obras Hidráulicas del MOP y la coordinación del GORE RMS. Se debe analizar la priorización que está desarrollando dicha Dirección en relación a su Plan regional y contrastar con las brechas territoriales identificadas en este trabajo. Posteriormente, se deben contemplar aquellas IDI que se localicen en las zonas aisladas para la ejecución de proyectos de construcción o mantenimiento de APR según los casos que correspondan.	- Lampa - Tiltil - Pirque - Calera de Tango - Paine - María Pinto - Melipilla - San Pedro - Alhué - San José de Maipo - Buin - Lo Barnechea
	OEDT 6. Mejorar la calidad y la disponibilidad de agua.	Este objetivo implica dos ámbitos: la calidad y la disponibilidad. En cuanto a la calidad, se propone establecer un trabajo en conjunto con aquellas instituciones que tienen atribuciones, para hacer efectiva una mayor fiscalización sanitaria de aquellos proyectos que generen un fuerte impacto en las propiedades del agua, sobre todo con aquellas actividades económicas relacionadas con el sector de la agricultura y ganadería (intensiva) que generan externalidades negativas sobre este recurso. Respecto a la disponibilidad, ésta se puede ver plasmada en la implementación del OEDT 5.	

Fuente: Elaboración propia en base a GORE RMS, 2012.

15.3.2.5. Política Nacional para los Recursos Hídricos 2015

El principal objetivo de la Política Nacional para los Recursos Hídricos es garantizar a las generaciones actuales y futuras, la disponibilidad y acceso al agua en estándares de calidad y cantidad adecuados mediante el uso racional y sustentable de los recursos hídricos, privilegiando en primer lugar el consumo humano.

La Política Nacional para los Recursos Hídricos tiene adicionalmente los siguientes objetivos específicos;

1.- Diseñar, elaborar e implementar distintos programas y acciones que permitan mitigar los efectos de la sequía que afecta recurrentemente gran parte del territorio nacional y preparar al país para enfrentar de mejor manera los eventos futuros.

2.- Proponer alternativas de reordenamiento institucional y modificaciones al ordenamiento jurídico que permita gestionar de mejor forma los instrumentos y recursos, con la finalidad de lograr una mejor gestión en los recursos hídricos a tono con la magnitud e importancia de los desafíos actuales y futuros.

Por otra parte, la Política Nacional para los Recursos Hídricos se en marca bajo las siguientes directrices:

- La consideración de los escenarios futuros, tendencias y proyecciones más probables en materia de disponibilidad y demanda de recursos hídricos.
- La sustentabilidad y protección del agua tanto desde el punto de vista de la cantidad como de la calidad.
- La integración de la gestión de los recursos hídricos con la gestión ambiental.
- La consideración de las particularidades físicas, bióticas, demográficas, económicas, sociales y culturales de cada una de las regiones del país.
- La articulación de la gestión de los recursos hídricos con el uso del suelo.
- La gestión de los recursos hídricos a nivel de cuencas hidrográficas.

15.3.2.6. Revisión de los Objetivos de los Distintos Instrumentos

Según la observación de los objetivos planteados en los distintos instrumentos relacionados con la gestión de los recursos hídricos, se aprecia que el Plan Maestro debe orientarse como un instrumento de gestión indicativo que contribuya a mejorar la gestión y administración de los recursos hídricos en consideración de las características de los distintos territorios de la región, mediante una visión de gestión integrada.

Dentro de los objetivos revisados, se destacan las siguientes líneas temáticas, las que se busca abordar mediante las líneas de acción.

- Acceso al agua potable.
- Acceso a la información y a mejor información sobre el estado de los recursos hídricos (calidad, cantidad).
- Saneamiento de aguas servidas, especialmente en sectores rurales.

- Calidad de aguas.
- Disponibilidad de aguas y escasez de los recursos hídricos.
- Protección de riberas.
- Planes de Aguas Lluvias.
- Sistemas de infiltración de aguas lluvia.
- Manejo de cuencas hidrográficas.
- Institucionalidad y relación interinstitucional, modificaciones y nuevas instituciones.
- Modificación del orden jurídico.
- Generación de acuerdos público-privados.
- Gestión a nivel de cuencas hidrográficas.
- Relación de los recursos hídricos con los territorios, los usos de suelo y los usuarios de aguas y sus organizaciones.

15.3.3. Definición de Necesidades y Líneas de Acción

Tal como se mencionó anteriormente las necesidades se entenderán como las carencias existentes para lograr los objetivos revisados y las líneas de acción buscan satisfacer estas necesidades, integrando todos los insumos del estudio, es decir, talleres participativos (Capítulo 3) e información recopilada y/o generada y analizada en la presente consultoría (capítulos restantes dependiendo del tema específico).

Si bien existen muchas necesidades establecidas a nivel regional, otras corresponden a realidades más bien locales y en otros casos realidades locales que se repiten en distintas subcuencas. Cabe señalar que en la sistematización de cada uno de los talleres (Capítulo 3) el lector podrá profundizar sobre la localización más específica de lo levantado en cada caso, lo que se refleja de mejor manera en el Taller #1, donde se busca no perder las localidades y/o sectores específicos donde se presentan los problemas planteados.

En el Cuadro 15.3.3-1 se integra la información ya señalada. En dicho cuadro se indica si las líneas de acción fueron identificadas para las subcuencas o a nivel regional. También se identifican aquellas líneas de acción que tienen directa relación con las funciones y atribuciones de la DGA. En forma adicional, se destacan con color gris aquellas necesidades que, a juicio de este consultor, poseen carácter de "urgente", sin perjuicio de lo cual pudieran haber otras necesidades con igual importancia, pero que no atacan necesariamente problemas sensibles que requieran una pronta (o inmediata) solución. Por otro lado, en aquellas líneas de acción en que exista un servicio responsable (distinto de la DGA), que sea directamente identificable de acuerdo a las funciones y atribuciones que dicta la normativa vigente, se indicará en cada línea de acción entre paréntesis el nombre de dicho servicio. En aquellos casos en que no existe un claro responsable, ya sea porque el problema abarca una amplia gama de servicios incumbentes o bien, la propuesta apunte hacia instrumentos o iniciativas nuevas aún no normadas, se dejará dicha línea de acción abierta, es decir, sin servicio responsable.

CUADRO 15.3.3-1
NECESIDADES Y LÍNEAS DE ACCIÓN PROPUESTAS

Tema	Necesidad	Líneas de Acción	Relación con DGA	Subcuenca							Regional
				Estero Alhué	Estero Yali	Río Maipo Alto	Río Maipo Bajo	Río Maipo Medio	Río Mapocho Alto	Río Mapocho Bajo	
Disponibilidad Hídrica	Generar mayor y mejor conocimiento sobre las fuentes de abastecimiento de Agua Potable Rural, tanto para mejoramiento de servicios existentes como para nuevas fuentes.	Conocer los resultados del estudio hidrogeológico y de factibilidad para las localidades El Asiento y Talamí (Alhué), Manuel Rodríguez (Colina), Los Naranjos, El Pangal, Alhué y Santa Inés de Patagüilla (Curacaví), Maitenes de Ulmén (Melipilla), Santa Marta Las Turbinas (Paine), Colo Colo (Quilicura), Santa María del Estero, Baños Morales (San José de Maipo), Loica (San Pedro), Huechún y Santa Matilde (Tiltil) con soluciones de nuevas fuentes de abastecimiento, mejoramiento del servicio de APR ya existente, u otras soluciones a las fuentes actuales. (Servicio responsable: DOH).		X	X		X	X		X	
		Estudiar nuevas fuentes de abastecimiento para APR según los requerimientos de las localidades sin servicio que cumplan con los requerimientos. Dichas localidades entran en el listado de APR potenciales (capítulo 4), las cuales son, de la comuna de San Pedro: El Prado, Loica Abajo, Loica Arriba; de la comuna de San José de Maipo: Bocatoma Los Maitenes y San Gabriel; de la comuna de Curacaví: Bollenar; de la comuna de María Pinto: Patagüilla-Patagüilla El Bosque; de la comuna de Melipilla: Chorombo Ibacache, Ibacache Alto, Cholqui, Codigua, La Viluma; de la comuna de Paine: Chada y de la comuna de Tiltil: Estación Polpaico.(Servicio responsable: DOH).		X	X	X	X			X	
	Mejorar información del estado de las fuentes de abastecimiento de recursos hídricos[2], ya sea superficiales como subterráneas	Crear organismos de cuencas que se preocupen del monitoreo del agua. Estos organismos de cuencas deben existir bajo el amparo de una nueva institucionalidad.									X
		Estudiar la sustentabilidad de las fuentes de agua potable en la región, conocer hasta qué punto se podrá seguir presionando los acuíferos.	X							X	X
	Generar mejor y mayor conocimiento respecto del rol regional de los glaciares.	Generar mayor investigación para conocer el real aporte a la oferta hídrica que viene dado por los glaciares.	X			X			X		
		Desarrollar políticas que permitan dar protección oficial y efectiva a los glaciares presentes en la Región.				X			X		

[2] El tema se trata nuevamente en Infraestructura e Institucional.

CUADRO 15.3.3-1
NECESIDADES Y LÍNEAS DE ACCIÓN PROPUESTAS
(Continuación)

Tema	Necesidad	Líneas de Acción	Relación con DGA	Subcuenca							Regional
				Estero Alhué	Estero Yali	Río Maipo Alto	Río Maipo Bajo	Río Maipo Medio	Río Mapocho Alto	Río Mapocho Bajo	
Disponibilidad Hídrica	Contar con buena información respecto de la ubicación geográfica de los Derechos de Aprovechamiento de Aguas.	Desarrollar una actualización, depuración, y validación de los antecedentes contenidos en el CPA.	X								X
		Complementar la información con derechos de aprovechamiento otorgados a través del SAG	X								X
	Disminuir el tiempo de duración de los procesos de constitución y regularización de derechos de agua.	Agilizar los procesos de constitución y regularización de derechos de agua.	X								X
		Crear un sistema de apoyo técnico, jurídico, subsidiado para establecer derechos para el pequeño usuario.	X								X
		Disminución de los tiempos de aprobación de nuevos proyectos de APR y de proyectos de modificación, dotando de mayores recursos a la DOH.									X
	Regularizar derechos de agua de uso histórico de regantes de la cuenca del Estero Alhué mediante el RoI resolutivo de los tribunales	Asesoría legal a las organizaciones de usuarios de hecho y/o de derecho presentes en la comuna de Alhué, que reclaman el uso histórico de las aguas.	X	X							
	Explotar sustentablemente los acuíferos con el fin de detener o minimizar el descenso de niveles en las napas subterráneas.	Constitución y registro de comunidades de aguas subterráneas en sector el acuífero.	X	X	X		X	X		X	
		Llevar a cabo un programa de control de extracciones del sector acuífero.	X	X	X		X	X		X	
		Implementar un sistema de subsidios para subsanar el aumento del costo de bombeo por descenso de las napas. Dichos subsidios deben ser debidamente vigilados y fiscalizados para evitar que se produzca un aumento en las extracciones y el consiguiente aumento de los descensos.									X
	Favorecer la infiltración como medio de recarga de acuíferos.	Promover acciones para definir y protegerlas zonas de infiltración, como por ejemplo, construcción de zanjas de infiltración.									X
	Resolver la situación de acuíferos cuya demanda comprometida supera al volumen sustentable.	Declarar áreas de restricción o áreas de prohibición, en aquellos acuíferos según su nivel de explotación o sobreexplotación.	X								X
		Efectuar un control constante del estado del acuífero a través de programas de monitoreo, que incluya el control del monitoreo de pozos y el monitoreo para el acuífero (niveles y calidad).	X								X
	Sistemas de riego requieren de fuentes de abastecimiento[3].	Constitución y reconocimiento de las OUA's históricas, asociado a la disponibilidad real.	X	X							
		Necesidad de apoyo legal y organizacional a los pequeños usuarios.	X								X

[3] El tema se trata nuevamente en Infraestructura.

CUADRO 15.3.3-1
NECESIDADES Y LÍNEAS DE ACCIÓN PROPUESTAS
(Continuación)

Tema	Necesidad	Líneas de Acción	Relación con DGA	Subcuenca							Regional
				Estero Alhué	Estero Yali	Río Maipo Alto	Río Maipo Bajo	Río Maipo Medio	Río Mapocho Alto	Río Mapocho Bajo	
Disponibilidad Hídrica	Se requieren modelos de simulación hidrológica de aguas superficiales y de aguas subterráneas, y la información necesaria para alimentar adecuadamente dichos modelos.	Mejorar calidad y cantidad de la información pluviométrica.	X	X	X						
		Mejorar calidad y cantidad de la información fluviométrica.	X	X	X						
		Mejorar calidad y cantidad de la información de calidad de aguas.	X								X
		Mejorar calidad y cantidad de la información de niveles de agua subterránea.	X								X
Calidad de Aguas	Se requieren modelos de calidad de aguas superficiales y subterráneas en cada subcuenca	Mejorar calidad y cantidad de la información de niveles de agua subterránea.	X								X
	Mejorar la información y análisis del estado actual de la calidad del agua superficial y subterránea.	Instalar una red de monitoreo de calidad de aguas subterráneas.	X	X	X	X	X		X		
		Mejorar la red de monitoreo de calidad de agua subterránea.	X			X		X	X	X	X
		Mejorar la red de monitoreo de calidad de agua superficial.	X	X	X	X	X		X	X	X
		Estudiar pertinencia[4] y límites de detección[5] para los parámetros analizados en la red de calidad de aguas de la DGA, que se adecúen al control de las actividades presentes en cada una de las subcuencas.	X								X
		Presentar de manera periódica resultados de monitoreos de calidad de aguas a la población, en especial en las zonas con actividades y/o proyectos con mayor impacto.	X								X
		Integrar al BNA los resultados de los muestreos realizados por causa del monitoreo de la NSCA.	X			X	X	X	X	X	
		Estudiar la inclusión de nuevos parámetros en el Programa de Vigilancia de la NSCA para revisiones futuras de la norma.	X			X	X	X	X	X	
	Promover acuerdos público-privados a nivel de subcuenca para trabajar en la mejora de ciertos parámetros de calidad de aguas de origen antrópico	Trabajo conjunto de los distintos actores público-privados para la disminución a largo plazo de los niveles de Sulfatos y Molibdeno proveniente de los Tranques de Relaves del Estero Carén.		X							
		Trabajo conjunto de los distintos actores público-privados para el monitoreo de la calidad del agua subterránea en los sectores con malos olores asociados a la actividad agroindustrial.			X		X	X		X	
	Promover acuerdos público-privados a nivel de subcuenca para trabajar en la mejora de ciertos parámetros de calidad de aguas de origen antrópico	Establecer un trabajo conjunto de los distintos actores público-privados para un adecuado monitoreo de la calidad del agua, en las RCA de futuros proyectos que generen externalidades negativas en este ámbito.									X
		Trabajo conjunto de los distintos actores público-privados para promover un correcto uso de agroquímicos y pesticidas, asociados a la actividad agrícola.									X

[4] Asociados con normas de calidad relacionadas a las actividades de cada subcuenca.
[5] Boro, Mercurio, Molibdeno.

CUADRO 15.3.3-1
NECESIDADES Y LÍNEAS DE ACCIÓN PROPUESTAS
(Continuación)

Tema	Necesidad	Líneas de Acción	Relación con DGA	Subcuenca							Regional
				Estero Alhué	Estero Yali	Río Maipo Alto	Río Maipo Bajo	Río Maipo Medio	Río Mapocho Alto	Río Mapocho Bajo	
Calidad de Aguas	Promover acuerdos público-privados a nivel de subcuenca para trabajar en la mejora de ciertos parámetros de calidad de aguas de origen antrópico	Trabajo conjunto de los distintos actores público-privados para desincentivar el uso de canales de regadío como botadero de basuras.									X
		Trabajo conjunto de los distintos actores público-privados para disminuir la presión ambiental en la subcuenca de Río Mapocho Bajo, especialmente en la Provincia de Chacabuco.								X	
Infraestructura	Mejorar y actualizar la información de obras mayores y menores.	Mejorar y actualizar la información de obras mayores y menores.	X								X
		Fomentar que las organizaciones de usuarios actualicen sus catastros y los integren a un sistema común.	X								X
	Mayor control y mejor gestión para el mejoramiento y/o rehabilitación de obras de regulación y control.	Promover el mejoramiento, mantención y/o rehabilitación de obras de riego en mal estado.	X		X		X	X		X	
		Revisión periódica del estado de tranques de relave, especialmente los ubicados aguas arriba de los centros poblados.	X	X			X	X	X	X	
		Conformar mesa de trabajo periódica que permita conocer el estado de las grandes obras a la comunidad.		X			X	X	X	X	
		Generar planes de emergencia frente a situaciones como fuga de material tóxico y/o apertura de compuertas para control de crecidas, que involucren a la comunidad.		X			X	X	X	X	
	Acumulación del agua para su uso en riego y agua potable.	Fomentar el estudio y construcción de obras de acumulación intra y extrapredial. (Servicio responsable: CNR, DOH).									X
	Mayor control de las basuras en los canales, para no mermar la capacidad de conducción de ellos.	Trabajo conjunto de los distintos actores público-privados para desincentivar el uso de canales de regadío como botadero de basuras.									X
		Mejorar los sistemas de control de basuras, como rejas, sistemas automáticos de extracción de basuras, cubrimiento o abovedamiento de canales.									X
	Elaborar planes de conservación y control de servidumbres de acueducto.	Estudiar la existencia de servidumbres en sectores críticos.									X
		Establecer medidas por la vía legal para regular el estado de las servidumbres.									X
	Mantener actualizados Planes Maestros de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias	Actualización del Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias del Gran Santiago. (Servicio responsable: DOH).				X		X	X	X	
		Aprobación del Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias de las Provincias de Melipilla y Talagante. (Servicio responsable: DOH).					X			X	
		Realización de estudio de Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias de comunas que cumplen con requisito para la elaboración de éste instrumento (Colina, Peñaflor, Pudahuel, Buin-Paine)[6]. (Servicio responsable: DOH).						X		X	

[6] Melipilla y Talagante cumplen con el requisito de población, pero han sido tratados inmediatamente antes.

CUADRO 15.3.3-1
NECESIDADES Y LÍNEAS DE ACCIÓN PROPUESTAS
(Continuación)

Tema	Necesidad	Líneas de Acción	Relación con DGA	Subcuenca							Regional
				Estero Alhué	Estero Yali	Río Maipo Alto	Río Maipo Bajo	Río Maipo Medio	Río Mapocho Alto	Río Mapocho Bajo	
Infraestructura	Mejorar el control sobre la evaluación técnica de los proyectos locales de aguas lluvias.	Realizar una evaluación técnica de proyectos locales de aguas lluvias de manera coordinada e integrada entre DGA y DOH.	X								X
		Supervigilar obras de modificación de cauces.	X								X
	Mantener sistemas de control y planes de contingencia en los sistemas de agua potable urbanos, respecto del aumento de turbiedad de las fuentes de agua.	Trabajo conjunto de los distintos actores público-privados para prevenir efectos indeseados debido al aumento de turbiedad de las fuentes de agua.						X	X		
	Cubrir 100% de localidades, que cumplen los requisitos del programa, con Sistemas de Agua Potable Rural.	Fortalecer el Programa de Agua Potable Rural en la Región Metropolitana, con mayor cantidad de profesionales y recursos. (Servicio responsable: DOH).									X
		Frente a la falta de soluciones definitivas, hacer más eficiente al sistema de distribución de agua mediante camiones aljibe, mejorando su distribución. (Servicio responsable: Municipios, Gobernaciones).		X	X	X	X			X	
	Cubrir 100% de localidades, que cumplen los requisitos del programa, con Sistemas de Agua Potable Rural.	Subsidiar y/o apoyar el estudio de factibilidad a los Comités y Cooperativas de APR por solicitudes de nuevos arranques. (Servicio responsable: DOH).						X			X
		Estudiar el fomento a la profundización de norias y pozos de sistemas de APR en sectores críticos. (Servicio responsable: DOH).		X	X					X	
	Adecuada regulación y cobertura respecto del saneamiento de aguas servidas en sectores rurales.	Elaboración de normativa de saneamiento rural. (Servicio responsable: SISS).									X
		Aumento en la cobertura de alcantarillado y tratamiento de aguas servidas como soluciones colectivas, en sectores rurales. (Servicio responsable: SISS).									X
	Mejorar el control en la actividad de extracción de áridos, para evitar efectos adversos en los cauces.	Estudiar el efecto sinérgico de los proyectos de extracción de áridos y su relación con el entorno (afectación bocatomas, vegetación, ecosistemas riparianos, etc.).									X
		Integrar un sistema de información que permita a la DOH conocer y sistematizar los proyectos aprobados por los municipios y el SEIA en este ámbito.									X
		Mejorar la coordinación interinstitucional para la fiscalización de este tipo de proyectos (SMA-Municipalidades-DOH).									X
		Entregar mayores atribuciones a las Juntas de Vigilancia para el control de extracciones de áridos.									X
	Mejorar planificación territorial en torno a las quebradas.	Fomentar el estudio de soluciones para el control de aluviones en diversas quebradas prioritarias e integrarlas en los instrumentos normativos de planificación territorial. (Servicios responsables: DOH, ONEMI).									X
	Mejorar la red de medición del estado de los recursos hídricos.	Mejorar la cobertura de la red de estaciones fluviométricas.	X		X						
		Mejorar la cobertura de la red de estaciones sedimentométricas.	X	X	X						
		Mejorar la red de estaciones de control de aguas subterráneas.	X	X	X		X	X	X	X	
		Entregar información a la comunidad por los medios adecuados.	X								X

CUADRO 15.3.3-1
NECESIDADES Y LÍNEAS DE ACCIÓN PROPUESTAS
(Continuación)

Tema	Necesidad	Líneas de Acción	Relación con DGA	Subcuenca							Regional
				Estero Alhué	Estero Yali	Río Maipo Alto	Río Maipo Bajo	Río Maipo Medio	Río Mapocho Alto	Río Mapocho Bajo	
Diagnóstico de desempeño ante eventos extremos	Generar un programa de obras de mitigación de inundaciones y planes de acción frente a inundaciones.	Trabajo conjunto entre la ONEMI, la Intendencia y las municipalidades para la elaboración de Planes de Emergencia frente a inundaciones, especialmente en los puntos críticos de inundación.		X			X	X	X	X	
		Generar un programa de obras de mitigación de inundaciones, especialmente en los puntos críticos de inundación. (Servicio responsable: DOH).		X			X	X	X	X	
		Incluir subcuenca en el Sistema de Control de Crecidas, ya que posee zonas de inundación históricas y no se encuentran cubiertas por dicho Plan.	X	X						X	
	Establecer medidas de prevención y acción en los sectores con riesgos de desastres, como crecidas líquidas, aludes y remociones en masa.	Monitorear en línea sectores de mayor riesgo. (Servicio responsable: ONEMI).									X
		Plan de manejo ante desastres y emergencias desde organismo del Estado, en coordinación con la comunidad.									X
	Falta de infraestructura (grifos, estanques con capacidad), para poder regular y combatir incendios.	Complementar el combate de incendios forestales con sistemas de acumulación temporales, que no afecten el abastecimiento de los sistemas de APR.		X	X					X	
Fiscalización	Facilitar las funciones de la Unidad de Fiscalización.	Actualización de soportes tecnológicos de la Unidad.	X								X
		Implementar un SIG con los datos levantados en terreno, en que se incluya además información sobre fiscalizaciones, sanciones, denuncias, entre otros.	X								X
		Aumentar las atribuciones de fiscalización de la DGA, por ejemplo para la entrada a los predios donde exista una supuesta infracción o para la clausura de pozos.	X								X
	Mejorar la coordinación de la Unidad de Fiscalización con otras instituciones.	Mejorar la coordinación con Carabineros de Chile, PDI y el Consejo de Defensa del Estado.	X								X
		Mejorar el feedback con el Poder Judicial, los Juzgados de Policía Local, para conocer el resultado de los procesos judiciales y dar mayor celeridad a éstos.	X								X
	Integrar a la información que maneja la Unidad de Fiscalización, la información de los Programas de Monitoreo de acuíferos.	Integrar información del control de extracciones.	X								X
		Integrar información de la red de monitoreo de niveles y de calidad de los acuíferos.	X								X
	Intensificar el rol fiscalizador de la DGA.	Aumentar el número de inspecciones a obras mayores, para evitar su deterioro y destrucción.	X								X
		Aumentar la fiscalización selectiva en las subcuencas con mayor presión ambiental.	X	X	X			X		X	
Ambiental	Mayor control y fiscalización del cumplimiento de la normativa ambiental y los compromisos ambientales.	Implementar programas de fiscalización conjuntos con SMA y SISS en sectores con mayor presencia de actividades potencialmente contaminantes y en aquellas que existan compromisos ambientales asociados a RCA.									X

CUADRO 15.3.3-1
NECESIDADES Y LÍNEAS DE ACCIÓN PROPUESTAS
(Continuación)

Tema	Necesidad	Líneas de Acción	Relación con DGA	Subcuenca							Regional
				Estero Alhué	Estero Yali	Río Maipo Alto	Río Maipo Bajo	Río Maipo Medio	Río Mapocho Alto	Río Mapocho Bajo	
Ambiental	Análisis de los conflictos ambientales para una adecuada adopción de medidas de prevención y solución.	Implementar soluciones enfocadas a remediar la alta polarización, la ausencia de espacios de diálogo, las asimetrías informativas, la poca transparencia, la insuficiencia o dificultad de manejo de evidencias científicas, los intereses ocultos y la falta de transparencia de los conflictos de valores e ideologías subyacentes. (Servicio responsable: Ministerio del Medio Ambiente).									X
	Analizar el rol de los servicios ambientales (regulación hídrica) que prestan las áreas protegidas.	Generar estudios respecto a la demanda hídrica en áreas protegidas.									X
		Dar a conocer la importancia de las áreas protegidas y sus funciones ecosistémicas, para proveer el recurso hídrico.									X
	Ordenamiento del territorio que tome en cuenta las limitaciones hídricas.	Planificar el crecimiento urbano, en especial en el piedemonte andino, considerando los efectos en el sistema hídrico de la Región. (Servicio responsable: Municipios, Intendencia)									X
		Mejorar planificación acorde a vocación del territorio y capacidad de recursos naturales.									X
	Pérdida de ecosistemas riparianos.	Implementar un manejo ambiental integral de los cauces, a fin de evitar la pérdida de zonas riparianas.									X
		Restauración de ríos, esteros, riberas y quebradas.									X
	Aumentar el control sobre la extracción de áridos en los cauces.	Instaurar límites para la extracción de áridos y mejorar la información sobre la cantidad de explotaciones, junto con su fiscalización. (Servicio responsable: Municipios, DOH)									X
	Mejora en la gestión del riesgo de peligros naturales, como aludes y remociones en masa.	Mejorar la preparación para enfrentar peligros naturales, como aludes y remociones en masa. (Servicio responsable: ONEMI)									X
	Imposibilidad de combatir incendios debido a la escasez de agua.	Implementar un sistema compatible con los sistemas de APR para contar con agua para combatir incendios.		X	X						
	Intensificar el trabajo entre los distintos actores público-privados para lograr acuerdos de carácter voluntario, pero que igualmente signifiquen el cumplimiento de metas y plazos.	Trabajo conjunto de los distintos actores público-privados para promover la disminución de la presión ambiental en la Laguna Aculeo.						X			
	Mejorar el estudio del caudal ecológico para cada una de las solicitudes de derechos de aprovechamiento de aguas superficiales.	Aumentar las capacidades técnicas para la evaluación del caudal ecológico.	X								X
Institucional	Aumentar la dotación de funcionarios regionales de la DGA.	Evaluación de dotación de personal en la región.	X								X
	Aumentar las capacidades técnicas para la evaluación de recursos hídricos, pruebas de terreno y relación con las organizaciones de usuarios de aguas.	Fomentar la capacitación y perfeccionamiento de los funcionarios de la región.	X								X
		Generar un plan de desarrollo de la carrera funcionaria, que evite la alta rotación de profesionales.	X								X
		Mejorar el equipamiento para la realización de pruebas de terreno.	X								X
	Mejorar la coordinación interinstitucional.	Mejorar la coordinación interinstitucional tanto de la DGA Regional, como de las distintas Unidades que la componen.	X								X

CUADRO 15.3.3-1
NECESIDADES Y LÍNEAS DE ACCIÓN PROPUESTAS
(Continuación)

Tema	Necesidad	Líneas de Acción	Relación con DGA	Subcuenca								Regional
				Estero Alhué	Estero Yali	Río Maipo Alto	Río Maipo Bajo	Río Maipo Medio	Río Mapocho Alto	Río Mapocho Bajo		
Institucional	Mejorar la coordinación intrainstitucional.	Evitar duplicidad de inversiones públicas a través de la interacción en la Mesa Regional del Agua.										X
		Que la Mesa Regional del Agua se constituya como una agencia de mayor jerarquía, tal como una Comisión Regional, en que sus metas sean medibles y cuente con personal ejecute su programa.										X
		Mejorar el seguimiento de RCA de acuerdo a los requerimientos de la SMA.										X
		Implementar la fiscalización de la NSCA del Río Maipo.	X			X	X	X	X	X		
		Mejorar el sistema para el pronunciamiento ambiental en el SEIA.	X									X
		Aumentar la participación en actividades de fiscalización encomendadas por la SMA.	X									
		Mejorar la coordinación intrainstitucional, entre las distintas Unidades, como de la Dirección Regional con cada una de ellas.	X									
	Mejorar los canales de comunicación con la ciudadanía.	Presencia institucional a través de oficinas provinciales o comunales.	X									X
		Favorecer la participación de la ciudadanía en los procesos de planificación y evaluación ambiental.	X									X
		Contar con información de fácil acceso, que permita una mejor toma de decisiones.										
	Que las organizaciones de usuarios de aguas y sus asociados tomen conocimiento de las atribuciones, obligaciones y facultades de distintas instituciones públicas y privadas ligadas a la gestión del agua.	Mejores mecanismos de traspaso de información en materia legal, con lenguaje común.	X									X
		Creación de una corporación administradora de las cuencas hidrográficas, por cada cuenca, que incluya a todos los usuarios que gestionan los recursos hídricos.										X
Sistemas de Agua Potable Rural	Superar las dificultades de administración, técnicas y económicas de los sistemas de APR.	Fortalecer el rol del Programa de APR en cuanto a sus funciones de control de la administración de los Comités o Cooperativas. (Servicio responsable: DOH).										X
		Fortalecer el conocimiento de dirigentes y usuarios de los sistemas de APR. (Servicio responsable: DOH).										X
	Contar con sistemas de APR cuyos terrenos y derechos de aguas sean de propiedad del Comité o Cooperativa.	Regularizar los terrenos donde se emplazan los Servicios de APR. (Servicio responsable: DOH)										X
		Regularizar los derechos de aguas que respaldan el servicio de los APR. (Servicio responsable: DOH)										X
	Mejorar el acceso al agua potable, asegurando un suministro en las cantidades suficientes, una calidad acorde a la normativa vigente y un fácil acceso.	Entregar soluciones definitivas al abastecimiento de agua potable. (Servicio responsable: DOH)		X	X	X				X		
		Agilizar aprobación de los proyectos por medio de los recursos que manejan cooperativas o comités. Se podría hacer un financiamiento compartido de los proyectos. (Servicio responsable: DOH).										X

CUADRO 15.3.3-1
NECESIDADES Y LÍNEAS DE ACCIÓN PROPUESTAS
(Continuación)

Tema	Necesidad	Líneas de Acción	Relación con DGA	Subcuenca							Regional
				Estero Alhué	Estero Yali	Río Maipo Alto	Río Maipo Bajo	Río Maipo Medio	Río Mapocho Alto	Río Mapocho Bajo	
Aspectos Normativos	Contar con una legislación que regule los Servicios de Agua Potable Rural.	Agilizar la aprobación del proyecto de ley de APR que está en el Congreso.									X
	Realización de modificaciones al Código de Aguas.	Priorizar el consumo humano.									X
		Limitar los cambios de puntos de captación.									X
		Entregar mayores funciones fiscalizadoras a la DGA.									X
		Favorecer la gestión de cuencas y la representación de las distintas realidades territoriales.									X
		Bajar la incertidumbre respecto de las repercusiones de los cambios en los derechos de propiedad.									X
Ordenamiento Territorial	Promover el ordenamiento territorial de las zonas urbanas y rurales, acorde a las características hídricas del territorio.	Que la expansión de zonas habitacionales y parcelas de agrado en sectores tradicionalmente agrícolas se planifique respetando el paso de los canales de riego.									X
		Que la expansión de zonas habitacionales y parcelas de agrado en sectores tradicionalmente agrícolas se planifique acorde a la oferta hídrica.									X
		Que la aprobación, por parte de las Direcciones de Obras de los municipios y/o del SERVIU, de los proyectos habitacionales, cuente con factibilidad de agua potable, saneamiento y evacuación de aguas lluvias; que esto no sea resuelto luego de la construcción.									X
		Que la factibilidad de construcción de nuevos proyectos habitacionales dictada por los municipios o el SERVIU, sea bajo consulta a los comité o cooperativas de APR para decir si pueden abastecer o no a nuevas poblaciones.									X
		Enrolar callejones en sectores rurales como BNUP para solucionar el problema del paso de las matrices de sistemas APR (gestión ante Concejo Municipal).									X
	Posicionar el Plan Maestro de Recursos Hídricos regional como un instrumento de planificación para el desarrollo del recurso.	Elaborar el Plan Maestro de Recursos Hídricos de la Región Metropolitana.	X								
		Dar a conocer los resultados del Plan Maestro al Gobierno Regional, SERVIU, Gobernaciones, Municipalidades, OUA's, entre otros organismos vinculados a la planificación hídrica.	X								X
Otros	Facilitar el acceso a los instrumentos de fomento a la agricultura del Estado, por parte de los campesinos que no tienen inscritos y/o regularizados sus derechos de agua.	Generar programas de inscripción, regularización y perfeccionamiento de derechos de aguas dirigidos a pequeños agricultores.	X								X
		Evaluar los impactos de una flexibilización de los instrumentos de fomento a la agricultura para campesinos que no cuentan con derechos de aguas y/o con el reconocimiento de derechos consuetudinarios.	X								X
	Disminuir tiempos en los procesos de constitución de organizaciones de usuarios de agua.	Mayores recursos para agilizar y apoyar los procesos de tramitación para la constitución de organizaciones de usuarios de aguas.	X								X

CUADRO 15.3.3-1
NECESIDADES Y LÍNEAS DE ACCIÓN PROPUESTAS
(Continuación)

Tema	Necesidad	Líneas de Acción	Relación con DGA	Subcuenca							Regional
				Estero Alhué	Estero Yali	Río Maipo Alto	Río Maipo Bajo	Río Maipo Medio	Río Mapocho Alto	Río Mapocho Bajo	
Otros	Disminuir el tiempo de espera para la resolución de casos relacionados con la gestión de los recursos hídricos en el sistema judicial.	Mejorar el feedback con el Poder Judicial, los Juzgados de Policía Local, para conocer el resultado de los procesos judiciales y dar mayor celeridad a los éstos.	X								X
	Mejoramiento a los instrumentos de fomento al riego.	Disminuir los tiempos para el reembolso de los dineros a los beneficiarios de la Ley 18.450.									X
	Tomar medidas inmediatas para asegurar suministro futuro frente al cambio climático.	Difundir a la comunidad y OUA's los pronósticos hidrológicos e impactos esperados relacionados con el cambio climático.	X								X
	Fortalecer a las Juntas de Vigilancia para que puedan realizar labores de apoyo a las comunidades de aguas y a las asociaciones de canalistas.	Desarrollar programas de fortalecimiento organizacional	X								X

Fuente: Elaboración propia en base a la información primaria y secundaria levantada en el presente estudio.

A modo de resumen se presenta en el Cuadro 15.3.3-2 un resumen con la cantidad de necesidades identificadas y las líneas de acción propuestas para la posterior formulación del Plan Maestro. En total se identificaron 65 necesidades y 141 líneas de acción diferentes.

CUADRO 15.3.3-2
RESUMEN CANTIDAD DE NECESIDADES Y LÍNEAS DE ACCIÓN IDENTIFICADAS

Tema	Necesidad	Líneas de Acción
Disponibilidad Hídrica	11	24
Calidad de Aguas	3	14
Infraestructura	14	32
Diagnóstico de Desempeño ante Eventos Extremos	3	6
Fiscalización	4	9
Ambiental	10	13
Institucional	6	17
Sistemas de Agua Potable Rural	3	6
Aspectos Normativos	2	6
Ordenamiento Territorial	3	7
Otros	6	7
Total	**65**	**141**

Fuente: Elaboración propia.

Se debe hacer notar que este trabajo es el punto de partida para la formulación del Plan Maestro, ya que el plan propuesto debe ser consensuado con la comunidad, de modo que permita cumplir con sus expectativas, además de los requerimientos de la DGA.

15.4. RESUMEN DE ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL PRESENTE ESTUDIO

- Se realizó con un diagnóstico detallado de la situación de los recursos hídricos en la Región Metropolitana.

- El estudio viene a cumplir tanto con los requerimientos planteados en los términos de referencia, como con los requerimientos realizados por la DGA RM en las distintas instancias técnicas y de diálogo.

- El diagnóstico realizado el año 2008 se ha actualizado con información a la fecha, en lo que corresponde a la información de la cuenca del Río Maipo.

- Se realizó el diagnóstico de las cuencas del Río Yali y del Estero Alhué.

- En el estudio de la oferta y la demanda se estudiaron múltiples aspectos, tales como, estadísticas DGA, modelos hidrológicos DGA, resoluciones(de declaración de Áreas de Restricción) e informes técnicos DGA (informes de Evaluación de Recursos Hídricos Subterráneos, y de Declaración de Áreas de Restricción), demografía, ubicación de los asentamientos humanos, actividad económica, censos poblacionales y agropecuarios, planes de desarrollo de las empresas sanitarias, entre otra información que es posible encontrar en el Capítulo 4.

- Se realizó un diagnóstico de la infraestructura de toda la Región.

- Se realizó un diagnóstico institucional.

- Se estudió la situación de extracción de áridos en cauces, obras de regulación y defensas existentes.

- Se levantaron acciones, proyectos y programas considerados dentro de las carteras sectoriales ministeriales y de organismos públicos y privados para ser ejecutados en el futuro o bien que se encuentren en ejecución.

- Además se analiza la participación ciudadana en el marco del estudio, las inquietudes y aspiraciones ciudadanas, y se presenta la sistematización de las actividades realizadas.

- Con este diagnóstico se identificaron en total 65 necesidades y se proponen 141 líneas de acción (se debe hacer notar que las 65 necesidades identificadas pueden ser utilizadas para la formulación de los objetivos del Plan Maestro, tanto de tipo general como específico).

15.5. CONCLUSIONES CONSOLIDADAS A NIVEL DE SUBCUENCA Y REGIONALES

15.5.1. Aspectos Generales

El presente acápite de conclusiones del Diagnóstico del Plan Maestro busca integrar la información precedente de modo de permitir una rápida visualización regional a los tomadores de decisión y lectores, en cuanto a la integración de los distintos diagnósticos y propuestas realizados durante la ejecución del estudio.

Como corolario, se dio cumplimiento a todos los objetivos planteados en los Términos de Referencia, tanto generales como específicos, cubriendo con el diagnóstico el 100% del territorio regional, a saber las subcuencas del Río Maipo, del Estero Alhué y del Estero Yali. Además el estudio viene a cumplir tanto con los requerimientos planteados en los términos de referencia, como con los requerimientos realizados por la DGA RMS en las distintas instancias técnicas y de diálogo.

El análisis se realizó según la subdivisión territorial de subcuenca, según lo solicitado por la DGA.

15.5.2. Estero Alhué

La subcuenca del Estero Alhué corresponde a una subcuenca afluente a la cuenca del Río Rapel, ubicada en la Cordillera de la Costa, al sur poniente de la Región Metropolitana.

La oferta media anual superficial de la subcuenca es de 2,72 m^3/s (2010-2014). Corresponde a una subcuenca de origen pluvial, por lo que su máxima oferta se presenta en los meses de invierno. El principal uso humano en aguas superficiales está dado por el riego, seguido muy de cerca por la minería. Estos equivalen al 28% y 26% de la demanda superficial, luego viene caudal ecológico calculado con 46%. El balance superficial es negativo, la demanda supera a oferta en un 347%.

La oferta media anual subterránea es de 0,91 m^3/s, cuya línea de tendencia muestra el descenso sostenido de la napa, especialmente en el último periodo de 10 años. El principal uso en aguas subterráneas está dado por el riego, con un 98% del total de la demanda subterránea, mientras que el 1% está dado por el agua potable rural, y el 1% por la minería. El balance subterráneo es negativo en los meses de primavera y verano, la demanda supera a oferta en un 22% y en un 68% respectivamente.

La comuna presenta una prolongada sequía, que ha afectado la recarga del sistema subterráneo.

El balance de derechos de aguas de los sectores acuíferos muestra que la demanda comprometida en la comuna de Alhué sobrepasa el volumen sustentable total, situación que fue discutida en los talleres.

Si bien la demanda para uso minero, estudiada, no presenta una demanda importante, la presencia de actividades mineras fue denunciada en los talleres como un factor que favorece la sobreexplotación de las fuentes de recursos hídricos.

La escasez de agua tanto superficial como subterránea ha afectado las actividades humanas, más directamente por el efecto sobre el abastecimiento de los sistemas de agua potable rural, principalmente en los sectores de El Asiento, Barrancas de Pichi y Talamí. El sector más crítico corresponde a Talamí, el que actualmente es abastecido a través de camiones aljibe, en una cantidad que no es suficiente de acuerdo a los pobladores. Cabe señalar que el sector de Talamí, antes se abastecía de agua a través de vertientes y norias, las que en la actualidad han disminuido dramáticamente su producción, o simplemente están secas.

Actualmente la DOH se encuentra estudiando la factibilidad del mejoramiento de la fuente para el APR de El Asiento, buscando con ese estudio solucionar también el abastecimiento de Talamí. En caso de no haber factibilidad, se debe encontrar una solución definitiva para el abastecimiento de agua potable en estos sectores, por lo que se propone un estudio hidrogeológico que permita establecer nuevas fuentes de agua, tanto para riego como para agua potable. No obstante, en lo inmediato se requiere mejorar el sistema de distribución mediante camiones aljibe.

Además en el APR Barrancas de Pichi existe un déficit de recurso hídrico en verano, en la actualidad el pozo presenta un metro de embanque. Actualmente la DOH

junto con la Unidad Técnica, está preparando los documentos de licitación para la construcción de un sondaje, el que será licitado en el corto plazo.

Se debe tener precaución ante la disminución sostenida de los niveles de agua subterránea, ya que el APR Villa Alhué abastece de agua a los camiones aljibe (por ende a las otras localidades en situación de emergencia), por lo que de verse afectada, se generaría un problema en el punto neurálgico de abastecimiento de la comuna.

De prolongarse la sequía, se debe estudiar el impacto del subsidio para la profundización de pozos y norias.

Otro aspecto a analizar es que se requiere llevar a cabo un programa de control de extracciones del sector hidrogeológico y la organización de los usuarios mediante una comunidad de aguas subterráneas. De este modo se podrá hacer frente a la escasez y coordinar distintas medidas de control.

La disminución del agua también se ha visto reflejada en la disminución de la seguridad de agua para riego, relevado en los talleres participativos como un problema significativo presente en toda la comuna, que limitaría las inversiones debido a la incertidumbre existente y estaría dejando sin posibilidades de riego a importantes superficies de cultivos. Esta situación se acrecienta con la imposibilidad de constituir nuevos derechos de aguas y la dificultad de inscribir los derechos de uso tradicional dada la oposición judicial de ENDESA, al tratarse de fuentes de agua que son afluentes del río Rapel.

La vinculación con el agua no tan solo tiene que ver con la disponibilidad hídrica, sino también con la calidad de los recursos hídricos. Según lo anteriormente expuesto, el principal uso corresponde al riego, pero el uso en agua potable, pese a ser minoritario, tiene importancia en cuanto a su rol vital y a la dificultad de acceder a otras fuentes (por la lejanía de éstas).

La calidad de las aguas superficiales se ve impactada por las distintas actividades que se presentan en esta subcuenca, siendo la contaminación producida por la instalación de faenas mineras en el sector, como el tranque de relaves de Carén, las tortas de material de la minera La Florida y el relave de esta última empresa, elementos que estarían afectando a sectores como Santa María, Parcelas, Hijuelas, Loncha, Talamí, entre otros. Otra fuente potencial de contaminantes es el uso el de agroquímicos por parte de huertos y viñedos. En cuanto a la normativa vinculada con la calidad de los recursos hídricos, en este caso existe el D.S. 80 de 2006, que presenta mayor permisividad en cuanto a la emisión de los tranques de relave que aportan efluentes al estero Carén (en comparación con el D.S. 90 de 2000) para sulfato y molibdeno.

En cuanto a la calidad de agua superficial para el uso riego, los parámetros sulfato y molibdeno corresponden a aquellos que han superado la norma con mayor frecuencia. Para el uso potable los parámetros que se han registrado sobre la norma corresponden a: pH, sulfato, hierro y manganeso.

Sobre la calidad de agua subterránea, no se conocen las características de calidad de los acuíferos, ya que la DGA no cuenta con estaciones de calidad de aguas subterráneas. Se requiere instalar una red de monitoreo de calidad de aguas subterráneas, lo que adquiere un mayor realce al contar con 5 sistemas de APR que se

abastecen de esta fuente y que no cuentan con un control frecuente y sistemático de las aguas crudas.

Se debe establecer un trabajo conjunto de los distintos actores público-privados para la disminución a largo plazo de los niveles de Sulfatos y Molibdeno proveniente de los Tranques de Relaves del Estero Carén. Con esto se busca también que los monitoreos puedan representar a todos los sectores, mejorar la difusión de la información y aumentar la conciencia ciudadana de la mano con una mayor educación.

El catastro de infraestructura se encuentra desactualizado, por lo que se deben catastrar tanto las obras mayores, como las menores.

Respecto de las obras mayores, de cuatro tranques de relave solo uno se encuentra catastrado y dos han sido inspeccionados, también existe un tranque para riego. En la población existe preocupación por el estado de estas obras, sugiriendo una revisión periódica de su estado y una comunicación a la comunidad de estos resultados, especialmente luego de fenómenos como crecidas o grandes sismos. Esto debe complementarse con planes de emergencia frente a situaciones como escape de material tóxico (cosa que ocurrió el año 2006 en el tranque Carén) y/o apertura de compuertas para control de crecidas, que involucren a la comunidad.

Las obras de riego menores necesitan mantención, mejoramiento y rehabilitación, adicionalmente es necesaria la organización y mayor participación de las organizaciones de regantes, que requieren además de apoyo para su constitución legal, para que de esta manera puedan acceder a fondos para su financiamiento. Ya en el mediano plazo, habiéndose regularizado su situación organizacional y de derechos de aguas, se podría estudiar la construcción de tranques para la acumulación temporal del agua.

Se ha evaluado que se debe mejorar la red de medición del estado de los recursos hídricos, más específicamente se debe mejorar el monitoreo de estaciones sedimentométricas, de los niveles de agua subterránea y de calidad de agua superficial. Además se debe mejorar la calidad de la información fluviométrica y pluviométrica.

Otro aspecto abordado es la respuesta a eventos extremos, que corresponden principalmente a sequías e incendios forestales, y en menor medida a crecidas. La sequía se ha enfrentado mediante la repartición de agua por camiones aljibe, con el financiamiento de la Gobernación Provincial de Melipilla y el municipio, lo que corresponde a la medida con mayor impacto en la población. Con un menor impacto está la declaración de zona de emergencia agrícola por parte del MINAGRI. Sobre los incendios forestales, se recomienda estudiar la implementación de un sistema compatible con los sistemas de APR para contar con agua para combatir incendios, sin afectar el abastecimiento de agua potable. Por último, si bien hace más de una década que las crecidas no afectan la comuna, ésta se debe incluir en el Sistema de Control de Crecidas.

15.5.3. Estero Yali

La oferta media anual superficial de la subcuenca es de 2,09 m^3/s (2010-2014). Corresponde a una subcuenca de origen pluvial, por lo que su máxima oferta se presenta en los meses de invierno. El principal uso humano en aguas superficiales está dado por el riego, con prácticamente el 100% de la demanda

superficial. No es posible estimar un caudal ecológico ya que no existe control fluviométrico. Según lo levantado en los talleres participativos, sólo hay presencia de agua en el Estero Yali cuando llueve (un mes a un mes y medio), y en el resto del año se encuentra seco, lo que es común en los esteros del sector. El balance superficial es negativo en el trimestre de verano, en que la demanda supera a oferta en un 347%.

La oferta media anual subterránea es de 2,31 m^3/s, mostrándose una tendencia que demuestra el descenso sostenido de la napa, especialmente en el último periodo de 10 años.

El principal uso en aguas subterráneas está dado por el riego con un 99% de la demanda. El 1% restante es APR. El balance subterráneo es negativo en los meses de primavera y verano, donde la demanda supera a la oferta en un 22% y en un 68% respectivamente.

El balance de derechos de aguas de los sectores acuíferos muestra que la demanda comprometida en los sectores acuíferos de Las Diucas, Maipo Desembocadura, San Pedro, San Vicente, Yali Alto y Yali Medio sobrepasa con creces el volumen sustentable total. Por otra parte los sectores acuíferos Las Loicas y Estero Maitenlahue se encuentran abiertos.

La escasez de agua tanto superficial como subterránea ha afectado las actividades humanas, más directamente por el efecto sobre el abastecimiento de los sistemas de agua potable rural, especialmente en los sectores de El Yali, Prado Verde, Lo Encañado, Ninhue y Santa Rosa, sobre todo en los meses de verano, según lo indicado en los talleres participativos y en diversas entrevistas. En los meses de verano se distribuye el agua en camiones aljibe en estos sectores, lo que no alcanza a satisfacer las necesidades de la población. La distribución de agua se realiza con el uso de 11 camiones aljibe, a través del apoyo de la Gobernación Provincial y al financiamiento municipal, que significa cerca de un 25% del presupuesto comunal anual.

La comuna presenta una prolongada sequía, que ha afectado la recarga del sistema subterráneo. A este factor se adiciona el aumento de la población y con ello el aumento de pozos y norias, significando una presión sobre los recursos hídricos y sobre los sistemas de APR.

Actualmente la DOH se encuentra estudiando la factibilidad del mejoramiento de la fuente para el APR de Loica, buscando con ese estudio mejorar y ampliar el sistema de abastecimiento de agua potable. Anteriormente se habían construido dos sondajes, que no dieron los resultados esperados. En lo inmediato, se requiere mejorar el sistema de distribución mediante camiones aljibe. De prolongarse la sequía, se debe estudiar el impacto del subsidio para la profundización de pozos y norias.

Se requiere llevar a cabo un programa de control de extracciones de los sectores hidrogeológicos declarados como área de restricción (Las Diucas, San Pedro, Yali Alto, Yali Bajo El Prado, Yali Medio, Río Rapel bajo junta Estero Rosario, Río Rapel antes junta Estero Rosario, Maipo Desembocadura) y la organización de los usuarios mediante una comunidad de aguas subterráneas. De este modo se podrá hacer frente a la escasez y coordinar distintas medidas de control. En conjunto con esto, los participantes en los talleres han insistido en que es necesario fiscalizar a las grandes empresas agroindustriales, que concentrarían una buena porción de los recursos hídricos.

La disminución del agua también se ha visto reflejada en la disminución de la seguridad de agua para riego, relevado en los talleres participativos como un problema significativo presente en toda la comuna, que vendría dado tanto por la poca disponibilidad de aguas subterráneas y superficiales, como por la ausencia de derechos de aguas por parte de muchos pequeños agricultores. Este último aspecto, en adición con que gran parte de la comuna se encuentra declarada área de restricción, además de la sobreexplotación de los acuíferos, ha provocado en los campesinos una sensación de desigualdad en el acceso al agua, la que está preferentemente en manos de grandes propietarios o industrias y, solo de manera marginal, en las de pequeños agricultores. Relacionado con esto, se denuncia que las industrias sobreexplotan el recurso, lo que afecta las posibilidades de acceso del resto de la población y que, dado el bajo nivel que actualmente presentan las napas, solo aquellos que tienen recursos económicos pueden acceder a las inversiones necesarias para obtener agua, lo que es observado como una nueva forma de exclusión y desigualdad. El efecto de esto es que los pequeños agricultores y campesinos ven muy limitadas sus opciones productivas.

La vinculación con el agua no tan solo tiene que ver con la disponibilidad hídrica, sino también con la calidad de los recursos hídricos.

La calidad de las aguas superficiales no es controlada en el sector de la subcuenca correspondiente a la Región Metropolitana, los resultados estudiados corresponden a la estación ubicada en el estero Yali en la Región de Valparaíso. En cuanto a la calidad de agua superficial para el uso riego, los parámetros molibdeno, manganeso y cobre corresponden a aquellos que han superado la norma con mayor frecuencia. Para el uso potable los parámetros que se han registrado sobre la norma corresponden a: hierro y manganeso.

Sobre la calidad de agua subterránea, no se conocen las características de los acuíferos en este aspecto, ya que la DGA no cuenta con estaciones de calidad de aguas subterráneas. Se requiere instalar una red de monitoreo de calidad de aguas subterráneas, lo que adquiere un mayor realce al contar con 3 sistemas de APR que se abastecen de esta fuente y que no cuentan con un control de las aguas crudas.

Una de las actividades que ejerce mayor presión, según la percepción de las personas expresada en los talleres, es la actividad agroindustrial. La presencia de malos olores, el mal manejo de los RILES y las malas prácticas que denuncian, afectan a toda la población, en especial en los sectores de La Manga y Corneche. Esto estaría asociado a la contaminación del recurso hídrico. Si bien esta información no se encuentra científicamente corroborada en estudios previos a éste, resultaría necesario realizar una mayor cantidad de monitoreos de calidad de agua en pozos y tramos de esteros cercanos a dichas instalaciones. Los asistentes a los talleres manifiestan una sensación de desprotección, ya que no tiene cómo comprobar la contaminación, dado que no tienen los recursos para realizar los muestreos y análisis, tampoco de hacer seguimiento permanente del cumplimiento de los compromisos adoptados por parte de las empresas.

Para enfrentar esta situación, se debe establecer un trabajo conjunto de los distintos actores público-privados para alcanzar acuerdos que permitan realizar monitoreos de la calidad del agua subterránea en los sectores asociados a malas prácticas por actividad agroindustrial. De este modo realizar acuerdos sobre otros problemas relativos a aspectos distintos de los recursos hídricos, como la presencia de moscas (vectores), los malos olores y el paso de camiones de alto tonelaje.

El catastro de infraestructura se encuentra desactualizado, por lo que se deben catastrar tanto las obras mayores, como las menores. Respecto de las obras mayores, el tranque Loica para riego no se encuentra en uso, se encuentra embancado el vertedero de seguridad y se encontraría sin agua.

Las obras de riego menores necesitan reparación, especialmente obras de acumulación. No se ha encontrado información sobre sistemas de canales extraprediales en la cuenca.

Se debe mejorar la red de medición del estado de los recursos hídricos, más específicamente se debe mejorar el monitoreo de estaciones fluviométricas, sedimentométricas, de los niveles de agua subterránea y de calidad de agua superficial y tal como se dijo anteriormente, se requiere instalar una red de monitoreo de calidad de aguas subterráneas.

Otro aspecto abordado es la respuesta a eventos extremos, que corresponden principalmente a sequías e incendios forestales. La sequía se ha enfrentado mediante la repartición de agua por camiones aljibe, con el financiamiento de la Gobernación Provincial de Melipilla y el municipio, corresponde a la medida con mayor impacto en la población; con un menor impacto está la declaración de zona de emergencia agrícola por parte del MINAGRI. Los participantes de los talleres señalaron la insuficiencia de las medidas para enfrentar los efectos de la sequía. Plantearon que las autoridades no son conscientes de los efectos de la misma y que las medidas adoptadas no se ajustan a las necesidades, lo que reflejaría un desconocimiento de las realidades locales.

Sobre los incendios forestales, se combaten principalmente por medio de camiones aljibe, lo que impacta directamente en la repartición de agua a través de camiones aljibe a la comunidad (antes relatado), por lo que se recomienda estudiar la implementación de un sistema compatible con los sistemas de APR para contar con agua para combatir incendios, sin afectar el abastecimiento de agua potable.

Un antecedente que no tiene relación directa con la administración de los recursos hídricos, pero si con los mecanismos de participación ciudadana y de comunicación con la comunidad, tiene que ver con la deficiente conectividad de comunicaciones (internet, celular, radio), lo que no permite un acceso expedito a la información, tal como información relevante del Diario Oficial, informes técnicos en páginas web, entre otros.

15.5.4. Río Maipo Alto

La oferta media anual superficial es de 67,5 m^3/s (período 2010-2014), en cambio la subterránea es desconocida ya que no existe acuífero definido para el sector, es decir, no se conocen las características del mismo. Al ser una subcuenca de régimen nivo-pluvial, la oferta superficial proviene en gran medida del deshielo, es decir nieve y glaciares, sin embargo el rol hidrológico de los glaciares y su nivel de aporte a la oferta total es poco conocido y se requiere mayor investigación y protección para estos cuerpos de agua.

El principal uso humano en aguas superficiales está dado por el riego, con un caudal de demanda actual media anual de 0,87 m^3/s (4% de la demanda total). En subterránea la demanda principal es riego con 0,14 m^3/s (60% de la demanda

subterránea). Se obtienen balances hídricos superficiales positivos tanto en el escenario presente como en los futuros en todos sus trimestres. Se observa un superávit actual aparente de 45,9 m^3/s, equivalente a decir que la oferta supera a la demanda en un 212% (incluye caudal ecológico), pero dicho exceso debe satisfacer demandas aguas abajo.

Pese a la aparente abundancia en aguas superficiales, persisten problemas de escasez local (APR), vertientes y esteros secos, vegas disminuidas. Dado esto, es importante conocer los resultados de los estudios en curso sobre la prefactibilidad de mejoramiento de APR's existentes (Santa María del Estero y Baños Morales) y realizar los estudios para construir nuevos APR's (Bocatoma Los Maitenes y San Gabriel Bollenar). La falta de abastecimiento de APR tiene directa relación con el crecimiento urbano, parcelas de agrado, falta de planificación territorial y robos de la infraestructura. Asimismo existe incertidumbre sobre los reales efectos que pueda tener el Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo.

Respecto de la calidad de las aguas, sólo existen cinco estaciones de calidad superficial en esta subcuenca y ninguna subterránea, por lo que se requiere instalar estaciones de monitoreo de calidad de agua subterránea y mejorar la red superficial. En aguas superficiales, los principales parámetros que sobrepasan la norma para riego en más de un 10% de los muestreos registrados, corresponden a sulfatos, molibdeno, hierro, manganeso, cobre, boro, cloruro, aluminio y mercurio; siendo el molibdeno el parámetro con mayor porcentaje de muestreos sobre la norma (52% en la estación río Maipo en Las Melosas). Entre los efectos de estos parámetros destaca la salinización y acidificación de suelos, toxicidad para el ganado, toxicidad en plantas y pérdida de productividad en especies sensibles.

En el caso del agua potable, los incumplimientos a la norma se asocian a los parámetros hierro, manganeso, mercurio y arsénico, registrándose para el primero de estos el mayor porcentaje de muestreos con valores sobre la norma (78% en la estación río Maipo en Las Melosas).

Las causas naturales que determinan la calidad de aguas en esta subcuenca, tienen relación con la disponibilidad de sulfuros debido al volcanismo, la litología del área y sus características hidrológicas que favorecen la meteorización y lixiviación de minerales. Dentro de las causas antrópicas destaca la contaminación difusa por ganadería y la explotación de yeso que favorece la presencia de sulfatos. La población local por su parte manifiesta su preocupación por los depósitos de basura en cursos de agua y el efecto que puedan tener las actuales actividades mineras en la parte alta de la cuenca, en relación a un eventual aumento en la concentración de metales pesados. Esta relación si bien no es posible corroborar con los antecedentes analizados, se requeriría realizar estudios específicos que den cuenta de las causas que determinan las altas concentraciones.

Para mejorar el conocimiento respecto de la calidad del recurso hídrico se requiere implementar modelos calidad de aguas superficiales y subterráneas.

Respecto de la infraestructura, el listado de obras (mayores y menores) se encuentra desactualizado y poco claro. Se requiere actualizar el catastro de bocatomas (existen 51 bocatomas catastradas), canales y tranques pequeños, y realizar un diagnóstico de necesidades de riego. Embalses de agua potable existen dos, El Yeso y

Laguna Negra, ubicados en la zona alta de la subcuenca. Con el fin de prevenir problemas de abastecimiento de agua potable ante eventos meteorológicos extremos o anómalos, se hace necesario mantener sistemas de control y planes de contingencia ante eventos que produzcan aumento de la turbiedad de las aguas afectando la producción de agua potable, a través del trabajo conjunto entre actores públicos y privados.

No se dispone de información sobre extracción de áridos en la subcuenca, por lo que se hace necesario mejorar el control sobre esta actividad, y estudiar acabadamente los efectos de ésta sobre las obras del cauce y el entorno ripariano, como también mejorar la fiscalización conjunta (SMA-Municipalidades-DOH), e incluso aumentar las atribuciones de las juntas de vigilancia sobre estas extracciones.

Se ha detectado una serie de quebradas donde existe riesgo potencial de que se produzcan aluviones o remociones en masa. Casos emblemáticos son los registrados en el Río Colorado en el sector del Alfalfal en el año 1987 y uno de los más recientes en el Río Maipo sector de San Alfonso en año 2013. Sin embargo, no se identifican obras en esta subcuenca, por lo que se hace necesario un plan de manejo de desastres y emergencias que permita monitorear las quebradas.

Respecto de la temática medioambiental, la subcuenca concentra gran parte de las zonas protegidas de la región (5 en total) además de ser fuertemente valorada por su entorno natural en muchos aspectos. Todo ello conlleva el desarrollo de conflictos debido a proyectos aprobados en la subcuenca (3 EIA's aprobados aún no en operación). Se destacan dos conflictos relacionados con el rubro hidroeléctrico: el Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo y la Central Hidroeléctrica Guayacán, este último conflicto ya se encuentra concluido.

En relación a la fiscalización, la subcuenca del Río Maipo Alto cuenta con pocos registros de fiscalización en relación a las otras subcuencas en estudio, dado a que las denuncias formales han sido escasas, por lo anteriores solo un 6,1% de las fiscalizaciones realizadas en la Región se han realizado en esta subcuenca y no existe registro de denuncias por infracción al código de aguas.

15.5.5. Río Maipo Medio

La oferta superficial media anual de período actual (2010-2014) es de 49 m^3/s, explicada en gran medida por el trasvase recibido desde Maipo Alto, siendo propio de esta subcuenca, el régimen pluvial, y la oferta media anual subterránea es 8,59 m^3/s. El principal uso humano en aguas superficiales es el riego, con un caudal actual medio anual de 21,27 m^3/s (46% de la demanda total de la subcuenca), siendo la subcuenca de mayor demanda de agua superficial para riego. Luego está el caudal ecológico con 50%, 3% agua potable urbana, 1% industria). En aguas subterráneas el principal uso es riego con 4,33 m^3/s (88% de la demanda total subterránea), 6% es agua potable urbana, 3% APR y 3% rural. Al respecto, debe mencionarse que el 63% de la superficie de la subcuenca está ocupada por sectores acuíferos definidos por la DGA, los cuales están sometidos a distintos niveles de explotación. Los sectores acuíferos presentes que se encuentran medianamente sobreexplotados son El Monte, Santiago Central, Buin, los acuíferos poco sobreexplotados son Paine y Pirque y sin sobreexplotación, el Acuífero de Codegua.

Para el período actual, se observan balances hídricos superficiales negativos para los meses de primavera (-7,07 m³/s; demanda supera a oferta en un 13%) y verano (-29,88 m³/s; demanda supera a oferta en 73%), un resultado similar ocurre en el escenario futuro para un año 85% probable. En aguas subterráneas los balances subterráneos presentes y futuros son negativos únicamente para los meses de verano con un déficit de -0,87 m³/s y -0,20 m³/s (respectivamente para presente y futuro), equivalente a decir que la demanda supera a la oferta en un 10% y 2,3% respectivamente.

La sequía de los últimos años ha provocado escasez de aguas superficiales y subterráneas, lo que a su vez afecta la disponibilidad de agua para riego y APR. Sobre APR, existen 25 en la subcuenca y se abastecen de agua subterránea. Al respecto, se hace necesario generar mayor conocimiento sobre fuentes de abastecimiento de APR (ya sea en calidad como cantidad de aguas), tanto para mejorar los ya existentes como para definir nuevas fuentes. En específico, debe conocerse el resultado del estudio de prefactibilidad para mejoramiento del servicio en la localidad de Santa Marta Las Turbinas y tomar medidas para disminuir la presión por solicitudes de nuevos arranques en sistemas APR ya existentes.

Respecto del problema del descenso de las napas, reportado en los talleres y en concordancia con los balances subterráneos negativos, éste se verifica al observar el descenso sostenido del pozo DGA "Asentamiento Las Vertientes" (zona baja de la subcuenca), con descenso de 0,35 m/año en el período 2006-2014. Asimismo el pozo "Asentamiento Águila sur" (zona alta de la subcuenca) ha descendido a una tasa media de 0,66 m/año en el período 2006-2014. Con el fin de acercarse a una explotación sustentable de los acuíferos y atacar el tema de los descensos sostenidos, se requiere constituir comunidades de aguas subterráneas en los distintos sectores acuíferos y llevar a cabo un control de las extracciones. Lo anterior va de la mano con el mejoramiento de la red de medición de niveles de aguas subterráneas, en la cual se requieren al menos 6 nuevos puntos de monitoreo.

En esta subcuenca se cuenta con 3 estaciones de monitoreo con registro de calidad de agua subterránea, lo cual permite diagnosticar de forma limitada la calidad de las aguas subterráneas, por ello se necesita instalar 4 nuevos puntos de monitoreo (uno por cada sector Acuífero, El Monte, Buin, Paine y Pirque). Los APR's por su parte sólo monitorean agua tratada, no cruda. Dado todo lo anterior, el conocimiento sobre la calidad natural de las aguas subterráneas es limitado. En aguas superficiales, existen 7 estaciones de calidad, lo cual permite diagnosticar de manera adecuada la calidad de aguas superficiales del sector, no obstante se requiere mejorar integrando en el BNA los resultados de los muestreos realizados bajo la Norma Secundaria de Calidad Ambiental y por otro lado, desarrollar un trabajo conjunto con actores públicos y privados para el monitoreo de calidad de aguas subterráneas para parámetros asociados a actividades antrópicas. Al respecto se sabe que la vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación es moderada salvo en los sectores aledaños al Estero Angostura y Río Maipo donde es mayor. Por otro lado se observan 33 fuentes emisoras con descarga superficial (14 isla de Maipo, 6 Buin, 6 Paine, 3 Pirque, 3 San Bernardo, 1 Calera de Tango), se registran 6 Fuentes Emisoras a aguas subterráneas (3 Paine, 1 Buin, 1 Calera de Tango y 1 en San Bernardo y se registran 138 descargas al alcantarillado (116 en San Bernardo, 18 en Buin, 2 en Paine y 2 en Calera de Tango).

En términos generales se observa una mejor calidad de aguas subterráneas, en comparación con aguas superficiales, tanto para su uso en riego como en agua potable, esto considerando sólo el número de parámetros registrados en más de un 10% de los muestreos con valores sobre las respectivas normas. En aguas superficiales, los parámetros que sobrepasan la normativa de riego son sulfato, molibdeno, hierro, manganeso, cobre, boro, cloruro, aluminio y mercurio; en tanto para agua subterránea se presenta un menor número de parámetros sobre la norma, destacándose sulfatos, hierro, boro y mercurio. En ambos casos el parámetro con mayor porcentaje de muestreos sobre la norma es el Sulfato, con un 65% en la estación Río Maipo en Los Morros para agua superficial y 94% en el pozo de monitoreo Fundo Cachantún para agua subterránea. Los efectos de los parámetros que superan la normativa de riego son salinización de suelos, toxicidad para el ganado, acidificación del suelo y pérdida de disponibilidad de fósforo y molibdeno esencial, toxicidad en plantas, pérdida de productividad en especies sensibles.

En agua potable, los principales parámetros sobre la norma en aguas superficiales son: hierro manganeso, mercurio y arsénico, siendo el primero de estos el que presenta un mayor porcentaje de muestreos con valores sobre la norma, con un 97% en la estación Río Maipo en El Manzano; en tanto para agua subterránea sólo se registra valores sobre la norma en más de un 10% de los muestreos para el parámetro Mercurio, con 11,5% de los muestreos en el Pozo Fundo de Cachantún.

Las causas naturales que explican la calidad del agua (superficial y subterránea) corresponden a recargas del río por aportes de aguas subterráneas, la lixiviación de minerales en las formaciones geológicas, y drenaje subterráneo y superficial desde laguna Aculeo.

Respecto a los factores antrópicos que determinan la calidad de aguas superficiales y subterráneas, destacan: la contaminación puntual por la descarga de RILes del rubro agroindustrial, papelero y metalmecánico, y contaminación difusa por aguas servidas, extracción de agua por canales de regadío, aporte de plaguicidas, y extracción de agua potable, siendo una preocupación de la población local los problemas de contaminación por depósitos de basura domiciliaria en canales de regadío, y los aportes de nitratos a cursos de agua por actividades productivas en planteles porcinos y agrícolas.

Para mejorar el conocimiento respecto de la calidad del recurso hídrico se requiere implementar modelos calidad de aguas superficiales y subterráneas.

En el ámbito de infraestructura, el listado de obras mayores y menores se encuentra desactualizado. Respecto de bocatomas y tranques pequeños, existen catastros que deben ser actualizados. Existe 3 embalses de riego que suman 2,48 hm^3 correspondiente a un 33,1% del total regional, uno de ellos requiere reparaciones (Embalse El Escorial). Se requiere promover el mejoramiento y mantención de obras de riego en mal estado.

Tranques de relave existen 3, 2 no activos y otro sin información, de un total de 28 presentes en la Región, no se cuenta con información respecto a su fiscalización. Al respecto se requiere una revisión periódica de los tranques de relave, en especial aquellos ubicados aguas arriba de centros poblados. Asimismo se deben conformar mesas de trabajo periódicas que permitan conocer el estado de los tranques por parte de

la comunidad y generar planes de emergencia, que involucren a la comunidad, ante rotura y derrame o escape de material tóxico o apertura de compuertas ante eventos de crecida así como también medidas de contingencia ante eventos de aumento de la turbidez que puedan generar problemas de abastecimiento de agua potable. Esto último viene a responder el problema asociado a la interrupción de servicio de agua potable por parte de las sanitarias. Al respecto, se sabe que en la subcuenca hay 9 sectores, con concesiones de Servicios de Agua Potable Urbano, y que durante una crecida de alta turbiedad, el sistema se interrumpe, desabasteciendo a dichos sectores.

Existe una falta de pulcritud al realizar manejos de cauce, especialmente en lo que respecta la actividad de extracción de áridos, donde falta regulación, control y seguimiento de otorgamiento de derechos de extracción y se requiere mejorar la coordinación interinstitucional para fiscalizar la actividad (SMA-Municipalidades-DOH).Se recabó información de las municipalidades aledañas obteniendo 42 puntos de extracción de áridos. Los efectos adversos de mayor importancia son la socavación de puentes y las bocatomas "colgadas".

En esta subcuenca todas las comunas (6 en total) presentan puntos críticos de inundación y zonas susceptibles de inundación. Sin embargo, solo las comunas de Pirque y Talagante tienen cobertura del sistema de Control de Crecidas de DGA. En el caso de San Bernardo, Buin y Paine tienen sus Planes Maestros de Aguas Lluvias sin aprobar y existen serios problemas de inundaciones debido a aguas lluvias. En el caso de Isla de Maipo no existe Plan Maestro de Aguas Lluvias y para aquellas localidades asociadas al Gran Santiago, se requiere actualización del Plan Maestro de Aguas Lluvias de Santiago. Respecto de los eventos de inundación, se requiere trabajo conjunto con ONEMI, Intendencia y Municipios para abordar problemas en los puntos críticos y por otro lado generar un programa de mitigación de inundaciones.

En materia ambiental, la subcuenca concentra un número importante de proyectos ligados a los recursos hídricos con RCA aprobada, lo que podría significar una mayor presión desde el punto de vista ambiental e hídrico. Uno de los principales proyectos con RCA aprobada es la Línea de entrada a Alto Jahuel 2X500 kV Exp. 017/2010. En forma paralela existe un conflicto ambiental en la Laguna de Aculeo en lo que se refiere a extracciones ilegales de agua desde la misma laguna sumado a serios problemas de contaminación. Para este problema particular de la Laguna de Aculeo, se requiere intensificar el trabajo conjunto entre actores públicos y privados para lograr acuerdos voluntarios efectivos que permitan disminuir la presión ambiental sobre la Laguna. En general los problemas de contaminación hídrica, tal como ya fue mencionado en el tema de calidad de aguas, se deben principalmente a agroquímicos, aguas servidas, residuos sólidos domiciliarios en canales y otros RILES.

Existen 4 sitios protegidos, 1 Santuario de la Naturaleza, 2 Áreas Protegidas Privada y 1 Reserva Nacional, lo cual la convierte en un polo de atracción turística ligada a la Naturaleza.

En materia de fiscalización por infracciones al Código de Aguas, esta es la tercera subcuenca más fiscalizada de la Región (17,5% del total regional), siendo además una subcuenca prioritaria para la realización de inspecciones selectivas de aguas superficiales y subterráneas. A nivel comunal es prioritaria Buin, Paine, San Bernardo, Pirque, Talagante e Isla de Maipo. De acuerdo a la información disponible, se han

presentado dos denuncias por faltas o abusos en la distribución de las aguas o en la gestión económica en organizaciones de usuarios y ninguna fue acogida.

15.5.6. Río Maipo Bajo

La oferta media anual superficial del período actual (2010-2014) es de 84,51 m³/s, explicado en gran parte por el trasvase de excedentes recibido desde las subcuencas superiores, y la subterránea es de 2,05 m³/s. El principal uso humano en aguas superficiales es riego (61% de la demanda), con un caudal actual medio anual de 17,9 m³/s, siendo la segunda subcuenca de mayor demanda de agua superficial para riego. El 38% es caudal ecológico, el 1% es agua potable urbana. En agua subterránea el principal uso es riego, con un caudal de demanda actual medio anual de 3,73 m³/s (93% de la demanda). El 3% está dado por el agua potable urbana, el 3% por agua potable rural y 1% industria.

El balance hídrico superficial es positivo durante todos los trimestres en todos los escenarios, aparentemente sin problemas en la disponibilidad física de agua, lo cual no concuerda con las realidades locales expresadas en los talleres de participación. En el balance subterráneo, en el escenario actual se obtiene durante los trimestres de primavera y verano -1,61 m³/s y -2,38 m³/s respectivamente. Esto equivale a decir que la demanda supera a la oferta (sustentable) en un 32% y 47% respectivamente.

Respecto del problema del descenso de las napas, reportado por los asistentes a los talleres y en concordancia con los balances subterráneos negativos, esto se verifica al observar el descenso sostenido del pozo DGA "As. San Carlos Cholqui (2)" con un descenso de 0,8 m/año en el período 2006-2014. Otro pozo ubicado en el sector de Maipo Medio, "Fundo Baracaldo" ha descendido a 0,65 m/año en el período 2006-2014. En esta subcuenca, el 79% de la superficie tiene acuíferos definidos por la DGA. La mayor parte de los acuíferos están medianamente sobreexplotados (Puangue Alto, Puangue Medio, Popeta) y existe un acuífero muy sobreexplotado (Cholqui). Es la segunda subcuenca con mayor superficie de sus acuíferos muy sobreexplotados. Dado todo lo anterior se hace altamente necesario mantener un adecuado monitoreo de los niveles de las napas, para lo cual se requiere al menos 9 puntos de monitoreo nuevos.

Un tema relevante asociado a la disponibilidad decreciente de aguas subterráneas es el abastecimiento de APR's, de los que existen 35 en esta subcuenca. Además de problemas de escasez, existen problemas asociados a la infraestructura (funcionamiento de filtros y estanques) que afectan el abastecimiento, así como también influye el aumento de la población y problemas con los derechos de agua. Es necesario generar mejor y mayor conocimiento sobre fuentes de abastecimiento de APR. Al respecto, es prioritario conocer pronto los estudios de prefactibilidad para mejoramiento de APR's existentes de las localidades de Los Naranjos, El Pangal, Alhué (no es el mismo Alhué de la comuna de Alhué) y Santa Inés de Patagüilla, de la comuna de Curacaví y Maitenes de Ulmén de la comuna de Melipilla. También es necesario estudiar nuevas fuentes de abastecimiento de APR para la localidades que no poseen servicio y que lo requieren, estas son Patagüilla-Patagüilla El Bosque (comuna de Curacaví), Chorombo Ibacache, Ibacache Alto (comuna de María Pinto), y Cholqui, Codigua y La Viluma (comuna de Melipilla). Frente a la falta de soluciones definitivas, se debe mejorar el sistema de distribución de agua mediante camiones aljibe. Con el fin de acercarse a una explotación sustentable de los acuíferos y atacar el tema de los descensos sostenidos, se

requiere constituir comunidades de aguas subterráneas en los distintos sectores acuíferos y llevar a cabo un control de las extracciones.

En materia de calidad de aguas superficiales, se cuenta con 2 estaciones de monitoreo en la subcuenca Río Maipo Bajo, lo cual permite tener una noción sobre la calidad de agua superficial. No se cuenta con registro periódico de calidad de aguas subterráneas, debido a que en esta subcuenca la DGA no mantiene estaciones de monitoreo activas asociadas a este tipo de fuente, por lo que resulta necesario la instalación de al menos 17 estaciones de monitoreo de calidad de agua subterránea en esta subcuenca, y mejorar la red de monitoreo de aguas superficiales. Asimismo resulta necesario integrar al BNA los resultados de los muestreos realizados bajo la Norma Secundaria de Calidad Ambiental. También se requiere promover acuerdos público-privados para monitorear la calidad del agua, principalmente la subterránea, en especial los parámetros de origen antrópico.

Los parámetros que sobrepasan la norma para riego en agua superficial, en más de un 10% de los muestreos registrados, correspondiendo a sulfatos, molibdeno, hierro, manganeso, cobre, cloruro, aluminio y mercurio, siendo el primero de éstos el que registra un mayor porcentaje de muestreos con valores sobre la norma, con un 85,7% en la estación Estero Puangue en Ruta 78. Los efectos de los parámetros que superan esta normativa corresponden a salinización de suelos, toxicidad para el ganado, acidificación del suelo y pérdida de disponibilidad de fósforo y molibdeno esencial, toxicidad en plantas, pérdida de productividad en especies sensibles.

Para agua superficial en agua potable, los parámetros sobre la norma son hierro, manganeso, mercurio y arsénico, registrándose un mayor porcentaje de muestreos con valores sobre la norma en el caso del hierro (95% del total) en la estación Estero Puangue en Ruta 78.

Los factores naturales que explican la calidad de agua en la subcuenca, comprenden a la lixiviación superficial de minerales en las formaciones geológicas y recarga de esteros por afloramiento de napas subterráneas. Los factores antrópicos, por su parte están asociados a contaminación difusa por aguas servidas, reúso de agua de regadío, aplicación de plaguicidas, descargas de RILES de industrias lácteas y confites, y lixiviación de tortas de material de descarte minero. En relación a este último punto, se destaca la presencia de pasivos mineros en la subcuenca, como Mina Alaska, Lo Águila y Lo Águila 2. Por su parte la población local manifiesta su preocupación por efectos de contaminación producto de depósitos de basura domiciliaria en cursos de agua y particularmente la presencia de fosas junto a canales de regadío.

En cuanto al número de fuentes emisoras, Río Maipo Bajo registra 8 (7 en la comuna de Melipilla y 1 en Curacaví); no hay descargas subterráneas, registrándose 11 descargas al sistema público de alcantarillado (6 en Melipilla y 5 en Curacaví).

Para conocer en mayor medida el comportamiento de la calidad de las aguas, se requiere implementar modelos de calidad de aguas tanto superficiales como subterráneas.

En materia de infraestructura, el listado de obras (mayores y menores) se encuentra desactualizado, se requiere actualizar el catastro de bocatomas, canales y tranques pequeños. Al respecto, existen 62 bocatomas catastradas (21,1% del total

regional), todas ubicadas en la 3ª sección del río Maipo. Hay además 4 embalses de riego que en total suman 1,33 hm^3 correspondiente a un 17,8% del total regional, 2 de ellos se encuentran en mal estado y están afectos a multas (El Palqui y Huechún bajo). Existen además2 tranques de relaves no activos, de un total de 28 presentes en la Región, no se cuenta con información respecto a su fiscalización. En este aspecto se requiere una revisión periódica de los tranques de relave, en especial aquellos ubicados aguas arriba de centros poblados. Asimismo se deben conformar mesas de trabajo periódicas que permitan conocer el estado de los tranques por parte de la comunidad y generar planes de emergencia, que involucren a la comunidad, ante rotura y derrame o escape de material tóxico o apertura de compuertas ante eventos de crecidas.

En esta subcuenca, las comunas de Curacaví, El Monte y Melipilla (3 de las 4 comunas presentes en la subcuenca) tienen zonas susceptibles de inundación y puntos críticos de inundación, sin embargo, solo la comuna de Melipilla tiene cobertura del sistema de Control de Crecidas de la DGA y además cumple con los requisitos mínimos de 50.000 habitantes para la ejecución de un Plan Maestro de Aguas Lluvia, sin embargo éste aún no se encuentra aprobado por Decreto Supremo. Respecto de estos eventos de inundación, se requiere trabajo conjunto con ONEMI, Intendencia y Municipios para abordar problemas en los puntos críticos y por otro lado generar un programa de mitigación de inundaciones.

Se recabó información de las municipalidades obteniendo 5 puntos de extracción de áridos en cauce, ámbito en el cual falta regulación, control y seguimiento de otorgamiento de derecho de extracción y se requiere mejorar la coordinación interinstitucional para fiscalizar la actividad (SMA-Municipalidades-DOH).

En materia ambiental existen 5 proyectos con DIA aprobadas, 3 del rubro agropecuario y 2 del rubro energía. Existen también 29 Áreas Protegidas Privadas, 2 Santuario de la Naturaleza y 1 área protegida propuesta, Cerro Águilas. Principales problemas ambientales corresponden a contaminación hídrica por agroquímicos, aguas servidas, residuos sólidos domiciliarios en canales, relaves y otros RILES y la pérdida de la zona ripariana.

Respecto de la escasez hídrica, en esta subcuenca se han declarado 3 comunas en Zona de Escasez Hídrica por parte de la DGA, Melipilla en 2008, 2011 y 2012. Curacaví y María Pinto en2012. En la comuna de Melipilla hay dos solicitudes aprobadas para la extracción de aguas sin derechos de aprovechamiento, ambas para APR. Existen procesos de control de extracciones de aguas subterráneas a grandes usuarios en estudio para las comunas de Melipilla y María Pinto.

Esta subcuenca es la segunda subcuenca más fiscalizada de la Región (17,8% del total regional). De acuerdo a la información disponible, se ha presentado una denuncia por faltas o abusos en la distribución de las aguas o en la gestión económica en organizaciones de usuarios, la cual no fue acogida. La subcuenca del Río Maipo Bajo es prioritaria para la realización de inspecciones selectivas de aguas subterráneas. A nivel comunal es prioritaria Melipilla, El Monte, Curacaví y María Pinto.

15.5.7. Río Mapocho Alto

La oferta media anual superficial actual (período 2010-2014) es de 3,63 m^3/s, y la subterránea estimada es de 0,47 m^3/s (pero sin un sector acuífero definido). Al ser

una subcuenca de régimen nivo-pluvial, la oferta superficial proviene en gran medida del deshielo, es decir nieve y glaciares, sin embargo el rol hidrológico de los glaciares y su nivel de aporte a la oferta total es poco conocido y se requiere mayor investigación y protección para estos cuerpos de agua.

El principal uso humano en aguas superficiales está dado casi en igual medida por el agua potable urbana y minería, con caudales actuales de 0,25 m^3/s y 0,24 m^3/s, respectivamente. Cada uno es el 21% de la demanda, el caudal ecológico con un 57% y el 1% industrial. En aguas subterránea la principal demanda es agua potable urbana con 0,82 m^3/s (85% de la demanda), luego viene 11% minería, 3% riego y 1% industrial. Al respecto debe mencionarse que sólo el 16% de la subcuenca tiene acuíferos definidos por la DGA (acuíferos Las Hualtatas y Lo Barnechea) se encuentran altamente sobre explotados.

El balance hídrico superficial es positivo tanto para el escenario actual, como para los escenarios futuros. Se observa que en la actualidad, existe un superávit aparente de 2,48 m^3/s (en la media anual), equivalente a decir que la oferta supera a la demanda en un 215%, pero dicho superávit no es tal ya que el agua sobrante debe a satisfacer a las otras subcuencas.

Respecto de la calidad de las aguas, sólo existen cinco estaciones de calidad superficial en esta subcuenca y ninguna subterránea, por lo que se requiere instalar estaciones de monitoreo de calidad de agua subterránea (se recomienda al menos 2) y mejorar el BNA integrando los monitoreos provenientes de la Norma Secundaria de Calidad Ambiental. En aguas superficiales, los principales parámetros que sobrepasan la norma de riego (en más de un 10% de los muestreos registrados), corresponden a: molibdeno, hierro, manganeso, cobre, boro, aluminio y mercurio; siendo el cobre el parámetro con mayor porcentaje de muestreos sobre la norma, con un 98% en la estación Río Mapocho en Los Almendros.

Los parámetros que se han registrado sobre la norma de agua potable son hierro, manganeso, cobre, mercurio y arsénico, registrándose para hierro el mayor porcentaje de muestreos con valores sobre la norma (88%) en la estación Mapocho en Los Almendros.

Respecto a las causas naturales que pueden responder a la calidad de agua en esta subcuenca, cabe destacarla lixiviación de minerales en las formaciones geológicas y en especial la escorrentía de arcillas con pH básico que generan complejos de aluminio en solución. Respecto a las causas de origen antrópico que determinan la calidad de aguas superficiales y subterráneas, se destaca la contaminación por descargas difusas de caseríos y la presión de actividades turísticas. Al respecto, esta subcuenca registra 21 fuentes de descarga al alcantarillado público (comuna de Lo Barnechea). No se registran descargas superficiales ni subterráneas, pero existe una vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos moderada en las inmediaciones de los cursos superficiales.

Para mejorar el conocimiento respecto de la calidad del recurso hídrico se requiere implementar modelos calidad de aguas superficiales y subterráneas.

Respecto de la infraestructura, el listado de obras (mayores y menores) se encuentra desactualizado. No existen tranques ni embalses de riego en la subcuenca, pero sí se tiene el embalse de agua potable La Dehesa (1,2 hm^3), además existe el

tranque de relave minero Los Bronces, el cual se encuentra en buen estado pero sin información sobre la actividad específica, sin embargo al estar ubicado aguas arriba de centros poblados, se hace necesaria su revisión periódica, junto con implementar una mesa de trabajo periódica con la comunidad que permita dar a conocer el estado de estas obras (tranques y embalses en general) y generar planes de emergencia ante eventos de fuga de material tóxico y/o apertura de compuertas debido a crecidas. Así mismo se hace necesario mantener sistemas de control y planes de contingencia ante eventos que produzcan aumento de la turbiedad de las aguas afectando la producción de agua potable, a través del trabajo conjunto entre actores públicos y privados.

Sobre otra infraestructura de riego presente en la subcuenca, existen 32 bocatomas catastradas (10,9% del total regional). Existen problemas por ocupación de servidumbres y destrucción de canal por parte de proyectos inmobiliarios.

No se dispone de información sobre extracción de áridos en la subcuenca, por lo que se hace necesario mejorar el control sobre esta actividad, y estudiar acabadamente los efectos de ésta sobre las obras del cauce y el entorno ripariano, como también mejorar la fiscalización conjunta (SMA-Municipalidades-DOH), e incluso aumentar las atribuciones de las juntas de vigilancia sobre estas extracciones.

Según la información recopilada hay riesgo de aluviones en la subcuenca, tal como ocurrió durante agosto de 2009 en farellones en las quebrada de Ñilhue, Huallalolén, sin embargo, no se ha encontrado información respecto a obras de protección para dichos eventos, por lo que se hace necesario un plan de manejo de desastres y emergencias que permita monitorear las quebradas.

Respecto de infraestructura de medición, además de las necesidades ya mencionadas en calidad de aguas subterráneas, se requiere implementar también nuevas estaciones para el monitoreo de niveles de aguas subterráneas, se recomienda al menos 2.

Respecto de la temática medioambiental, la subcuenca presenta 2 sitios protegidos (ambos Santuarios de la Naturaleza), siendo fuertemente valorada por su entorno natural en distintos aspectos. De los proyectos del SEIA analizados, existe 1 EIA aprobado (aún no en operación) que se emplazaría en la subcuenca, y corresponde al denominado "Línea de Transmisión Eléctrica 220 kV Polpaico-Confluencia" (compartido con la subcuenca Río Mapocho Bajo). Por otro lado, existe también el proyecto minero "Expansión Andina 244" de CODELCO, cuyo EIA se encuentra actualmente en proceso de calificación, y se localizaría en la comuna de Lo Barnechea compartido con la comuna de Los Andes (Región de Valparaíso). Este proyecto ha originado controversia por sus posibles impactos futuros sobre los recursos hídricos y los glaciares de la zona.

En la temática de inundaciones, esta subcuenca presenta puntos críticos de inundación y zonas susceptibles de inundación pero está cubierto por el Sistema de Control de Crecidas de la DGA. Al respecto se requiere generar un programa de obras de mitigación ante inundaciones y planes de acción respectivos, a través de un trabajo conjunto con la ONEMI, Intendencia y Municipalidades.

Sobre los procesos de fiscalización por incumplimiento al Código de Aguas, esta subcuenca no es prioritaria para la realización de inspecciones selectivas y es la cuarta más fiscalizada de la Región (12,2% del total regional).

15.5.8. Río Mapocho Bajo

La oferta media anual superficial de la subcuenca es de 45,91 m³/s Corresponde a una subcuenca de origen pluvial, por lo que su máxima oferta se presenta en los meses de invierno. El principal uso humano en aguas superficiales está dado por la producción de agua potable urbana, con un 52% de la demanda. El 23% es el caudal ecológico calculado, el 20% es para uso en riego, el 3% uso industrial y 2% minería. El balance superficial es positivo tanto en el escenario actual como en los futuros. Esto no se condice con la percepción de escasez manifestada en los talleres de participación, en las entrevistas y las reuniones técnicas, especialmente en la Provincia de Chacabuco.

La oferta media anual subterránea es de 27,47 m³/s, mostrándose una línea de tendencia que demuestra el descenso sostenido de las napas, especialmente en el último periodo de 10 años, lo que concuerda con lo reportado por los asistentes a los talleres. El principal uso en aguas subterráneas está dado por el riego (52%), seguido por el agua potable urbana (44%), el uso industrial (3%) y el uso minero (1%). Menos del 1% corresponde al uso por agua potable rural. Cabe señalar que, la percepción de los asistentes a los talleres en la provincia de Chacabuco es que el uso minero tendría un porcentaje en el uso bastante mayor. En el balance subterráneo se obtienen resultados negativos para los meses de primavera y verano, la demanda supera a la oferta en un 9% y 14% respectivamente.

Cabe señalar que, a nivel regional, el 70% de los caudales otorgados a través de los derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas se ubican en esta subcuenca.

El balance de derechos de aguas de los sectores acuíferos muestra que la demanda comprometida en los sectores acuíferos de Tiltil, Chacabuco Polpaico, Colina Inferior, Lampa, Chicureo, Colina Sur, Santiago Norte y Vitacura, sobrepasan con creces el volumen sustentable total.

La escasez de agua tanto superficial como subterránea ha afectado las actividades humanas, más directamente por el efecto sobre el abastecimiento de los sistemas de agua potable y los servicios de agua potable rural, especialmente en los sectores de la Provincia de Chacabuco de Quilapilún, Manuel Rodríguez, Batuco, Caleu, Santa Elena, Espinalillo, Rungue, Huechún, Tiltil, Colina, El Colorado, Chacabuco, Santa Matilde, que requieren de suministro mediante camiones aljibe durante el verano. Además de estos sectores, en los sistemas de Nuevo Provenir, Las Canteras, Huertos Familiares, Santa Filomena, Las Nipas, Lampa, Polpaico, Las Canteras, Ejemplo Campesino, Peldehue, Reina Norte, Capilla de Caleu y San Luis han experimentado un descenso significativo de los niveles de las napas subterráneas que han afectado a los sistemas de APR. Pese a que estos sectores se pormenorizaron en los talleres realizados, este tipo de problema se calificó tema transversal a toda la provincia de Chacabuco. En la Provincia de Talagante, se habló de afectación en Pelvin.

El sector de Montenegro en Chacabuco, requiere de suministro de agua para consumo humano durante todo el año mediante camiones aljibe, debido a que la fuente no entrega ni la cantidad ni la calidad requerida; el abastecimiento de camiones aljibe es proporcionado por Aguas Andinas, KDM y el Municipio.

Actualmente la DOH se encuentra estudiando el diseño para el abastecimiento de los APR de Montenegro y Rungue, a través de un proyecto que traería el agua desde la Región de Valparaíso a través de la cuesta Las Chilcas. Para los APR de Espinalillo, Caleu y Lo Marín, se está preparando la licitación para el estudio de factibilidad. Para los APR Huechún, Santa Matilde y Manuel Rodríguez se está realizando el estudio de factibilidad. Para los APR de El Colorado y Chacabuco, se está preparando la licitación para la habilitación de un sondaje; y para el APR Chacabuco, se está desarrollando el mejoramiento y la ampliación del servicio.

Por su parte, en la localidad de Colo Colo (Quilicura) existen problemas por la calidad de aguas de su fuente, lo que se corrobora en el estudio de calidad de aguas (indica que sobrepasa la norma de agua potable para arsénico en un 95% de las muestras), por lo que la DOH se encuentra realizando un estudio de factibilidad para una nueva fuente.

Distintos representantes de los sistemas de APR demandan apoyo a mejoras en infraestructura, incorporación de nuevos pozos, modernización de la distribución, mayor asesoría técnica, ya que en las actuales condiciones muchos APR no pueden satisfacer la demanda de la población.

Frente a la falta de soluciones definitivas, se debe mejorar el sistema de distribución de agua mediante camiones aljibe.

La comuna presenta una prolongada sequía, que ha afectado la recarga del sistema hidrológico. A este factor se adicionan otros: el aumento de la población, en especial la alta presencia de condominios y parcelas de agrado; el aumento de las actividades industriales; y la presencia y presión provocada por la actividad minera.

Respecto del aumento de población, se pormenorizaron Talagante, Padre Hurtado, Chicureo, Lo Etchevers, Cerro Lo Castro, Valle Grande, Reserva Piedra Roja, Tiltil y Batuco, sin embargo se calificó como un problema transversal, ya que significa un aumento de pozos y norias, una afectación a la actividad agrícola, entre otros.

El aumento de las actividades industriales se ha presentado especialmente en los sectores de Quilicura, parte de Lampa y Pudahuel donde se denuncia la presencia de pozos profundos sin derechos otorgados en el sector de zonificación para uso industrial, afectando a otras empresas del sector.

La actividad minera ha afectado a sectores como Santa Matilde, Quilapilún y Huechún, en que el uso agrícola se ha visto perjudicado. Existe la sensación que las mineras suelen cambiar los puntos de captación, trasladándose desde zonas sobreexplotadas hacia otros acuíferos, lo que no es controlado por las autoridades.

Se requiere llevar a cabo un programa de control de extracciones de los sectores hidrogeológicos declarados Área de Restricción (Tiltil, Chacabuco Polpaico, Colina, Santiago Central, Colina Inferior, Lampa, Chicureo, Colina Sur, Santiago Norte, Vitacura) y la organización de los usuarios mediante comunidades de aguas subterráneas. De este modo se podría hacer frente a la escasez y coordinar distintas medidas de control.

No tan solo se han visto afectados los sistemas de agua potable rural, sino que también las empresas con concesiones de agua potable urbana, tanto Aguas Andinas como SMAPA han visto un descenso de los niveles de las napas subterráneas, lo que ha provocado una serie de inversiones en profundización de pozos, nuevos sondajes, cambios de puntos de captación; también ha provocado un descenso en la calidad del agua, especialmente por el aumento de la concentración de nitratos. En el sector norte, en la provincia de Chacabuco, esta escasez se ha hecho más visible, de hecho la SISS ha expresado la necesidad de estudiar la sustentabilidad de las fuentes de agua potable en la región y como punto inicial y más crítico, el conocer hasta qué punto se podrá seguir presionando el acuífero del estero Chacabuco.

La disminución del agua también se ha visto reflejada en la disminución de la seguridad de agua para riego, relevado en los talleres participativos como un problema significativo que vendría dado tanto por la poca disponibilidad de aguas subterráneas y superficiales, como por la ausencia de derechos de aguas por parte de muchos pequeños agricultores. Este último aspecto ha provocado en los campesinos una sensación de desigualdad en el acceso al agua, en especial porque al ver mermada la actividad agrícola por la ausencia de agua para riego, han provocado un cambio en el uso de suelo, pasando de agrícola a habitacional, debido a la presión que ejercen en la zona las empresas inmobiliarias. Los sectores que han sido nombrados en los talleres corresponden a Montenegro, Huertos Familiares, Llanos de Caleu, Reina Norte, San Luis y sin embargo ha sido calificado como un problema transversal de la provincia de Chacabuco.

En la provincia de Talagante otro problema que afecta a los agricultores es la dificultad en la repartición del agua de riego, lo que se traduce en que muchos agricultores queden sin disponibilidad de agua pese a tener derechos, especialmente en El Paico, El Monte, La Villita, Acevedo, Los Muñoces y El Guanaco.

En esta subcuenca existe una gran presión sobre el territorio y sus recursos hídricos por parte de actividades altamente contaminantes, tales como tranques de relaves, rellenos sanitarios, plantas recicladoras, agroindustrias, entre otros. En cuanto al número de fuentes emisoras, la subcuenca Río Mapocho Bajo concentra la mayor cantidad de estas, en especial en las descargas a alcantarillado, que en este caso corresponden a 1.782 fuentes. Respecto a las descargas superficiales, se registran 31 fuentes emisoras (6 en Talagante, 4 en Peñaflor, 4 Quilicura, 3 en Pudahuel, 3 Lampa, 2 Tiltil, 2 Puente Alto, 1 en Maipú, Quinta Normal, Renca, Padre Hurtado y El Monte).

La subcuenca cuenta con siete (7) estaciones de calidad de agua superficial, las cuales en su totalidad no permiten caracterizar de forma adecuada todo el territorio, considerando que existe sólo una estación de monitoreo para caracterizar la calidad de las aguas del Estero Lampa (Estación Estero Colina en Compuerta Vargas), la que no da cuenta de los posibles efectos delos sectores con mayor presión ambiental. Los principales parámetros que sobrepasan la norma para riego corresponden a: sulfatos, molibdeno, hierro, manganeso, cobre, boro, cloruro, aluminio y mercurio. Los principales parámetros que superan la norma para agua potable son hierro, manganeso, arsénico y mercurio, destacándose el hierro como parámetro con mayor porcentaje de muestreos con valores sobre la norma, con un 96% en la estación río Mapocho en El Monte.

Si bien en esta subcuenca se concentra el 80% del total de estaciones de monitoreo de agua subterránea vigente de la región (14 pozos en total), su distribución

no permite caracterizar el total del territorio, considerando que el sector hidrogeológico Estero Chacabuco no cuenta estaciones de monitoreo, sector en donde se ubican 6 APR's que se abastecen de este recurso, de un total de 32 APR's ubicados en esta subcuenca. Los parámetros que superan con mayor frecuencia la norma corresponden a Arsénico y Hierro para uso potable, siendo los parámetros más críticos los ubicados en el asentamiento Las Casas Colo Colo, que sobrepasan la norma para arsénico en casi la totalidad de las muestras. Este problema particular está siendo solucionado por la DOH, tal como se dijo anteriormente, estudiando la factibilidad de ubicar una nueva fuente para este servicio de APR.

En los medios de comunicación se han abarcado ampliamente los efectos que podría tener la presión efectuada sobre los recursos hídricos en el sector de Chacabuco, en especial por la presencia de Arsénico en las aguas subterráneas. Por esta causa aparecen temores de la población ante la sospecha de que el agua podría estar contaminada, ello principalmente dada la presencia de relaves. Frente a esto se exigen estudios y mayor información.

Para enfrentar esta situación, se debe establecer un trabajo conjunto de los distintos actores público-privados para alcanzar acuerdos que permitan realizar monitoreos de la calidad del agua subterránea en los sectores críticos, en especial se debe mantener una vía constante de información con la comunidad.

Respecto de las obras de infraestructura, el catastro debe ser actualizado. En la subcuenca hay 7 embalses de riego correspondientes a grandes obras, con dos tranques inspeccionados afectos a multa.

Existen 19 tranques de relave, de los cuales 7 se encuentran activos, 8 no están activos y 4 no presentan información de actividad. Dentro de estos tranques destacan Ovejería (perteneciente a CODELCO Andina) y Las Tórtolas (perteneciente a Angloamerican), los que son sindicados en los talleres como los principales riesgos para la población, debido a la gran cantidad de material de desecho que acumulan.

En la subcuenca existen 13 sectores con concesiones de Servicios de Agua Potable Urbanos y 32 sistemas de APR. En esta subcuenca también se ubican 11 plantas de tratamiento de aguas servidas que sanean la mayor parte de las aguas de Santiago. Respecto del saneamiento de las aguas servidas de sectores rurales, no existe una buena cobertura y las aguas de los sistemas de APR, en su mayoría no son tratadas.

En esta subcuenca también existen problemas asociados a la extracción de áridos, especialmente porque provocan problemas al quedar las "bocatomas colgadas", lo que conlleva grandes problemas en los sistemas de riego, además de los efectos sobre la infraestructura de puentes y la afectación sobre las norias cercanas a los ríos. Esto se presenta en el Río Mapocho, especialmente en los sectores de El Rosario, Rinconada de Maipú, Camino Viejo de Talagante, Cruce Naltahua y Puntilla de Lonquén.

En cuanto a obras, la subcuenca cuenta con una central de pasada y dos centrales termoeléctricas con una potencia instalada de 507 MW, correspondiente al 63,11% de la región.

La evaluación de las redes de medición, hace sugerir un complemento de la red de niveles de aguas subterráneas, de calidad superficial y de calidad subterránea,

siendo la mayor urgencia en los sectores con mayor presión ambiental, cabe señalar Lampa, Quilicura, Tiltil, Rungue.

Dentro de la subcuenca se presenta un problema de deterioro ambiental en el Humedal de Batuco, observándose su progresiva desaparición y la pérdida de especies en la zona. Esto se produce por el desvío de sus afluentes y el manejo desmedido del agua en propiedades aledañas al mismo.

Otros problemas ambientales tienen que ver con la evaluación del proyecto minero "Expansión Andina 244" (aún en proceso de calificación), lo que representaría una mayor presión sobre los recursos hídricos.

Además se presenta contaminación hídrica por agroquímicos, por aguas servidas, por residuos sólidos domiciliarios en canales y por presencia de planteles porcinos (Tiltil, Talagante).

Otro problema ambiental que a juicio de los regantes aún sigue vigente, se presenta a causa del funcionamiento de las plantas de tratamiento de El Trebal y Mapocho, ya que no estarían respetando la entrega de las aguas tratadas a cinco canales (Canales Castillo, Bombilla, Santa Cruz, Romero y Bajo Esperanza), pues devuelven el agua al Río Mapocho más abajo de sus marcos partidores, dejando a unas 6.000 ha de cultivo de la provincia de Talagante sin disponibilidad de agua y poniendo en grave riesgo la actividad agrícola. Se plantea que esta situación violaría la Resolución de Calificación Ambiental (Res. Exenta nº266 del 1 de abril de 2009) de la COREMA que aprobó las condiciones del EIA del Proyecto "100% Saneamiento de la cuenca de Santiago" de Aguas Andinas S.A., que señala que la planta Mapocho no podría entrar en funcionamiento sin que las aguas tratadas fueran devueltas al punto más alto en donde las aguas pudieran entrar a los canales. Este conflicto ha tenido una serie de instancias posteriores en los que se ha llegado a acuerdos, sin embargo los regantes que asistieron a los talleres de participación insisten en que el problema persiste.

En la subcuenca todas las comunas presentan problemas de inundación, 14 comunas presentan problemas de puntos críticos de inundación y las 24 restantes solo tienen zonas susceptibles de inundación. Las comunas con problemas de inundación que no tienen un plan maestro de aguas lluvias son: Lampa, Tiltil, Padre Hurtado, Colina y Calera de Tango.

Otro aspecto abordado es la respuesta a eventos extremos, que corresponden principalmente a sequías. La sequía se ha enfrentado mediante la repartición de agua por camiones aljibe, en especial en la provincia de Chacabuco, que se encuentra en una situación muy agravada de escasez de agua. Esta medida corresponde a aquella con mayor impacto en la población. Se han declarado dos comunas en zona de escasez hídrica, Colina en 2008 y Tiltil en 2008, 2011 y 2012; en la comuna de Tiltil han sido rechazadas dos solicitudes para la extracción de aguas sin derechos de aprovechamiento. Con un menor impacto está la declaración de zona de emergencia agrícola por parte del MINAGRI. Los participantes de los talleres señalaron la insuficiencia de las medidas para enfrentar los efectos de la sequía. Plantearon que las autoridades no son conscientes de los efectos de la misma y que las medidas adoptadas no se ajustan a las necesidades, lo que reflejaría un desconocimiento de las realidades locales.

En conjunto con esto, hay tres aspectos en que la ciudadanía reclama mayor atención y fiscalización en cuanto a la disponibilidad hídrica. En primer lugar en los sectores de Quilicura, parte de Lampa y Pudahuel donde se denuncia la presencia de pozos profundos sin derechos otorgados en el sector de zonificación para uso industrial, afectando a otras empresas del sector. Otra demanda es en los pozos profundos de condominios y casas, y lagunas asociadas a condominios, ya que los sistemas de APR han visto una merma que asocian a estas actividades. Por último en la actividad minera, en que se fiscalice tanto su explotación de aguas, como los efectos de los tranques de relaves.

La subcuenca del Río Mapocho Bajo es prioritaria para la realización de inspecciones selectivas de aguas subterráneas. A nivel comunal es prioritaria Lampa, Colina, Padre Hurtado, Peñaflor y Tiltil.

15.5.9. Regional

La oferta hídrica regional, media anual superficial, del período actual (2010-2014) es de 123,5 m^3/s. Este valor de oferta es la suma de todas las ofertas de cada subcuenca, pero no incluye el reúso entre una subcuenca y otra (trasvases de excedentes). La oferta subterránea regional es de 44,77 m^3/s, estimada de forma análoga a la superficial y es equivalente a la suma de los volúmenes sustentables de cada sector acuífero presente en la Región. El principal uso humano en aguas superficiales está dado por el riego, con un caudal de demanda actual medio anual de 42,25 m^3/s. Este uso equivale al 62% de la demanda total superficial. El 20% está dado por el agua potable urbana, el 15% es caudal ecológico, 2% uso industrial y 1% minería. El agua potable rural por su parte es menor al 1%. El principal uso en aguas subterráneas está dado nuevamente por el riego, con un caudal de demanda actual medio anual de 22,19 m^3/s. Este uso equivale al 65% del total de la demanda subterránea, mientras que el 31% está dado por el agua potable urbana, 2% es uso industrial, 1% uso minero y 1% agua potable rural.

El balance hídrico de aguas superficiales a nivel regional, es negativo en el trimestre de verano en el escenario actual (2010-2014) con un déficit de -19,74 m^3/s, lo que equivale a decir que la demanda supera a la oferta en un 21,5% en dicho trimestre. El balance subterráneo por su parte es negativo en los trimestres de primavera y verano en el escenario actual (2010-2014), observándose un déficit de -4,98 m^3/s (demanda supera a oferta en un 11%) y -11,11 m^3/s (demanda supera a oferta en un 25%) respectivamente para primavera y verano. Todo esto da cuenta de una Región vulnerable a los períodos de escasez, dado que los últimos años han sido de una sequía prolongada que supera a la última gran sequía en torno al año 1997/98. Esto hace imperativo mejorar la gestión de los recursos hídricos para tender a un uso sustentable y eficiente del agua que permita, entre otras cosas, hacer frente a los períodos de escasez cíclicos que podrían volverse más frecuentes en el futuro.

Para abordar estos problemas, se requiere mejorar la información del estado de las fuentes del recurso hídrico, tanto superficiales como subterráneas, creando organismos de cuencas que se preocupen del monitoreo del agua (nueva institucionalidad).Lo anterior incluye, entre otras cosas, conocer mejor el estado de los acuíferos, y por otro lado conocer y dimensionar el rol hidrológico (aporte) de los glaciares de la Región y protegerlos.

Además se debe de mejorar la calidad de la información relacionada con la ubicación y características de los derechos de aprovechamiento de aguas de toda la región, incluyendo el Catastro Público de Aguas (CPA), aquellos derechos otorgados a través del SAG, bases de datos internas de la DGA, etc. Por otro lado se requieren, idealmente, mayores recursos que permitan agilizar los trámites de regularización de derechos en general, crear un sistema de apoyo técnico y jurídico para pequeños usuarios, darles apoyo organizacional y reconocer las organizaciones históricas no regularizadas.

Los problemas de disponibilidad más recurrentes y sensibles para la población, están dados por los falta de abastecimiento de APR (cuyos requerimientos específicos a nivel de localidad se pueden ver en las conclusiones de cada subcuenca), descenso generalizado de napas subterráneas, lo que se verifica al observar el comportamiento de niveles de distintos pozos en la Región, que poseen tendencia negativa (ver conclusiones a nivel de subcuenca) y escasez hídrica general tanto superficial como subterránea para los distintos usos (balances negativos) sobre todo en los trimestres de primavera y verano.

Respecto de los APR, existen en total 104 en la Región[7], los problemas principales, además de la escasez hídrica, consisten en falta de infraestructura adecuada, falta de concentración suficiente de población para la construcción de nuevos APR, problemas de capacidad por el aumento de parcelas de agrado y habitantes, lo que está directamente ligado a una mala planificación. En términos generales, para el tema de disponibilidad hídrica en APR, además de lo indicado en cada subcuenca, es necesario dotar de mayores recursos a la DOH con el fin de disminuir los tiempos de aprobación de los nuevos proyectos y la mejora de los existentes, dado que, en general las urgencias ciudadanas no son posibles de atender en el tiempo deseado por ellos, lo cual contribuye a generar distancias entre la institucionalidad y la ciudadanía. También se hace necesario implementar subsidios para la profundización de pozos en casos particulares y debidamente fiscalizados para evitar un aumento de la explotación.

Sobre el estado de los acuíferos, y en concordancia con los descensos generalizados y problemas de disponibilidad antes expuestos, se logró demostrar que la relación Demanda Comprometida v/s Volumen Sustentable se encontraba en desequilibrio en la mayor parte de la región, lo que se encuentra de acuerdo con la declaración de zonas de restricción de los acuíferos donde esto efectivamente sucede. Actualmente, sólo 7 (1 de ellos sin información) de los 36 sectores acuíferos presentes en la Región se encuentran sin sobreexplotación y los cuales coinciden con no ser Zona de Restricción. Destacan negativamente los sectores acuíferos de Las Hualtatas, con un valor de demanda 6 veces superior al volumen sustentable del mismo, Vitacura, con un valor de demanda 5 veces superior a su volumen sustentable y Cholqui con un valor de demanda 5 veces superior a su volumen sustentable (estos sectores acuíferos se ubican en las subcuencas de Río Mapocho Alto, Río Mapocho Bajo y Rio Maipo Bajo respectivamente). Dado esto, es necesario declarar áreas de restricción o prohibición (según cada caso) a aquellos sectores acuíferos que lo requieran según su nivel de sobreexplotación. Los organismos de cuencas antes mencionados, deben entonces, controlar y monitorear el estado de los acuíferos, tanto en lo que son sus niveles como la

[7] 103 bajo la tuición de la DOH

calidad de sus aguas. En este sentido, es necesario mejorar la red de medición de niveles de aguas subterráneas, incorporando al menos 46 nuevos pozos.

Otras opción para mejorar la disponibilidad hídrica de las fuentes subterráneas (recarga de acuíferos) es implementar medidas para favorecer la infiltración en zonas destinadas a ello.

En materia calidad de aguas, la red de estaciones de monitoreo de la DGA, por la cual se mantiene el registro del BNA, no permite caracterizar completamente la calidad del agua en el territorio del área en estudio. Esto considerando por una parte que, las estaciones de calidad de aguas subterráneas de la DGA sólo se encuentran en la zona media de la cuenca, siendo la red actual, no representativa de toda la Región. Por otra parte destaca la falta de información de calidad de agua superficial en la subcuenca Río Mapocho Bajo (específicamente Estero Lampa), donde no es posible caracterizar la calidad de las aguas. Se requiere por lo tanto, mejorar la red de calidad de aguas en general, ampliando el número de estaciones de monitoreo de calidad de agua subterránea (al menos 41 nuevas estaciones) en la Región, en especial para caracterizar los sectores hidrogeológicos de Río Maipo inferior, Estero Chacabuco, Estero Puangue, Alhué y Yali. De igual forma se requiere ampliar el número de estaciones de monitoreo de agua superficial (al menos 1 nueva estación), en especial para caracterizar de mejor forma la subcuenca de Río Mapocho Bajo.

Del registro de muestreos del BNA, a partir de las estaciones de monitoreo de la DGA, se destaca la dificultad que existe en ciertos parámetros para analizar el cumplimiento de las normas NCh 1.333 y NCh 409/1 of 2005, dado que los límites de detección de parámetros como el Boro, el Cobre, el Mercurio (en este caso para los últimos registros) son mayores que el valor normado como límite superior. Además se reconocen periodos sin registros, por lo cual el universo de muestreos resulta variable entre parámetros y entre estaciones de monitoreo. En este contexto resulta necesario que se lleven a cabo monitoreos y registros con mayor rigurosidad, ajustándose los análisis de calidad de agua a los valores normados de cada parámetro. Deben además incorporarse al BNA, los resultados de los monitoreos realizados bajo la Norma Secundaria de Calidad Ambiental, la cual ya está en curso y cuyo éxito dependerá de la acción conjunta de la DGA, el MMA, el SAG y la SMA.

Los principales parámetros que representan mayor incumplimiento normativo para riego (NCh 1.333) en aguas superficiales son la conductividad eléctrica, sulfatos, hierro, aluminio, cobre, manganeso, molibdeno, mercurio, cloruros, arsénico y plomo, y en aguas subterráneas son la conductividad eléctrica, sulfato, molibdeno, mercurio y manganeso. Los efectos asociados a dichos parámetros corresponden principalmente a problemas de crecimiento y disminución de productividad de ciertos cultivos y plantas en general.

Los principales parámetros que representan mayores incumplimientos normativo para agua potable (NCh409/1 of 2005) en aguas superficiales son el hierro, manganeso, arsénico, mercurio y pH, y en aguas subterráneas son el fierro, mercurio y arsénico. Si bien los registros del BNA no dan cuenta que se sobrepase la norma para las concentraciones de nitrato de forma recurrente en la Región, existen antecedentes bibliográficos (CCHEN, HSB-05), que señalan que la contaminación de las aguas subterráneas por nitratos resultan un problema común a lo largo de todo el sistema acuífero de Santiago, situación que ha sido asociada por la población local al mal manejo

de actividades agrícolas y agroindustriales, en especial en la parte media de la cuenca (Subcuenca Río Maipo Medio en sector hidrogeológico Río Maipo). El principal efecto asociado a los parámetros antes señalados, corresponde en general a toxicidad.

Las características de calidad de agua en la región responden, en términos generales, a causas naturales y antrópicas. Entre los factores naturales es posible señalar la lixiviación superficial y subterránea de minerales en las formaciones geológicas, la disponibilidad de sulfuros debido al volcanismo en sectores cordilleranos, la escorrentía de arcillas (aluminio silicatos), y el efecto de concentración y/o dilución por tributarios (los últimos 2 factores son para aguas superficiales). Respecto de los factores antrópicos destacan, el efecto de actividades mineras, contaminación difusa por ganadería, aguas servidas, aplicación de fertilizantes, plaguicidas y contaminación puntual por descarga de RILES y extracción de áridos.

Dado lo anterior, resulta necesario fiscalizar el cumplimiento de normativas de ciertas actividades potencialmente contaminantes, y promover acciones que tiendan a disminuir las concentraciones de parámetros que se han registrado sobre las normas, considerando trabajos conjuntos entre los distintos actores públicos y privados, de modo de fortalecer las medidas para el correcto desarrollo de controles de monitoreos, correcto uso de agroquímicos y desarrollo de planes de educación ambiental tendientes a desincentivar el uso de canales de regadío y riberas de ríos como botaderos de basura. Asimismo es necesario presentar de manera periódica los resultados de los monitoreos a la población, o mejorar los canales de acceso a la información, en especial en las zonas con actividades y/o proyectos de mayor impacto.

La población local reconoce problemas transversales en la región, los que hacen referencia, principalmente, a la contaminación por disposición de basura domiciliaria en canales de riego y cursos naturales de agua superficial. A su vez, la población da cuenta de problemas locales recurrentes en más de una subcuenca, respondiendo a la percepción que se tiene respecto a los posibles efectos contaminantes en el recurso hídrico por ciertas actividades productivas, entre ellas, actividades mineras asociadas al aumento de concentraciones de metales pesados (Subcuencas Río Maipo Bajo, Río Maipo Alto y Estero Alhué), actividades en la agroindustria asociadas descargas de purines y RILes (subcuencas Río Mapocho bajo, Río Maipo Bajo, Río Maipo Medio y Estero Yali), actividades agrícolas asociadas a la aplicación de pesticidas y descargas de residuos orgánicos en cursos de agua (subcuencas Río Mapocho Bajo, Río Maipo Bajo, Río Maipo medio y Estero Alhué), todas las cuales en su mayoría requieren ser analizadas puntualmente, ya que los antecedentes de muestreos analizados no resultan decidores para establecer relaciones causa-efecto y corroborar las percepciones señaladas por la población.

Las fuentes emisoras de RILES, con descarga a cursos o cuerpos de agua superficiales, se concentran en las subcuencas Río Maipo Medio y Río Mapocho Bajo, con un 45% y 42% de las fuentes emisoras respectivamente. Por otra parte se destaca que la subcuenca de Río Mapocho Bajo presenta la mayor cantidad de descargas a aguas subterráneas, manteniendo a su vez el mayor porcentaje (90%) de fuentes emisoras con descargas a alcantarillado público, explicado por la presencia de Santiago. Estas fuentes emisoras de contaminación en aguas superficiales y subterráneas, se encuentran en parte supervisadas y caracterizadas por la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), sin embargo se presenta una dificultad en lo que respecta a la cuantificación de

las fuentes de contaminación difusa y sus efectos en el medio, careciendo en general de instrumentos normativos para su control.

En términos generales, y con el fin de abordar a cabalidad los temas antes mencionados en el ámbito de calidad de aguas, se requiere implementar modelos de calidad de aguas tanto a nivel superficial como subterráneas en todas las subcuencas para, de este modo, conocer el comportamiento de ciertos parámetros en el tiempo y en el espacio y poder caracterizar de buena forma la calidad de aguas en la Región.

En materia de infraestructura general, se debe actualizar información del catastro de obras mayores y menores, y fomentar a los usuarios a que actualicen sus catastros y mantengan una base de datos unificada.

En infraestructura de Riego, existe una capacidad de acumulación de 7,495 hm^3en toda la región (no se considera el Embalse Huechún por estar fuera de servicio). Si bien hace falta un diagnóstico de necesidades de riego, de igual modo se sabe que se requiere aumentar la capacidad de acumulación fomentando el estudio y construcción de nuevas obras tanto intra como extraprediales, no sólo para riego sino que también para agua potable. Sobre fomento al riego, se han aprobado 1.239 proyectos por la Ley 18.450, de los cuales el 74,8% sigue con vigencia, pero existen problemas para legalizar los derechos lo que impide la postulación a los concursos. Respecto de los canales de riego, en total se han catastrado 366 bocatomas/canales en la Región. En general existen problemas de capacidad en los canales a causa de las basuras arrojadas por la comunidad en zonas urbanas y por la ocupación de servidumbres que disminuyen la sección del canal o bien lo tapan. Se requiere identificar puntos críticos y generar proyectos de abovedamiento y/o mejorar los sistemas de control de basuras (ej.: rejas) e implementar planes o buscar mecanismos legales para regular y conservar servidumbres. Por otro lado, existe un conflicto entre canalistas y Sanitarias, ya que en los puntos de restitución de los caudales dejan sin agua a algunos canales de regadío.

Sobre tranques de relave, existen 28 tranques, de los cuales 11 están sin actividad y 6 no tienen información de actividad. En este aspecto se requiere una revisión periódica de estos tranques, en especial aquellos ubicados aguas arriba de centros poblados. Asimismo se deben conformar mesas de trabajo periódicas que permitan conocer el estado de los tranques por parte de la comunidad y generar planes de emergencia, que involucren a la comunidad, ante rotura y derrame o escape de material tóxico o apertura de compuertas ante eventos de crecidas.

En materia de extracción de áridos en cauce, se cuenta con información de 67 puntos de extracción en la Región, que en general presentan problemas de control, seguimiento y fiscalización por parte de las municipalidades. Estos originan problemas tales como inestabilidad de puentes y modificación de cauce lo que imposibilita la captación de bocatomas. Este corresponde a un tema que históricamente ha estado sin un control adecuado y que requiere atención. Se debe estudiar el efecto sinérgico de esta actividad con las obras de cauces y el entorno fluvial (ecosistema ripariano) en general, al respecto destaca, tal como ya fue dicho, la socavación de puentes y las bocatomas "colgadas". En este sentido se deben desarrollar planes de manejo integral de los cauces. También es necesario implementar un sistema de información que permita a la DOH conocer y hacer seguimiento a proyectos de esta actividad, aprobados por ellos mismos, el SEIA y los municipios. Por otro lado es necesario mejorar la fiscalización a través de

una mejor coordinación interinstitucional (SMA-Municipios-DOH). También es necesario dar mayores atribuciones a las Juntas de Vigilancia en esta materia.

Respecto de la evacuación y drenaje de Aguas Lluvias, existen 33 localidades/comunas con Plan Maestro, 4 localidades cuyos Planes Maestros se encuentran en proceso de aprobación (Melipilla, Peñaflor, Pudahuel y Talagante), y 40 localidades que no cumplen con el requisito de población, sin posibilidad de ser analizadas. Para lo último, se hace necesario ejecutar proyectos locales, realizando una evaluación técnica y coordinada por parte de la DOH y DGA (cuando corresponda) y supervigilar las obras de modificación de cauces.

El sistema de Agua Potable del gran Santiago es vulnerable a aumentos en la turbiedad de las aguas del río Mapocho y Maipo, lo que puede generar suspensión del servicio de agua potable urbana. Para ello se requiere de un trabajo conjunto entre distintos actores públicos y privados que permita abordar y/o evitar este problema.

En materia de control de aluviones, sólo se cuenta información en el sector preandino de la ciudad de Santiago donde la expansión urbana choca con el trazado natural de las quebradas. En la actualidad se han construido obras para contrarrestarlos efectos de una crecida de mayor magnitud, como es el ejemplo de la quebrada de Macul, o se están llevando a cabo estudios para la construcción de obras, como es el caso de la Quebrada de Ramón, sin embargo, existe el peligro latente de que se generen inundaciones y aluviones en sectores de alta densidad poblacional, por lo cual se requiere mejorar la planificación territorial en torno a las quebradas, y fomentar el estudio de soluciones para el control de aluviones e integrarlas con los Instrumentos de Planificación Territorial.

Respecto de las redes de medición, en general la Región Metropolitana cuenta con las estaciones pluviométricas, fluviométricas y de sedimentos, suficientes, a excepción de las cuencas Alhué y Yali donde se necesitan en total una estación fluviométrica (Yali) y 2 sedimentológicas (Alhué y Yali). Respecto de las mediciones de aguas subterráneas, en general se requiere mejorar la red existente para tener una mejor cobertura, no obstante recomienda estaciones de niveles de aguas subterráneas en los sectores que aún no cuentan con ellas, como por ejemplo en la subcuenca del Estero Alhué y Estero Yali

En materia ambiental, falta reconocimiento de los servicios ambientales (regulación hídrica) que prestan las áreas protegidas. Existe una falta de estudios sobre demanda hídrica de las áreas protegidas. La mantención futura de estas áreas es relevante debido a la creciente presión urbana y a las múltiples actividades que requieren o afectan al recurso hídrico y que conviven en esta Región. En este sentido, sería adecuado contar con una reglamentación de Áreas Protegidas Privadas. Respecto de los conflictos ambientales, debe mejorarse la participación y asimetría de información para poder evitarlos y/o solucionarlos.

Respecto de Inundaciones, el sistema de control de crecidas de la Región Metropolitana abarca 5 de las 7 subcuencas de la Región. Las subcuencas con cobertura son Río Maipo Alto, Río Maipo Bajo, Río Maipo Medio, Río Mapocho Alto y Río Mapocho Bajo. En la Región Metropolitana no hay embalses de control de crecidas. Se tienen antecedentes que desde 2008 a la fecha se ha implementado un Plan de Emergencias Invernales, el que es reformulado anualmente. Este Plan establece en términos

operativos la información básica necesaria para actuar en situaciones de emergencia producto de crecidas. No existe una evaluación formal del funcionamiento del plan de emergencia del año 2014. Sobre los procesos de fiscalización asociados al control de las crecidas, no es posible indicar que exista una relación directa entre las políticas dela DGA en sus labores de fiscalización y el control de crecidas. Sin embargo, las labores de fiscalización realizadas contribuyen al control de crecidas de forma indirecta, principalmente a través de la vigilancia de las modificaciones de cauces naturales y artificiales. Al respecto se identificaron 6 tipos de infracciones al Código de Aguas relacionadas con el control de crecidas, que son: obras no autorizadas en cauces naturales (40%), modificación de cauce natural (20%), obras no autorizadas en cauce artificial (19%), entorpecimiento uso de aguas (11%), extracción de áridos (8%), construcción de obras mayores sin autorización (2%).En relación al desbordamiento de canales y cierre de bocatomas, la DGA Región Metropolitana anualmente ordena el cierre de obras de captación de cauces naturales (Art 304 del CA) e instruye a los usuarios a evitar el desbordamiento de canales (Art 305 del CA), durante el periodo de lluvias entre el 15 de mayo y el 15 de septiembre de cada año.

Existe además el Protocolo ONEMI-DGA de 2012 (Nivel Central y Regional), pero no hay informes de gestión que permitan evaluar el funcionamiento del protocolo. Asimismo existe el Comité Regional de Gestión de Desastres (Nivel Central y Regional), creado por el MOP a fines de 2012 (Res DGOP Nº 5435 de 2012). Estos Comités se activan en caso de emergencias a nivel regional. El Comité Regional está formado por el SEREMI del MOP y los Directores Regionales de los Servicios del Ministerio. Al respecto, existe la necesidad de mejorar los sistemas de monitoreo en línea de los sectores de mayor riesgo de inundaciones o desastres en general (crecidas líquidas, aludes y remociones en masa) y mejorar los planes de manejo ante desastres.

En materia de escasez hídrica, entre 2008 y 2012 en la Región Metropolitana la DGA ha promulgado 6 decretos de Zonas de Escasez Hídrica. Éstas se han concentrado en la Provincia de Melipilla, en particular las comunas de Melipilla, San Pedro y Alhué y en la Provincia de Chacabuco, en particular las comunas de Tiltil y Colina. Sin embargo, los problemas de escasez hídrica identificados en los talleres de participación ciudadana, dan cuenta de problemas en otros sectores de la Región Metropolitana. El impacto de los decretos de escasez en la gestión de las sequías en la Región Metropolitana ha sido muy bajo. De acuerdo a la información disponible, sólo existen 4 solicitudes de autorización de extracción de agua bajo el amparo de decretos de escasez, realizadas en el año 2011. De las solicitudes presentadas dos fueron aprobadas y dos rechazadas. Las solicitudes rechazadas se basaron en que no había sido posible comprobar la existencia de obras ni fuentes de abastecimiento desde las cuales se pudiera aprobar las extracciones. No fue posible tener información sobre intervenciones para la distribución del agua en la Región Metropolitana. La relación de la DGA con otras instituciones en relación a los problemas de sequía es principalmente el MINAGRI, a través de los informes anuales de disponibilidad de agua para la agricultura. Para la Región Metropolitana no se identificó ningún tipo de coordinación particular con otros servicios en periodos de sequía. No existen informes que den cuenta de las labores de la DGA en la Comisión Asesora del Presidente de la República para la Sequía.

En lo relativo al tema de fiscalizaciones por incumplimiento al Código de Aguas, éstas comienzan luego de la creación de la Unidad de Fiscalización a Nivel Central y Regional en el 2008. Esta situación explica la ausencia de la fiscalización como un tema

relevante en el Plan Director del año 2008. Las principales infracciones se relacionan con extracciones de agua no autorizadas y obras no autorizadas en cauces naturales. Las extracciones de agua no autorizadas han sido derivadas casi en su totalidad al Ministerio Público, Juez de Letras y Juez de Policía Local. En el caso de las obras no autorizadas en cauces naturales más del 60% han sido resueltas por la misma DGA. Las falencias en los procesos de fiscalización fue un tema transversal mencionado por la ciudadanía en los talleres realizados en todas las subcuencas de la Región. La Unidad de Fiscalización Regional identifica oportunidades de mejora en 4 ámbitos que son actualización de soportes tecnológicos de la Unidad, mejorar la coordinación con el Ministerio Público, Jueces y Consejo de Defensa del Estado, Carabineros, PDI, y otros organismos como DOH, SISS, SMA, todo a través de protocolos, mejorar la coordinación con las otras unidades del Servicio a nivel regional y aumentar las atribuciones de fiscalización de la DGA (ej.: acceso a predios). También se requiere desarrollar sistemas de información integrados en temáticas relevantes para la unidad, como control de extracciones o monitoreo de niveles y calidad de acuíferos.

Sobre el pago de Patentes por no uso, a nivel provincial, el caudal delos Derechos de Aprovechamiento de Aguas afectos al pago de patentes se concentran en la Provincia de Cordillera para aguas superficiales (63%) y Chacabuco para aguas subterráneas (49%). En Inspección de Obras Mayores, de los 8 embalses evaluados por la DGA en el año 2014, 5 están afectos a multa, dos no tienen resolución transitoria de operación y reparación y 1 posiblemente tiene un proyecto de reparación. Para la inspección de obras mayores se propone realizar la fiscalización de los embalses periódicamente en un plazo de 5 años, o luego de eventos tales como sismos y/o crecidas a los cuales haya sido sometida la obra con el fin de tener un registro actualizado de estos.

Por otro lado las denuncias por faltas o abusos en la distribución de las aguas o en la gestión económica en organizaciones de usuarios han sido escasas, solo se han realizado cinco fiscalizaciones a Organizaciones de Usuarios y la mayoría no han sido acogidas. Las fiscalizaciones se concentran en las tres subcuencas con mayor superficie de acuíferos sobreexplotados, que son las subcuencas de Río Mapocho Bajo, Río Maipo Bajo y Río Maipo Medio.

Para la realización de inspecciones selectivas y capacitaciones para apoyar los procesos de denuncias se proponen 5 criterios: 1) cambio de uso de suelo, 2) Extracción de Áridos, 3) Zonas de emergencia agrícola por déficit hídrico, 4) Áreas de restricción y 5) programas de Agua Potable Rural. Para la elaboración del nuevo Plan Maestro de Recursos Hídricos es necesario revisar los criterios propuestos y la priorización establecida a fin de que el Servicio a nivel regional determine sus prioridades.

En la vereda ciudadana, la voz predominante sobre el proceso de fiscalización es crítica, ya que se observa una falta de fiscalización, tanto en lo referente a la extracción ilegal de aguas como a la real utilización del recuso que realizan los usuarios (en comparación a los derechos otorgados), situación que ha llevado a asociar al rol de la institución con el inmovilismo. Empero, y tal como ya fue mencionado, desde el punto de vista institucional, se plantea que las fiscalizaciones se realizan en todos aquellos casos en los que existen denuncias y que éstas no sobrepasan las capacidades instaladas de la institución.

Sobre las herramientas de modelación, los modelos existentes aplicados sobre la Región Metropolitana son WEAP y MAGIC. Algunas características que destacan del primero son que ha sido aplicado en más de 50 países del mundo, posee una interfaz amigable e interactiva que permite una fácil inclusión y modificación de elementos topológicos, es un modelo que permite la comunicación con otras plataformas de modelación tales como MODFLOW y QUAL-2K, SWAT, entre otros. Para su calibración se utilizan módulos que ya se encuentran incorporados en el mismo y finalmente la salida de información de este modelo permite obtener una gran variedad de gráficos además de la posibilidad de exportar a lenguajes masivos como los del Software Excel. Por otro lado el MAGIC es un modelo aplicado sólo a nivel nacional y posee una interfaz que depende de la versión estática o del SIG. Para incluir nuevos elementos o modificarlos debe modelarse el sistema en forma gráfica para posteriormente desarrollar el modelo en la forma de tablas tal como lo requiere. Este modelo no permite interactuar con otras plataformas de modelación. La calibración de éste es manual debiendo traspasarse los datos a alguna plataforma que permita analizarlos. Las salidas de información son a través de archivos de texto. El uso de este modelo es gratuito. A la luz de esta comparación, se propone continuar utilizando el modelo WEAP, ya que está en desarrollo y mejoramiento continuo, además de la facilidad del uso de las herramientas gráficas que posee. En relación a la cobertura, el Modelo MAGIC abarcó la cuenca del Maipo, mientras que el Modelo WEAP modeló sólo la parte alta de esta misma cuenca, que corresponde a las subcuencas de Río Maipo Alto y Río Mapocho Alto. El modelo MAGIC fue aplicado en el año 2007, mientras que el modelo WEAP fue aplicado recientemente (2014).

La modelación de aguas subterráneas se ha realizado con el uso del modelo MODFLOW, desarrollado por el United States Geological Survey (UGGS). El modelo es de libre uso. Se han desarrollado plataformas comerciales que realizan pre y post proceso de los datos de MODFLOW, entre ellas se encuentran Visual Modflow, que se usa a nivel mundial, y GMS (Groundwater Modelling System), que es la plataforma que es utilizada por las instituciones gubernamentales de Estados Unidos. En la actualidad los modelos permiten el enlace con SIG, además del acoplamiento con modelos de transporte de contaminantes, como los contenidos en las plataformas RT3D, MT3D, MT3DMS, y otras. Se han modelado con este Software todos los acuíferos presentes en la Región Metropolitana bajo el ámbito de distintos estudios realizados entre los años 2001 y 2008.

Respecto del diagnóstico institucional y en cuanto a sus relaciones internas, se tiene que existe una baja dotación de funcionarios públicos regionales que dificulta el cumplimiento de las funciones del servicio, además de las carencias en cuanto a capacitación limitan el alcance real de las acciones del nivel regional institucional. Se reconocen, en los profesionales de la misma DGA, fortalezas en cuanto al conocimiento de los aspectos legales y administrativos relacionados con la función de la misma DGA en la región, lo que no se replica con respecto a las capacidades técnicas para la evaluación de recursos hídricos y pruebas de terreno. Las problemáticas planteadas se agudizan y perpetúan en la institución, debido a las condiciones de contrato de muchos de los profesionales del servicio público, que perjudican la realización de una carrera profesional y por ende la permanencia prolongada en el servicio. Se reconoce la insuficiencia de recursos tanto técnicos como financieros, que tiene implicancias directas en los alcances directos de las diferentes unidades.

Sobre las relaciones externas, se han realizado cambios normativos siguiendo las recomendaciones de organismos internacionales (Banco Mundial - OCDE) como lo son por ejemplo, las modificaciones a la Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente al indicar la necesidad de establecer un órgano de inspección ambiental, o el desarrollo de un enfoque integrado de gestión de cuencas para mejorar el manejo de los recursos hídricos, lo cual se vería materializado en el desarrollo de instrumentos tales como la Estrategia Nacional de Gestión de Recursos Hídricos, e incluso la realización del presente plan. Si bien estos cambios reflejan avances, están aún lejos de cumplir de manera sustancial las sugerencias realizadas por estos organismos, al sistema de administración de los recursos hídricos en Chile.

En la actualidad existen cuestionamientos por parte de la ciudadanía sobre la legitimidad tanto de instituciones públicas como tomadores de decisión, lo que provoca una disociación importante entre ambos intereses y una visión por parte de los ciudadanos de los problemas que actualmente enfrentan con los recursos hídricos. Existe superposición y duplicidad de funciones entre las instituciones del Estado, y aunque se ha generado un cambio, este no ha alcanzado los ámbitos específicos de trabajo en que algunas instituciones comparten un espacio como es la gestión de los recursos hídricos, en donde la superposición de funciones y falta de coordinación interinstitucional ha favorecido el desconocimiento de la situación actual del recurso. Se tiene por ejemplo, que las agendas programáticas de la DGA y la CNR se ven superpuestas en aspectos tales como el fomento a la regularización y perfeccionamiento de los derechos de aprovechamiento de aguas, la conformación de organizaciones de usuarios y, el caso más actual, la elaboración de planes integrales para el manejo de los recursos hídricos, en específico del agua para el riego.

En las últimas décadas se ha realizado un traspaso al sector privado, de parte importante de las acciones públicas que antes realizaba el Estado, que tienden a entregar al sector privado la administración in-situ del recurso (Organizaciones de Usuarios de Agua), quedando en manos públicas labores principalmente ligadas a la regulación, investigación y mantención de las redes de monitoreo del recurso, labores que actualmente distan de cumplirse de manera óptima producto de las problemáticas al interior de la institución, anteriormente planteados.

Los problemas de interacción entre instituciones en el ámbito de los recursos hídricos, se relacionan directamente con el marco normativo vigente que genera duplicidad en las funciones y descoordinación en las decisiones producto de que no se establece un único ente encargado de la gestión y administración del agua, sino múltiples instancias con límites difusos. (ej.: Relación DGA-SAG-Poder Judicial y entrega de derechos de aprovechamiento).

Respecto de la relación entre DGA y usuarios, ésta no tiene instancias específicas de relación directa con la comunidad, siendo percibida por ella como una institución lejana y poco funcional frente a sus necesidades, y no existen tampoco buenas relaciones con las organizaciones de usuarios del agua en la región. Desde el punto de vista ciudadano, la relación con las instituciones es eminentemente variable, pues depende tanto de la presencia territorial de las mismas como de los niveles y capacidades de organización que presenten las agrupaciones ciudadanas. Un aspecto que sí aparece de manera transversal tiene relación con el desconocimiento o confusión que existe entre muchos usuarios e incumbentes respecto a las atribuciones y facultades que

le corresponden a cada una de las instituciones involucradas en la gestión del recurso. La propia sobrepoblación de instituciones alienta este fenómeno, el que contribuye a debilitar las relaciones entre la ciudadanía y la institucionalidad y a que aparezcan expectativas equívocas respecto a las atribuciones de determinadas instituciones. Como consecuencia de este alejamiento y cansancio, la ciudadanía ha manifestado cierta reticencia a seguir participando de diagnósticos sobre recursos hídricos dados los nulos impactos sobre su realidad local. En este escenario los usuarios plantean como solución la presencia institucional a través de oficinas de la DGA provinciales y/o comunales.

Sobre las limitantes asociadas al desempeño institucional en materia de Recursos Hídricos, destaca el desconocimiento sobre el estado actual de los recursos hídricos en la Región Metropolitana por parte de los organismos competentes. La información sobre recursos hídricos, que emana de diversos organismos públicos y privados, no está integrada (asimilada, analizada) en un único sistema, generando perdida de información muy valiosa para análisis de disponibilidad y pronóstico. También existe la necesidad de establecer mejores canales de comunicación con los usuarios, quienes desean contar con información de fácil acceso que les permita tomar decisiones y cuyo establecimiento mejoraría la visión que estos tienen del funcionamiento de la DGA. Al respecto, la ciudadanía señala que el actual ordenamiento institucional vinculado a la gestión del recurso hídrico se encuentra demasiado fragmentado, existiendo evidentes falencias en cuanto a la coordinación institucional lo que atenta contra una gestión eficiente y holística. Si bien existen múltiples actores institucionales incumbentes en el tema "agua", estos no parecen estar desarrollando un trabajo lo suficientemente integrado. El alto número de organizaciones asociadas a la gestión del recurso fue un factor considerado relevante a la hora de explicar tal asunto y que fomenta el que existan esfuerzos superpuestos.

Finalmente, se desea relevar aquellos aspectos más importantes emanados del proceso de participación ciudadana, lo cual si bien se encuentra ya integrado en los temas previamente tratados en este apartado, algunos deben ser tratados con mayor especificidad.

Sobre los conflictos existentes entre usuarios, existen antagonismos dadas las aspiraciones en torno a un mismo recurso y a la creciente escasez. Se evidencia una sensación de injusticia respecto a la distribución del recurso. También existen conflictos entre usuarios respecto a la calidad del recurso, con extendidas sospechas de contaminación de las aguas por parte de actividades agrícolas, industriales y mineras.

En lo referente a la administración y distribución del recurso, en lo que las OUA's y las JdV juegan un rol preponderante, sus representantes también asumieron las dificultades que deben enfrentar dada la ausencia de herramientas legales para, por ejemplo, imponer servidumbres y generar sanciones ante irregularidades, imposibilidad que suele desembocar en una judicialización de los conflictos, generando procesos largos y costosos. Al respecto se desea relevar el problema existente en torno a la constitución legal de la Junta de Vigilancia de la 3ª Sección del Río Maipo, la cual no ha podido llevarse a cabo por diferencias de opiniones respecto de los límites de su jurisdicción. No obstante, esta organización existe en la práctica (organización de facto), pero no puede ni siquiera acceder a las atribuciones legales de una JdV cualquiera, dada esta condición, limitando su accionar en lo que respecta a sus intereses.

Actualmente, se percibe que las labores de planificación de la DGA, parecen verse reducidas a la determinación del recurso para otorgar nuevos derechos y declarar zonas de prohibición o restricción sin ir más allá en la gestión. Una crítica existente respecto a los instrumentos de planificación hídrica dijo relación con que poseen un carácter meramente indicativo u orientativo (como el caso de este Plan Maestro). Se planteó además, en materia de planificación un aspecto que fue largamente criticado, que es la escasa consideración del recurso hídrico en la planificación urbana y territorial, poniéndose como ejemplo de ello la aprobación de proyectos habitacionales o loteos de parcelas de agrado en zonas en las que existen evidentes deficiencias en el abastecimiento del recurso hídrico. Se debe avanzar hacia criterios normativos, tanto en lo referente a la planificación territorial como hídrica y a contar con capacidades instaladas de fiscalización.

Sobre la resolución de conflictos entorno al agua, el actual marco normativo implica una judicialización de los conflictos o disputas por el agua, lo que favorece una lenta resolución de los mismos, una incapacidad de aprovechar las "oportunidades de denuncias" y una elitización del proceso, pues no todos los interesados tienen posibilidades de acceder a equipos jurídicos. La propuesta ciudadana, abogó por fortalecer a la DGA y a las OUA's y por establecer reglas del juego que propicien la resolución local de conflictos, por ejemplo, a través de la construcción de mecanismos de diálogo y negociación permanente entre los actores.

Respecto de la Gestión integrada de cuencas, se planteó de manera recurrente el que la gestión del recurso debería desarrollarse a nivel de cuencas y subcuencas, entendiéndolas como unidades de planificación y gestión, favoreciendo así un desarrollo integrado y sistémico. El actual sistema demanda una interconexión entre un sinnúmero de organismos que, no se desarrolla de manera óptima.

Sobre la evaluación crítica del Plan Director, se puede concluir que a pesar de que nunca fue implementado como instrumento ni tampoco fue debidamente divulgado en las instituciones relacionadas con la gestión y administración de los recursos hídricos, la mayor parte de los proyectos estructurales han sido llevados a cabo, no así los proyectos no estructurales, los que en su mayoría no han sido priorizados para su ejecución. Este avance observado, por lo tanto, no guarda relación alguna con una intención de llevar a cabo el Plan Director como instrumento, sino más bien a la ejecución natural de las carteras sectoriales, las cuales ya llevaban su propio curso desde antes de la existencia del Plan Director y no se vieron influenciadas por éste. Es importante indicar además, que las líneas de acción que se definen en este diagnóstico, pueden ser combinadas con los resultados del análisis crítico del Plan Director que se ha realizado, pudiendo ser utilizados como insumo para la formulación del Plan Maestro. No obstante, su utilización dependerá de los objetivos considerados para la posterior formulación del Plan Maestro. Al respecto, con el fin de disponer del tiempo suficiente para desarrollar todas las actividades que requiere la formulación del futuro Plan Maestro de Recursos Hídricos, este consultor recomienda que dicho estudio tenga una duración mínima de 12 meses, en especial considerando la demanda de tiempo de planificación, ejecución y posterior sistematización que implica la realización del proceso participativo.

Para finalizar, se desea plasmar la necesidad de trabajar en un proyecto de construir en el largo plazo, una suerte de "cultura del agua", la que implica el sensibilizar a la ciudadanía y a la institucionalidad respecto a la fragilidad del sistema hídrico para

favorecer actitudes y políticas tendientes a una mayor eficiencia, el reconocimiento de los servicios ambientales, la generación de incentivos para el uso eficiente de los derechos, una gestión integrada y coordinada del recurso que dé cuenta de las particularidades locales. Para ello se requieren políticas que favorezcan la educación ambiental en colegios y a la ciudadanía en general, que incentiven un uso eficiente del agua y que sensibilicen acerca de las consecuencias negativas de la contaminación ambiental.