



UNIVERSIDAD DE CHILE
Facultad de arquitectura y Urbanismo
Escuela de Pregrado
Carrera de Geografía

Análisis Regional de Sitios Abandonados con Potencial Presencia de Contaminantes Región del Libertador General Bernardo O'Higgins.

Memoria para optar al Título de Geógrafo

MAURICIO ANTONIO JORQUERA ALISTE

Profesor Guía: Sergio Fuentes C.

SANTIAGO – CHILE
2013

Índice de Contenidos.

Resumen	11
Abstract	11
Capítulo I	12
1. Presentación.	12
1.1 Introducción.	13
1.2 Planteamiento del Problema.	14
1.3 Área de Estudio.	14
1.4 Objetivos.	15
1.4.1 Objetivo General.	15
1.4.2 Objetivos Específico.	15
Capítulo II	16
2. Marco Teórico Referencial.	16
2.1 Marco de Referencia de la Investigación.	17
2.2 Marco Teórico.	20
2.2.1 Levantamiento de Información.	23
2.2.2 Priorización de Sitios.	24
Inspección de Sitios.	27
2.2.3 Herramienta de Inspección.	27
2.2.4 Evaluación de Riesgo.	28
Capítulo III	33
3. Marco Metodológico.	33
3.1 Objetivos y actividades aplicadas en la metodología de la etapa I, “Identificación y Priorización de SAPPC”.	34
3.1.1 Levantamiento de Antecedentes.	35
3.2 Identificación y Georeferenciación.	35
3.3 Priorización de Suelos Abandonados con Potencial Presencia de Contaminantes - SAPPC.	36
3.3.1 Sobre el llenado de la ficha.	37
3.3.2 Clasificación según Puntaje Ficha.	46
3.3.3 Primera Priorización.	46
3.3.4 Validación en Terreno.	46
3.3.5 Jerarquización de SPPC.	47
3.4 Objetivos y actividades aplicadas en la metodología de la etapa II, “Evaluación Preliminar de Riesgo”.	48
3.5 Estudio Histórico.	49
3.6 Estudio Geográfico.	50
3.6.1 Estudio de Localización	50
3.6.2 Estudio del Medio Físico:	50
3.6.3 Estudio de los Receptores Humanos	50
3.7 Matriz de Potencial Riesgo de Pasivos Ambientales.	51
3.8 Jerarquización de Componentes Ambientales más susceptibles al Riesgo.	53
Capítulo IV	54
4. Resultados.	54

4.1	Resultados del Levantamiento de Información, Identificación, Priorización y Jerarquización de Suelos Abandonados con Potencial Presencia de Contaminantes – Etapa I.	55
4.2	Levantamiento de Antecedentes.	55
4.3	Identificación y Georeferenciación.	55
4.4	Priorización de Sitios.	56
4.5	Validación en Terreno.	58
4.5.1	Actualización Estado de los sitios pendientes:	59
4.5.2	Sitios Eliminados en la etapa de Terreno:	60
4.5.3	Caracterización final etapa Terreno, según su actividad productiva:	62
4.5.3.1	Faenas Mineras.	62
4.5.3.2	Depósito de Residuos Industriales.	64
4.5.3.3	Vertederos Abandonados.	65
4.6	Jerarquización de SPPC Abandonados.	68
4.7	Resultados de la Evaluación de Riesgo, sitio específica, de los SAPPCC de Alta Jerarquía. – Etapa II.	69
4.7.1	Resultado Matriz de Riesgo Faena Minera El Inglés.	69
4.7.1.1	Potenciales Efectos.	69
4.7.1.2	Nivel de riesgo de cada componente ambiental:	69
4.7.2	Resultado Matriz de Riesgo Vertedero Chépica.	70
4.7.2.1	Potenciales Efectos.	70
4.7.2.1.1	Potenciales Efectos en el Aire.	71
4.7.2.1.2	Potenciales Efectos en el Agua, residuos orgánicos e inorgánicos.	71
4.7.2.1.3	Potenciales Efectos en el Suelo.	71
4.7.2.2	Nivel De Riesgo De Cada Componente Ambiental.	72
4.7.2.2.1	Suelo.	72
4.7.2.2.2	Agua Superficial.	72
4.7.2.2.3	Agua Subterránea.	73
4.7.2.2.4	Aire.	73
4.7.2.2.5	Receptores Humanos.	74
4.7.3	Resultado Matriz de Riesgo Vertedero Litueche.	74
4.7.3.1	Potenciales Efectos.	74
4.7.3.2	Nivel De Riesgo De Cada Componente Ambiental.	75
4.7.3.3	Suelo.	75
4.7.3.4	Agua Superficial.	76
4.7.3.5	Agua Subterránea.	76
4.7.3.6	Aire.	77
4.7.3.7	Receptores Humanos.	77
4.7.4	Resultado Matriz de Riesgo Vertedero Palmilla.	78
4.7.4.1	Potenciales Efectos.	78
4.7.4.2	Nivel De Riesgo De Cada Componente Ambiental.	79
4.7.4.3	Suelo.	79
4.7.4.4	Agua Superficial.	79
4.7.4.5	Agua Subterránea.	80
4.7.4.6	Aire.	80
4.7.4.7	Receptores Humanos.	80
4.7.5	Resultado Matriz de Riesgo Vertedero Pichidegua.	81

4.7.5.1	Potenciales Efectos.	81
4.7.5.2	Nivel De Riesgo De Cada Componente Ambiental.	82
4.7.5.3	Suelo.	82
4.7.5.4	Agua Superficial	82
4.7.5.5	Agua Subterránea.	83
4.7.5.6	Aire.	83
4.7.5.7	Receptores Humanos.	84
Capítulo V		85
5.	Conclusiones	85
5.1	Análisis Regional del Estado de los SAPPC en la Región de O'Higgins.	86
5.2	Potencial Riesgo de los sitios identificados.	88
5.3	Recomendaciones.	90
Bibliografía		91
Anexos.		95
Anexo I: Levantamiento de Información Etapa I. (<i>ver digital</i>)		96
Anexo II: SAPPC Pre-seleccionados Etapa I. (<i>ver digital</i>)		96
Anexo III: SAPPC Aprobados de Terreno Etapa I. (<i>ver digital</i>)		96
Anexo IV: SAPPC Aprobados Final Etapa I. (<i>ver digital</i>)		96
Anexo V: Matrices de Riesgo Etapa II (<i>ver digital</i>)		96
Anexo Va:	Matriz de Riesgo El Inglés.	96
Anexo Vb:	Matriz de Riesgo Litueche.	96
Anexo Vc:	Matriz de Riesgo Palmilla.	96
Anexo Vd:	Matriz de Riesgo Chépica.	96
Anexo Ve:	Matriz de Riesgo Pichidegua.	96
Anexo VI: Análisis de información y Desarrollo de Matriz de Evaluación Preliminar de Riesgo por Contaminación.		96
Anexo VIa: Evaluación de los Potenciales contaminantes encontrados en el área de estudio – Mercurio.		96
Estimación del riesgo por contaminación por Mercurio		97
Inhalación.		97
Contacto Dérmico.		97
Ingestión.		97
Anexo VIb: Evaluación de los Potenciales contaminantes encontrados en el área de estudio – Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD).		99
1.	Aire.	99
1.1	Estimación de Riesgo por contaminación con Residuos Sólidos en componente Aire:	101
1.2	Potenciales efectos de la estimación de Riesgo por contaminación con Residuos Sólidos en componente Aire:	102
2.	Agua.	102
2.2	Exposición con Residuos Inorgánicos.	103
2.3	Estimación de Riesgo por contaminación con residuos sólidos en componente Agua:	103
3.	Suelo.	104
3.1	Estimación de Riesgo por contaminación con residuos sólidos en componente Suelo:	104

3.2 Potenciales efectos de la estimación de Riesgo por contaminación con Residuos Sólidos en componente Suelo:	105
Anexo VII: Estudios de Riesgo.	105
Anexo VIIa: Sitio Abandonado con Potencial Presencia de Contaminantes de Alta Jerarquía: “Faena Minera El Inglés”, Rancagua.	105
Estudio Histórico.	105
Uso de Suelo:	105
Plano del suelo con potencial presencia de contaminantes:	106
Historial cronológico del terreno:	106
Descripción de los procesos productivos más relevantes:	107
Materias primas y residuos:	108
Sistemas de Protección Ambiental:	108
Antecedentes de Incidentes Ambientales:	108
Estudio Geográfico.	108
Estudio de Localización:	108
Estudio del Medio Físico:	109
Estudio de los Receptores Humanos.	113
Anexo VIIb: Sitio Abandonado con Potencial Presencia de Contaminantes de Alta Jerarquía: “Vertedero Auquinco”, Chépica.	118
Estudio Histórico.	118
Uso de Suelo:	118
Plano del suelo con potencial presencia de contaminantes:	118
Historial cronológico del terreno:	118
Descripción de los procesos productivos más relevantes:	118
Materias primas y residuos:	119
Sistemas de Protección Ambiental:	119
Antecedentes de Incidentes Ambientales:	119
Estudio Geográfico.	119
Estudio de Localización:	119
Estudio del Medio Físico.	120
Estudio de los Receptores Humanos.	125
Anexo VIIc: Sitio Abandonado con Potencial Presencia de Contaminantes de Alta Jerarquía: “Vertedero Litueche”, Litueche.	130
Estudio Histórico:	130
Uso de Suelo:	130
Plano del suelo con potencial presencia de contaminantes:	130
Historial cronológico del terreno:	130
Descripción de los procesos productivos más relevantes:	130
Materias primas y residuos:	130
Sistemas de Protección Ambiental:	131
Antecedentes de Incidentes Ambientales:	131
Estudio Geográfico	131
Estudio de Localización:	131
Estudio del Medio Físico.	131
Estudio de los Receptores Humanos.	136
Anexo VIId: Sitio Abandonado con Potencial Presencia de Contaminantes de Alta Jerarquía: “Vertedero Palmilla N9”, Comuna de Palmilla.	141

*Análisis Regional de Sitios Abandonados con Potencial Presencia de Contaminantes
Región del Libertador General Bernardo O'Higgins.*

Estudio Histórico:	141
Uso de Suelo:	141
Plano del suelo con potencial presencia de contaminantes:	141
Descripción de los procesos productivos más relevantes:	142
Materias primas y residuos:	142
Sistemas de Protección Ambiental:	142
Antecedentes de Incidentes Ambientales:	142
Estudio Geográfico.	142
Estudio de Localización:	142
Estudio del Medio Físico.	143
Estudio de los Receptores Humanos.	147
Anexo VIIe: Sitio Abandonado con Potencial Presencia de Contaminantes de Alta Jerarquía: “Vertedero Pichidegua N°15”, Comuna de Pichidegua.	151
Estudio Histórico:	151
Uso de Suelo:	151
Plano del suelo con potencial presencia de contaminantes:	151
Descripción de los procesos productivos más relevantes:	151
Materias primas y residuos:	151
Sistemas de Protección Ambiental:	152
Antecedentes de Incidentes Ambientales:	152
Estudio Geográfico.	152
Estudio de Localización:	152
Estudio del Medio Físico.	152
Estudio de los Receptores Humanos.	157
Anexo VIII: Años de Funcionamiento de los Vertederos de Mayor Jerarquía – Años de Producción de Gas de Efecto Invernadero.	162
Anexo IX: Fichas de inspección de sitio SAPPC:(<i>ver digital</i>)	162
Anexo X: Fichas de Inspección de los 45 sitios aprobados. (<i>ver digital</i>)	162

Índice de Ilustraciones.

Ilustración 1: Área de Estudio - Región del Libertador General Bernardo O'Higgins.....	15
Ilustración 2: Flujograma de las etapas de Gestión de Áreas Contaminadas. Proyecto CETEBS – GTZ, Brasil. (CETEBS-GTZ, 1999).....	26
Ilustración 3: Extracto de Metodología de Evaluación Riesgo Etapa I, de Fundación Chile.	29
Ilustración 4: Faena Minera La Paciencia	56
Ilustración 5: Vertedero Clandestino La Isla - Los Migueles.....	57
Ilustración 6: Micro vertedero Clandestino - Ribera norte del estero Tipaume con la intersección del puente de la ruta H-605.....	59
Ilustración 7: Micro Vertedero Clandestino El Llano	59
Ilustración 8: Vertedero Los Lirios, vista antiguo pozo de relleno con escombros.....	60
Ilustración 9: Faena Minera San Francisco 1/2 - Pichilemu.....	61
Ilustración 10: Faena Minera Abandonada Pascua - Rancagua.	62
Ilustración 11: Faena Minera El Inglés - Rancagua - Antigua Piscina de Lixiviado de Oro, actualmente con plantaciones de Eucaliptos.	62
Ilustración 12: Faena Minera Suelo - Rancagua - Antigua extracción de Oro, el pique de la mina se encuentra tapado.	63
Ilustración 13: Faena Minera Hades - Las Cabras - Antigua Extracción de Oro.	63
Ilustración 14: Faena Minera Rajo Hades - Las Cabras - Antigua Extracción de Oro, el pique se tapó naturalmente con el mismo material del cerro producto del Terremoto del 27 de Febrero 2010.....	63
Ilustración 15: Depósito de Residuos Industriales, Compañía Siderúrgica Huachipato - Rengo - Corresponde a un depósito de chatarra industrial y material de flotación de las piscinas de enfriamiento usadas en el doblamiento de perfiles metálicos industriales. Actualmente la Industria se encuentra paralizada y el sitio está completamente cerrado y con cuidadores.....	64
Ilustración 16: Depósito de Residuos Industriales, Compañía Siderúrgica Huachipato - Rengo - Sector de acopio del material industrial y restos de material de precipitación de las piscinas de enfriamiento.	65
Ilustración 17: Vertedero Abandonado Litueche - Litueche.	65
Ilustración 18: Vertedero Abandonado Litueche - Litueche - Parte alta de la quebrada.....	65
Ilustración 19: Vertedero Abandonado Litueche - Litueche - Parte baja, canalización bajo camino rural.	66
Ilustración 20: Vertedero Chépica (Auquinco) - Chépica - Sitio abandonado en terreno privado, con cubierta de suelo.....	67
Ilustración 21: Vertedero Chépica (Auquinco) - Chépica - Cárcavas, erosión del suelo por el agua de lluvia deja al descubierto áreas con residuos.	67
Ilustración 22: Planta de Cianuración Faena Minera El Inglés - Rancagua	106

Ilustración 23: Faena Minera El Inglés - Rancagua - Vista entrada principal, expansión de antiguo relave principal.....	107
Ilustración 24: Instalaciones Faena Minera El Inglés - Rancagua.....	107
Ilustración 25: Imagen tomada en visita a terreno (29 de Agosto 2012), sobre el relave de la faena minera El Inglés.....	108
Ilustración 26: Vista norte del sitio, se observa plantaciones sobre este. (SEREMI Medio Ambiente - Región de O'Higgins, 2012).....	141

Índice de Gráficos.

Gráfico 1: Ponderación de los medios potencialmente impactados - Segundo Puntaje de Ficha.....	43
Gráfico 2: Producción Teórica de GEI - Vertedero Chépica. Anexo VIII: Años de Funcionamiento de los Vertederos de Mayor Jerarquía – Años de Producción de Gas de Efecto Invernadero.	71
Gráfico 3: Producción Teórica de GEI - Vertedero Litueche. Anexo VIII: Años de Funcionamiento de los Vertederos de Mayor Jerarquía – Años de Producción de Gas de Efecto Invernadero.	75
Gráfico 4: Producción Teórica de GEI - Vertedero Palmilla. Anexo VIII: Años de Funcionamiento de los Vertederos de Mayor Jerarquía – Años de Producción de Gas de Efecto Invernadero.	78
Gráfico 5: Producción Teórica de GEI - Vertedero Pichidegua. Anexo VIII: Años de Funcionamiento de los Vertederos de Mayor Jerarquía – Años de Producción de Gas de Efecto Invernadero.	81
Gráfico 6: Producción teórica de GEI en vertedero ejemplo, el vertedero funcionó entre los años 1990-2000 (10 años de funcionamiento), se estimó que la producción de CO ₂ (fase aeróbica) empezó desde el año 1992 y la producción de CO ₂ y CH ₄ (fase anaeróbica), empezó 2 años luego del cierre en el año 2002. Finalmente se estima que la producción de potencial riesgo por GEI terminaría el 2032.	102
Gráfico 7: Climograma, estación meteorológica Tuniche, Graneros. Periodo 2011 – 2012. Elaboración Propia en base a datos (Chileclima, 2012).....	110
Gráfico 8: Velocidad del Viento, estación meteorológica Tuniche, Graneros. Periodo 2011 – 2012. Elaboración Propia en base a datos (Chileclima, 2012).....	110
Gráfico 9: Predominio de los Vientos - Periodo Junio 2011 - Noviembre 2012. Elaboración Propia en base a datos (Chileclima, 2012).....	111
Gráfico 10: Elaboración Propia en base a datos de Chileclima, periodo de estudio Enero – Diciembre 2011, estación Los Pocillos, Chépica. (Chileclima, 2012).....	120
Gráfico 11: Temperatura Anual Media (Mín. - Máx.). Elaboración Propia en base a datos de Chileclima, periodo de estudio Enero – Diciembre 2011, estación Fundo Los Pocillos, Chépica. (Chileclima, 2012).....	121

Gráfico 12: Dirección del Viento Elaboración Propia en base a datos de Chileclima, periodo de estudio Enero - Diciembre 2011, estación Fundo Los Pocillos, Chépica. (Chileclima, 2012).....	121
Gráfico 13: Frecuencia de Vientos por mes. Elaboración Propia en base a datos de Chileclima, periodo de estudio Enero - Abril 2011, Estación Los Pocillos. (Chileclima, 2012).	122
Gráfico 14: Velocidad del Viento Mensual, Máxima y Promedio. Elaboración Propia en base a datos de Chileclima, periodo de estudio Enero – Diciembre 2011, Estación Los Pocillos. (Chileclima, 2012).....	122
Gráfico 15: Elaboración Propia en base a datos del Estudio de Impacto Ambiental "Agrícola Santa Lucia Ltda." (e-SEIA, 2007).....	132
Gráfico 16: Temperatura Anual Media (Mín. - Máx.). Elaboración Propia en base a datos del Estudio de Impacto Ambiental "Agrícola Santa Lucia Ltda." (e-SEIA, 2007)	133
Gráfico 17: Frecuencia de Direcciones Totales - Periodo 1989 - 1991. Frecuencias Mes Enero y Julio del mismo periodo. Elaboración Propia en base al estudio “Evaluación del Potencial Eólico Nacional” (DGF, 1993).....	133
Gráfico 18: Frecuencia de Velocidades Totales - Periodo 1986-1991. Elaboración Propia en base al estudio “Evaluación del Potencial Eólico Nacional” (DGF, 1993)	134
Gráfico 19: Elaboración Propia en base a datos de Chileclima, periodo de estudio Mayo 2010 – Abril 2011, estación Santa Cruz. (Chileclima, 2012).	143
Gráfico 20: Temperatura Anual Media (Mín. - Máx.). Elaboración Propia en base a datos de Chileclima, periodo de estudio Mayo 2010 – Abril 2011, estación Santa Cruz. (Chileclima, 2012).....	144
Gráfico 21: Dirección del Viento Elaboración Propia en base a datos de Chileclima, periodo de estudio Mayo 2010 – Abril 2011, estación Santa Cruz, (Chileclima, 2012).	144
Gráfico 22: Frecuencia de Viento. Elaboración Propia en base a datos de Chileclima, periodo de estudio Mayo 2010 – Abril 2011, estación Santa Cruz, (Chileclima, 2012).	145
Gráfico 23: Velocidad del Viento Máxima y Promedio. Elaboración Propia en base a datos de Chileclima, periodo de estudio Mayo 2010 – Abril 2011, estación Santa Cruz. (Chileclima, 2012).....	145
Gráfico 24: Elaboración Propia en base a datos de Chileclima, periodo de estudio Enero 2009 – Agosto 2010, estación San Vicente de Tagua Tagua. (Chileclima, 2012).....	153
Gráfico 25: Temperatura Anual Media (Mín. - Máx.). Elaboración Propia en base a datos de Chileclima, periodo de estudio Enero 2009 – Agosto 2010, estación San Vicente de Tagua - Tagua. (Chileclima, 2012)	154
Gráfico 26: Dirección del Viento Elaboración Propia en base a datos de Chileclima, periodo de estudio Enero 2009 – Agosto 2010, estación San Vicente de Tagua-Tagua, (Chileclima, 2012).....	154
Gráfico 27: Frecuencia de Vientos por mes. Elaboración Propia en base a datos de Chileclima, periodo de estudio Mayo 2010 – Abril 2011, estación Santa Cruz, (Chileclima, 2012).....	155

Gráfico 28: Velocidad del Viento Mensual, Máxima y Promedio. Elaboración Propia en base a datos de Chileclima, periodo de estudio Enero 2009 – Agosto 2010, estación San Vicente de Tagua-Tagua. (Chileclima, 2012)..... 155

Índice de Tablas.

Tabla 1: Esquema de clasificación de los sitios estudiados – Elaboración Propia..... 22
Tabla 2: Efectos bio-físico-químicos de las sustancias contaminantes en el ambiente (Díaz-Barriga, 1999). 30
Tabla 3: Ejemplo de la Matriz de Riesgo Potencial de Pasivos Ambientales - Cálculo de Potenciales Efectos..... 52
Tabla 4: Esquema ejemplo de la Matriz de Riesgo Potencial de Pasivos Ambientales - Resumen de Impactos. 53
Tabla 5: Resumen Regional del Potencial Riesgo en los 5 SAPPC con mayor jerarquía (Elaboración Propia). 89

Índice de Esquemas.

Esquema 1: Planificación de Trabajo - Metodología de Diagnóstico – Elaboración Propia34
Esquema 2: Planificación de Trabajo - Evaluación Preliminar de Riesgo – Elaboración Propia 48

Índice de Mapas.

Mapa 1: Faena Minera El Inglés - Ubicación y Área de Influencia 114
Mapa 2: Faena Minera El Inglés - Hidrogeología 115
Mapa 3: Faena Minera El Inglés - Área de Valor Ambiental..... 116
Mapa 4: Faena Minera El Inglés - Vulnerabilidad de los Acuíferos 117
Mapa 5: Vertedero Chépica - Auquínco - Ubicación y Área de Influencia 126
Mapa 6: Vertedero Auquínco Chépica - Hidrogeología..... 127
Mapa 7: Vertedero Chépica Auquínco - Áreas de Valor Ambiental..... 128
Mapa 8: Vertedero Chépica - Auquínco - Vulnerabilidad de los Acuíferos 129
Mapa 9: Vertedero Litueche - Ubicación y Área de Influencia del Sitio. 137
Mapa 10: Vertedero Litueche - Hidrogeología..... 138
Mapa 11: Vertedero Litueche - Vulnerabilidad de los Acuíferos 139
Mapa 12: Vertedero Litueche - Áreas de Valor Ambiental..... 140
Mapa 13: Vertedero Palmilla - Ubicación y Área de Influencia del Sitio..... 148
Mapa 14: Vertedero Palmilla - Hidrogeología 149
Mapa 15: Vertedero Palmilla -Vulnerabilidad de Acuíferos..... 150
Mapa 16: Vertedero Pichidegua - Ubicación y Área de Influencia del Sitio 159
Mapa 17: Vertedero Pichidegua - Hidrogeología..... 160
Mapa 18: Vertedero Pichidegua - Vulnerabilidad de los Acuíferos..... 161

Resumen

Este diagnóstico identificó y jerarquizó los Pasivos Ambientales abandonados de la Región del Libertador Bernardo O'Higgins, en relación al potencial riesgo de contaminación que estos producen en el medio ambiente y a la población expuesta. Este diagnóstico surgió como una necesidad de la SEREMI del Medio Ambiente de la Región, de catastrar estos sitios y para este diagnóstico, se agregó la exposición al potencial riesgo por contaminación. Se analizaron los principales componentes ambientales como Agua Superficial, Subterránea, Suelo, Aire y como estos comparten el territorio con los Receptores Humanos.

Se identificaron inicialmente 152 sitios, de los cuales 45 cumplieron con los parámetros necesarios para ser considerados Sitios Abandonados con Potencial Presencia de Contaminantes SAPPC. Se recopiló la información necesaria para la jerarquización de estos sitios durante gran parte del año 2012 y durante los meses de Mayo a Julio se realizaron visitas a terreno, con el fin recopilar la mayor cantidad de información para describir el potencial riesgo por contaminación.

Se determinó que la potencial presencia de contaminantes se encontraba concentrada en áreas de desarrollo económico, como en áreas de desarrollo minero y agroindustrial. También el análisis regional del diagnóstico, evidenció un crecimiento de actividades económicas, en especial la agrícola, sobre SAPPCC. Finalmente, se llegó a la conclusión que el riesgo potencial de contaminación se encuentra en los sectores económicos activos y en actual funcionamiento de la Región.

Abstract

This research identified and ranked the abandoned environmental liabilities in the Libertador Bernardo O'Higgins region, Chile; in relation to the potential risk of pollution they produce in the environment to the exposed population. This diagnosis arose as a need of the regional ministry of environment to measure the level of hazard that the aforementioned spots have. It is worth to say that for this interpretation the exposure to a potential risk of pollution was included. For this reason, main environmental components were analyzed, such as superficial and underground waters, soil, and air, so as the way in which all these conditions are shared in the same territory with human receptors.

Initially, 152 locations were identified, 45 of which accomplished the required parameters to be considered Abandoned Places with Potential Presence of Pollutants (SAPPC). Relevant information to categorize those places was also collected during most of the year 2012, especially on May and July when field visits took place in order to gather the majority of data to describe the potential risk of pollution.

It was determined that the potential existence of pollutants was principally present in economic development areas, as well as in mining and agribusiness development areas. The regional diagnosis analysis, proved a substantial growth in farming activities regarding SAPPCC. Finally, it was concluded that the potential risk of pollution is found in economically active zones and that it is currently present within the region.

Capítulo I

1. Presentación.

1.1 Introducción.

La generación de residuos, su mal manejo y disposición en el medioambiente, es una problemática que se origina con la expansión urbana y el crecimiento industrial. La necesidad de identificar, confirmar y gestionar los suelos con presencia de contaminantes, corresponde a un esfuerzo nacional, en favor de minimizar los riesgos tanto para la salud de la población como en el medioambiente.

Siguiendo la tendencia internacional, en Chile a través de las políticas del Ministerio de Medio Ambiente, se puso en marcha un “Diagnóstico Regional de Suelos Abandonados con Potencial Presencia de Contaminantes”, basándose en la Política Nacional para la Gestión de Sitios con Presencia de Contaminantes¹, y especialmente en la Metodología para la identificación y Evaluación Preliminar de Suelos con Presencia de Contaminantes².

Considerando que la Ley N°20.417, entrega facultades al Ministerio del Medio Ambiente para “proponer políticas y formular normas, planes y programas en materia de residuos y suelos contaminados, así como la evaluación del riesgo de productos químicos, organismos genéticamente modificados y otras sustancias que puedan afectar el medio ambiente, sin perjuicio de las atribuciones de otros organismos públicos en materia sanitaria”(Ley N° 20.417, 2010)³. Se presenta el año 2009 la Política Nacional para la Gestión de Sitios con Presencia de Contaminantes, de aquí en adelante **SPC**, la cual busca como objetivo principal fortalecer la Gestión de SPC en el país, orientada a reducir los riesgos asociados a la salud de la población y al medio ambiente a través de un sistema de gestión coordinado y costo eficiente”. Esta política genera las bases para la creación de instrumentos que permiten la gestión de los SPC, entendiéndolo como **“Gestión de Sitios con Presencia de Contaminantes, a las actividades asociadas a las etapas de: identificación y confirmación de la presencia de contaminantes; evaluación de riesgos y control, mitigación y seguimiento para la recuperación ambiental de estos sitios, en función de sus respectivos usos futuros”**⁴.

Basándose en la Ley N° 20.417 y la Política de SPC, que aprobó el 2011 la Metodología para la identificación y Evaluación Preliminar de Suelos Abandonados con Presencia de Contaminantes, definiendo el procedimiento por el cual se llevó a cabo el manejo de los SPC.

¹Política Nacional para la Gestión de Sitios con Presencia de Contaminantes, Agosto 2009 (CONAMA, 2009)

² Aprueba la metodología para la identificación y evaluación preliminar de suelos con presencia de contaminantes (Ministerio del Medio Ambiente, MMA, 2011)

³Artículo 70, letra g), Ley N° 20.417, 2010

⁴Política nacional para la gestión de sitios con presencia de contaminantes. (CONAMA, 2009)

Finalmente, buscando la manera de sistematizar el diagnóstico, se trabajó con la Guía Metodológica para la gestión de Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes⁵, de aquí en adelante **SPPC**, con la finalidad de estandarizar la investigación de SPPC en la región de O'Higgins, pudiendo ser utilizada en cualquier área de estudio, sirviendo de complemento al diagnóstico nacional de esta problemática ambiental. La información que se obtenga, permitirá realizar una estadística regional de SPPC, identificando las potenciales sustancias contaminantes presentes en ellos, los tipos de actividades asociadas y los potenciales receptores expuestos. Finalmente, se podrá evaluar y determinar el potencial riesgo que implica su presencia.

El presente diagnóstico, busca conocer el estado de los SPPC, específicamente los sitios con característica de **Pasivo Ambiental**, existentes en la Región. Sitios en los cuales se llevó a cabo actividades productivas y que actualmente se encuentran abandonadas, sin presentar una actividad actual.

Debido a que no existe en la legislación chilena una metodología general⁶ de levantamiento de información de Pasivos Ambientales, se usarán las políticas y metodologías anteriormente citadas para generar la estructura de la metodología final del diagnóstico.

1.2 Planteamiento del Problema.

La Región de O'Higgins no se posee un catastro general que identifique la ubicación ni el estado de los Pasivos Ambientales, dejado por las diversas actividades económicas existentes en la región. Aplicando una metodología de identificación de sitios contaminantes, se llevará a cabo el diagnóstico de estos sitios, con la finalidad de generar un análisis económico- ambiental, que muestre el potencial nivel de riesgo que presenta la Región de O'Higgins.

1.3 Área de Estudio.

El alcance geográfico de este estudio, abarca toda la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. La Región, tiene una superficie de 16.387 km², los cuales se encuentran divididos administrativamente en tres provincias: Cachapoal, Cardenal Caro y Colchagua. Limita al Norte con la Región Metropolitana y de Valparaíso, al Sur con la Región del Maule, al Este con Argentina y al Oeste con el Océano Pacífico. La capital de esta región es Rancagua⁷

⁵ (Fundación Chile, 2012)

⁶Se especifica "Metodología General", ya que SERNAGEOMIN tiene una metodología de catastro de Pasivos Ambientales, pero se especializa en la recolección de datos de Pasivos Ambientales Mineros.

⁷Información recopilada del Atlas INE v.1.4, en base a (INE, 2002).

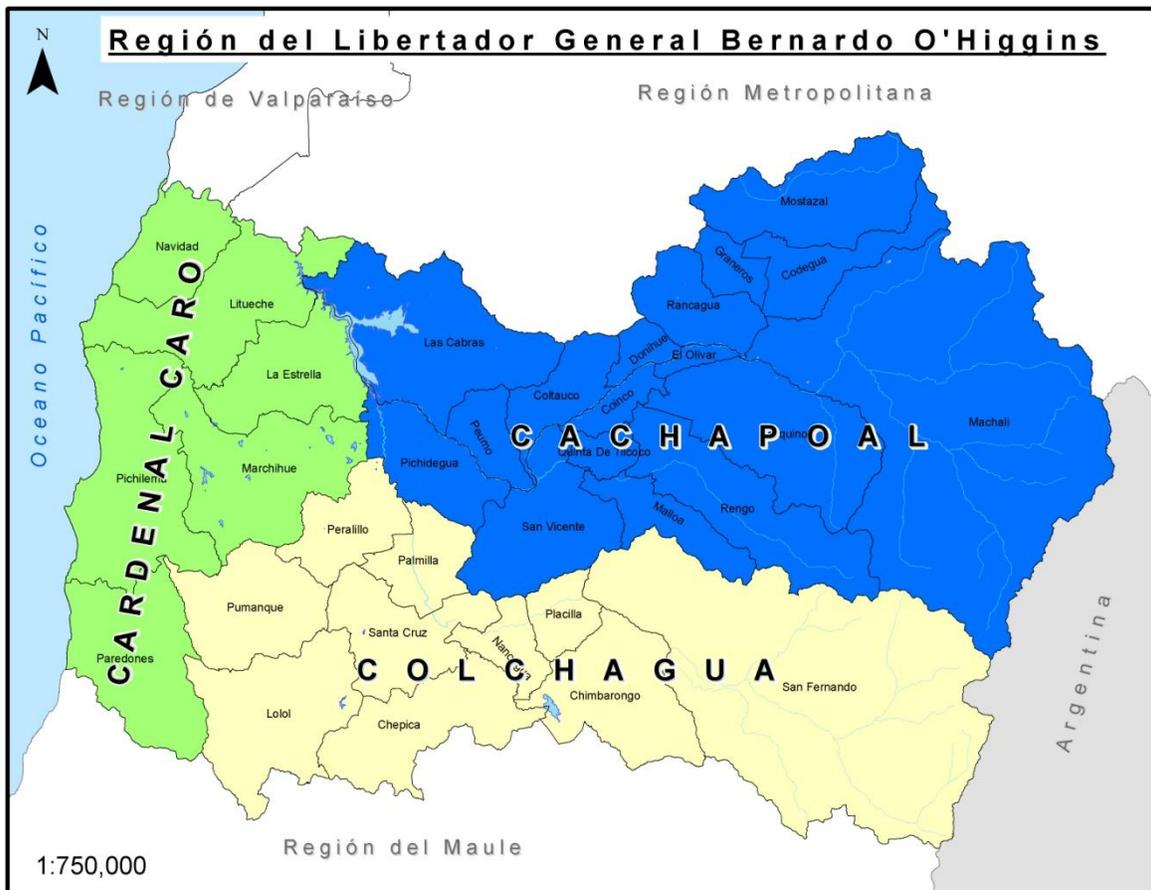


Ilustración 1: Área de Estudio - Región del Libertador General Bernardo O'Higgins.

1.4 Objetivos.

1.4.1 Objetivo General.

Esta memoria tuvo como Objetivo General diagnosticar el estado de los Sitios Abandonados con Potencial Presencia de Contaminantes, específicamente los sitios con característica de **Pasivo Ambiental**, existentes en la Región.

1.4.2 Objetivos Específico.

- Identificar cada sitio con potencial presencia encontrado en la región, aplicando una ficha que permita su categorización.
- Validar en terreno la información de cada sitio identificado.
- Jerarquizar los sitios con potencial presencia de contaminantes.
- Evaluar el Potencial Riesgo en los componentes ambientales, generados por los sitios de mayor jerarquización.

Capítulo II

2. Marco Teórico Referencial.

2.1 Marco de Referencia de la Investigación.

En el año 2006, en el contexto de un país con un crecimiento económico sostenido y la exportación de materias primas y procesadas, la Política Nacional para la Gestión de Sitios Contaminados, generó las primeras acciones tendientes a contar con un sistema de gestión adecuado que permitiera suplir las deficiencias existentes y fortalecer lo desarrollado, con la finalidad de minimizar los riesgos significativos a la salud de las personas y el medio ambiente (CONAMA, 2006).

Luego, dando nuevos pasos en la gestión ambiental del país, se creó la “Política Nacional para la Gestión de Sitios con Presencia de Contaminantes”. De carácter correctivo y territorial, se complementó con la Política Integral de Residuos Sólidos (aprobada el 2008), esto generó acciones para contar con una gestión más adecuada (al igual que la política del 2006), se enfocó en la identificación y confirmación de la presencia de contaminantes: evaluación de riesgos; control y mitigación y seguimiento para la recuperación ambiental de estos sitios en función de sus respectivos usos futuros (CONAMA, 2009).

Finalmente, siguiendo las acciones que plantea la Política del 2009, se aprobó la “Metodología para la Identificación y Evaluación Preliminar de Suelos con Presencia de Contaminantes”⁸, que sirvió como base para aplicar en territorio nacional esta metodología que contempla las siguientes fases:

- **Primera Fase:** Identificación y priorización de suelos abandonados con potencial presencia de contaminantes.
- **Segunda Fase:** Evaluación preliminar sitio-específica del riesgo.
- **Tercera Fase:** Evaluación del riesgo y plan de acción para su gestión.

Esta metodología fue usada por la Fundación Chile, para generar la “Guía Metodológica para la Gestión de Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes”, elaborada en el marco del Proyecto INNOVA CORFO⁹, en el cual el Ministerio de Medio Ambiente participó como entidad mandante y oferente, Fundación Chile como desarrollador, la Universidad de Magallanes como co-desarrollador, y la SEREMI del Medio Ambiente Región de Magallanes y la empresa ENAP Magallanes como interesados (Fundación Chile, 2012).

⁸Resolución Exenta N°1690, que aprueba la Metodología para la identificación y evaluación preliminar de suelos con presencia de contaminantes, (MMA, 2011)

⁹ Proyecto denominado “Desarrollo de Herramientas y Estándares de Calidad para la Identificación, Confirmación y Control de Sitios Contaminados, Aplicación Piloto en la Región de Magallanes y Antártica Chilena: Sector Hidrocarburos” N°09CN14-5896

De esta metodología, se extrajo y aplicó la “Ficha de Inspección para SPPC”¹⁰, modificando la información que hace referencia a la búsqueda de actividades productivas activas, para enfocar la ficha en la inspección de sitios abandonados, con características de Pasivo Ambiental. Esta Ficha fue parte fundamental del desarrollo de la Etapa I de identificación de sitios y agregó la característica de "abandonados" al título, especificando la finalidad de esta evaluación.

Cumpliendo con la primera etapa del diagnóstico, fue prioritario entregar una evaluación preliminar del riesgo generado por la potencial contaminación en los sitios de mayor jerarquía. En este sentido, se utilizó la metodología de la “Evaluación Preliminar sitio-especifica del Riesgo de SPPC” de Fundación Chile y se complementó con la metodología empleada por la Organización Panamericana de la Salud¹¹.

El diagnóstico de sitios contaminados abandonados es complejo, por lo general es una mezcla de diversos contaminantes (de diversos orígenes, como químico-biológico), que se presentan en multimedios (varios medios ambientales) y que afecta a diversas comunidades (varios grupos poblacionales en riesgo) (Díaz-Barriga, 1999) y representa un desafío al momento de realizar gestión sobre estos sitios.

Existen múltiples metodologías y experiencias de identificación de sitios contaminados en América Latina. Estas se adaptan a la realidad de cada país o región, optimizando los recursos disponibles para lograr resultados más certeros y no desperdiciar el financiamiento en la errónea identificación de sitios. Las experiencias latinoamericanas basan sus metodologías en las experiencias de Estados Unidos, que ha marcado la pauta en el diseño de metodologías para el estudio de sitios peligrosos. Dos de ellas, complementarias entre sí, son las más populares; una fue diseñada por la Agencia de Protección Ambiental (EPA) y la otra fue originada por la Agencia para el Registro de Sustancias Tóxicas y Enfermedades del Departamento de Salud Pública (ATSDR). La primera estima el riesgo en salud basándose en datos ambientales del sitio y la segunda evalúa el riesgo en salud con fundamento en los datos ambientales y en los antecedentes de salud registrados en el área de influencia del sitio(Díaz-Barriga, 1999).

En "Metodología de Identificación y Evaluación de Riesgos para la Salud en Sitios Contaminados" (Díaz-Barriga, 1999), se examinan dos diferencias relevantes entre la

¹⁰Revisar Anexo IX: Fichas de inspección de sitio SPPC:(ver digital).

¹¹El documento "Metodología de identificación y evaluación de riesgos para la salud en sitios contaminados" es un producto de la segunda etapa de la Red Panamericana de Manejo Ambiental de Residuos, REPAMAR, la cual es una iniciativa regional para promover la minimización de residuos y el desarrollo económico sustentable, ejecutada por la Organización Panamericana de la Salud (OPS)/Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), con el apoyo del Gobierno de Alemania a través de la GTZ.(Díaz-Barriga, 1999)

metodología que propone la Organización Panamericana de la Salud OPS y las dos metodologías que han sido usadas en Estados Unidos.

- La EPA estima la exposición por ruta; esto es, no suma las dosis calculadas en cada ruta para obtener una dosis total. El trabajo de la EPA se entiende dado que su fin es la restauración y ésta se facilita si en cada sitio se establece cual es la ruta de exposición que mayor riesgo representa a la población, ya que ella sería el objetivo de las primeras medidas correctivas. En el caso de la metodología de la OPS y la metodología desarrollada y aplicada en Chile por Fundación Chile y el MMA, las dosis de exposición de cada ruta se suman para obtener una dosis total de exposición. Los autores, asumen la incertidumbre de la real toxicidad del sitio, independiente que cada vía de exposición mantiene o disminuye el grado de toxicidad en el contacto con los componentes ambientales y sociales expuestos. Tal incertidumbre ha sido aceptada con el fin de establecer el máximo riesgo posible, éste será el caso de un sujeto que estuviese expuesto al mismo contaminante a través de diversos medios ambientales. La finalidad de estas metodologías, es establecer un escenario de máximo riesgo, a fin de brindar a los tomadores de decisiones, los argumentos que pudieren justificar los gastos requeridos para la restauración.
- En las estimaciones de riesgo, la metodología de la OPS utiliza factores de exposición específicos. Un ejemplo claro es la ingesta de suelo. En el caso de la EPA y de la ATSDR el nivel de ingesta de suelo infantil va de 100 a 200 mg/día. La metodología de la OPS, se ha establecido un valor de 350 mg/día. Los distintos valores son entendibles dadas las diferencias en las condiciones de urbanismo entre ambas realidades socioeconómicas. En el caso de América Latina, todavía se cuenta en algunos sitios, con calles no pavimentadas, vecindades con patios interiores de tierra, áreas de recreación infantil sin cubierta vegetal, etc.

La aplicación exacta de los métodos de la EPA y de la ATSDR en América Latina, presenta algunas dificultades, fundamentalmente por dos hechos: el gran número de sitios que deben estudiarse y la escasez de recursos económicos para efectuar los estudios tan detallados que se requieren en dichas metodologías (Díaz-Barriga, 1999). Es por esto, que cada institución o país modifica esta metodología para aprovechar al máximo las herramientas de identificación, en favor de la realidad de cada país y específicamente de cada sitio estudiado.

Otra experiencia revisada y complementaria en las metodología de este diagnóstico es la experiencia brasileña, con el “Manual de Gerenciamiento de Áreas Contaminadas”¹², realizados con el apoyo y la experiencia técnica del CETEBS (*Companhia* de Tecnologia de Saneamiento Ambiental do Estado de Sao Paulo) y la GTZ (Deutsche Gesellschaft für Technische).

¹²(CETEBS-GTZ, 1999)

2.2 Marco Teórico.

Para empezar a investigar y diagnosticar “Sitios con Potencial Presencia de Contaminantes”, primero había que tener en cuenta, que se entiende por SPPC.

Según la Política Nacional para la Gestión de Sitios con Presencia de Contaminantes (CONAMA, 2009), entiende como “Sitios con Presencia de Contaminantes” a: *“un lugar delimitado geográficamente donde existen evidencias cualitativas de la presencia de contaminantes que inducen a sospechar la existencia de riesgo a la salud humana o al medio ambiente”*.

En el título de esta memoria de título, se enfatiza el término “Potencial” de la contaminación, ya que muchos sitios que se incluyen en el diagnóstico, es muy probable que no hayan sido estudiados y por ende, no podría justificarse a priori la posibilidad de tener un riesgo asociado al sitio.

En vista de que actualmente no existe una definición reglamentada de la calidad ambiental de los sitios, en relación al grado de contaminación que poseen, que defina los conceptos tratados, se han definido los conceptos clave para referirse al estado medioambiental de un sitio con presencia de contaminantes. La jerarquización y clasificación se realizó en base al grado de conocimiento y al grado de actividad económica, relacionada con el contaminante, presente en el sitio. Por lo tanto, se entiende por:

Sitio Contaminado: Lugar o terreno delimitado geográficamente, en el cual existe presencia de elementos, compuestos, sustancias, derivados químicos o una combinación de ellos, en concentraciones y períodos iguales o superiores a aquellos susceptibles de constituir un riesgo a la salud de las personas, a la preservación de la naturaleza o a la conservación del patrimonio ambiental (CONAMA, 2009). El sitio tiene característica de "Contaminado" cuando se ha efectuado una evaluación cuantificable de la presencia de contaminantes.

Sitio con Presencia de Contaminantes: Lugar o terreno delimitado geográficamente, donde existen evidencias cualitativas de la presencia de contaminantes que inducen a sospechar la existencia de riesgo a la salud humana o medio ambiente (CONAMA, 2009). Se denomina de esta manera, a los sitios que han sido evaluados y poseen un riesgo potencial alto.

Sitios con Potencial Presencia de Contaminantes: Corresponde a la clasificación básica de la metodología de estudios de sitios, que se asocian a la presencia de contaminantes. En estos sitios no se ha aplicado ninguna metodología de identificación del estado del contaminante o de los procesos productivos potencialmente contaminantes. Se asocia a sitios con potencial presencia de contaminantes actuales y pasadas, de característica económica activa -paralizada o abandonada.

Finalmente, se llega a la clasificación básica de un sitio, el Pasivo Ambiental, el cual no está definido en la actualidad en alguna ley medio ambiental y que tiene diferencias y matices en el trato que estos sitios reciben, porque se aplica en casos donde existe responsable y en casos que no.

Pasivo Ambiental: Lugar o terreno impactado ambientalmente por una actividad histórica que ha cesado en el tiempo, sobre la cual en la actualidad no se ejerce un control (CONAMA, 2009). Autores como Russi & Martínez-Alier, 2002, lo definen con términos empresariales: "*en el balance de ejercicio de una empresa, el pasivo es el conjunto de deudas y gravámenes que disminuyen el activo*". Se entiende como Pasivo Ambiental, a la suma de los daños no compensados producidos por una empresa al medio ambiente a lo largo de su historia, en su actividad normal o en caso de accidente. En otras palabras, se trata de sus deudas hacia la comunidad donde opera.

No existe una definición formal, en base a una ley, de Pasivo Ambiental y es por esto que dentro de la definición podría incluir una variada cantidad de sitios:

- Abandonados y sin información de propietarios actuales.
- Abandonados, sin identificación exacta de los procesos productivos que se llevaron a cabo.
- Con propietario, pero la actividad productiva fue abandonada definitivamente.
- Con propietario, pero la actividad productiva potencialmente contaminante fue reemplazada por otra de diferente tipo.
- Antiguos vertederos, con re-uso clandestino.
- Sitios clandestinos de acopio de residuos.

Y así muchos ejemplos, con distintos procesos, tipos y niveles de contaminación. Los cuales comparten una variable, el tipo de propiedad que se ejerce sobre dichos sitios.

Para efectos de delimitar los sitios diagnosticados, se divide la definición de Pasivo Ambiental en Abandonado y con Actividad, con la finalidad de centrar la atención en los sitios con características abandonadas, diagnosticar el estado de los Sitios Abandonados con Potencial Presencia de Contaminantes SAPPCC (*Ver Tabla 1: Esquema de clasificación de los sitios estudiados – Elaboración Propia.*)

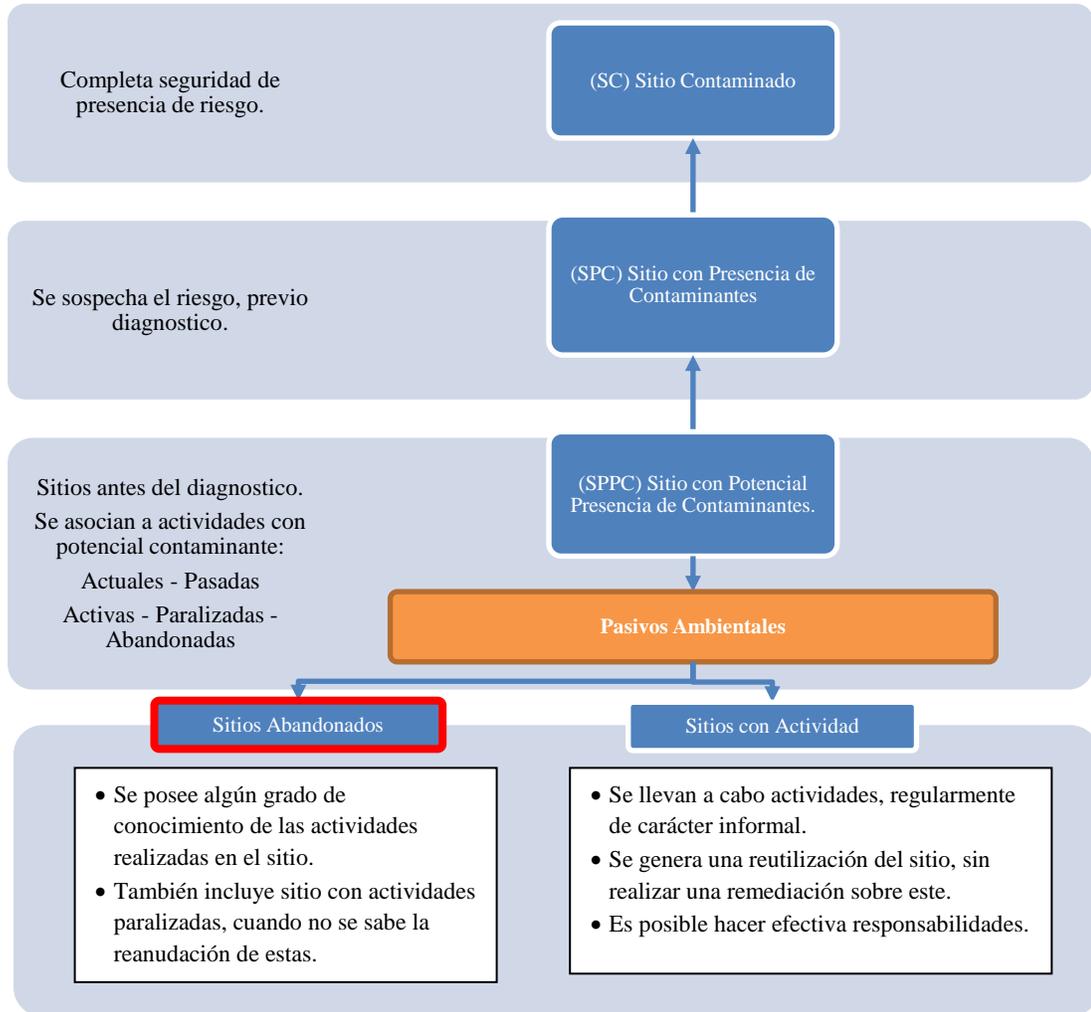


Tabla 1: Esquema de clasificación de los sitios estudiados – Elaboración Propia

La base de un buen diagnóstico de riesgo, es realizar un buen trabajo de “Evaluación, Preliminar e Inspección del Sitio” (Díaz-Barriga, 1999) o “Identificación, Priorización y Jerarquización de los SPPC” (Fundación Chile, 2012). Las principales metodologías consultadas, proponen una fase de inspección con un resultado jerarquizado de la información catastrada. La finalidad, de la denominada primera fase, es entregar un valor específico que permita jerarquizar cada sitio. El valor de la calificación, permite colocar a los sitios inspeccionados en tres niveles preliminares de riesgo: bajo, medio y alto¹³.

Las principales acciones que se desarrollan para lograr resultados en el diagnóstico, se repiten en la mayoría de las metodologías consultadas, con mayor o menor énfasis, según la calidad del resultado al que se quiera llegar, estas se resumen a continuación:

¹³En metodología GTZ (Díaz-Barriga, 1999), se utiliza bajo, alto y muy alto. En metodología (Fundación Chile, 2012), se utiliza bajo, medio alto.

2.2.1 Levantamiento de Información.

Las metodologías consultadas concuerdan en lo mismo, la implementación de una lista; ya sea de áreas, actividades o procedimientos potencialmente contaminantes, sirven de base para una buena ejecución de la etapa de evaluación preliminar. Por ejemplo, los sitios podrían identificarse considerando solo a aquellos que se localicen en una determinada Región Geográfica (municipal, o estatal, o nacional, etc.); que tuviesen contaminado un mismo Medio Ambiental (agua subterránea, o suelo, o agua superficial, o aire, etc.); que estuviesen impactados por similares Fuentes Contaminantes (podrían listarse solo a las zonas mineras o solamente a las zonas petroleras, etc.); que sus Contaminantes compartieran características parecidas (entonces se listarían sitios contaminados con plaguicidas, o con metales, etc.); y finalmente, podrían listarse sitios basados en características Generales (tomando en cuenta a todos los medios ambientales, a todas las fuentes contaminantes y a todos los tipos de contaminantes, en una región geográfica previamente definida) (Díaz-Barriga, 1999)

Con el fin de facilitar la información, se puede empezar a incluir sitios a partir de siete grandes categorías, como se muestra en la metodología de la OPS¹⁴. Estas categorías han sido definidas tomando en cuenta las principales fuentes de residuos peligrosos en América Latina:

- **Minerometalurgia:** Todas las minas y todas las fundiciones electrolíticas o metalúrgicas, deben ser consideradas como sitios peligrosos hasta que se demuestre lo contrario. La minería genera residuos metálicos que pueden contaminar sobre todo el suelo y las fuentes de agua.
- **Regiones Agrícolas:** Todas las regiones agrícolas donde se apliquen plaguicidas deben considerarse como potencialmente peligrosas, por la posibilidad de la contaminación del suelo y de fuentes de agua potable. Debido a la gran extensión que puede llegar a tener un área agrícola, la definición de sitio peligroso en una región de esta naturaleza, pudiera limitarse a aquellos puntos donde se permite el contacto humano con los plaguicidas; por ejemplo, los ríos, las comunidades agrícolas, etc.
- **Macroindustrias:** Ante la escasez de mecanismos para el manejo adecuado de residuos industriales, los patios traseros de las industrias suelen tener almacenadas cantidades importantes de residuos peligrosos, y en algunos casos, los baldíos cercanos a las zonas industriales se convierten en auténticos depósitos no controlados de este tipo de residuos. En las áreas de influencia de una zona industrial, debe vigilarse la contaminación en todos los medios del ambiente.
- **Industria Petrolera (incluida extracción):** La actividad industrial que gira alrededor del petróleo es altamente contaminante y generadora de residuos peligrosos, conteniendo sobre todo, compuestos orgánicos.

¹⁴Metodología de Identificación y Evaluación de Riesgos para la Salud en Sitios Contaminados, Organización Panamericana de Salud OPS. (Díaz-Barriga, 1999)

- **Microindustria.** En la mayoría de los países, un porcentaje muy importante de la actividad industrial se genera en microindustrias. Considerando la dificultad de la vigilancia ambiental de este tipo de empresas, en muchas ocasiones ellas se convierten en importantes focos de contaminación. Dentro de los giros microindustriales que suelen causar problemas están: ladrilleras, curtidoras de piel, recicladoras de baterías, pequeñas fundiciones, etc.
- **Depósitos NO Controlados:** En cuanto a residuos sólidos, hay que considerar los rellenos sanitarios, los tiraderos clandestinos y los confinamientos para residuos industriales no regulados. En cuanto a residuos líquidos, deberán analizarse las áreas a donde lleguen las aguas residuales de industrias y/o ciudades.
- **Otros:** Corresponde a sitios que no pueden categorizarse en cualquiera de las clasificaciones anteriores. Tal es el caso de sitios contaminados por actividad natural (volcanes, aguas termales, etc.), sitios contaminados por accidentes químicos (derrames, accidentes carreteros, etc.), áreas impactadas con radiactividad, zonas contaminadas con residuos hospitalarios, etc.

2.2.2 Priorización de Sitios.

Al terminar el ejercicio de Levantamiento e Inspección de sitios, es probable que se identifiquen, a nivel regional, una gran cantidad de Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes, por lo cual se hace necesaria su priorización, en base a criterios ambientales y demográficos relacionados con el riesgo ambiental (Fundación Chile, 2012). Por temas de costo y tiempo, es importante que se evalúen primero los sitios que pudiesen ser los más riesgosos (Díaz-Barriga, 1999). Esta priorización permitió definir los lugares en los que deben comenzar las inspecciones de terreno posteriores.

La priorización se efectuó sobre la base de criterios ambientales y antrópicos relacionados con el riesgo ambiental, con énfasis en el riesgo a la salud humana. El procedimiento tuvo lugar mediante la identificación de las siguientes cinco variables relevantes en relaciones al suelo que se prioriza¹⁵:

- **Población Residente:** Población humana expuesta a un foco de contaminación en el suelo debido a que reside en él o en sus cercanías, a través de una o más rutas de exposición.
- **Ecosistemas Hídricos:** Éstos corresponden a las aguas superficiales y subterráneas. Las aguas superficiales son aquellas que se encuentran naturalmente a la vista del ser humano y pueden ser corrientes, es decir, que escurren por cauces naturales o artificiales; o detenidas, definidas como aquellas que están acumuladas en depósitos naturales o artificiales, tales como lagos, lagunas, pantanos, charcas, aguadas, ciénagas, estanques o embalses. Las aguas subterráneas son aquellas que se encuentran bajo la

¹⁵ Extracto de la Resolución Exenta N°1690, (MMA, 2011)

superficie del terreno en la zona saturada y en contacto directo con el suelo y/o subsuelo.

- **Uso de Suelo:** Aquella destinación que el ser humano otorga al territorio en el cual se encuentra emplazado. Para efectos de la priorización, esta variable considera tres usos principales: agrícola, recreacional e industrial/comercial¹⁶.
- **Ecosistemas Sensibles o de Alta Relevancia:** aquellos que poseen al menos una especie vegetal o animal en alguna categoría de conservación; áreas protegidas por parte del Estado y/o ecosistemas de alta relevancia por la función ambiental o servicio ecosistémico que prestan.

Y una vez identificadas, la forma en que se presentan las variables presentes y según como lo plantea la Resolución Exenta N°1690 (MMA, 2011), los sitios se clasificarán dentro de las siguientes prioridades: “Alta”, “Mediana”, “Moderada”, “Baja”, o directamente “No Priorizado”.

Otras metodologías priorizan los sitios, como el caso de Brasil – CETEBS (CETEBS-GTZ, 1999), apuntando a una utilización racional de los recursos destinados a la ejecución de diversas etapas, en función del elevado número de áreas involucradas en este proceso.

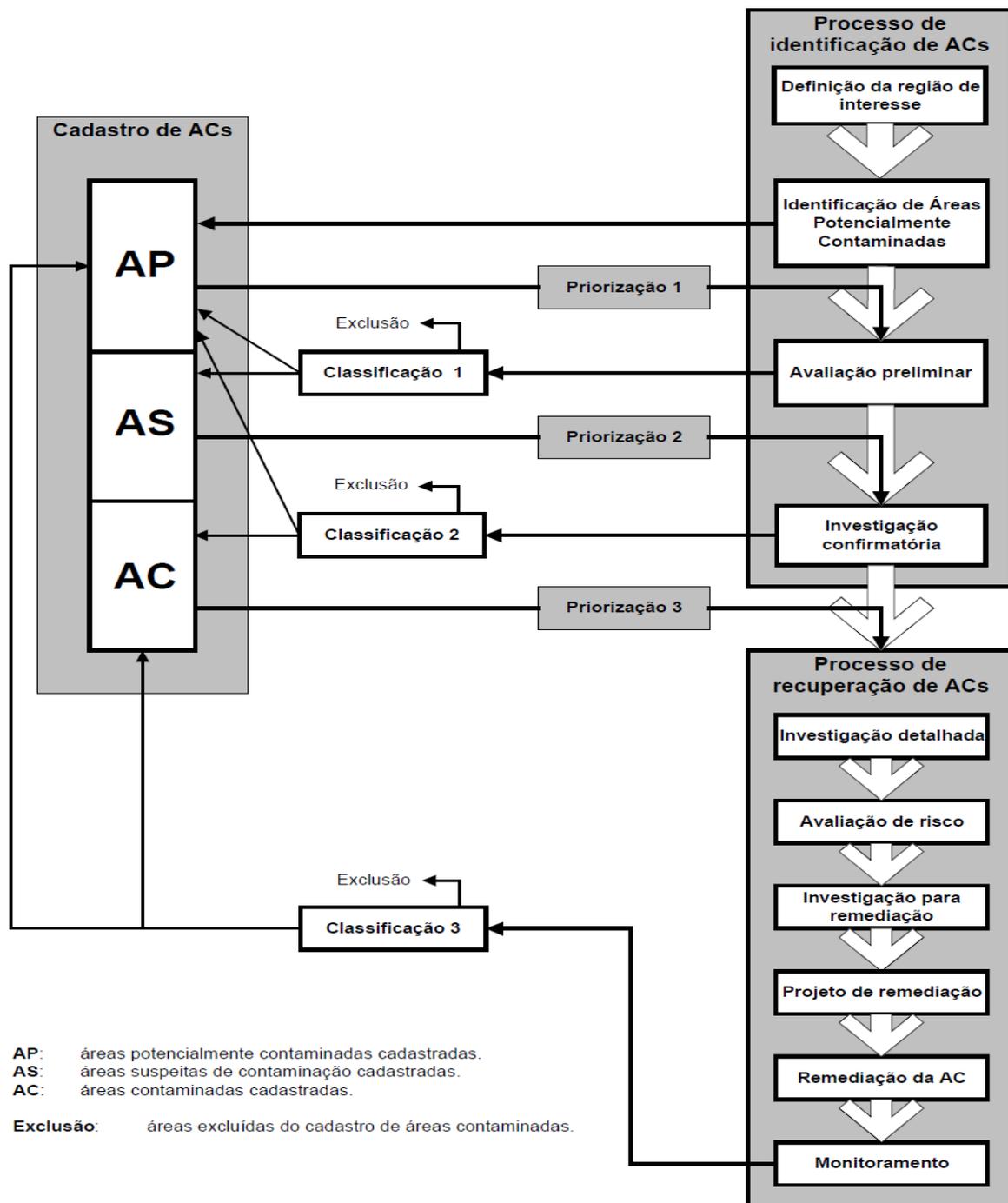
El manejo de sitios contaminados en esta metodología, proporciona la ejecución de tres etapas de priorización (1 – 2 – 3), que se realizan entre las etapas de evaluación preliminar e información confirmatoria (*Ver Ilustración 2*).

- **Priorización 1:** Los factores a ser considerados en esta etapa consideran aspectos técnicos, económicos, administrativos y políticos. Entre los aspectos técnicos deben ser considerados la naturaleza de las sustancias presentes o potenciales actividades contaminadoras, que se desenvuelven en las proximidades de la zona y los bienes a proteger.
- **Priorización 2:** Las áreas clasificadas como Potencialmente Contaminadas, en la etapa de evaluación preliminar, puede ser sometidas a un sistema de puntuación. Así es posible establecer una priorización de las áreas evaluadas, en favor de determinar cuáles son los riesgos existentes, para proteger los bienes.
- **Priorización 3:** Los sitios clasificados como Sitios Contaminados, deben presentarse al proceso de recuperación, pero como es difícil la identificación de personas responsables de situaciones de contaminación o incluso cuando éstas no tienen una posición financiera para afrontar los costos de ejecución, se debe ejecutar una nueva etapa de priorización, implementada para dirigir los recursos disponibles para el propósito.

Independiente de los criterios analizados de priorización (socio-medioambientales o de optimización de los recursos del proyecto), se busca finalmente favorecer la gestión de los

¹⁶En esta variable no se considera el uso residencial del suelo, debido a que dicho uso es evaluado en la variable “población residente”

potenciales sitios contaminados. La priorización finalmente, es un filtro producto del resumen de las características sociales, económicas y ambientales del área de estudio.



AP: áreas potencialmente contaminadas cadastradas.
AS: áreas suspeitas de contaminação cadastradas.
AC: áreas contaminadas cadastradas.

Exclusão: áreas excluídas do cadastro de áreas contaminadas.

Ilustración 2: Flujo de las etapas de Gestión de Áreas Contaminadas.
Proyecto CETEBS – GTZ, Brasil. (CETEBS-GTZ, 1999)

Inspección de Sitios.

Las metodologías consultadas, no especifican un área de estudio estándar al momento de plantearse la extensión que debiera tener el levantamiento de información. Al momento de plantearse esta problemática, un factor relevante al priorizar un área es delimitar el radio de cobertura de los impactos de un lugar contaminado. Según instituciones y experiencias en países vecinos (OPS/OMS - Ministerio de Salud de Brasil, 2007) y (Cuzcano Chumpitaz, 2001) en Perú, plantean que los lugares con contaminantes pueden causar implicaciones en la salud de las poblaciones ubicadas dentro de radios de distancia de 2 a 3 km, en el caso chileno, considera que al haber presencia de personas (independiente de su número) que den al suelo un uso residencial, en un radio igual o inferior a dos kilómetros, se le asignará una prioridad alta. Desde 2 a 3 kilómetros, se asignará mediana prioridad (Fundación Chile, 2012).

2.2.3 Herramienta de Inspección.

Para sistematizar la información cualitativa y cuantitativa recogida en etapas anteriores, se aplica una herramienta que permite organizar la información obtenida en etapa de gabinete y luego en terreno. La incorporación de una ficha de inspección es utilizada en diversas metodologías¹⁷; la permite guiar el reconocimiento inicial en el sitio potencialmente contaminado, indicando los elementos más significativos orientados a la búsqueda de riesgos. Según la metodología de (Fundación Chile, 2012), *“El principal objetivo de su utilización, es orientar la inspección de manera de recabar la información relativa a cómo se ha desarrollado una actividad potencialmente contaminante, e inferir, a nivel general, el impacto de ésta en su entorno”*.

Si bien, la metodología es en base a experiencias extranjeras, la gestión de sitios con potencial presencia de contaminantes presenta la dificultad que se debe adaptar a la realidad de cada país y cada región, como lo plantea la experiencia de la Organización Panamericana de la Salud (OPS)¹⁸. La alternativa que utilizan las experiencias revisadas, como el caso Mexicano que plantea Díaz-Barriga (1999), que adapta su metodología de la experiencia estadounidenses (usando como base la ATSDR y EPA) ó en el caso de la experiencia chilena de Fundación Chile, toma como referencia las experiencias de (INTEC – CETEBS (Brasil) – OPS (México) – SERNAGEOMIN (SERNAGEOMIN, 2007)).

¹⁷La Ficha empleada en este diagnóstico, corresponde a la “Ficha de Inspección de SPPC”, de la metodología de Fundación Chile del año 2012 (adaptada de la experiencia del Proyecto “Identificación Sistemática de Sitios Contaminados: Caso Piloto Quinta Región” (Fundación Chile, 2004)). Ésta metodología recoge las experiencias de diversas instituciones, las cuales a su vez, han recabado experiencias de metodologías y gestiones de diversas instituciones internacionales; como por ejemplo: la experiencia del CETEBS (CETEBS-GTZ, 1999), US EPA (fase de evaluación preliminar – PA *preliminar assessment*), México (Díaz-Barriga, 1999) y España (Junta de Residuos, 1998).

¹⁸En (Díaz-Barriga, 1999)

2.2.4 Evaluación de Riesgo.

El objetivo principal de la evaluación de riesgo, es la identificación y cuantificación de los riesgos para la salud humana, como resultado de una zona contaminada en la salud humana y la seguridad de la población, siendo prioridad por sobre los bienes. Aunque dependiendo de la situación, otros activos deben ser considerados, como los ecosistemas, la producción agrícola, edificios e instalaciones de infraestructura urbana (CETEBS-GTZ, 1999).

Para llevar a cabo los objetivos planteados anteriormente, las metodologías estudiadas centran sus etapas en las metodologías norteamericanas EPA y ATSDR¹⁹, de acuerdo a estas metodologías, los pasos a seguir son²⁰:

- Recopilación y evaluación de datos.
- Evaluación de Toxicidad.
- Evaluación de Exposición.
- Caracterización y Evaluación de Riesgos.

2.2.4.1 Recopilación y evaluación de datos.

Etapla fundamental en el proceso de gestión del riesgo, en la metodología de (Fundación Chile, 2012), esta etapa denominada “Investigación Preliminar”, se inicia con la recopilación de los antecedentes existentes y el levantamiento de información adicional sobre el Suelo con Potencial Presencia de Contaminantes SPPC, con la finalidad de minimizar los esfuerzos de terreno venideros y orientar mejor el proceso de evaluación sitio-específica, empleando a la vez el mínimo de recursos. En las metodologías consultadas se contempló una segunda etapa, una evaluación confirmatoria, la cual tiene por finalidad determinar si existe una contaminación significativa en el suelo en estudio.

Los objetivos de la Investigación Confirmatoria son:

- Determinar la concentración de los contaminantes existentes en el sitio y compararlos con valores de referencia (previamente establecidos) para determinar si existen indicios de contaminación significativa.
- Determinar la extensión de la contaminación.
- Recopilar datos para mejorar el modelo conceptual del SPPC en estudio.

¹⁹“La Agencia para el Registro de Sustancias Tóxicas y Enfermedades (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, ATSDR, 1992) se creó a través de la legislación en los Estados Unidos de Norteamérica – EUA (Acta de 1986 de Re-autorización y Enmiendas al “Superfund” del Acta integral de 1980 para Respuesta Ambiental, Compensación y Contingencias – CERCLA) con la misión de desarrollar actividades de Salud Pública, específicamente relacionadas con la exposición real o potencial a agentes peligrosos emitidos al ambiente.

En Estados Unidos, esta metodología ofrece subsidios para preparar una lista nacional de lugares prioritarios para la evaluación de riesgos. A partir de estas evaluaciones, la agencia también notifica a la Agencia de Protección Ambiental (United States Environmental Protection Agency – USEPA) que existe alguna amenaza para la salud pública en los lugares de bajo riesgo, de manera que esta pueda desarrollar alguna intervención para mitigar o prevenir la exposición y los efectos en la salud”. (OPS/OMS - Ministerio de Salud de Brasil, 2007)

²⁰(CETEBS-GTZ, 1999)

En la elaboración de este diagnóstico, no se contempló generar una investigación confirmatoria de la presencia de contaminación, debido a que escapa al conocimiento y finalidad de la metodología de análisis del potencial riesgo regional que se quiere emplear en la Región de O'Higgins.

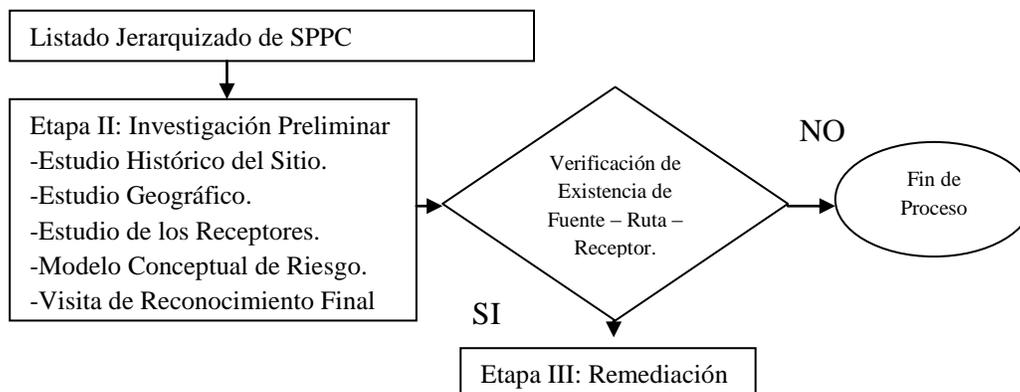


Ilustración 3: Extracto de Metodología de Evaluación Riesgo Etapa I, de Fundación Chile.

En la metodología brasileña²¹, esta etapa es denominada “Evaluación de la Información del Lugar”. Esta etapa incluye la descripción del lugar, los aspectos históricos, la evaluación preliminar de las preocupaciones de la comunidad, datos registrados sobre los efectos adversos para la salud, información demográfica, usos del suelo y de otros recursos naturales e información preliminar sobre la contaminación ambiental y sobre las rutas ambientales.

2.2.4.2 Evaluación de Toxicidad.

En lo que las metodologías analizadas difieren, es el objetivo final a conseguir, la remediación del sitio, a favor de un medio ambiente más limpio o directamente el bienestar de la población afectada por el sitio. En la evaluación de Toxicidad, va a depender del grado de importancia que se considere en esta etapa a la salud humana, la mayor preocupación por la exactitud de los datos catastrados o solo el análisis del sitio por la mera presencia de potenciales contaminantes.

2.2.4.3 Evaluación de Exposición.

Evaluados los contaminantes críticos, se estima la posibilidad que dichos contaminantes se encuentren o puedan estar presentes ahora o en el futuro, en algún componente ambiental y afectar al medio social. Este paso es importante para conocer los principios fisicoquímicos de cada sustancia. Como se explica en la experiencia de la OPS, “la evaluación de los

²¹Esta metodología se utiliza en el curso “Evaluación de Riesgos para la Salud Humana por exposición a residuos peligrosos: Experiencia Brasileira en la aplicación de la metodología de ATSDR”, promovido por la OPS/OMS, Ministerio de Salud de Brasil, a través de CGVAM (Secretaría de Vigilancia Ambiental) y UFRJ (Universidad Federal de Río de Janeiro). (OPS/OMS - Ministerio de Salud de Brasil, 2007)

mecanismos de transporte es muy importante para determinar la posibilidad de contaminación potencial más allá de las áreas muestreadas y define la necesidad de efectuar estudios adicionales de muestreo ambiental” (Díaz-Barriga, 1999).

En general, el transporte ambiental involucra los movimientos de gases, líquidos y partículas sólidas, dentro de un medio determinado y a través de interfaces entre aire, agua, sedimento, suelo, plantas y animales. Cuando una sustancia es emitida al ambiente, uno o más de los siguientes eventos pueden ocurrir:

Movimiento.	En agua, en sedimento suspendido, etc.
Transformación Física.	Volatilidad, lluvia, etc.
Transformación Química.	Fotólisis, hidrólisis, oxidación/reducción, etc.
Transformación Biológica.	Biodegradación, etc.
Acumulación en uno o más medios.	Incluyendo el medio originalmente contaminado.

Tabla 2: Efectos bio-físico-químicos de las sustancias contaminantes en el ambiente (Díaz-Barriga, 1999).

La metodología de la OPS, simplifica los mecanismos de transporte y el destino de los contaminantes en cuatro categorías básicas:

- 1. Emisión:** Es el escape o descarga de material contaminado desde la fuente.
- 2. Advección:** Representa la migración del contaminante en sentido del movimiento del medio (por ejemplo: migración en la dirección de la corriente de un arroyo, migración en la dirección de los vientos predominantes, migración por el lavado de los suelos por corrientes superficiales, etc.).
- 3. Dispersión:** Es la distribución de contaminantes en un líquido, gas o sólido debido a la colisión del contaminante con material presente en dichas fases.
- 4. Atenuación:** Es la disminución de la cantidad del contaminante en el medio ambiental por fenómenos de degradación ó de adsorción a elementos del propio medio.

Factores climáticos y físicos pueden afectar (acelerar, ralentizar o incluso detener) al transporte de los contaminantes a través del entorno, y en última instancia, hacer posible la exposición humana al (los) contaminante(s). La obtención de esta información, puede ayudar a determinar sí y cuán rápido los contaminantes puedan llegar a los puntos de posible exposición. Por ejemplo, las precipitaciones, la topografía, la hidrología, la hidrogeología y el tipo de suelo, indican cuán rápido los contaminantes solubles en agua entran al agua subterránea, mientras que la temperatura y otros factores afectan cuándo y con qué rapidez los contaminantes se volatilizan en el aire(ATSDR, 2005).

Cada sitio es único y debe ser evaluado a fin de determinar las características que podrían incrementar o disminuir la migración de los contaminantes de importancia, así se especifica en la metodología del OPS(Díaz-Barriga, 1999) y en todas las metodologías que basan sus esfuerzos en evaluar la exposición de los contaminantes. En este sentido, el paradigma base de la gestión de riesgos, la visión de la ATSDR, plantea una visión general de estas

características (o factores clave) que afectan a los sitios, los que se presentan a continuación²²:

- **Índice de Precipitación Anual:** Útil para determinar: la cantidad de arrastre de suelo por corrientes superficiales, los promedios de recarga de acuífero y/o el contenido de humedad en suelos. Un alto índice anual de precipitación en un sitio contaminado con un contaminante muy hidrosoluble, ocasionaría una importante migración. Además, la precipitación es un fenómeno de atenuación para el aire, ya que remueve las partículas y vapores solubles de la atmósfera.
- **Condiciones de Temperatura:** Afectan el índice de volatilidad de los contaminantes. Sumado a esto, la temperatura terrestre también afecta el movimiento de los contaminantes. Por ejemplo, una zona congelada retarda el movimiento.
- **Velocidad y Dirección de los Vientos:** Influyen en el índice de generación de polvos fugitivos. Durante los periodos de estabilidad atmosférica, la sedimentación gravitacional actuará para re-depositar las partículas o gotas suspendidas.
- **Características Geomorfológicas:** Juegan un rol muy importante en la velocidad de las corrientes de agua, el volumen y el índice de arrastre de suelo por corrientes superficiales ó por fenómenos de erosión.
- **Características Hidrogeológicas:** Los tipos y la localización de acuíferos, son importantes para determinar el peligro que el sitio representa para las fuentes de agua potable.
- **Canales de Aguas Superficiales:** Los canales y sus crecidas cerca del sitio también pueden afectar la magnitud de la migración de los contaminantes.
- **Características del Suelo:** Deben considerarse los siguientes parámetros: configuración, composición, porosidad, permeabilidad, capacidad de intercambio catiónico y cubierta vegetal. Estos influyen en los índices de percolación, recarga de acuíferos, lixiviado de contaminantes y transporte.
- **Flora y Fauna:** La flora y fauna pueden ser usadas por el hombre como fuente alimenticia, y por lo tanto, de esta manera se facilitaría la exposición humana.

²²Parte de la información pertinente, suele documentarse en la investigación de informes ya realizados por la EPA y otras agencias reguladoras(ATSDR, 2005).

- **Obras Públicas:** Las alcantarillas o los canales de drenaje pueden facilitar el movimiento de contaminantes. Asimismo, un pozo mal construido puede causar contaminación entre acuíferos.

2.2.4.4 Caracterización y Evaluación de Riesgos.

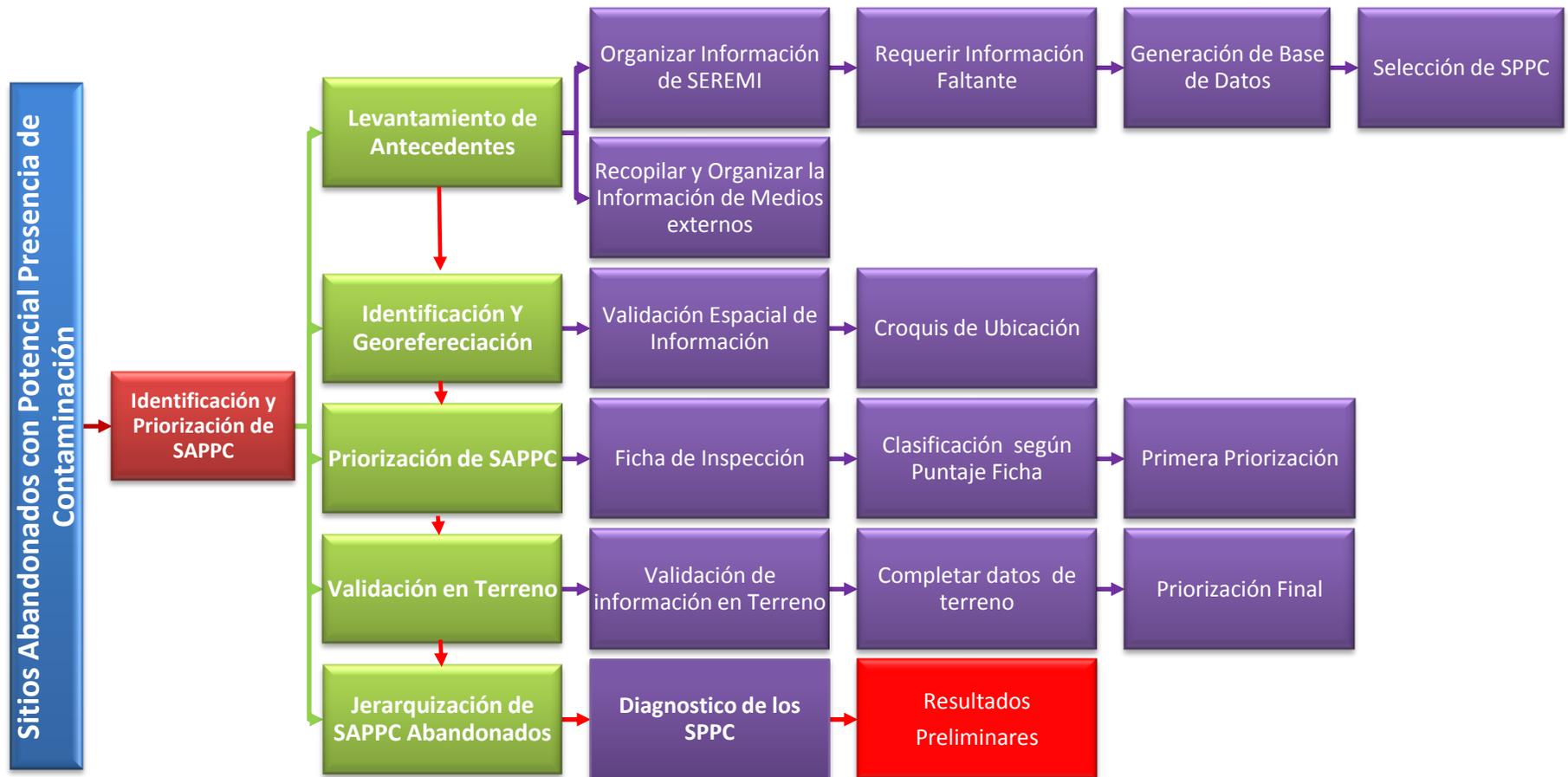
Caracterización del riesgo integra todos los datos obtenidos en las etapas anteriores, con el objetivo de cuantificar el riesgo. La existencia y las concentraciones potenciales de contaminantes, se compara con información toxicológica específica para cada contaminante de interés. Esta comparación sirve para determinar los niveles de contaminación presente o a futuro de la zona, y si esta puede producir efectos adversos para la salud humana y el medio ambiente, de acuerdo con los índices toxicológicos utilizados (CETEBS-GTZ, 1999). La metodología de evaluación de riesgos en áreas contaminadas es un procedimiento técnicamente defendible y conceptualmente sostenible para determinar las posibilidades de aparición de efectos adversos en la salud humana derivados de la exposición a sustancias peligrosas zonas contaminadas. La necesidad de realización para un área contaminada, se asocia principalmente los siguientes aspectos:

- Protección de la salud humana;
- La determinación del nivel de la remediación ambiental requerida;
- Establecimiento de metas de remediación;
- Evaluación de la viabilidad técnica de remediación;
- Determinación de los beneficios asociados con el proceso de remediación;
- Priorización de las áreas contaminadas;
- Priorización de la asignación de recursos;
- Gestión Ambiental Integrada.

Capítulo III

3. Marco Metodológico.

3.1 Objetivos y actividades aplicadas en la metodología de la etapa I, “Identificación y Priorización de SAPPC”.



Esquema 1: Planificación de Trabajo - Metodología de Diagnóstico – Elaboración Propia

Los objetivos específicos de esta primera etapa, contemplaron una serie de actividades que ayudaron a realizar los resultados esperados para cada objetivo. Los objetivos específicos fueron:

- 1. Levantamiento de Antecedentes.**
- 2. Identificación y Georeferenciación.**
- 3. Priorización de SPPC.**
- 4. Validación en Terreno.**
- 5. Jerarquización de SPPC Abandonados.**

3.1.1 Levantamiento de Antecedentes.

Contempló la recopilación de todas las fuentes de información disponibles sobre potenciales contaminantes; toda clase de informes, oficios, información estadística, cartográfica, resoluciones de calificación ambiental (RCA) y resoluciones sanitarias que mencionaron actividades o sucesos con potencial contaminante de la Región. Para esto, se solicitó y consultó información en los siguientes organismos:

3.1.1.1 Organismos Públicos Consultados:

- SEREMI de Medio Ambiente VI Región.
- SEREMI de Salud VI Región.
- SEREMI de Bienes Nacionales VI Región.
- Gobierno Regional de O'Higgins.
- Municipalidades de la Región.
- Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN).
- Instituto Nacional de Estadísticas (INE).
- Servicio de Evaluación Ambiental.
- Superintendencia de Servicios Sanitarios.
- CODELCO.
- Dirección General de Aguas DGA.
- Estudio de Vertederos Abandonados SEREMI MMA VI (Ingeniería Ambiental).
- CONAF.

3.1.1.2 Instituciones Privadas:

- Sitios Web de diversas empresas que se localizan en la región.

El resultado principal de este primer objetivo, fue obtener una primera lista con Sitios Abandonados con Potencial Presencia de Contaminantes (SAPPC). Se obtuvo una lista preliminar de 152 sitios en la región.

3.2 Identificación y Georeferenciación.

Se georeferenció cada SAPPC con la información existente, en los casos que no existía la información de la ubicación exacta del sitio, se usó información secundaria, como la

cercanía a áreas pobladas, industriales y por último fotointerpretación de las imágenes satelitales, hasta encontrar un sitio que cumpliera con las características del SAPPC.

La importancia de la georeferenciación de los SAPPCC, fue la posibilidad de procesar e integrar gran cantidad de información en los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y definir el área de cada sitio.

3.3 Priorización de Suelos Abandonados con Potencial Presencia de Contaminantes - SAPPCC.

Para la realización de esta etapa, fue importante usar la “Ficha de Inspección de SAPPCC”, elaborada por la Fundación Chile²³. Esta corresponde a una adaptación de fichas elaboradas de muchas experiencias internacionales²⁴.

Para la elaboración de este diagnóstico, se modificó la ficha, en consideración a la característica de **Pasivo Ambiental** y **Abandonado** que tenían los sitios seleccionados que se diagnosticaron.

En la Ficha se consideró el levantamiento de información general y específica de los SAPPCC, parte de esta información se levantó en gabinete y otra en terreno, en las visitas de inspección. Debido a la diversidad de las fuentes de información disponible de cada SPPC, no fue posible establecer a priori, que secciones de la Ficha podrían ser llenadas en forma previa a la inspección, y cuales fueron completadas posteriormente en terreno. Esto dependió de cada sitio en particular, ya que algunos correspondían a SAPPCC investigados previamente, en el que habían realizado estudios, ya sea universidades, organismos públicos, ONG's u organismos privados, o bien se trató de SAPPCC nunca antes identificados o investigados.

El llenado de la ficha contempló 3 fases:

La primera consistió en la recopilación en gabinete, de la mayor cantidad de información posible relativa al SAPPCC, se generó el primer cálculo de puntaje y la primera priorización de los sitios.

La segunda correspondió a la realización de la visita de inspección en terreno, con el fin de corroborar la información con la que hasta ese momento se contaba y para levantar información adicional.

En **la tercera** etapa y final, en gabinete, fue necesario revisar toda la información con la que se contaba, cotejar los antecedentes, recopilar aquellos que faltaron y proceder finalmente al llenado de todos los campos y al cálculo final del puntaje.

²³ Guía Metodológica para la gestión de Suelos con potencial Presencia de Contaminantes (Fundación Chile, 2012).

²⁴ Elaborada a partir de la experiencia del CETEBS de Brasil (1999), US EPA (Fase de evaluación preliminar – PA preliminar assessment, México (Díaz Barriga, 1999) y España (Junta de Residuos, 1998).

Los antecedentes que, en lo posible, fueron recabados previamente a la inspección, son:

- Las actividades productivas que se han desarrollado en el SAPPC y que hacen suponer la potencial presencia de contaminación. Es importante conocer a nivel general los procesos involucrados en la actividad productiva y los contaminantes asociados a la actividad.
- El medio físico en el que se emplaza el SAPPC, como la presencia de cursos de agua superficial, la existencia de agua subterránea, de áreas de protección, entre otra información relevante.
- La presencia de potenciales receptores que pudieran verse expuestos a la contaminación, como poblados cercanos, o actividades productivas que se desarrollan en el SAPPC o en sus inmediaciones (la presencia de actividades recreacionales, agropecuarias, pesqueras, entre otras).
- Ubicación detallada de las instalaciones presentes en el SAPPC; para esto, es deseable contar con croquis de ubicación del SAPPC.

3.3.1 Sobre el llenado de la ficha²⁵.

A continuación se describirá cada ítem de la ficha:

3.3.1.1 Información General.

Este ítem, permitió recopilar antecedentes globales de la empresa o terreno que sirvieron para tener una primera aproximación de la situación que se estaba evaluando. Parte de la información se llenó en gabinete y luego fue validada en terreno, debido a que algunos de los antecedentes que deben registrarse ya eran conocidos.

La información general se encuentra subdividida en cuatro secciones:

A. Identificación del SPPC:

- Nombre del SPPC: Nombre con el que es conocido el sitio, el nombre de la empresa que realizaba operaciones, o en caso de no poseer información algún topónimo del lugar.
- Otros nombres asignados al SPPC: Nombre alternativo o mencionado en terreno que identifique de igual forma al sitio estudiado.
- Nombre de la Empresa: Nombre de la empresa o actividad productiva que se emplazó en el lugar.
- Dirección: Siempre que sea conocida, de lo contrario una ubicación relativa del lugar.
- Comuna: Comuna respectiva
- Coordenadas: El datum usado será WGS 84 HUSO 19S

B. Información de la Inspección: Esta sección permitió generar un registro temporal y nominativo de la aplicación de la Ficha, ya que consideró la inclusión de la Fecha de

²⁵Como es explicado anteriormente, la ficha realizada por Fundación Chile será modificada para satisfacer las necesidades de este diagnóstico.

inspección y de los datos de los evaluadores (Nombre, Institución, Cargo, Correo electrónico y Fono).

- C. Información de los Entrevistados: El éxito de la aplicación de la Ficha, muchas veces depende de la presencia de alguien que conozca el terreno y/o de las actividades productivas que se desarrollaron en el SAPPC, mientras se realiza la inspección. La presencia de un entrevistado con estos conocimientos es deseable, dado que permite recabar antecedentes con mayor facilidad e incluso recopilar algunos que de otra forma no son posibles de conocer. Debe tenerse en cuenta que en los SAPPCC, la presencia de un entrevistado no siempre es posible, no obstante debe hacerse el intento por conseguir al menos uno que participe en la inspección.
- D. Características Generales del SAPPCC: Esta sección recopiló los antecedentes generales de la empresa para conocer su historia, y el desarrollo de su actividad productiva habitual y/o de las actividades generadas en el pasado.

De acuerdo a lo anterior, en esta sección se registró la siguiente información:

Tipo de propiedad	(Fiscal o privada) y si esa propiedad se considera un Área Protegida.
Nombre del(los) propietarios	(Persona natural, sociedad u otro).
Área aproximada del SAPPCC	(En unidades de hectáreas): En el caso SAPPCC, los límites pueden estar dados por la propiedad, o por consideraciones geográficas. Para ello, se tomó en cuenta las divisorias de agua como posibles límites (micro cuencas o quebradas), o bien alguna barrera natural o artificial, tales como cerros, afloramientos rocosos, caminos, vía férrea, entre otros. Para efectos de calcular el área en los Sitios Abandonados, se usó el software Google Earth.
Estatus del SAPPCC	Corresponde al estado de inactivo o activo y desde que año.
Descripción general de la(s) actividad(es) productiva(s) que se han desarrollado	En el SAPPCC, identificando las etapas principales del (los) proceso(s).
Identificación de instalaciones existentes	La existencia de instalaciones en sitios abandonados, confirmaría las sospechas de la presencia de actividades en los sitios, pero fue difícil hallar instalaciones en sitios que han sido abandonados hace muchos años.
Existencia de denuncias, inspecciones, accidentes y/o derrames	El objetivo fue recabar antecedentes sobre eventos que hayan marcado algún tipo de irregularidad durante el proceso productivo de la empresa, y conocer si estos eventos pudieron haber provocado un impacto negativo en el entorno.

3.3.1.2 Información de la Actividad Industrial.

Este ítem permite identificar y describir las actividades industriales que se desarrollaron en el SAPPC y sus respectivos procesos potencialmente contaminantes.

A. Proceso Productivo Potencialmente Contaminante:

Se incorporó información relativa al tipo de actividad(es) que se ha(n) desarrollado en el SAPPC, esto en términos generales (por ejemplo, actividad minera asociada a la extracción de minerales o la fundición de los mismos, disposición de residuos no autorizada (basural), entre otras actividades).

También se Identificaron el(los) proceso(s) industrial(es) potencialmente contaminante(s), para lo cual la Ficha, a modo de orientación, incorpora un listado de procesos, aun cuando se permite también incorporar alguno que no esté contenido en el listado.

Y finalmente, se Identificó y describió el o los procesos productivos que poseyeron una mayor probabilidad de ser considerados una Fuente Sospechosa Contaminación, de acuerdo a los antecedentes antes levantados y a lo observado en la inspección.

3.3.1.3 Información Específica de la(s) Potencial(es) Fuente(s) de Contaminación:

En este ítem, se describió a un nivel más específico la(s) potencial(es) fuente(s) de contaminación, sus procesos relacionados y sus derivados. Es posible que en un SAPPC de gran extensión exista más de una potencial fuente de contaminación, aún cuando se prevé que en los SAPPC abandonados sea poco común.

Es importante tener presente, que una potencial fuente de contaminación puede ser un proceso productivo específico, que tiene el potencial de afectar un componente ambiental (fuente primaria), o también puede ser un componente ambiental ya afectado por la presencia de contaminantes que tiene el potencial de afectar a otros componentes ambientales y/o directamente a un receptor (fuente secundaria).

A. Respecto a la(s) Potencial(es) Fuente(s) de Contaminación.

- **Nombre de la(s) potencial(es) fuente(s) de contaminación:** En caso de ser todo el sitio la fuente de contaminación como en un basural, no se llenaría esta información, pero si la fuente se encuentra contenida en alguna parte del sitio, como en faenas mineras o industriales, es necesario especificar las **Coordenadas** del punto central de la potenciales fuentes de contaminación.

B. Respecto de los Materiales Utilizados o Generados en la(s) Fuente(s) de Contaminación:

En esta sección, se debe señalar toda aquella información que tenga relación con los materiales utilizados o generados en la(s) fuente(s) de contaminación identificada(s), como por ejemplo:

- Materias primas e Insumos, recursos y materiales, a partir de los cuales se han obtenido el(los) producto(s).
- Los productos/subproductos (bienes producidos o elaborados)
- Los residuos (todo material de desecho) derivados del (los) proceso(s).

Se debe establecer si alguna de las sustancias identificadas se considera un **Residuo Peligroso**, una **Sustancia peligrosa o un Plaguicida** de uso agrícola (de acuerdo a las normativas D.S. 148²⁶, NCh 382²⁷ y D.L. 20.275²⁸ respectivamente).

La verificación de (D.S. 148 y D.S. 78²⁹), solo se aplicaría en SPPC activos.

- **Cumplimiento de instrumentos de gestión y normativos**, por ejemplo, señalar la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) correspondiente, en caso que la empresa haya presentado un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) o Declaración de Impacto Ambiental (DIA), o verificar si se cumple con algún permiso sectorial relevante relativo a la antigua actividad productiva específica.

B. Sospecha de Fuente(s) Contaminante(s):

- **Sospecha de Fuente(s) Contaminante(s)** que podrían aclarar la sospecha de contaminación que recae sobre el sitio estudiado. Se debe justificar este hecho en cada caso.

Además se deben señalar, en caso de sospecha, los grupos de contaminantes que podrían estar presentes en el SPPC (Metales y Metaloides - Sales Inorgánicas - Agroquímicos no COP's - Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP's) - Hidrocarburos (HC) y Aceites Minerales).

²⁶ D.S 148: Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos : Este Reglamento establece las condiciones sanitarias y de seguridad mínimas a que deberá someterse la generación, tenencia, almacenamiento, transporte, tratamiento, reuso, reciclaje, disposición final y otras formas de eliminación de los residuos peligrosos.

²⁷NCh 382: Esta norma establece una terminología y una clasificación general de las sustancias peligrosas; incluye, además, un listado general de las sustancias que se consideran peligrosas, con información respecto al riesgo que presentan, según su Clase.

²⁸ D.L N° 20.275: Modifica el decreto ley N° 3557, de 1981, que establece disposiciones para la protección agrícola, con el objeto de corregir la falsedad en la información declarada.

²⁹ D.S 78: Reglamento de Almacenamiento de Sustancias Peligrosas: Este Reglamento se aplica al almacenamiento de sustancias peligrosas. Se entiende por sustancias peligrosas las señaladas por la NCh 382 Of. 2004.

En esta sección, se generó el primer puntaje de esta Ficha. El puntaje máximo es **1 punto**:

1. Si no existe sospecha, se asigna un valor de **0**
2. Si existe sospecha de fuente(s) contaminante (s), se asigna un valor de **0,5**.
3. Cada grupo de contaminantes señalados en la Ficha, tienen asociado un valor estándar de **0,1**, los cuales deben ser adicionados en forma consecutiva de acuerdo al(los) grupo(s) de contaminantes que se encuentre(n) en el SAPPC.

A modo de ejemplo, si en un SAPPC existe la sospecha de una fuente contaminante (se asigna valor de 0,5), y se presume que podría estar liberando tres grupos de contaminantes: Metales y Metaloides (valor 0,1), Agroquímicos no COP's (valor 0,1) e hidrocarburos (0,1), en este caso este ítem tendría asociado un puntaje de **0,8**.

Este puntaje, indica la necesidad de continuar con el proceso investigativo, y por ende con la aplicación de la Ficha de Inspección de SPPC, y además servirá para el cálculo del puntaje final, que se encuentra en el último ítem de la Ficha de Inspección.

Según la ficha empleada por (Fundación Chile, 2012), en la que se basa este diagnóstico, si la suma de los puntajes da 0 (cero), se debería descartar el SPPC. Pero en el caso de sitios abandonados, como basurales clandestinos, es necesario recabar más información antes de descartar el sitio, porque no se asocia la sospecha a algún contaminante. En la última revisión de antecedentes, se debiera descartar el sitio si no mantiene sospecha.

3.3.1.4 Información Específica de la(s) Ruta(s) de Exposición.

Este ítem, incorporó el levantamiento de antecedentes referidos a los Componentes Ambientales que pudiesen estar siendo afectados por la potencial fuente de contaminación y, que por tanto podrían constituir vías de transporte de los contaminantes hacia los receptores. Incorpora las rutas de exposición: Suelo, Agua Subterránea, Agua Superficial, Aire y Otras rutas de Exposición.

En esta etapa, se generó el segundo puntaje parcial de la Ficha de Inspección, debido a que se otorga un valor a cada una de las rutas de exposición identificadas.

A. Ruta de Exposición Suelo: Esta sección incorporó información relativa al (los) **Uso(s) anterior(es) del terreno**, así se contó con evidencia sobre la existencia de **Suelo potencialmente impactado** y su área. También se incorporó la información de la presencia de **Suelo con recubrimiento impermeable** (losa, pavimento, estabilizante u otro recubrimiento que permita proteger el suelo) y su porcentaje respecto del total del área evaluada, a la presencia de **Suelo erosionado** y su porcentaje respecto del total del área evaluada.

B. Ruta de Exposición Agua Subterránea: Esta sección reunió información relativa a la **presencia de agua subterránea** en el SAPPC, su **profundidad** y **cómo fue establecida** (a través de la medición de un pozo cercano, mapas o consulta local). Además, se verificó la existencia de **pozos de extracción de agua subterránea**, su **distancia** al sitio en estudio y el **uso** que se le da al agua (si es agua potable, para riego, uso recreacional, industrial, no aplica u otro).

C. Ruta de Exposición Agua Superficial: En relación al agua superficial, se señaló si existió tal, y cuál fue la **distancia al curso de agua superficial más cercano** (en metros); se especificó el **Tipo de cuerpo de agua** (si es un río, lago, laguna, embalse, canal u otro); y se identificó el **Uso del agua superficial** (agua potable, riego, recreacional, industrial, no aplica, otro).

D. Ruta de Exposición Aire: En relación a la contaminación del aire, se señala si existió sospechas de emisiones al aire provenientes de la(s) fuente(s) contaminante(s), y si éstas correspondieron a Material Particulado (MP) y/o Gases de Efecto Invernadero (GEI). Además, si es posible, se debe detallar el tipo de MP (MPS, MP10, MP 2,5 u otros) y de gases (COV's, SO₂, NO_x, CH₄, CO₂, entre otros).

En el caso de los sitios abandonados identificados, fue difícil encontrar ejemplos que presenten transporte de contaminantes por aire, debido a la inactividad de sus procesos. También debido a la antigüedad de estos procesos, si se encontraban al aire libre, la vegetación estabilizó las áreas descubiertas, que eran más susceptibles a entregar carga de material contaminante a la atmosfera. Pero dada las actividades antiguas realizadas en el sitio, se pudo sospechar que todavía se generan emisiones de gases, por ejemplo en el caso de vertederos abandonados y la emisión de GEI.

E. Otras Potenciales Rutas de Exposición: Esta sección de la Ficha, permitió identificar e incluir otras actividades que se desarrollan en el área de influencia del terreno investigado y que pudieron ser un medio de exposición de la contaminación hacia algún receptor. Se deberá verificar si existen **Actividades Agrícolas, Pesqueras, Pecuarias u Otras**.

F. Resumen de las Rutas de Exposición Identificadas: En esta sección resumen, se indicó cada uno de los medios potencialmente impactados, a partir de los cuales se calculó el segundo puntaje de la Ficha, en base a la metodología seguida (Fundación Chile, 2012).

El puntaje máximo de esta sección es **1 punto** y está distribuido según el nivel de exposición preliminar que se estima a partir de cada uno de los medios potencialmente impactados:

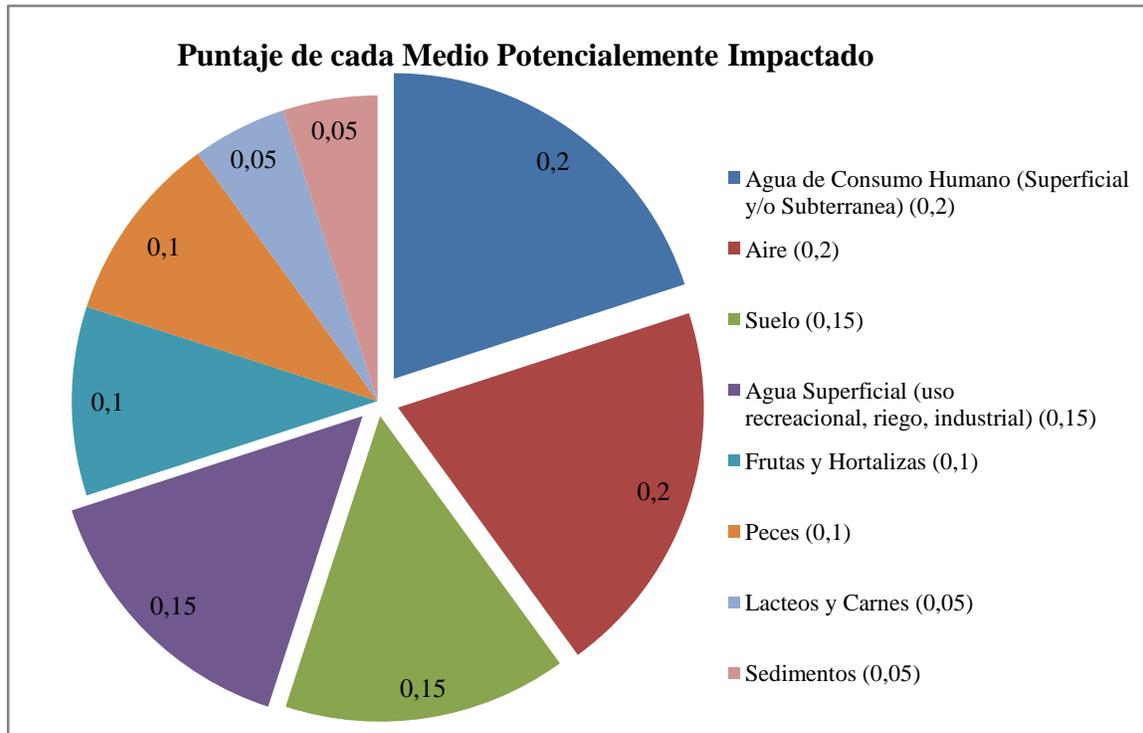


Gráfico 1: Ponderación de los medios potencialmente impactados - Segundo Puntaje de Ficha

3.3.1.5 Información Específica de los Potenciales Receptores Expuestos.

La información específica de los receptores, tiene relación con las personas que residen o desarrollan una actividad en las cercanías de la(s) fuente(s) potencialmente contaminante(s) y la información general relativa a los receptores ecológicos.

Esta etapa otorga el tercer puntaje de la Ficha de Inspección, se asignó un valor a los receptores (población humana) que pudiesen verse afectados por la potencial contaminación, ya sea porque residen o trabajan en el SPPC o en sus cercanías. Esto se calculó en base a la distancia y a la cantidad de población expuesta.

A. Receptores: Actividades Desarrolladas en las Cercanías: Se indicó la “Accesibilidad de personas al suelo en estudio” y la “Presencia de población humana potencialmente expuesta”. En el caso de que existan residentes, se debe indicar:

- Nombre del poblado,
- Distancia a la fuente potencial de contaminación,
- Número aproximado de habitantes,

En el caso de que existan trabajadores, se debe indicar la “Actividad que desarrollan”, la “Distancia al sitio”, el “Número aproximado de trabajadores”, su “Jornada laboral” y el “Equipo de protección personal que emplean”. En el caso de este diagnóstico, lo más cercano a esta información fue encontrarse con trabajadores en calidad de cuidadores del sitio, en faenas productivas paralizadas.

No siendo el caso para los sitios en este diagnóstico, se debe efectuar una descripción de información sobre sintomatologías (si existiese) o enfermedades laborales asociadas a la potencial fuente de contaminación.

Finalmente, se incorporó información relativa a la presencia de al menos una especie vegetal o animal en alguna categoría de conservación, información de áreas protegidas por parte del Estado y/o de ecosistemas de alta relevancia por la función ambiental o servicio ecosistémico que prestan.

B. Resumen de las Rutas de Exposición Identificadas: en esta sección se indicó la existencia de receptores potencialmente impactados, a partir del cual, se calculó el tercer puntaje de la Ficha. Este último solo tiene relación con los receptores humanos, los receptores ecológicos por el momento no tienen asignado un puntaje.

El puntaje máximo de esta sección es 1 punto, y está dado por la distancia de los receptores humanos más cercanos y la cantidad total de población humana potencialmente afectada, de acuerdo a lo siguiente:

Distancia Personas Expuestas	Puntaje
0 – 1,5 km	0.6
1,5 – 3 km	0.4

Cantidad de Personas Expuestas	Puntaje
> 100.000	0.4
100.000 – 10.000	0.3
10.000 – 1000	0.2
<1.000	0.1

3.3.1.6 Esquemas.

En este ítem se incluyó un croquis de ubicación y se completó gráficamente la información relativa a fuentes, rutas y receptores identificados en los SAPPCC y también se desarrolló una tabla resumen para orientar la elaboración del modelo conceptual preliminar.

- **Croquis Esquemático:** Se efectuó un bosquejo en el que se indicaba para cada SAPPCC, la fuente de contaminación, las vías de exposición y los receptores o bienes a proteger.
- **Croquis de Ubicación:** En esta investigación, se incluyó un croquis de ubicación espacial que muestra al sitio y a su entorno, se usó una imagen de Google Earth para facilitar la búsqueda de los sitios en terreno.

- **Modelo Conceptual Preliminar:** Se señalaron la(s) fuente(s) de contaminación, el (los) medio(s) ambiental(es) potencialmente contaminado(s), la(s) vías de exposición (formas de contacto con el receptor según el medio donde esté el contaminante) y los receptores.

3.3.1.7 Fuente (s) de Información.

En este ítem, se incluyó las fuentes de información utilizadas en el levantamiento de información del SAPPC de interés.

3.3.1.8 Puntaje de la Ficha.

Esta última etapa, correspondió a un resumen de toda la información recopilada en las secciones 3.11, 3.12, 4.14 y 5.2 de la Ficha de Inspección.

Para el cálculo final del puntaje, se consideró el producto de las sumatorias de la **Fuente (F)**, **Ruta de Exposición (Ru)** y **Receptor (Re)**. Luego de calcularse el producto de estos factores, se debió multiplicarse por 100 y dividirse por 3 (puntaje máximo). El valor final del cálculo, permitió asignar una magnitud al SAPPC priorizado en forma de porcentaje, que se relacionó con el riesgo potencial para la salud humana. Todos aquellos SPPC que arrojen un puntaje distinto de 0, se recomienda que no se dejen de monitorear y se tomen en cuenta en la elaboración de futuros diagnósticos.

Cabe mencionar, que los campos que inciden en el puntaje se consideran obligatorios de llenar. El resto de los campos es recomendable que sean completados, debido a que permiten el levantamiento de información adicional, relevante de considerar y analizar. En caso que se constate una falta importante de información, se recomienda ir nuevamente a la etapa de recopilación de información.

Por otra parte, y para interpretar cada uno de los ítems nombrados anteriormente, se debe considerar lo siguiente:

- El puntaje máximo será de 100% (cuando se obtenga el máximo de 3 puntos).
- Para poder definir un listado jerarquizado de SPPC, se considerará el siguiente criterio:

Puntaje	Descripción
0 – 30%	Baja Jerarquía
30 – 60%	Mediana Jerarquía
60 – 100%	Alta Jerarquía

Lo anterior, permitirá focalizar los esfuerzos en aquellos SPPC que ponderen un mayor porcentaje (alta jerarquía), y que requieran necesariamente continuar con las investigaciones sitio-específicas.

3.3.2 Clasificación según Puntaje Ficha.

Así se logró obtener una primera clasificación de sitios, recopilando toda la información en gabinete, para tener un panorama claro de los sitios que clasifican como Sitios Abandonados y cuales necesitan validar información en terreno.

3.3.3 Primera Priorización.

De esta forma, se obtuvo una cantidad de sitios que según su clasificación, se dividen en **Baja, Mediana y Alta Jerarquía**. Para la siguiente etapa de terreno, se hizo énfasis en los sitios de **Mediana y Alta Jerarquía**. Hubo casos de diferencias en la información recopilada entre estas etapas, en estos casos, los puntajes de alta jerarquía se vieron afectados en la priorización final.

3.3.4 Validación en Terreno.

Este objetivo fue fundamental al momento de validar la información recopilada en las etapas anteriores, donde en su mayoría no se tenía información obtenida del lugar mismo y se remitía a datos entregados por terceros.

Para facilitar la logística del terreno, se dividió la región en 6 macro zonas, según los sitios identificados en los primeros dos objetivos del diagnóstico³⁰.

Zona Rancagua: Abarcando los sitios de las siguientes comunas,

- Rancagua.
- Requínoa.

Zona Rengo: Abarcando los sitios de las siguientes comunas,

- Rengo.
- Malloa.

Zona Cardenal Caro: Abarcando los sitios de las siguientes comunas,

- Paredones.
- Pichilemu.
- Marchigüe.
- La Estrella.
- Litueche.
- Navidad.

³⁰ Correspondiente a los objetivos de Levantamiento de información y de Identificación y Georeferenciación.

Zona Colchagua: Abarcando los sitios de las siguientes comunas,

- Chépica.
- Placilla.
- Lolol.
- Pumanque.
- Palmilla.
- Peralillo.
- Chimbarongo.

Zona San Vicente: Abarcando los sitios de las siguientes comunas,

- Coltauco.
- Las Cabras.
- San Vicente.
- Pichidegua.

Zona Cordillera: Abarcando los sitios de las siguientes comunas,

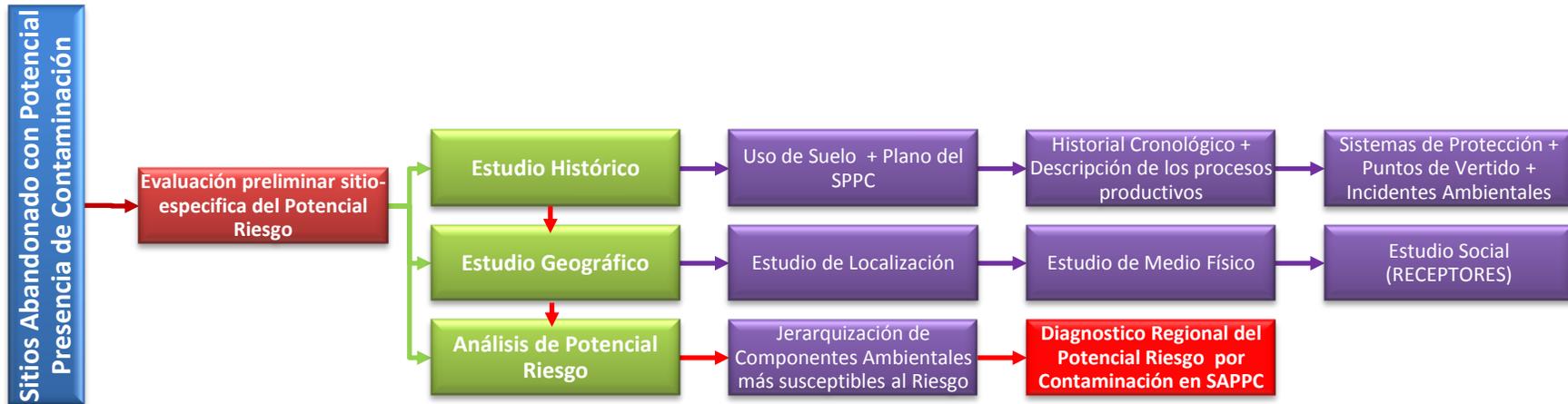
- Rengo.
- Machalí.

La aplicación de la ficha y la realización de entrevistas, fue clave para comparar información y agregar datos nuevos. Una vez realizada la visita a terreno y completada la ficha del SPPC, fue posible generar una priorización final.

3.3.5 Jerarquización de SPPC.

La finalidad de este último objetivo de la Etapa I, fue ordenar los sitios catastrados según el mayor o menor riesgo que genere su potencial contaminación en los componentes ambientales y humanos de la Región. Este paso, depuró la información de los sitios catastrados, con la finalidad de realizar un análisis más detallado de los sitios con mayor riesgo potencial y plantear resultados más cercanos a la realidad regional, del estado del riesgo, que presentan los Sitio Abandonados con Potencial Presencia de Contaminantes.

3.4 Objetivos y actividades aplicadas en la metodología de la etapa II, “Evaluación Preliminar de Riesgo”.



Esquema 2: Planificación de Trabajo - Evaluación Preliminar de Riesgo – Elaboración Propia

El proceso de Evaluación Sitio Específica de Riesgo de Suelos Abandonados con Potencial Presencia de Contaminantes (SAPPC), se orientó a la investigación de los sitios jerarquizados con un mayor grado de profundidad, para lograr de esta manera, un estado casi confirmatorio del potencial riesgo por contaminación.

La investigación preliminar es un proceso consecutivo, éste se inicia con el levantamiento, análisis, caracterización y jerarquización de la información, en la Etapa I. Luego, seleccionando aquellos sitios con mayor jerarquización, en la segunda etapa se realiza el diagnóstico cualitativo de estos sitios, más completo y preciso. De esta forma, se valida la potencial presencia de algún contaminante en el sitio, para posteriormente usar estos datos como base de una matriz de riesgo, que confirmará la probabilidad de ocurrencia de riesgo por contaminación.

Tal como se menciona en el marco teórico (*Ilustración 3*), las metodologías consultadas emplean diferentes actividades para validar la información obtenida. En este estudio se tomó fragmentos, principalmente de la metodología de la Fundación Chile (2012) y del manejo de riesgos del CETEBS (1999), para llevar a cabo las siguientes actividades y dar cumplimiento a esta etapa:

3.5 Estudio Histórico.

Consistió en la recopilación relativa a la actividad actual o histórica desarrollada en la zona próxima al sitio, considerando la localización del SAPPC en su entorno regional y local; el estudio de la evolución de los usos suelos, del área y entorno; y la descripción de las condiciones actuales.

La función del estudio histórico en este diagnóstico, en términos generales sirvió para:

- Confirmar indicios previos que hacen sospechar la presencia de contaminantes.
- Acotar el área de estudio y muestreo.
- Conocer la naturaleza de los posibles contaminantes.

La información que se consideró en la recopilación de antecedentes históricos fue:

- Usos del suelo: Actividades productivas, evolución y situación del sector que permitió la detección de cambios en el uso del suelo; permisos/licencias de ejecución de actividades económicas; uso de acuerdo a instrumentos de planificación territorial; propietarios anteriores y actuales; características y uso del suelo aledaño; entre otros.
- Plano del suelo con potencial presencia de contaminantes: Localización de edificios e instalaciones actuales y pasadas a nivel superficial y subterráneo; localización de redes de abastecimiento; superficie de la zona ocupada; material y estructura de construcción de edificios e instalaciones, entre otras.
- Historial cronológico del terreno: Períodos en los que se desarrollaron las actividades productivas y el respectivo uso/ vertido/disposición de materias primas y residuos.
- Descripción de los procesos productivos más relevantes: Diagramas de flujo, productos y residuos.

- Materias primas y residuos: Tipos, estado físico, composición química, toxicidad, cantidades, procedencia, forma de almacenamiento o disposición, entre otras. Localización en el plano, a nivel superficial y subterráneo, e indicación de las medidas de protección ambiental aplicadas.
- Sistemas de protección medioambiental: Zonas pavimentadas, drenajes, zanjas, entre otras.
- Puntos de vertido: Al alcantarillado, al cauce superficial o infiltración a napa subterránea.
- Antecedentes de incidentes ambientales: Derrames, vertidos, accidentes, denuncias, inspecciones anteriores, entre otros.

3.6 Estudio Geográfico.

Comprendió el análisis de la localización, el medio físico y los receptores humanos:

3.6.1 Estudio de Localización: Consideró la información relativa a la localización de los SAPPCC seleccionados. Fue primordial el uso de cartografía en esta etapa, indicando la localización exacta de la zona de estudio y todos los componentes medioambientales y sociales que puedan ser relevantes, además de la consulta a fuentes cartográficas existentes y la creación de mapas propios que faciliten el emplazamiento y su ubicación en el contexto geográfico regional y local.

3.6.2 Estudio del Medio Físico: Consideró la definición de las características del medio físico más relevantes, entre las que destacaron:

- Identificación de topografía y suelos;
- Climatología local: Régimen de lluvias, pluviometría, dirección predominante del viento, evapotranspiración potencial, entre otras;
- Contexto geológico regional a partir de fuentes bibliográficas: Estratigrafía, litología esperada;
- Existencia y calidad de agua subterránea e identificación de cursos de agua superficial;
- Caracterización Hidrogeológica básica a partir de fuentes bibliográficas: Profundidad del gradiente hidráulico, dirección de flujo, transividad, entre otros;
- Relaciones entre las aguas subterráneas y aguas superficiales;
- Identificación de tomas de agua: Pozos, piezómetros o sondeos en el emplazamiento y/o alrededores, usos, otros puntos de agua de interés.

•

3.6.3 Estudio de los Receptores Humanos: Corresponde a la caracterización de los asentamientos humanos potencialmente expuestos dentro y fuera del límite de los SAPPCC, dado que la expresión de las actividades humanas no se remite a un área específica, sino que se expresa en todo el territorio.

Las principales características que influyeron en la exposición y sus consecuencias fueron:

- Localización: Posición relativa de la población con respecto a la fuente de contaminación y la dirección de los desplazamientos más probables de los contaminantes.
- Presencia de Sub-poblaciones sensibles: Son grupos poblacionales más susceptibles de sufrir un daño al quedar expuestas a un determinado contaminante, debido a que poseen una mayor sensibilidad, o presentan un patrón de comportamiento que puede dar a lugar a una mayor exposición.
- Patrones de actividad de los receptores: Las exposiciones están asociadas a los patrones de actividad de los receptores, y están determinados por el tipo de uso del suelo en el escenario de exposición. Esto determina la intensidad, frecuencia y duración de las exposiciones.

3.7 Matriz de Potencial Riesgo de Pasivos Ambientales.

Se integraron todos los potenciales efectos de los contaminantes detectados en las etapas anteriores en la matriz de riesgo; se seleccionó esta información de las fichas de inspección de SAPPC³¹, con la finalidad de designar a cada sitio jerarquizado un potencial efecto contaminador, estimar su probabilidad de ocurrencia. Se distribuyeron los efectos en distintos grados de afectación, desde los efectos insignificantes hasta los de mayor importancia en 5 categorías:

- Insignificante.
- Menor.
- Moderado.
- Alto.
- Mayor.

Para saber qué información era más necesaria para identificar los efectos y la probabilidad de ocurrencia, se buscó información sobre ejemplos de casos estudio y el alcance de los efectos de los contaminantes en la población y el medioambiente³² y se caracterizó cada potencial contaminante³³. Las 5 categorías integran los efectos ambientales y sociales, teniendo como prioridad en el diagnóstico, el componente social ó la suma de riesgos en los componentes ambientales que afecten al componente social.

La segunda etapa de la matriz, correspondió a la estimación de la probabilidad de ocurrencia del contaminante en el sitio. El efecto de los contaminantes varía según el tipo

³¹Ver en Anexo IX: Fichas de inspección de sitio SAPPC:(*ver digital*)

³²Se incluyó información de manejo y duración de los efectos contaminantes de las siguientes metodologías: Fundación Chile "Proyecto: Identificación Sistemática de Sitios Contaminados: Caso Piloto Quinta Región" (Fundación Chile , 2004); Gestión Ambiental de Sitios Contaminados (GASC) (Cuzcano, 2001); Ficha informativa de los efectos del Mercurio (ATSDR, 1999); Compilado de manejo de Cianuro en la minería (Mineral Policy Center, 2000); Guía de generación y manejo de gases en sitios de disposición final (Colmenares M. & Santos B., 2007); entre otros.

³³Ver Anexo VI: Análisis de información y Desarrollo de Matriz de Evaluación Preliminar de Riesgo por Contaminación.

de transporte y exposición que caracterice a cada componente ambiental. Según lo anterior, se analiza cada efecto, en cada Componente Ambiental (Suelo – Agua Subterránea – Agua Superficial – Aire) y en el Componente Social.

La probabilidad de ocurrencia, se estimará según el grado del **Potencial Efecto** que tenga el **Potencial Contaminante**, con que fue caracterizado cada sitio³⁴. Luego, por cada Componente (Ambiental y Social) se analiza la probabilidad de ocurrencia, teniendo en consideración que independiente del grado del Potencial Efecto identificado en cada sitio, se presume un mayor riesgo si la probabilidad de ocurrencia es mayor.

En la *Tabla 4* se presenta el ejemplo de la aplicación de la matriz de riesgo, en la primera etapa se establece que el **Potencial Efecto** del "*contaminante ejemplo*" corresponde a las características del "*potencial efecto 4*" (Alto) y el **Nivel de Riesgo** del potencial efecto será medido en base a la **Probabilidad de Ocurrencia** que tenga cada componente ambiental y social.

La probabilidad de ocurrencia de un efecto riesgoso en el sitio, se clasificará según la información recabada en las etapas anteriores y será evaluada para cada componente ambiental y el social. En este ejemplo la probabilidad de ocurrencia del riesgo se presentó de la siguiente forma:

- Componente Ambiental Suelo: Probabilidad de ocurrencia (Raro - Menos de 1%) Nivel de Riesgo (Medio 10).
- Componente Agua Superficial: Probabilidad de ocurrencia (Probable - Entre 60% y 90%) Nivel de Riesgo (Alto 21).
- Componente Agua Subterránea: Probabilidad de ocurrencia (Probable - Entre 60% y 90%) Nivel de Riesgo (Alto 21).
- Componente Ambiental Aire: Probabilidad de ocurrencia (Raro - Menos de 1%) Nivel de Riesgo (Medio 10).
- Componente Social: Probabilidad de Ocurrencia (Casi Seguro - 90% y más) Nivel de Riesgo (Alto 23)

Matriz de Potencial Riesgo en Pasivos Ambientales		Potenciales Efectos				
Potenciales Contaminantes		Insignificante	Menor	Moderado	Alto	Mayor
Contaminante Ejemplo		Potencial Efecto 1 (característica)	Potencial Efecto 2 (característica)	Potencial Efecto 3 (característica)	Potencial Efecto 4 (característica)	Potencial Efecto 5 (característica)
Probabilidad de Ocurrencia		Nivel de Riesgo				
Casi Seguro	90% y más	Medio 11	Importante 16	Importante 20	Alto 23	Alto 25
Probable	Entre 60% y 90%	Medio 7	Medio 12	Importante 17	Alto 21	Alto 24
Posible	Entre 30% y 60%	Bajo 4	Medio 8	Importante 13	Importante 18	Alto 22
No Probable	Entre 1% y 30%	Bajo 2	Bajo 5	Medio 9	Importante 14	Importante 19
Raro	Menos de 1%	Bajo 1	Bajo 3	Medio 6	Medio 10	Importante 15

Tabla 3: Ejemplo de la Matriz de Riesgo Potencial de Pasivos Ambientales - Cálculo de Potenciales Efectos.

³⁴ Ver Anexo V: Matrices de Riesgo Etapa II (*ver digital*)

Tabla Resumen Información de Fichas	Componente Ambiental				Componente Social
Potenciales Contaminantes	Suelo	Agua Superficial	Agua Subterránea	Aire	
Contaminante Ejemplo	Medio 10	Alto 21	Alto 21	Medio 10	Alto 23

Tabla 4: Esquema ejemplo de la Matriz de Riesgo Potencial de Pasivos Ambientales - Resumen de Impactos.

3.8 Jerarquización de Componentes Ambientales más susceptibles al Riesgo.

Finalmente, se ponderarán los componentes ambientales siguiendo la lógica que se mantuvo durante todo el proceso de selección de SAPPC, la cual considera el componente social como el más importante y los ambientales se evalúan según el grado exposición directa.

El componente más importante, el Social, se define en relación a la existencia de población, es decir al número de habitantes y la existencia de población vulnerable (definida en este diagnóstico como la población más susceptible a asimilar los agentes contaminantes presentes en el algún Pasivo Ambiental, como niños y adultos mayores) que interactúa en mayor o menor grado con algún Componente Ambiental afectado. Siguiendo esta lógica, en un pasivo ambiental debe existir la presencia de al menos un componente ambiental que sirva de medio de transporte y exposición para la población.

Los Componentes Ambientales tienen asociado un nivel de exposición directa, siendo el consumo y la inhalación la forma más directa de exposición, seguido por el contacto dérmico.

Así se jerarquiza en primer orden el componente ambiental **Agua Superficial, Subterránea y Aire**, seguido por **Suelo** en segundo orden³⁵.

³⁵ El hecho de que el componente ambiental Suelo se halla dejado en segundo orden, no disminuye su importancia, este componente también se podría haber caracterizado de primer orden por que también se puede consumir, pero la probabilidad que se produzca esto es menor, debido a que su consumo proviene de la incorporación de contaminantes presentes en el suelo en alimentos a través de procesos secundarios de asimilación en frutas, hortalizas, peces, lácteos y carnes (Fundación Chile, 2012)

Capítulo IV

4. Resultados.

4.1 Resultados del Levantamiento de Información, Identificación, Priorización y Jerarquización de Suelos Abandonados con Potencial Presencia de Contaminantes – Etapa I.

4.2 Levantamiento de Antecedentes.

En un primer catastro, sin hacer la distinción entre sitios de características productivas activas o pasivas, se encontraron **152 Sitios con Potencial Presencia de Contaminantes SPPC**³⁶.

La primera dificultad de este proceso, fue especificar la pasividad de estos sitios, del total de sitios catastrados, 89 correspondían a sitios con una situación actual “operativa” o de “Proyecto Aprobado”. La fuente de información de estos 89 sitios corresponde a:

- Oficio de la SEREMI de Salud de la Región de O'Higgins.
- Ficha de DIA (Declaraciones de Impacto Ambiental), del SEIA (Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental).
- -Sanciones a Empresas y Establecimientos Industriales de la SISS (Superintendencia de Servicios Sanitarios).
- -Información Cartográfica del GORE VI, de explotaciones mineras y vertederos.

Luego, descartando los sitios activos, quedaron pre-seleccionados **63 SPPC**, pero todavía no se los puede tratar de pasivos ambientales sin realizar una investigación más profunda de cada sitio y confirmar el estado de “Abandonado” u “Operación Paralizada”.

4.3 Identificación y Georeferenciación.

En esta etapa, se trabajó con los 63 sitios previamente seleccionados³⁷, se ubicaron espacialmente cada sitio con las coordenadas entregadas por cada fuente. En el caso de que la fuente no especificara las coordenadas, se localizó con toda la información disponible, como la dirección o algún hito geográfico (como el nombre de algún valle, cadena montañosa, parque, monumento o reserva nacional, zona de interés turístico y la cercanía a algún cuerpo de agua). Las coordenadas se ingresaron al software Google Earth, donde se comparó la imagen de satélite con la información de cada sitio y se comprobó su veracidad. Finalmente, con el apoyo de información cartográfica regional de base en formato digital³⁸, se integró la información con las imágenes de satélites y las coordenadas de cada sitio para generar información específica a las rutas de exposición afectadas.

³⁶Detalle en Anexo I: Levantamiento de Información Etapa I. (*ver digital*).

³⁷Detalle en Anexo II: SAPP Pre-seleccionados Etapa I. (*ver digital*)

³⁸ Información de formato SHP, DWG y KMZ entregada por diversos organismos públicos, como el GORE de O'Higgins y la DGA, entre otros. Esta información comprendía el catastro de cuerpos de agua, áreas de interés medioambiental, pozos, calidad de acuíferos, vías de transporte, datos demográficos y económicos; entre otros.

4.4 Priorización de Sitios.

En esta etapa se aplicó la Ficha de Inspección de SAPPC, se realizaron 63 fichas correspondientes a los sitios seleccionados en la etapa de levantamiento y antecedentes³⁹. Se analizó toda la información disponible y se incorporó a la ficha. En esta etapa, al poseer mayor información, se pudo descubrir sitios que no aprobaban la característica de “Pasivos” ni con “Potencial Contaminante”. Por lo tanto, se procedió a descartar sitios.

Los sitios eliminados en esta etapa fueron **9**, y los motivos fueron los siguientes:

- **Faena Minera La Paciencia – Coltauco:** Corresponde a información de los Pasivos Ambientales de SERNAGEOMIN, se eliminó de la lista debido a previo conocimiento del evaluador, esta mina extraía mineral de cuarzo, cuyos procesos no son necesariamente contaminantes y la mina estaba abandonada hace 18 años. El único riesgo existente, era la remoción en masa de antiguos acopios de estériles en la zona de extracción, pero que no representarían riesgo por contaminación alguno, sino más bien correspondería a riesgo geofísico.



Ilustración 4: Faena Minera La Paciencia

- **Faena Minera Planta Bernardo O'Higgins:** Corresponde a información de los Pasivos Ambientales de SERNAGEOMIN. Fue eliminado de la lista porque el sitio pertenece actualmente a la comuna de Alhué, Región Metropolitana.
- **Extracción de material desde cerros isla Depresión Intermedia – Rengo:** Corresponde a Información de la Municipalidad de Rengo. Fue eliminado de la lista por ser un sitio de extracción de áridos para la construcción, no representa ni una actividad con potencial contaminante.
- **Extracción de material desde cerros pre cordillera - Rengo:** Corresponde a Información de la Municipalidad de Rengo. Fue eliminado de la lista por ser un sitio de

³⁹Estos 63 sitios se presentan en desde el Anexo II: SAPPC Pre-seleccionados Etapa I. (*ver digital*) y el formato de la Ficha se puede apreciar en cada Anexo IX: Fichas de inspección de sitio SAPPC:(*ver digital*).

extracción de áridos para la construcción, no representa una actividad con potencial contaminante.

- **Relleno en Fundo El Carmen de Naicura – Rengo:** Corresponde a información de la Municipalidad de Rengo. Fue eliminado de la lista por ser un sitio donde actualmente se disponen residuos, del tipo domiciliarios y escombros de la construcción, de forma clandestina, información obtenida por la SEREMI MMA VI.
- **Vertedero Clandestino La Isla-Los Migueles – Rengo:** Corresponde a Información de la Municipalidad de Rengo. Fue eliminado de la lista por ser un sitio donde actualmente se disponen residuos sólidos domiciliarios y escombros de la construcción, de forma clandestina, sitio de alto carácter contaminante debido a la potencial presencia de percolación a aguas superficiales y subterráneas. Pero al encontrarse en actividad, no corresponde al tipo de sitios que se están analizando.



Ilustración 5: Vertedero Clandestino La Isla - Los Migueles

- **Vertedero Clandestino Lo Cartagena – Rengo:** Corresponde a Información de la Municipalidad de Rengo. Fue eliminado de la lista por ser un sitio donde actualmente se disponen residuos sólidos domiciliarios y escombros de la construcción, de forma clandestina, información obtenida en la SEREMI MMA VI.
- **Faena Minera Antigua, Concesión Minera GEO/3080 – Machalí:** Información extraída de la base de datos cartográfica del GORE VI. Fue eliminado por la lejanía del sitio a cualquier ruta de exposición, y la ubicación extrema de este. No se encontraron muestras de actividad minera en las imágenes de satélite en la gran extensión de la concesión minera.
- **Vertedero Villa Alborada - San Fernando:** Corresponde a Información de la SEREMI de Bienes Nacionales. Fue eliminado de la lista por ser un sitio donde actualmente se disponen residuos sólidos domiciliarios y escombros de la construcción, de forma clandestina, información obtenida por la SEREMI MMA VI.

En esta etapa también quedaron sitios **Pendientes**, para la etapa de Terreno, debido a que no se contaba con la información precisa sobre la actual actividad del sitio o si efectivamente corresponde a un sitio abandonado con potencial presencia de contaminantes. Los sitios pendientes en esta etapa fueron los siguientes:

- **Micro Vertedero Clandestino – Rengo:** Corresponde a información de la Municipalidad de Rengo. Quedó en calidad de “pendiente” debido a su condición de vertedero clandestino. No se tenía información actual de su actividad de acopio de residuos, no se sabía si en el sitio se llevaban a cabo actividades clandestinas. Se determinó su estado en la Etapa de Terreno.
- **Micro Vertedero Clandestino El Llano – Rengo:** Corresponde a Información de la Municipalidad de Rengo. Quedó en calidad de “pendiente” debido a su condición de vertedero clandestino. No se tenía información actual de su actividad de acopio de residuos, no se sabía si en el sitio se llevaban a cabo actividades clandestinas. Se determinó su estado en la Etapa de Terreno.
- **Micro Vertedero Clandestino Ruta 5 Tipaume – Rengo:** Corresponde a Información de la Municipalidad de Rengo. Quedó en calidad de “pendiente” debido a su condición de vertedero clandestino. No se tenía información actual de su actividad de acopio de residuos, no se sabía si en el sitio se llevaban a cabo actividades clandestinas. Se determinó su estado en la Etapa de Terreno.
- **Vertedero Los Lirios - Requínoa:** Corresponde a Información de la SEREMI de Bienes Nacionales de la Región de O'Higgins. Quedó en calidad de “pendiente” debido a su condición previa de vertedero clandestino. No se tenía información actual de su actividad de acopio de residuos, no se sabía si en el sitio se llevaban a cabo actividades clandestinas. Se determinó su estado en la Etapa de Terreno.

Finalmente, los sitios que clasificaron en esta etapa fueron **50**⁴⁰. Cabe destacar que las ponderaciones del Anexo II no son representativas en esta etapa del diagnóstico, debido a que falta la etapa de validación en terreno.

4.5 Validación en Terreno.

En esta etapa se realizaron las visitas a terreno de las siguientes zonas, se especifican los sitios en el Anexo III⁴¹:

Zona Rancagua: Visitada completamente.

Zona Rengo: Visitada completamente.

Zona Cardenal Caro: Visitada completamente.

Zona Colchagua: Visitada Completamente

⁴⁰Revisar en el Anexo II: SAPPCC Pre-seleccionados Etapa I. (*ver digital*), el Estado del Sitio y Porcentaje de Ficha, para saber cuáles fueron los 50 sitios Aceptados en esta etapa.

⁴¹Anexo III: SAPPCC Aprobados de Terreno Etapa I. (*ver digital*)

Zona San Vicente: Visitada Completamente.

Zona Cordillera: Por motivos logísticos no fue posible la visita a estos sitios, se realizó toda la búsqueda de información en gabinete para completar la ficha.

4.5.1 Actualización Estado de los sitios pendientes:

- **Micro Vertedero Clandestino – Rengo:** Se eliminó tras comprobar actividad clandestina de en el sitio, se acopiaba de residuos domiciliarios y de la construcción.



Ilustración 6: Micro vertedero Clandestino - Ribera norte del estero Tipaume con la intersección del puente de la ruta H-605.

- **Micro Vertedero Clandestino El Llano – Rengo:** Se eliminó tras comprobar actividad en el sitio. Se apreció el acopio clandestino de residuos domiciliarios y de la construcción.



Ilustración 7: Micro Vertedero Clandestino El Llano

- **Micro Vertedero Clandestino Ruta 5 Tipaume – Rengo:** Se eliminó tras comprobar actividad en el sitio. Se apreció acopio clandestino de residuos domiciliarios y de la construcción.
- **Vertedero Los Lirios - Requínoa:** Se eliminó tras comprobar actividad en el sitio, acopio clandestino de residuos de la construcción. El sitio correspondía a un antiguo pozo de lastre que ha ido relleno con RSD y de la construcción, actualmente se loteó el sitio y se están construyendo casas.



Ilustración 8: Vertedero Los Lirios, vista antiguo pozo de relleno con escombros.

4.5.2 Sitios Eliminados en la etapa de Terreno:

- **Vertedero Pumanque:** Se eliminó tras comprobar en terreno que la información entregada por la cartografía digital del GORE (en las coordenadas) no representaba un sitio con características de vertedero. Se revisó y consultó a los residentes del área la existencia de algún sitio de disposición de residuos en la zona, la respuesta fue negativa.
- **Faena Minera San Francisco 1/2:** Faena minera semi-abandonada, corresponde a una extracción de arcilla y caolín. En el sitio solo se apreciaron indicios de extracción del material y no de procesamiento, las características químicas del material ahí extraído no generarían drenaje ácido. Por lo tanto, se eliminó por no poseer un potencial contaminador.



Ilustración 9: Faena Minera San Francisco 1/2 - Pichilemu

- **Faena Minera la Ninita 1/5:** Faena minera abandonada, corresponde a una antigua extracción de mineral de cuarzo. En el sitio, no se apreciaron indicios de extracción de material ni de procesamiento, las características químicas del material no generarían drenaje ácido. Por lo tanto, se eliminó por no poseer un potencial contaminador.



- **Faena Minera La Flor y Claudia:** Faena minera paralizada, corresponde a tres piques los cuales en la actualidad se encuentran en proceso de extracción, no se realizan procesos de tratamiento de mineral en el sitio. Se eliminó por no corresponder a un sitio con características de pasivo ambiental.

En consecuencia, en esta etapa quedaron seleccionados **45 Sitios Abandonados con Potencial Presencia de Contaminantes**, las ponderaciones de estos sitios corresponden en su mayoría a sitios de Mediana Jerarquía y Alta Jerarquía, no se presentaron sitios de baja jerarquía⁴².

⁴²Ver estado y características de los sitios en Anexo III: SAPPCC Aprobados de Terreno Etapa I. (*ver digital*)

De los 45 sitios que permanecen en la lista, 21 corresponden a sitios estudiados por Ingeniería Alemana para la SEREMI de Medioambiente de la VI Región. En estos sitios no se realizó terreno, debido a que el estudio posee una detallada fuente de información en terreno por cada sitio, correspondiendo todos a vertederos abandonados.

Los 24 restantes sitios fueron visitados; estos corresponden principalmente a Faenas Mineras abandonadas, Vertederos abandonados y un depósito de residuos abandonados.

4.5.3 Caracterización final etapa Terreno, según su actividad productiva:

4.5.3.1 Faenas Mineras.



Ilustración 10: Faena Minera Abandonada Pascua - Rancagua.

Se visitaron 17 faenas mineras en las comunas de Placilla, Las Cabras y Rancagua. Los sitios de las comunas de Placilla y Las Cabras se visitaron íntegramente, mientras que las faenas mineras de Rancagua, en algunas se llegaron al punto exacto de la extracción y en otras, solo se llegó al área minera. Esto debido principalmente al complicado acceso a alguna de ellas. En todos los casos, se realizaron entrevistas con trabajadores de minas vecinas que conocían la historia de estos sitios o habían extraído minerales del sitio.



Ilustración 11: Faena Minera El Inglés - Rancagua - Antigua Piscina de Lixiviado de Oro, actualmente con plantaciones de Eucaliptos.



Ilustración 12: Faena Minera Suelo - Rancagua - Antigua extracción de Oro, el pique de la mina se encuentra tapado.



Ilustración 13: Faena Minera Hades - Las Cabras - Antigua Extracción de Oro.



Ilustración 14: Faena Minera Rajo Hades - Las Cabras - Antigua Extracción de Oro, el pique se tapó naturalmente con el mismo material del cerro producto del Terremoto del 27 de Febrero 2010.

Todas las faenas mineras abandonadas de Rancagua, a excepción de la Faena Minera Chilpe, se encuentran en el distrito minero de Chancón. Lo que tienen en común estas faenas, es que en todas ellas no se realizaron tratamientos al mineral in situ, sino que se llevaban a plantas de procesamiento de minerales como la Compañía Exploradora y Explotadora Minera Chilena-Rumana y Compañía Minera El Inglés. En sus instalaciones, se realizó todo el trabajo de tratamiento de los minerales que llega desde todas las faenas mineras del sector y luego el material procesado es llevado a diversas fundiciones, como Ventanas y Talcahuano.

Al no realizarse el procesamiento de los minerales en los sitios, se descarta la presencia de estanques o piscinas de relave, plantas de flotación o cualquier otro tipo de tratamiento al mineral. Solo existe acopio del mineral, el cual es temporal, ya que, es continuamente transportado a las plantas de tratamiento.

Otro factor que impide la realización de tratamiento de mineral en los sitios, es su elevado costo, en Chancón solo se realiza pequeña minería y está caracterizada por la figura del pirquinero y su trabajo a pequeña escala.

4.5.3.2 Depósito de Residuos Industriales.

Según los datos catastrados en etapas anteriores, en la región no se encontraron otras empresas o actividades Industriales, de tamaño considerable⁴³. Estos sitios se renuevan, venden o cambian de rubro rápidamente y la Región no se caracteriza por las actividades industriales, se destaca por las extractivas y Alimentarias.



Ilustración 15: Depósito de Residuos Industriales, Compañía Siderúrgica Huachipato -Rengo - Corresponde a un depósito de chatarra industrial y material de flotación de las piscinas de enfriamiento usadas en el doblamiento de perfiles metálicos industriales. Actualmente la Industria se encuentra paralizada y el sitio está completamente cerrado y con cuidadores.

⁴³No se descarta la existencia de empresas del rubro industrial en estado abandonado, pero no serían gran tamaño (MIPYMES, Micro, Pequeña y Mediana Empresa), dificultando su identificación.



Ilustración 16: Depósito de Residuos Industriales, Compañía Siderúrgica Huachipato -Rengo - Sector de acopio del material industrial y restos de material de precipitación de las piscinas de enfriamiento.

4.5.3.3 Vertederos Abandonados.



Ilustración 17: Vertedero Abandonado Litueche - Litueche.



Ilustración 18: Vertedero Abandonado Litueche - Litueche - Parte alta de la quebrada.



Ilustración 19: Vertedero Abandonado Litueche - Litueche - Parte baja, canalización bajo camino rural.

Los vertederos abandonados encontrados en la etapa I, de levantamiento de información, corresponden a información obtenida de la base de datos del GORE, la que además de poseer la información de los vertederos actuales y los abandonados⁴⁴, también posee los vertederos de la comuna de Chépica, ubicado en el sector rural de Auquenco y el de Litueche, ubicado cerca del área urbana de la misma localidad. Ambos sitios corresponden a vertederos abandonados que no poseen actividad actual y en los cuales no se han realizado labores de cierre, estos se encuentran expuestos al clima, a vectores animales – patógenos y al contacto con la población.

En el caso del vertedero de Litueche, el cual es usado ahora como sitio de acopio de leña, está construido en una quebrada intermitente. El día de la visita en terreno, se observó agua acumulada de lluvias pasadas en la parte alta de la quebrada y en la zona más baja, proveniente del suelo se detectó agua sub- superficial, filtrando de la loma que tapa la quebrada la cual está cubierta de residuos. El sitio tiene salida hacia una calle rural, la que posee una alcantarilla, obra vial de canalización del agua proveniente de la quebrada que impide la inundación de la calle y da paso al agua por debajo de ésta, canalizándola en dirección a un canal de regadío que pasa metros más abajo. A partir de lo visto en terreno, se infiere que es muy probable el contacto de los cultivos aledaños, con aguas percoladas.

En la primera etapa del levantamiento de información se catastraron muchos vertederos, aparte de la información del catastro de la SEREMI del Medioambiente de la Región de O'Higgins, mucha información fue entregada por medio de denuncias en Municipalidades o en el Gobierno Regional, pero en su gran mayoría fue eliminada por constatarse en terreno la actividad ilegal de la disposición de residuos, desde un principio se contó con gran

⁴⁴Vertederos abandonados catastrados en “Diagnóstico y Propuesta de cierre de Vertederos de la Región de O'Higgins” (SEREMI Medio Ambiente - Región de O'Higgins, 2012)

información de estos sitios, pero ese no era el caso del Vertedero de Auquinco, en la comuna de Chépica, donde la información era solamente la coordenada del sitio y el nombre “vertedero” en un mapa. En la visita al sitio se encontró un importante pasivo ambiental.



Ilustración 20: Vertedero Chépica (Auquinco) - Chépica - Sitio abandonado en terreno privado, con cubierta de suelo.



Ilustración 21: Vertedero Chépica (Auquinco) - Chépica - Cárcavas, erosión del suelo por el agua de lluvia deja al descubierto áreas con residuos.

4.6 Jerarquización de SPPC Abandonados.

Finalmente, el resultado de la ponderación de las fichas entregó un resultado de **45 SAPPCC**⁴⁵, de los cuales 40 sitios tienen una ponderación bajo 60%, lo que corresponde a **Mediana Jerarquía** y los restantes 5 sitios están por sobre este porcentaje obteniendo una clasificación de **Alta Jerarquía**.

La mayor cantidad de sitios corresponde a la Mediana Jerarquía; no existieron sitios de Baja Jerarquía. Esto fue resultado de la metodología que especificaba un buffer de 3km para analizar los componentes ambientales. La Región de O'Higgins, especialmente en la zona central valle y cordillera de la costa, posee características similares a lo largo de la región, salvo por diferencias hidrográficas en áreas más costeras, específicamente en sectores de secano. Los sitios de mayor puntaje en la Mediana Jerarquía, más cercanos a 60%, se asocian a la cercanía con centros poblados o la presencia de agua de consumo humano, pero en su mayoría tenían un solo factor de Riesgo de Contaminación presente en su área de influencia, por el contrario los Sitios con Alta Jerarquía se caracterizan al igual que los de Mediana, por la cercanía a centros poblados, pero con mayor cantidad de características que representan potencial riesgo por contaminación.

Los sitios de Alta Jerarquía son los siguientes:

- Faena Minera El Inglés.
- Vertedero Abandonado Chépica.
- Vertedero Abandonado Litueche.
- Vertedero Abandonado Palmilla.
- Vertedero Abandonado Pichidegua.

⁴⁵Anexo IV: SAPPCC Aprobados Final Etapa I. (*ver digital*)

4.7 Resultados de la Evaluación de Riesgo, sitio específica, de los SAPPC de Alta Jerarquía. – Etapa II.

4.7.1 Resultado Matriz de Riesgo Faena Minera El Inglés.

4.7.1.1 Potenciales Efectos.

Dadas las características geográficas, químicas, climáticas y ambientales, se clasificó el SAPPC “Faena Minera El Inglés”, con el Efecto Potencial contaminante **MODERADO**, siendo el principal contaminante detectado el **Mercurio Hg**(*Ver Anexo Va: Matriz de Riesgo El Inglés.*)

En el sitio, se llevó a cabo el proceso de amalgamación de oro; los residuos de este proceso minero se depositaron en 4 relaves, de los cuales 3 han sido activados y uno corresponde al pasivo ambiental analizado. El relave se caracteriza por no poseer sistema de captación de lixiviados o algún sistema de contención de líquidos que interactúen con el relave, éste tampoco posee una cubierta vegetal consolidada, se hicieron esfuerzos por reforestar la superficie del relave con eucaliptos, pero no ha sido totalmente efectivo. Finalmente, el sitio y su área de influencia se ubican dentro del área de alto valor ambiental “Ladera Nor-Oriental Cordillera de la Costa” en sus zonas de conservación, preservación e interés ambiental⁴⁶. No se encuentran grandes asentamientos urbanos en los alrededores al sitio, pero a 80m existe un curso de agua superficial, una quebrada de características intermitentes y se ubica al sur del relave, cuyo cauce podría recibir filtraciones contaminadas con Hg, se desconoce el estado del sustrato previo a la construcción del relave, pero se asume que no existieron medidas de contención. (*Ver Mapa 1: Faena Minera El Inglés - Ubicación y Área de Influencia*)

4.7.1.2 Nivel de riesgo de cada componente ambiental:

Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
SUELO	NO PROBABLE, entre un 1% a 30% de ocurrencia.	El análisis del riesgo en el componente Suelo, está enfocado en la capacidad de asimilar y resistir los efectos de los otros componentes ambientales, debido a que el contaminante está contenido en este componente ambiental. En este sitio, el relave está parcialmente cubierto por vegetación y el comportamiento climático ⁴⁷ es estable y favorece la disminución el efecto de erosión del suelo y transporte de este material. La probabilidad de que el suelo sufra una alteración y libere material contaminado es muy poco probable, estaría más relacionado a factores antropogénicos o factores sísmicos
Nivel de Riesgo		
MEDIO (9)		

⁴⁶Ver Anexo VIIa: Sitio Abandonado con Potencial Presencia de Contaminantes de Alta Jerarquía: “Faena Minera El Inglés”, Rancagua. - Estudio de Localización:

⁴⁷Ver Anexo VIIa: Sitio Abandonado con Potencial Presencia de Contaminantes de Alta Jerarquía: “Faena Minera El Inglés”, Rancagua.- Resumen Climatológico.

Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
AGUA SUPERFICIAL	PROBABLE, entre un 60% a 90% de ocurrencia.	La existencia de dos cursos de agua superficial, las quebradas Anita y La Mina ⁴⁸ que se encuentran a 80m y a 750m respectivamente al sur del relave. Estos cuerpos intermitentes corren el riesgo de subir el nivel de sus caudales y afectar el área menos cubierta del relave, donde se encuentra además los nuevos procesos de lixiviación. Esta condición presenta un riesgo latente e importante, debido a lo descubierto del talud del relave.
Nivel de Riesgo IMPORTANTE (17)		
Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
AGUA SUBTERRÁNEA	NO PROBABLE, entre un 1% a 30% de ocurrencia.	No existen pozos de extracción de agua en los alrededores del sitio y el acuífero posee una vulnerabilidad nula a baja ⁴⁹ . En los sectores altos del área, la importancia hidrogeológica es baja, mientras que en el sitio mismo la permeabilidad es favorable y se desarrollan vertientes en torno a lechos de las quebradas, posee una importancia hidrogeológica alta a media ⁵⁰ . Esta característica correspondería riesgo por contaminación si las precipitaciones fuesen constantes, pero estas se concentran entre Junio y Septiembre sin superar los 31,2mm en Junio ⁵¹ . El aporte anual de aguas que percolan al subsuelo desde el relave, es mínima.
Nivel de Riesgo MEDIO (9)		
Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
AIRE	NO PROBABLE, entre un 1% a 30% de ocurrencia.	Las máximas velocidades del viento se presentan entre los meses de Julio y Septiembre, las que coinciden con los meses donde se concentran las precipitaciones. Los efectos de la erosión y el transporte eólico en el relave, producto de las máximas de 45 km/h a 53 km/h, son contenidas por las precipitaciones que presentan sus máximas en los mismos meses. La mayor probabilidad de riesgo por acción eólica se presentaría entre los meses de Noviembre y Abril, donde las precipitaciones son escasas, pero las velocidades no son las mayores registradas. La poca cubierta vegetal del área, ayudaría a mitigar los efectos del transporte eólico y disminuir el transporte del contaminante.
Nivel de Riesgo MEDIO (9)		
Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
RECEPTORES HUMANOS	NO PROBABLE, entre un 1% a 30% de ocurrencia.	En el sitio y en el área de influencia, no se presentan asentamientos humanos de importancia o sub-poblaciones sensibles. Los asentamientos catastrados corresponden a asentamientos mineros y agrícolas, de habitabilidad temporal y sin presencia de población sensible a la contaminación con mercurio; como niños, embarazadas y ancianos. (Ver Mapa 1: Faena Minera El Inglés - Ubicación y Área de Influencia)
Nivel de Riesgo MEDIO (9)		

4.7.2 Resultado Matriz de Riesgo Vertedero Chépica.

4.7.2.1 Potenciales Efectos.

Dadas las características geográficas, químicas, climáticas y ambientales, se clasificó el SAPPC “Vertedero Chépica”, según cada componente ambiental afectado por **Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD)**, el cual es el contaminante presente en el sitio.

Dada la diversidad de contaminantes que poseen los RSD, estos se dividieron según sus efectos en Aire – Agua – Suelo.

⁴⁸ Ver Mapa 1: Faena Minera El Inglés - Ubicación y Área de Influencia

⁴⁹ Ver Mapa 4: Faena Minera El Inglés - Vulnerabilidad de los Acuíferos

⁵⁰ Ver Mapa 2: Faena Minera El Inglés - Hidrogeología

⁵¹ Ver Anexo VIIa: Sitio Abandonado con Potencial Presencia de Contaminantes de Alta Jerarquía: “Faena Minera El Inglés”, Rancagua.- Climatología Local.

4.7.2.1.1 Potenciales Efectos en el Aire.

Se consideró con un potencial efecto **MODERADO** del contaminante, debido a que se estimó que la producción de gas de efecto invernadero (GEI) a la fecha actual, se encuentra fuera del rango de emisión económicamente eficiente⁵². Este se encuentra en la fase de retroceso de la producción de CH₄, en el año 16 de producción de GEI, la fecha de término de los procesos fue el año 1995⁵³. Sumado a esto, según comentaron los vecinos al predio, se perciben malos olores y brisas de calor provenientes del vertedero en los meses de verano, se asume que la producción de GEI todavía se puede percibir.

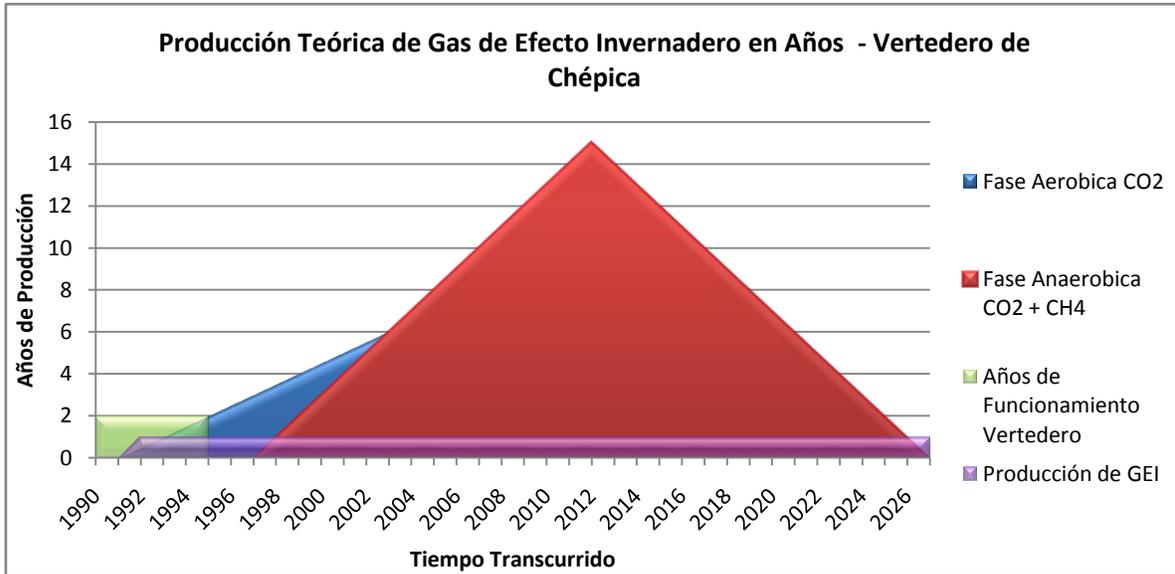


Gráfico 2: Producción Teórica de GEI - Vertedero Chépica. Anexo VIII: Años de Funcionamiento de los Vertederos de Mayor Jerarquía – Años de Producción de Gas de Efecto Invernadero.

4.7.2.1.2 Potenciales Efectos en el Agua, residuos orgánicos e inorgánicos.

Se consideró con un potencial efecto **MAYOR** del contaminante, debido a que se detectó en terreno que en las cercanías del vertedero, a aproximadamente 500 m, existe un pozo de extracción de agua de consumo y riego, que es usado por los vecinos de las cercanías del vertedero. Sumado a esto, el vertedero se ubica en la pendiente de un cerro, la que se dirige a pocos metros de un canal de regadío “El Esterillo”⁵⁴.

4.7.2.1.3 Potenciales Efectos en el Suelo.

Se consideró con un potencial efecto **MENOR** del contaminante, debido a que los residuos se encuentran semi-tapados y en pequeñas partes se exponen, esto debido a un movimiento en masa de la capa que cubre el relleno, en dirección de la pendiente de éste.

⁵²Se estima que la producción económicamente eficiente de GEI en un depósito de residuos sólidos es entre los años 5 y 15 de producción, después de la etapa de cierre de un vertedero, en la etapa anaeróbica de producción de biogás (Colmenares M. & Santos B., 2007).

⁵³La fecha es estimada, no existe un acuerdo entre los vecinos de la fecha de inicio del vertedero.

⁵⁴ Ver Mapa 5: Vertedero Chépica - Auquínco - Ubicación y Área de Influencia

El sitio se encuentra parcialmente estabilizado por vegetación herbácea y arbustiva, del tipo *Acacia caven*. La presencia de población es mínima, debido a que para ingresar al sitio se debe pasar por otros dos, el antiguo camino por donde pasaban los camiones se ha ido borrando por la vegetación y material de relleno que ha caído por gravedad, en dirección de la pendiente.

4.7.2.2 Nivel De Riesgo De Cada Componente Ambiental.

4.7.2.2.1 Suelo.

Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
SUELO	POSIBLE, entre un 30% a 60% de ocurrencia.	La capa que cubre el vertedero no está del todo pareja, debido a la pendiente y a los movimientos en masa que ha sufrido el sitio en dirección de la pendiente, producto de la desestabilización del suelo con que se cubrió los residuos depositados. En el sitio se aprecian pequeñas capas descubiertas, por las que se podría perder el efecto anaeróbico del proceso de producción de CH ₄ , reduciendo el riesgo del GEI (<i>Ver Ilustración 21</i>).
En RSD Aire		
Nivel de Riesgo		
IMPORTANTE (13)		
Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
SUELO	POSIBLE, entre un 30% a 60% de ocurrencia.	Sobre el vertedero no pasan cursos de agua permanente o intermitente, el agua que podría entrar en contacto con los RSD enterrados sería la proveniente de precipitaciones y el contacto con los RSD, debido al estado erosionado del suelo sería directo ⁵⁵ . No constituye un riesgo de mayor nivel, debido a que las precipitaciones se concentran en los meses de Junio – Julio – Agosto ⁵⁶ .
En RSD Agua		
Nivel de Riesgo		
ALTO (22)		
Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
SUELO	POSIBLE, entre un 30% a 60% de ocurrencia.	El componente suelo en este vertedero se ha visto alterado por la erosión, remoción y posterior depositación sobre RSD, generando asentamientos diferenciados en el sitio. Esta inestabilidad sumada a la pendiente que se encuentra el sitio, ha provocado el movimiento de la capa de suelo que cubre el vertedero, dejando al descubierto residuos que son transportados pendiente abajo al canal de regadío, por acción antrópica o por efecto de las precipitaciones.
En RSD Suelo		
Nivel de Riesgo		
IMPORTANTE (13)		

4.7.2.2.2 Agua Superficial.

Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
AGUA SUPERFICIAL	RARO, menos de 1% de ocurrencia.	Pese a que las precipitaciones se concentran en pocos meses del año, la erosión producida por el agua superficial en la zona de estudio, disminuye la presencia de GEI, en especial las concentraciones de CH ₄ . Pero, no se descarta la presencia de este gas, ya que se desconoce la real superficie del sitio y la superficie erosionada no es tan extensa.
En RSD Aire		
Nivel de Riesgo		
MEDIO (6)		
Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
AGUA SUPERFICIAL	PROBABLE, entre un 60% y 90% de ocurrencia.	La precipitación dispersa a lo largo del año, hace que el transporte de aguas con presencia de contaminantes de RSD, como los del tipo orgánicos e inorgánicos, sea menos frecuente a lo largo del año. Pero mientras exista precipitación, el riesgo es alto, debido a la percolación del agua a través de la pila de residuos hacia el canal de regadío y la presencia del pozo de agua de consumo y riego encontrado en terreno.
En RSD Agua		
Nivel de Riesgo		
ALTO (24)		

⁵⁵ Ver Mapa 5: Vertedero Chépica - Auquínco - Ubicación y Área de Influencia.

⁵⁶ Ver Gráfico 10, Climograma Vertedero Chépica – Auquínco.

Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
AGUA SUPERFICIAL En RSD Suelo Nivel de Riesgo IMPORTANTE (16)	CASI SEGURO, entre un 90% y más de ocurrencia.	Cualquier evento de precipitación en el área va a poner en contacto los residuos expuestos en el suelo con el agua superficial, luego esta iría a parar a un canal de riego cercano o simplemente es infiltrada en la pila de residuos hacia depósitos subterráneos.

4.7.2.2.3 Agua Subterránea.

Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
AGUA SUBTERRANEA En RSD Aire Nivel de Riesgo MEDIO (6)	RARO, menos de 1% de ocurrencia.	No existe un potencial riesgo de la presencia de GEI en el componente ambiental Agua Subterránea, la producción de éstos se desarrolla entre dos capas de residuos, la presencia de agua disminuye estos gases, por la presencia de oxígeno (Colmenares M. & Santos B., 2007).
Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
AGUA SUBTERRANEA En RSD Agua Nivel de Riesgo ALTO (24)	POSIBLE, entre 60% y 90% de ocurrencia.	Uno de los riesgos más probables, de existir precipitaciones y dada las condiciones del terreno, es la percolación del agua lluvia en la pila de residuos y el transporte a depósitos subterráneos de agua. Pendiente abajo el material del suelo permite la filtración con mayor facilidad y el transporte del agua percolada a los cuerpos de agua cercanos, canal de regadío y estero. Chimbarongo, además la presencia de un pozo de extracción de agua para consumo pendiente abajo del vertedero, aumenta el nivel de riesgo ⁵⁷ .
Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
AGUA SUBTERRANEA En RSD Suelo Nivel de Riesgo BAJO (3)	RARO, menos de 1% de ocurrencia.	El proceso más probable de generar riesgo por contaminación es la lixiviación de la pila de residuos por el agua superficial y posterior transporte al agua subterránea; el componente ambiental Agua Subterránea por sí misma, tiene pocas posibilidades de contacto con la pila de residuos.

4.7.2.2.4 Aire.

Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
AIRE En RSD Aire Nivel de Riesgo IMPORTANTE (20)	CASI SEGURO, entre un 90% y más de ocurrencia.	Dada las condiciones de ventilación de sitio, la dirección predominante del viento (que varía durante el año que varía entre NO y NE) y la velocidad media constante en los 0,3 a 2,5 km/h ⁵⁸ . El transporte de las emisiones de GEI se supone constante en el área de estudio, las cantidades podrían variar, pero dada las características y la antigüedad de los depósitos, se estima el vertedero se encuentra en plena producción de CO ₂ Y CH ₄ .
Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
AIRE En RSD Agua Nivel de Riesgo IMPORTANTE (15)	RARO, menos de 1% de ocurrencia.	El componente ambiental Aire y sus características no influirían en la existencia de presencia de residuos en el agua.

⁵⁷Ver Mapa 6: Vertedero Auquínco Chépica - Hidrogeología.

⁵⁸ Ver Anexo VIIb: Sitio Abandonado con Potencial Presencia de Contaminantes de Alta Jerarquía: "Vertedero Auquínco", Chépica. - Resumen Climatológico.

Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
AIRE	NO PROBABLE, entre 10% y 30% de ocurrencia.	El sitio está cubierto en gran parte por vegetación herbácea y arbustiva, salvo en ciertas partes donde se generaron movimientos de tierra y los RSD se expusieron al medio. El efecto de erosión es mínimo y el transporte existe solo en las pequeñas partes desprovistas de vegetación.
En RSD Suelo		
Nivel de Riesgo		
BAJO (5)		

4.7.2.2.5 Receptores Humanos.

Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
RECEPTORES HUMANOS	CASI SEGURO, entre un 90% y más de ocurrencia.	Dada las proyecciones de producción y transporte de GEI, el nivel de exposición para los receptores humanos es muy alta, los más cercanos a 211 m del sitio y a no menos de 1 km del pueblo de Auquenco ⁵⁹ .
En RSD Aire		
Nivel de Riesgo		
IMPORTANTE (20)		
RECEPTORES HUMANOS	CASI SEGURO, entre un 90% y más de ocurrencia.	El mayor riesgo es el contacto y consumo con aguas que hayan estado en contacto con los residuos enterrados y descubiertos, en este vertedero existe extracción de agua subterránea y cuerpos de aguas superficiales a metros del contacto humano.
En RSD Agua		
Nivel de Riesgo		
ALTO (25)		
RECEPTORES HUMANOS	PROBABLE entre 60% y 90% de ocurrencia.	La presencia de receptores humanos en el sitio es continua, vecinos viven a 200 m y el predio está abierto para los vecinos que colindan con el vertedero, los residuos están cubiertos, pero en ciertas partes están expuestos.
En RSD Suelo		
Nivel de Riesgo		
MEDIO (12)		

4.7.3 Resultado Matriz de Riesgo Vertedero Litueche.

4.7.3.1 Potenciales Efectos.

Dadas las características geográficas, químicas, climáticas y ambientales, se clasificó el SAPPC “Vertedero Litueche”, según cada componente ambiental afectado por los Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD), el cual es el potencial contaminante presente en el sitio.

Dada la diversidad de contaminantes que poseen los RSD, éstos se dividieron según sus efectos en Aire – Agua – Suelo.

Potenciales Efectos en el Aire.

Se consideró con un potencial efecto **MAYOR** del contaminante, debido a que se estimó que la producción de gas de efecto invernadero (GEI) en la fecha actual, se encuentra dentro del rango de emisión económicamente eficiente, entre el año 5 y 15 de producción. Al 2013 lleva 3 años de producción de efecto invernadero, la faena inició sus procesos en el año 1997⁶⁰. Sumado a esto, según comentan los vecinos al predio, se percibe malos olores y brisas de calor provenientes del vertedero.

⁵⁹ Ver Estudio de Localización: - Anexo VIIIb: Sitio Abandonado con Potencial Presencia de Contaminantes de Alta Jerarquía: “Vertedero Auquenco”, Chépica.

⁶⁰ La fecha es estimada, no existe un acuerdo entre los vecinos de la fecha de inicio del vertedero.

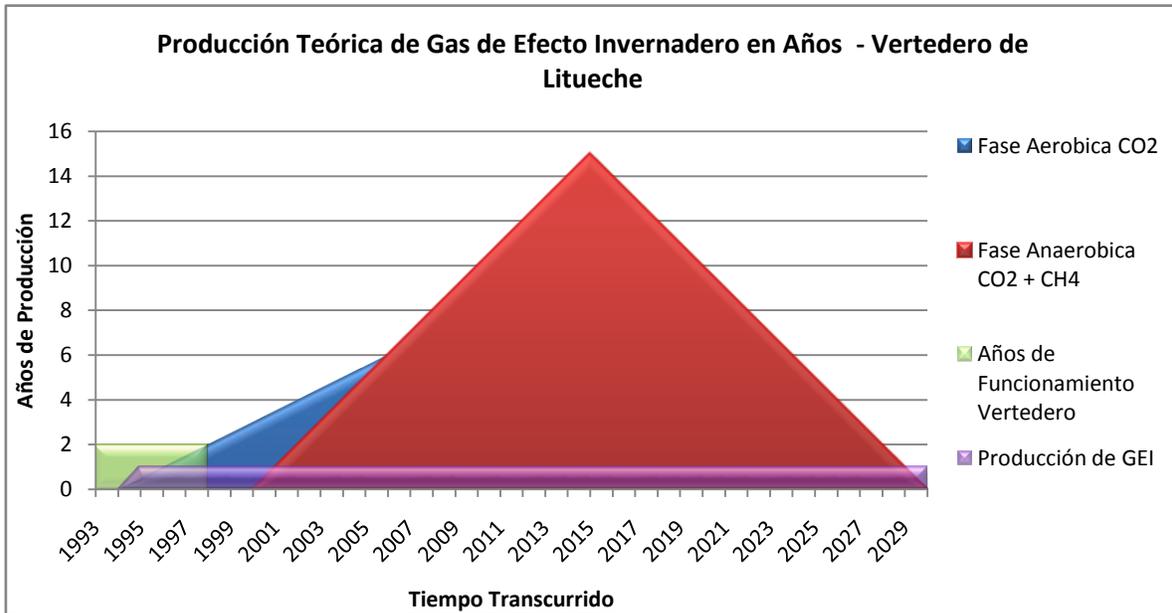


Gráfico 3: Producción Teórica de GEI - Vertedero Litueche. Anexo VIII: Años de Funcionamiento de los Vertederos de Mayor Jerarquía – Años de Producción de Gas de Efecto Invernadero.

Potenciales Efectos en el Agua, residuos orgánicos e inorgánicos.

Se consideró con un potencial efecto **MAYOR** del contaminante, debido a que se detectó en terreno que el vertedero estaba establecido sobre una quebrada de características intermitentes, la cual deposita sus aguas sobre un estero Los Lingues, el que es usado para riego en áreas rurales cercanas al vertedero, ubicado a menos de 300 m del área urbana de la comuna de Litueche. Cuando la quebrada se activa, en periodos de precipitaciones, esta erosiona el suelo y transporta material pendiente abajo, hacia el estero.

Potenciales Efectos en el Suelo.

Se consideró con un potencial efecto **MENOR** del contaminante, debido a que los residuos se encuentran semi- tapados y en pequeñas partes se exponen. La presencia de población que transita por el sitio es mínima, debido a que es privado y se encuentra cercado. En el sitio se ha intentado minimizar el contacto de los residuos con el exterior y reducir el potencial efecto de contaminación por contacto dérmico y presencia de vectores animales tapándolo con material de la quebrada, pero el efecto de las precipitaciones ha interferido con esta solución.

4.7.3.2 Nivel De Riesgo De Cada Componente Ambiental.

4.7.3.3 Suelo.

Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
SUELO	NO	El efecto de las precipitaciones, ha erosionado pequeñas partes del sitio y ha dejado expuestos los RSD, lo que ayudaría a reducir el efecto del proceso anaeróbico y disminuir la cantidad de CH ₄ en la pila de residuos. De igual forma se genera CO ₂ , pero el nivel de riesgo por efecto de la contaminación de los RSD en el aire es menor ⁶¹ .
En RSD Aire	PROBABLE,	
Nivel de Riesgo	entre un 1% a	
IMPORTANTE (19)	30% de ocurrencia.	

⁶¹ Ver Estudio de Localización: - Anexo VIIc: Sitio Abandonado con Potencial Presencia de Contaminantes de Alta Jerarquía: “Vertedero Litueche”, Litueche.

Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
SUELO	CASI SEGURA, entre un 90% y más de ocurrencia.	El vertedero se ubica sobre una quebrada intermitente, si se generan precipitaciones esta se activa. El estado de erosión en que se encuentra el suelo, facilita la exposición los RSD y aumenta el riesgo de contacto con agentes patógenos y/o sustancias inorgánicas con las aguas. La ausencia de vegetación también ayuda al transporte de aguas con RSD y aumenta el efecto erosivo sobre el suelo (<i>Ver Ilustración 18: Vertedero Abandonado Litueche - Litueche - Parte alta de la quebrada.</i>).
En RSD Agua		
Nivel de Riesgo ALTO (23)		
Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
SUELO	NO PROBABLE, entre un 1% y 30% de ocurrencia.	El sitio se encuentra cercado, con portón de entrada; corresponde a un sitio privado y no posee viviendas alrededor. La presencia de población sensible a la contaminación, en el sitio es poco probable. El contacto dérmico con el residuo es mínimo.
En RSD Suelo		
Nivel de Riesgo BAJO (5)		

4.7.3.4 Agua Superficial.

Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
AGUA SUPERFICIAL	RARO, menos de 1% de ocurrencia.	La ubicación del sitio, la predominancia de la dirección del viento S y la protección de especies arbustivas en los alrededores del sitio, disminuyen considerablemente el transporte de material particulado a cuerpos de agua cercanos. Los GEI son emitidos a la atmósfera y no participan directamente con los cuerpos de agua superficiales, el agua que percola disminuiría el efecto del GEI y reduciría el este riesgo ⁶² .
En RSD Aire		
Nivel de Riesgo IMPORTANTE (15)		
Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
AGUA SUPERFICIAL	CASI SEGURA, entre un 90% y más de ocurrencia.	La ubicación del sitio en la quebrada, facilita la erosión y el transporte del agua, originando el contacto de los residuos sólidos expuestos y el agua que es transportada al estero más cercano, con uso de riego y pasa por la zona urbana de Litueche(<i>Ver Mapa 9: Vertedero Litueche - Ubicación y Área de Influencia del Sitio.</i>).
En RSD Agua		
Nivel de Riesgo ALTO (23)		
Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
AGUA SUPERFICIAL	CASI SEGURA, entre un 90% y más de ocurrencia.	El contacto de las precipitaciones y el agua que transporta la quebrada, tiene un alto grado de probabilidad de contacto con los RSD. El transporte es seguro, debido a que existen obras viales en la parte baja de la pendiente (bajo la calle), que asegura la llegada del agua de lluvia al Estero Los Lingues (<i>Ver Ilustración 19: Vertedero Abandonado Litueche - Litueche - Parte baja, canalización bajo camino rural.</i>).
En RSD Suelo		
Nivel de Riesgo IMPORTANTE (16)		

4.7.3.5 Agua Subterránea.

Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
AGUA SUBTERRANEA	RARO, menos de 1% de ocurrencia.	No existe presencia de pozos de extracción de agua en el sitio, el contacto de GEI con aguas subterránea es muy raro debido a que el gas sube, el acuífero posee una vulnerabilidad moderada y el estrato hidrogeológico es poroso, en caso de que por efectos de la precipitación percole a niveles subterráneos ⁶³ .
En RSD Aire		
Nivel de Riesgo IMPORTANTE (15)		

⁶² Ver Gráfico 17: Frecuencia de Direcciones Totales - Periodo 1989 - 1991. Frecuencias Mes Enero y Julio del mismo periodo. Elaboración Propia en base al estudio "Evaluación del Potencial Eólico Nacional"

⁶³ Ver Mapa 11: Vertedero Litueche - Vulnerabilidad de los Acuíferos y Mapa 10: Vertedero Litueche - Hidrogeología

Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
AGUA SUBTERRANEA	POSIBLE, entre 30% y 60% de ocurrencia.	El sitio mismo se ubica en un área de baja a nula importancia hidrogeológica, el agua transportada por la quebrada, cuando ésta se activa tiene más posibilidad de infiltrar, debido a que corresponde a otra serie litológica de mayor importancia hidrogeológica, de características permeables y semipermeables (Ver Mapa 10: Vertedero Litueche - Hidrogeología).
En RSD Agua		
Nivel de Riesgo		
IMPORTANTE (18)		
Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
AGUA SUBTERRANEA	RARO, menos de 1% de ocurrencia.	Al no haber pozos de extracción de agua en el sitio, el transporte de contaminantes es dificultoso mediante el componente agua subterránea. Fuera del sitio, pendiente a bajo se produciría contacto con este componente ambiental, debido a la importancia hidrogeológica existente al noroeste del sitio.
En RSD Suelo		
Nivel de Riesgo		
BAJO (3)		

4.7.3.6 Aire.

Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
AIRE	PROBABLE, entre 60% y 90% de ocurrencia.	La generación de GEI en este vertedero está teóricamente en su máxima producción; se asume que el contacto con el aire es constante y por lo menos le quedan dos años de producción eficiente para que empiece a decrecer esta tendencia. No fue catalogada la probabilidad de ocurrencia como “Casi Seguro” debido a la activación de la quebrada por precipitaciones. Este proceso ha erosionado el sitio dejando al descubierto residuos y evitando el proceso anaeróbico de producción de CH ₄ , componente más riesgoso del GEI.
En RSD Aire		
Nivel de Riesgo		
ALTO (24)		
Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
AIRE	RARO, menos de 1% de ocurrencia.	Es muy difícil que los RSD presentes en Agua afecten al componente ambiental Aire en este sitio, debido que están depositados en una quebrada y el agua que pasa por este sitio corre pendiente abajo hacia el Estero Los Lingues, si esta se estancara podría producir aguas residuales y emitir cierta cantidad de CH ₄ al medio ambiente ⁶⁴ .
En RSD Agua		
Nivel de Riesgo		
MEDIO (10)		
Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
AIRE	PROBABLE, entre 60% y 90% de ocurrencia.	En el sitio, la erosión ha dejado material suelto el que podría ser transportado por acción eólica, en la dirección predominante S, éste sería transportado pendiente arriba y contenido por la vegetación de la zona, pero en la dirección NE el material particulado sería transportado a áreas cultivadas y al Estero Los Lingues ⁶⁵ .
En RSD Suelo		
Nivel de Riesgo		
MEDIO (12)		

4.7.3.7 Receptores Humanos.

Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
RECEPTORES HUMANOS	RARO menos de 1% de ocurrencia.	El mayor potencial efecto contaminante en el Aire de los RDS, es el aumento en los gases de efecto invernadero. Este no contemplaría un riesgo directo a los receptores humanos, ya que no existen receptores directos. Sí se contemplaría un efecto a largo plazo, en la presencia de GEI en la población cercana (Ver Anexo VIII: Años de Funcionamiento de los Vertederos de Mayor Jerarquía – Años de Producción de Gas de Efecto Invernadero.).
En RSD Aire		
Nivel de Riesgo		
IMPORTANTE (15)		

⁶⁴ El agua estancada reduce su porcentaje de oxígeno y se producen reacciones anaeróbicas con las bacterias presentes en los RSD.

⁶⁵ Ver Gráfico 17: Frecuencia de Direcciones Totales - Periodo 1989 - 1991. Frecuencias Mes Enero y Julio del mismo periodo. Elaboración Propia en base al estudio “Evaluación del Potencial Eólico Nacional”.

Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
RECEPTORES HUMANOS En RSD Agua Nivel de Riesgo ALTO (21)	PROBABLE entre 60% y 90% de ocurrencia.	Cuando el agua entra en contacto con los RSD que están expuestos o con los enterrados, al percolar el agua, transportaría residuos orgánicos e inorgánicos al Estero Los Lingües. El que pasa a menos de 300 m del área urbana de Litueche y está más expuesta a la presencia de poblaciones sensibles al contacto con los residuos, como menores de edad y trabajadores agrícolas.
Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
RECEPTORES HUMANOS En RSD Suelo Nivel de Riesgo BAJO (5)	NO PROBABLE entre 1% y 30% de ocurrencia.	Existen pequeñas áreas donde el residuo se encuentra expuesto y su ubicación, sobre una quebrada, favorece la erosión y el contacto dérmico con la población que transite por el vertedero. El área del vertedero se encuentra cercada y los receptores humanos más cercanos se encuentran a 500 m, no existe un transporte importante de material particulado y al ser un sitio privado, se restringe la entrada a la población. El sitio es visitado por su dueño y es usado para temporalmente para acopio de leña.

4.7.4 Resultado Matriz de Riesgo Vertedero Palmilla.

4.7.4.1 Potenciales Efectos.

Dadas las características geográficas, químicas, climáticas y ambientales, se clasificó el SAPPCC “Vertedero Palmilla”, según cada componente ambiental afectado por los Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD), el cual es el contaminante presente en el sitio.

Dada la diversidad de contaminantes que poseen los RSD, estos se dividieron según sus efectos en Aire – Agua – Suelo.

Potenciales Efectos en el Aire.

Se consideró con un potencial efecto **ALTO** del contaminante, debido a que se estimó que la producción de gas de efecto invernadero (GEI) en la fecha actual, se encuentra en el año 9 de producción, etapa que se considera de máxima eficiencia de producción de CH₄. La fecha de término de los procesos fue el año 2002.

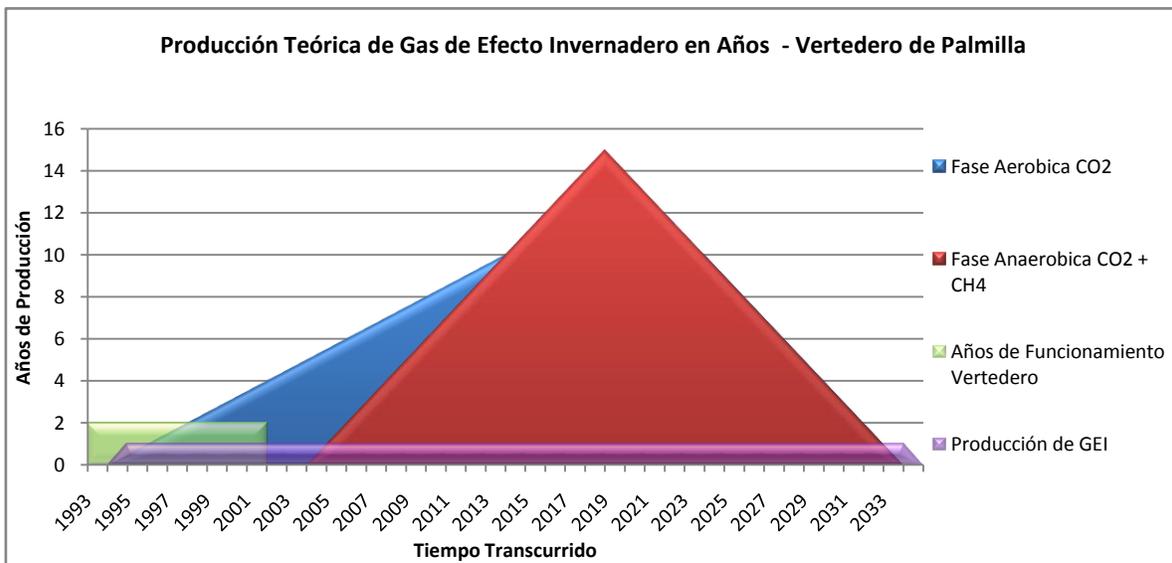


Gráfico 4: Producción Teórica de GEI - Vertedero Palmilla. Anexo VIII: Años de Funcionamiento de los Vertederos de Mayor Jerarquía – Años de Producción de Gas de Efecto Invernadero.

Potenciales Efectos en el Agua, residuos orgánicos e inorgánicos.

Se consideró con un potencial efecto **MAYOR** del contaminante, debido a que se identificó con la información entregada por la DGA, que en las cercanías del vertedero a aproximadamente a 180 m, existe un pozo de extracción de agua de consumo y riego, que es usado por los vecinos de las cercanías del vertedero. Existen cuerpos de agua a 700 m pero no entran en contacto directo con los residuos superficiales, pero sí podrían entrar en contacto con aguas subterráneas que percolen por la pila de residuos.

Potenciales Efectos en el Suelo.

Se consideró con un potencial efecto **MENOR** del contaminante, debido a que los residuos se encuentran bien confinados y el sitio se encuentra bien estabilizado por vegetación herbácea y arbustiva. Pero la presencia de población es importante, se encuentran a 500 m aproximadamente del sitio y aunque el sitio se encuentra cerrado, la entrada por el Norte del sitio es directa y corresponde a un área de cultivos.

4.7.4.2 Nivel De Riesgo De Cada Componente Ambiental.

4.7.4.3 Suelo.

Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
SUELO	CASI SEGURO, entre un 90% y más de ocurrencia.	El estado de confinamiento de los residuos aumenta la posibilidad de producción de GEI que al 2009 se encuentra en su año 9 de producción.
En RSD Aire		
Nivel de Riesgo ALTO (23)		
Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
SUELO	RARO, menos de un 1% de ocurrencia.	Al no existir residuos expuestos en el vertedero, no se generaría algún tipo de transporte directo de patógenos presentes en la pila de residuos. El suelo y las plantaciones existentes cumplen un rol biodegradador de estos potenciales agentes contaminantes (López-Martínez, Pérez-Flores, & Guitierrez-Rojas, 2005).
En RSD Agua		
Nivel de Riesgo IMPORTANTE (15)		
Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
SUELO	RARO, menos de un 1% de ocurrencia.	El suelo se encuentra estabilizado con vegetación, no existiría contacto exterior de residuos.
En RSD Suelo		
Nivel de Riesgo BAJO (3)		

4.7.4.4 Agua Superficial.

Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
AGUA SUPERFICIAL	RARO, menos de un 1% de ocurrencia.	El efecto del componente agua superficial no afectaría en la producción de GEI, solo la presencia en abundancia de este componente ayudaría al mantenimiento de la etapa anaeróbica de producción de GEI, las máximas precipitaciones se concentran en periodo invernal (<i>Ver Gráfico 19 – Precipitaciones</i>).
En RSD Aire		
Nivel de Riesgo MEDIO (10)		
Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
AGUA SUPERFICIAL	RARO, menos de un 1% de ocurrencia.	El estado del suelo del vertedero y la estabilidad de la vegetación, disminuiría considerablemente el contacto del agua superficial con residuos sólidos, el agua de regadío y precipitaciones en su mayoría sería filtrada por las raíces de la vegetación presente ⁶⁶ .
En RSD Agua		
Nivel de Riesgo IMPORTANTE (15)		

⁶⁶La fitoextracción o fitoacumulación consiste en la absorción de contaminantes por las raíces; es la capacidad de algunas plantas para acumular contaminantes en sus raíces, tallos o follaje. (López-Martínez, Pérez-Flores, & Guitierrez-Rojas, 2005).

Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
AGUA SUPERFICIAL	RARO, menos de un 1% de ocurrencia.	No existe contacto directo de agua superficial con suelo expuesto a la contaminación, la presencia de vegetación reduce el contacto directo con el sustrato, se presume mayor contacto una vez filtrada el agua por la pila de residuos hacia aguas subterráneas.
En RSD Suelo		
Nivel de Riesgo BAJO (3)		

4.7.4.5 Agua Subterránea.

Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
AGUA SUBTERRÁNEA	RARO, menos de un 1% de ocurrencia.	El componente ambiental agua subterránea no influye en la producción de GEI y no altera el componente suelo que alberga los residuos que producen el gas, este se vería más afectado por la oxigenación extra que produce las raíces de la vegetación que cubre el sitio (<i>Ver Ilustración 26 – Vertedero Palmilla</i>).
En RSD Aire		
Nivel de Riesgo MEDIO (10)		
Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
AGUA SUBTERRÁNEA	CASI SEGURO, entre un 90% y más de ocurrencia.	Corresponde al mayor riesgo que se puede generar en el vertedero, el agua que proveniente de precipitación percola la pila de residuos, lavando y transportando el material a acuíferos, los que alimentan los pozos que hay alrededor del sitio, del tipo de riego y consumo humano. (<i>Ver Mapa 13: Vertedero Palmilla - Ubicación y Área de Influencia del Sitio</i>)
En RSD Aire		
Nivel de Riesgo ALTO (10)		
Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
AGUA SUBTERRÁNEA	RARO, menos de 1% de ocurrencia.	Este componente no altera el residuo que pueda estar expuesto en el suelo, el agua subterránea se encuentra en acuíferos confinados por bancos arcillosos y depósitos laháricos suprayacentes, en sectores los niveles estáticos son muy profundos (<i>Ver Mapa 14: Vertedero Palmilla - Hidrogeología</i>).
En RSD Suelo		
Nivel de Riesgo BAJO (3)		

4.7.4.6 Aire.

Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
AIRE	POSIBLE, entre 30% y 60% de ocurrencia.	Si bien, el tiempo que lleva cerrado el vertedero, se presume que se encuentra en el periodo de mayor producción de CH ₄ , periodo de producción eficiente. Existe una gran posibilidad que las raíces de las plantaciones presentes sobre el sitio sean lo suficientemente largas como para invadir la capa de residuos y oxigenar ese estrato, eliminando la fase anaeróbica de la producción de GEI.
En RSD Aire		
Nivel de Riesgo IMPORTANTE (18)		
Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
AIRE	RARO, menos de 1% de ocurrencia.	El componente Aire no afecta a la ocurrencia de riesgo por efectos de RSD presentes en agua, en el sitio no se produce erosión eólica.
En RSD Agua		
Nivel de Riesgo IMPORTANTE (15)		
Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
AIRE	RARO, menos de 1% de ocurrencia.	En el sitio el componente Aire no afecta a la ocurrencia de riesgo por transporte de material con RSD presentes en el suelo; la presencia de vegetación disminuye el riesgo de este efecto.
En RSD Suelo		
Nivel de Riesgo BAJO (3)		

4.7.4.7 Receptores Humanos.

Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
RECEPTORES HUMANOS	RARO, menos de 1% de ocurrencia.	Los receptores más cercanos se encuentran a 500 metros del sitio y corresponde a un área de urbanización. Las concentraciones de GEI son mínimas en la zona por que se presume un aumento en la oxigenación del sitio, debido al efecto penetrador de las raíces en el estrato con presencia de residuos.
En RSD Aire		
Nivel de Riesgo MEDIO (10)		

Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
RECEPTORES HUMANOS	CASI SEGURO, 90% y más de ocurrencia.	En el sitio existen pozos de extracción de agua para riego y consumo, la probabilidad que el agua de precipitaciones haya percolado la pila de residuos y llegado a alguna fuente de agua extracción es alta. A pesar de no tener confirmación empírica del lugar, se presume por el tipo de hidrogeología del lugar la posibilidad que el agua llegue al nivel freático en mínima, pero existe la posibilidad de que ésta se transporte horizontalmente a los pozos de extracción; no se descarta contacto.
En RSD Agua		
Nivel de Riesgo ALTO (25)		
Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
RECEPTORES HUMANOS	RARO, menos de 1% de ocurrencia.	La cubierta vegetal y la inexistencia de residuos descubiertos, hacen muy difícil el contacto dérmico con los receptores humanos y el nivel de riesgo baja considerablemente.
En RSD Suelo		
Nivel de Riesgo BAJO (3)		

4.7.5 Resultado Matriz de Riesgo Vertedero Pichidegua.

4.7.5.1 Potenciales Efectos.

Dadas las características geográficas, químicas, climáticas y ambientales, se clasificó el SAPPC “Vertedero Pichidegua”, según cada componente ambiental afectado por los Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD), el cual es el potencial contaminante presente en el sitio.

Dada la diversidad de contaminantes que poseen los RSD, estos se dividieron según sus efectos en Aire – Agua – Suelo.

Potenciales Efectos en el Aire.

Se consideró con un potencial efecto **MODERADO** del contaminante, debido a que se estimó que la producción de gas de efecto invernadero (GEI) en la fecha actual, se encuentra en el año 19 de producción, etapa que se caracteriza por la reducción de la producción de CH₄. La fecha de término de los procesos fue el año 1992.

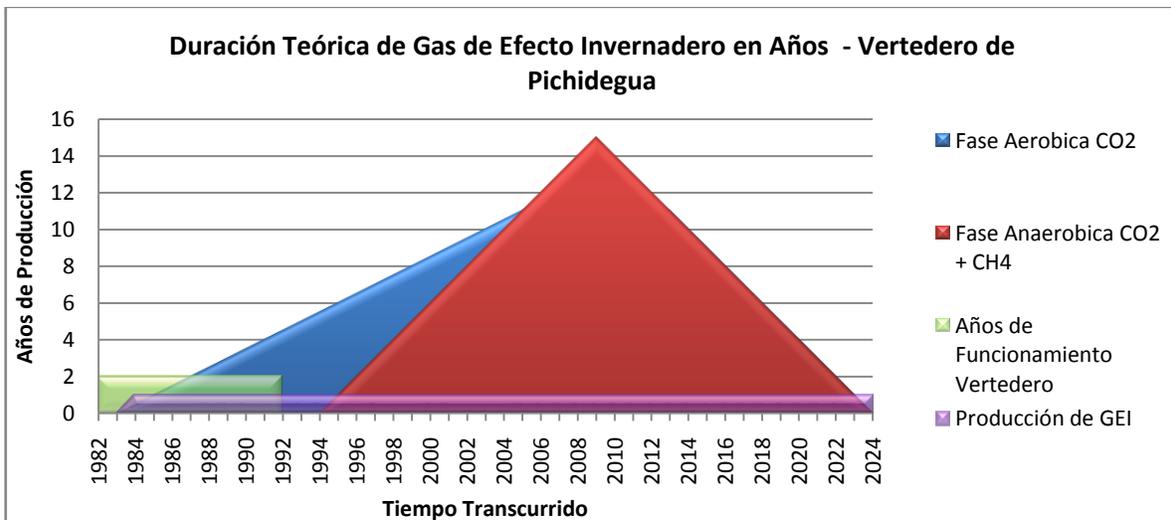


Gráfico 5: Producción Teórica de GEI - Vertedero Pichidegua. Anexo VIII: Años de Funcionamiento de los Vertederos de Mayor Jerarquía – Años de Producción de Gas de Efecto Invernadero.

Potenciales Efectos en el Agua, residuos orgánicos e inorgánicos.

Se consideró con un potencial efecto **MAYOR** del contaminante, debido a que se identificó con la información entregada por la DGA, que en las cercanías del vertedero, aproximadamente a 700 m, existe un pozo de extracción de agua de consumo y riego, que es usado por los vecinos de las cercanías del vertedero y para las faenas agrícolas. Existen cuerpos de agua a 50 m del sitio, la Quebrada Fraguüta y de mayor envergadura a 1,4 km, Río Cachapoal. Ambos no entran en contacto directo con los residuos superficiales, pero sí podrían entrar en contacto con aguas subterráneas que percolen por la pila de residuos.

Potenciales Efectos en el Suelo.

Se consideró con un potencial efecto **MENOR** del contaminante, debido a que los residuos se encuentran bien confinados y el sitio se encuentra bien estabilizado por la presencia de cultivos frutales. El sitio se encuentra a 250 m de los receptores humanos más cercanos y posibles afectados por la existencia de residuos descubiertos o suelos erosionados.

4.7.5.2 Nivel De Riesgo De Cada Componente Ambiental.

4.7.5.3 Suelo.

Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
SUELO	POSIBLE, entre un 30% y 60 de ocurrencia.	El buen estado del componente suelo aumentaría la posibilidad de generación de GEI, pero el efecto de oxigenación de las raíces de los árboles frutales de la plantación disminuiría el proceso anaeróbico de creación de CH ₄ , el gas con mayor riesgo directo en un vertedero. El sitio se encuentra en el año 19 de GEI, periodo de reducción de la capacidad de producción eficiente de CH ₄ .
En RSD Aire		
Nivel de Riesgo IMPORTANTE (13)		
Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
SUELO	RARO, menos de un 1% de ocurrencia.	No existen residuos expuestos, las raíces podrían reducir la presencia en el sustrato de patógenos presentes en la pila se residuos podría existir efecto fitoestabilizador ⁶⁷ .
En RSD Agua		
Nivel de Riesgo IMPORTANTE (15)		
Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
SUELO	RARO, menos de un 1% de ocurrencia.	El suelo se encuentra estabilizado y aireado, por la presencia de cultivos frutícolas. No existiría contacto de residuos con este componente.
En RSD Suelo		
Nivel de Riesgo IMPORTANTE (15)		

4.7.5.4 Agua Superficial

Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
AGUA SUPERFICIAL	RARO, menos de un 1% de ocurrencia.	El efecto del componente agua superficial no afectaría en la producción de GEI, solo la presencia en abundancia de este componente ayudaría a la oxigenación del suelo y reducción de la producción de GEI en la etapa anaeróbica.
En RSD Aire		
Nivel de Riesgo MEDIO (6)		

⁶⁷La Fitoestabilización consiste en la reducción de la bio-disponibilidad de los contaminantes mediante la revegetación con especies tolerantes a la toxicidad que inactiven los contaminantes para reducir el riesgo para el medio ambiente y la salud humana e implica una mejora mecánica de las propiedades físicas del suelo y su protección frente a la erosión y el transporte de contaminantes (López-Martínez, Pérez-Flores, & Guitierrez-Rojas, 2005).

Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
AGUA SUPERFICIAL En RSD Agua Nivel de Riesgo IMPORTANTE (15)	RARO, menos de un 1% de ocurrencia.	El estado del suelo del vertedero, la estabilidad de la vegetación y el cultivo agrícola ayudan a disminuir el contacto del agua superficial con residuos sólidos. Esta condición del vertedero no presentaría mayor riesgo.
Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
AGUA SUPERFICIAL En RSD Suelo Nivel de Riesgo BAJO (1)	RARO, menos de un 1% de ocurrencia.	No existiría contacto directo del residuo contenido con el agua superficial. Las mínimas precipitaciones, las contendría el cultivo agrícola (Ver Gráfico 20). El cuerpo de agua más cercano pasa a 50 m y corresponde a un canal de regadío.

4.7.5.5 Agua Subterránea.

Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
AGUA SUBTERRANEA En RSD Aire Nivel de Riesgo MEDIO (6)	RARO, menos de un 1% de ocurrencia.	El componente ambiental agua subterránea no influye en la producción de GEI y no altera el componente suelo que alberga los residuos que producen el gas.
Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
AGUA SUBTERRANEA En RSD Agua Nivel de Riesgo ALTO (22)	RARO, menos de un 1% de ocurrencia.	El agua de precipitación ó una potencial subida del caudal del canal de regadío, serían las formas en que el agua percolaría en la pila de residuos y contaminaría el componente agua subterránea. Pero la presencia de vegetación (en este caso cultivo de frutales) disminuiría la cantidad de agua en contacto con los residuos confinados. El mayor riesgo lo presentarían los pozos de extracción de agua de consumo que presenta el sitio (Ver Mapa 16: Vertedero Pichidegua - Ubicación y Área de Influencia del Sitio).
Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
AGUA SUBTERRANEA En RSD Suelo Nivel de Riesgo BAJO(1)	RARO, menos de un 1% de ocurrencia.	Este componente no altera al residuo que pueda estar expuesto en el suelo, en este sitio no se exponen residuos al ambiente.

4.7.5.6 Aire.

Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
AIRE En RSD Aire Nivel de Riesgo IMPORTANTE(13)	POSIBLE, entre 30% a 60% de ocurrencia.	Teóricamente, el vertedero se encuentra en el año 19 de producción de GEI, periodo en que el CH ₄ empieza a disminuir. Las características agrícolas de este vertedero, favorecen una mayor presencia de oxígeno en el suelo, reduciendo el efecto del proceso anaeróbico de producción de CH ₄ .
Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
AIRE En RSD Agua Nivel de Riesgo IMPORTANTE(15)	RARO, menos de 1% de ocurrencia.	El componente Aire no afecta a la ocurrencia de riesgo por efectos de RSD presentes en agua; en el sitio no se produce erosión eólica, debido a la gran cantidad de vegetación producto de actividades agrícolas.
Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
AIRE En RSD Suelo Nivel de Riesgo BAJO(3)	RARO, menos de 1% de ocurrencia.	En el sitio el componente Aire no afecta a la ocurrencia de riesgo por transporte de material con RSD presentes en el suelo; la presencia agrícola disminuye el riesgo de este efecto.

4.7.5.7 Receptores Humanos.

Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
RECEPTORES HUMANOS En RSD Aire Nivel de Riesgo IMPORTANTE(20)	CASI SEGURO, entre 90% y más de ocurrencia.	Los receptores más cercanos se encuentran a 250m del sitio, corresponde a parcelas vecinas de carácter agroindustrial y sin presencia de población permanente, la dirección del viento predominante en el sitio ESE (<i>Ver Gráfico 21</i>). La emisión de GEI en el sitio, como en cualquier vertedero está siempre presente, pero varía según las condiciones de oxigenación del sitio; en este caso, se presume que existiría una mayor emisión de CO ₂ en desmedro del CH ₄ . De igual forma este vertedero es emite GEI.
Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
RECEPTORES HUMANOS En RSD Agua Nivel de Riesgo ALTO(25)	CASI SEGURO, 90% y más de ocurrencia.	Independiente de la cantidad de agua absorbida por las especies arbóreas presentes en el vertedero abandonado, existe un porcentaje que percola por la pila de residuos y llega de igual forma a acuíferos subterráneos. En el sitio existe la presencia de pozos de extracción de agua a 700m y a 55m una quebrada "La Fragüita" que son usados para riego y consumo humano.
Componente	Probabilidad de Ocurrencia	Justificación
RECEPTORES HUMANOS En RSD Suelo Nivel de Riesgo BAJO(1)	RARO, menos de 1% de ocurrencia.	El cierre perimetral, la presencia de cultivos y la estabilidad del suelo, disminuye considerablemente el contacto dérmico de los receptores con el residuo confinado. No existiría riesgo en este sitio.

Capítulo V

5. Conclusiones

5.1 Análisis Regional del Estado de los SAPPCC en la Región de O'Higgins.

Este diagnóstico se inició con la etapa de levantamiento de datos, donde se catastraron 152 potenciales sitios, los cuales fueron identificados, priorizados y jerarquizados, según los parámetros de exposición a receptores humanos y ambientales, para finalmente quedar 45 sitios con potencial presencia de contaminantes, con un espectro que varió desde la baja a la alta potencial exposición al contaminante.

Estos 45 sitios seleccionados muestran la realidad industrial, económica y social de la región, como se muestra a continuación.

Actividades Mineras: En la actualidad, la actividad minera se concentra en CODELCO División El Teniente, en la comuna de Machalí y en una cantidad muy menor en el sector minero de Chancón, comuna de Rancagua.

El diagnóstico de los Pasivos Ambientales de la Región, muestra cómo se disponían antiguamente las Faenas Mineras a lo largo de la Región y como en la actualidad, la dispersión de la actividad minera, no es económicamente viable. La tendencia apunta a la concentración de esta actividad en la región.

El estudio de las faenas mineras abandonadas muestra también, la precariedad y la falta de tecnología en los procesos extractivos usados antes en la Región, salvo por pocos casos las faenas mineras abandonadas catastradas, corresponden a piques artesanales y de extracción manual del mineral.

Vertederos: La información que más destacó en este diagnóstico, fue la gran cantidad de vertederos abandonados en la región. Estos corresponden a vertederos de extensión muy variable y en algunos casos, con muchos años de uso. El gran cambio que se observó fue la puesta en marcha de Rellenos Sanitarios, utilizados por varias comunas. Producto de esto, se deja de lado el uso de vertederos uni-comunales.

De los 23 sitios que fueron catastrados como vertederos abandonados, solamente 3 de ellos corresponden a terrenos fiscales y los restantes 20 se ubican en sitios privados, por lo que el arriendo de estos sitios fue algo común en la región, lo que luego produjo la problemática del abandono o desuso de estos sitios. En algunos casos no existieron las medidas de control en el cierre y en los posibles otros usos que el privado quiso dar a su terreno.

Otros usos: En este diagnóstico, el único sitio que escapó de la clasificación de “vertedero abandonado” o de “faena minera abandonada”, fue el “Depósito de Residuos Industriales”, de la comuna de Rengo, sitio que se encontró bien delimitado y cuidado. Solo este sitio escapó de la lista final de 45 sitios, ya que la Compañía Siderúrgica Huachipato decidió cerrar en el 2008 la industria temporalmente.

El hecho de que existiera tan solo una industria en el catastro, no significa que esta actividad no se desarrolló extensivamente en la región; de hecho gran parte de los 152 primeros sitios catastrados con sospecha de potencial contaminante correspondieron a industrias, principalmente agroindustrias, pero en funcionamiento. Esto ejemplifica el estado industrial de la región, que actualmente se concentra en el sector agrícola y se encuentra en completa actividad.

Se pudo identificar, dado la gran cantidad de sitios activos encontrados, que la potencial presencia de contaminantes en la Región se encontró mayoritariamente en sectores activos de la economía, principalmente en empresas agropecuarias y relacionadas a actividades mineras. El aporte de los pasivos abandonados es mínimo en contraste a los activos, pero cualquier alteración negativa en el desarrollo de la economía de la región, desataría un aumento en sitios activos que cesarían actividades, aumentando la cantidad de pasivos. La detección de activos ambientales, sería una de las mejores medidas de mitigación de posibles potenciales sitios contaminados.

Si bien, la presencia de pasivos en la región no es, aparentemente, un problema medioambiental grave y de envergadura regional; este más bien corresponde a una problemática local y en la medida que estos sitios se manejen, se contengan y se realicen medidas preventivas o en el mejor de los casos, reparatorias, el efecto del potencial riesgo por contaminación en la región por pasivos ambientales será mínimo.

Como se ha planteado, la economía regional tiene una relación directa en la creación, exposición e impactos de los Pasivos Ambientales y dado el crecimiento agroindustrial, surge una posible problemática. Problemática que se asocia con la expansión de la actividad agrícola y pecuaria en las áreas de influencia de los pasivos ambientales, como por ejemplo, es el caso de áreas de vitivinícolas y criaderos de cerdos en el denominado Distrito Minero de Chancón, en la comuna de Rancagua.

Esta expansión hacia áreas potencialmente contaminadas, surge aparentemente de la necesidad de suelos para realizar estas actividades, aunque se desconoce si se poseía o no, conocimiento del tipo de actividad potencialmente contaminante que se llevó a cabo en el área. Lo que sí se podría suponer es cómo afectaría la potencial contaminación en la producción y la calidad de lo que estas industrias producen. La existencia de un sitio potencialmente contaminado afectaría negativamente en las ventas y exportaciones de los productos de la región, especialmente los productos que conllevan una denominación de origen, como es el caso de los productos que se elaboran en los valles de Colchagua y Apalta, solo por mencionar algunos.

La identificación, mitigación y una posible reparación de los pasivos ambientales, que comparten territorio con actividades industriales claves en la economía de la región, debe ser el primer paso para prevenir efectos negativos en la economía regional.

En este sentido, la realización de la metodología para la identificación de SAPPC, contribuyó a la detección de 5 sitios con alto riesgo de exposición a potenciales contaminantes. De estos 5 sitios, 2 fueron detectados a partir de tan solo una coordenada⁶⁸, la efectiva aplicación de la ficha logró realizar una buena identificación en gabinete del área de influencia del sitio, se pudo llegar a detectarlos en terreno y finalmente se logró constatar su existencia sin la necesidad de generar grandes gastos en su búsqueda.

En relación a la gran cantidad de sitios catastrados en la etapa inicial, la aplicación de la ficha de identificación de sitios, también resultó una manera efectiva de hacer catastros de sitios activos potencialmente contaminados. El desconocimiento del estado de los pasivos ambientales en la región, fue lo que originó la recolección extensa de datos para encontrar de diversas maneras, sitios con algún grado de potencial contaminación. Pese a que para esta investigación solo se seleccionaron los pasivos de carácter abandonado, para otros efectos, esos catastros servirían para buscar sitios potencialmente contaminados que pueden ser usados por las entidades pertinentes para fiscalizar o en otros usos.

En el plano histórico, el diagnóstico mostró cambios en el manejo ambiental de la región. Tal como se planteó anteriormente, con el cambio en el crecimiento y desarrollo minero de la región, algo parecido sucedió con el manejo de los residuos sólidos en la Región de O'Higgins. Ya en el año 1998 se planteaba en la Política Ambiental Regional⁶⁹, la necesidad de erradicar los 21 vertederos municipales existentes en la región⁷⁰, actuales pasivos ambientales. La entrada en operación del “Relleno Sanitario Colihue – La Yesca”, el “Relleno Sanitario Parque el Guanaco” y “Relleno Sanitario Manual Las Quilas” (PET-Quinta, 2010) terminó finalmente con el uso de gran parte de estos 21 vertederos, cambiando la forma en que se disponían los residuos en la Región.

5.2 Potencial Riesgo de los sitios identificados.

La aplicación de la metodología usada en la Etapa I, dejó como resultado 5 sitios con alta jerarquía, los que presentaron gran variación en la exposición al potencial riesgo por contaminación, incluso en los 4 vertederos abandonados catastrados, lo cual ratificó que la presencia SAPPC, tiene una expresión local más que regional.

⁶⁸Corresponden a el Vertedero Abandonado Auquinco, en la comuna de Chépica y al Vertedero Abandonado de Litueche, (Ver Anexo IX: Fichas de inspección de sitio SAPPCC:(ver digital)) o (Ver Anexo Vb: Matriz de Riesgo Litueche.) y (Ver Anexo Vd: Matriz de Riesgo Chépica.)

⁶⁹ La Política Ambiental Regional fue elaborada bajo la responsabilidad de la Dirección Regional de la CONAMA, siguiendo la “Política Ambiental para el Desarrollo Sustentable”, del Gobierno de Chile. (SINIA, 1998)

⁷⁰ Ver Anexo X: Fichas de Inspección de los 45 sitios aprobados. (ver digital)

La variable que poseía mayor puntaje en la ficha de inspección, era la exposición a receptores humanos, la cual marcó diferencia en la primera etapa del diagnóstico. En la segunda etapa se destacó la presencia del componente ambiental agua, siempre asociado a la presencia de los receptores humanos. Sin duda, una de las combinaciones que generan un mayor riesgo, es la exposición de receptores humanos a fuentes de agua superficial y subterránea, sobre todo cuando el destino del agua es el consumo.

En esta tabla resumen se explica cómo varía el nivel de potencial riesgo, según la probabilidad de ocurrencia que tenga el potencial efecto del contaminante en cada uno de los componentes ambientales y humanos:

Tabla Resumen Regional de Potencial Riesgo			Componente Ambiental				Componente Social
Sitio	Potenciales Contaminantes	Medio de Transporte	Suelo	Agua Superficial	Agua Subterránea	Aire	Receptores Humanos
Faena Minera El Inglés	Mercurio	Medio Ambiente	Medio 9	Importante 17	Medio 9	Medio 9	Medio 9
Vertedero Abandonado Litueche	Residuos Sólidos Domiciliarios	Aire	Importante 19	Importante 15	Importante 15	Alto 24	Importante 15
		Agua (Residuos Orgánicos e Inorgánicos)	Alto 23	Alto 23	Importante 18	Medio 10	Alto 21
		Suelo	Bajo 5	Importante 16	Bajo 3	Medio 12	Bajo 5
Vertedero Abandonado Palmilla	Residuos Sólidos Domiciliarios	Aire	Alto 23	Medio 10	Medio 10	Importante 18	Medio 10
		Agua (Residuos Orgánicos e Inorgánicos)	Importante 15	Importante 15	Alto 25	Importante 15	Alto 25
		Suelo	Bajo 3	Bajo 3	Bajo 3	Bajo 3	Bajo 3
Vertedero Abandonado Chépica	Residuos Sólidos Domiciliarios	Aire	Importante 13	Medio 9	Medio 6	Importante 20	Importante 20
		Agua (Residuos Orgánicos e Inorgánicos)	Alto 22	Alto 24	Alto 24	Importante 15	Alto 25
		Suelo	Importante 13	Importante 16	Bajo 3	Bajo 5	Medio 12
Vertedero Abandonado Pichidegua	Residuos Sólidos Domiciliarios	Aire	Importante 13	Medio 6	Medio 6	Importante 13	Importante 20
		Agua (Residuos Orgánicos e Inorgánicos)	Importante 15	Importante 15	Alto 22	Importante 15	Alto 25
		Suelo	Bajo 1	Bajo 1	Bajo 1	Bajo 1	Bajo 1

Tabla 5: Resumen Regional del Potencial Riesgo en los 5 SAPPCC con mayor jerarquía (Elaboración Propia).

Se aprecia la diferencia entre los efectos potenciales de los contaminantes, en la Faena Minera El Inglés y los demás vertederos, aunque los efectos del mercurio son más dañinos, el nivel de exposición y la probabilidad de ocurrencia no son tan altos como en los vertederos. También es importante decir, que pese a que la Faena Minera El Inglés, se encuentra en estado de abandono, se realizó un intento de mitigación del efecto del componente ambiental Aire, previniendo el efecto de la erosión y transporte de residuos con potencial presencia de mercurio, reduciendo la exposición de este contaminante en el ambiente.

En el caso de los vertederos, la exposición con mayor riesgo potencial se produjo en el transporte de los residuos sólidos por el medio hídrico. En los 5 SAPPCC identificados, el riesgo más alto se presentó en este último tipo de contaminantes de residuos sólidos domiciliarios, presentando el más "Alto" riesgo en todos los componentes ambientales, seguido del componente ambiental aire, que presentó niveles "Importantes" de potencial riesgo.

En resumen, los sitios en que se detectó presencia de riesgo, por contacto directo (inhalación - ingestión - contacto dérmico)⁷¹, se relacionaron a asentamientos que hicieron uso y contacto con algún componente ambiental. Como por ejemplo, la extracción de agua en medios subterráneos - superficiales y las actividades económicas de utilización del suelo en faenas mineras y/o agrícolas.

5.3 Recomendaciones.

La generación de medidas de control ambiental en los SAPPCC sería la acción efectiva y definitiva en el tratamiento de los pasivos ambientales de la Región de O'Higgins, se espera que la aplicación multidisciplinaria de esta metodología utilice al máximo su potencial como herramienta de decisión ambiental.

La gran preocupación que se genera en este diagnóstico, no tiene que ver con los sitios pasivos, sino con los activos con la gran cantidad de potenciales pasivos ambientales que se generaran en el futuro. Por lo anterior, la recomendación a partir de los resultados del Diagnóstico de los Sitios Abandonados con Potencial Presencia de Contaminantes, es mantener los sitios activos con potencial presencia de contaminantes identificados, de manera de generar efectivos planes de cierre para estos, de tal manera que la solución no recaiga en el futuro en el gobierno regional o las municipalidades, sino en los que generan la potencial contaminación hoy en día.

⁷¹ Ver anexo fichas de inspección (*En digital*) - Etapa 6 (Esquemas) CROQUIS ESQUEMÁTICO. En él se resume la exposición total del contaminante con los medios afectados.

Bibliografía

ATSDR Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Mercurio. Preguntas más frecuentes acerca de los efectos del mercurio sobre la salud: Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. Atlanta, EE.UU, Abril de 1999.

ATSDR Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Public Health Assessment GUIDANCE MANUAL (Update). Atlanta, EE.UU, 2005.

BCN Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Reporte Estadísticos Comunales [en línea] <http://reportescomunales.bcn.cl/index.php/P%C3%A1gina_principal> [consulta: 05 de Diciembre de 2012].

CETEBS-GTZ Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - German Society for International Cooperation. Manual de Gerenciamiento de Áreas Contaminadas. São Paulo, 1999.

CHILECLIMA. Red Agroclimática de Chile. [en línea] <<http://www.chileclima.cl/Default.aspx>> [consulta: 20 de Noviembre de 2012].

COLMENARES M. W., SANTOS B. K. Generación y Manejo de Gases en Sitios de Disposición Final. Mayo, 2007. [en línea] <http://www.ingenieriaquimica.org/articulos/relleno_sanitario>.

CONAMA - Comisión Nacional del Medio Ambiente. Plan Nacional para la Gestión de los Riesgos del Mercurio., Santiago, 2009.

CONAMA - Comisión Nacional del Medio Ambiente. Política nacional para la gestión de sitios con presencia de contaminantes. Santiago, 2009.

CONAMA - Comisión Nacional del Medio Ambiente. Política Nacional para la Gestión de Sitios Contaminado - Documento de Discusión. Santiago, 2006.

CONAMA - Comisión Nacional del Medio Ambiente. Primer Reporte del Manejo de Residuos Sólidos en Chile. Santiago, 2010.

CUZCANO CHUMPITAZ, Roberto. Gestión Ambiental de Sitios Contaminados: Evaluación Inicial, Evaluación de la Exposición y Remediación utilizando Tecnologías Innovadoras. Ilo-Moquegua - Peru, 2001

DE LA VARGA, Aitana. El Régimen Jurídico de los Suelos Contaminados desde la Perspectiva Europea y su Regulación en Alemania. (Tesis Doctoral). Bilbao, España. Universidad del País Vasco (UPV/EHU), 2009. 544p.

DGF Departamento de Geofísica - Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Universidad de Chile. Evaluación del Potencial Eólico Nacional 1993, [en línea]. <<http://www.dgf.uchile.cl/eolo>> [Consulta: 27 de Noviembre de 2012].

DÍAZ-BARRIGA, F. Metodología de Identificación y Evaluación de Riesgos para la Salud en Sitios Contaminados - OPS, Organización Panamericana de la Salud. Lima, 1999.

e-SEIA - Servicio de Evaluación Ambiental. Estudio de Impacto Ambiental "Plantel de Cerdos Quebrada Honda", 2007. [en línea] <<http://seia.sea.gob.cl/documentos/documento.php?idDocumento=2568804>> [consulta: 27 de Noviembre de 2012].

FUNDACIÓN CHILE. Identificación Sistemática de Sitios Contaminados: Caso Piloto Quinta Región. Depto. de Control de la Contaminación de CONAMA. Valparaíso, 2004.

FUNDACIÓN CHILE. Guía Metodológica para la gestión de Suelos con potencial Presencia de Contaminantes. Chile, 2012.

GLOBAL METANE INITIATIVE. Estudio de Factibilidad para el Aprovechamiento de Metano en el Relleno Sanitario Municipal y Taller Regional de Promoción de la Iniciativa de Metano para Mercados en Nogales. Sonora, 2009

I. MUNICIPALIDAD DE LITUECHE. Memoria Plan Regulador de Litueche. Litueche, 2005.

IGME Instituto Geológico y Minero de España. Rocas y minerales industriales de Iberoamérica. España, 2000.

INE Instituto Nacional de Estadísticas. Censo 2002. Chile, 2002.

INE Instituto Nacional de Estadísticas. XVII Censo Nacional de Población y VI de Vivienda. Chile, 2002.

LÓPEZ-MARTÍNEZ, SURGEY; "et al". Mecanismos de Fitorremediación de Suelos Contaminados con Moléculas Orgánicas Xenobióticas. Mexico: Revista Internacional de Contaminación Ambiental. Mexico, 2005

MINERAL POLICY CENTER. MPC Fact Sheet: *CYANIDE*. Washington, D.C., 2000.

MMA Ministerio del Medio Ambiente. Resolución Exenta N°1690. - Aprueba metodología para la identificación y evaluación preliminar de suelos abandonados con presencia de contaminantes. Santiago, Chile, 30 de Diciembre de 2011

OBLASSER, A., y CHAPARRO, E. Estudio comparativo de la gestión de los Pasivos Ambientales Mineros en Bolivia, Chile, Perú y Estados Unidos. CEPAL. Santiago, Chile, Mayo de 2008.

OMS Organización Mundial de la Salud. Métodos para la evaluación de riesgos para la salud generados por la exposición a sustancias peligrosas liberadas por rellenos sanitarios. Oficina regional para Europa, Centro europeo para el medio ambiente y la salud. Lodz, 2000.

OPS/OMS - Ministerio de Salud de Brasil. Curso: Evaluación de Riesgos para la Salud Humana por Exposición a Residuos Peligrosos. Experiencia Brasileña en la aplicación de la Metodología de la ATSDR. Brasilia, 2007.

PNUMA - Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Evaluación Mundial sobre el Mercurio. Ginebra, Suiza, 2002.

PET-QUINTA. Estudio de Diagnostico sobre Residuos Sólidos Domiciliarios Región de O'Higgins. San Vicente de Tagua Tagua, O'Higgins, Chile, 2010.

RUSSI, D., Y MARTINEZ-ALIER, J. Los Pasivos Ambientales. ICONOS, Revista de Ciencias Sociales: Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, Sede Académica de Ecuador. (15). Quito, Ecuador, Diciembre de 2002.

SEIA Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental. Ficha del Proyecto: Relleno Sanitario Manual Las Quilas. [en línea],
<http://seia.sea.gob.cl/expediente/expedientesEvaluacion.php?modo=ficha&id_expediente=36004> [consulta: 26 de Noviembre de 2012].

SEREMI MEDIO AMBIENTE - REGIÓN DE O'HIGGINS. Diagnóstico y propuesta de cierre de vertedero de la Región de O'Higgins, Ingeniería Alemana Rancagua, 2012.

SEREY, ITALO; "et al". Libro Rojo de la Región de O'Higgins, Corporación Nacional Forestal – Universidad de Chile. Rancagua, Chile, 2007.

SERNAGEOMIN - Servicio Nacional de Geología y Minería. Guía de Buenas Prácticas Ambientales para la Pequeña Minería. Chile, 2003.

SERNAGEOMIN - Servicio Nacional de Geología y Minería. Catastro de Faenas Mineras Abandonadas o Paralizadas - Análisis Preliminar de Riesgo, Proyecto FOCIGAM - JICA. Santiago, Chile 2007.

SERNAGEOMIN - Servicio Nacional de Geología y Minería. Mapa Geológico de Chile: Version Digital. 1.0(4), 2003.

SII - Servicio de Impuestos Internos (2012). [en línea], [consultado: Enero de 2013].

SINIA – Sistema Nacional de Información Ambiental. Política Ambiental de la Región del Lib. Bdo. O'Higgins (1998). [en línea], <<http://www.sinia.cl/1292/w3-propertyvalue-15918.html>>, [consultado: Julio de 2013].

VALDERRAMA, "et al" (2012). Amalgamación de Concentrado de Oro Obtenido en Concentrador Knelson. Universidad de Atacama. Copiapó, 2012.

WIKIPEDIA. Mercurio [en línea], <<http://es.wikipedia.org/wiki/Metilmercurio>> [consultado: Junio de 2013].

WHO World Health Organization. *Methylmercury*. Genova, 1990.

Anexos.

Anexo I: Levantamiento de Información Etapa I. *(ver digital)*

Anexo II: SAPPC Pre-seleccionados Etapa I. *(ver digital)*

Anexo III: SAPPC Aprobados de Terreno Etapa I. *(ver digital)*

Anexo IV: SAPPC Aprobados Final Etapa I. *(ver digital)*

Anexo V: Matrices de Riesgo Etapa II *(ver digital)*

Anexo Va: Matriz de Riesgo El Inglés.

Anexo Vb: Matriz de Riesgo Litueche.

Anexo Vc: Matriz de Riesgo Palmilla.

Anexo Vd: Matriz de Riesgo Chépica.

Anexo Ve: Matriz de Riesgo Pichidegua.

Anexo VI: Análisis de información y Desarrollo de Matriz de Evaluación Preliminar de Riesgo por Contaminación.

En base a la caracterización de los principales contaminantes que se asocian a las actividades desarrolladas en cada sitio de alta jerarquía, se determinó que los principales contaminantes asociados a estos sitios, corresponden a contaminación asociada a Mercurio y Residuos Sólidos Domiciliarios.

Anexo VIa: Evaluación de los Potenciales contaminantes encontrados en el área de estudio – Mercurio.

La presencia de Mercurio (Hg) en residuos mineros, es un riesgo potencial común en las faenas mineras auríferas, debido a que este metal es usado en el proceso productivo minero de recuperación del oro⁷². La Amalgamación, proceso de concentración basado en la adherencia preferencial del oro por el mercurio, en presencia de agua y aire, proceso aplicado tal como se realizaba hace 3.500 años en Roma. Los relaves de los procesos de amalgamación contienen altos contenidos de mercurio (100 a 500 ppm) y deben ser almacenados en lugares especiales para evitar la disolución del mercurio metálico⁷³.

La Amalgamación ya no es el método dominante en la gran minería. Ha sido reemplazado por el proceso de cianurización y la utilización de cianuro (CN); éste es ahora el método dominante utilizado por la industria minera de roca dura, para extraer oro y otros metales a partir de minerales. La idea de usar cianuro para la recuperación de oro, fue desarrollada por primera vez en Escocia en el siglo 19. En 1969, la Oficina de Minas de EE.UU. propuso cianuro en pilas de lixiviación como un método para recuperar el oro de muy baja ley (Mineral Policy Center, 2000).

El Mercurio es un metal pesado, que se presenta de forma natural en el medio ambiente bajo distintas formas químicas. La forma pura, mercurio elemental, es líquida a temperatura ambiente aunque lentamente tiende a evaporarse. Las formas que se encuentran más

⁷²(SERNAGEOMIN - Servicio Nacional de Geología y Minería, 2003)

⁷³ (Valderrama, Chamorro, Olgún, J., & J., 2012)

comúnmente en la naturaleza son el mercurio inorgánico y el mercurio orgánico (CONAMA, 2009).

El Mercurio es tóxico, persistente y tiene un ciclo global, lo cual se traduce en que las emisiones en cualquier continente pueden contribuir a la deposición en otros. Por ello, las emisiones de mercurio son un problema de preocupación mundial. Además, debido a su capacidad de transporte a largo alcance, incluso naciones con mínimas emisiones de mercurio, y otras regiones alejadas de la actividad industrial, pueden verse adversamente afectadas por este contaminante (CONAMA, 2009).

El mercurio puede resultar más problemático en las regiones menos desarrolladas (creciente demanda de energía, instalaciones de tratamiento de residuos precarias, minería de oro artesanal, etc.). Sus usos se han reducido progresivamente en los países desarrollados, pero pueden seguir vigentes en países en desarrollo. (CONAMA, 2009).

Estimación del riesgo por contaminación por Mercurio Rutas de entrada y efectos en el organismo⁷⁴.

Inhalación.

La inhalación constituye la principal ruta de ingreso al organismo para el mercurio elemental. Esto, debido a que se vaporiza a temperatura ambiente y es absorbido por los pulmones para luego ser distribuido por la sangre. La inhalación de los vapores de mercurio está asociada con la toxicidad sistémica en humanos y animales. Debido a su alta difusibilidad y liposolubilidad, que facilita su distribución y movimiento a través del organismo, cerca del 80% del vapor de mercurio es absorbido por los pulmones y alcanza rápidamente la corriente sanguínea.

Contacto Dérmico.

El Mercurio se absorbe a través de la piel en muy pocas cantidades, causando síntomas como irritación de ojos y piel. Se han detectado casos de dermatitis por contacto y sensibilidad a este metal.

Por otra parte, la velocidad de entrada de los vapores de mercurio a través de la piel es el 2,2 % de aquella absorbida por pulmones, por lo que el peligro por absorción por medio de la piel es mínimo.

Ingestión.

La peligrosidad de la ingesta de mercurio, radica en su ingreso al organismo como metilmercurio⁷⁵, a través de alimentos que lo contengan. Los principales síntomas clínicos de intoxicación por metilmercurio en niños y adultos incluyen: parestesia (extremidades y

⁷⁴ (CONAMA, 2009), Plan Nacional para la Gestión de los Riesgos del Mercurio.

⁷⁵ El metilmercurio, se trata de un compuesto neurotóxico capaz de concentrarse en el organismo (bioacumulación) y concentrarse así mismo en las cadenas alimentarias (biomagnificación)(PNUMA - Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2002).Sus efectos contaminantes son de especial relevancia en los alimentos para los bebés y en los que toman las mujeres durante el embarazo, ya que en éste último caso se transfiere por vía de la placenta al feto. El metilmercurio es un compuesto que se absorbe casi en su totalidad por vía pulmonar y gastrointestinal, mientras que es moderada su absorción por vía dérmica. Se estima que tiene una semivida en el cuerpo humano en torno a 40-50 días(Wikipedia, 2013)

alrededores de la boca adormecidos), ataxia (dificultad al caminar), disartria (dificultades en hablar), disminución del campo visual, sordera, temblores, deficiencia intelectual y en algunos casos, paralización motora (World Health Organization, 1990)

Debido a que los animales acumulan metilmercurio más rápido de lo que pueden excretarlo, se produce un incremento sostenido de las concentraciones en la cadena trófica (biomagnificación). Así, aunque las concentraciones iniciales de metilmercurio en el agua sean bajas o muy bajas, los procesos biomagnificadores acaban por convertir el Metilmercurio en una amenaza real para la salud humana.

Si bien, la utilización de Mercurio en las grandes faenas mineras va en retroceso, en favor de la utilización del Cianuro, en las faenas mineras artesanales se sigue aplicando, aunque en la faena minera estudiada no se presenció la utilización de la amalgamación, principalmente porque ese proceso se cambió por la cianurización. El daño por mercurio en las faenas mineras no es significativo y en el diagnóstico se catastró solo una faena minera que ocupó el mercurio en sus procesos, las otras enviaban el material extraído a centros de tratamiento y no se procesaba el mineral en el sitio.

Siguiendo la metodología, se evaluó la exposición del mercurio en sitios abandonados y desprovistos de todo proceso productivo activo, sitios con características de pasivo ambiental. Se exponen 5 escenarios potenciales, en distintos grados de exposición con actividades humanas y el medioambiente. Dependiendo de la distancia a fuentes de agua, sitios poblados y el grado de estabilización de la vegetación que se presenten dentro del área de influencia delimitada en la metodología de la etapa de identificación⁷⁶, se definen los siguientes efectos potenciales:

Efecto Insignificante	<ul style="list-style-type: none"> ● Presencia de procesos de amalgamación de oro con mercurio y/o presencia de este contaminante en relave. ● Características del relave: Con presencia de sello basal y sistema de captación de lixiviados. ● Cubierta vegetal consolidada, reduce el contacto físico con el material dispuesto en relave.
Efecto Menor	<ul style="list-style-type: none"> ● Presencia de procesos de amalgamación de oro con mercurio y/o presencia de este contaminante en relave. ● Características del relave: Sin sistema alguno de captación de lixiviado. ● Cubierta vegetal presente, pero no consolidada (Mayor riesgo de transporte eólico).
Efecto Moderado	<ul style="list-style-type: none"> ● Presencia de procesos de amalgamación de oro con mercurio y/o presencia de este contaminante en relave. ● Características del relave: Sin sistema alguno de captación de lixiviado. ● Cubierta vegetal no consolidada. ● Contacto con vida silvestre y sistemas hidrológicos dentro del área de influencia.
Efecto Alto	<ul style="list-style-type: none"> ● Presencia de procesos de amalgamación de oro con mercurio y/o presencia de este contaminante en relave. ● Características del relave: Sin sistema alguno de captación de lixiviado. ● Cubierta vegetal no consolidada. ● Contacto con vida silvestre y sistemas hidrológicos dentro del área de influencia. ● Contacto directo con la piel, dérmico. ● Toxicidad primaria: para la piel, ojos.

⁷⁶ Área de influencia establecida, 3 km.

Efecto Mayor	<ul style="list-style-type: none">• Presencia de procesos de amalgamación de oro con mercurio y/o presencia de este contaminante en relave.• Características del relave: Sin sistema alguno de captación de lixiviado.• Cubierta vegetal no consolidada.• Contacto con vida silvestre y sistemas hidrológicos dentro del área de influencia.• Vías de exposición directa mediante inhalación e ingestión.• Toxicidad primaria: efectos en la piel, ojos, pulmones, encías.• Toxicidad secundaria: Sistema nervioso central, riñones.
---------------------	--

Anexo VIb: Evaluación de los Potenciales contaminantes encontrados en el área de estudio – Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD).

El acopio de residuos orgánicos e inorgánicos en botaderos, vertederos y rellenos sanitarios, implica la presencia de contaminantes que entran en contacto con el medio ambiente a través de distintos medios de exposición y dependiendo de las condiciones de estos sitios, también varía el grado de exposición.

Los principales medios de exposición que tienen los contaminantes presentes en los RSD son:

1. Aire.

Cualquier lugar donde los residuos sólidos domiciliarios hayan sido depositados en grandes cantidades, es en principio, un biorreactor que genera gases y líquidos percolados, lo que dependerá de una serie de variables relacionadas a las características de la basura, del lugar de disposición, de la forma de disposición, del clima, etc.

La generación de Biogases, se produce a partir de los residuos orgánicos, en el proceso de biodegradación, el que posee 5 fases:

Fase 1: Sucede inmediatamente después que la basura es depositada. Esta primera fase de descomposición microbiana de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos se realiza bajo condiciones aerobias, Se produce CO_2 y la temperatura comienza a elevarse, etapa relativamente corta.

Fase 2: Fase de transición, ocurre un proceso de fermentación, se produce una caída importante en el pH. Se caracteriza por el paulatino descenso de las condiciones aeróbicas. En esta fase el biogás está compuesto básicamente por CO_2 .

Fase 3: Fase ácida, se acelera la actividad microbiana iniciada en la etapa anterior. Se caracteriza por la generación de diversos compuestos gaseosos, principalmente dióxido de carbono CO_2 , además de gas Hidrogeno H_2 .

Fase 4: Dominada por microorganismos que se empiezan a desarrollar hacia el final de la fase ácida (Fase 3), estrictamente anaeróbicos y denominados metanogénicos, se caracteriza por la conversión del ácido acético y el gas de hidrógeno, producido en la fase ácida, en CH_4 Y CO_2 . En esta fase, la producción de metano alcanza su máximo nivel, con concentraciones de metano estable entre el 40% a 60% del volumen total de biogás.

Fase 5: Fase de maduración, mucho menos activa en la generación de biogás. Se termina de degradar el material biodegradable que no estaba disponible. La velocidad de generación

del gas disminuye significativamente, debido a que ya, la mayoría de los nutrientes se han diluido en el medio físico en las etapas anteriores y los presentes en medios sólidos son de dilución lenta.

Las fases 1 y 2 pueden tener una duración de entre semanas a dos o más años. En general, una mayor temperatura ambiental tenderá a acelerar los procesos de biodegradación. Altas tasas de compactación y acumulación de la basura en capas delgadas también tendrán el mismo efecto. La acumulación de la basura en celdas pequeñas también acelerará las reacciones tendiendo a reducir la duración de estas etapas (Colmenares M. & Santos B., 2007).

Las fases 3 y 4, en tanto, pueden llegar a durar aproximadamente 5 años en su nivel más elevado para luego decaer progresivamente, dependiendo de las condiciones de operación del relleno y en particular del contenido de humedad de la basura. Como la humedad tiende a acelerar las bioreacciones que ocurren en la basura, las precipitaciones tenderán a reducir la duración de estas etapas y a aumentar la generación de biogás en el tiempo. La recirculación de los líquidos percolados hacia las celdas de disposición contribuirá al contenido de humedad de la basura y a acelerar las reacciones (Colmenares M. & Santos B., 2007).

La fase 5 dependerá en gran parte de las condiciones iniciales de operación del relleno o vertedero. Sin embargo, puede tomar décadas o siglos para que la basura depositada finalmente se estabilice.

El riesgo presente en el medio de exposición aire, es la generación de gases de efecto invernadero, Dióxido de Carbono CO_2 y Metano CH_4 . El CH_4 y el CO_2 son los principales constituyentes del biogás y se producen durante la descomposición anaeróbica de la celulosa y las proteínas de la basura en los rellenos. El biogás que se extrae es regularmente es CH_4 (50% a 70%) y CO_2 (30% a 50%)⁷⁷, con pequeñas proporciones de otros componentes, como Nitrógeno, Oxígeno, Hidrógeno y Sulfuro de Hidrógeno, que depende su cantidad, de la materia prima como del proceso usado en el manejo de los residuos.

Los principales Gases de Efecto Invernadero son:

- **Dióxido de Carbono CO_2 :** Presente a lo largo de todas las etapas de producción; se estima que se produciría en basura depositada al menos un año o más, tiempo suficiente para que comience a generar descomposición y genere CO_2 . Su producción se mantiene a lo largo de todo el proceso digestivo de la basura, pero en menor proporción al CH_4 .
- **Metano CH_4 :** Presente desde la fase 3 del proceso de generación de biogás, es el gas que representa el mayor aporte al efecto invernadero debido a que su potencial de calentamiento global es 21 veces superior al CO_2 y es el componente que permite

⁷⁷ (Colmenares M. & Santos B., 2007) y (Global Metane Initiative, 2009)

que se pueda usar el biogás para generar energía, ya que es explosivo en concentraciones entre un 5% a un 15% e inflamable en concentraciones más elevadas de 15% (Colmenares M. & Santos B., 2007). Se estima que este gas se produciría a partir de un año o más de depositación, dependiendo de las condiciones de acopio de basura permitan un estado anaeróbico en la pila de basura.

La vida útil de los sistemas de recolección puede ser relativamente larga, de 15 años y más, pero la utilización económicamente eficiente se puede sostener entre 3 y 8 años (Colmenares M. & Santos B., 2007). La producción de biogás decae en el tiempo, de un 40% a 60% en los primeros años y entre 25% a 45% en los años finales. Dependiendo del manejo y de la condición anaeróbica que posea el depósito, la basura acumulada generará gas por 20 o 30 años. Sin embargo, en botaderos sin control donde la basura está en exposición al aire, resulta una descomposición aeróbica que sólo emite CO₂ y agua.

1.1 Estimación de Riesgo por contaminación con Residuos Sólidos en componente Aire:

Para estimar el potencial riesgo por emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en los sitios abandonados con más alta jerarquía, se calculó en base a los rendimientos teóricos⁷⁸ de GEI producidos en un relleno sanitario.

A partir del año en que se inician actividades en el vertedero, se estimó desde el segundo año la producción y emisión de CO₂ a la atmósfera. Y a partir del cierre de actividades, luego de dos años, se estimó la emisión de CH₄. Como la estimación de la vida útil de los sistemas de recolección es de 15 años y más, se usó el año 15 como el año de máxima emisión. Para estimar la duración total de biogás en el vertedero, se usará como referencia la estimación teórica del rendimiento económicamente eficiente del biogás, entre 20 y 30 años. Para esta estimación de riesgo, se usará el año 30 como fin de la emisión del GEI, aunque dependiendo la composición Orgánica-Inorgánica del vertedero, puede tomar décadas o incluso siglos para que la basura depositada en un relleno finalmente se estabilice.

⁷⁸En teoría, la cantidad de biogás que se genera de una tonelada de carbono biodegradable corresponde a 1,868 Nm³ (Nm³ = Metro cúbico normal). En países industrializados, la cantidad teórica es de 370 Nm³ de biogás por cada tonelada de basura depositada (Colmenares M. & Santos B., 2007).

El siguiente gráfico representa el cálculo teórico de producción de biogás:

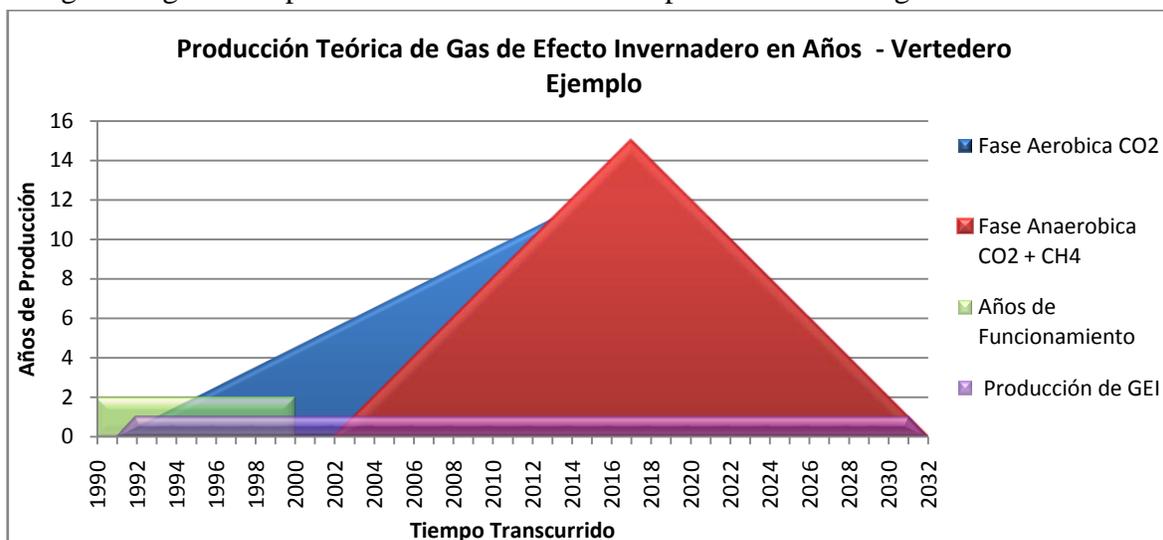


Gráfico 6: Producción teórica de GEI en vertedero ejemplo, el vertedero funcionó entre los años 1990-2000 (10 años de funcionamiento), se estimó que la producción de CO₂ (fase aeróbica) empezó desde el año 1992 y la producción de CO₂ y CH₄ (fase anaeróbica), empezó 2 años luego del cierre en el año 2002. Finalmente se estima que la producción de potencial riesgo por GEI terminaría el 2032.

1.2 Potenciales efectos de la estimación de Riesgo por contaminación con Residuos Sólidos en componente Aire:

Efecto Insignificante	<ul style="list-style-type: none"> • Fuera del rango de producción de Gas de Efecto Invernadero (GEI). • Sitios con presencia de Residuos Sólidos Domiciliarios con data mayor a la estimada de producción de GEI o menor a 2 años luego de su abandono o cierre.
Efecto Menor	<ul style="list-style-type: none"> • Emisión de GEI entre año 20 -30.
Efecto Moderado	<ul style="list-style-type: none"> • Emisión de GEI entre año 2 - 5 (inicio de producción de GEI, mayor porcentaje de CO₂). • Emisión de GEI entre año 15 - 20 (Inicio de la reducción de CH₄).
Efecto Alto	<ul style="list-style-type: none"> • Emisión de GEI entre año 5 - 15 (Emisión económicamente eficiente). • Se siente olor a gas temporalmente.
Efecto Mayor	<ul style="list-style-type: none"> • Emisión de GEI entre año 5 - 15 (Emisión económicamente eficiente). • Se siente olor a gas constantemente. • Sensación de calor proveniente del sitio. • No cuenta con las condiciones de ventilación óptimas.

2. Agua.

Según el tipo de residuos dispuestos y el porcentaje de materia orgánica, será distinto el tipo de efecto ambiental y el riesgo potencial presente en cada sitio.

2.1 Exposición con Residuos Orgánicos.

La exposición de residuos orgánicos en el agua, atrae una gran cantidad de bacterias y protozoarios, que se alimentan con estos desechos, una mayor cantidad de materia orgánica genera un aumento exagerado en la población, en consecuencia consume un mayor volumen de oxígeno disuelto en el agua, eliminando especies que consumen este indispensable elemento. Las bacterias que respiran sin la presencia de oxígeno, de forma anaeróbica, generan fermentación en el agua y la presencia de metano u otros gases, generando la turbidez y la muerte de especies. Cabe mencionar que el porcentaje estimado

de residuos orgánicos, presente en los Residuos Sólidos Domiciliarios en Chile en el año 2009 era un 53,3% (CONAMA, 2010).

Otro proceso generado por residuos orgánicos es el aumento en la población de algas, impidiendo el desarrollo de otros seres vivos. Este proceso conocido como eutrofización de las aguas es responsable de graves daños al ecosistema.

2.2 Exposición con Residuos Inorgánicos.

Corresponde a todos los otros residuos que no son catalogados como orgánicos, dentro de los RSD. Aquí se puede encontrar desde papel, cartón, vidrio, madera y metal (Residuos Inorgánicos No Peligrosos); hasta sustancias químicas peligrosas como el plomo, el arsénico, mercurio; además de detergentes, insecticidas, fertilizantes, hasta petróleo. La exposición de residuos inorgánicos no peligrosos, no representan un riesgo en el componente agua, pero la indebida disposición de residuos manufacturados y electrónicos, en vertederos y rellenos, aumenta la posibilidad que los residuos inorgánicos contengan pequeñas cantidades, hasta trazas, de material inorgánico peligroso. A fines de la década de los 90', comienza en Chile la regulación de la disposición de residuos peligrosos y es a través de la elaboración del reglamento D.S 148 publicado en el año 2004, y de la Política de Gestión Integral de Residuos Sólidos aprobada el año 2005, que en el país se establece un manejo de estos residuos (CONAMA, 2010).

El crecimiento en términos de la actividad industrial de Chile, ha provocado un aumento en la generación de residuos peligrosos. Estos residuos no siempre han sido manejados de manera ambiental y sanitariamente correcta, generando impactos ambientales negativos (CONAMA, 2010). Existe una gran posibilidad que el porcentaje de residuos inorgánicos que tenga un vertedero abandonado contenga restos de material de carácter peligroso.

2.3 Estimación de Riesgo por contaminación con residuos sólidos en componente Agua:

Para estimar el potencial riesgo por presencia de residuos sólidos en los sitios abandonados con más alta jerarquía, se calculó la exposición y el transporte de los residuos por el medio acuático subterráneo y superficial. En el caso de la exposición a cuerpos de agua subterráneos, se valorará el uso, la calidad del acuífero y la profundidad de éste, para el caso de los cuerpos de agua superficiales, se tendrá en cuenta la distancia al sitio y asentamientos humanos.

Potenciales efectos de la estimación de Riesgo por contaminación con Residuos Sólidos en componente Agua:

Efecto Insignificante	<ul style="list-style-type: none"> • Sin presencia de acuífero en el área de influencia. • Cuerpo de agua superficial dentro del área de influencia pero sin exposición directa.
Efecto Menor	<ul style="list-style-type: none"> • Presencia de acuífero, sin extracción de agua. • Cuerpo de agua superficial con exposición pero sin transporte hacia áreas con asentamientos humanos.
Efecto Moderado	<ul style="list-style-type: none"> • Presencia de acuífero, extracción de agua para riego. • Cuerpo de agua superficial con exposición y transporte hacia asentamientos humanos dentro del área de 2km.

Efecto Alto	<ul style="list-style-type: none">• Presencia de acuífero, extracción de agua para riego.• Cuerpo de agua superficial con exposición y transporte hacia asentamientos humanos dentro del área de 1km.
Efecto Mayor	<ul style="list-style-type: none">• Presencia de acuífero, extracción de agua para consumo humano y riego.• Cuerpo de agua superficial está directamente expuesto en el área del SAPPC y se transporta directamente hacia asentamientos humanos.

3. Suelo.

La absorción dérmica de los contaminantes del suelo o del polvo depende de:

- El área de contacto,
- La duración del contacto,
- La interacción química y física entre el contaminante y el resto de los componentes del suelo o polvo,
- La capacidad del contaminante para penetrar la piel y
- Los factores químicos propios de cada contaminante.

Muchos agentes químicos orgánicos se unen a la materia orgánica del suelo, disminuyendo su capacidad de transporte a los receptores por absorción dérmica. Además, solo la fracción del contaminante que está en contacto directo con la piel podrá absorberse. Además, la absorción dependerá también de la capacidad de transporte de los contaminantes a través de la matriz del suelo. El grado de consolidación de algún tipo de cubierta orgánica, que sirva de barrera entre el suelo y los receptores, será clave para reducir el transporte y el contacto directo.

3.1 Estimación de Riesgo por contaminación con residuos sólidos en componente Suelo:

Para estimar el potencial riesgo por presencia de residuos sólidos en los sitios abandonados con más alta jerarquía, se considerarán los siguientes factores:

- **El área del SAPPC:** Se calculará las áreas de los vertederos abandonados catastrados en la Región de O'Higgins, generando un promedio de las áreas más reducidas y más extensas, según la información obtenida del catastro de los sitios en la región.
- **Consolidación de la cubierta orgánica sobre el sitio:** En base a información en terreno, se describirá la cubierta vegetal del sitio, caracterizando la como herbácea, arbustiva, arbórea y según el grado de éxito que haya tenido la cubierta orgánica en cubrir el área potencialmente contaminada.
- **Correcto confinamiento de los residuos:** También se evaluará el estado del confinamiento del residuo y si éste se encuentra adecuadamente cubierto o expuesto al aire libre.
- **Existencia de cierre perimetral:** Se considerará el estado o la existencia de algún tipo de cierre que impida el contacto con potenciales receptores.

3.2 Potenciales efectos de la estimación de Riesgo por contaminación con Residuos Sólidos en componente Suelo:

Efecto Insignificante	<ul style="list-style-type: none"> • Área menor a 0.47 Ha; • Cubierta vegetal consolidada con presencia principalmente de especies arbóreas - arbustivas – herbáceas. • Los residuos se encuentran correctamente confinados. • Cierre perimetral existente, completo y sin la posibilidad de entrar sin la debida autorización.
Efecto Menor	<ul style="list-style-type: none"> • Área entre 0.47 - 0.83 ha. • Cubierta vegetal consolidada, con presencia principalmente de especies arbustivas – herbáceas. • Los residuos se encuentran semi-confinados. • La erosión ha dejado expuesta pequeñas áreas con residuos. • Cierre perimetral existente y completo, pero con fácil acceso.
Efecto Moderado	<ul style="list-style-type: none"> • Área entre 0.83 - 1.23 ha. • Cubierta vegetal semi-consolidada, con presencia principalmente de especies herbáceas. • Los residuos se encuentran semi-confinados. • La erosión ha dejado grandes áreas con residuos. • Evidencia de deslizamientos en dirección a la pendiente. • Cierre perimetral existente e incompleto, de fácil acceso.
Efecto Alto	<ul style="list-style-type: none"> • Área mayor a 1.23 - 1.98 ha. • Sin cubierta vegetal • Residuos expuestos al aire libre. • No se realizó un correcto cierre final del depósito, al no poseer cubierta acaba con los procesos naturales que puedan sustentar procesos de remediación natural. • Cierre perimetral incompleto o inexistente, fácil acceso.
Efecto Mayor	<ul style="list-style-type: none"> • Área mayor a 1,98 ha. • Sin cubierta vegetal. • Residuos expuestos al aire libre, no se realizó cierre final del depósito, presencia de vectores como ratones, moscas y otros tipos de plagas que transmiten enfermedades. • Cierre perimetral inexistente.

Anexo VII: Estudios de Riesgo.

Anexo VIIa: Sitio Abandonado con Potencial Presencia de Contaminantes de Alta Jerarquía: “Faena Minera El Inglés”, Rancagua.

Estudio Histórico.

Uso de Suelo:

Faena minera ubicada en la comuna de Rancagua, en el sector minero de Chancón. Faena privada, propiedad de la Compañía Minera El Inglés, emplazada en un área actualmente en actividad de 10 ha, donde se realizan variados procedimientos mineros. El uso de suelo catalogado corresponde a Minería Industrial, y los sitios hacia el oeste de la faena (área de la cordillera de la costa) corresponden a Matorral Abierto. Mientras que los sitios, pendiente abajo, tienen un uso de suelo Agrícola.

Plano del suelo con potencial presencia de contaminantes:

Se aprecia en la Ilustración 22, que el pasivo ambiental se encuentra rodeado de actividades mineras que actualmente se encuentran en funcionamiento. Corresponde a una planta de cianurización, para el tratamiento y extracción de Oro.

Tres de los cuatro relaves que rodean al sitio analizado, se encuentran en operación y al sur de la faena están las instalaciones mineras que realizan los procesos de tratamiento del mineral como los de chancado, flotación y lixiviación.



Ilustración 22: Planta de Cianuración Faena Minera El Inglés - Rancagua

Instalaciones: En el sitio se encuentran las oficinas de la faena minera, un estanque de lixiviación, maquinaria de tratamiento de minerales en general.

Camino de acceso al sitio y caminos interiores: Desde el final de la Ruta H-138 se ingresa al sitio, los caminos están en excelente estado debido a que el antiguo relave (el de mayor tamaño), ha sido reactivado y se están realizando trabajos para aumentar su capacidad. El camino que lleva hacia las instalaciones de la faena, conduce al antiguo tranque de relave, especificado como el N°3.

Historial cronológico del terreno:

Según información recopilada en terreno, el lugar ha sido por muchos años un sitio donde se ha extraído y procesado mineral de oro. El método de procesamiento del mineral antiguamente utilizado, fue la amalgamación con mercurio; los antiguos relaves corresponden al material eliminado de ese proceso.

La actual faena “Compañía Minera El Inglés”, ha reabierto 3 de los 4 tranques de relaves existentes y ha modernizado la planta de tratamiento, utilizando el proceso de cianurización, para la cual se está construyendo un nuevo tranque de relave a partir de los otros 3 relaves antiguos, el pasivo ambiental analizado aún no ha sufrido alteraciones.



Ilustración 23: Faena Minera El Inglés - Rancagua - Vista entrada principal, expansión de antiguo relave principal.

Descripción de los procesos productivos más relevantes:

El proceso minero más importante, con repercusiones ambientales, llevado a cabo alrededor de la faena es el tratamiento del mineral oro con el proceso llamado amalgamación.

En el proceso de lixiviación el mineral es mezclado con la sustancia lixivante, en el caso de la minería del Oro, el químico usado más común es el CN, Cianuro. El material se mantiene en movimiento en un depósito con la finalidad de ejercer una acción disolvente, esta operación tiende a ser continua, ya que se va alimentando de material al proceso, mientras ocurre la descarga del material ya procesado.



Ilustración 24: Instalaciones Faena Minera El Inglés - Rancagua.

Potencial Sospecha: Extracción de minerales cuyos procesos de lixiviado son potencialmente contaminantes; la utilización de cianuro en el proceso de lixiviación del oro es el principal motivo de sospecha en este tipo de faenas.

Materias primas y residuos: La materia prima principal extraída en esta faena minera es el oro, luego el cobre.

Residuos descubiertos: El material se encuentra contenido en la pila de lixiviación, la potencial contaminación con cianuro está presente en todo el relave debido a que este contaminante se usó con disolvente del mineral oro, presente en toda la pila de lixiviación.

Plan de Cierre: Se desconoce la existencia de un plan de cierre sobre el relave de la faena minera El Inglés, lo que se realizó fue una mitigación, agregar una cubierta orgánica sobre este para poder continuar con las labores de extracción del mineral.

Sistemas de Protección Ambiental:

Como se ha mencionado anteriormente, el sitio se encuentra cubierto en gran parte por una cubierta vegetal, la presencia de especies herbáceas y de arbóreas (eucalipto).



Ilustración 25: Imagen tomada en visita a terreno (29 de Agosto 2012), sobre el relave de la faena minera El Inglés.

Antecedentes de Incidentes Ambientales:

Según los datos consultados en el SEIA y en la SEREMI del Medio Ambiente de la Región de O'Higgins, en este sitio no se conocen antecedentes de incidentes ambientales.

Estudio Geográfico.

Estudio de Localización:

El sitio se encuentra aproximadamente a 15 km. de la ciudad de Rancagua, ubicado en el sector minero de Chancón, los principales asentamientos rurales ubicados en el área de influencia, corresponden a asentamientos mineros y un fundo de crianza de cerdos. El asentamiento humano más relevante corresponde a “La Chica” a aproximadamente 5,3 km de distancia al sitio.

- El sitio se encuentra en la zona de interés ambiental de la Ladera nororiental Cordillera de la Costa y Cocalán; el área de influencia abarca la zona de preservación y conservación de esta misma zona ambiental.
- En el área de influencia del sitio, existen usos de suelos con las características de matorral abierto y renoval semidenso; se presentan las siguientes especies: Tevo (*Trevoatrinervis*), Peumo (*Cryptocarya alba*), Boldo (*Peumusboldus*), Quillay (*Quillaja saponaria*), Romerillo (*Baccharis Linearis*), Colliguay (*Colliguaja odorifera*), Litre (*Lithraea caustica*).
- El sitio no está asociado a áreas de riesgo volcánico ni de inundación, en el caso del riesgo por incendio, éste se encuentra en una zona de nivel medio de riesgo de incendio forestal.

Estudio del Medio Físico:

Estudio de la Geomorfología y Suelos:

Sitio ubicado en la subcuenca del Estero Las Cadenas, en un valle delimitado por las quebradas *Anita* y *La Mina*, al este de la transición entre la depresión intermedia y la cordillera de la costa de la Región de O'Higgins, en el sitio conocido como "*Ladera nororiental Cordillera de la Costa y Cocalán*"⁷⁹. Las características del suelo, corresponden a un sitio con severas limitaciones para los cultivos de la zona, de clase IV, pasando a un suelo de aptitud preferentemente forestal, de clase VII, en la zona más distal del valle en el que se encuentra ubicada la faena minera. La pendiente varía desde abrupta, con característica de montaña, a una pendiente suavemente inclinada a en el área de la faena más cercana al valle.

Climatología Local:

Los datos obtenidos en esta etapa corresponden a la estación meteorológica Tuniche⁸⁰, ubicada en la comuna de Graneros, Región de O'Higgins, ubicada a 14, 5 km. de distancia de la Faena Minera El Inglés.

Precipitaciones y Temperatura.

El climograma del área, muestra la presencia de lluvias entre los meses de Junio y finales de Septiembre, con un máximo de precipitaciones 31.2 mm. (18 Junio del 2011) y la nula presencia de precipitaciones entre finales de Octubre 2011 y principios de Junio 2012. La temperatura media fluctúa entre los -1.1°C y los 27.1°C.

⁷⁹ El sitio corresponde a un sitio prioritario, de primer orden, caracterizados en el Libro Rojo de la VI Región de CONAF (Serey, 2007).

⁸⁰ Estación Meteorológica Tuniche – Coordenadas E 342339; N6230843, Altura: 446 msnm. (Chileclima, 2012)

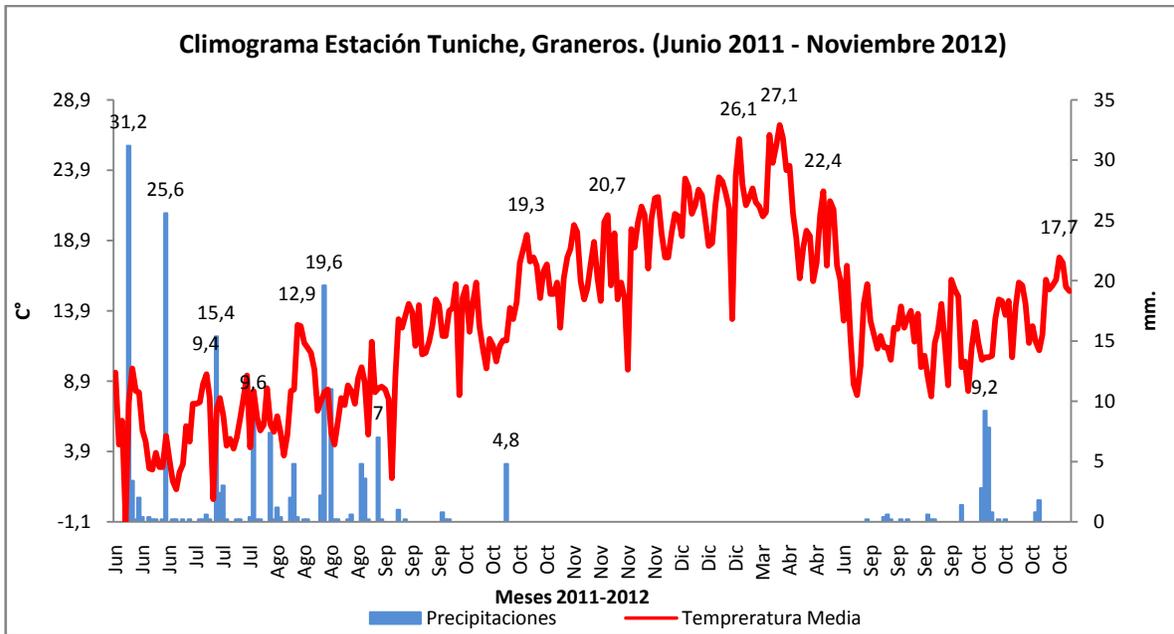


Gráfico 7: Climograma, estación meteorológica Tuniche, Graneros. Periodo 2011 – 2012. Elaboración Propia en base a datos (Chileclima, 2012)

Velocidad del Viento y Dirección.

La velocidad del viento en promedio se mantiene estable, tendiendo a aumentar en el periodo Julio – Septiembre. Es en estos periodos, especialmente en los meses de Julio y Agosto, es donde se presentan las velocidades máximas del viento, entre los 45 km/h hasta los 53 km/h (periodo invierno 2011).

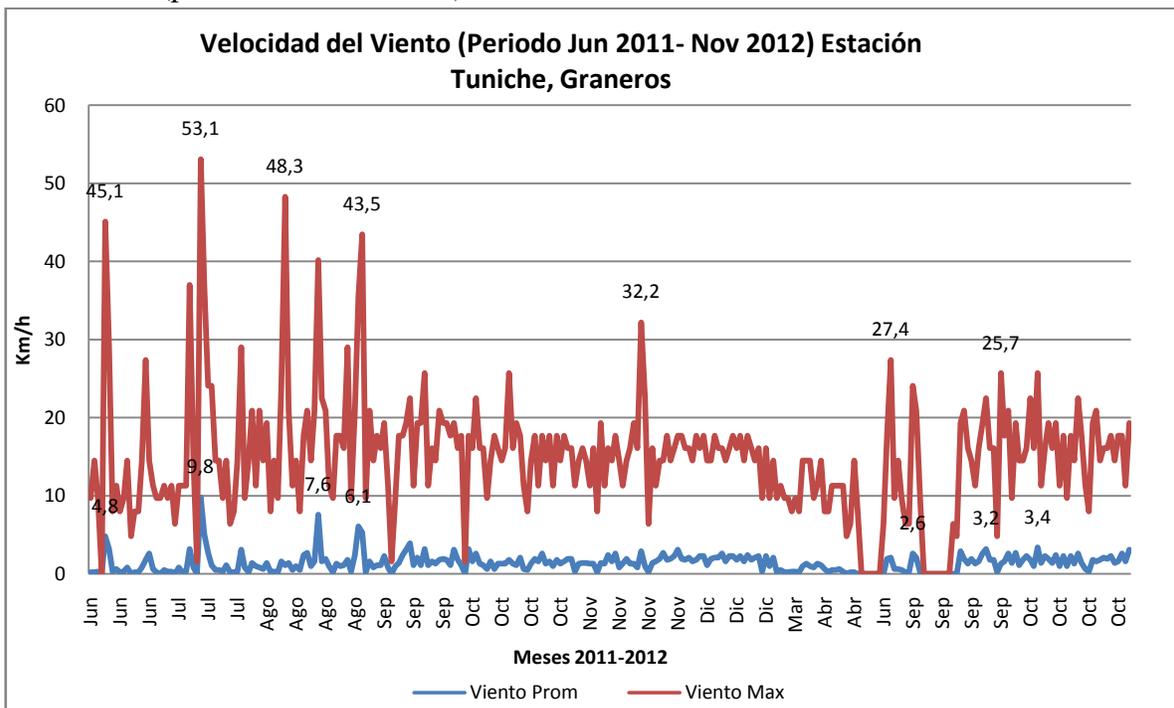


Gráfico 8: Velocidad del Viento, estación meteorológica Tuniche, Graneros. Periodo 2011 – 2012. Elaboración Propia en base a datos (Chileclima, 2012)

La dirección del viento predominante durante todo el año es Sur-suroeste, con mayor predominancia en los meses de Junio y Febrero.

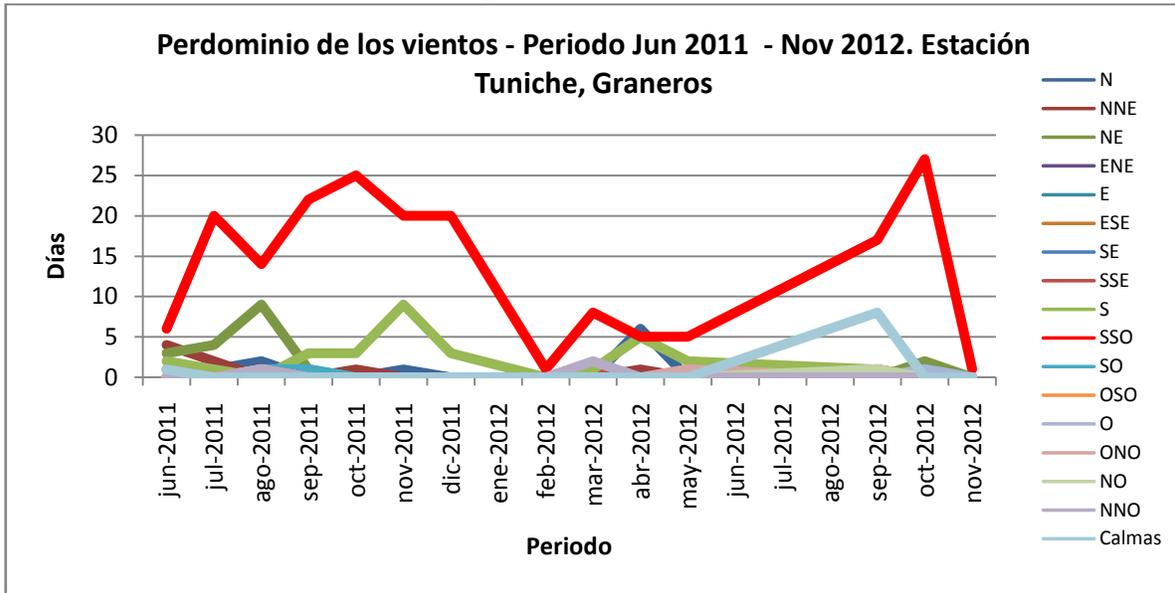


Gráfico 9: Predominio de los Vientos - Periodo Junio 2011 - Noviembre 2012. Elaboración Propia en base a datos (Chileclima, 2012).

Resumen Climatológico.

La Faena Minera El Inglés, se encuentra protegida del flujo predominante de viento, al estar emplazada entre las quebradas Anita y La Mina, en la cordillera de la costa, zona conocida como “*Ladera nororiental Cordillera de la Costa y Cocalán*”.

La mayor predominancia del viento SSO, en el periodo de estudio, coincide con las velocidades más altas del viento catastradas y también, coincide con la mayor cantidad de milímetros de agua caída en la zona. El periodo de mayor calor y menor precipitación, coincide con la estabilidad de los vientos en la zona.

Sabiendo que el sitio se encuentra cubierto en gran parte con una cubierta orgánica, semiestabilizada, se asume que la acción del viento no es causa de transporte de contaminantes en el área, principalmente debido al efecto protector de la cordillera de la costa y al efecto de las precipitaciones, que disminuye el transporte eólico en los meses de mayor viento.

Contexto Geológico Local:

Se distinguen dos unidades Geológicas(SERNAGEOMIN, 2003):

Litología	Era Geológica	Sub Era	Estructura	Descripción
Klv	Cretácico	Superior	Cordillera de la Costa	Formación Lo Valle
Q	Cuaternario	-	Cordillera de la Costa	Sedimentos fluviales y glaciales de rellenos de valles actuales

Dentro de las unidades, se observa la formación Lo Valle, perteneciente al cretácico superior. Se encuentra ubicada en la cordillera de la costa y está caracterizada principalmente por sedimentitas terrigénicas finas, como lutitas y limonitas y por la potente

secuencia volcanoclástica como brechas y tobas, predominando las coladas andesíticas, riolíticas y dacíticas.

También se encuentran depósitos del Cuaternario, con características aluviales, coluviales y de remoción en masa; en menor proporción fluvio-glaciales, deltaicos, litorales o indiferenciados. Depósitos característicos de la depresión central, desde la región Metropolitana a IX, presencia de abanicos mixtos de depósitos aluviales y fluvio-glaciales con intercalación de depósitos volcánico-clásticos.

Existencias y Calidad de Aguas Subterráneas e Identificación de Agua Superficial.

Existencia de acuífero de vulnerabilidad moderada en el sitio mismo, en el área de influencia, en la zona de la Cordillera de la Costa, el acuífero tiene una vulnerabilidad muy baja a nula.

No existen pozos en el área de influencia, los pozos más cercanos son usados en riego y el más cercano se encuentra a 11,4 km. Los cursos de agua superficial principales se encuentran fuera del área de influencia y corresponde al Estero Cadena a 5,4 km., tributario del Río Cachapoal. Los cuerpos de agua superficial directamente relacionados con el sitio, corresponden a las quebradas Anita y La Mina, de régimen pluvioso, se encuentran a 80 m. y a 750 m. respectivamente.

Caracterización Hidrogeológica⁸¹:

En el área de influencia se presentan las siguientes series litológicas: KTIv, Qfl, Qg.

Serie Litológica KTIv: Se presenta en rocas porosas o fracturadas, con importancia hidrogeológica relativamente baja a nula. Unidades en depósitos consolidados o rocas. Materiales con permeabilidad secundaria asociada a fracturamiento y/o alteración superficial. El tipo de acuífero corresponde a zonas acuíferas conexas a incremento localizado en el fracturamiento y/o alteración; permeabilidad muy anisotrópica, decreciente en profundidad. Posee un atractivo nulo-bajo en zonas con permeabilidad secundaria por alteración y/o fracturamiento.

Serie Litológica Qfl: Se presenta en depósitos porosos, con importancia hidrogeológica relativa Alta – Media. Unidades de depósitos no consolidados o sedimentarios. Depósitos permeables – semipermeables, con porosidad intergranular, conforman potentes secuencias multiacuiferas en niveles granulares, la serie corresponde a depósitos fluvio-lacustres. El tipo de acuífero corresponde al tipo Libre-semiconfinado, de extensión local, niveles estáticos superficiales. Acuíferos en desarrollo irregular en sectores puntuales, acuíferos “colgados”; eficiente recarga.

Serie Litológica Qg: La ocurrencia de agua se presenta en depósitos o rocas fracturadas, con importancia hidrogeológica relativa Alta-Media. Unidades de depósitos no consolidados o sedimentarios. Depósitos permeables – semipermeables, con porosidad intergranular, conforman potentes secuencias multiacuiferas en niveles granulares, la serie corresponde a depósitos gravitacionales. El tipo de acuífero corresponde a zonas acuíferas,

⁸¹ Extraído de información hidrogeológica facilitada por el GORE Región de O'Higgins.

de extensión local, ligadas a porosidad y permeabilidad local favorable, con desarrollo de vertientes en torno a lechos de esteros y quebradas.

Relaciones entre aguas Subterráneas y Superficiales:

En el área de influencia no existe extracción de agua mediante pozo o noria. Los pozos más cercanos se encuentran a más de 8 km (*Ver Mapa 1: Faena Minera El Inglés - Ubicación y Área de Influencia*) en áreas de series litológicas Q, del cuaternario, que favorecen la infiltración del agua y la recarga de acuíferos del tipo confinado de importante profundidad. Mientras en que en área de influencia se presentan, tanto acuíferos de características litológicas del Cuaternario en la zona con menor pendiente y con importancia hidrogeológica Alta-Media, como acuíferos de formaciones más antiguas de baja a nula importancia hidrogeológica presente en el área más oriental del sitio, la de mayor pendiente.

Estudio de los Receptores Humanos.

Localización: En el área de influencia del sitio, dentro de los 3 km., se encuentran variados asentamientos mineros, usados como bodegas y no tienen carácter temporal. El asentamiento rural de mayor importancia dentro del área de influencia es la “Sociedad Agrícola la Ramirana”⁸², ubicado a 1.7 km. El asentamiento urbano más cercano corresponde a una aldea “La Chica”⁸³, y el asentamiento urbano con mayor población, siguiendo la dirección de la cuenca, corresponde a “Rancagua”⁸⁴ a 15,7 km. de distancia.

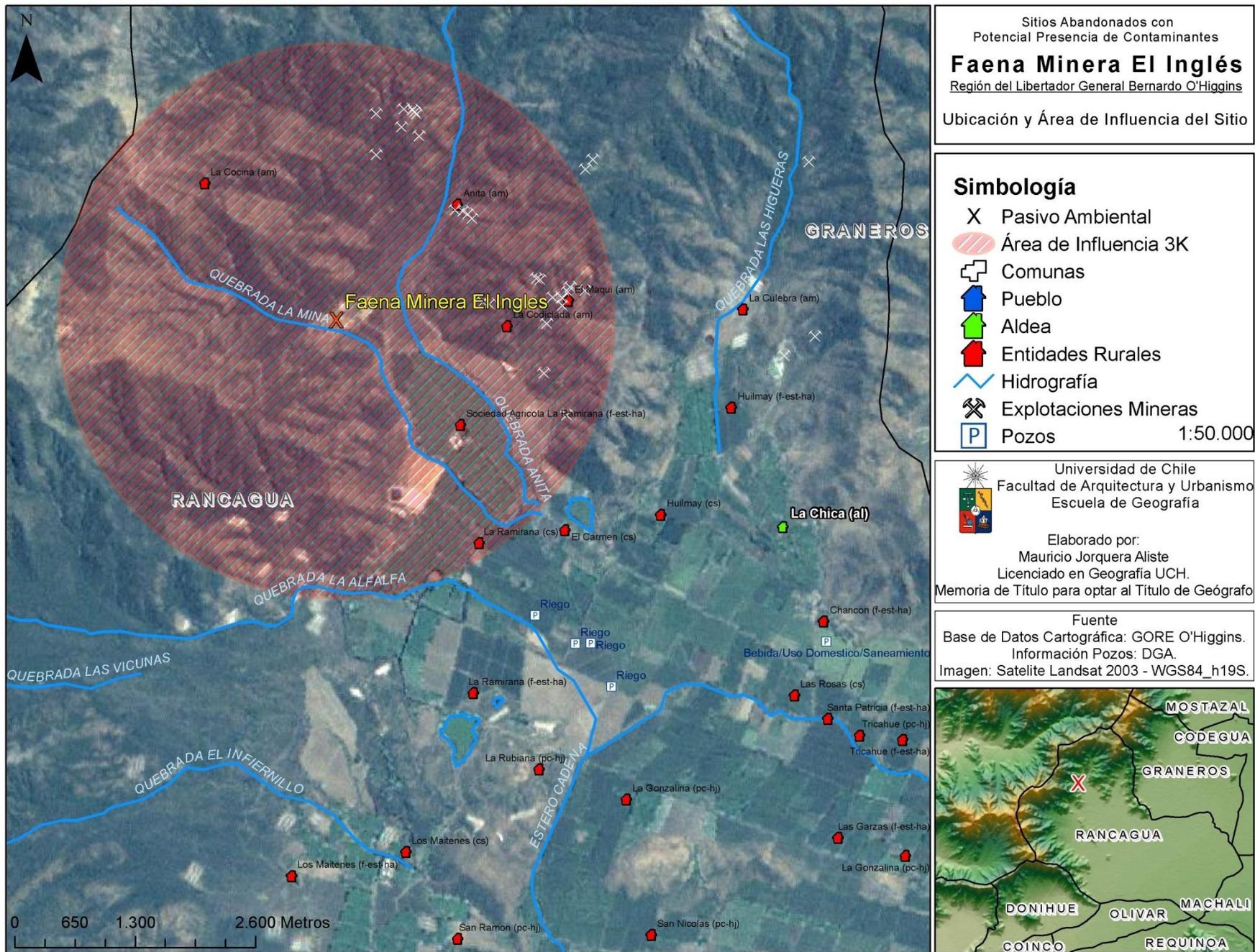
Presencia de Sub-poblaciones sensibles: No se encuentran sub-poblaciones sensibles expuestas directamente al área de influencia. Las poblaciones más cercanas corresponden a asentamientos mineros y agroindustriales, donde se descarta la presencia estable de población menor de 14 años, los que usan estas áreas de recreación, además el sitio se encuentra dentro de un área de actividad minera, no se permite el fácil acceso al sitio.

Patrones de actividad de los receptores: El sitio se encuentra emplazado en el distrito minero de Chancón, de la Comuna de Rancagua. La mayoría de los asentamientos rurales ubicados dentro del área de influencia, corresponden a asentamientos mineros y la presencia en ellos no es permanente, debido a que se establecen por la duración de la faena. El paso de los receptores por el sitio es continuo debido a que la Faena Minera del Inglés se está llevando a cabo trabajos de expansión de los antiguos relaves.

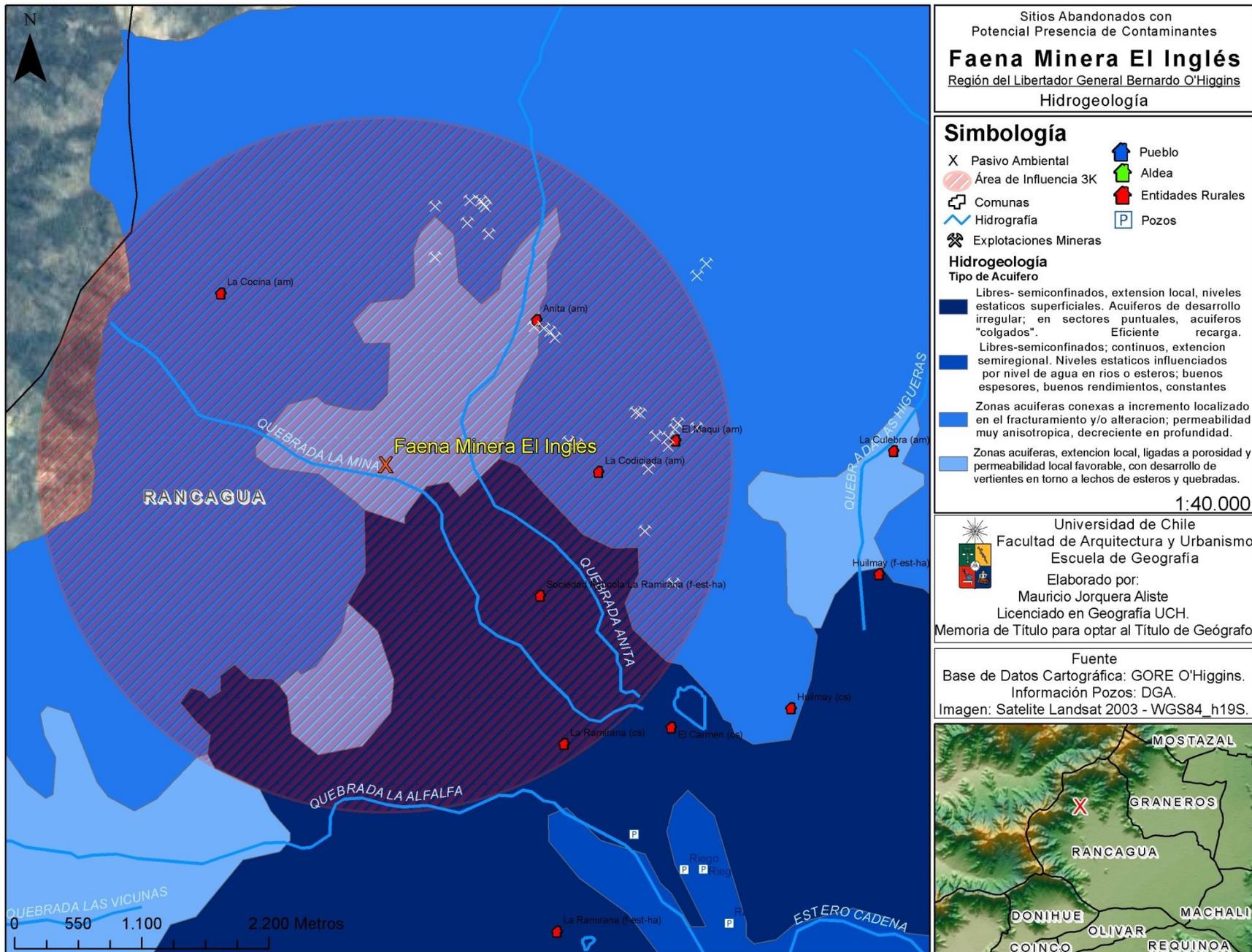
⁸²Según datos cartográficos del GORE, corresponde a un (fundo-hacienda-estancia), asentamiento rural de aproximadamente 15 habitantes. En terreno se observó que el sitio corresponde a un criadero de cerdos, propiedad de Agrosuper.

⁸³Según datos cartográficos del GORE, corresponde a una Aldea, asentamiento de aproximadamente 550 habitantes.

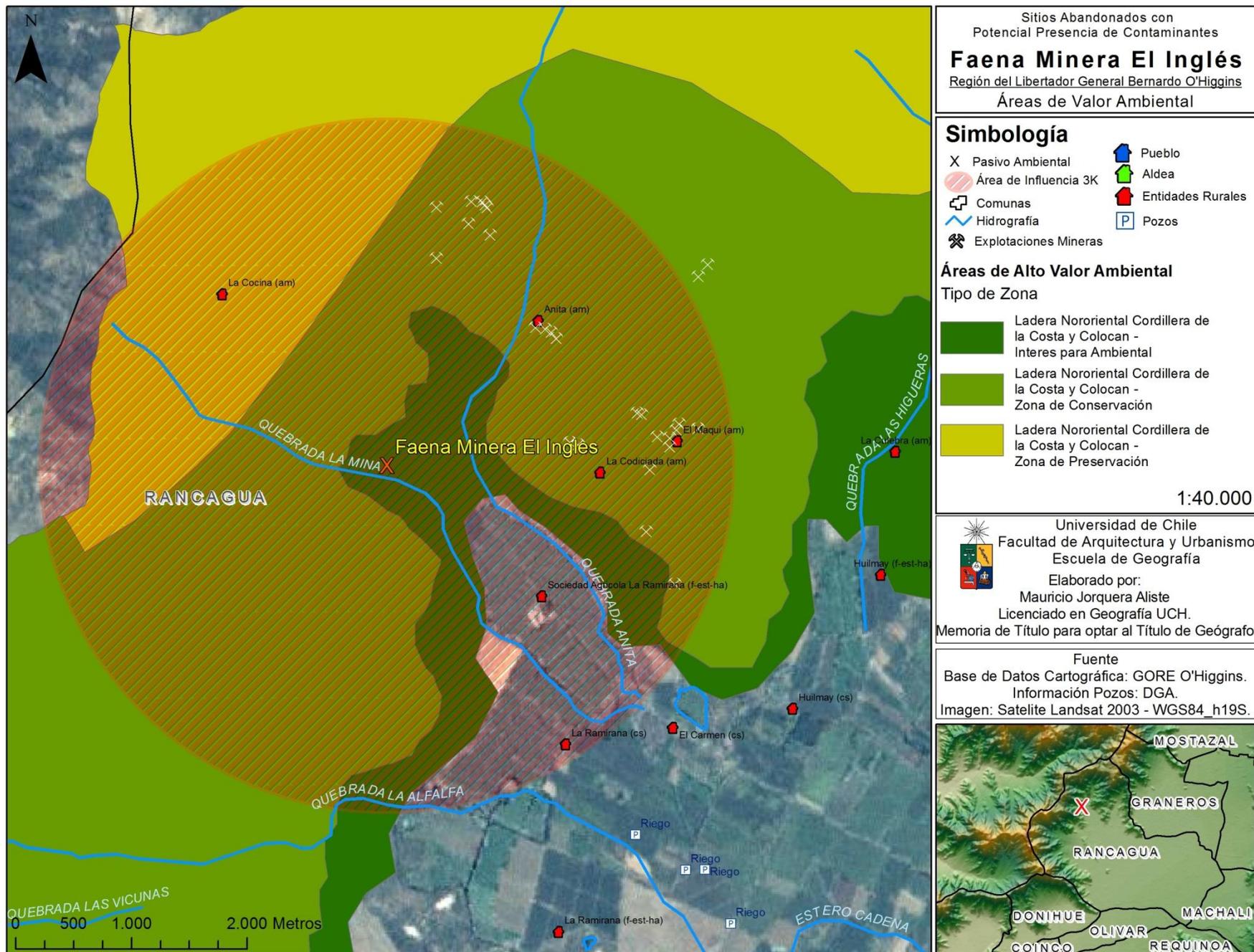
⁸⁴Según datos cartográficos del GORE, Rancagua es una ciudad de aproximadamente 206.140 habitantes.

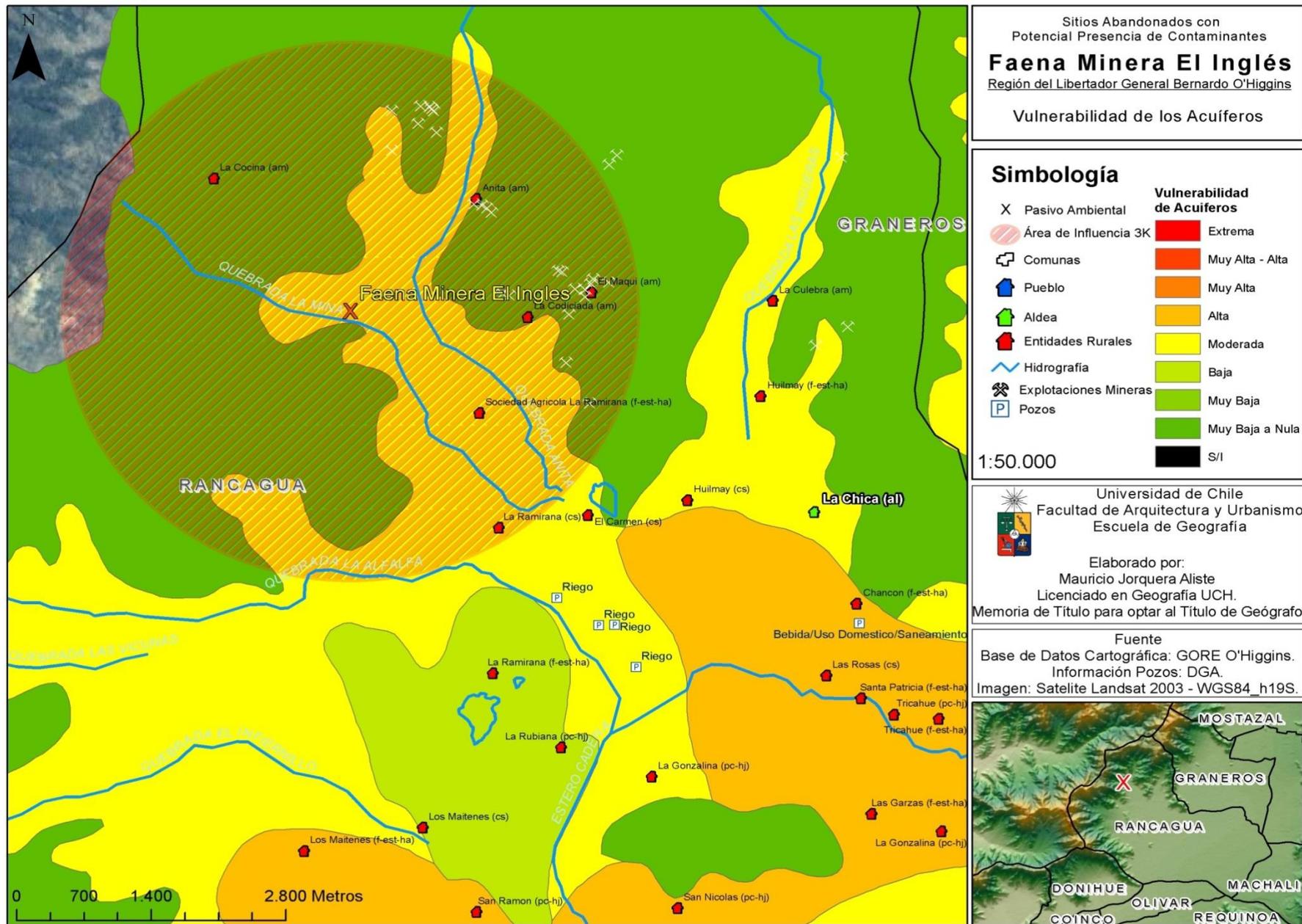


Mapa 1: Faena Minera El Inglés - Ubicación y Área de Influencia



Mapa 2: Faena Minera El Inglés - Hidrogeología





Mapa 4: Faena Minera El Inglés - Vulnerabilidad de los Acuíferos

Anexo VIIb: Sitio Abandonado con Potencial Presencia de Contaminantes de Alta Jerarquía: “Vertedero Auquinco”, Chépica.

Estudio Histórico.

Vertedero de Residuos Domiciliarios, abandonado e inactivo aproximadamente desde el 1995, según la información proporcionada por vecinos. Ubicado en la Ruta I- 86, al sur oeste del sector Auquinco, en el sector llamado “Parcelas el Traiguén”. Corresponde a un sitio de aproximadamente 0.1 ha.

Uso de Suelo:

Sitio ubicado en la comuna de Chépica, en el área predomina el uso matorral arborescente abierto, praderas, áreas de renoval abierto – semidenso y a aproximadamente 1 km se encuentra uso urbano, correspondiente al pueblo de Auquinco. El sitio se encuentra específicamente ubicado entre la transición de un área de matorral arborescente abierto y renoval semidenso.

Plano del suelo con potencial presencia de contaminantes:

Instalaciones: No se encontró ningún tipo de instalación, ni restos de instalaciones antiguas.

Camino de acceso al sitio y caminos interiores: Sitio de difícil acceso, se ingresa por la Ruta I-86, llegando al principio del sector de Auquinco se ingresa por un callejón rural en dirección al sur, el predio que tiene acceso al sitio se encuentra atrás de una pista de motocross.

Historial cronológico del terreno:

El sitio fue usado para el acopio de residuos de manera particular, el predio fue arrendado por un tercero que acondicionó el sitio para la llegada de camiones recolectores que prestaban servicios al pueblo de Auquinco y localidades rurales cercanas. Una vez terminada la faena, según los vecinos del predio, se cubrió con material de relleno del mismo cerro en que se emplazó la faena. Actualmente el sitio se encuentra sin uso.

Descripción de los procesos productivos más relevantes:

El proceso productivo más relevante, fue el la disposición de residuos sólidos domiciliarios. El método de disposición usado en este vertedero fue el uso de la excavación del talud del cerro creando una zanja de depósito de residuos. En este sitio, no se llevó a cabo quema de material ni extracción de biogás y lixiviados.

Potencial Sospecha: No se realizó ninguna medida de mitigación de la contaminación en lo que duró la faena, no se trató el agua de lixiviación ni los gases de descomposición. La característica rural que posee los sitios alrededor del vertedero levanta sospechas de la presencia de agroquímicos en los residuos dispuestos.

Materias primas y residuos:

Como sitio de disposición final, no contiene materias ni extracción de biogás. El residuo del sitio lo constituye su relleno mismo, residuos sólidos domiciliarios.

Residuos descubiertos: Se observó la presencia de material descubierto en la zona distal del talud del cerro, donde antiguamente se encontraba el antiguo camino de acceso, a metros de un canal de regadío. Estos corresponden a residuos sobresalidos, producto de la erosión del agua en la pendiente.

Plan de Cierre: No existió ningún tipo de cierre formal del vertedero, no se aprecian chimeneas de gas ni la presencia de capas de arena, arcilla o de algún material que impida la filtración. Los lugareños recuerdan que antes del cierre formal, se extrajo material del mismo cerro para tapar los residuos del vertedero.

Sistemas de Protección Ambiental:

Durante el proceso de disposición de residuos en los años que duró el funcionamiento del vertedero, no se tomaron en cuenta medidas de protección ambiental, de hecho, no consideró la cercanía al pueblo de Auquenco, ni a las actividades económicas que se desarrollan en los predios vecinos. En el transcurso de la operación, comentaban los vecinos, que existieron la presencia de vectores como moscas y roedores en el lugar. Esta condición duró hasta el final del proceso de vertido de residuos, cuando se cubrieron los residuos. En la actualidad, los vecinos perciben una sensación de mayor temperatura proveniente del sitio donde se emplazaba el antiguo vertedero.

Antecedentes de Incidentes Ambientales:

Según información obtenida en terreno, vecinos no mencionan incidentes en el sitio.

Estudio Geográfico.

Estudio de Localización:

Sitio ubicado a 770 m del pueblo de Auquenco y a 770 km del área urbana de la comuna de Chépica, propiedad privada de 0.1 ha, arrendada por particular para funcionar como vertedero.

- El sitio se encuentra la Zona de Conservación Altos de Lolol y Chépica, y en el área de influencia del sitio, se encuentra la Zona de Preservación del mismo nombre (Serey, 2007).
- En el área del sitio, que corresponde a Renoval Abierto-Semidenso y Matorral Abierto, se presentan especies como el Espino (*Acacia caven*), Tevo (*Trevoatrinervis*), Boldo (*Peumusboldus*), Peumo (*Cryptocarya alba*), Romerillo (*Baccharis Linearis*), Quillay (*Quillaja saponaria*).
- El sitio no está asociado a áreas de riesgo volcánico, al noreste del sitio existe un área con riesgo de inundación asociado al estero Chimbarongo. En el caso del riesgo por incendio, este sitio se encuentra en una zona de medio a bajo nivel de riesgo de incendio forestal.

Estudio del Medio Físico.

Estudio de la Geomorfología y Suelos:

Sitio ubicado en la transición entre las unidades geomorfológicas denominadas Cuencas sedimentaria intermontana y Cordillera de la Costa. Parte de la Sub-cuenca del Estero Chimbarongo entre Embalse Convento Viejo y Río Tinguiririca, delimitada por el estero del mismo nombre.

En el área de influencia del sitio, se presentan suelos de aptitud preferentemente Agrícola, de clase I, II y III de capacidad de uso de suelo, también se presentan suelos de clase IIIw de mal drenaje, aptos para el cultivo de cereales, suelos clase VI de pradera y suelos clase VII mal drenados y delgados. El sitio se emplaza en un suelo preferentemente forestal, de clase VII de capacidad de uso.

Climatología Local:

Los datos obtenidos de temperaturas y precipitación en esta etapa corresponden a la estación Fundo Los Pocillos⁸⁵,

Precipitaciones y Temperatura.

Según lo señalado en la estación meteorológica, la distribución de las precipitaciones se concentra en el periodo invernal teniendo su máxima, en el periodo consultado, en el mes de Agosto del 2011, con 3,60 mm, mientras que en el periodo estival presenta mínimas a nulas precipitaciones. La precipitación media anual, del periodo estudiado, es de 0,82 mm.

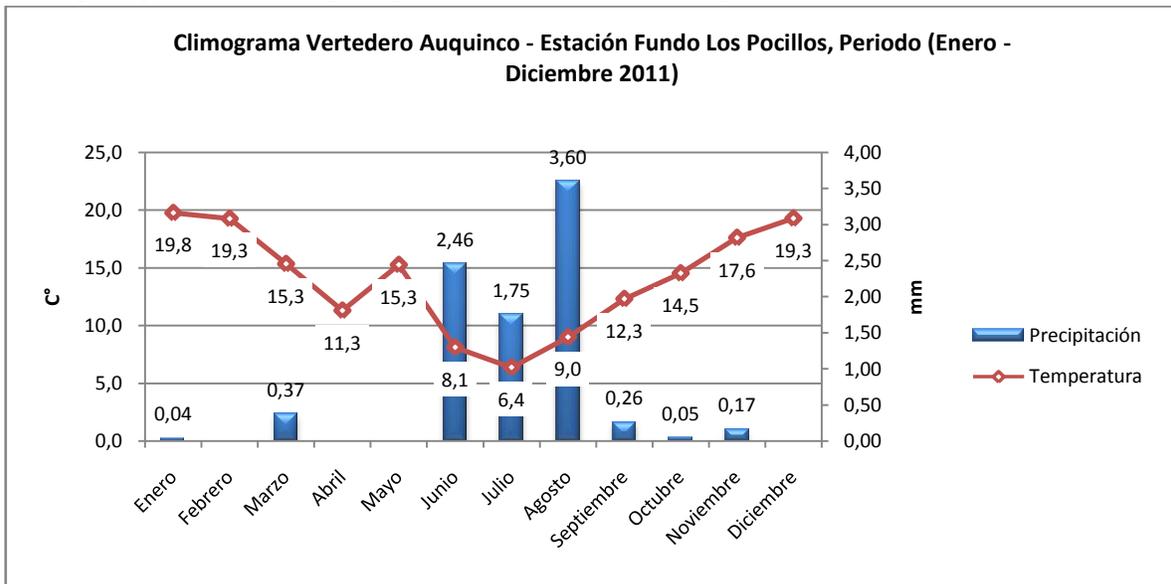


Gráfico 10: Elaboración Propia en base a datos de Chileclima, periodo de estudio Enero – Diciembre 2011, estación Los Pocillos, Chépica. (Chileclima, 2012).

⁸⁵Estación Meteorológica Fundo Los Pocillos, Chépica Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Coordenadas de la Estación (6152640 S N; 291030 E) Altura: 240 msnm (Chileclima, 2012)

La temperatura media anual del área es de 14,2 C°, con una temperatura media para el mes más lluvioso (Agosto del 2011) de 9,0 C°, y para los meses que no presentaron precipitaciones, la temperaturas medias máximas que presentaron en los meses de Febrero, Abril, Mayo y Diciembre alcanzaron los 29,3 C° .

Las temperaturas máximas se concentran en el periodo estival, en invierno se aprecia una disminución de las temperaturas, no tan drásticas como en otras áreas estudiadas de la región. Los valores máximos se presentan en Enero y Diciembre 2011 (29,3 C° máx. – 11,1 C° mín. para ambos meses) y los valores mínimos se registraron en Julio 2011 (12,3 C° máx. – 2,1 C° mín.).

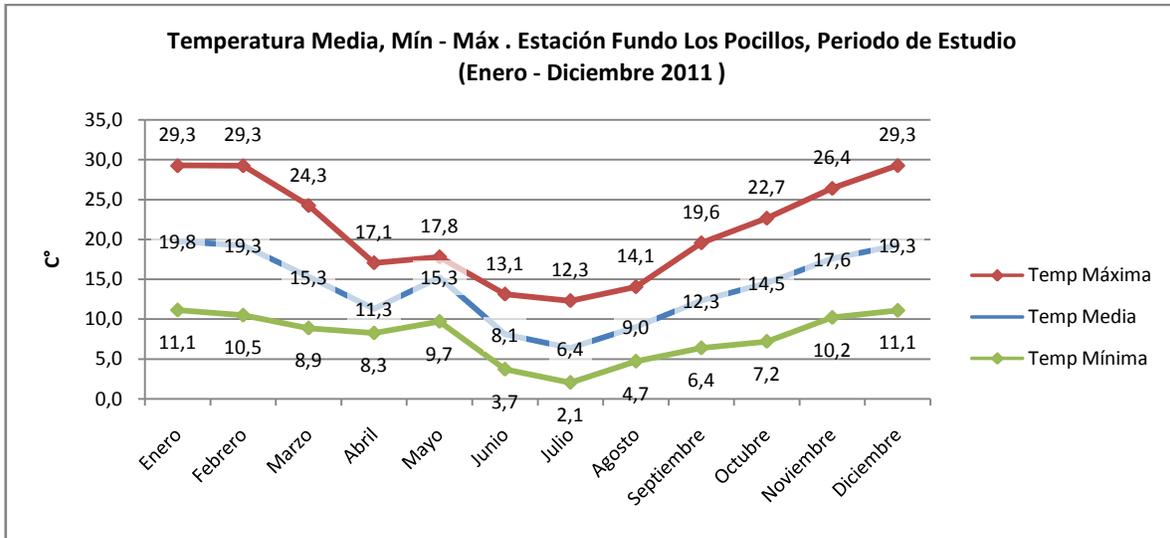


Gráfico 11: Temperatura Anual Media (Mín. - Máx.). Elaboración Propia en base a datos de Chileclima, periodo de estudio Enero – Diciembre 2011, estación Fundo Los Pocillos, Chépica. (Chileclima, 2012)

Velocidad del Viento y Dirección.

Los datos obtenidos muestran una mayor frecuencia diaria del viento proveniente del Noroeste y Noreste, con variaciones al Este-sureste entre Septiembre y Noviembre del 2011.

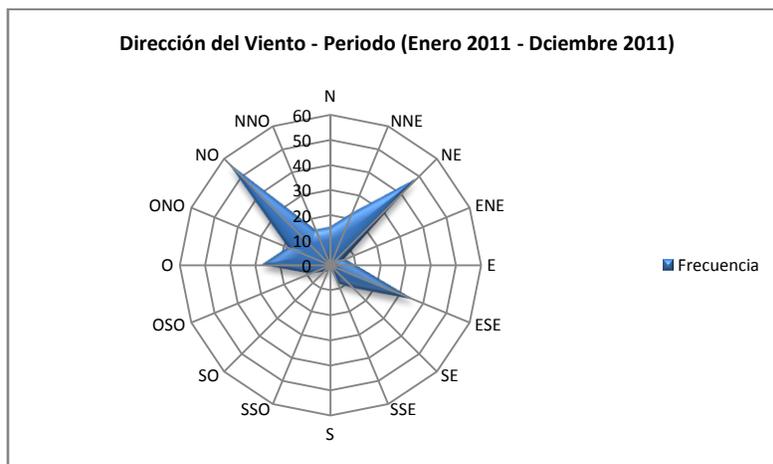


Gráfico 12: Dirección del Viento Elaboración Propia en base a datos de Chileclima, periodo de estudio Enero - Diciembre 2011, estación Fundo Los Pocillos, Chépica. (Chileclima, 2012).

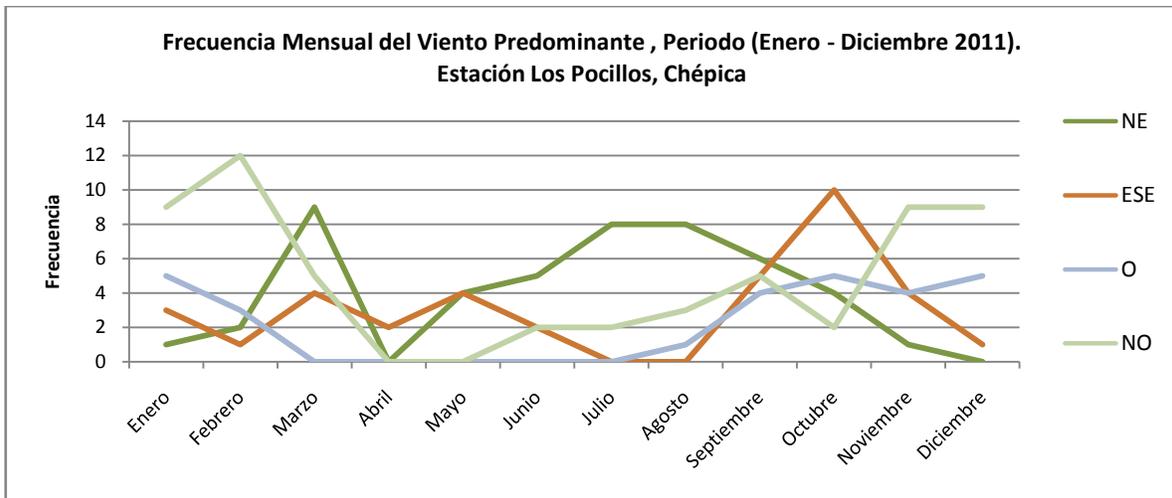


Gráfico 13: Frecuencia de Vientos por mes. Elaboración Propia en base a datos de Chileclima, periodo de estudio Enero - Abril 2011, Estación Los Pocillos. (Chileclima, 2012).

En lo que refiere a velocidad del viento, las máximas se presentan en el periodo cálido, en los meses de enero y febrero, con la predominancia de los vientos E y ENE. Esta tendencia cambia en los periodos más frío, baja la velocidad del viento y predomina la dirección del viento ESE.

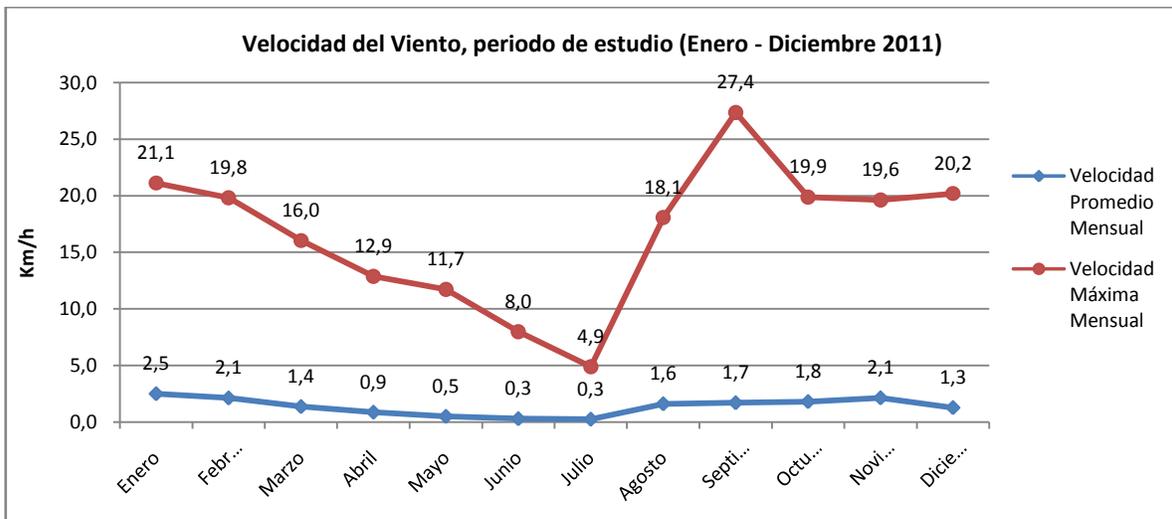


Gráfico 14: Velocidad del Viento Mensual, Máxima y Promedio. Elaboración Propia en base a datos de Chileclima, periodo de estudio Enero - Diciembre 2011, Estación Los Pocillos. (Chileclima, 2012)

Resumen Climatológico.

En el área de estudio del Vertedero Auquingo, se presentan vientos predominantes de dirección Noroeste, en los meses de mayores temperaturas, mientras que en los meses más fríos y de mayores precipitaciones, predomina el viento Noreste.

Un factor eólico clave, es el mayor incremento en las velocidades del viento que se registran entre los meses de Agosto y Octubre, meses en que todavía se presentan precipitaciones y la temperatura media es de 14 C°, factores que disminuirían el riesgo de transporte eólico en esos meses de fuertes vientos. En estos meses, la frecuencia

predominante de viento es la Este-Sureste, la que se encuentra presente a lo largo del año, pero en estos meses predomina.

Dado el emplazamiento del sitio, este se encuentra cubierto de los vientos predominantes del Noroeste, en los meses más susceptibles a erosión eólica, y de los vientos más fuertes provenientes del Este-Sureste. Pero se encuentra expuesto a los vientos del Noreste, los que se presentan en los meses de menor temperatura, velocidad del viento y mayores precipitaciones. No sería factor de riesgo por transporte eólico.

Contexto Geológico Local:

Se distinguen las siguientes unidades Geológicas:

Litología	Era Geológica	Sub Era	Estructura	Descripción
Q	Cuaternario		Cordillera de la Costa	Sedimentos fluviales y glaciales de rellenos de valles actuales
Kiag	Cretácico	Inferior Alto – Superior Bajo	Rocas Intrusivas	Diorita y Granodiorita
Kia3	Cretácico	Inferior Alto	Cordillera de La Costa	Formación Lo Valle

El sitio y su área de influencia, se encuentran emplazados en depósitos del Cretácico Inferior Bajo – Superior Bajo hacia el Sur, en la Cordillera de la Costa y al Norte, se emplaza en depósitos del Cuaternario.

Los depósitos del Cuaternario poseen las siguientes características: Depósitos aluviales, coluviales y de remoción en masa; en menor proporción fluvioglaciales, deltaicos, litorales o indiferenciados. Presentes en la Depresión Central, regiones Metropolitana a IX, como: abanicos mixtos de depósitos aluviales y fluvioglaciales con intercalación de depósitos volcano-clásticos (SERNAGEOMIN, 2003).

Los depósitos del Cretácico Inferior Alto – Superior Bajo (Kiag) poseen las siguientes características: Dioritas y monzodioritas de piroxeno y hornblenda, granodioritas, monzogranitos de hornblenda y biotita. En la Cordillera de la Costa, regiones II a IV, al este del Sistema de Fallas Atacama-El Romeral y asociados a mineralización de Fe-Cu-Au (Candelaria) y Cu-Au(Andacollo); en la Cordillera de la Costa, regiones V a X.

Los depósitos del Cretácico Inferior Alto (Kia3) poseen las siguientes características: Secuencias y complejos volcánicos continentales: lavas y brechas basálticas a andesíticas, rocas piroclásticas-andesíticas a riolíticas, escasas intercalaciones sedimentarias. En las regiones I y II: formaciones Suca, Punta Barranco y Estratos de Quebrada San Cristóbal; en la Cordillera Patagónica, región XI: Grupo Divisadero(SERNAGEOMIN, 2003).

Existencias y Calidad de Aguas Subterráneas e Identificación de Agua Superficial.

El vertedero se ubica a 2,05 km al Noreste del Estero Chimbarongo y a 500 m del canal de regadío El Esterillo. Se ubica en un área de vulnerabilidad de los acuíferos de transición entre muy baja (en depósitos del cretácico) a extrema (en depósitos del cuaternario). Con presencia de un pozo, en el área de influencia, de extracción de agua para riego ubicado a

2,94 km y un pozo catastrado en terreno que es usado para consumo humano y para riego, ubicado a 500 m del vertedero pasado el Canal de Regadío El Esterillo.

Caracterización Hidrogeológica:

En el área de influencia, se presentan la siguientes series litológicas asociadas a características hidrogeológicas: **Qfa – Qfl – KTIv**.

Serie Litológica Qfa: Se presenta en depósitos porosos, con importancia hidrogeológica relativamente Alta a Media. Unidades de depósitos no consolidados o sedimentos. Depósitos permeables – semipermeables, con porosidad intergranular, conforman potentes secuencias multiacuiferas en niveles granulares, de características de depósitos fluviales en causes actuales. El tipo de acuífero corresponde a uno libre-semiconfinado; continuo; de extensión semiregional. Niveles estáticos influenciados por el nivel de agua en ríos o esteros; buenos espesores, buenos rendimientos, constantes.

Serie Litológica Qfl: La ocurrencia de agua se presenta en depósitos porosos, con importancia hidrogeológica relativamente Alta a Media. Unidades de depósitos no consolidados o sedimentos, de característica permeable - semipermeable, con porosidad intergranular, conforman potentes secuencias multiacuiferas en niveles granulares, de depósitos fluvio-lacustres. El tipo de acuífero libre – semiconfinado, extensión local, niveles estáticos superficiales. Acuíferos de desarrollo irregular; en sectores puntuales, presencia de acuíferos “colgados”. Se caracteriza por una eficiente recarga.

Serie Litológica KTIv: La ocurrencia de agua, se caracteriza por presentarse en rocas porosas o fracturadas, con importancia hidrogeológica relativamente baja-nula, en unidades de depósitos consolidados o rocas. Materiales con permeabilidad secundaria asociada a fracturamiento y/o alteración superficial, en formación Navidad - La Cueva y Los Peumos, características locales semipermeables, permeabilidad muy anisotrópica de decreciente profundidad.

Relaciones entre aguas Subterráneas y Superficiales:

En el área de influencia y en el mismo sitio, no existe una cantidad de extracción importante de agua mediante pozos; el más vulnerable a la potencial contaminación, se ubica en el límite del área de influencia. En terreno, se constató la presencia de un pozo que no está catastrado en la DGA, su uso es de consumo humano y de riego, se ubica a 500 m de distancia en una propiedad vecina, según los entrevistados, este pozo abastece a toda la comunidad cercana al vertedero.

La recarga del acuífero se presume constante en esta área, debido a la cercanía a fuentes de agua superficial y a la caracterización hidrogeológica del área que favorece la infiltración del agua y la recarga de acuíferos. Zona de mediana a alta importancia hidrogeológica, el

sitio posee condiciones que favorecen una alta vulnerabilidad de los acuíferos. En caso de ser expuestos a contaminantes, existe una alta probabilidad de transporte de la potencial contaminación del vertedero a los acuíferos y al agua superficial existente.

Estudio de los Receptores Humanos.

Localización: Ubicado en la comuna de Chépica⁸⁶, en un área rural al Sur del pueblo rural de Auquenco y al Sureste del área urbana de Chépica, por la Ruta I-86. Los receptores humanos más cercanos se encuentran a 211m del sitio, corresponde a una propiedad vecina, que tiene acceso directo al antiguo predio utilizado como vertedero.

Presencia de Sub-poblaciones sensibles: Si bien, no presenta subpoblaciones sensibles en el sitio mismo, el 19,14% de la población pertenece al grupo de edad entre 0 a 14 años de edad⁸⁷, el cual podría verse más afectado por ser el grupo etario más propenso a visitar el sitio por motivos de recreación, aunque para entrar al sitio hay que ingresar por otros ocupados, en los sitios vecinos habitan menores de edad.

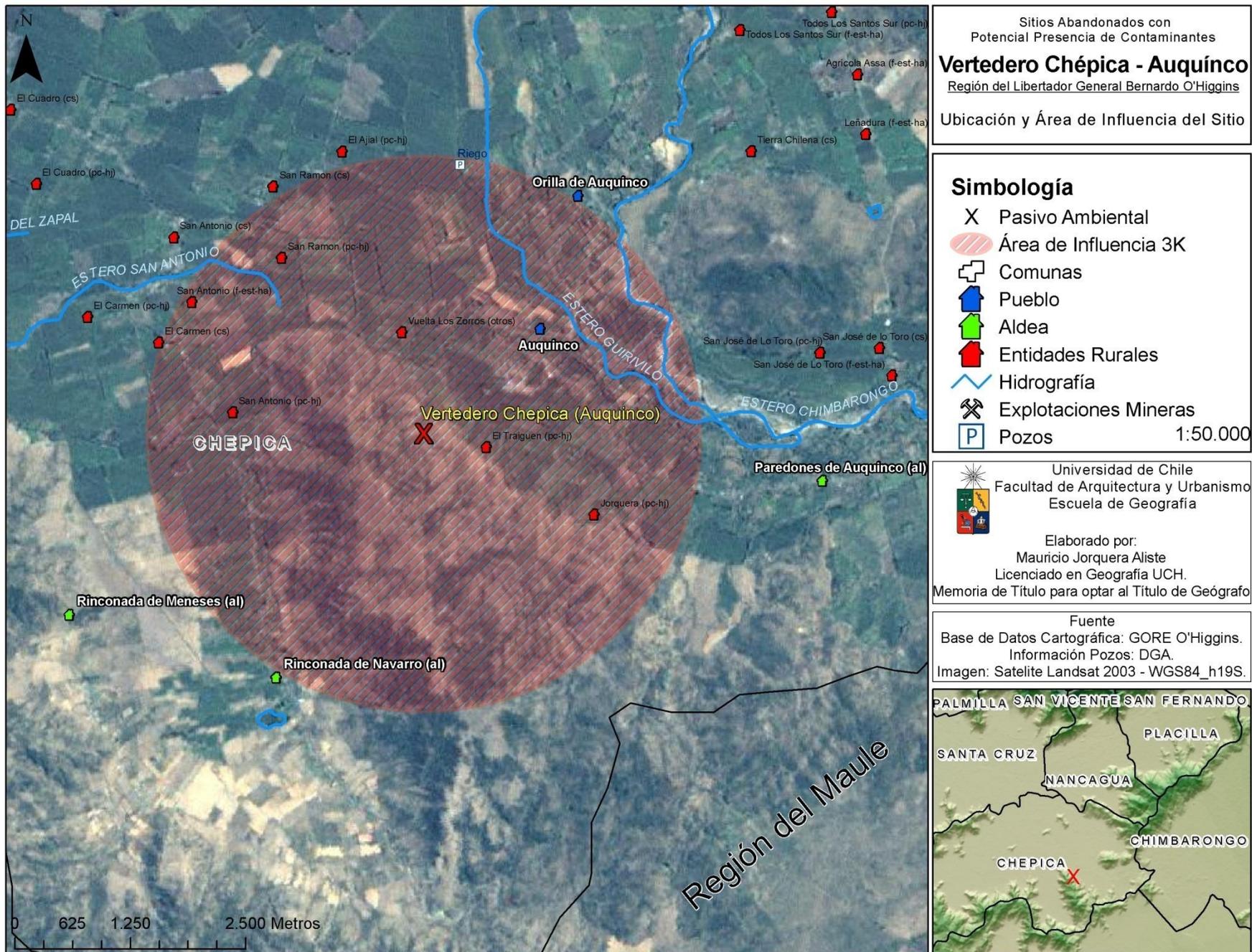
Patrones de actividad de los receptores: El sitio se encuentra en el área rural de la comuna de Chépica, las actividades económicas que se desarrollan principalmente en esta comuna son la agricultura, con aproximadamente 1620 trabajadores (2010)⁸⁸. El sitio se ubica en torno a esta actividad económica y la presencia de los receptores que realizan esta actividad no es permanente.

La presencia de este vertedero abandonado, no afectaría los patrones de actividad de los receptores humanos, tendría mayor significancia en la posibilidad que la calidad del producto final que se trabaja en el área agrícola se vea alterado por la potencial contaminación.

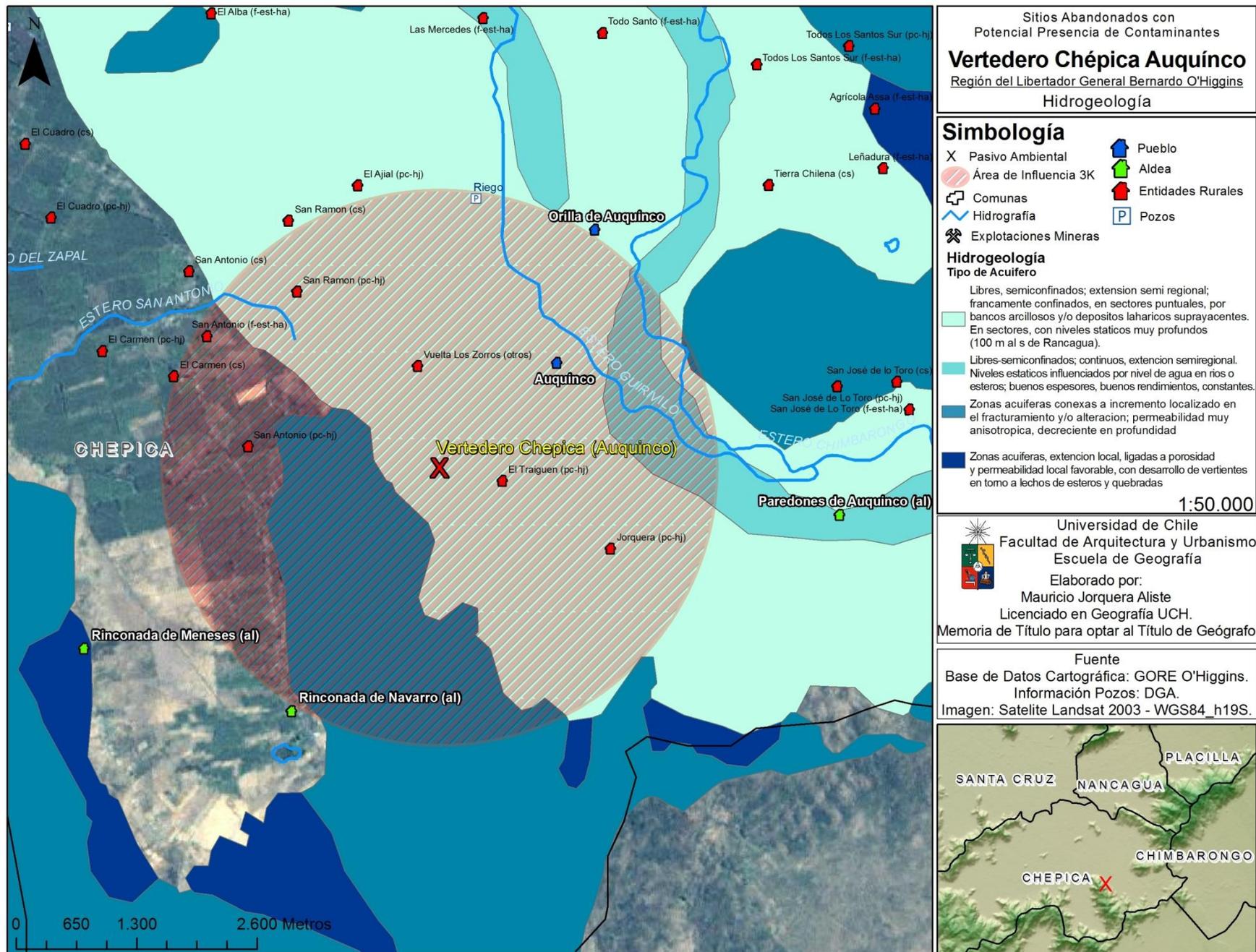
⁸⁶Pichidegua, comuna de 17.756 habitantes (INE, 2002).

⁸⁷ Información extraída de (BCN , 2012).

⁸⁸Número de trabajadores por rama de actividad 2010 (Servicio de Impuestos Internos (SII), 2012), Información extraída de (BCN , 2012)



Mapa 5: Vertedero Chépica - Auquínco - Ubicación y Área de Influencia



Sitios Abandonados con Potencial Presencia de Contaminantes

Vertedero Chépica Auquínco

Región del Libertador General Bernardo O'Higgins

Hidrogeología

Simbología

X Pasivo Ambiental	🏠 Pueblo
🔴 Área de Influencia 3K	🏡 Aldea
📐 Comunas	🏠 Entidades Rurales
🌊 Hidrografía	📍 Pozos
⚡ Explotaciones Mineras	

Hidrogeología

Tipo de Acuífero

- Libres, semiconfinados; extensión semi regional; francamente confinados, en sectores puntuales, por bancos arcillosos y/o depósitos laháricos suprayacentes. En sectores, con niveles estáticos muy profundos (100 m al s de Rancagua).
- Libres-semiconfinados; continuos, extensión semiregional. Niveles estáticos influenciados por nivel de agua en ríos o esteros; buenos espesores, buenos rendimientos, constantes.
- Zonas acuíferas conexas a incremento localizado en el fracturamiento y/o alteración; permeabilidad muy anisotrópica, decreciente en profundidad
- Zonas acuíferas, extensión local, ligadas a porosidad y permeabilidad local favorable, con desarrollo de vertientes en torno a lechos de esteros y quebradas

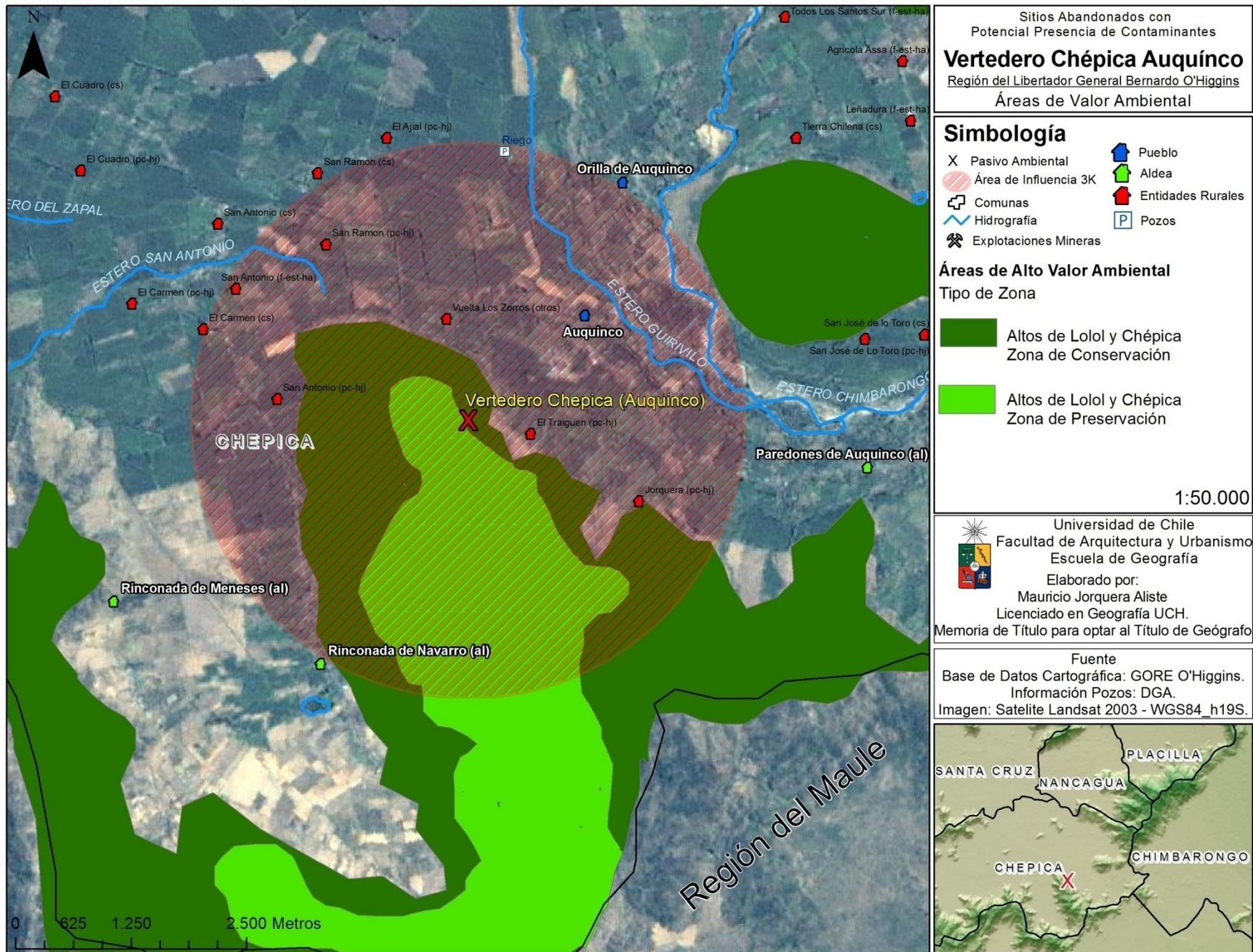
1:50.000


 Universidad de Chile
 Facultad de Arquitectura y Urbanismo
 Escuela de Geografía
 Elaborado por:
 Mauricio Jorquera Aliste
 Licenciado en Geografía UCH.
 Memoria de Título para optar al Título de Geógrafo

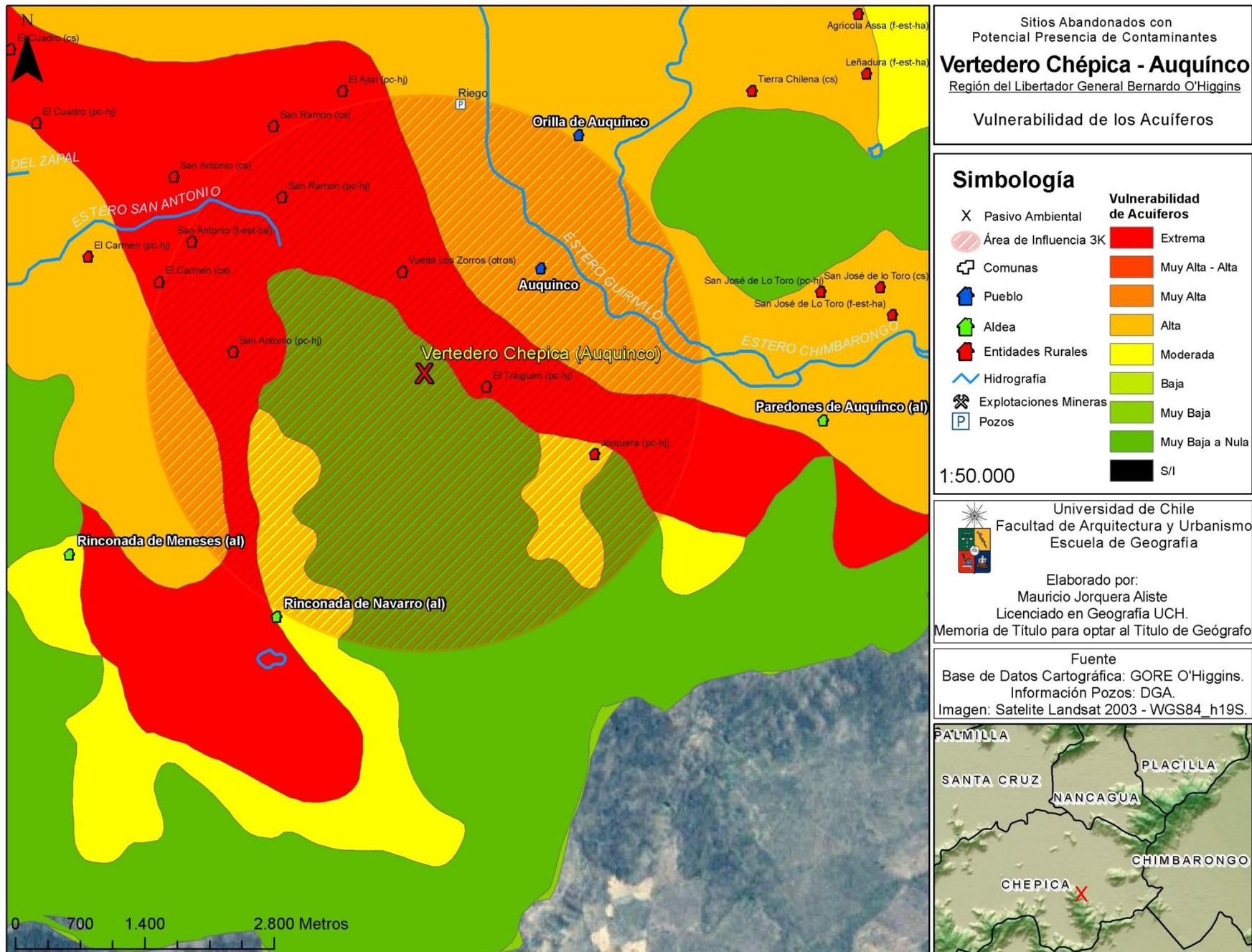
Fuente
 Base de Datos Cartográfica: GORE O'Higgins.
 Información Pozos: DGA.
 Imagen: Satelite Landsat 2003 - WGS84_h19S.



Mapa 6: Vertedero Auquínco Chépica - Hidrogeología



Mapa 7: Vertedero Chépica Auquínco - Áreas de Valor Ambiental



Mapa 8: Vertedero Chépica - Auquínco - Vulnerabilidad de los Acuíferos

Anexo VIIc: Sitio Abandonado con Potencial Presencia de Contaminantes de Alta Jerarquía: “Vertedero Litueche”, Litueche.

Estudio Histórico:

Vertedero de Residuos Domiciliarios, abandonado e inactivo aproximadamente desde el 2002, no se sabe exactamente la fecha de abandono, ya que la municipalidad, dueño y vecinos difieren de la fecha. Ubicado en la Ruta G-892-I, Ruta Litueche-Rapel. Corresponde a un sitio de aproximadamente 0.5 ha.

Uso de Suelo:

Sitio ubicado en la comuna de Litueche, en el área predomina el uso matorral abierto y ciertas áreas corresponden a usos agrícolas, como plantación o rotación cultivo pradera. El sitio se encuentra específicamente ubicado entre un área de matorral abierto y pradera.

Plano del suelo con potencial presencia de contaminantes:

Instalaciones: No se observaron instalaciones actuales ni restos de instalaciones anteriores.
Camino de acceso al sitio y caminos interiores: Excelente acceso por la Ruta G892-I a 200 metros de la ruta G-80.

Historial cronológico del terreno:

El sitio fue arrendado para uso como vertedero municipal de la comuna de Litueche en el año 1997, su uso empezó a raíz de obras en el vertedero principal de la comuna, el cual funcionó hasta la consolidación del Relleno Sanitario Las Quilas de Pichilemu en el año 2003⁸⁹. Luego, se dejó de depositar basura en la comuna. El vertedero de Litueche funcionó según información obtenida en terreno, 5 años hasta el año 2002. Actualmente es usado como depósito de chatarra de camiones y acopio de madera.

Descripción de los procesos productivos más relevantes:

El proceso productivo más relevante, fue el la disposición de residuos sólidos domiciliarios y escombros. El método de disposición usado en este vertedero, fue el uso de la quebrada natural como zanja de depósito de residuos. En este sitio no se llevó a cabo quema de material ni extracción de biogás y lixiviados.

Potencial Sospecha: No se realizaron medidas de mitigación en lo que duró la faena ni a contar de su cierre. Por el tipo de residuos dispuestos en el vertedero, se puede asociar la presencia de agroquímicos entre los residuos dispuestos.

Materias primas y residuos:

Como sitio de disposición final, no contiene materias ni extracción de biogás. El residuo del sitio lo constituye su relleno mismo, residuos sólidos domiciliarios.

⁸⁹ (SEIA, 2012)

Residuos descubiertos: El actual arrendatario del sitio, contrató maquinaria y removió parte del talud del cerro para extraer material y cubrir el sitio. Pero la cantidad de material no fue la suficiente para tapar correctamente el sitio, ya que se aprecian sectores con residuos expuestos por acción erosiva del agua lluvia.

Plan de Cierre: No existió plan de cierre en el sitio. La municipalidad no se hizo cargo del correcto cierre del vertedero y la cubierta realizada por el actual arrendatario del sitio es ineficiente. Sin embargo, terminó con la presencia de vectores en la zona, según los lugareños del vertedero.

Sistemas de Protección Ambiental:

Durante el proceso de disposición de residuos en los años que duró el funcionamiento del vertedero, no se tomaron en cuenta medidas de protección ambiental, de hecho, solo se consideró la cercanía a la comuna y la geomorfología del sitio que facilitaba la tarea de acopiar el residuo sin la necesidad de extraer material para construir una zanja. Sumado a esto, vecinos del sector comentaron que durante los años del funcionamiento, existió la presencia de vectores como moscas y roedores en el lugar. Luego del cierre, esta condición se mantuvo hasta que el propietario del sitio tapó superficialmente los residuos.

Antecedentes de Incidentes Ambientales:

Según información obtenida en terreno, vecinos no mencionan incidentes en el sitio.

Estudio Geográfico

Estudio de Localización:

Sitio ubicado a 720m del centro de Litueche y a 500m del área urbana consolidada, propiedad privada de 0.5 ha, arrendada por el dueño a la Municipalidad de Litueche.

- El sitio no se encuentra cerca de ningún área de valor ambiental catastrada (Serey, 2007), la más cercana corresponde a la Zona de Conservación de Navidad Tanume, 5km al Oeste del sitio.
- En el área del sitio que corresponde a matorral abierto, se presentan especies como el Espino (*Acacia caven*), Tevo (*Trevoatrinervis*), Huañil (*Proustia pungens*), Maitén (*Maytenus boaria*).
- El sitio no está asociado a áreas de riesgo volcánico ni de inundación, pero si se encuentra en una zona de alto nivel de riesgo de incendio forestal.

Estudio del Medio Físico.

Estudio de la Geomorfología y Suelos:

Sitio ubicado en la unidad geomorfológica denominada, Cordillera de la Costa, en la subcuenca Río Rapel, delimitado por el estero Los Lingues y la Quebrada Manquehue. En el área de influencia del sitio se presentan suelos de aptitud preferentemente Forestal, de clase VII de uso, suelos con severas limitaciones para cultivos, de clase IVs y IVe de

capacidad de uso, y suelos preferentemente para praderas, de clase VIe y VIi de capacidad de uso. También incluye suelos de clase VII mal drenados o delgados. Los suelos tienen pendientes de plano a ligeramente onduladas.

Climatología Local:

Los datos obtenidos de temperaturas y precipitación en esta etapa corresponden a la estación Litueche⁹⁰,

Los datos de viento y dirección obtenidos en esta etapa, corresponden a la estación meteorológica Hidango⁹¹, ubicada en la comuna de Litueche, Región de O'Higgins, ubicada a 4, 6 km. de distancia del Vertedero de Litueche.

Precipitaciones y Temperatura.

Según lo señalado en la estación meteorológica, la distribución de las precipitaciones fue continua a lo largo del año, teniendo un aumento durante los meses invernales (mayo-agosto), junio fue el mes más lluvioso con 169,8 mm, mientras que enero fue el menos lluvioso con 0,1 mm de precipitación. La precipitación media anual alcanza los 723 mm, concentrándose principalmente en el periodo invernal.

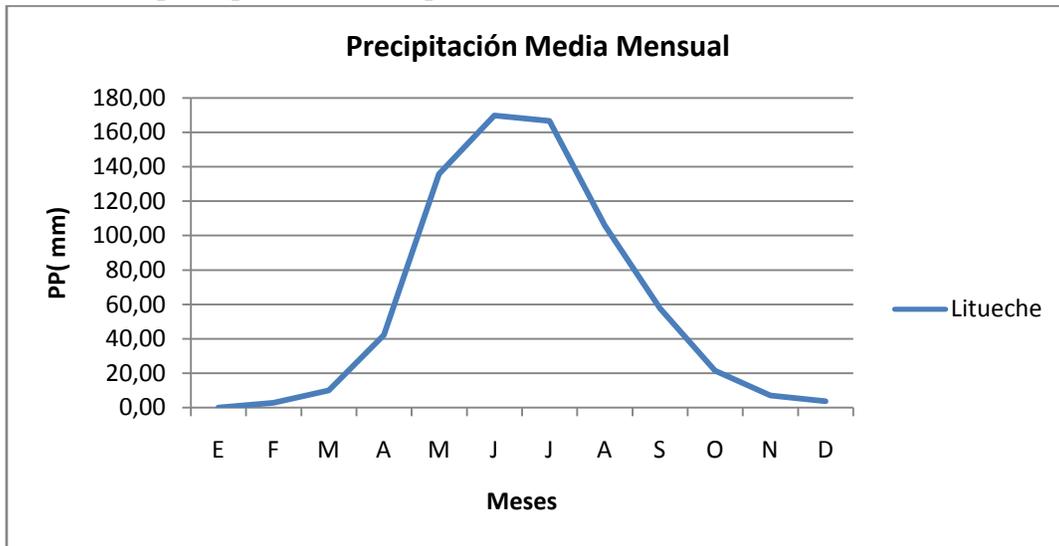


Gráfico 15: Elaboración Propia en base a datos del Estudio de Impacto Ambiental "Agrícola Santa Lucía Ltda." (e-SEIA, 2007)

La temperatura media anual del sector fue de 13,9 C°, con una temperatura media para el mes más cálido de 18,8 C° (enero) y para el mes más frío de 9,4 C° registrada en el mes de julio. Las temperaturas medias máximas presentan un comportamiento similar, con su valor máximo en enero (27,6 C°) y su valor mínimo en julio (14,1 C°). De acuerdo a los valores

⁹⁰Coordenadas de la Estación (6221515 N; 249419 E) –Extraído del Estudio de Impacto Ambiental Agrícola Santa Lucía Ltda. Comuna La Estrella – Región del Libertador Bernardo O'Higgins. (e-SEIA, 2007)

⁹¹Coordenadas de la estación (6223250.00 N 243220.00E) - Extraído del proyecto: "Evaluación del Potencial Eólico Nacional". Estación Meteorológica Hidango. Unidad Ejecutante: Departamento de Geofísica. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Universidad de Chile. Santiago – Chile. 1993. (DGF, 1993).

de temperatura media mínima, el mes de julio fue el que registra el más bajo valor, 5,5 C°, ajustándose al comportamiento natural (e-SEIA, 2007).

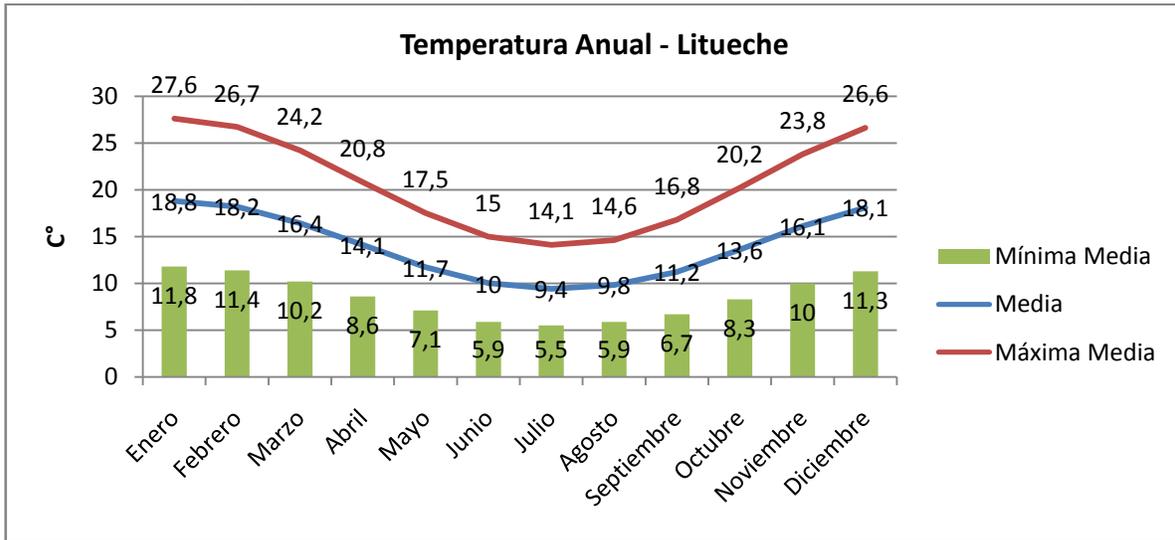


Gráfico 16: Temperatura Anual Media (Mín. - Máx.). Elaboración Propia en base a datos del Estudio de Impacto Ambiental "Agrícola Santa Lucia Ltda." (e-SEIA, 2007)

Velocidad del Viento y Dirección.

Los resultados obtenidos de este estudio, muestran el comportamiento del viento a lo largo del año, donde se destaca la importante influencia de los vientos provenientes del sur, suroeste, oeste y oeste-sur-oeste. Mientras que en menor medida y acorde a la estación del año, preferentemente período otoño-invierno, aparecen vientos provenientes del norte

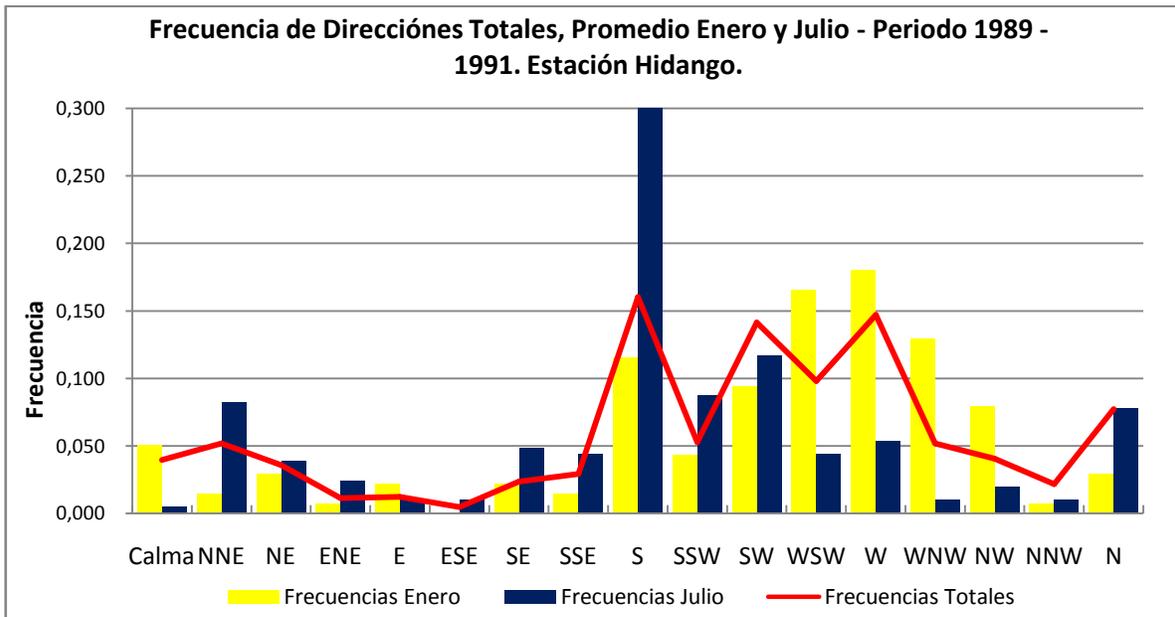


Gráfico 17: Frecuencia de Direcciones Totales - Periodo 1989 - 1991. Frecuencias Mes Enero y Julio del mismo periodo. Elaboración Propia en base al estudio "Evaluación del Potencial Eólico Nacional" (DGF, 1993)

De los datos analizados, se concluye la presencia frecuente de vientos provenientes desde el sur durante todo el año, con descenso de éstos en el período cálido a favor de un incremento de los que provienen desde el sur-oeste y del oeste. En lo que se refiere a velocidad del viento, se presenta un mayor promedio mensual en el periodo cálido, pero en un rango más estrecho que durante los meses más húmedos y fríos (invierno). Esta velocidad se traduce en vientos con intensidades que alcanzan 14 km/h en promedio.

La velocidad para el período invernal en cambio, alcanza un promedio menor puesto que las frecuencias indican una notable tendencia a la calma; sin embargo, el rango de velocidades se verá incrementado dado que se presentan eventos de tormenta, las que se acompañan de sus respectivos cambios de dirección (orientación norte). Para este periodo, se pueden esperar velocidades medias del orden de 11,5 km/h.

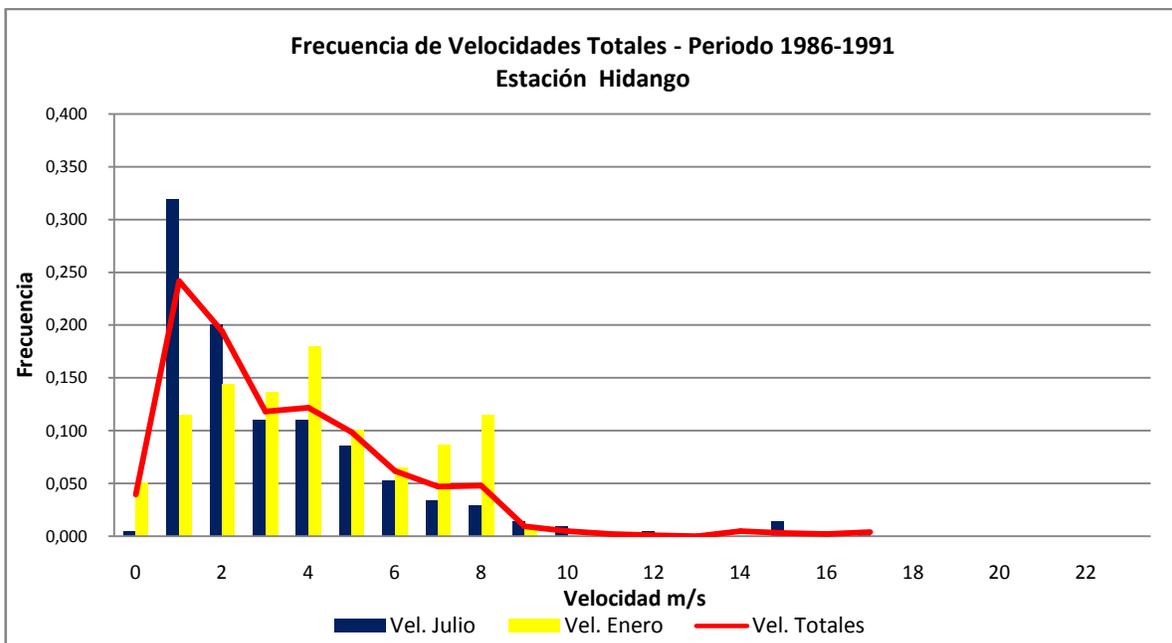


Gráfico 18: Frecuencia de Velocidades Totales - Periodo 1986-1991. Elaboración Propia en base al estudio “Evaluación del Potencial Eólico Nacional” (DGF, 1993)

Cabe destacar que como regla general, los análisis de esta componente climática indican que tanto la intensidad del viento como la dirección de este tienen tendencia a un alto grado de semejanza entre años distintos, por lo que pese a la antigüedad de los datos, este análisis continúa teniendo vigencia y es representativo para el área. (e-SEIA, 2007)

Resumen Climatológico.

El Vertedero de Litueche se encuentra cubierto parcialmente de los vientos predominantes de dirección sur y por ubicarse en una quebrada de pendientes suaves, el viento directo vendría de dirección noroeste. En general, las precipitaciones máximas se presentan en los meses invernales y las temperaturas mínimas también, lo que favorece la reducción del transporte de material por el viento en los meses donde se monitorearon las mayores velocidades en el periodo de estudio.

El clima de Litueche se define como “templado cálido con lluvias invernales y gran nubosidad⁹²” y está ubicada en el área conocida como “*Secano Costero*” que abarca las zonas erosionadas y con fragilidad de suelos de la VI Y VII región. Esta condición aumenta la posibilidad de transporte eólico en los meses estivales, ya que por poco que sea la velocidad y la predominancia de los vientos en esta temporada del año, el sitio se encuentra degradado y descubierto en gran parte de vegetación, que cumple un rol de estabilización de los suelos.

Contexto Geológico Local:

Se distinguen dos unidades Geológicas:

Litología	Era Geológica	Sub Era	Estructura	Descripción
Tc	Terciario	Neógeno	Cordillera de la Costa	Serie de la Cuenca
Pzg	Paleozoico		Rocas Intrusivas	Basamento Granítico

La mayor unidad del área de influencia, corresponde a la serie de la cuenca de litología Tc, que se caracteriza por poseer depósitos piroclásticos principalmente riolíticos, asociados a calderas de colapso. En la Depresión Central y valles de la Cordillera Principal.

En menor presencia en el área de influencia se destaca la estructura de rocas intrusivas, serie litológica Pzg, paleozoico superior, característico del batolito de la costa (IGME, 2000).

Existencias y Calidad de Aguas Subterráneas e Identificación de Agua Superficial.

Cerca del Vertedero de Litueche se encuentra el Estero Los Lingues a 300 m, en el cual se deposita el agua de la quebrada intermitente tapada por el vertedero. Este estero pasa por el límite del área urbana de la comuna de Litueche y es usado para riego de cultivos cercanos. El sitio se encuentra en un área de vulnerabilidad del acuífero moderada, no posee extracción de agua subterránea.

Caracterización Hidrogeológica:

En el área de influencia se presentan las siguientes series litológicas asociadas a características hidrogeológicas: **Qfa** y **PIQc**

Serie Litológica Qfa: Se presenta en depósitos porosos, con importancia hidrogeológica relativamente Alta a Media. Unidades de depósitos no consolidados o sedimentos. Depósitos permeables – semipermeables, con porosidad intergranular, conforman potentes secuencias multiacuiferas en niveles granulares, de características de depósitos fluviales en causas actuales. El tipo de acuífero corresponde a uno libre-semiconfinado; continuo; de extensión semiregional. Niveles estáticos influenciados por el nivel de agua en ríos o esteros; buenos espesores, buenos rendimientos, constantes.

⁹² Memoria Plan Regulador Municipal de Litueche, (I. Municipalidad de Litueche, 2005)

Serie Litológica PIQc: Se presenta en rocas porosas o fracturadas, con importancia hidrogeológica relativa baja – nula. Unidades de depósitos consolidados o rocas. Materiales con permeabilidad asociada a fracturamiento y/o alteración superficial; niveles arenosos de formaciones Navidad – La Cueva y Los Peumos, características locales semipermeable con porosidad.

Relaciones entre aguas Subterráneas y Superficiales:

Estudio de los Receptores Humanos.

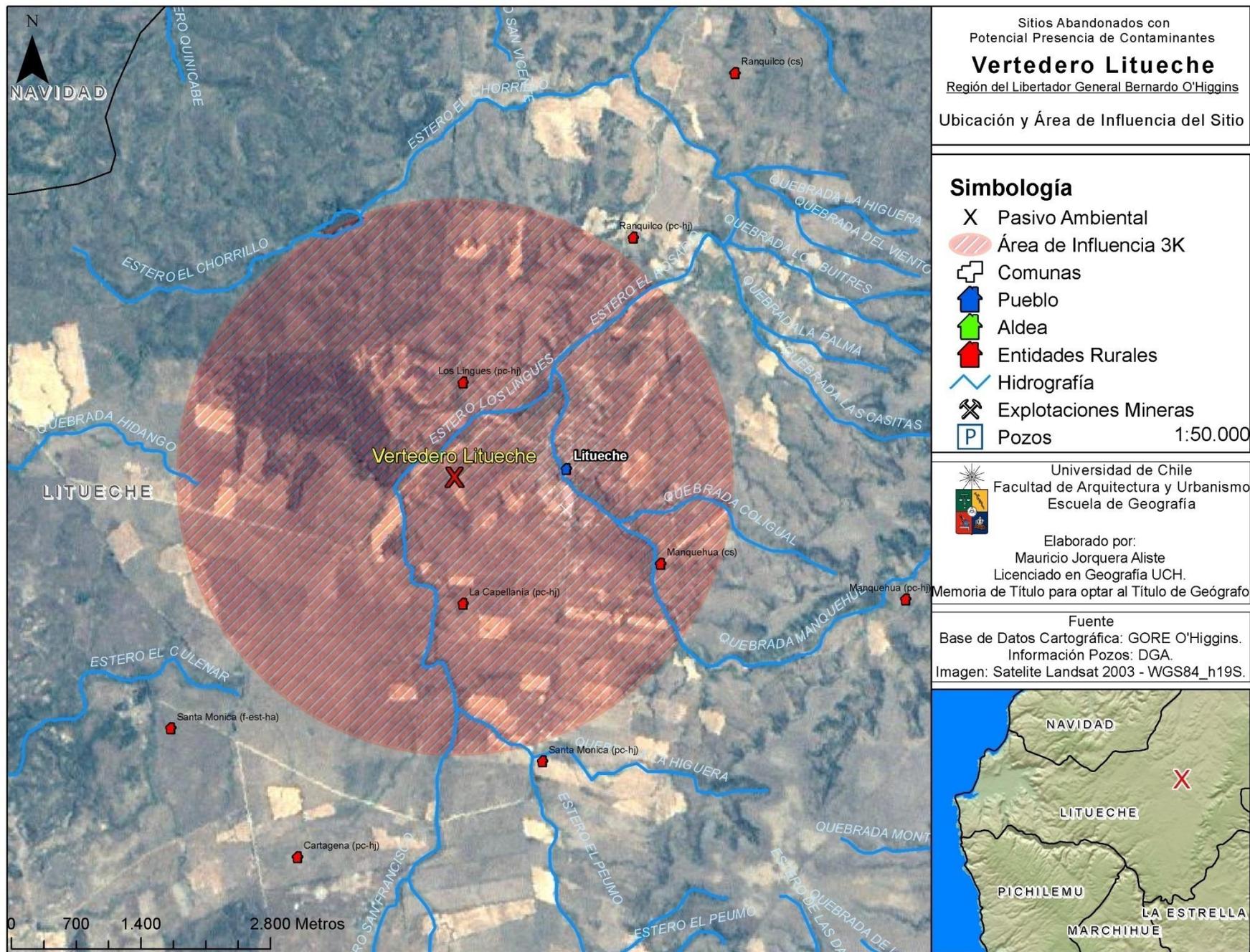
Localización: Ubicado a 1 km. De distancia del centro cívico de la comuna de Litueche⁹³, por la Ruta G-80. Los receptores humanos más cercanos se encuentran a 300 m. del sitio, corresponde al vecino de la parcela contigua.

Presencia de Sub-poblaciones sensibles: Si bien, no presenta subpoblaciones sensibles, el 21% de la población pertenece al grupo de edad entre 0 a 14 años de edad⁹⁴, el cual podría verse más afectado por ser el grupo etario más propenso a visitar el sitio por motivos de recreación.

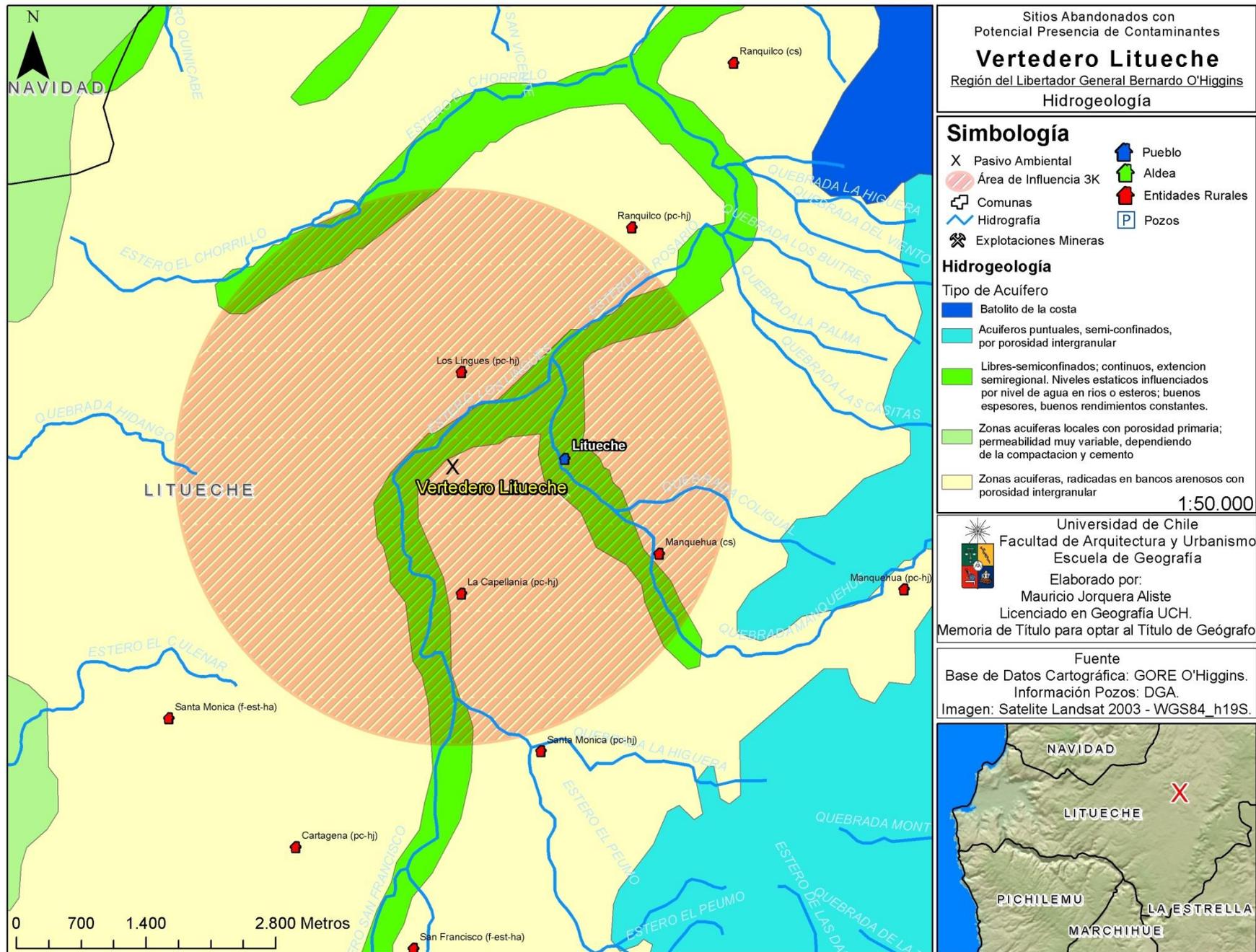
Patrones de actividad de los receptores: El sitio se encuentra en el límite del área urbana de la comuna de Litueche, las actividades económicas que se desarrollan son principalmente de comercio y existe la presencia de una explotación minera de caolín. Fuera del área urbana, predomina la actividad silvoagropecuaria. Al estar ubicado el vertedero en una ruta secundaria, el patrón de movimiento de los receptores es mínimo, y las actividades que rodean al sitio, no presentan una presencia permanente de receptores.

⁹³ Litueche, comuna de 5.526 habitantes (INE, 2002), con un centro urbano cuenta con 1.634 viviendas (2002) y una población de 2.479 habitantes (I. Municipalidad de Litueche, 2005).

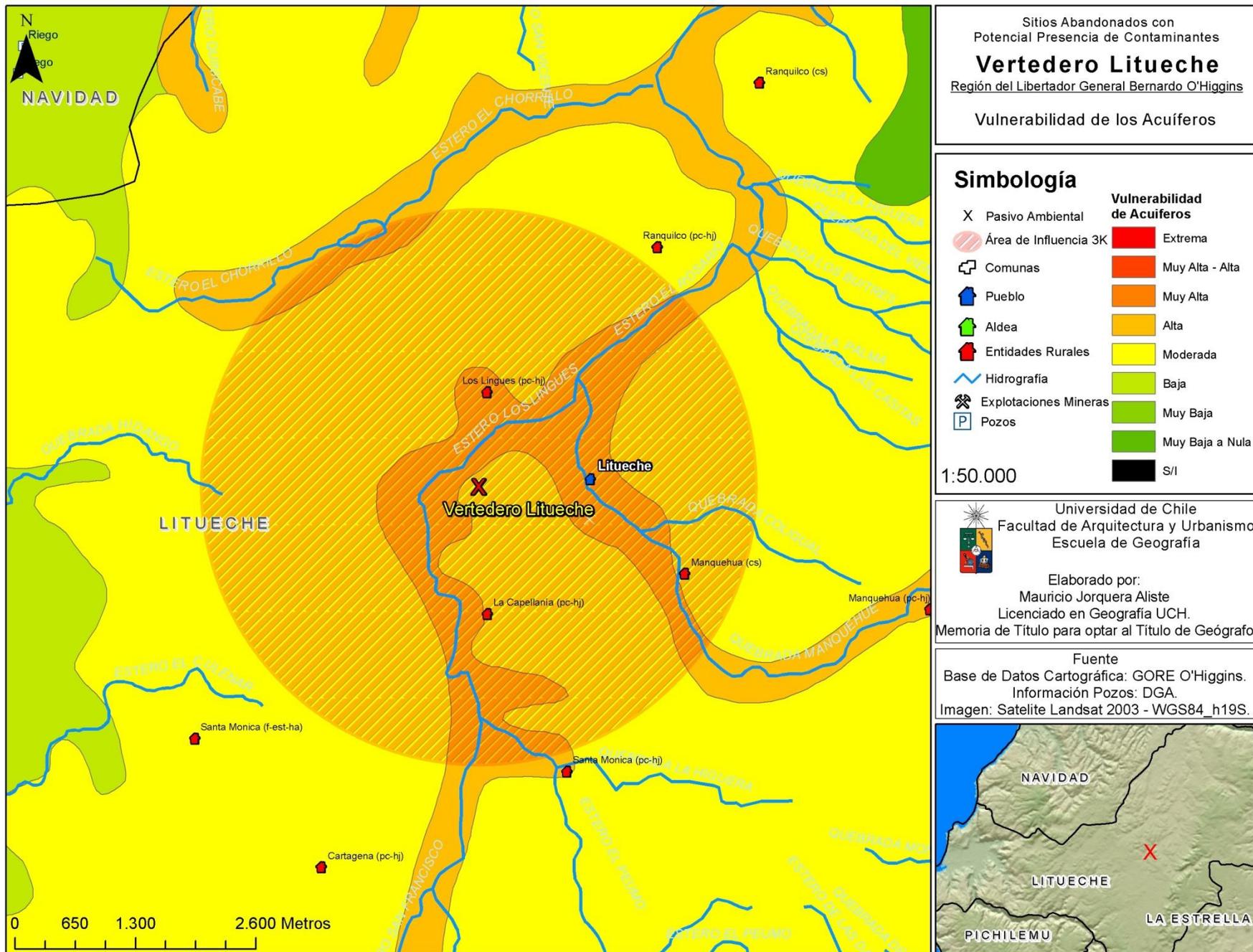
⁹⁴ Información extraída de (BCN , 2012), en base a (INE, 2002).



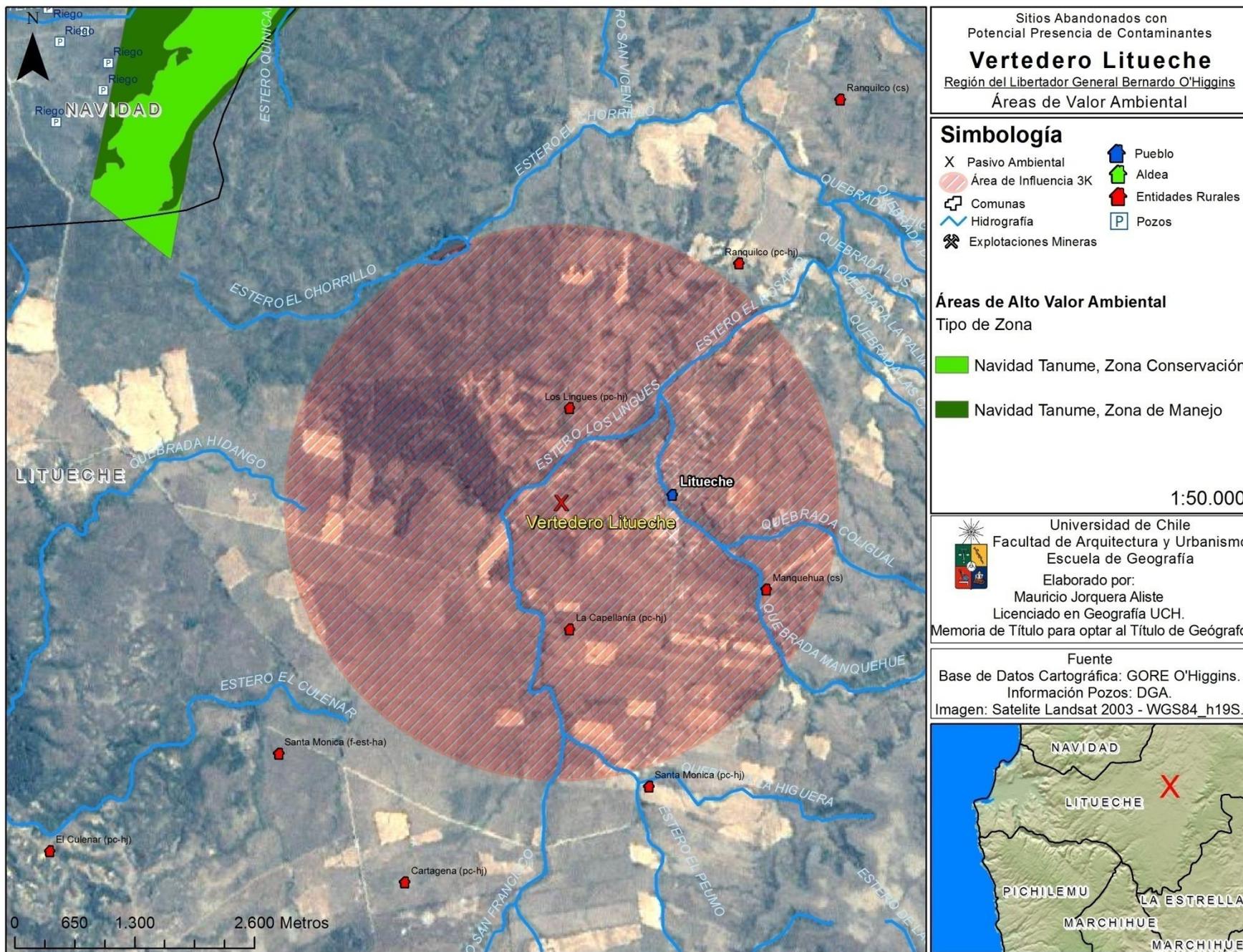
Mapa 9: Vertedero Litueche - Ubicación y Área de Influencia del Sitio.



Mapa 10: Vertedero Litueche - Hidrogeología



Mapa 11: Vertedero Litueche - Vulnerabilidad de los Acuíferos



Sitios Abandonados con Potencial Presencia de Contaminantes

Vertedero Litueche

Región del Libertador General Bernardo O'Higgins

Áreas de Valor Ambiental

Simbología

X Pasivo Ambiental	Pueblo
Área de Influencia 3K	Aldea
Comunas	Entidades Rurales
Hidrografía	Pozos
Explotaciones Mineras	

Áreas de Alto Valor Ambiental

Tipo de Zona

- Navidad Tanume, Zona Conservación
- Navidad Tanume, Zona de Manejo

1:50.000

Universidad de Chile
 Facultad de Arquitectura y Urbanismo
 Escuela de Geografía
 Elaborado por:
 Mauricio Jorquera Aliste
 Licenciado en Geografía UCH.
 Memoria de Título para optar al Título de Geógrafo

Fuente
 Base de Datos Cartográfica: GORE O'Higgins.
 Información Pozos: DGA.
 Imagen: Satelite Landsat 2003 - WGS84_h19S.



Mapa 12: Vertedero Litueche - Áreas de Valor Ambiental

Anexo VIId: Sitio Abandonado con Potencial Presencia de Contaminantes de Alta Jerarquía: “Vertedero Palmilla N9”, Comuna de Palmilla.

Estudio Histórico:

Vertedero de Residuos Domiciliarios, abandonado e inactivo aproximadamente desde el 2002, los residuos fueron depositados en zanja. En la actualidad, el sitio se encuentra abandonado y los residuos se encuentran cubiertos con cobertura final.

Uso de Suelo:

Sitio ubicado en la comuna de Palmilla, en el área predomina el uso de suelo agrícola en gran parte de su área de influencia, también se aprecia matorral arborescente denso. El sitio está dividido por la presencia de sur a norte de la caja del río Tinguiririca.



Ilustración 26: Vista norte del sitio, se observa plantaciones sobre este. (SEREMI Medio Ambiente - Región de O'Higgins, 2012)

Plano del suelo con potencial presencia de contaminantes:

Instalaciones: Dentro del predio no se observó oficina, caseta de seguridad ni baños. Al poniente del sitio, se encontró vestigios o escombros de alguna instalación, por ejemplo los baños o vestidores que fueron habilitados por la Municipalidad, según la solicitud del Servicio de Salud⁹⁵.

Camino de acceso al sitio y caminos interiores: El sitio se localiza a 350 m al poniente de la Ruta I-330-H en dirección hacia Palmilla. El acceso al sitio tiene una longitud de 350 m, por camino de tierra y en mal estado, el cual antiguamente correspondía al área de depósito de los residuos.

⁹⁵ (SEREMI Medio Ambiente - Región de O'Higgins, 2012)

Descripción de los procesos productivos más relevantes:

El proceso productivo más relevante, fue la disposición de residuos sólidos domiciliarios y escombros. El método de disposición usado en este vertedero, fue el uso de zanjas para depositar los residuos, no se identificaron dentro del sitio, chimeneas destinadas a la quema ni extracción de biogás, tampoco se llevo a cabo la extracción de lixiviados.

Potencial Sospecha: No se realizaron medidas de mitigación en lo que duró la faena ni a contar de su cierre. Se justifica en la presencia de vectores y en la no realización de tratamiento de lixiviados.

Materias primas y residuos:

Como sitio de disposición final, no contiene materias ni extracción de biogás. El residuo del sitio lo constituye su relleno mismo, residuos sólidos domiciliarios.

Residuos descubiertos: En la zona Poniente se encontraron escombros acumulados en menor cantidad y sin cobertura.

Plan de Cierre: Según lo informado por el Municipio, en el sitio no se ejecutó un plan de abandono, solo se colocó cobertura final al momento de dejar de disponer los residuos de la comuna.

Sistemas de Protección Ambiental:

En el vertedero de Palmilla no se tomaron acciones de protección ambiental, solo se relleno y se dejo abandonado. En el sitio si existe un cerco perimetral, pero restringe el acceso de entrada.

Antecedentes de Incidentes Ambientales:

Según información obtenida en terreno, vecinos no mencionan incidentes en el sitio.

Estudio Geográfico.

Estudio de Localización:

Sitio ubicado a 4,6 km del centro de Palmilla y a 480m del receptor humano más cercano. Corresponde a una propiedad privada de 0.9 ha, arrendada por el dueño a la Municipalidad de Peralillo.

- El sitio no se encuentra cerca de ningún área de valor ambiental catastrada (Serey, 2007), la más cercana corresponde a la Zona de Conservación Rinconada de Yaquil, a 3,6 km al Oeste del sitio.
- En el área del sitio que corresponde a terrenos agrícolas, no existen especies nativas relevantes.
- El sitio no está asociado a áreas de riesgo volcánico, pero si se asocia a riesgo por inundación asociado al río Tinguiririca a 300 m del antiguo vertedero. En el caso del riesgo por incendio, este sitio se encuentra en una zona de alto nivel de riesgo de incendio forestal.

Estudio del Medio Físico.

Estudio de la Geomorfología y Suelos:

Sitio ubicado en la unidad geomorfológica denominada Cordillera de la Costa, en una cuenca intermontana. El sitio se emplaza en una llanura aluvial, al oeste de la unión de las subcuencas del Estero Chimbarongo y el Río Tinguiririca, ambas unidades de la gran cuenca del Río Rapel.

En el área de influencia del sitio, se presentan suelos de aptitud preferentemente agrícola, de capacidad de uso que varía entre III y VI con mal drenaje, aptos para maravilla, arroz y pastos. Los suelos tienen pendientes suaves a planas, el nivel freático varía de nulo a una presencia a 120 cm del suelo en los suelos más cercanos al río.

Climatología Local:

Los datos obtenidos de temperaturas, precipitación, viento y su dirección, de este sitio corresponden a la estación Santa Cruz, de la comuna de Santa Cruz⁹⁶, ubicada a 7 km aproximadamente del Vertedero Palmilla.

Actualmente, está estación se encuentra en mantención, es la más cercana al vertedero y para el estudio contempla el análisis de datos entre los meses de Mayo del 2010 al Abril del 2011⁹⁷.

Precipitaciones y Temperatura.

Según lo señalado en la estación meteorológica, la distribución de las precipitaciones se concentra en el periodo invernal teniendo su máxima, en el periodo consultado, en el mes de Mayo del 2010, con 12,4 mm, mientras que en el periodo estival presenta mínimas a nulas precipitaciones. La precipitación media anual, del periodo estudiado, es de 14, 4 mm.

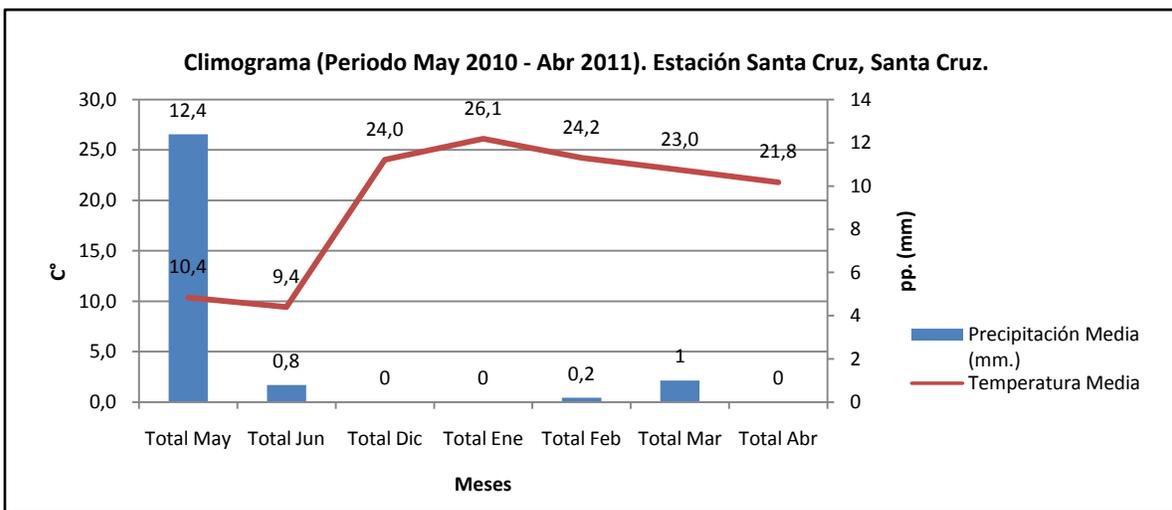


Gráfico 19: Elaboración Propia en base a datos de Chileclima, periodo de estudio Mayo 2010 – Abril 2011, estación Santa Cruz. (Chileclima, 2012).

⁹⁶ Coordenadas de la Estación (297774 N 6191297 E) – Estación Meteorológica Santa Cruz (En Mantención) Santa Cruz - Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. (Chileclima, 2012)

⁹⁷ Entre los meses de Julio a Noviembre del 2010 la estación no registró datos climatológicos.

La temperatura media anual del sector es de 22,1 C°, con una temperatura media para el mes más lluvioso, el de Mayo del 2010, de 10,4 C° y para el mes menos lluvioso, Enero 2011, de 26,1 C°

Las temperaturas medias máximas se concentran en el periodo estival, bajando considerablemente en invierno, los valores máximos se presentan en Enero 2011 (31,6 C°) y su valor mínimo en Junio 2010 (6,3 C°).

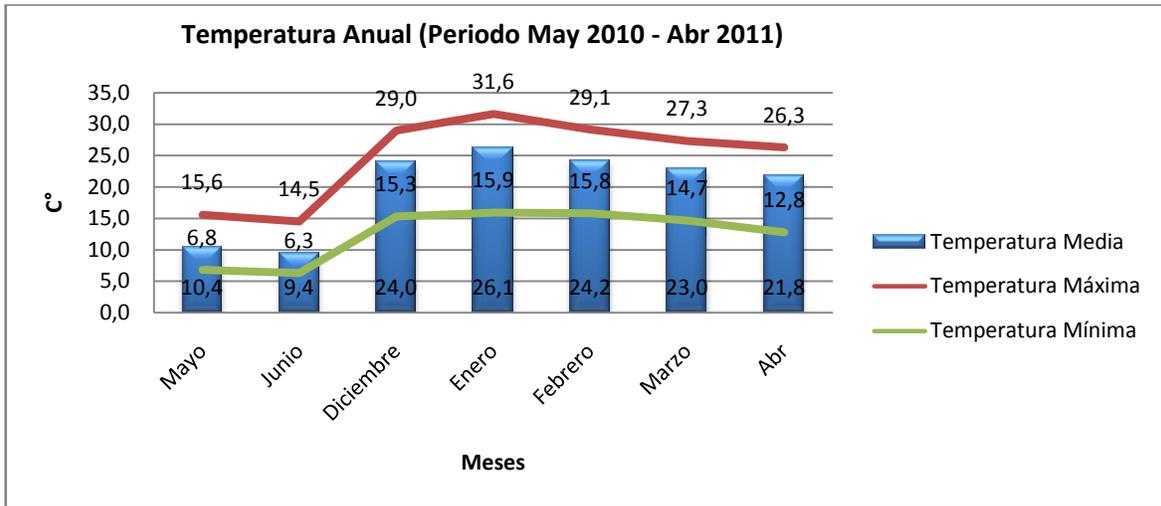


Gráfico 20: Temperatura Anual Media (Mín. - Máx.). Elaboración Propia en base a datos de Chileclima, periodo de estudio Mayo 2010 – Abril 2011, estación Santa Cruz. (Chileclima, 2012)

Velocidad del Viento y Dirección.

Los datos obtenidos muestran una predominancia del viento Este y Este-noreste a lo largo del periodo de estudio, con una disminución a finales del periodo cálido, donde predomina el viento de Oeste, en los meses de Marzo y Abril del 2011.

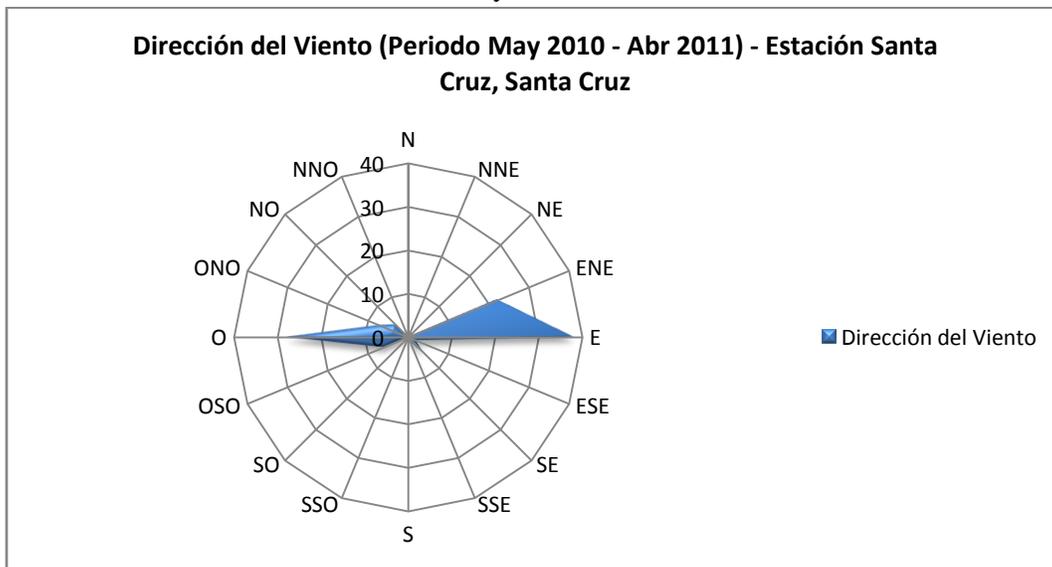


Gráfico 21: Dirección del Viento Elaboración Propia en base a datos de Chileclima, periodo de estudio Mayo 2010 – Abril 2011, estación Santa Cruz, (Chileclima, 2012).

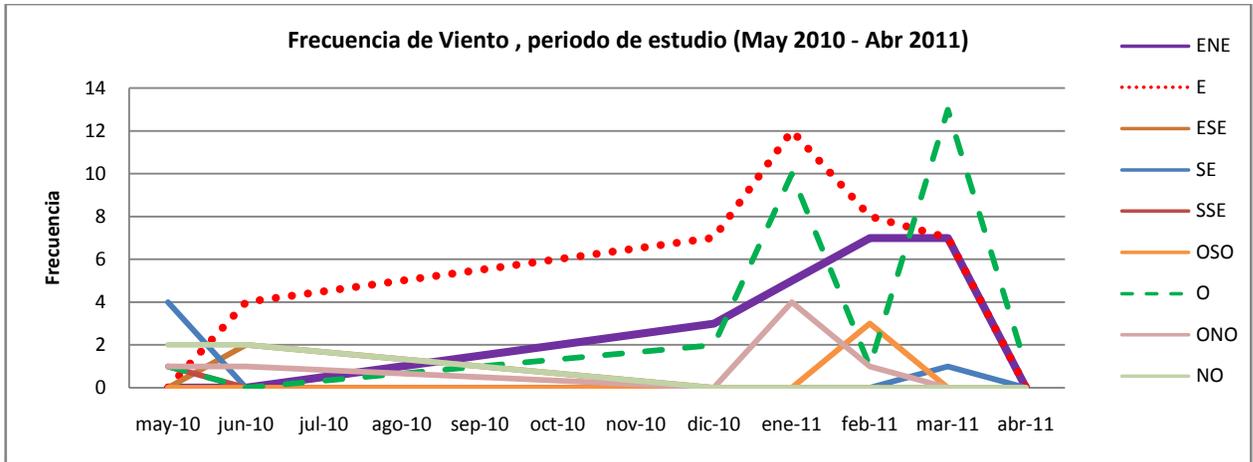


Gráfico 22: Frecuencia de Viento. Elaboración Propia en base a datos de Chileclima, periodo de estudio Mayo 2010 – Abril 2011, estación Santa Cruz, (Chileclima, 2012).

En lo que refiere a velocidad del viento, las máximas se presentaron en el periodo cálido, el viento promedio mantuvo el mismo patrón, con velocidades más medidas de máximas de 5 km/h entre los meses de diciembre y enero.

La velocidad para el período invernal se reduce, con mínimas promedio de 1 km/h en los meses de abril y mayo del periodo de estudio, predominan los vientos de dirección oeste y noroeste.

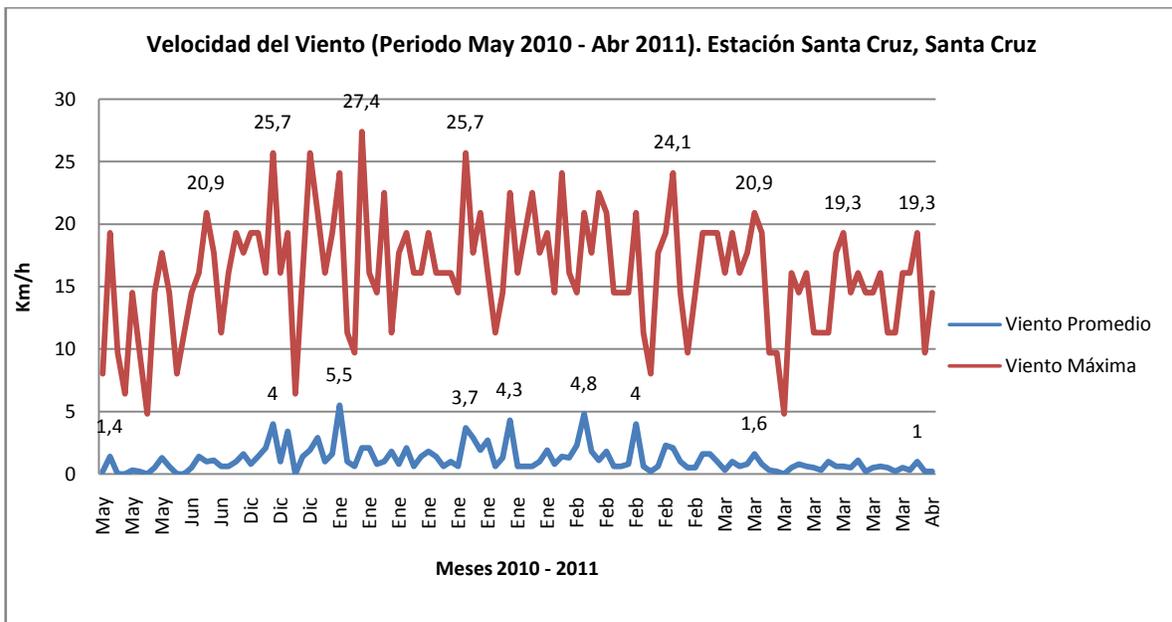


Gráfico 23: Velocidad del Viento Máxima y Promedio. Elaboración Propia en base a datos de Chileclima, periodo de estudio Mayo 2010 – Abril 2011, estación Santa Cruz. (Chileclima, 2012)

Resumen Climatológico.

El Vertedero de Palmilla, se encuentra cubierto principalmente por los vientos predominantes de dirección Este - Noreste, dada la mínima pendiente que rodea al sitio, se vería afectado directamente por vientos de más de 27 km/h en los meses de diciembre y enero, periodo con las mayores temperaturas, con promedios de 15 C° y máximas de más de 31 C° y sin presencia de precipitaciones en el periodo de estudio 2010-2011. Estas condiciones facilitan el transporte de material particulado y la erosión de los suelos por acción eólica, aunque este efecto se reduce en el sitio debido a la presencia de abundante especies herbáceas que cubren el área de depositación del vertedero.

Contexto Geológico Local:

Se distinguen una unidad Geológica:

Litología	Era Geológica	Sub Era	Estructura	Descripción
Q	Cuaternario		Cordillera de la Costa	Sedimentos fluviales y glaciales de rellenos de valles actuales

El sitio y su área de influencia, se encuentran emplazados en depósitos del Cuaternario (Q), de las siguientes características: Depósitos aluviales, coluviales y de remoción en masa; en menor proporción fluvioglaciales, deltaicos, litorales o indiferenciados. Presentes en la Depresión Central, regiones Metropolitana a IX, como: abanicos mixtos de depósitos aluviales y fluvioglaciales con intercalación de depósitos volcánico-clásticos (SERNAGEOMIN, 2003).

Existencias y Calidad de Aguas Subterráneas e Identificación de Agua Superficial.

El vertedero se ubica a 700m al oeste del Estero Chimbarongo y a 1.39 km del Río Tinguiririca. Se ubica en un área de transición entre moderada a alta vulnerabilidad de lo acuífero, con presencia de 6 pozos, en el área de influencia, de extracción de agua para riego y bebida-uso doméstico-saneamiento, este último ubicado a 180 m.

Caracterización Hidrogeológica:

En el área de influencia, se presentan la siguiente serie litológica asociadas a características hidrogeológicas: **Qfa**

Serie Litológica Qfa: Se presenta en depósitos porosos, con importancia hidrogeológica relativamente Alta a Media. Unidades de depósitos no consolidados o sedimentos. Depósitos permeables – semipermeables, con porosidad intergranular, conforman potentes secuencias multiacuíferas en niveles granulares, de características de depósitos fluviales en causes actuales. El tipo de acuífero corresponde a uno libre-semiconfinado; continuo; de extensión semiregional.

Relaciones entre aguas Subterráneas y Superficiales:

En el área de influencia y en el mismo sitio existe extracción de agua mediante pozos, los más vulnerables a la potencial contaminación, se ubican entre los 180 m y 2,4 km de

distancia al sitio y son de consumo humano. La recarga del acuífero se presume constante en esta área, debido a la cercanía a fuentes de agua superficial y a la caracterización litológica del área que favorece la infiltración del agua y la recarga de acuíferos. Zona de gran importancia hidrogeológica y condiciones que favorecen la alta vulnerabilidad de los acuíferos. Existe una alta probabilidad de transporte hídrico de la potencial contaminación en este sitio.

Estudio de los Receptores Humanos.

Localización: Ubicado a 4,7 km de distancia del área urbana de la comuna de Palmilla⁹⁸, por la Ruta I-50. Los receptores humanos más cercanos se encuentran a 500 m. del sitio, corresponden parcelas contiguas, en la ruta I-332.

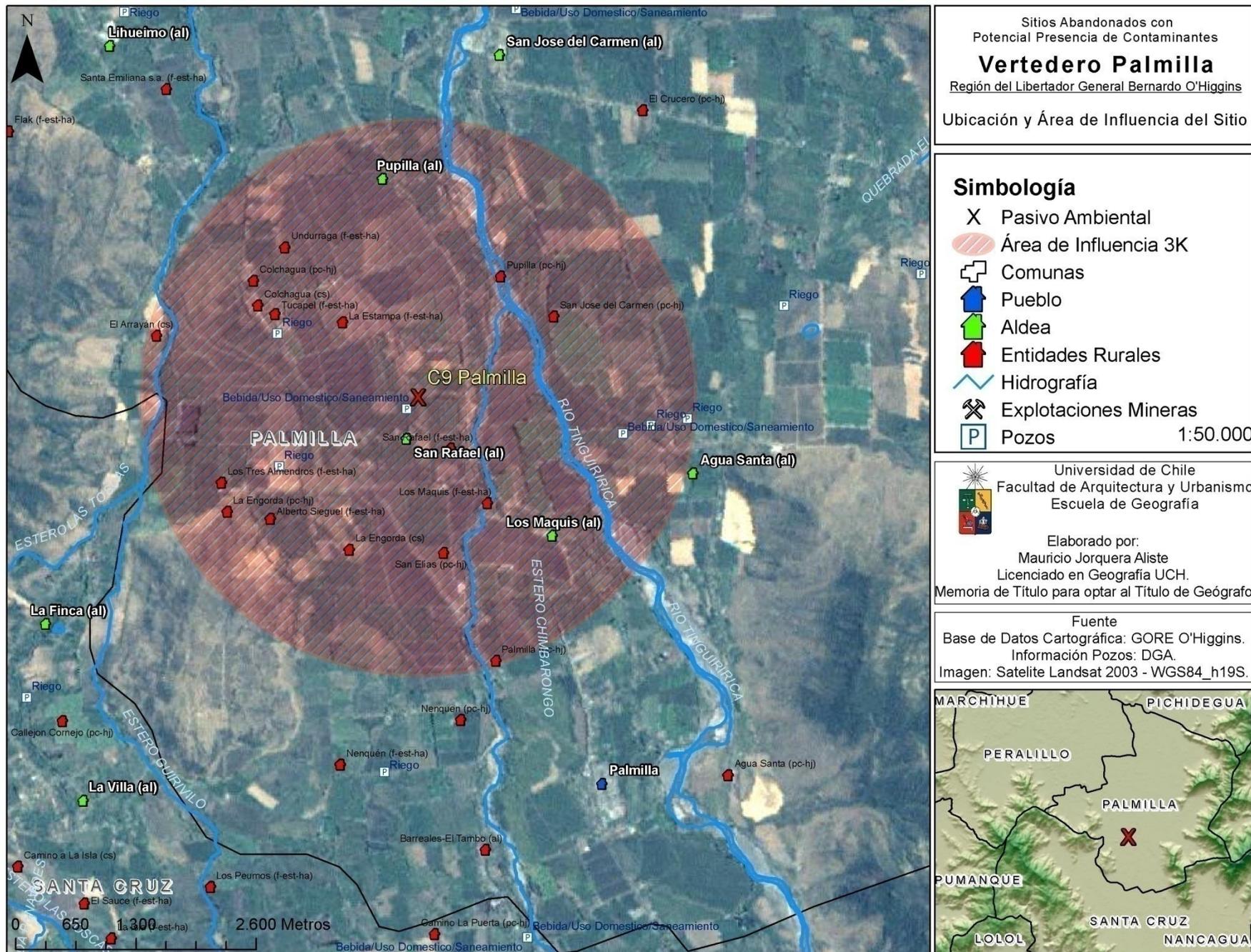
Presencia de Sub-poblaciones sensibles: Si bien, no presenta subpoblaciones sensibles, el 31,3% de la población pertenece al grupo de edad entre 0 a 17 años de edad⁹⁹, el cual podría verse más afectado por ser el grupo etario más propenso a visitar el sitio por motivos de recreación.

Patrones de actividad de los receptores: El sitio se encuentra en el área rural de la comuna de Palmilla, las actividades económicas que se desarrollan son principalmente la agricultura, con un 46% de la población económicamente activa desarrollándose en esta área¹⁰⁰. El sitio se ubica en torno a esta actividad y la presencia de los receptores en el vertedero no es permanente, la presencia de este vertedero abandonado, no afectaría los patrones de actividad de los receptores humanos, tendría mayor significancia en el producto final producido en las áreas de cultivo.

⁹⁸ Palmilla, comuna de 11.200 habitantes. Un 81,36% (9.112) corresponde a población rural y un 18,64% (2.088) a población urbana (INE, 2002).

⁹⁹ Información extraída de (BCN , 2012), en base a (INE, 2002).

¹⁰⁰ Información extraída de (BCN , 2012), en base a (INE, 2002).



Sitios Abandonados con Potencial Presencia de Contaminantes

Vertedero Palmilla

Región del Libertador General Bernardo O'Higgins

Ubicación y Área de Influencia del Sitio

Simbología

- X Pasivo Ambiental
- Área de Influencia 3K
- Comunas
- Pueblo
- Aldea
- Entidades Rurales
- Hidrografía
- Explotaciones Mineras
- Pozos

1:50.000

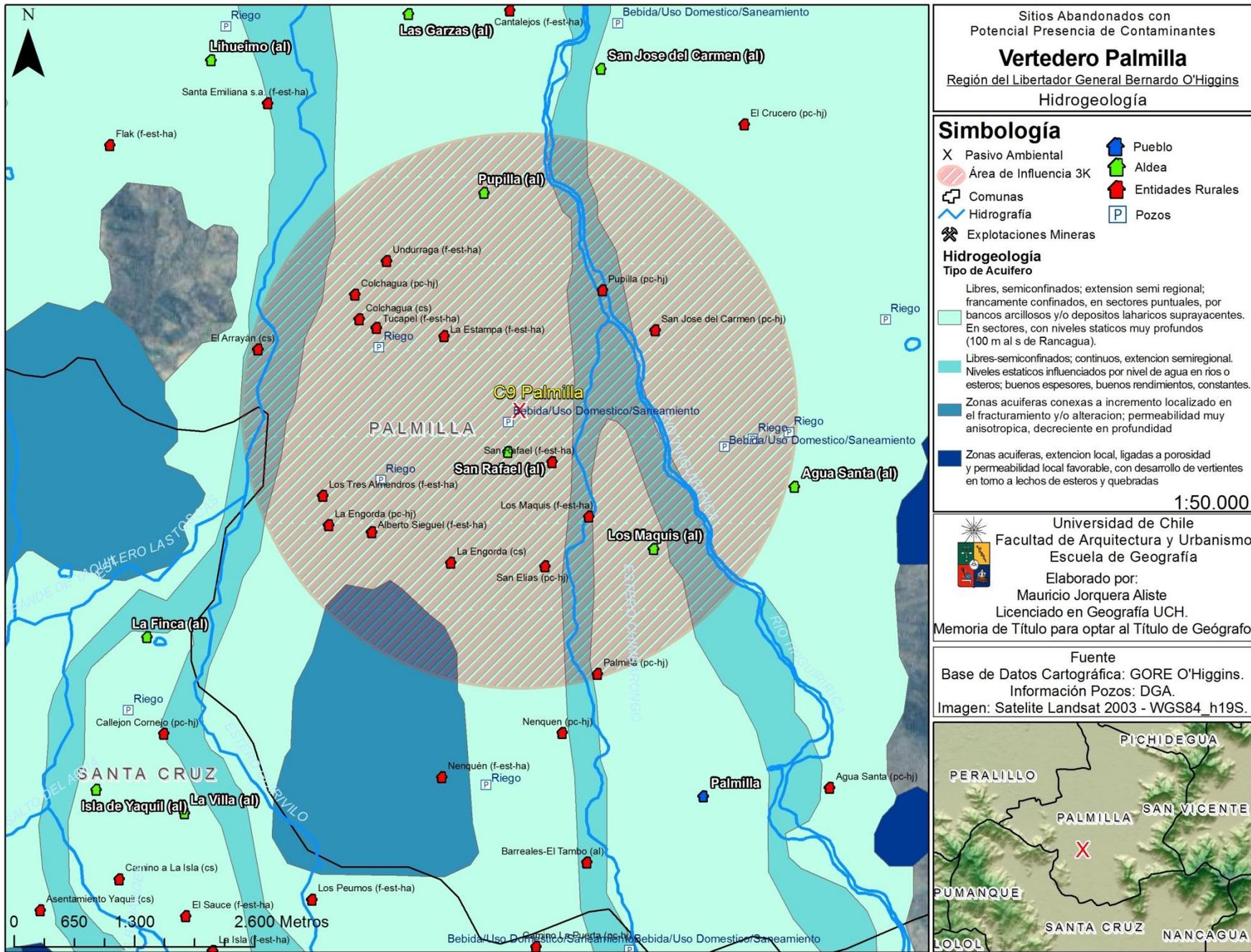
Universidad de Chile
Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Escuela de Geografía

Elaborado por:
Mauricio Jorquera Aliste
Licenciado en Geografía UCH.
Memoria de Título para optar al Título de Geógrafo

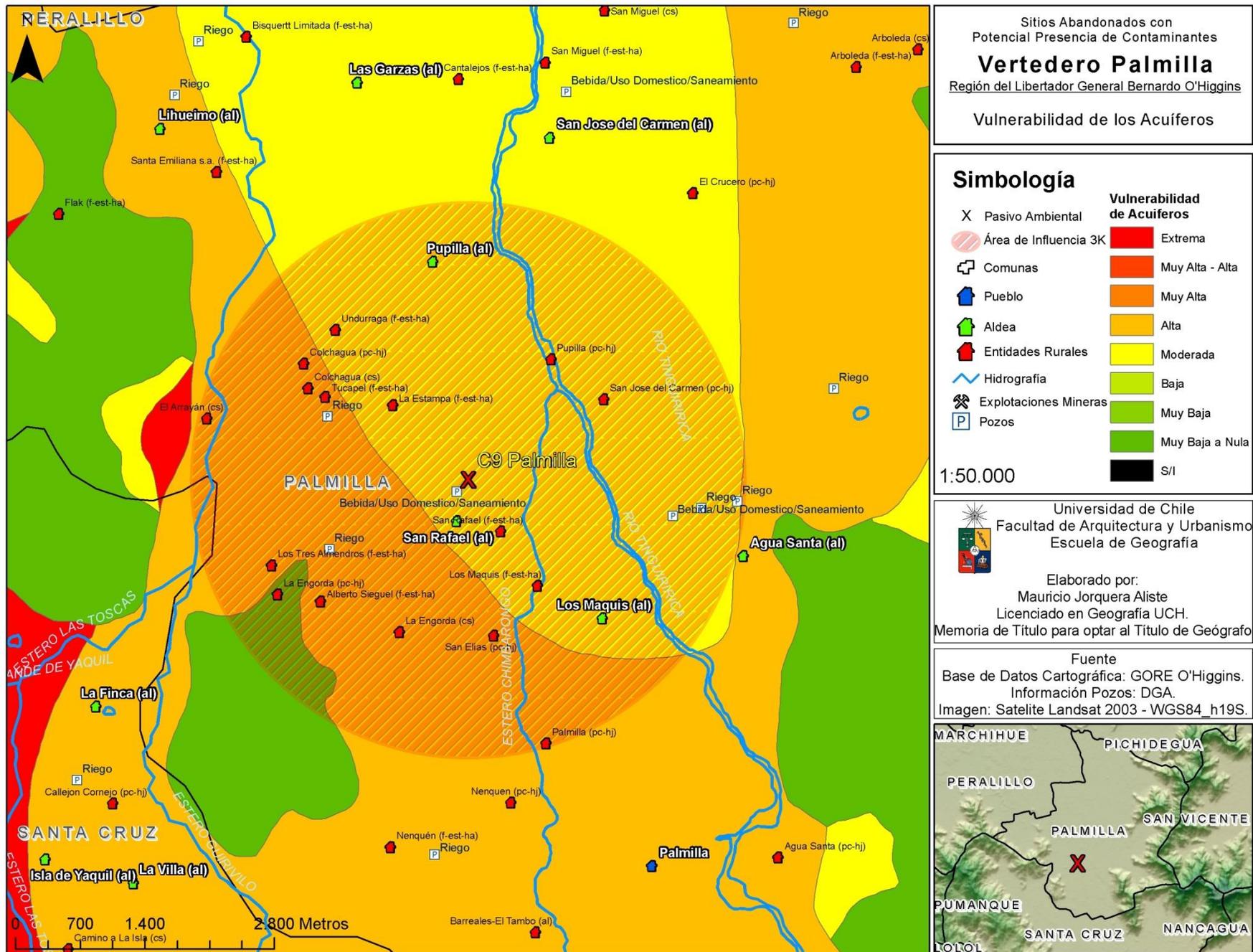
Fuente
Base de Datos Cartográfica: GORE O'Higgins.
Información Pozos: DGA.
Imagen: Satelite Landsat 2003 - WGS84_h19S.



Mapa 13: Vertedero Palmilla - Ubicación y Área de Influencia del Sitio



Mapa 14: Vertedero Palmilla - Hidrogeología



Mapa 15: Vertedero Palmilla -Vulnerabilidad de Acuíferos

Anexo VIIe: Sitio Abandonado con Potencial Presencia de Contaminantes de Alta Jerarquía: “Vertedero Pichidegua N°15”, Comuna de Pichidegua.

Estudio Histórico:

Vertedero de Residuos Domiciliarios, prestó servicios entre los años 1982 y 1992.

Uso de Suelo:

Sitio ubicado en la comuna de Pichidegua, el sitio se encuentra ubicado en un actual predio agrícola, predomina el uso de suelo agrícola y área urbana en gran parte de su área de influencia; también al sur del sitio se observó uso de matorral de pradera abierto.

Plano del suelo con potencial presencia de contaminantes:

Instalaciones: No se observó ningún tipo de instalación destinada a la operación del sitio de disposición de residuos, solo la instalación propia de la empresa dueña de los cultivos.

Camino de acceso al sitio y caminos interiores: Desde la ruta H-76 se accede al fundo La Fragüilla por medio de un camino de tierra que tiene una longitud de 80 m y que se encuentra en estado regular. El antiguo sitio de disposición de residuos, se encuentra a aproximadamente 260 m hacia el suroriente de la entrada al fundo y se accede por un camino de tierra que se encuentra en estado regular.

Descripción de los procesos productivos más relevantes:

El proceso productivo más relevante, fue la disposición de residuos sólidos domiciliarios. El método de disposición usado en este vertedero fue el relleno de una quebrada. No se identificaron dentro del sitio chimeneas destinadas a la quema ni extracción de biogás, tampoco se llevó a cabo la extracción de lixiviados.

Potencial Sospecha: Se justifica en que existió acopio de residuos sin tratamientos en predio que actualmente es ocupado en agricultura.

Materias primas y residuos:

Como sitio de disposición final, no contiene materias ni extrae de biogás para consumo. El residuo del sitio lo constituye su relleno mismo, residuos sólidos domiciliarios.

Residuos descubiertos: Al suroriente del sitio por fuera del cerco (fundo), se identificó un la presencia de residuos descubiertos.

Plan de Cierre: Según lo informado por el Municipio, en el sitio no se ejecutó un plan de abandono¹⁰¹.

¹⁰¹ (SEREMI Medio Ambiente - Región de O'Higgins, 2012).

Sistemas de Protección Ambiental:

En el vertedero de Pichidegua no se tomaron acciones de protección ambiental, el sitio una vez desocupado, solamente se rellenó y se dejó abandonado. El sitio en sí no cuenta ni con portón de entrada, ni con cerco perimetral. No obstante, el fundo en el cual se localiza el sitio, cuenta con entrada vigilada y con cerco en el sector oriente. Este tramo del cerco consiste en una malla suelta de alambres, sujeta a pilares de madera y con varias aperturas que permiten el ingreso de personas y animales.

Antecedentes de Incidentes Ambientales:

Según información obtenida en terreno, vecinos no mencionan incidentes en el sitio.

Estudio Geográfico.

Estudio de Localización:

Sitio ubicado a 2,7 km del centro de Pichidegua y a 260 m del receptor humano más cercano. Corresponde a una propiedad privada de 0.2 ha.

- El sitio no se encuentra sobre ningún sitio prioritario de la región, pero a 500 m al sur se ubica “*La Zona de Conservación de la Cordillera de la Costa del valle Central*” (Serey, 2007), abarca gran parte del área de influencia del vertedero abandonado de Pichidegua.
- En el área de influencia del sitio, se localizan usos de suelos del tipo terrenos agrícolas, matorral y renoval abierto; en estas áreas existen las siguientes especies nativas relevantes: Peumo (*Cryptocarya alba*), Quillay (*Quillaja saponaria*), Litre (*Lithraea caustica*), Boldo (*Peumus boldus*), Espino (*Acacia caven*), Tevo (*Trevoa trinervis*) y Romerillo (*Baccharis Linearis*).
- El sitio no está asociado a áreas de riesgo volcánico, pero si se asocia a riesgo por inundación asociado al río Tinguiririca a 300 m del antiguo vertedero. En el caso del riesgo por incendio, este sitio se encuentra en una zona de alto nivel de riesgo de incendio forestal.

Estudio del Medio Físico.

Estudio de la Geomorfología y Suelos:

Sitio ubicado en la unidad geomorfológica denominada Cuenca Sedimentaria Intermontana. El sitio se emplaza en una llanura aluvial, al sur del Río Cachapoal en la subcuenca del Río Cachapoal Bajo, bajo la junta del Río Claro y Embalse Rapel.

Alrededor del sitio, se presentan suelos de aptitud preferentemente agrícola, de moderadas a severas limitaciones para los cultivos (clase de capacidad de uso de suelo que varía entre III y IV), suelos para praderas (clase de capacidad de uso de suelo VI) y suelos de aptitud preferentemente forestal, clase VII de capacidad de uso. El predio en que se emplaza el sitio muestra ligeras limitaciones para todos los cultivos de la zona, clase II de capacidad de uso.

Los suelos tienen pendientes planas, en áreas cercanas al río y pendientes de montañas en los suelo forestales. La presencia del nivel freático varía entre los 40 cm a más 120 cm del suelo, dependiendo de la cercanía al río.

Climatología Local:

Los datos obtenidos de temperaturas, precipitación, viento y su dirección, de este sitio corresponden a la estación San Vicente de Tagua Tagua, de la comuna de San Vicente¹⁰², ubicada a 18,2 km aproximadamente del Vertedero de Pichidegua.

Esta estación es la más cercana al vertedero, y para el estudio contempla el análisis de datos entre los meses de Enero del 2009 a Agosto del 2010¹⁰³.

Precipitaciones y Temperatura.

Según lo señalado en la estación meteorológica, la distribución de las precipitaciones se concentra en el periodo invernal teniendo su máxima, en el periodo consultado, en el mes de Junio del 2010, con 3,17 mm, mientras que en el periodo estival presenta mínimas a nulas precipitaciones. La precipitación media anual, del periodo estudiado, es de 1,21 mm.

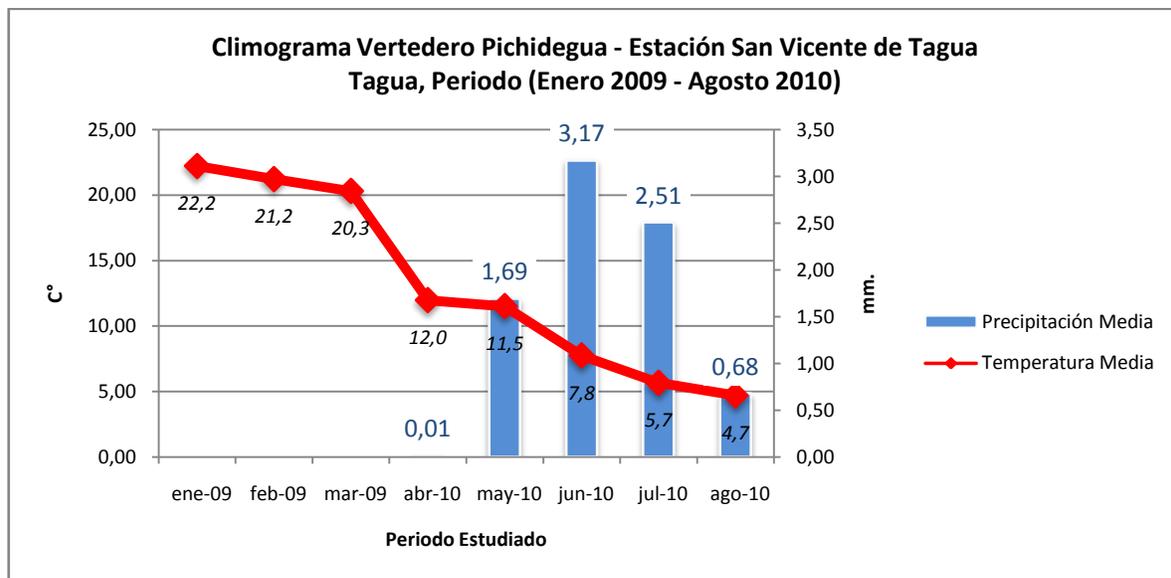


Gráfico 24: Elaboración Propia en base a datos de Chileclima, periodo de estudio Enero 2009 – Agosto 2010, estación San Vicente de Tagua Tagua. (Chileclima, 2012).

¹⁰² Coordenadas de la Estación (19S 6187710 N 308970 E) – Estación Meteorológica San Vicente de Tagua-Tagua, Comuna de San Vicente - Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. (Chileclima, 2012)

¹⁰³ Entre los meses de Abril del 2009 a Marzo del 2010 la estación no registró datos climatológicos.

La temperatura media anual del área es de 13,6 C°, con una temperatura media para el mes más lluvioso, el de Junio del 2010, de 5,7 C° y para los meses que no presentaron precipitaciones, la temperatura media máxima se presentó en Enero 2009 y fue de 22,2 C°. Las temperaturas máximas se concentran en el periodo estival, bajando considerablemente en invierno, los valores máximos se presentan en Enero 2009 (33 C° máx. – 13,5 C° mín.) y los valores mínimo en Agosto 2010 (11,2 C° máx. – 0,5 C° mín.).

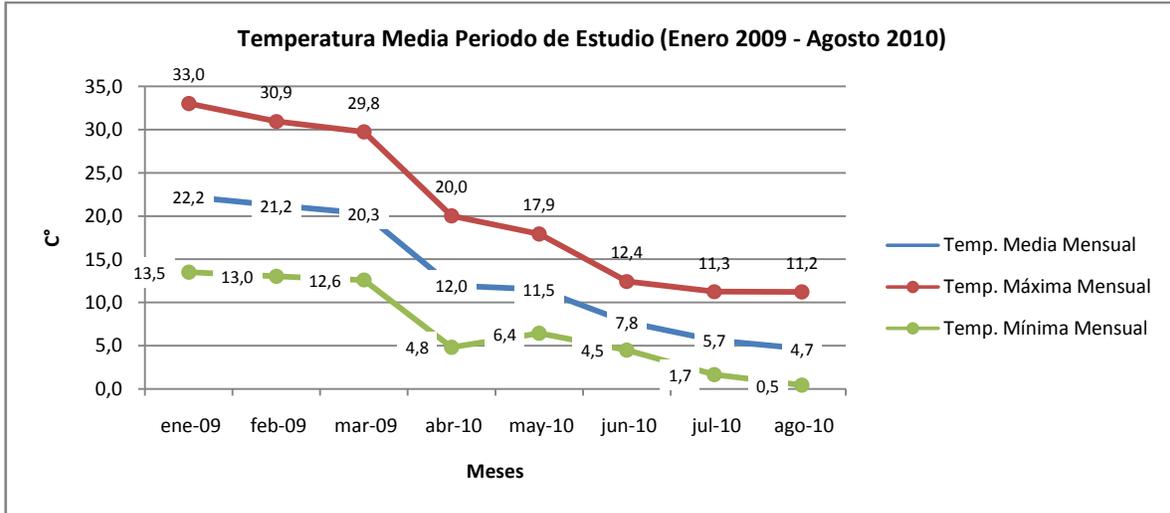


Gráfico 25: Temperatura Anual Media (Mín. - Máx.). Elaboración Propia en base a datos de ChileClima, periodo de estudio Enero 2009 – Agosto 2010, estación San Vicente de Tagua - Tagua. (Chileclima, 2012)

Velocidad del Viento y Dirección.

Los datos obtenidos muestran una mayor frecuencia diaria del viento proveniente Este y Este-sureste a lo largo del periodo de estudio.

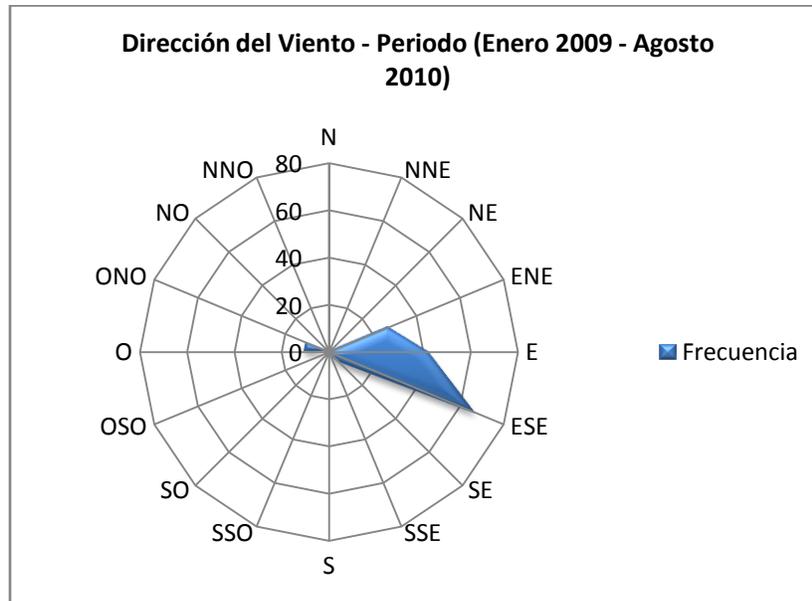


Gráfico 26: Dirección del Viento Elaboración Propia en base a datos de Chileclima, periodo de estudio Enero 2009 – Agosto 2010, estación San Vicente de Tagua-Tagua, (Chileclima, 2012).

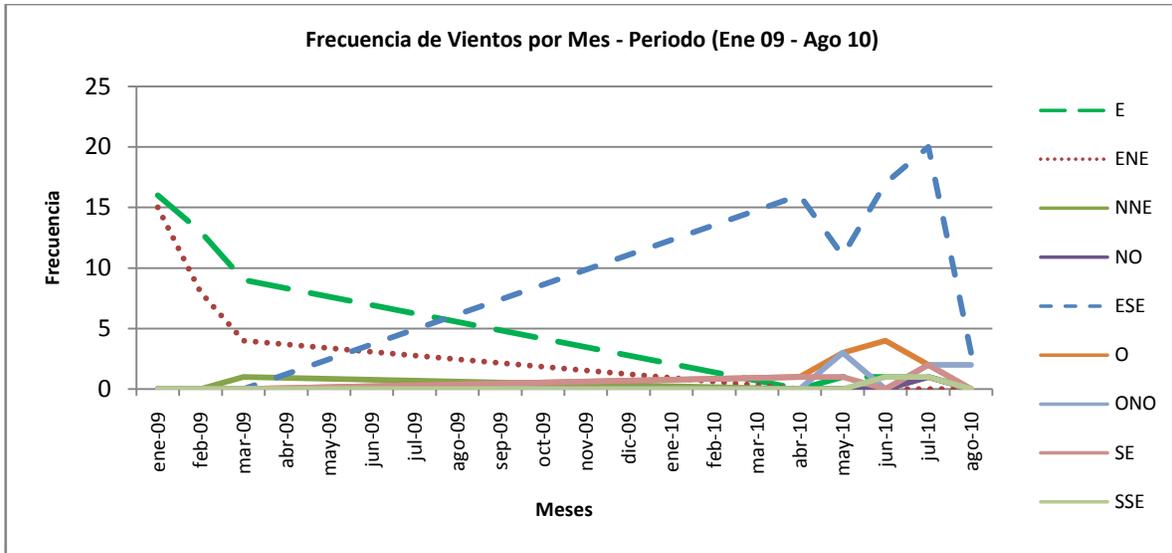


Gráfico 27: Frecuencia de Vientos por mes. Elaboración Propia en base a datos de Chileclima, periodo de estudio Mayo 2010 – Abril 2011, estación Santa Cruz, (Chileclima, 2012).

En lo que refiere a velocidad del viento, las máximas se presentan en el periodo cálido, en los meses de enero y febrero, con la predominancia de los vientos E y ENE. Esta tendencia cambia en los periodos más fríos, baja la velocidad del viento y predomina la dirección del viento ESE.

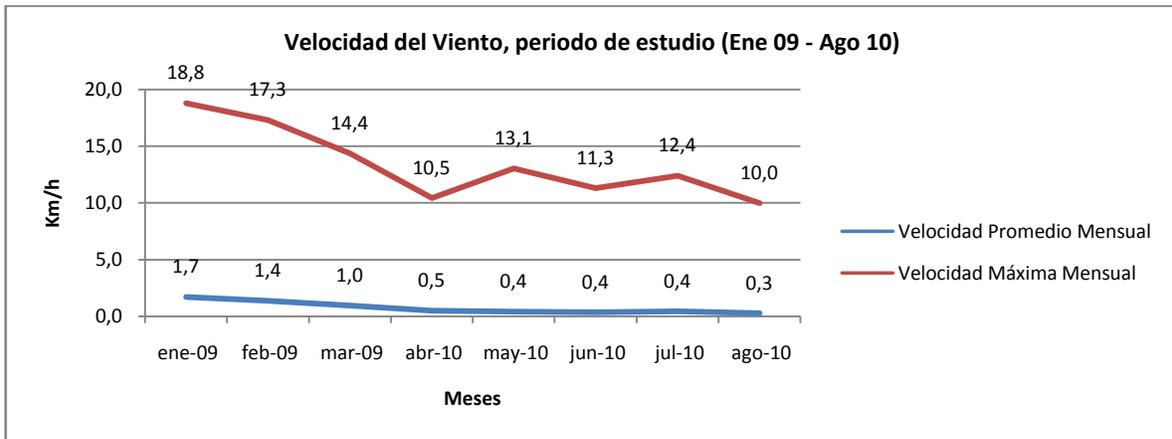


Gráfico 28: Velocidad del Viento Mensual, Máxima y Promedio. Elaboración Propia en base a datos de Chileclima, periodo de estudio Enero 2009 – Agosto 2010, estación San Vicente de Tagua-Tagua. (Chileclima, 2012)

Resumen Climatológico.

En el área de estudio del Vertedero de Pichidegua, presenta vientos predominantes de dirección Este, que varía entre ENE y ESE, en estaciones cálidas y frías, respectivamente. Estos factores eólicos favorecerían el transporte de material particulado en el vertedero, pero la ubicación del sitio, en el fondo de una quebrada de dirección Sur-Norte, disminuiría este efecto en periodos de estaciones frías (vientos predominantes del ESE) y solo sería afectado en periodos estivales donde la predominancia es ENE.

Las precipitaciones se concentran en meses de invierno, donde el efecto del viento en el sitio es mínimo debido a su dirección y la geomorfología del lugar. Pero las menores precipitaciones, se concentran en los meses estivales, donde se presentan las mayores velocidades del viento y provienen del Este-noreste, la dirección más desprotegida geomorfológicamente del sitio.

En el sitio se realizan actividades agrícolas, el suelo posee una cubierta vegetal consolidada, lo que eliminaría el efecto del transporte eólico en el sitio.

Contexto Geológico Local:

Se distinguen una unidad Geológica:

Litología	Era Geológica	Sub Era	Estructura	Descripción
Q	Cuaternario		Cordillera de la Costa	Sedimentos fluviales y glaciales de rellenos de valles actuales
Kg	Cretácico	Superior	Rocas Intrusivas	Diorita y Granodiorita

El sitio y su área de influencia se encuentran emplazados en depósitos del Cuaternario (Q) hacia el valle del río Cachapoal y la desde la quebrada al sur, corresponden a depósitos del Cretácico.

Los depósitos del Cuaternario poseen las siguientes características: Depósitos aluviales, coluviales y de remoción en masa; en menor proporción fluvioglaciales, deltaicos, litorales o indiferenciados. Presentes en la Depresión Central, regiones Metropolitana a IX, como: abanicos mixtos de depósitos aluviales y fluvioglaciales con intercalación de depósitos volcanoclásticos(SERNAGEOMIN, 2003).

Los depósitos del Cretácico poseen las siguientes características: Dioritas y monzodioritas de piroxeno y hornblenda, granodioritas, monzogranitos de hornblenda y biotita. En la Cordillera de la Costa, regiones II a IV, al este del Sistema de Fallas Atacama-El Romeral y asociados a mineralización de Fe-Cu-Au (Candelaria) y Cu-Au(Andacollo); en la Cordillera de la Costa, regiones V a X.

Existencias y Calidad de Aguas Subterráneas e Identificación de Agua Superficial.

El vertedero se ubica a 1,4 km al este del Río Cachapoal y a 55 m de la Quebrada la Fragueta. Se ubica en un área de transición entre muy baja (en depósitos del cretácico) a extrema vulnerabilidad del acuífero (en depósitos del cuaternario). Con presencia de 6 pozos, en el área de influencia, de extracción de agua para riego y bebida-uso domestico-saneamiento, este último ubicado a 700 m. Dentro del predio agrícola existen pozos de extracción de agua para riego.

Caracterización Hidrogeológica:

En el área de influencia, se presentan la siguientes series litológicas asociadas a características hidrogeológicas: **Qfa – Qg – Pzg.**

Serie Litológica Qfa: Se presenta en depósitos porosos, con importancia hidrogeológica relativamente Alta a Media. Unidades de depósitos no consolidados o sedimentos.

Depósitos permeables – semipermeables, con porosidad intergranular, conforman potentes secuencias multiacuiferas en niveles granulares, de características de depósitos fluviales en causas actuales. El tipo de acuífero corresponde a uno libre-semiconfinado; continuo; de extensión semiregional. Niveles estáticos influenciados por el nivel de agua en ríos o esteros; buenos espesores, buenos rendimientos, constantes.

Serie Litológica Qg: La ocurrencia de agua se caracteriza por presentarse en depósitos o rocas fracturadas, con importancia relativa media-baja, en unidades de depósitos no consolidados o sedimentos, de característica permeable- semipermeable, con porosidad intergranular, conforman potentes secuencias multiacuiferas en niveles granulares, en depósitos gravitacionales. El tipo de acuífero es de extensión local, ligado a porosidad y permeabilidad favorable, con el desarrollo de vertientes en torno a lechos de esteros y quebradas.

Serie Litológica Pzg: La ocurrencia de agua se caracteriza por presentarse en rocas porosas o fracturadas, con importancia hidrogeológica relativamente baja-nula, en unidades de depósitos consolidados o rocas. Materiales con permeabilidad secundaria asociada a fracturamiento y/o alteración superficial, en formación Navidad - La Cueva y Los Peumos, características locales semipermeables.

Relaciones entre aguas Subterráneas y Superficiales:

En el área de influencia y en el mismo sitio existe extracción de agua mediante pozos, el más vulnerable a la potencial contaminación, se ubica a los 688 m distancia del sitio y corresponde a consumo humano. Los otros pozos más cercanos se encuentran entre los 800 m y 1 km, corresponden a pozos de extracción de agua para riego en los predios agrícolas vecinos. En terreno se constató la presencia de un pozo que no está catastrado en la DGA, su uso es de riego y se encuentra dentro del sitio agrícola que cubre el antiguo vertedero. La recarga del acuífero se presume constante en esta área, debido a la cercanía a fuentes de agua superficial y a la caracterización litológica del área que favorece la infiltración del agua y la recarga de acuíferos. Zona de gran importancia hidrogeológica y condiciones que favorecen una alta vulnerabilidad de los acuíferos, en caso de ser expuestos a contaminantes. Existe una alta probabilidad de transporte de la potencial contaminación en este sitio.

Estudio de los Receptores Humanos.

Localización: Ubicado en la comuna de Pichidegua¹⁰⁴, en un área agroindustrial al norte del área urbana de la comuna, por la Ruta H-76. Los receptores humanos más cercanos se encuentran a 250 m. del sitio, corresponden parcelas contiguas, en una calle rural.

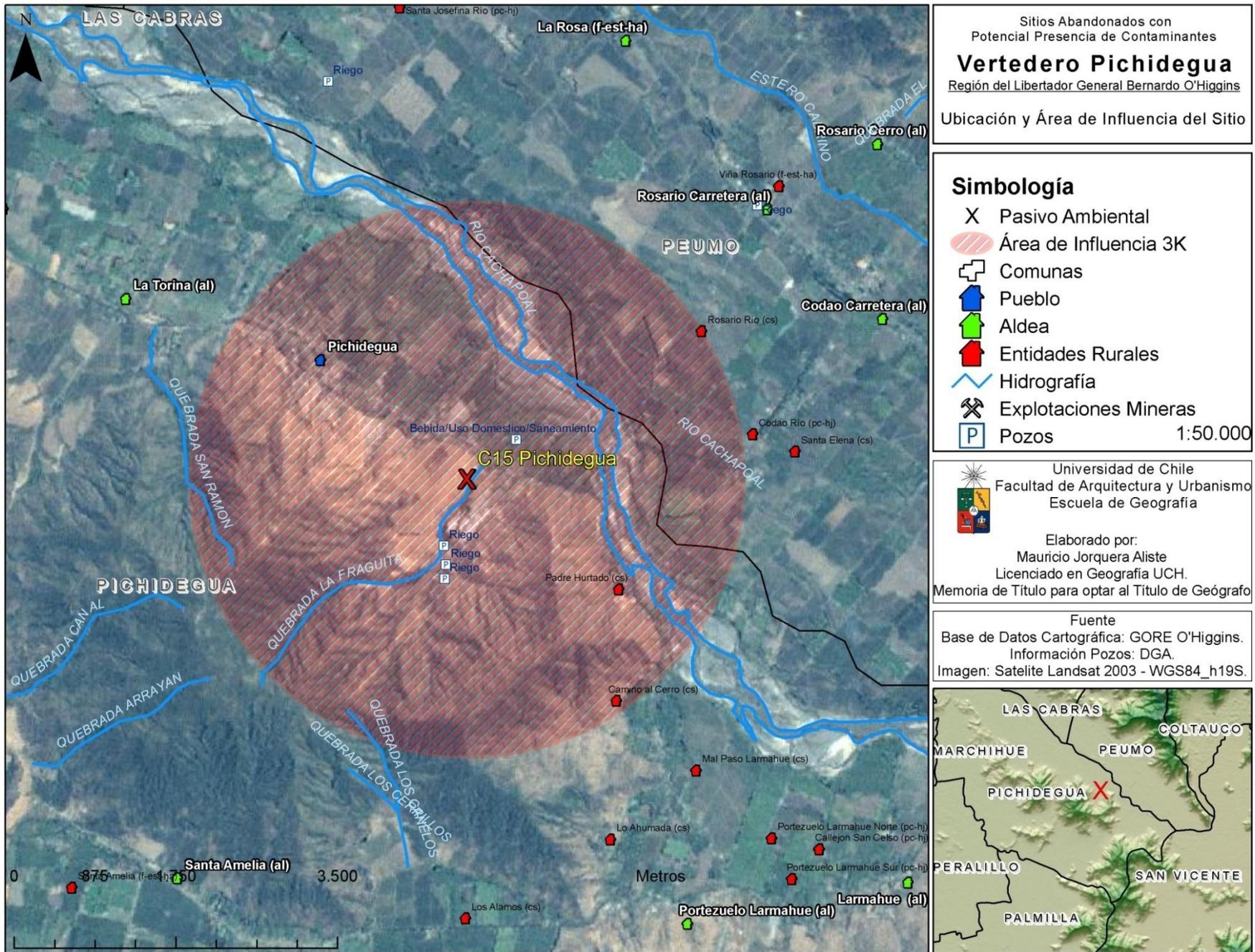
¹⁰⁴Pichidegua, comuna de 17.756 habitantes (INE, 2002).

Presencia de Sub-poblaciones sensibles: Si bien, no presenta subpoblaciones sensibles en el sitio mismo, el 20,25% de la población pertenece al grupo de edad entre 0 a 14 años de edad¹⁰⁵, el cual podría verse más afectado por ser el grupo etario más propenso a visitar el sitio por motivos de recreación, aunque el sitio sea de propiedad privada.

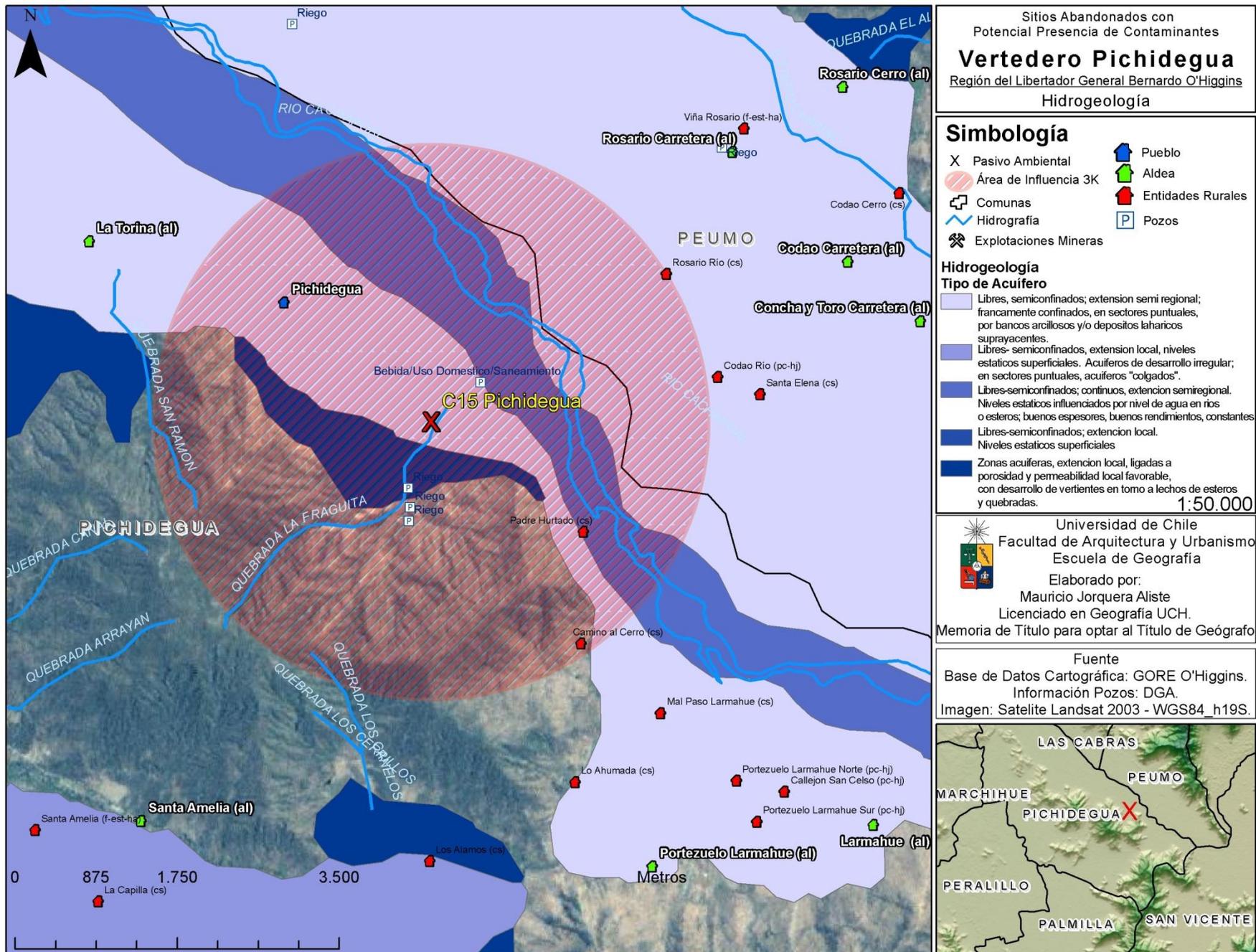
Patrones de actividad de los receptores: El sitio se encuentra en el área rural de la comuna de Pichidegua, las actividades económicas que se desarrollan son principalmente la agricultura, con aproximadamente 2265 trabajadores en esa rama de actividad en el año 2010¹⁰⁶. El sitio se ubica en torno a esta actividad económica y la presencia de los receptores en el vertedero no es permanente, la presencia de este vertedero abandonado, no afectaría los patrones de actividad de los receptores humanos, tendría mayor significancia en la posibilidad que la calidad del producto final que se trabaja en esa área agrícola se vea alterado por la potencial contaminación.

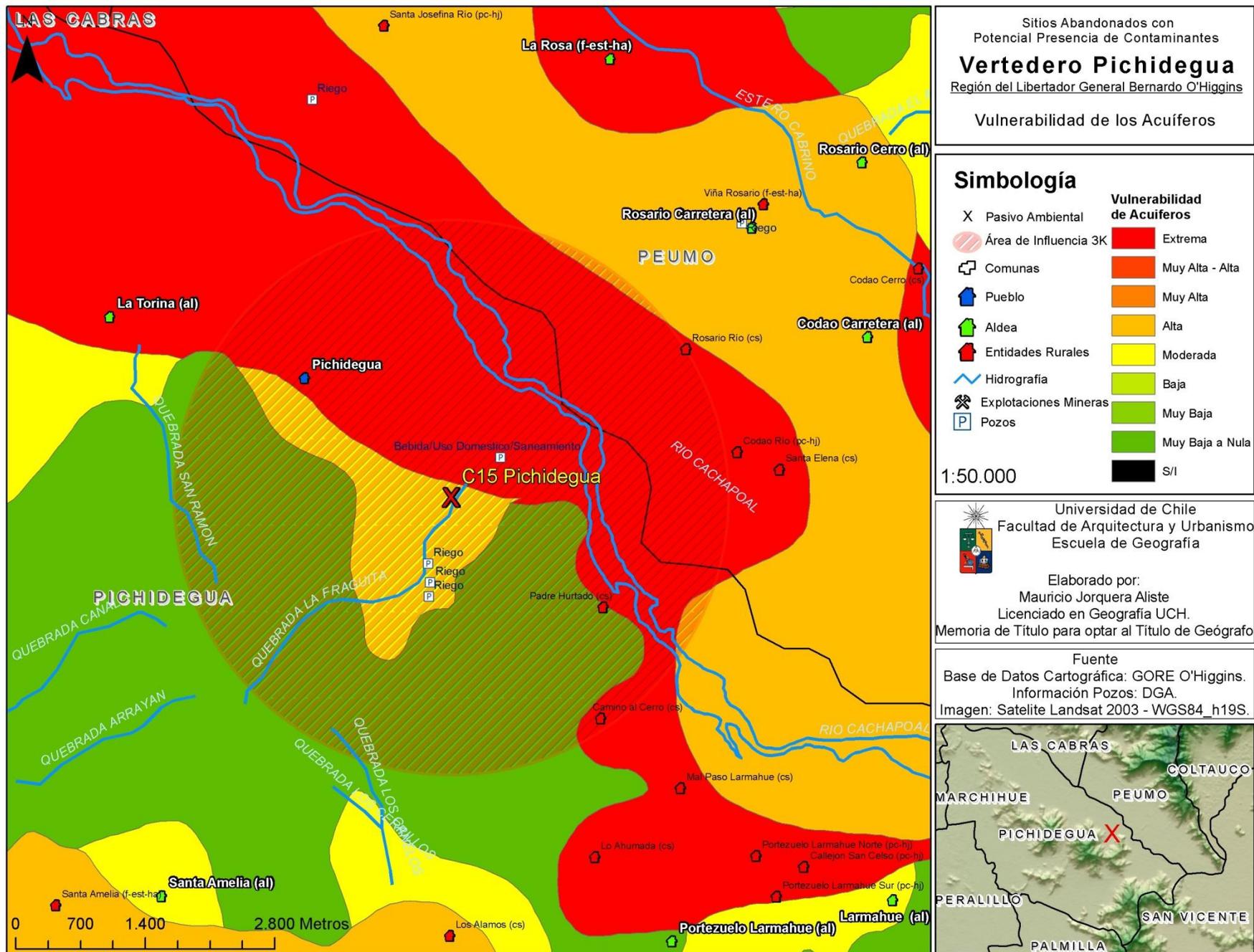
¹⁰⁵ Información extraída de (BCN , 2012).

¹⁰⁶ Información extraída de (BCN , 2012).



Mapa 16: Vertedero Pichidegua - Ubicación y Área de Influencia del Sitio





Mapa 18: Vertedero Pichidegua - Vulnerabilidad de los Acuíferos

Anexo VIII: Años de Funcionamiento de los Vertederos de Mayor Jerarquía – Años de Producción de Gas de Efecto Invernadero.

Anexo IX: Fichas de inspección de sitio SAPP:*(ver digital)*

- Faena Minera El Inglés.
- Vertedero Chépica (Auquinco).
- Vertedero Litueche.
- Vertedero Palmilla N°9
- Vertedero Pichidegua N°15

Anexo X: Fichas de Inspección de los 45 sitios aprobados. *(ver digital)*