



**GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCION GENERAL DE AGUAS**

ANÁLISIS VOCACIÓN PRODUCTIVA REGIONAL PARA LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS IV REGIÓN

INFORME FINAL

REALIZADO POR:

NICOLÁS CRISTIÁN. JADUE MAJLUF

S.I.T. N° 286

Santiago, Noviembre de 2012

**MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
DIVISIÓN DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN**

**Ministro de Obras Públicas
Abogada Sra. Loreto Silva Rojas**

**Director General de Aguas
Abogado Sr. Francisco Echeverría E. (t)**

**Jefe División de Estudios y Planificación
Ingeniero Civil Sr. Adrian Lillo Zenteno**

**Inspector Fiscal
Ingeniero Civil Sr. Miguel Ángel Caro Hernández**

**NICOLÁS C. JADUE MAJLUF
Ejecutor del Proyecto
Ingeniero Civil Industrial**

Contenido

1	Resumen y conclusiones	9
	Introducción y Objetivos	9
	De la modelación y Análisis Económico	10
	Bases conceptuales	10
	Población y Empleo	10
	Exportaciones y Estructura Productiva	10
	Los resultados económicos y los Recursos Hídricos	11
	Evaluación de Escenarios	12
2	ANTECEDENTES PRELIMINARES	15
2.1	Recurso Hídrico: Factor Capital de Desarrollo Regional	15
2.2	Recursos Hídricos y su Relación con las Productividades Regionales	15
3	OBJETIVOS (Proyecto)	17
3.1	Objetivo General	17
3.2	Objetivos Específicos	17
3.3	ALCANCES Y ENTREGABLES	17
4	La Región de COQUIMBO	19
4.1	Ubicación y división administrativa	19
4.2	Clima, geografía e hidrografía	19
4.3	Población	21
4.3.1	Población Regional	21
4.3.2	Población Nacional	22
4.4	Fuerza Laboral	22
5	ANÁLISIS DE LA ECONOMÍA DE LA REGION	23
5.1	Introducción Metodológica General	23
5.2	PIB REGIONAL → PRODUCTO INTERNO BRUTO	26

5.2.1	Serie 1996→2003 (millones de pesos 1996)	26
5.2.2	Serie 2003→2010 (millones de pesos 2003)	27
5.2.3	Serie 2008→2010 (millones de pesos 2008)	28
5.2.4	PIB vs Fuerza Laboral	28
5.3	COMERCIO EXTERIOR.....	31
5.3.1	TIPO DE CAMBIO	31
5.3.2	Exportaciones.....	32
5.4	Consumo Hogares.....	34
5.5	Consumo Gobierno.....	35
5.6	Inversión.....	36
6	LA MATRIZ INSUMO PRODUCTO	37
6.1	MARCO TEÓRICO DE LA MIP	37
6.2	Sus raíces a través de un pequeño ejemplo.....	37
6.2.1	Factores Primarios.....	37
6.2.2	Actividades Económicas.....	38
6.2.3	Proceso de Solución.....	39
7	MATRIZ DE PRODUCCIÓN MIP REGIÓN COQUIMBO INE-MIDEPLAN	43
7.1	Ecuaciones MIP Coquimbo.....	43
7.2	Matrices de Producción y Coeficientes Técnicos.....	44
7.2.1	Matriz de Producción Bruta	44
7.2.2	Matriz de Demanda Intermedia Bienes regionales	44
7.2.3	Matrices de Demanda Intermedia Importada.....	45
7.3	Estructura Productiva de la IV Región COQUIMBO Años 1996; 2010	46
7.3.1	Parámetros de Demandas Finales	46
7.3.2	Cálculo de las Producciones Bruta.....	47
7.3.3	Balance Oferta Demanda	49

7.3.4	Vocación Productiva	51
7.3.5	Distribución y Aportes de la Fuerza Laboral.....	54
8	PRINCIPALES INDICADORES PRODUCTIVOS RAMAS DE ACTIVIDAD	58
8.1	FICHA EVOLUCIÓN SISTEMA PRODUCTIVO SECTOR AGROPECUARIO 1996-2010.....	58
8.2	FICHA EVOLUCIÓN SISTEMA PRODUCTIVO SECTOR PESCA 1996-2010	62
8.3	FICHA EVOLUCIÓN SISTEMA PRODUCTIVO SECTOR MINERIA 1996-2010	64
8.4	FICHA EVOLUCIÓN SISTEMA PRODUCTIVO SECTOR INDUSTRIA MANUFACTURA 1996-2010	68
8.5	FICHA EVOLUCIÓN SISTEMA PRODUCTIVO SECTOR ELECTRICIDAD-GAS-AGUA 1996-2010	69
9	conciliación DE LA OFERTA/demanda HÍDRICA REGIONAL	72
9.1	Visión del Mapa Hídrico Regional	72
9.2	Cuenca ELQUI	73
9.2.1	La Oferta Hídrica.....	73
9.2.2	Estimaciones demanda hídrica.....	73
9.2.3	Balance Hídrico Cuenca ELQUI	74
9.3	Cuenca LIMARÍ.....	76
9.3.1	Estimaciones demanda hídrica.....	76
9.3.2	Balance Hídrico Cuenca LIMARÍ.....	77
9.4	Cuenca CHOAPA	78
9.4.1	Estimaciones demanda hídrica.....	78
9.4.2	Balance Hídrico Cuenca CHOAPA	79
10	Evaluaciones de Impacto Económico del Recurso Hídrico	81
10.1	Aumento de Actividad Minera y su impacto en la red.....	82
10.1.1	Impacto Hídrico.....	82
10.1.2	Impactos Económicos.....	82
10.2	Aumento de la Oferta Hídrica.....	83
10.3	Creación de una nueva Zona Agrícola.....	84

10.3.1	Impacto de Primer Orden en sistema de producción.....	85
10.3.2	Impacto por Aumento de Empleo y Población inducida.....	86
11	ESTRUCTURA GENERAL DEL MODELO HÍDRICO.....	88
11.1	Bases Conceptuales Modelación: Teoría de Redes.....	88
11.2	Visión del Mapa General de Modelado.....	89
11.2.1	Comprensión General de la Topología de la RED HÍDRICA	89
11.3	Secciones - Subsistemas de la RED	90
11.3.1	Subsistema de Cargas por Aportes Naturales	90
11.3.2	Subsistema de Cargas por Cuencas Laterales	91
11.3.3	Subsistema de Carga Precipitaciones (Nodos PP-XX)	92
11.3.4	Subsistema de Transferencia Superficial	92
11.3.5	Subsistema de Acuíferos Subterráneo: Almacenamiento, y transferencias	94
11.3.6	Sub Sistema Demanda Riego (Nodos ZR-XX).....	96
11.3.7	Sub Sistema Demanda Minería (Nodos ZM-nn).....	98
11.3.8	Demanda Agua Potable (Nodos ZP-nn)	99
12	CUENCA DEL CHOAPA	100
12.1	Introducción	100
12.2	Topología de la Cuenca CHOAPA	100
12.2.1	Estadísticas de Aportes Hídricos en Cuenca.....	101
12.2.2	Aportes Naturales	102
12.2.3	Cuencas Laterales.....	103
12.2.4	Precipitaciones.....	105
12.2.5	Tramos Ríos.....	108
12.2.6	Tramos Canales.....	109
12.2.7	Acuíferos.....	112
12.2.8	Pozos	113

12.2.9	Parámetros Demandas Zonas de Riego	114
12.2.10	Parámetros Demanda Sector Minería	115
12.2.11	Parámetros de Demanda Sector Industrial	116
12.2.12	Parámetros de Demanda Sector Agua Potable	117
12.3	Evaluación de Escenarios Cuenca CHOAPA	118
12.3.1	Escenario Base 2010 → Oferta Hídrica Baja → 6.700 lps	119
12.3.2	Balance Puntual Recargas Acuíferos.....	120
12.3.3	ESCENARIO Base alternativo → MEJORANDO LA OFERTA DE RIEGO	129
12.3.4	ESCENARIO CON OFERTA HÍDRICA MEDIA-ALTA → 20.730 lps	129
13	CUENCA DEL LIMARÍ	132
13.1	Introducción	132
13.2	Topología de la Cuenca LIMARI	132
13.2.1	Estadísticas de Aportes Hídricos en Cuenca.....	134
13.2.2	Aportes Naturales	135
13.2.3	Cuencas Laterales.....	136
13.2.4	Precipitaciones.....	138
13.2.5	Tramos Ríos.....	139
13.2.6	Tramos Canales	140
13.2.7	Acuíferos.....	143
13.2.8	Pozos	144
13.2.9	Parámetros Demandas Zonas de Riego	145
13.2.10	Parámetros Demanda Sector Minería	146
13.2.11	Parámetros de Demanda Sector Industrial	147
13.2.12	Parámetros de Demanda Sector Agua Potable	148
13.3	Evaluación de Escenarios Cuenca LIMARÍ	149
13.3.1	Escenario Base 2010 → Oferta Hídrica Baja → 9.000 lps	150

13.3.2	Balance Puntual Recargas Acuíferos.....	151
13.3.3	ESCENARIO Base alternativo → MEJORANDO LA OFERTA DE RIEGO	155
13.3.4	ESCENARIO Base alternativo → Aumento demanda Minera	155
13.3.5	ESCENARIO CON OFERTA HÍDRICA MEDIA-ALTA → 20.730 lps	156
14	CUENCA DEL elqui.....	158
14.1	Topología de la Cuenca ELQUI.....	158
14.1.1	Estadísticas de Aportes Hídricos en Cuenca.....	160
14.1.2	Aportes Naturales	160
14.1.3	Cuencas Laterales.....	161
14.1.4	Precipitaciones.....	163
14.1.5	Tramos Ríos.....	165
14.1.6	Tramos Canales	166
14.1.7	Acuíferos.....	167
14.1.8	Pozos	167
14.1.9	Parámetros Demandas Zonas de Riego	167
14.1.10	Parámetros Demanda Sector Minería	169
14.1.11	Parámetros de Demanda Sector Industrial	170
14.1.12	Parámetros de Demanda Sector Agua Potable	171
14.2	Evaluación de Escenarios Cuenca ELQUI	172
14.2.1	Escenario Base 2010 → Oferta Hídrica Baja → 6.700 lps	173
14.2.2	Balance Puntual Recargas Acuíferos.....	174
14.2.3	ESCENARIO Base alternativo → Aumento demanda Minera	177
14.2.4	ESCENARIO CON repetición OFERTA HÍDRICA Baja → 6.700 lps.....	178
14.2.5	ESCENARIO CON OFERTA HÍDRICA MEDIA-ALTA → 20.730 lps	178

1 RESUMEN Y CONCLUSIONES

Introducción y Objetivos

El desafío planteado para este proyecto consiste en la articulación y confección de un artefacto o mecanismo metodológico capaz de vincular el comportamiento hídrico de las diferentes cuencas que conforman el mapa hidrológico de la IV Región, con sus principales indicadores y resultados socio-económicos. Sin lugar a dudas el agua es vida, y en la IV Región como en el resto de las regiones del norte del país, se hace cada vez más escasa. En un escenario como éste, se hacía relevante la necesidad de establecer un sistema de métricas que permitiera correlacionar de una manera científica, aquellas variables que definen y determinan la oferta hídrica de la región, con las capacidades para la generación de empleo, y sustentabilidad de las principales actividades económicas en las cuales los recursos hídricos resultan ser esenciales, a saber: Agricultura, Minería, Industria, Energía y Abastecimiento de Agua potable para la población.

La información disponible en el país más un adecuado sistema de procesamiento de las métricas que se obtienen, permiten racionalizar los modelos de gestión y así generar reglas de decisión coherentes con las necesidades y bienestar de la población, tema del cual se hacen cargo los sistemas económicos. La gestión de los recursos hídricos no escapa a este principio. Es necesario facilitar la construcción de reglas de decisión que converjan hacia beneficios globales de la región más que a óptimos locales con beneficios parciales para uno u otro sector económico.

Y no es que no existan modelaciones de los sistemas hídricos de la región ni tampoco caracterizaciones de sus sistemas económicos. Por el contrario, existen innumerables análisis en ambas áreas, pero ellas fluyen, generalmente, por carriles separados e intersectándose sólo para hacer evaluaciones puntuales de un proyecto específico. El artefacto metodológico que entrega este proyecto integra ambos mundos, hídrico y económico, en un modelo integral incorporando en la región las capacidades de 'predecir' resultados en los planos económicos por decisiones tomadas en el plano hídrico y viceversa.

El núcleo analítico sobre el cual se articula el modelo de métricas y de información lo constituye la formulación de la **Función General de Producción de la Región**. Ella se aplica sobre dos planos diferentes. En primer lugar sobre el sistema productivo de una Región en particular, formulación que se fundamenta sobre conceptos macro económicos fundados sobre la MATRICES INSUMO-PRODUCTO REGIONALES. En segundo lugar, utilizando el mismo concepto, pero con un enfoque micro económico, para la estimación de la Función de Producción aplicada sobre los sistemas de abastecimiento del recurso hídrico.

El alcance de este desarrollo coloca el énfasis en la modelación de la matriz hídrico-económica de la Región de Coquimbo y su validación, más que en la confección de un diagnóstico crítico de la situación hídrica regional. En esta dirección, el foco central del proyecto, es la generación del artefacto metodológico que facilite las evaluaciones racionales y cuantitativas de escenarios bases y futuros en la región, más que en las evaluaciones propiamente tal, aunque éstas también son realizadas.

De la modelación y Análisis Económico

Bases conceptuales

La modelación de la arquitectura del sistema productivo/económico de la IV Región se ha realizado con base en las Matrices Insumo Producto Regionales confeccionadas para el año 1996 a partir de un esfuerzo conjunto entre MIDEPLAN y el INE con el objeto de actualizar las ponderaciones del Indicador de Actividad Económica Regional (INACER). Estas matrices, utilizadas en conjunto con procedimientos de ajustes y análisis fundados en las teorías subyacentes en las técnicas INSUMO – PRODUCTO, permiten conocer la estructura del sistema productivo regional en un nivel necesario y suficiente para cumplir con los alcances de este proyecto en cuestión.

De estas matrices se rescatan principalmente dos elementos de información:

- Matriz de Coeficientes Unitarios de Consumos Intermedios de Origen Regional por unidad de producción de cada sector económico, (nivel de agregación a 12 sectores)
- Matriz de Coeficientes Unitarios de Consumos Intermedios de Origen Importado (tanto del resto del país como desde el extranjero) por unidad de producción de cada sector económico, (nivel de agregación a 12 sectores)

Con el propósito de separar los consumos intermedios de origen importados en aquellos provenientes desde el resto del país con los importados desde el extranjero, se ha supuesto que en la región aplica para cada uno de los sectores económicos, la misma tasa de importación intermedia extranjera observada a Nivel Nacional. Y para ello se hace uso de la información disponible en la Matriz Insumo Producto Nacional de 1996. Si bien este procedimiento no es absolutamente necesario para cumplir con los objetivos de este proyecto en particular, nos permite generar información valiosa en la estrategia regional para evaluar la dependencia que tiene el sistema productivo de los bienes importados y por ende los posibles impactos que induciría eventuales alteraciones en la tasa de cambio.

Otro supuesto relevante para realizar la calibración de la MIP tanto para el año 1996 como para el resto de los años analizados en este informe, guarda relación con la estimación del consumo (Hogar y Gobierno) como también de las inversiones y variaciones de existencias. Para estos ítems se asume, al igual que para el caso de las importaciones extranjeras, que el comportamiento de la región es igual que el promedio nacional, valor que se obtiene de la MIP nacional.

Población y Empleo

De los principales resultados que emanan del análisis económico regional es interesante notar que entre el año 1996 y 2010 la población ha aumentado desde 570 mil a casi 730 mil habitantes, mientras que la fuerza laboral lo ha hecho desde 182 mil puestos de trabajo a 274 mil mostrando esta última una tasa de crecimiento bastante más alta que la población, y concentrándose básicamente en los sectores asociados a los servicios en general.

Exportaciones y Estructura Productiva

Las exportaciones de la región si bien se han multiplicado casi por diez (10), desde 400 a 3.800 millones de dólares FOB, se destaca que una alta proporción de este aumento proviene de aumentos de precios de los productos y no de grandes cambios en los niveles de producción.

En relación a su estructura productiva, la región muestra para el año 1996 una distribución del PIB, relativamente pareja entre las diferentes ramas de actividad destacándose para ese periodo el sector construcción con un 19% del PIB. Para el año 2010 esto cambia drásticamente, y el sector minería pasa a representar el 39% del PIB regional. No obstante ello se debe esencialmente a los relevantes aumentos en los precios de exportación de los productos mineros.

Otro de los aspectos relevantes que emanan de los análisis de la MIP Regional dice relación con la autonomía del sistema productivo regional. En esta dirección existen dos preguntas relevantes desde el punto de vista estratégico. Primero, **¿Cuál es la autonomía del sistema productivo en cuanto a los insumos de producción?**, y la segunda, **¿Cuál es su capacidad para servir la demanda interna regional?**

En relación al sistema de producción se observa para ambos periodos, que de los costos intermedios totales, del orden del 54% de ellos son de origen regional; 29% corresponden a insumos productos provenientes del resto de las regiones del país, y el 17% representan los insumos productivos importados desde el extranjero.

Y desde la perspectiva del análisis de la oferta y demanda total para la región, los modelos de ajuste económico indican que para la satisfacción de la demanda total de la región, es necesaria una importación equivalente al 70% de la Producción Bruta regional. Gran parte de estas importaciones se concentran en bienes del sector de la industria manufacturera, aunque para el año 2010 se aprecia un aumento en las importaciones asociadas a los sectores de servicios. En cuanto a su origen, se destaca que del orden del 75% de ellas proviene desde el resto de las regiones del país.

Estas cifras y sus correspondientes análisis permiten establecer bases concretas para diseñar diferentes estrategias de desarrollo regional, básicamente de reemplazo de importaciones. Sin embargo se hace necesario recordar que estos resultados tienen una alta correlación con el supuesto de que la tasa consumo de la población regional es similar al del habitante promedio a nivel nacional, escenario que si bien puede ser mejorado, no le resta validez y significancia a los comentarios vertidos en este documento.

Los resultados económicos y los Recursos Hídricos

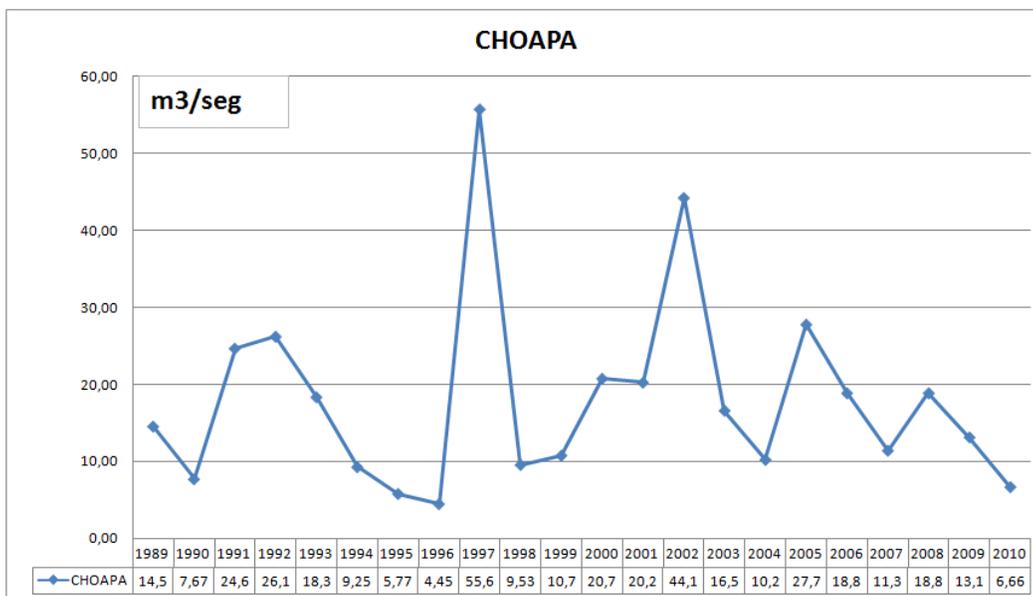
La conexión entre los resultados económicos y los recursos hídricos se realiza básicamente a través de tres sectores representativos del consumo: Agrícola; Minería y Agua Potable.

Para el sector agrícola, los antecedentes disponibles en estudios en realización de la DGA exponen una demanda hídrica asociada a 85 mil hectáreas de riego, de las cuales 24 mil se encuentran en la cuenca del ELQUI, 49 mil en la cuenca LIMARI y 11 mil en la cuenca CHOAPA. De acuerdo con los coeficientes técnicos asumidos, la demanda hídrica consuntiva promedio asciende a 30 m³/seg, y tiene asociado un PIB de 139, 8 miles de millones de pesos (base2008).

El sector minería por su parte, si bien se compone de varias faenas, las producciones totales se representan en más de un 90% por dos grandes empresas: Minera Los Pelambres que opera en la cuenca CHOAPA y ANDACOLLO que lo hace en la cuenca ELQUI. De acuerdo con los coeficientes estándares de producción, el consumo hídrico estimado es de 1,7 m³/seg, que desde el punto de vista económico generan un PIB de 1.105 miles de millones de pesos (base 2008).

En lo que respecta al abastecimiento de agua potable, la población total de la región para el periodo 2010, asciende a 724 mil habitantes, los que de acuerdo a la modelación debieran consumir del orden de 1,4 m³/seg.

Desde el punto de vista de la oferta hídrica, ella muestra un comportamiento en descenso durante los últimos años. El perfil de oferta resulta ser similar para las tres cuencas de la región. El caso del perfil de la cuenca del Choapa se muestra a modo de ejemplo en la gráfica siguiente.



Para el año 2010, la oferta hídrica de cada una de las cuencas asciende a 6,7 m³/seg; 8,9 m³/se y 6,7 m³/seg para el ELQUI, LIMARI y CHOAPA respectivamente, las que en total suman 22,3 m³/seg.

Si se compara esta oferta total con los 33 m³/seg que demandan los diferentes sectores económicos, se aprecia un déficit anual de 10,6 m³/seg, abastecido en el periodo por los recursos disponibles en los embalses de la zona.

Evaluación de Escenarios

En virtud de que se dispone de la **Función Global de Producción** de la IV Región, es interesante resolver interrogantes como las siguientes:

- a) ¿Cuál es el impacto Económico y Social en la Región, al traspasar recursos hídricos entre los sectores Agrícola y Minero?;
- b) Manteniendo la estructura productiva de la Región, ¿Cómo impacta la inserción y uso productivo de 5,00 m³ por segundo adicionales?

Para responder la primera interrogante, se procede a evaluar un escenario, en donde para el caso de la Cuenca del Choapa se asumen que la minería aumenta su ritmo de producción en 100 KTPD. Ello equivale a que Minera Los Pelambres duplique su producción.

La operación del modelo con estas nuevas condiciones de demanda muestra una disminución de la producción agrícola. Ella baja **desde 11.207 has a 9.550 has.** (1.657 has menos en cuenca Choapa). Desde el punto de vista del comportamiento hídrico-económico emanan los siguientes resultados:

- a. Consumo Consuntivo Agrícola: disminuye 579 lps → 3.411 lps baja a → 2.832 lps
- b. Consumo Consuntivo Minero : aumenta 1000 lps → 1.210 lps sube a → 2.210 lps
- c. Recarga de Acuíferos: disminuye en 343 lps → 2.267 lps baja a → 1.924 lps
- d. Uso de Tranques/Embalses: aumenta en 79 lps → 653 lps sube → 732 lps
- e. Salidas al mar se mantienen en 306 lps
- f. El impacto negativo en las zonas agrícolas no se produce en la zona de captación puntual minera (Zona 03), sino en zonas agrícolas aguas abajo: zonas 06, 08, 12 → 17.
- g. Motivado por el incremento en la producción minera, y el efecto encadenado que genera sobre el resto de las actividades económicas, el PIB aumenta en un 24,5 %.
- h. Lo anterior conlleva a un movimiento en la demanda de fuerza de trabajo que aumenta el empleo en 24 mil personas, de las cuales solo 7,6 mil corresponden al sector minero propiamente tal.
- i. En virtud del nivel de encadenamiento de la economía, el sector agrícola en su conjunto no se ve afectado, pues el crecimiento de los otros sectores, vuelve a inducir una demanda en el sector equivalente a la baja inicialmente generada. De no existir oferta agrícola en la zona, ella se satisfaría por importaciones.

Procesando el escenario de aumento de oferta hídrica, ha sido posible evaluar impactos en la generación del PIB y por consecuencia disponer de un referente para la estimaciones de precios de demanda hídrica.

En la simulación del nuevo escenario, el PIB aumenta desde 2.872 a 3.585 miles de Millones de pesos (2008), lo que significa que 5,3 m3 por segundo adicional inyectado a la región, específicamente en la cuenca del Choapa, aporta un PIB adicional de 713 miles de millones de pesos a la economía regional, de los cuales 564 miles de millones corresponde al sector Minería.

Estimando la curva de demanda del recurso hídrico como el 'Ingreso de la Productividad marginal del factor', los ingresos marginales generados por la oferta adicional de agua en la cuenca, para el sector agrícola, minero, y a nivel regional permiten estimar los siguientes indicadores de precio máximo a pagar:

- Sector Minería → 34,24 US\$/m3 (volumen); (1 millón de US\$ por lps adicional)
- Sector Agrícola → 0,58 US\$/m3 (volumen); (18 mil US\$ por lps)
- Región Completa → 23,46 US\$/m3 (volumen); (739 mil US\$ por lps)

La modelación hídrica de cada una de las cuencas se sustentó en los modelos pre-existentes en la DGA gestionados a través de la plataforma MAGIC. Para los propósitos de este proyecto se utilizaron los mismos esquemas topológicos disponibles, resumiendo algunos aspectos operativos en el nuevo modelo, con la precaución de no perder representatividad en sus resultados.

Tal como se señala en párrafos anteriores, la región muestra un déficit de demanda hídrica, la cual es cubierta por recursos disponibles en los embalses, pero estos no serán suficientes si los escenarios de escasez hídrica se mantienen.

Los escenarios simulados consideraron que los acuíferos se encontraban con recursos equivalentes a un 85% de sus capacidades, y a pesar de considerar un año con oferta hídrica baja, ello no impide que se recarguen, quedando prácticamente llenos. Esta misma situación restringe los niveles de recarga, aumentando así los afloramientos, los que si bien permiten aumentar los flujos y ofertas superficiales, también producen flujos de salidas al mar que pudieran ser disminuidas. Estos resultados dan pie para evaluar escenarios más detallados y generar así nuevos modelos de oferta de abastecimiento subterráneo, de ser técnica y económicamente factible.

Como observación final, es necesario destacar que las evaluaciones realizadas en el contexto de este proyecto permiten simular los balances hídricos y económicos para la región, considerando como base el comportamiento físico de los flujos hídricos de cada cuenca. Pudiera ser que administrativamente, y por consecuencia de la estructura de los Derechos de Aprovechamiento asignados en las cuencas, los flujos sean diferentes, conllevando así a situaciones de escasez en algunas zonas más rigurosas que las obtenibles sobre un escenario de gestión hídrica en donde exista una mayor sincronización en el uso del activo hídrico disponible en la región.

2 ANTECEDENTES PRELIMINARES

2.1 Recurso Hídrico: Factor Capital de Desarrollo Regional

El desarrollo económico de Chile se sustenta fuertemente en la utilización de los recursos naturales, y dentro de ellos, uno de los de fuerte relevancia es el recurso hídrico. Prácticamente todas las actividades económicas ligadas a recursos naturales utilizan el agua como un insumo fundamental en sus procesos productivos (agricultura, minería y generación de energía, entre otros). El recurso hídrico se estaría transformando en Factor Capital del sistema económico nacional.

En la zona norte del país, y específicamente en la IV Región, el recurso hídrico es escaso y se presenta con una gran variabilidad en el tiempo. Este impone requerimientos de gestión y mantención del recurso con un enfoque global, con visión de largo plazo, y teniendo en consideración sus dimensiones económica, social y ambiental.

La alta heterogeneidad temporal y espacial de la disponibilidad hídrica en Chile y en la IV Región, conjuntamente con la creciente demanda, ha justificado que el análisis de su gestión se realice desde la perspectiva de un bien escaso (DEA, 2009). De hecho la Industria Minera está colocando esta restricción en forma activa en la formulación de su Planificación de Largo Plazo. De esta manera, con la coexistencia de diferentes actores que demandan el recurso hídrico, se ha establecido un mercado de derechos de aprovechamiento de aguas (DAA) a través del Código de Aguas de 1981, el cual determina una separación entre el dominio de los DAA y el dominio de la tierra, de tal forma que se pueden transar en el mercado de manera independiente o conjunta, y entre sectores económicos.

2.2 Recursos Hídricos y su Relación con las Productividades Regionales

Los procesos, empresas en particular, y los sistemas económicos en general, son un conjunto de actividades y operaciones concurrentes que se realizan en las dimensiones tiempo y espacio con el objeto de cumplir con sus objetivos cometidos. Toda acción particular que se realiza en una instancia (tiempo; espacio) se encuentra correlacionada con alguna otra del sistema. Todo lo anterior conlleva a las múltiples interacciones comerciales que dan vida y movimiento a los sistemas económicos

El dilema de la gestión moderna de las empresas, es que mientras los procesos operan e interactúan en estructuras de redes, la organización de sus personas a cargo de estos procesos, se estructuran en modelos de estancos, en donde resulta difícil gestionar las normales interrelaciones naturales entre los procesos, y entre estos últimos con los recursos claves necesarios. La **integración** de la empresa o sistema económico, resulta así una tarea difícil de realizar, y converge a criterios de decisión basados en la obtención de óptimos locales en perjuicio del óptimo global del sistema en su conjunto.

La modelación de sistemas económicos, se constituye en un instrumento imprescindible para conocer, predecir y generar pautas de integración de su comportamiento.

El modelado matemático desarrollado en esta propuesta, se enmarca conceptualmente, en la formulación de la **Función Económica de Producción**. Ella se aplica sobre dos planos diferentes. En primer lugar sobre el sistema productivo de una Región en particular, formulación que se fundamenta sobre conceptos macro económicos y esencialmente sobre la MATRICES INSUMO-PRODUCTO REGIONALES. En segundo lugar,

utilizando el mismo concepto, pero con un enfoque micro económico, para la modelación de la Función de Producción aplicada sobre un Proceso de Distribución de la Red Hídrica Regional. La integración de ambas redes configura así el Sistema Regional de Producción centrando como recurso clave el Factor Hídrico.

El método de modelado de esta propuesta nos permite no solo conocer los óptimos de producción propiamente tal, sino también poder identificar y establecer reglas de decisión que, aplicadas sobre los planos organizacionales, conllevan al logro de estos valores. Es la gente la que debe hacer converger el sistema a una situación de optimalidad, y no el modelo. Y es que el modelo, al tener una estructura normal de los formatos económicos, permitiría regular las decisiones a través de una estructura de precios internos (precios sombras) que se calcula como los valores duales del modelo y su solución óptima, y que se implantaría en la estructura de gestión regional a través de mecanismos de incentivos asignados a cada una de las entidades organizacionales que forman parte del proceso en análisis.

A la luz de lo anterior es necesario evaluar si los algoritmos de comportamiento subyacentes en la economía de mercado sean suficientes para determinar el precio de los **DAA**. Es posible que se esté incentivando comportamientos que tiende a la obtención de óptimos locales en desmedro del óptimo global el cual es el objetivo intrínseco esencial de la economía. Cada poseedor de un derecho, dada la inamovilidad del mismo actúa particularmente como monopolio pues no existen ofertas alternativas que regulen los precios de transacción en una situación de competencia.

En lo que sigue de este informe, se expone el desarrollo de una maqueta conceptual y matemática que simule el comportamiento económico de la región, sobre las bases conceptuales y numéricas disponibles a través de las Matrices Insumo Producto de la Región de Coquimbo. Con ella será posible evaluar escenarios de comportamiento económico y así identificar diferentes reglas de decisión que converjan a óptimos globales consistentes con los objetivos estratégicos establecidos para la Región en su conjunto.

3 OBJETIVOS (PROYECTO)

3.1 Objetivo General

- El objetivo general de este proyecto es modelar, en un contexto de maqueta metodológica, la **arquitectura económica de la IV Región de Coquimbo**, tomando como centro analítico del sistema, el **“Recurso Hídrico”** como uno de los factores económicos relevantes que determinan el desarrollo económico de la región. El desarrollo de este Artefacto Metodológico permitirá realizar estimaciones balances económicos y Precio Social (Precios Sombras) del recurso hídrico a través de una metodología propia que combina fundamentos de Economía Matemática con Teoría de Redes y Modelos de Optimización.

3.2 Objetivos Específicos

- Disponer de un artefacto metodológico cuantitativo con el modelo de la Red lógica de Distribución del Recurso Hídrico de la IV Región
- Insertar el Modelo de la Red Hídrica en la estructura de la Matriz Insumo Producto regional
- En función de las matrices anteriores definir procedimientos para valorizar escenarios bases y proyectados de los usos de recursos hídricos superficiales y subterráneos en las diferentes zonas de la IV región.
- Disponer de mecanismos y procedimientos dentro del artefacto que permitan la evaluación y optimización de escenarios actuales y futuros relacionados con proyectos de utilización de los recursos hídricos.
- Disponer de un diagnóstico de la eficiencia de la Red Hídrica de la Región, y cómo se impacta esta red en virtud de diferentes proyectos de desarrollo regional.
- Disponer de un marco analítico conceptual para la evaluación racional de proyectos de desarrollo regional relacionados con la gestión y mantención del recurso hídrico de la zona.

3.3 ALCANCES Y ENTREGABLES

- Maqueta Analítica del sistema económico de la Región,
- Matriz matemática con la representación de la Matriz Macroeconómica Regional, parametrizada para evaluar
 - Cambios en los índices de producción de cada uno de los sectores económicos,
 - Cambios en los índices de precios de los productos de cada sector económico de la Matriz
- Modelación de los flujos Hídricos las cuencas ELQUI; LIMARÍ; CHOAPA y el abastecimiento de los recursos hídricos a cada una de las actividades económicas relevantes.

- Desarrollo de metodologías para la evaluación de diferentes escenarios hidroeconómicos, con base en la aplicabilidad de la maqueta metodológica integrada.
 - Cambios en los índices de producción de cada uno de los sectores económicos, especialmente: Riego (Agro); Minería; Sanitarias; Energía (Hidráulica); Industria evaluando el impacto en los flujos de la cuenca
 - Cambios en los índices de precios de los productos de cada sector económico de la Matriz
 - Método para evaluar Impactos en la matriz económica por cambios y alteraciones en la topología de la red hídrica a raíz de proyectos de desarrollo regional; y viceversa, es decir impacto en la red hídrica por iniciativas o proyectos de desarrollo económico regional

4 LA REGIÓN DE COQUIMBO

El análisis descriptivo de la Región se enfoca al rescate de los antecedentes necesarios para comprender su economía, y luego proyectarla. Y en consecuencia con los objetivos de este proyecto, es necesario comprender la arquitectura técnico-económica de la región a través de su matriz Insumo-Producto, la cual sólo se encuentra disponible para el año 1996. Es por esta razón que resulta fundamental exponer cifras históricas desde el año 1996, para luego poder proyectar la situación a escenarios actuales.

4.1 Ubicación y división administrativa

La Región de Coquimbo se encuentra localizada en el centro norte de la República de Chile y se ubica entre las regiones de Atacama por el norte y de Valparaíso por el sur, limitando con la República de Argentina al oriente y con el Océano Pacífico por el poniente, entre los 29°02' y 32°16' de latitud sur y desde los 69°49' de longitud oeste hasta el Océano Pacífico. Tiene una superficie total de 40.656,3 Km², equivalente al 5,4% de la superficie total del país (SEREMI ECONOMIA, IV REGION, 1999a).

4.2 Clima, geografía e hidrografía

El rasgo dominante en los climas aquí presentes es la aridez, provocada por la subsidencia tropical del Anticiclón del Pacífico. Estas condiciones son apenas suavizadas en invierno, estación que concentra la mayor parte de las muy exiguas e irregulares precipitaciones, con montos levemente superiores en el litoral y en la alta cordillera, y tendiendo a aumentar en sentido latitudinal. En términos generales, se puede decir que predominan tres tipos climáticos con sus respectivas variedades:

- Desierto y Estepa, los que se encuentran separados por la isoyeta de 100 mm, que corresponde aproximadamente al interfluvio quebrada Los Choros--Río Elqui. A ellos debe agregarse el clima de Tundra de Alta Montaña, el cual engloba a aquellos ambientes de la alta cordillera que, por su altitud, presentan temperaturas que nunca sobrepasan los 10°C. Se pueden diferenciar 2 tipos de climas desérticos: Costero con Nubosidad Abundante y Transicional; y 3 tipos esteparios: Estepa con Nubosidad Abundante, Estepa Templada Marginal (Interior) y Estepa Fría de Montaña.
- Desierto Costero con Nubosidad Abundante: Forma una pequeña franja adosada a la costa, sus rasgos más característicos son la ausencia de temperaturas inferiores a 0°C, gran nubosidad matinal (humedad relativa media anual 74 %) y precipitaciones extremadamente variables y escasas. Todos los meses tienen un promedio térmico entre 10° y 20°C y presentan una oscilación diaria media de sólo 7,5°C, producto de la influencia marina.
- Desierto Transicional: Al oriente del tipo climático anterior, se desarrolla un medio árido de ancho variable, sometido al influjo de la inversión térmica producida por la subsidencia anticiclónica, y que registra exiguas y variables lluvias invernales. Hay notables diferencias en el ritmo de las temperaturas con relación a la costa y, al mismo tiempo, en la transparencia de la atmósfera, que se hace más intensa coincidiendo con el decrecimiento de la humedad atmosférica.
- Estepa con Nubosidad Abundante: Se extiende desde la quebrada Honda hasta la latitud de Quilimarí, aproximadamente, en una franja costera de ancho variable. Su elemento más relevante es la nubosidad nocturna y matinal originada por la subsidencia de aire subtropical y el mar frío adyacente. Las precipitaciones promedio varían desde los 100 mm en el límite Norte hasta aproximadamente 275 mm en su extremo meridional. Prácticamente todo el año registra temperaturas medias diarias sobre los 5°C y la media anual se presenta alrededor de los 15°C. En algunos lugares la cercanía al mar, las

condiciones topográficas y vegetacionales interceptan la nubosidad costera, creándose las condiciones ideales para la existencia de algunos climas locales como los que se presentan en Fray Jorge y Talinay, en los que subsiste una vegetación boscosa relictas.

- Estepa Templada Marginal: Ocupa el centro de la región, englobando a la mayor parte de los valles de los ríos Elqui, Limarí y Choapa. Presenta un promedio térmico anual que oscila entre 14° y 16°C. Sin embargo, en verano los promedios mensuales se ubican entre 18° y 20°C. La oscilación diaria media es de 11,4°C en Ovalle, 12,4° C en la Paloma y 14°C en Vicuña, lo que refleja el creciente grado de continentalidad. Desde la latitud de Combarbalá aproximadamente aparecen temperaturas mínimas inferiores a 0°C. Las precipitaciones oscilan entre 100 y 250 mm y se concentran en un 80 a 90 % entre los meses de mayo a agosto

A partir de esta región hacia el sur, los ríos poseen caudales suficientes para llegar al mar, aún cuando en verano lo hacen con dificultad. Estos cursos de aguas, por su vital importancia en un medio semiárido, definen la presencia de suelos de alta calidad en los fondos de valles y terrazas contiguas.

Los sistemas hidrográficos principales son tres: Elqui, Limarí y Choapa, los cuales poseen un régimen hídrico de tipo nival y pluvial, esto significa que presentan sus altos caudales medios entre noviembre y diciembre, y una llena secundaria en invierno. La irregularidad de las lluvias logra imprimirle rasgos torrenciales, lo que se manifiesta en los amplios cauces secos y en las avenidas inusitadas que se precipitan periódicamente.

- El río Elqui drena una hoya hidrográfica de 9.436 km² de superficie, corriendo en casi toda su extensión por valles bien conformados. Los ríos Claro y Turbio, sus tributarios principales, le aportan con caudales medios de 3,9 m³/seg, respectivamente. Posee un embalse de 40 millones de m³ de capacidad en el río Laguna, el cual constituye el 25% del caudal disponible en la primera sección.
- El río Limarí tiene una hoya de 11.927 km². y posee un sistema regulador de sus aguas sobre la base del sistema de embalses Recoleta, La Paloma y Cogotí, que suman una capacidad de mil millones de m³ y está formado por 2 ríos que nacen en la divisoria de aguas de la Cordillera de los Andes, el Grande y el Hurtado; ambos se originan en partes donde existe nivación abundante, aunque el primero posee una hoya 2 veces superior. Su caudal medio cerca de la desembocadura es de unos 9 m³/seg; sin embargo, esta cifra puede variar por la regulación del gasto que produce el sistema de embalses antes señalado.
- El río Choapa tiene una hoya más pequeña; su superficie alcanza a 8.239 km². Sin embargo, su caudal medio es de 11,4 m³/seg debido al aumento de las lluvias. Es un río que se conforma en el ámbito andino, y solamente en su curso medio recibe su afluente principal, el Illapel. Aparte de estos 3 sistemas importantes existen otros 3 de carácter secundario que no nacen en la alta cordillera, sus cursos tienen menor longitud y, en algunos casos, traen agua en forma intermitente dada su alimentación casi exclusivamente pluvial. Se trata de la quebrada Los Choros, en un medio netamente desértico; el estero Conchalí o Pupío y el río Quilimarí.

4.3 Población

Administrativamente esta región se divide en tres provincias y 15 comunas, siendo la capital regional la ciudad de La Serena, distante a 475 Km de la ciudad de Santiago, capital del país.

4.3.1 Población Regional

De acuerdo a cifras expuestas por INE, en función al censo poblacional del 2002, la población de la región ha ascendido desde 570.666 a 739.153 desde el año **1996 al 2012.**, lo que representa el 3,9% y 4,2% de la población nacional en los años 1996 y 2012 respectivamente.

Estas cifras representan un aumento de población del **29,5%** entre los años **1996 y 2012**. Las provincias de mayor gravitación demográfica son ELQUI con 65,3% y LIMARÍ con 23,3%. En el año 2012, la provincia del CHOAPA cuenta tan sólo con el 11,4% restante. Respecto al crecimiento de la población, la provincia que más ha crecido es ELQUI, con un aumento de un **43%** en el periodo, mientras que LIMARI y CHOAPA han crecido a un **13% y 4%** respectivamente. La Región posee un alto porcentaje de ruralidad, 21%, tasa muy alta si se compara con el promedio nacional, 13% (CORFO, 2003).

El interés de exponer estas cifras es por dos razones esenciales:

- Indexar la cantidad de habitantes con el GASTO del PIB en la región;
- Proyectar los consumos hídricos de agua potable.

Provincia/Comuna	1996	2000	2003	2010	2011	2012
CANELA	9.730	9.489	9.235	8.569	8.477	8.384
ILLAPEL	30.047	30.857	31.108	31.388	31.363	31.334
LOS VILOS	17.013	17.796	18.134	18.812	18.875	18.936
SALAMANCA	24.205	24.935	25.235	25.687	25.689	25.692
CHOAPA	80.995	83.077	83.712	84.456	84.404	84.346
ANDACOLLO	11.193	10.468	9.895	8.629	8.457	8.300
COQUIMBO	149.090	166.506	179.500	210.575	215.109	219.639
LA HIGUERA	3.681	3.787	3.854	3.941	3.941	3.947
LA SERENA	146.231	163.264	176.876	209.776	214.685	219.591
PAIGUANO	4.063	4.243	4.321	4.503	4.536	4.555
VICUÑA	23.421	24.511	25.129	26.407	26.558	26.713
ELQUI	337.679	372.779	399.575	463.831	473.286	482.745
COMBARBALÁ	13.856	13.605	13.251	12.355	12.218	12.079
MONTE PATRIA	29.979	30.944	31.348	32.074	32.134	32.187
OVALLE	93.959	100.081	103.644	111.177	112.059	112.956
PUNITAQUI	9.294	9.696	9.925	10.383	10.419	10.468
RÍO HURTADO	4.904	4.819	4.706	4.441	4.414	4.372
LIMARI	151.992	159.145	162.874	170.430	171.244	172.062
Total general	570.666	615.001	646.161	718.717	728.934	739.153

Cuadro 4.3.1: Serie de Población Nacional; Fuente INE, Base Censo 2002

4.3.2 Población Nacional

Población País	1996	2000	2003	2010	2011	2012
Total	14.595.504	15.397.784	15.919.479	17.094.275	17.248.450	17.402.630

Cuadro 4.3.2: Serie de Población Nacional; Fuente INE, Publicada en series Banco Central de Chile

4.4 Fuerza Laboral

Las cifras expuestas por INE, la Región de Coquimbo muestra la distribución por rama de actividad económica que se muestra en el cuadro siguiente.

AÑO	TOTAL	AGRIC+CAZA +PESCA	MINERIA	INDUSTRIA	ELECTRICIDAD GAS AGUA	CONSTRUCCION	COMERCIO	TRANSPORTE	FINANCIEROS	SERVICIOS
1996	182.167	51.355	12.373	15.718	810	15.414	32.494	11.906	6.190	35.846
1997	186.724	49.910	11.352	16.776	534	15.638	33.998	13.802	7.078	37.640
2000	193.751	54.543	8.977	15.096	783	17.570	34.573	13.577	8.538	40.103
2005	209.367	58.778	8.903	15.209	936	19.520	39.345	13.351	8.151	45.174
2009	250.358	51.981	12.531	18.564	1.228	28.092	49.244	19.536	12.531	56.651
2010	274.557	57.889	14.983	21.327	1.465	32.375	49.698	22.173	10.679	63.968

Cuadro 4.4.1 Empleo Regional por Ramas de Actividad Fuente: INE Cifras de empleo Regional por Ramas de Actividad

Es interesante notar como se ha redistribuido la fuerza laboral cobrando mayor relevancia en el 2010 el sector SERVICIOS, frente al año 1996 donde la mayor concentración se encontraba en el sector AGRÍCOLA. Más adelante en este informe veremos la forma en que se correlaciona la fuerza laboral de cada sector con la evolución de sus respectivos niveles de producción evaluados en función del PIB.

REMUNERACIONES MEDIAS MENSUALES NOMINALES POR ACTIVIDAD ECONOMICA, 1993 - 01 (Valores en pesos)

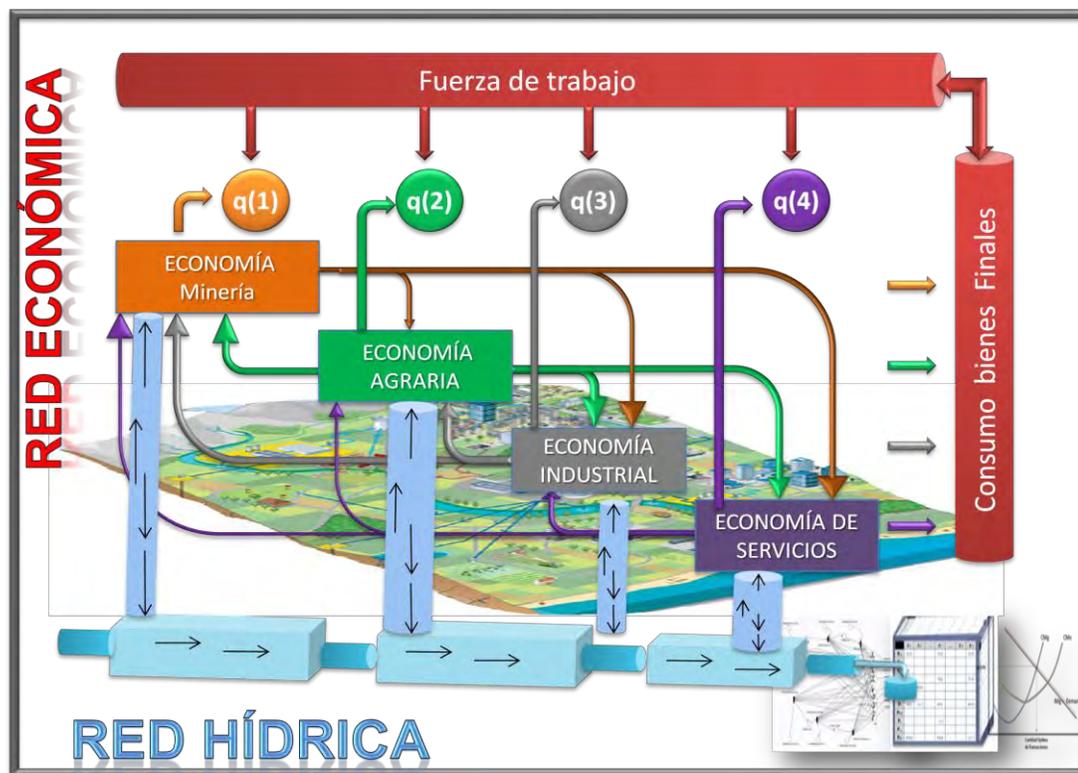
Año	Mes	General	Minería	Industria Manufac- turera	Electricidad Gas y Agua	Construc- ción	Comercio Restau- rantes y Hoteles	Transporte y Comunica- ciones	Servicios Fi- nancieros y Prestados a Empresas	Servicios Comunales Sociales y Personales
1996	Enero	183.809	336.016	175.053	394.405	157.527	150.281	165.841	345.620	183.512
	Febrero	182.597	339.488	173.767	379.084	156.475	149.175	165.867	343.984	181.623
	Marzo	183.050	338.217	173.590	376.974	159.248	148.436	167.742	339.364	182.827
	Abril	185.483	352.205	176.480	378.896	159.392	149.587	169.453	338.595	185.001
	Mayo	184.537	326.049	175.903	378.053	162.493	151.269	167.669	342.286	186.446
	Junio	186.120	342.118	176.901	381.563	165.439	153.127	169.217	338.790	186.847
	Julio	190.340	376.137	178.202	394.710	160.740	153.844	171.092	364.484	188.624
	Agosto	190.964	363.362	181.106	389.720	162.314	154.975	171.571	359.501	188.846
	Septiembre	192.879	369.804	182.467	396.968	168.263	156.787	171.691	368.979	189.757
	Octubre	193.451	371.259	182.324	396.147	161.758	155.842	174.832	367.099	191.241
	Noviembre	194.437	375.809	182.816	394.735	158.475	156.296	175.050	363.759	194.795
	Diciembre	198.412	379.927	185.082	410.891	160.153	160.695	176.075	377.345	201.954

5 ANÁLISIS DE LA ECONOMÍA DE LA REGIÓN

5.1 Introducción Metodológica General

La descripción económica de la región tiene por objeto rescatar la información relevante para la modelación de su Función General de Producción, la cual se obtiene a partir de su Matriz Insumo Producto.

Manteniendo presente que el objetivo específico de este proyecto es la vinculación entre los recursos hídricos con principales indicadores económicos de la región, resulta esencial correlacionar, en primer lugar los indicadores físicos de producción con sus respectivos resultados macroeconómicos, y en segundo lugar estos mismos indicadores físicos con sus requerimientos de recursos hídricos.

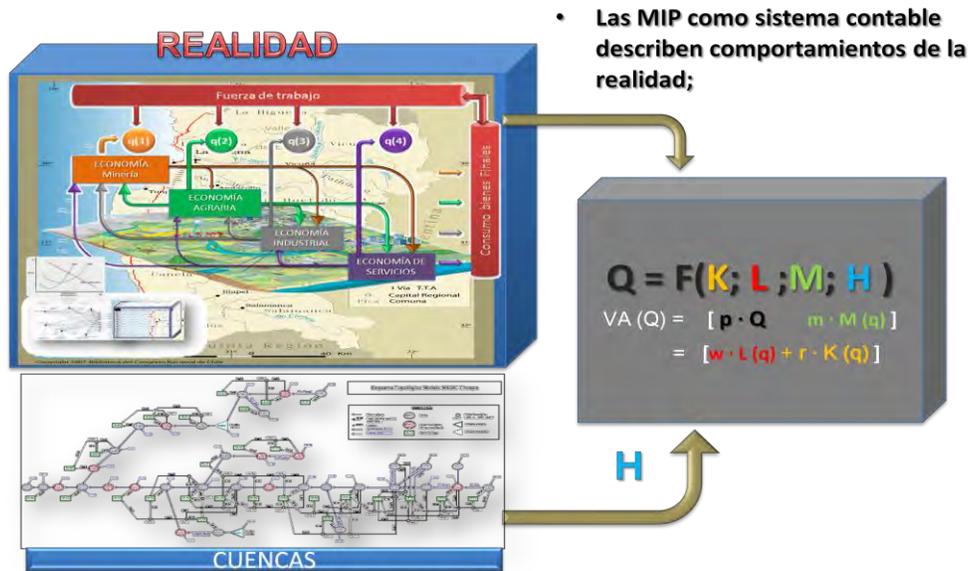


Los sectores relevantes a ser analizados son:

- Sector agropecuario
- Sector Minero
- Sector Energía Gas y Agua Potable
- Sector Industrial

Para cada uno de ellos será necesario relacionar sus indicadores de producción con la demanda de agua involucrada en el proceso productivo.

Con la MIP Regional –o su Función de Producción– se pretende no solo evaluar y deducir el comportamiento pasado de la economía de la región, sino también proyectar, inducir y evaluar nuevos escenarios de gestión.



Configurando este artefacto metodológico, se obtiene un mapeo de la arquitectura tecnológica del sistema de producción regional y con él proyectar diversos escenarios de:

- Cambios en índices de producción por ramas de actividad, y su impacto inducido PIB regional como en el resto de los sectores;
- Cambios en los índices de precios, internos, de exportación, tasas de cambios y sus impactos en PIB Regional como en cada uno de los sectores o ramas de actividad.
- Cambios en los parámetros de la Oferta Hídrica Regional y su impacto en los indicadores económicos.
 - Variaciones en la oferta natural de agua
 - Introducción de nuevas ofertas
 - Construcción de obras que modifican los sistemas de abastecimiento hídrico

Con este objetivo, en los puntos siguientes de este desarrollo se expone la evolución de las cifras de:

- PIB Regional
- Exportaciones y tipo de cambio
- Índices de Cantidad y Precios de las exportaciones (solo disponible nivel Nacional)
- Índices de Cantidad y Precios de la Importaciones (solo disponible nivel Nacional)

Con el propósito de dejar preparado este artefacto metodológico para ser integrado con la matriz de recursos hídricos de la región, se realiza una evaluación más detallada de los sectores económicos críticos en su relación con la demanda de Recursos Hídricos, a saber:

- Sector Agrícola
- Sector Minería
- Sector Energía

- Sector Sanitarias (Agua Potable)
- Sector Industrial

Las cifras económicas relevantes procesadas por el Banco Central se exponen para el periodo 1996-2003 con precios en Millones de pesos de 1996. Luego para el periodo 2003-2012, existen series donde la base es precios en Millones de pesos de 2003. Y finalmente desde el 2008 hacia adelante, la información se expresa en Millones de pesos de 2008. Es importante mantener estas diferencias en mente, pues a nivel regional la Matriz Insumo Producto se encuentra disponible solo con base a información de 1996. El método propuesto en este proyecto realiza una calibración de la MIP Coquimbo para el escenario 1996, luego se incorporan los ajustes de precios para representar los años 2003 y 2008, y finalmente con este escenario de precios se realizan proyecciones para los años actuales.

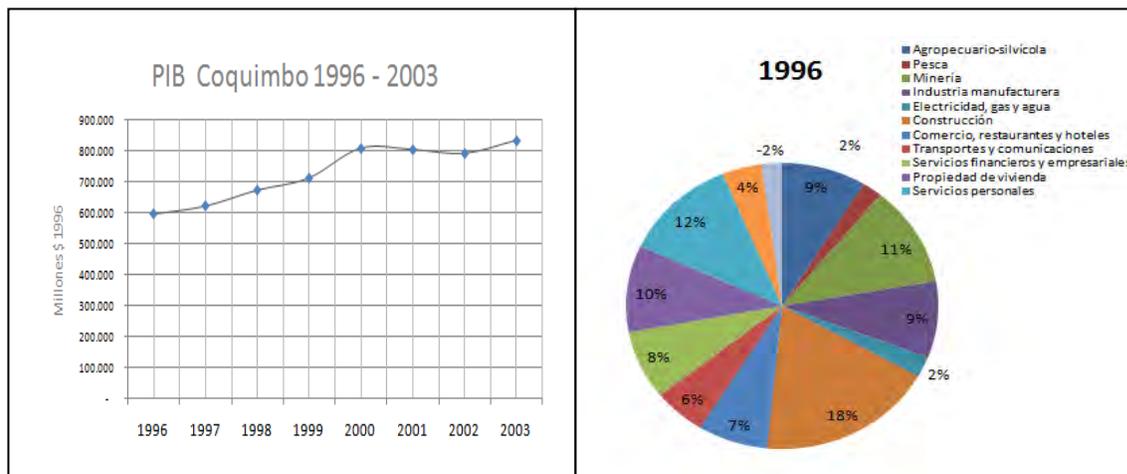
5.2 PIB REGIONAL → PRODUCTO INTERNO BRUTO

5.2.1 Serie 1996→2003 (millones de pesos 1996)

PIB por actividad económica, IV Región de Coquimbo, base 1996 (millones de pesos de 1996)

	Serie	1996	2000	2003
1	Agropecuario-silvícola	54.940	73.059	82.427
2	Pesca	12.839	11.722	19.386
3	Minería	70.549	197.689	198.738
4	Industria manufacturera	53.731	58.340	66.683
5	'Electricidad, gas y agua	14.357	18.064	19.764
6	Construcción	114.623	130.158	89.900
7	Comercio, restaurantes y hoteles	45.540	49.693	55.790
8	Transportes y comunicaciones	34.027	42.326	46.071
9	Servicios financieros y empresariales	48.124	58.525	65.100
10	Propiedad de vivienda	60.913	69.357	74.057
11	Servicios personales	74.109	87.801	102.792
12	Administración pública	25.731	26.827	27.737
13	Menos: imputaciones bancarias	- 13.182	- 14.957	- 14.821
	Producto interno bruto	596.301	808.604	833.625

Fuente: Banco Central de Chile

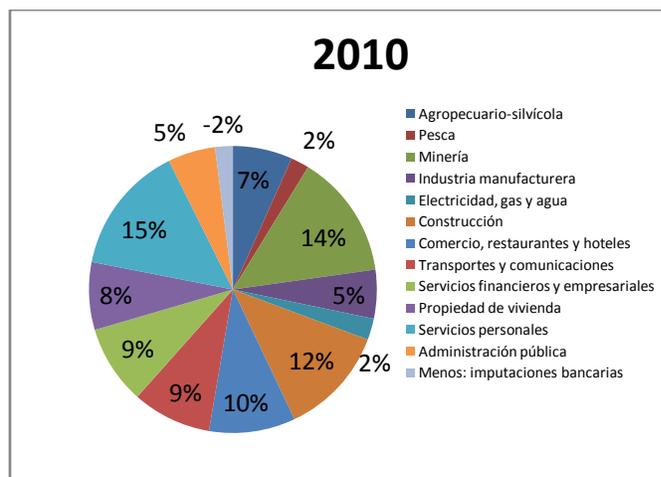
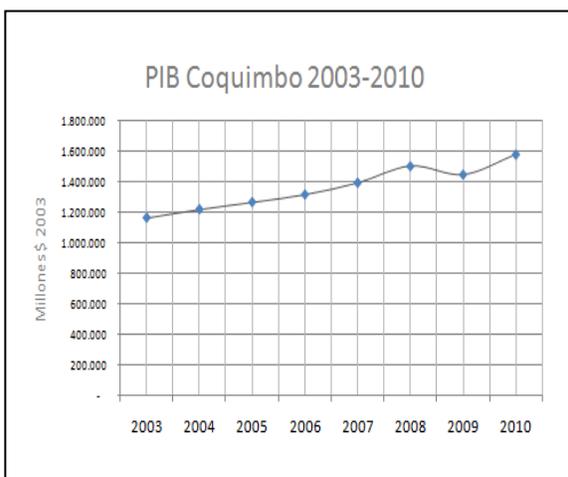


5.2.2 Serie 2003→2010 (millones de pesos 2003)

PIB por actividad económica, IV Región de Coquimbo, base 2003 (millones de pesos)

	Serie	2003	2008	2009	2010
1	Agropecuario-silvícola	94.502	103.934	101.345	110.530
2	Pesca	25.746	33.415	31.383	34.227
3	Minería	218.175	235.198	212.193	231.425
4	Industria manufacturera	68.462	84.493	82.172	90.470
5	Electricidad, gas y agua	37.519	27.593	36.438	39.740
6	Construcción	101.242	229.331	185.964	202.818
7	Comercio, restaurantes y hoteles	105.362	149.834	147.181	160.520
8	Transportes y comunicaciones	114.485	133.389	134.773	146.988
9	Servicios financieros y empresariales	93.376	134.981	134.566	146.762
10	Propiedad de vivienda	92.802	110.970	115.182	125.621
11	Servicios personales	171.512	216.566	220.848	240.864
12	Administración pública	66.825	78.689	80.876	88.206
13	Menos: imputaciones bancarias	- 20.429	- 29.930	- 30.206	- 32.944
	Producto interno bruto	1.169.579	1.508.463	1.452.715	1.585.229

Fuente: Banco Central de Chile

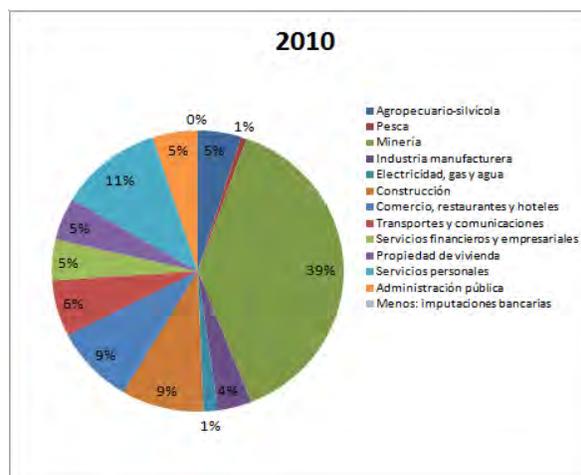
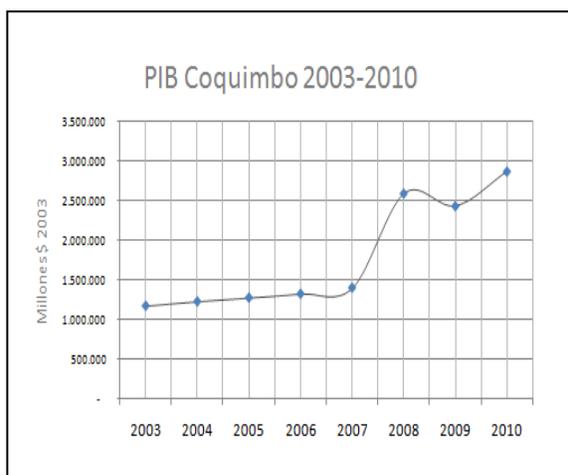


5.2.3 Serie 2008→2010 (millones de pesos 2008)

PIB por actividad económica, IV Región de Coquimbo, base 2008(millones de pesos)

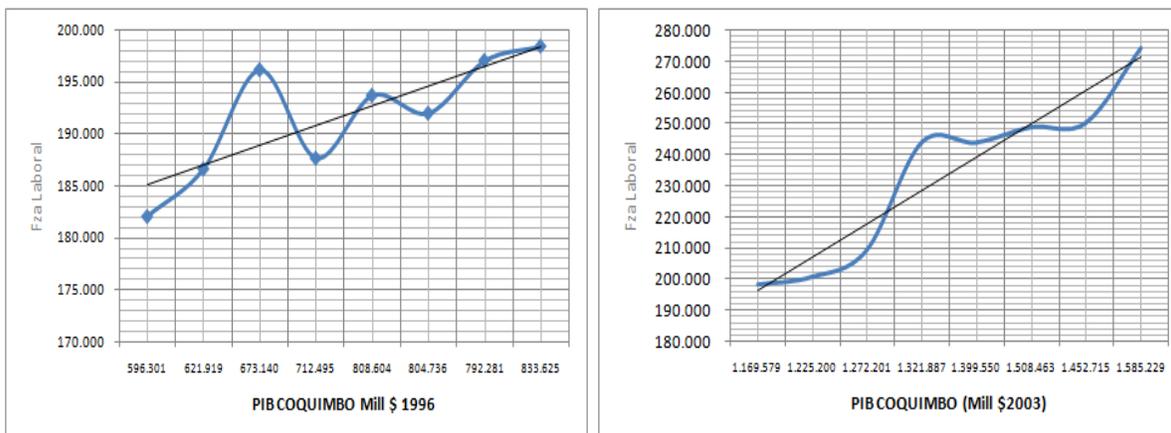
	Serie	2008/base 2003	2008 /base 2008	2010 / base 2008
1	Agropecuario-silvícola	103.934	138.502	136.998
2	Pesca	33.415	22.871	18.426
3	Minería	235.198	926.055	1.109.922
4	Industria manufacturera	84.493	100.620	107.845
5	Electricidad, gas y agua	27.593	34.178	45.666
6	Construcción	229.331	308.719	261.529
7	Comercio, restaurantes y hoteles	149.834	219.241	256.918
8	Transportes y comunicaciones	133.389	167.305	186.669
9	Servicios financieros y empresariales	134.981	121.656	134.766
10	Propiedad de vivienda	110.970	131.018	140.208
11	Servicios personales	216.566	293.183	330.775
12	Administración pública	78.689	129.702	142.563
13	Menos: imputaciones bancarias	- 29.930		
	Producto interno bruto	1.508.463	2.593.050	2.872.285

Fuente: Banco Central de Chile

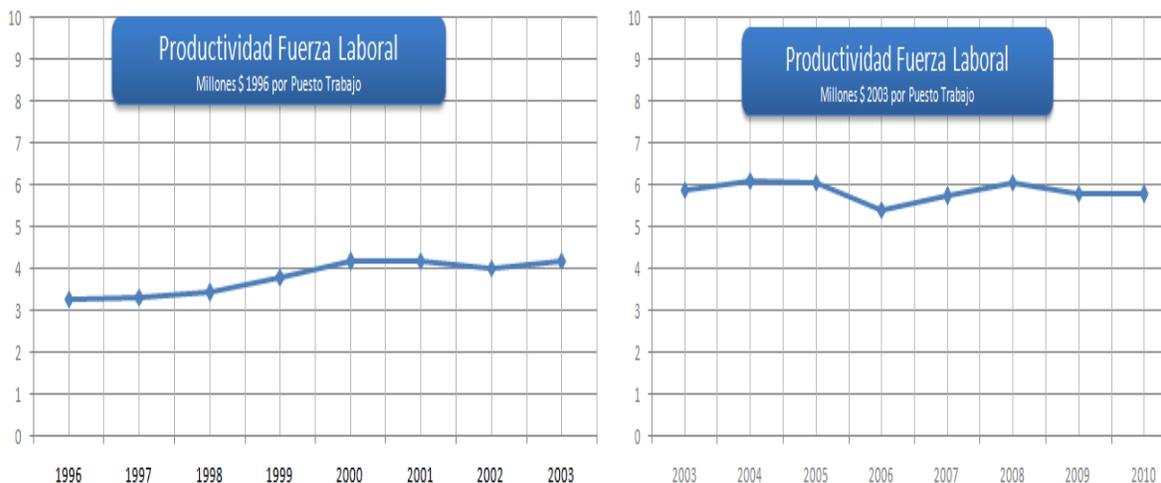


5.2.4 PIB vs Fuerza Laboral

Los gráficos siguientes muestran la correlación entre los PIB regionales de cada año y la fuerza laboral requerida para su producción. Se aprecia una consistencia entre ambas variables, en donde a mayor producción también aumenta la fuerza laboral.



La gráfica siguiente muestra la productividad de la fuerza laboral medida en **PIB por unidad de puesto de trabajo**. Se aprecia que durante el periodo 1996-2003 el índice expone un leve crecimiento entre el 1998 y el año 2000, para luego estabilizarse en el valor del orden de **4 Millones de \$ de 1996** por unidad de trabajo.



En el periodo 2003-2010, el cual se evalúa en \$ de 2003, este indicador se estabiliza en alrededor de 6 Millones de \$ del año 2003 por unidad de fuerza laboral.

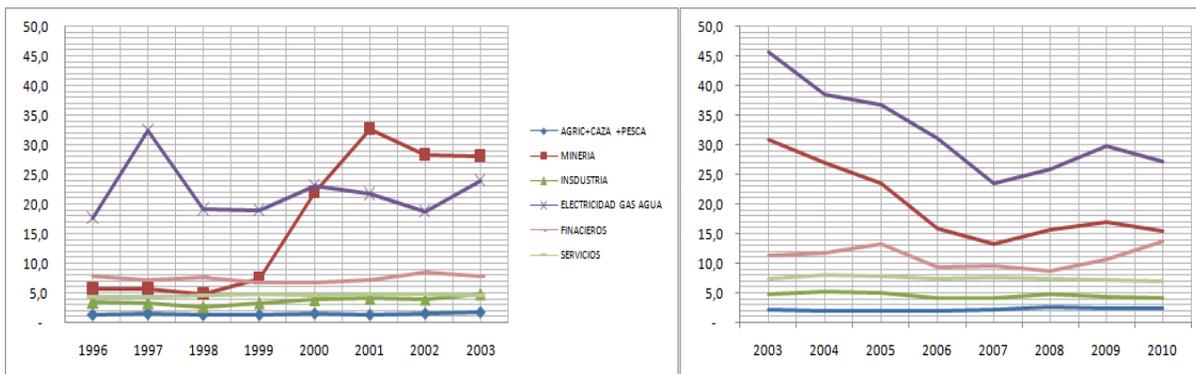
Sin embargo, al analizar este indicador de productividad por ramas de actividad, los valores muestran una fuerte variabilidad.

El sector agrícola expone un valor promedio de 1,5 (Media = 4 Millones). El sector Electricidad/Gas/Agua expone los valores más altos con un promedio de **22,0** para el periodo 1996-2003 y **32,2** para el periodo 2003-2010.

El sector Minería muestra para el año 1996 un valor de **5,7** para terminar en el 2003 con un valor de **28,1**. Luego durante el periodo 2003-2010, las cifras se logran estabilizar en valores más reducido. Por ejemplo Minería termina el año 2010 con un valor de 15,4 mill de \$ 2003.

Productividad Fuerza Laboral
Millones \$ 1996 por Puesto Trabajo

Productividad Fuerza Laboral
Millones \$ 2003 por Puesto Trabajo



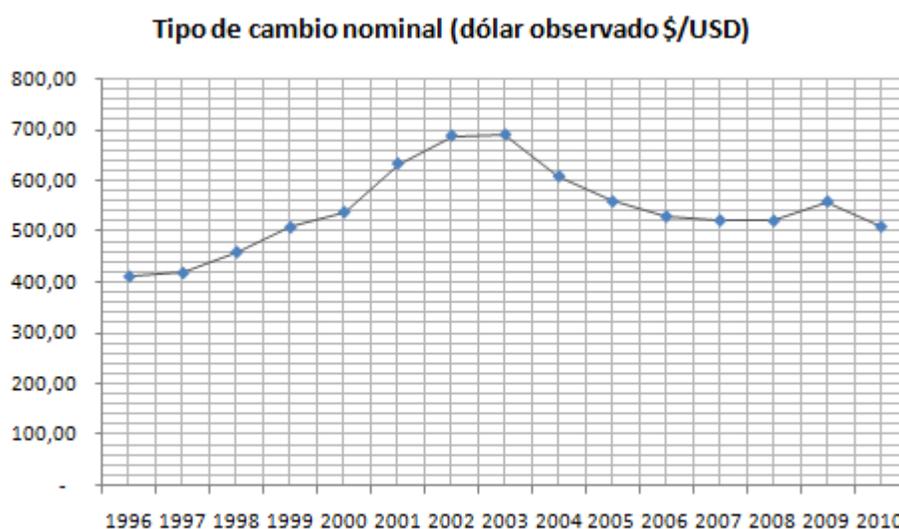
Las gráficas anteriores expresan el aporte que es capaz de brindar el factor trabajo en cada uno de los sectores económicos. Afortunadamente estos aportes muestran una consistencia con los índices de remuneraciones que se han mostrado en el punto 3.4 de este informe.

5.3 COMERCIO EXTERIOR

Una proporción relevante del PIB, tanto a nivel nacional como regional, lo constituye el sector exportación, y sus valores dentro de la economía regional tienen una alta correlación con la tasa de cambio y con los precios internacionales de los productos exportados. Es esperable observar en el periodo de análisis que el incremento sustancial de las exportaciones de la región se originen más por variaciones de precios que por aumentos en los niveles de producción.

5.3.1 TIPO DE CAMBIO

La gráfica siguiente muestra la evolución del tipo de cambio nominal durante el periodo 1996-2010. Estos valores serán relevantes para las proyecciones y calibración de las MIP de cada año a ser analizado.



Serie	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Tipo de cambio nominal (dólar observado \$/USD)	412	419	460	509	539	634	689	692	610	560	530	523	522	560	510

Fuente: Series Banco Central de Chile

5.3.2 Exportaciones

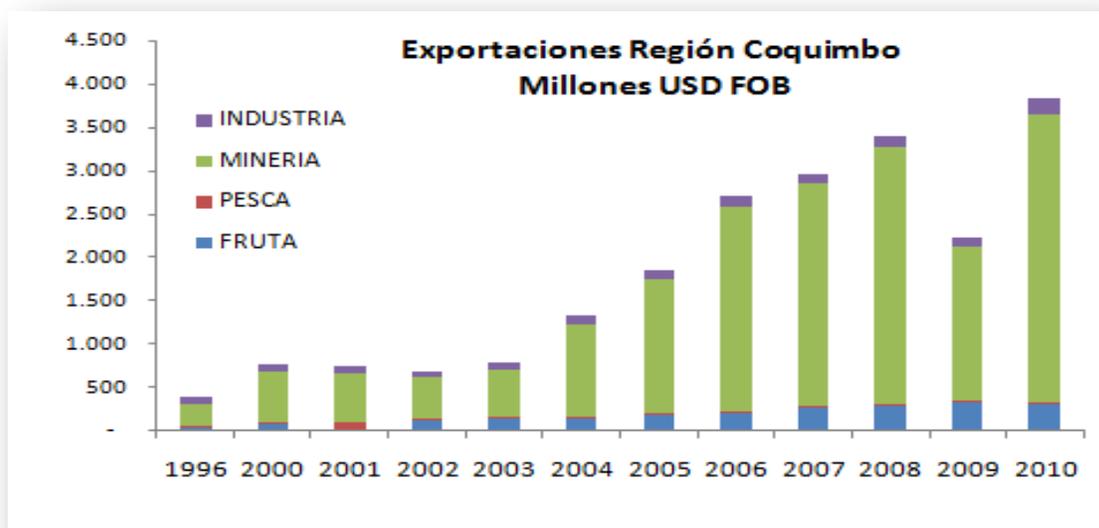
Tal como se aprecia en el cuadro siguiente, las exportaciones de la región, muestran un fuerte incremento durante el periodo 1996-2010. En cuanto a la relevancia de los diferentes sectores, se puede decir que la matriz exportadora está centrada en el sector Minero, el cual representa para el año 2010 el 87% de las exportaciones totales.

Cuadro 3.2.2 EXPORTACIONES REGION COQUIMBO POR RAMA ACTIVIDAD

VALORES FOB MILLONES DE DOLARES

AÑO	TOTAL	FRUTA	PESCA	MINERIA	INDUSTRIA	RESTO
1996	400	68	1	253	78	
2000	772	96	4	593	79	
2001	740	21	87	559	73	
2002	698	148	3	467	79	
2003	790	157	10	537	85	
2004	1.332	161	6	1.056	109	
2005	1.864	204	7	1.541	112	
2006	2.710	220	8	2.359	124	1
2007	2.969	286	11	2.553	108	12
2008	3.404	289	16	2.960	126	14
2009	2.244	330	17	1.767	119	10
2010	3.833	310	17	3.327	172	6

FUENTE: INE CON BASE EN INFORMACION DE SERVICIO NACIONAL DE ADUANAS



Las cifras presentadas en el cuadro anterior muestran solo las exportaciones en Dólares FOB de cada año. Para el propósito del análisis requerido en este proyecto en particular, el cual se concentra en la conformación de la matriz insumo producto, resulta relevante disponer de la evolución de las exportaciones e importaciones tanto

en unidades físicas como monetarias. Los índices de evolución de precios y cantidades de exportaciones e importaciones se encuentran disponibles solo a nivel nacional, y son los que se muestran en los cuadros siguientes.

5.3.2.1 Índice de Cantidad Exportaciones (nivel nacional)

INDICES DE PRECIOS Y CANTIDADES DE EXPORTACIONES ANUALES (Base 1996=100)

INDICES DE EXPORTACIONES		1996	2000	2005	2009	2010
BIENES TOTALES:	Cantidad	100,0	131,2	181,4	187,5	190,0
	Precio	100,0	87,8	136,5	172,8	224,1
Agropecuario, silvícola y pesquero :	Cantidad	100,0	113,8	168,6	202,8	205,8
	Precios	100,0	93,3	93,8	112,6	132,5
Producción Minería	Cantidad	100,0	148,6	184,5	185,2	191,5
	Precio	100,0	78,8	183,9	242,3	338,1
Industriales	Cantidad	100,0	129,1	215,0	219,1	213,5
	Precio	100,0	96,8	100,7	120,6	141,3

FUENTE: SERIES DEL BANCO CENTRAL

Si bien las cifras del cuadro anterior son auto-explicativas, es interesante destacar cómo los índices de producción se han duplicado para todos los sectores durante el periodo 1996-2010, y más que triplicación del índice de precios de exportación del sector minero.

Por el lado de las importaciones, los índices de precios de estos productos a nivel global prácticamente se han mantenido, pero en cuanto a cantidad de bienes de importación los volúmenes se han más que triplicado.

5.3.2.2 Índices de Cantidades y Precios de Importaciones (nivel nacional)

INDICES DE PRECIOS Y CANTIDADES DE IMPORTACIONES ANUALES (Base 1996=100)

INDICES DE IMPORTACIONES		1996	2000	2005	2009	2010
BIENES TOTALES	Cantidad:	100,0	116,4	192,2	238,6	312,4
	Precio	100,0	83,2	90,0	94,4	99,9
BIENES CONSUMO FINAL	Cantidad:	100,0	119,0	196,7	268,6	392,7
	Precios	100,0	81,9	76,0	77,1	80,5
BIENES INTERMEDIOS	Cantidad;	100,0	127,6	192,1	232,2	284,4
	Precio	100,0	87,1	103,3	110,6	119,4
BIENES CAPITAL	Cantidad:	100,0	99,1	217,4	248,0	344,5
	Precio	100,0	74,2	69,1	71,2	71,8

FUENTE: SERIES DEL BANCO CENTRAL

Tratándose de índices de precios de productos de comercio exterior, no se pierde representatividad al aplicar estos factores en los cuadros macroeconómicos de la Región en particular.

5.4 Consumo Hogares

La MIP País 1996 muestra los siguientes resultados para el Consumo de los Hogares, distribuido entre consumo de bienes nacionales e importados

millones de pesos 1996 precios usuarios		Hogares	
		Nacional	Importado
1	Agropecuario Silvícola	878.787	28.292
2	Pesca Extractiva	98.262	77
3	Minería	14.551	1.910
4	Industria Manufacturera	7.012.495	2.724.751
5	Electricidad, Gas y Agua	461.672	30
6	Construcción	23.696	-
7	Comercio, Hoteles y Restaurantes	1.063.565	2
8	Transporte y Comunicaciones	1.504.854	-
9	Intermediación Financiera y Servicios Empresariales	960.383	-
10	Propiedad de Vivienda	2.609.662	-
11	Servicios Sociales y Personales	2.191.172	-
12	Administración Pública	20.602	-
13	Imputaciones Bancarias	- 419.614	421.904
		16.420.089	3.176.966
		19.597.055	

Para estimar esta cifra, en el ámbito de la IV Región, se asume un comportamiento regional similar al nacional. Para ello se calcula el consumo per cápita por rama de actividad, considerando una población de 14.595.504 Hbts en el año 1996. El cuadro siguiente muestra estos resultados:

PROYECCION CONSUMO HOGARES		hogares		hogares IV Región	
		Nacional	Importado	Nacional	Importado
		Miles \$ 1996 /año/ Hbte		Mill \$ 1996 año	
1	Agropecuario Silvícola	60,2	1,9	34.359,5	1.106,2
2	Pesca Extractiva	6,7	0,0	3.841,9	3,0
3	Minería	1,0	0,1	568,9	74,7
4	Industria Manufacturera	480,5	186,7	274.179,8	106.534,4
5	Electricidad, Gas y Agua	31,6	0,0	18.050,8	1,2
6	Construcción	1,6	-	926,5	-
7	Comercio, Hoteles y Restaurantes	72,9	0,0	41.584,1	0,1
8	Transporte y Comunicaciones	103,1	-	58.837,9	-
9	Intermediación Financiera y Servicios Empresariales	65,8	-	37.549,8	-
10	Propiedad de Vivienda	178,8	-	102.034,5	-
11	Servicios Sociales y Personales	150,1	-	85.672,1	-
12	Administración Pública	1,4	-	805,5	-
13	Imputaciones Bancarias	- 28,7	28,9	- 16.406,4	16.495,9
Totales		1.125	218	642.005	124.215
Población IV Región 1996				570.666 habitantes	

5.5 Consumo Gobierno

Esta partida de gasto se indexa por la misma variable de Nº de Hbtes.

millones de pesos 1996 precios usuarios		gobierno	
		Nacional	Importado
1	Agropecuario Silvícola	-	-
2	Pesca Extractiva	-	-
3	Minería	-	-
4	Industria Manufacturera	-	-
5	Electricidad, Gas y Agua	-	-
6	Construcción	-	-
7	Comercio, Hoteles y Restaurantes	-	-
8	Transporte y Comunicaciones	-	-
9	Intermediación Financiera y Servicios Empresariales	-	-
10	Propiedad de Vivienda	-	-
11	Servicios Sociales y Personales	1.759.192	-
12	Administración Pública	1.854.822	-
13	Imputaciones Bancarias	-	-
		3.614.014	-
		3.614.014	

La estimación del gasto de gobierno por Hbte, se muestra en la tabla siguiente:

PROYECCION CONSUMO GOBIERNO		gobierno		gobierno IV Región	
		Nacional	Importado	Nacional	Importado
		Miles \$ 1996 /año/ Hbte		Mill \$ 1996 año	
1	Agropecuario Silvícola	-	-	-	-
2	Pesca Extractiva	-	-	-	-
3	Minería	-	-	-	-
4	Industria Manufacturera	-	-	-	-
5	Electricidad, Gas y Agua	-	-	-	-
6	Construcción	-	-	-	-
7	Comercio, Hoteles y Restaurantes	-	-	-	-
8	Transporte y Comunicaciones	-	-	-	-
9	Intermediación Financiera y Servicios Empresariales	-	-	-	-
10	Propiedad de Vivienda	-	-	-	-
11	Servicios Sociales y Personales	120,5	-	68.782,2	-
12	Administración Pública	127,1	-	72.521,2	-
13	Imputaciones Bancarias	-	-	-	-
		248	-	141.303	-
Población IV Región 1996				570.666	

5.6 Inversión

PROYECCION FORMACION BRUTA CAPITAL		Prod Bruta	FBCF		Variacion Exist	
		Nacional	Nacional	Importado	Nacional	Importado
			MM \$ 1996 /Prod Bruta Act		MM \$ 1996 /Prd Bruta Act	
1	Agropecuario Silvícola	3.122.104	0,055	0,000	-	-
2	Pesca Extractiva	511.165	-	-	0,006	0,000
3	Minería	3.855.114	0,000	-	0,028	0,002
4	Industria Manufacturera	17.215.619	0,014	0,170	0,004	0,007
5	Electricidad, Gas y Agua	1.710.320	-	-	0,000	-
6	Construcción	5.472.172	0,897	-	-	-
7	Comercio, Hoteles y Restaurantes	2.141.044	-	-	-	-
8	Transporte y Comunicaciones	4.862.272	-	-	-	-
9	Intermediación Financiera y Servicios Empresariales	6.400.259	-	-	-	-
10	Propiedad de Vivienda	2.609.662	-	-	-	-
11	Servicios Sociales y Personales	4.446.185	-	-	-	-
12	Administración Pública	1.888.603	-	-	-	-
13	Imputaciones Bancarias	-	-	-	-	-

6 LA MATRIZ INSUMO PRODUCTO

6.1 MARCO TEÓRICO DE LA MIP

La Matriz Insumo Producto es una representación simplificada de la economía que muestra la estructura de la generación y uso de la oferta de bienes y servicios, para un período seleccionado que se define como año base. Ello se expresa mediante un conjunto de tablas de doble entrada, donde la producción obtenida por las distintas actividades económicas se registra en las filas de las tablas y su respectivo uso intermedio o final, en las columnas. Por uso final de la producción se entiende el consumo, la inversión y las exportaciones.

Su finalidad es reconstruir el conjunto de transacciones económicas intersectoriales realizadas en una economía nacional o regional. Los cuadros de Insumo-Producto, y en particular los cuadros de oferta y utilización, sirven a dos finalidades: una estadística y otra analítica. En términos estadísticos, permiten corroborar la consistencia de las estimaciones de los flujos de bienes y servicios obtenidas de un conjunto diverso de fuentes estadísticas. En términos analíticos, los datos de Insumo-Producto son fáciles de integrar en modelos macroeconómicos destinados a analizar las relaciones entre la demanda final y los niveles de producción de las industrias.

Las tablas registran en las columnas la estructura de costos de cada una de las actividades económicas, desagregando su respectiva producción bruta en consumo intermedio y valor agregado. Cabe destacar que la forma del registro y resultados de la información económica presente en la MIP, se realiza sobre la base de definiciones genéricas de normas contables y estadísticas internacionalmente aceptadas.

En el contexto de este proyecto, el desarrollo y análisis de la MIP de la Región nos permitirá identificar la trazabilidad de las transacciones intersectoriales de la economía regional que dan origen a las cifras finales del PIB, conjuntamente con las demandas de importaciones y exportaciones de la región. En adición a lo anterior, será posible proyectar y evaluar escenarios en donde se varíe los precios internos, precios de importaciones y exportaciones, tasas de cambio, como también, aumentos o disminuciones de ritmos de producción.

6.2 Sus raíces a través de un pequeño ejemplo

Para poder comprender tanto las raíces conceptuales y teóricas que subyacen dentro de la formulación de las matrices insumo-producto, como también su aplicación metodológica dentro de este proyecto, a continuación se expone un breve ejercicio didáctico con datos ficticios.

6.2.1 Factores Primarios

En primer lugar, supongamos que nos encontramos en una Región ficticia en donde se dispone como Factores Primarios de los siguientes Recursos: Aguas, Tierras y Trabajo. Por factor primario se entiende aquellos bienes que no se desarrollan o producen dentro del ámbito de las actividades económicas de la región. En el cuadro siguiente muestran las disponibilidades anuales de cada uno de estos recursos:

factores primarios de Producción			Capacidad
Aguas	A	millones M3-año	6000
Tierra	K	miles Hás_año	230
Trabajo	L	miles-Personas	300

6.2.2 Actividades Económicas

En segundo lugar, imaginemos que en la región se desarrollan las siguientes actividades productivas, cuyos productos finales se demandan por la población de la región, como también entre cada una de las actividades definidas. El cuadro siguiente detalla las actividades, sus unidades de producción, y la **demanda final** de la población (que en estricto rigor correspondería a la demanda de consumo final de la población más las exportaciones programadas del bien elaborado). En la última columna de la tabla siguiente se ha agregado el precio de mercado a los cuales se transan cada uno de los productos, en las unidades que en esta misma tabla se indican.

Actividades Económicas		Unidad	Demanda Final	Precios M\$
ENERGÍA	A₁	GW-hr	300	14.852
MINERÍA	A₂	KTON	1.000	132.560
AGRÍCOLA	A₃	Ton Cultivo A	10.000	29.451
INDUSTRIA 1	A₄	Ton Fertilizantes	30.000	2.284
INDUSTRIA 2	A₅	Ton Alimentos	10.000	9.481
AGUA POTABLE	A₆	Miles M3	7.000	1.934

Falta ahora identificar los coeficientes técnicos de producción de cada una de las actividades económicas, tanto con respecto al uso de los recursos primarios, como también, los intercambios de bienes intermedios con el resto de las ramas de actividad:

6.2.2.1 SECTOR ENERGÍA

En el cuadro siguiente se muestra el vector de coeficientes técnicos que determinan la producción del sector Energía. Cada una de las filas del vector representa la demanda de factores y bienes intermedios necesarios por unidad de producción energética, medida en este caso 1 GW-hr. Los coeficientes expuestos con signo negativo (-) indican que son consumidos por la actividad, mientras que los positivos (+) es la cantidad producida por la actividad.

factores primarios de producción			Energía GW-hr
Aguas	A	mill M3-año	
Tierra	K	mil Hás_año	
Trabajo	L	mil-Personas	-0,001

Actividades Económicas		Unidad	
ENERGÍA	A₁	GW-hr	1
MINERÍA	A₂	KTON	-0,1
AGRÍCOLA	A₃	Tons Cultivo A	
INDUSTRIA 1	A₄	Ton Fertiliz	
INDUSTRIA 2	A₅	Tons Alimentos	
AGUA POTABLE	A₆	Miles M3	

La lectura del cuadro anterior nos indica que por cada GW-hr producido anualmente por la actividad, se demanda 1 trabajador (0,001 miles) y 0,1 Kton de mineral producido por la industria minera. El Valor Agregado de esta actividad se calcula a través de las transacciones intermedias. En este caso el VA (Energía) = $14.852 * 1,00 - 132.560 * 0,1 = 1.596$

6.2.2.2 Resto de los Sectores

Para el resto de los sectores el procedimiento es el mismo, y la matriz de coeficientes corresponde a la que se muestra a continuación:

factores primarios de producción			ENERGÍA	MINERIA	AGRICOLAS	INDUSTRIA 1	INDUSTRIA 2	AGUA POTABLE
			GW-hr	KTON	Cultivo A	Ton Fertilizantes	Tons Alimentos	M3
Aguas	A	mill M3-año		-1	-30	-0,01	-0,01	-0,001
Tierra	K	mil Hás_año			-1			
Trabajo	L	mil-Personas	-0,001	-0,025	-0,6	-0,001	-0,001	-0,001
Actividades Económicas			ENERGÍA	MINERIA	AGRICOLAS	INDUSTRIA 1	INDUSTRIA 2	AGUA POTABLE
		Unidad						
ENERGÍA	A1	GW-hr	1	-3,5	-1	-0,01	-0,0001	-0,02
MINERÍA	A2	KTON	-0,1	1		-0,001		
AGRÍCOLA	A3	Ton Cultivo A			100		-0,25	
INDUSTRIA 1	A4	Ton Fertiliza			-1	1	-0,05	
INDUSTRIA 2	A5	Ton Alimentos					1	
AGUA Pot.	A6	Miles M3						1

6.2.3 Proceso de Solución

El problema expresado en los párrafos anteriores presenta el formato de un modelo factible de ser resuelto por los métodos de programación lineal, y representa exactamente la matriz **(I-A)** de Leontief, pero en unidades físicas la cual inspira el desarrollo de las matrices insumo productos de las economías.

Para el escenario de demanda expuesto anteriormente, y la matriz de coeficientes técnicos, **(I-A)**, el problema puede ser resuelto mediante el método de Programación Lineal siguiente:

Siendo:

- **X(j)**: Producción Bruta de Sector j; { j = energía; Minería; Agro; Industria 1; Industria 2; Potable}
- **Y(i)** : Demanda Final de Productos del Sector i; { i = energía; Minería; Agro; Industria 1; Industria 2; Potable}
- **r(k,j)**: Cantidad de Recursos (k= Agua; Tierra; Trabajo) por unidad de producción (j)
- **b(i,j)**: Coeficiente (i,j) de matriz **(I-A)**
 - Cantidad de Bienes (i) que se requieren por unidad de producto (j); i distinto de j
 - 1; para i=j
- **P(j)**: Valor Agregado por unidad de Actividad del sector (j)

El problema de optimización se resume en:

$$\text{MAX } P \cdot X$$

$$B \cdot X \leq Y \text{ (demanda Final de cada uno de los productos)}$$

$$R \cdot X \leq \text{Disponibilidad (Agua; Tierra; Trabajo)}$$

La resolución de este problema genera los siguientes resultados:

- Vector de Producción Bruta y Valor Agregado por Actividad:**

Los resultados de la optimización del modelo se muestran en el cuadro siguiente. En este, es posible apreciar la optimización del Valor Agregado conjunto de todas las actividades económicas, sujeta a las restricciones de disponibilidad de los recursos primarios, se obtiene con los valores de producción bruta expresados como Niveles de Actividad.

	Energía	Minería	Agrícolas	Industria 1	Industria 2	Agua Potable
Nivel Actividad	6.891	1.720	125	30.625	10.000	7.000
Unidades	GW-hr	KTON	Hás Cultivo A	Ton Fertiliz	Tons Alimentos	M3
VA Unitario	1.596	80.578	2.927.940	2.003	2.003	1.637
VA Sectorial	10.998.742	138.575.565	365.992.500	61.335.137	20.027.800	11.456.746
VA Total	608.386.490					

- Vector de Demanda y Utilización**

En el cuadro siguiente observaremos los resultados de Valor Agregado de esta ficticia economía medidos en función del Uso o Utilización (Demanda).

Actividades Económicas	Unidad	X(j) Producción Bruta	Demanda intermedia	Demanda Satisfecha	Precios M\$	Total Ingresos = demanda Final * Precio
ENERGÍA	A₁ GW-hr	6.891	6.591	300	14.852	4.455.600
MINERÍA	A₂ KTON	1.720	720	1.000	132.560	132.560.000
AGRÍCOLA	A₃ Ton Cultivo A	12.500	2.500	10.000	29.451	294.507.586
INDUSTRIA 1	A₄ Ton Fertiliza	30.625	625	30.000	2.284	68.515.800
INDUSTRIA 2	A₅ Ton Alimentos	10.000	0	10.000	9.481	94.811.478
AGUA POTABLE	A₆ Miles M3	7.000	0	7.000	1.934	13.536.026
						608.386.490

Se puede apreciar, que multiplicando los productos finales por sus respectivos precios, se obtiene el mismo valor que la suma de los valores agregados de cada sector económico, lo cual mantiene compatibilidad con los cuadros o tablas de las matrices insumo producto.

- Vector de Costos o Recursos**

En esta sección se desarrolla el desafío principal de esta metodología para cumplir con los propósitos de este proyecto. En los párrafos anteriores hemos calculado las condiciones óptimas de equilibrio

económico, en virtud del perfil de demandas de la región, y de las disponibilidades de sus recursos primarios. Como era de esperar, la utilización del producto total es coincidente con la suma de los valores agregados parciales de cada una de los sectores. **(608.386.490)**.

Sin embargo uno de los objetivos principales de este proyecto es determinar el precio del AGUA, el cual en este desarrollo se ha catalogado como un **recurso primario**, y además **escaso**. La interrogante clave es entonces: ¿Es posible a partir de este sistema de ecuaciones características de la economía de la región determinar los precios de los factores? La respuesta es afirmativa y se encuentra fundada en la teoría de la dualidad de los modelos de optimización, la cual muestra absoluta consistencia con los postulados económicos que indican que la valoración de los factores de producción en una economía competitiva se estima como el *INGRESO DE LA PRODUCTIVIDAD MARGINAL DEL FACTOR*; es decir, el nivel de producción adicional que es capaz de generar una unidad adicional del factor escaso, multiplicado por el precio del producto final.

Disponiendo de las funciones de producción de una economía (matriz (I-A)), las condiciones de óptimo económico se logran planteándose una minimización de los costos de los factores (tierra, agua, trabajo) sujeto a un determinado nivel de producción. En esta modelación el sistema converge a un óptimo en donde el precio del producto se iguala con el costo marginal de elaborar una unidad adicional de producto final. El precio del producto corresponde en este sistema de ecuaciones a las variables duales del sistema de ecuaciones de este sistema de programación lineal así planteado.

Sin embargo, el problema aquí planteado es que se dispone del sistema de precios de los productos finales de la economía, y se requiere estimar el precio de los factores. La teoría de dualidad muestra consistencia con los principios económicos que establecen que el precio de un factor de producción, en competencia perfecta, se determina como el Ingreso de la Productividad marginal que genera una unidad adicional del factor en el sistema de producción. Y estos valores equivalen perfectamente con las variables duales del sistema económico que se ha planteado en los puntos anteriores.

La solución óptima que se muestra en párrafos anteriores genera la siguiente tabla precios duales y de uso de recursos primarios en equilibrio con la demanda final:

factores primarios de producción			Capacidad	Costos M\$	Uso Recurso
Aguas	A	mill M3-año	5883	40.678	5883
Tierra	K	mil Hás_año	125	750.000	125
Trabajo	L	mil-Personas	173	1.596.000	173
					608.386.490

El modelo lineal, entrega como variables duales asociadas a las restricciones de recursos primarios los precios de factores que se indican en la columna 5 de la tabla anterior. Y como era de esperar la valoración del sistema económico desde la perspectiva de los costos se hace coincidente con las métricas obtenidas anteriormente.

Si se alteran los precios de los productos finales o el perfil de demanda de los mismos, entonces ello impactará también en la valoración de los recursos primarios y por ende será necesario realizar un recálculo del modelo.

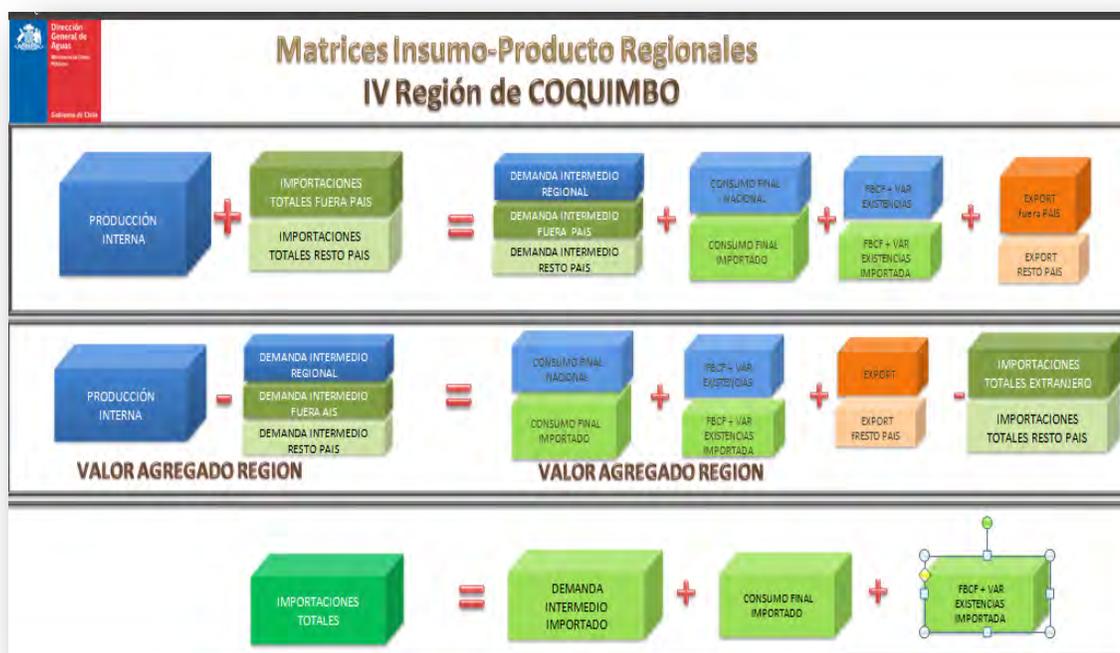
En el capítulo siguiente se aplica este mismo algoritmo conceptual para comprender los procesos productivos de la economía de la IV Región de Coquimbo a través de su matriz insumo producto disponible para el año 1996.

7 MATRIZ DE PRODUCCIÓN MIP REGIÓN COQUIMBO INE-MIDEPLAN

7.1 Ecuaciones MIP Coquimbo

Las ecuaciones principales de balance de las cuentas nacionales se basan en equilibrar la oferta total de bienes con el uso total de los mismos: (OFERTA TOTAL = USOS TOTALES). La Oferta Total proviene de la Producción Interna más las importaciones totales, y debe igualarse con el Uso total que proviene de la Demanda Intermedia de cada uno de los sectores económicos, el consumo final de la población y gobierno, las exportaciones totales y las variaciones de existencias.

En la gráfica siguiente se resumen las ecuaciones generales de balances de las cuentas nacionales que permiten calibrar las matrices Insumo producto para la región.



Lo interesante de estas ecuaciones, disponibles de formular en virtud de los antecedentes que entregan la MIP Regionales del INE-MIDEPLAN, son posibilidades como las siguientes:

- Segmentación de los bienes intermedios requeridos para la producción regional en Bienes producidos dentro de la Región; Importaciones desde otras regiones del País, e Importaciones extranjeras. Con esta opción es posible evaluar escenarios conversión de importaciones desde el resto del País, o del mundo, a producciones regionales;
- Vinculación de las demandas de bienes intermedios en unidades de Divisas (dólares), lo que permite evaluar escenarios de impactos de variaciones en la Tasa de Cambio;

7.2 Matrices de Producción y Coeficientes Técnicos

En las secciones que siguen se exponen las matrices de coeficientes técnicos básicos que representan el sistema de producción económico de la región de Coquimbo. Los valores han sido obtenidos de las Matrices Insumo Producto Regionales desarrolladas por el INE MIDEPLAN para el AÑO 1996.

Y tal como se bosquejó en el ejemplo didáctico presentado en párrafos anteriores, las matrices representan en sus columnas los vectores de producción de cada una de las 12 ramas de actividad definidas en las cuentas nacionales, y en las filas los bienes o productos que cada una de ellas genera y necesita. La diferencia sustancial las matrices originales con las del ejemplo es que las MIP se expresan sólo en unidades monetarias.

7.2.1 Matriz de Producción Bruta

La primera matriz que se presenta es la **Producciones Brutas por actividad**. Los coeficientes que contienen esta tabla representan las proporciones de productos que genera una unidad de actividad de cada una de los sectores económicos, y la suma de todos los valores de una columna es 1 (unidad). En una presentación simétrica, esta matriz debiera ser una diagonal unitaria, pues se asume que el sector agrícola solo elabora bienes agrícolas y así sucesivamente. No obstante, en la realidad el conjunto de empresas que conforman un determinado sector, por ejemplo 7: Comercio; Hoteles; Restaurantes; además de los bienes y servicios específicos característicos de esta rama, genera además bienes y servicios que son típicos de otras ramas, por ejemplo: Transporte; Manufactura; Servicios Financieros, y otros, tal como se aprecia en la matriz siguiente:

CP_12	PROD BRUTA INTERNA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Agropecuaria Silvícola	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	Pesca Extractiva	0,000	0,897	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3	Minería	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
4	Industria Manufacturera	0,000	0,063	0,000	0,963	0,000	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5	Electricidad, Gas y Agua	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
6	Construcción	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
7	Comercio, Hoteles y Restaurantes	0,000	0,014	0,000	0,032	0,000	0,000	0,967	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000
8	Transporte y Comunicaciones	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	1,000	0,000	0,000	0,000	0,030
9	Intermediación Financiera y Servicios Empresariales	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,999	0,000	0,004	0,000
10	Propiedad de Vivienda	0,000	0,026	0,000	0,005	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000	1,000	0,001	0,000
11	Servicios Sociales y Personales	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,994	0,000
12	Administración Pública	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,970
		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Disponiendo de esta matriz, que en cierta medida nos indican los ingresos totales de cada actividad, resulta relevante conocer su estructura de costos. Y los costos de producción provienen de tres elementos fundamentales:

- Insumos Intermedios que son producidos en la misma Región
- Insumos Intermedios Importados, los que en un análisis a nivel regional se descomponen en:
 - Insumos de bienes Importados del Resto del País
 - Insumos bienes Importados desde el Extranjero (fuera del País)

7.2.2 Matriz de Demanda Intermedia Bienes regionales

La tabla siguiente resume el cuadrante de transacciones intermedias de bienes y servicios producidos por empresas e instituciones de la misma región de COQUIMBO.

CI = Consumo Intermedio Regional													
CP_12		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Agropecuario Silvícola	0,064	0,001	0,000	0,112	0,000	0,003	0,007	0,000	0,000	0,000	0,004	0,002
2	Pesca Extractiva	0,000	0,236	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000
3	Minería	0,005	0,000	0,039	0,006	0,000	0,023	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
4	Industria Manufacturera	0,004	0,063	0,026	0,036	0,004	0,056	0,035	0,031	0,045	0,001	0,012	0,012
5	Electricidad, Gas y Agua	0,003	0,007	0,021	0,011	0,010	0,002	0,016	0,006	0,006	0,004	0,006	0,028
6	Construcción	0,000	0,004	0,001	0,003	0,014	0,000	0,007	0,003	0,005	0,047	0,005	0,019
7	Comercio, Hoteles y Restaurantes	0,067	0,035	0,041	0,032	0,010	0,050	0,035	0,089	0,027	0,002	0,027	0,019
8	Transporte y Comunicaciones	0,028	0,016	0,064	0,025	0,007	0,004	0,064	0,032	0,045	0,001	0,012	0,008
9	Intermediación Financiera y Servicios Empresariales	0,019	0,046	0,047	0,042	0,064	0,025	0,067	0,045	0,039	0,007	0,023	0,072
10	Propiedad de Vivienda	0,002	0,003	0,005	0,024	0,009	0,002	0,042	0,022	0,030	0,004	0,019	0,007
11	Servicios Sociales y Personales	0,000	0,007	0,002	0,008	0,001	0,001	0,007	0,002	0,018	0,000	0,026	0,062
12	Administración Pública	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		0,194	0,420	0,247	0,297	0,118	0,166	0,283	0,230	0,216	0,066	0,134	0,229

Si se lee la tabla anterior por columna, nos indica para cada actividad la proporción que de sus ingresos totales corresponde a costos de bienes y servicios adquiridos en la propia región. Por ejemplo para el caso del sector 1: Agropecuario y Silvícola, un 19,4% de los ingresos se usa para la adquisición de insumos desde la región; para el sector 3: Minería, la proporción de insumos regionales es del 24,7% y así sucesivamente.

Si se analiza la tabla por filas, los coeficientes indican los coeficientes de demanda intermedia del bien en cada uno de los sectores económicos que lo requieren.

7.2.3 Matrices de Demanda Intermedia Importada

Las tablas de transacciones intermedias de productos importados indican los requerimientos de bienes y servicios que son adquiridos desde empresas de fuera de la región (importados o del resto del país). A diferencia de las transacciones intermedias regionales, las compras de productos importados representan solo costos para las cuentas regionales, mientras que las otras también generan ingreso pues las empresas que las vende son de la misma región.

A continuación se muestran las tablas de transacciones intermedias de productos importados por la región, tanto nacionales (Resto país) como importados (desde el extranjero).

La MIP del INE no hace distinción de las importaciones regionales de productos nacionales e importados, y expone las cifras en forma conjunta. No obstante para separarlos, en este trabajo se hace uso de la MIP Nacional 1996, en donde para todo el país se distingue la oferta de bienes nacionales e importados, y con ello es posible estimar la cantidad de bienes importados que se requiere a nivel global en cada una de las ramas de actividad. Se asume entonces que esta misma proporción se aplica para los sectores económicos particulares de la región de Coquimbo.

7.2.3.1 Matriz de Demanda Intermedia importada Resto Regiones

La tabla siguiente muestra las proporciones de productos intermedios importados desde el resto de las regiones para cada sector económico de la región de COQUIMBO. Tal como se ha señalado en el párrafo anterior, se han descontado desde las cifras originales de las MIP INE MIDEPLAN, las importaciones de bienes extranjeros.

CI = Consumo Intermedio Origen Importado (resto País)													
CP_12		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Agropecuaria Silvícola	0,011	0,008	0,002	0,031	0,000	0,033	0,014	0,004	0,008	0,000	0,005	0,003
2	Pesca Extractiva	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3	Minería	0,027	0,044	0,016	0,000	0,000	0,014	0,013	0,108	0,026	0,001	0,005	0,009
4	Industria Manufacturera	0,054	0,000	0,074	0,075	0,043	0,129	0,000	0,000	0,054	0,003	0,017	0,000
5	Electricidad, Gas y Agua	0,003	0,005	0,022	0,009	0,010	0,002	0,013	0,004	0,005	0,003	0,003	0,020
6	Construcción	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
7	Comercio, Hoteles y Restaurantes	0,016	0,005	0,007	0,006	0,002	0,010	0,000	0,016	0,006	0,000	0,004	0,002
8	Transporte y Comunicaciones	0,004	0,007	0,018	0,002	0,002	0,000	0,008	0,000	0,012	0,000	0,004	0,005
9	Intermediación Financiera y Servicios Empresariales	0,009	0,013	0,022	0,020	0,031	0,011	0,029	0,000	0,011	0,003	0,011	0,035
10	Propiedad de Vivienda	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
11	Servicios Sociales y Personales	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
12	Administración Pública	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		0,125	0,083	0,161	0,144	0,088	0,199	0,079	0,132	0,123	0,010	0,048	0,074

Las cifras del cuadro indican las proporciones del ingreso total que se gastan en adquisiciones de insumos productivos traídos desde el resto de las regiones del país. Por ejemplo para el caso del **sector 1: Agropecuario y Silvícola**, un 12% de los ingresos se usa para la adquisición de insumos desde otras la regiones. (Este mismo sector gasta además un 19,7% de los ingresos en la adquisición de insumos desde la misma región).

7.2.3.2 Matriz de Demanda Intermedia de Origen Importado (Dólares)

CI = DOLARES DE Consumo Intermedio Origen Importado (Base MIP Nacional)													
CP_12		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Agropecuaria Silvícola	0,0125	0,0000	0,0000	0,0142	0,0000	0,0000	0,0003	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	Pesca Extractiva	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
3	Minería	0,0001	0,0000	0,0024	0,0256	0,0150	0,0002	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000
4	Industria Manufacturera	0,0709	0,0421	0,0665	0,1672	0,0215	0,0965	0,0852	0,0737	0,0288	0,0009	0,0363	0,0443
5	Electricidad, Gas y Agua	0,0000	0,0000	0,0022	0,0000	0,0077	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001
6	Construcción	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001
7	Comercio, Hoteles y Restaurantes	0,0000	0,0069	0,0023	0,0144	0,0000	0,0000	0,0187	0,0018	0,0021	0,0000	0,0020	0,0008
8	Transporte y Comunicaciones	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0569	0,0000	0,0000	0,0000	0,0041
9	Intermediación Financiera y Servicios Empresariales	0,0003	0,0007	0,0103	0,0014	0,0086	0,0004	0,0038	0,0086	0,0463	0,0000	0,0003	0,0095
10	Propiedad de Vivienda	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
11	Servicios Sociales y Personales	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
12	Administración Pública	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		0,0579	0,0343	0,058	0,154	0,037	0,067	0,075	0,098	0,054	0,001	0,027	0,041

El cuadro anterior se explica en forma idéntica al de importaciones desde el resto del país, pero se ha decidido presentarlo más que en unidades monetarias nacionales, en “Cantidad de Dólares”, lo que nos permite tratarlos como un ‘cuasi-bien físico’ necesarios en los sistemas de producción, y a su vez, evaluar impactos en la economía regional de escenarios con diferentes valores de la tasa de cambio.

7.3 Estructura Productiva de la IV Región COQUIMBO Años 1996; 2010

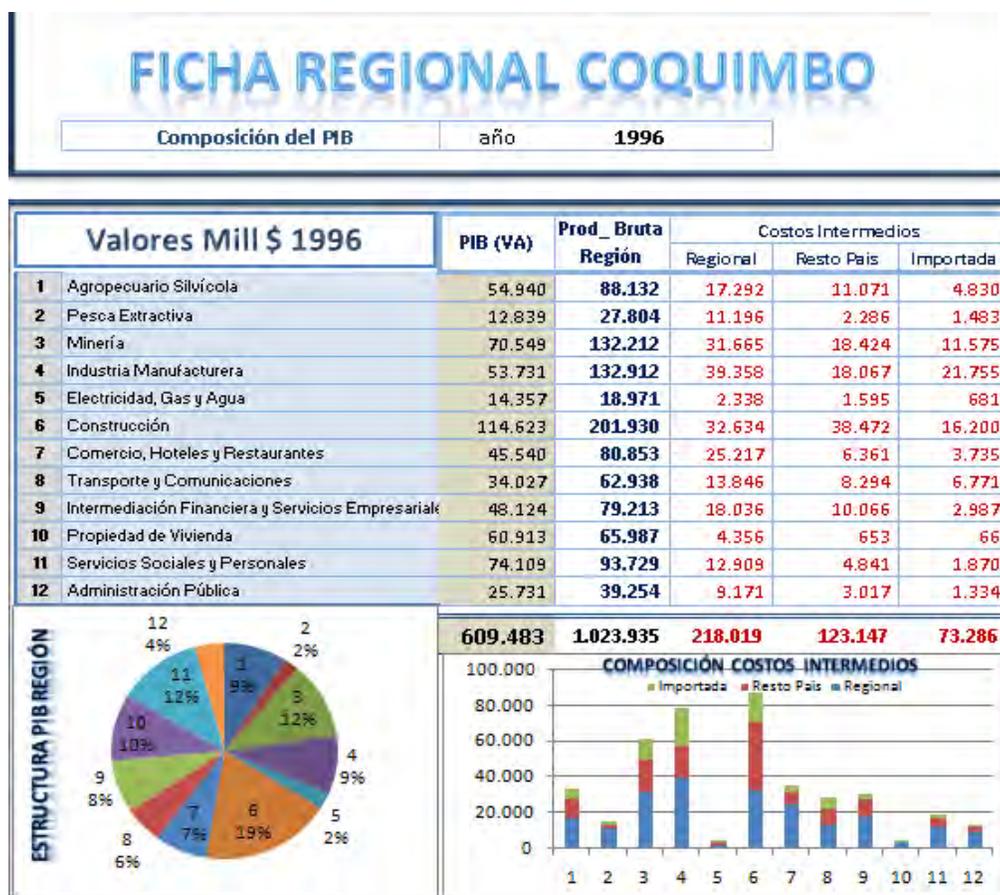
7.3.1 Parámetros de Demandas Finales

En esta sección corresponde descubrir la estructura productiva del sistema económico de la región que permite generar el PIB que emanan de las cuentas nacionales. Con este propósito se hace uso de las tablas presentadas en la sección 4 de este documento, en la cual se muestran los supuestos para estimar el Consumo de las personas y del Gobierno; las Exportaciones y las Inversiones y Variaciones de Existencias.

7.3.2 Cálculo de las Producciones Bruta

7.3.2.1 Año 1996

Con estos valores se resuelve el sistema matricial de ecuaciones de balance que subyacen en las matrices Insumo-Producto y las cuentas nacionales, las que se detallan en el punto 6.1 de esta misma sección, obteniéndose los resultados de producciones brutas de cada sector y sus respectivas estructuras de costos. Los resultados se muestran a continuación:



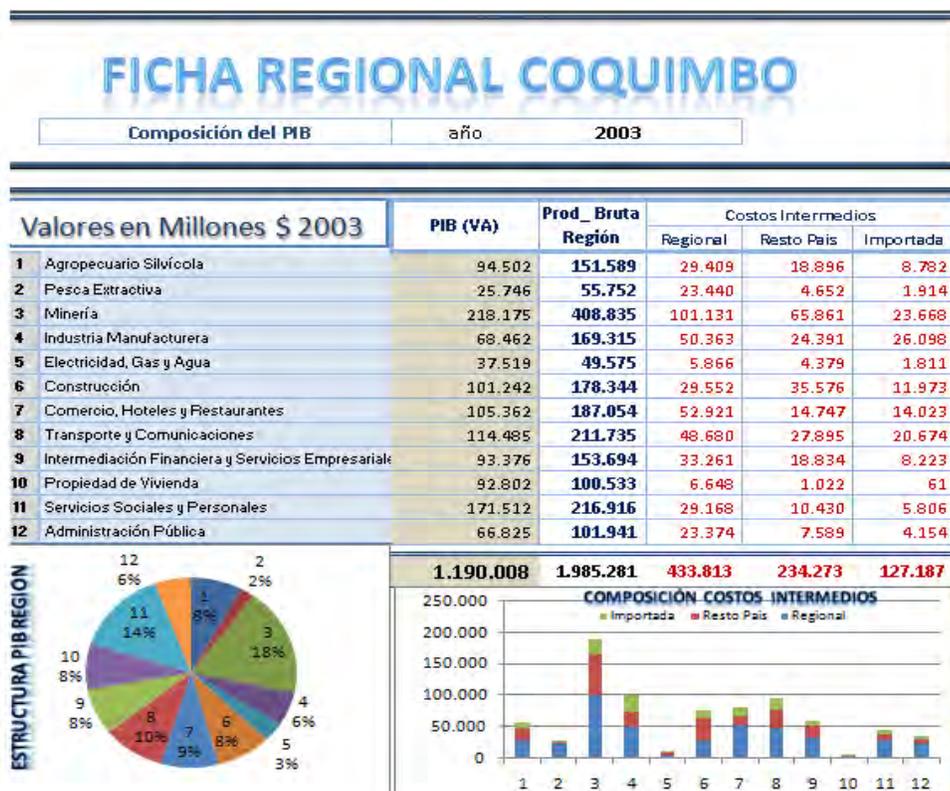
Tal como es posible apreciar del cuadro anterior, la obtención de un PIB de 609 mil millones de pesos para el año 1996 ha requerido de una producción bruta de 1.048 mil millones de pesos, que con una demanda de bienes intermedios (costos) de 439 mil millones de pesos.

Las Matrices Insumo-Producto, tal como se han planteado en las secciones anteriores, han permitido establecer las estructuras de costos de producción de cada uno de los sectores económicos, tanto en la dimensión de las transacciones intersectoriales, como en su composición de origen de los bienes intermedios, en cuanto a las proporciones de los insumos de producción de origen regional, importados, o provenientes desde otras regiones. En este ámbito del análisis, las cifras del cuadro anterior nos indican que sólo cerca del

50% de los insumos productivos son elaborados en la propia región, y el resto debe ser importado, tanto del resto de las regiones del país como desde el extranjero.

7.3.2.2 Año 2003

Realizando un ajuste con las cifras correspondientes al año 2003, sus resultados se exponen en el cuadro siguiente, y estas cifras se expresan en Millones de pesos de 2003, las cuales se hacen comparables con las estimaciones posteriores a realizar para el año 2010:

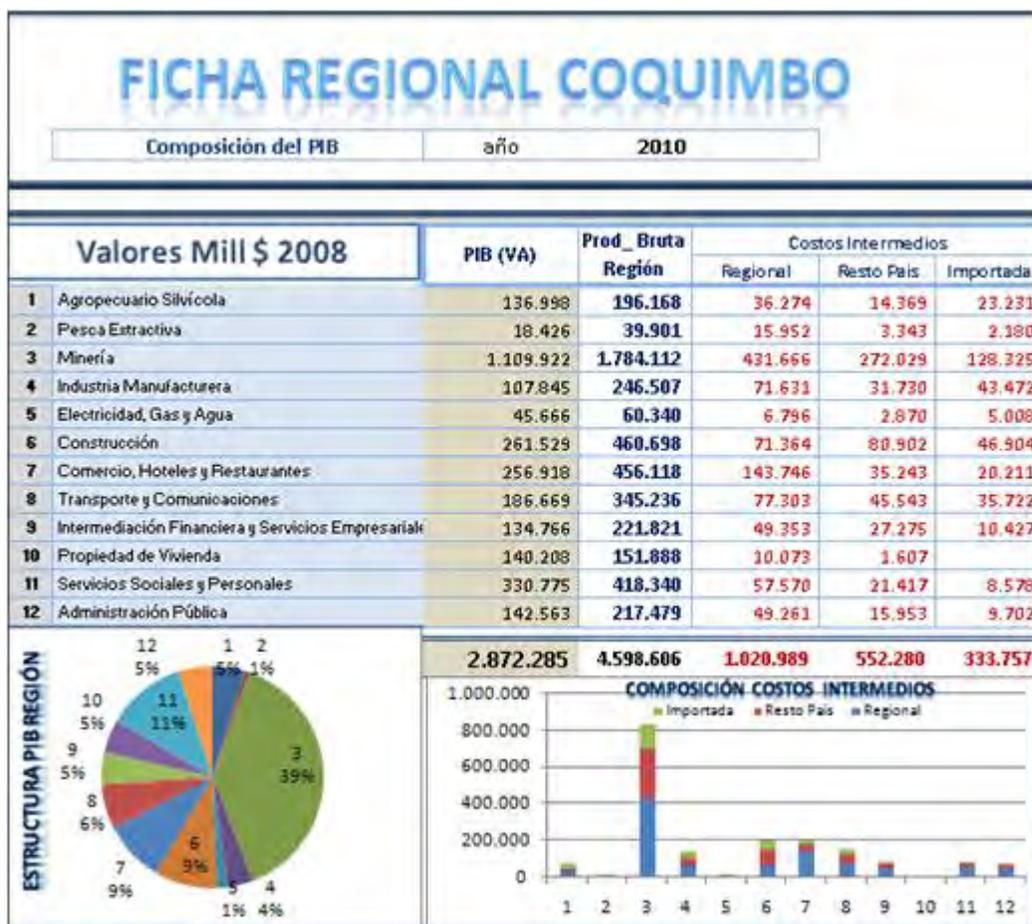


Para el año 2003, se destaca:

- Aumento de participación en el PIB regional del sector Minero, desde un 12% a un 18%
- Mantención de la participación del sector Agropecuario, en el orden del 9% del PIB total
- Disminución de la participación del sector Construcción desde un 19% a un 8%
- Disminución de la participación del sector Industrial desde un 9% a un 6%.

7.3.2.3 Año 2010

El mismo análisis realizado con las cifras correspondientes al año 2010 se expone en el cuadro siguiente:



Las cifras para el año 2010 son presentadas con base en las nuevas series del Banco Central, ahora expresadas en MM\$ 2008. No son comparables, en montos con las de los años anteriores pero si en su estructura.

Se aprecia de esta comparación, que el gran cambio estructural observado se encuentra en la actividad minera que para el año 2010 conforma el 39% del PIB regional. Sin embargo este notable crecimiento proviene más de cambios en los niveles de precios que aumentos de producción física del sector.

7.3.3 Balance Oferta Demanda

7.3.3.1 Caso año 1996

Como se puede visualizar desde el cuadro anterior, las producciones brutas estimadas a través de las ecuaciones de balance han generado una demanda de bienes y servicios intermedia, correspondientes a las transacciones intersectoriales. Y por lo tanto a la oferta regional es necesario adicionarles bienes de origen importado, sean ellos desde otras regiones del país como desde el extranjero.

Balance Oferta Demanda 1996

Balance Oferta-Demanda Bienes				Demanda							
Región de Coquimbo				Demanda Total	Demandas Intermedias			Demandas Finales			
Oferta Regional	Oferta Import	Oferta Total	Region		RestoPaís	Extranjera	Consumo C+G	VarsExist	Exportacion		
1	88.118	18.920	107.038	107.038	22.088	14.704	2.064	35.466	4.727	27.990	0
2	24.990	39	25.029	25.029	6.794	38	0	3.845	155	462	13.735
3	132.212	22.904	155.117	155.117	10.308	18.964	3.941	644	4.007	104.086	13.168
4	131.843	449.474	581.317	581.317	31.293	51.952	59.486	380.714	25.718	32.153	-0
5	18.971	16.865	35.836	35.836	9.539	8.242	3	18.052	0		-0
6	201.930	28	201.958	201.958	6.442	22	6	927	181.111		13.450
7	81.837	11.150	92.987	92.987	42.204	7.553	1.646	41.584			-0
8	64.545	30.412	94.957	94.957	27.453	5.460	3.206	58.838			-0
9	80.315	19.124	99.440	99.440	38.842	16.192	2.933	37.550			3.923
10	67.777	48.650	116.427	116.427	14.372	21		102.035			0
11	93.318	69.798	163.117	163.117	8.661	1	0	154.454			0
12	38.077	35.272	73.349	73.349	23	0		73.327			-0
				1.746.571	218.019	123.147	73.286	907.434	215.718	164.690	44.276

El cuadro anterior, expone que la región requiere, para balancear la demanda de bienes y servicios, de una importación total de **722 mil millones de pesos (1996)**, cifra que representa del orden del **70%** de la producción bruta regional. Gran proporción de estas importaciones se concentran en el sector de la industria manufacturera.

7.3.3.2 Caso año 2003

Balance Oferta Demanda 2003

Millones de Pesos 2003

Balance Oferta-Demanda Bienes				Demanda							
Región de Coquimbo				Demanda Total	Demandas Intermedias			Demandas Finales			
Oferta Regional	Oferta Import	Oferta Total	Region		RestoPaís	Extranjera	Consumo C+G	VarsExist	Exportacion		
1	151.579	40.346	191.925	191.925	31.440	19.999	3.039	23.026	6.125	108.295	-0
2	50.754	79	50.833	50.833	13.686	77	2	3.270	2.537	7.192	24.070
3	408.835	53.460	462.295	462.295	22.152	46.913	4.266	3.098	14.247	371.618	0
4	170.466	561.411	731.877	731.877	54.842	88.696	93.565	414.812	20.840	59.122	0
5	49.575	27.338	76.913	76.913	21.957	19.227	904	34.825			0
6	178.344	44	178.387	178.387	12.372	39	4		153.452		12.520
7	185.177	186.237	371.413	371.413	81.570	13.968	5.879	256.443	13.554		-0
8	215.755	28.278	244.033	244.033	65.793	13.650	8.666	155.924			-0
9	156.265	42.512	198.778	198.778	80.532	31.653	10.860	63.796			11.937
10	103.680	95.233	198.913	198.913	30.121	48		168.743			0
11	215.965	136.988	352.954	352.954	19.280	2	2	333.670			0
12	98.885	45.596	144.482	144.482	68	0		144.414			-0
				3.202.804	433.813	234.273	127.187	1.602.021	210.755	546.228	48.527

En relación con el año 1996, las importaciones totales de la región, estimadas para el año 2003, representan el 61% de la Producción Bruta regional, disminuyen su importancia relativa con respecto a igual indicador del año 1996.

7.3.3.3 Caso Año 2010

Para el año 2010, las estimaciones de balance se exponen en el cuadro siguiente. Las importaciones totales para representar del orden del 51% de la producción bruta, cifra levemente menor al 2003.

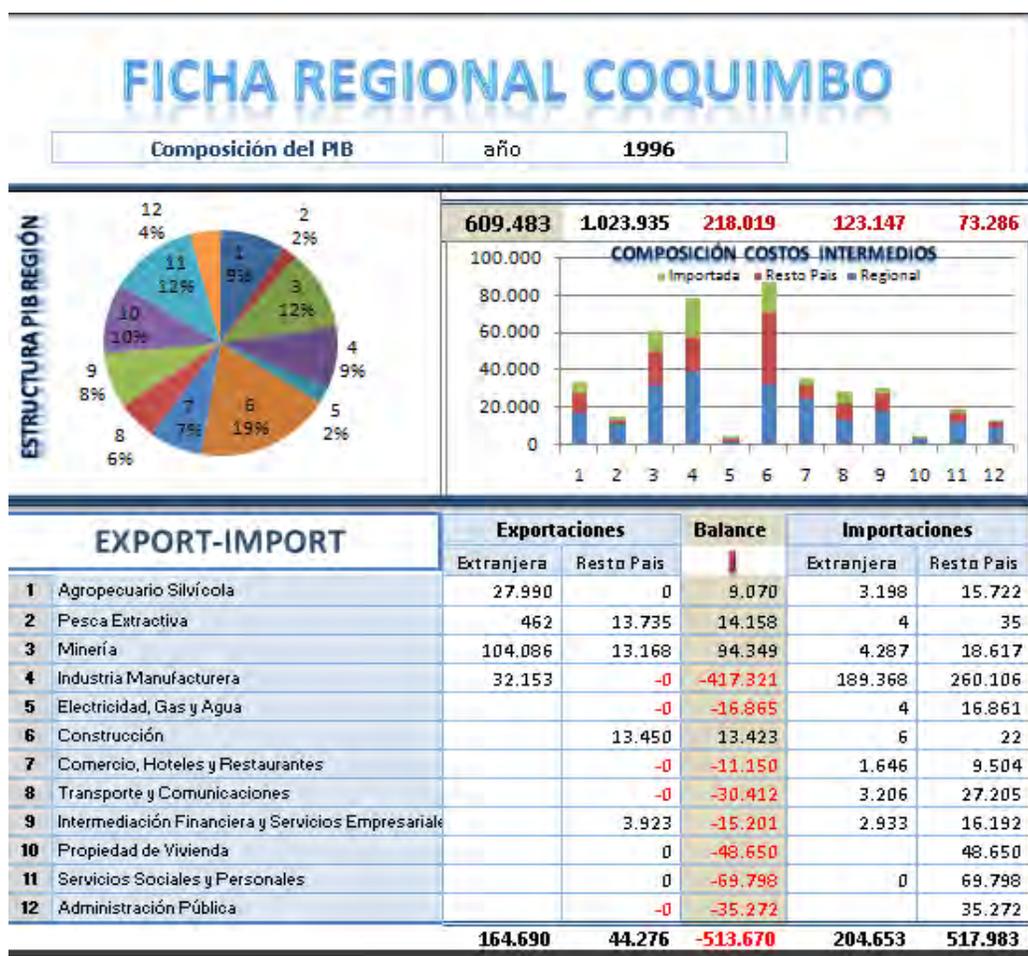
Balance Oferta Demanda 2010											
Millones de Pesos 2008											
Balance Oferta-Demanda Bienes	Ofertas			Demanda Total	Demandas intermedias			Demandas Finales			
	Oferta Regional	Import Totales	Oferta Total		Region	RestoPaís	Extranjera	Consumo C+G	Vars Exisit	Exportacion Extranjero	Exportacion RestoPaís
1 Agropecuario Silvícola	210.861	93.850	304.711	304.711	45.257	40.365	5.802	39.124	12.409	161.755	0
2 Pesca Extractiva	36.716	113	36.829	36.829	10.493	58	55	2.633	-4.382	8.952	19.020
3 Minería	1.941.941	113.032	2.054.974	2.054.974	73.586	90.733	22.299	18	-106	1.736.126	132.318
4 Industria Manufacturera	255.836	1.117.341	1.373.178	1.373.178	126.812	203.105	260.773	663.171	29.439	89.877	-0
5 Electricidad, Gas y Agua	60.340	138.914	199.254	199.254	64.324	59.519	203	75.208			-0
6 Construcción	460.698	76	460.774	460.774	22.586	70	6		401.754		36.359
7 Comercio, Hoteles y Restaurantes	446.861	233.195	680.056	680.056	196.627	32.111	4.392	409.702	37.225		-0
8 Transporte y Comunicaciones	354.052	130.093	484.135	484.135	185.612	43.029	14.606	240.888			-0
9 Intermediación Financiera y Servicios Empresariales	227.799	307.155	534.954	534.954	195.560	83.186	25.618	221.027	9.563		-0
10 Propiedad de Vivienda	156.612	156.958	313.570	313.570	61.338	100		252.133			-0
11 Servicios Sociales y Personales	416.634	151.038	567.673	567.673	38.678	4	4	528.987			-0
12 Administración Pública	210.960	13.501	224.461	224.461	117	0		224.344			0
	4.779.312	2.455.257	7.234.568	7.234.568	1.020.989	552.280	333.757	2.657.233	485.901	1.996.710	187.697

Sin embargo, es necesario destacar que esta disminución sostenida del porcentaje de importaciones totales sobre la producción bruta regional, que se observa desde el año 1996 al 2010, proviene esencialmente de los aumentos de precios de los productos mineros. Al utilizar la matriz con el modelo económico de la región, si se baja el índice de precios de los productos mineros a valores del pasado, las importaciones totales de la región vuelven a representar del orden del 70% de la producción bruta regional.

7.3.4 Vocación Productiva

7.3.4.1 Caso Año 1996

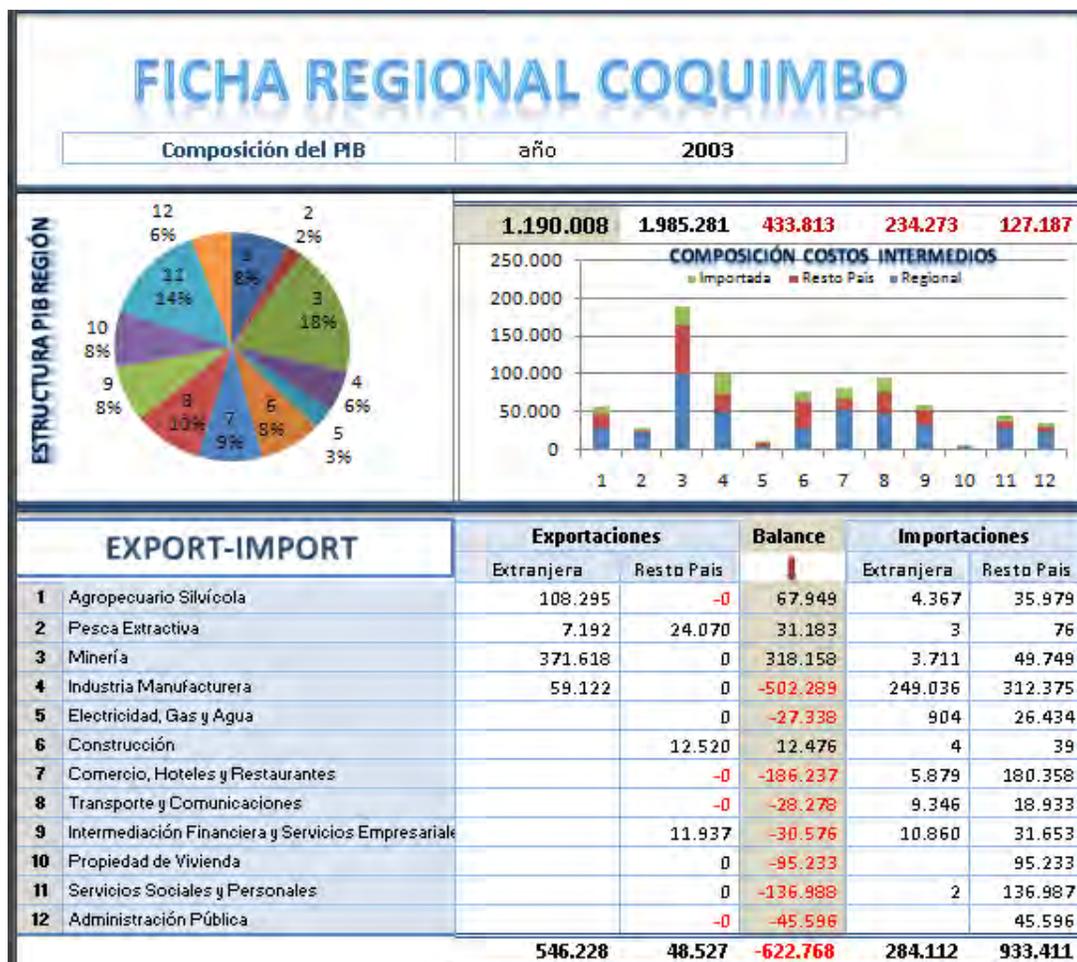
En el cuadro siguiente se muestra para el año 1996, un balance regional en cuanto a las exportaciones e importaciones totales, tanto de la región con el mundo, como con el resto del país.



Este balance global resulta ser negativo en 513,7 mil millones de pesos, lo que tiende a denotar que la región presenta una fuerte orientación a las importaciones para dedicarse prioritariamente a las actividades exportadoras con mayores aportes de valor. De los **722 mil millones de pesos (1996)** de las importaciones totales, solo **196 mil millones de pesos** (cuadro de Balance Oferta-Demanda) se utilizan en los sistemas de producción como bienes intermedios, y el resto, en su gran mayoría se orientan al abastecimiento de las demandas de consumo final.

7.3.4.2 Caso Año 2003

En el cuadro siguiente se muestra para el año 2003, un balance regional en cuanto a las exportaciones e importaciones totales, tanto de la región con el mundo, como con el resto del país.



Este balance global resulta ser negativo en 622,7 mil millones de pesos, lo que tiende a denotar que la región presenta una fuerte orientación a las importaciones para dedicarse prioritariamente a las actividades exportadoras con mayores aportes de valor. De los **1.217 mil millones de pesos (1996)** de las importaciones totales, solo **361 mil millones de pesos** (cuadro de Balance Oferta-Demanda) se utilizan en los sistemas de producción como bienes intermedios, y el resto, en su gran mayoría se orientan al abastecimiento de las demandas de consumo final.

7.3.4.3 Caso Año 2010

En el cuadro siguiente se muestra para el año 2010, un balance regional en cuanto a las exportaciones e importaciones totales, tanto de la región con el mundo, como con el resto del país.

EXPORT-IMPORT	Exportaciones		Balance	Importaciones	
	Extranjera	Resto País		Extranjera	Resto País
1 Agropecuario Silvícola	161.755	0	67.905	8.454	85.395
2 Pesca Extractiva	8.952	19.020	27.859	88	26
3 Minería	1.736.126	132.318	1.755.412	28.852	84.181
4 Industria Manufacturera	89.877	-0	-1.027.464	543.423	573.918
5 Electricidad, Gas y Agua		-0	-138.914	203	138.711
6 Construcción		36.359	36.283	6	70
7 Comercio, Hoteles y Restaurantes		-0	-223.195	4.392	228.804
8 Transporte y Comunicaciones		-0	-130.083	23.595	106.488
9 Intermediación Financiera y Servicios Empresariales		-0	-307.155	28.161	278.994
10 Propiedad de Vivienda		-0	-156.958		156.958
11 Servicios Sociales y Personales		-0	-151.038	4	151.034
12 Administración Pública		0	-13.501		13.501
	1.996.710	187.697	-270.850	637.177	1.818.079

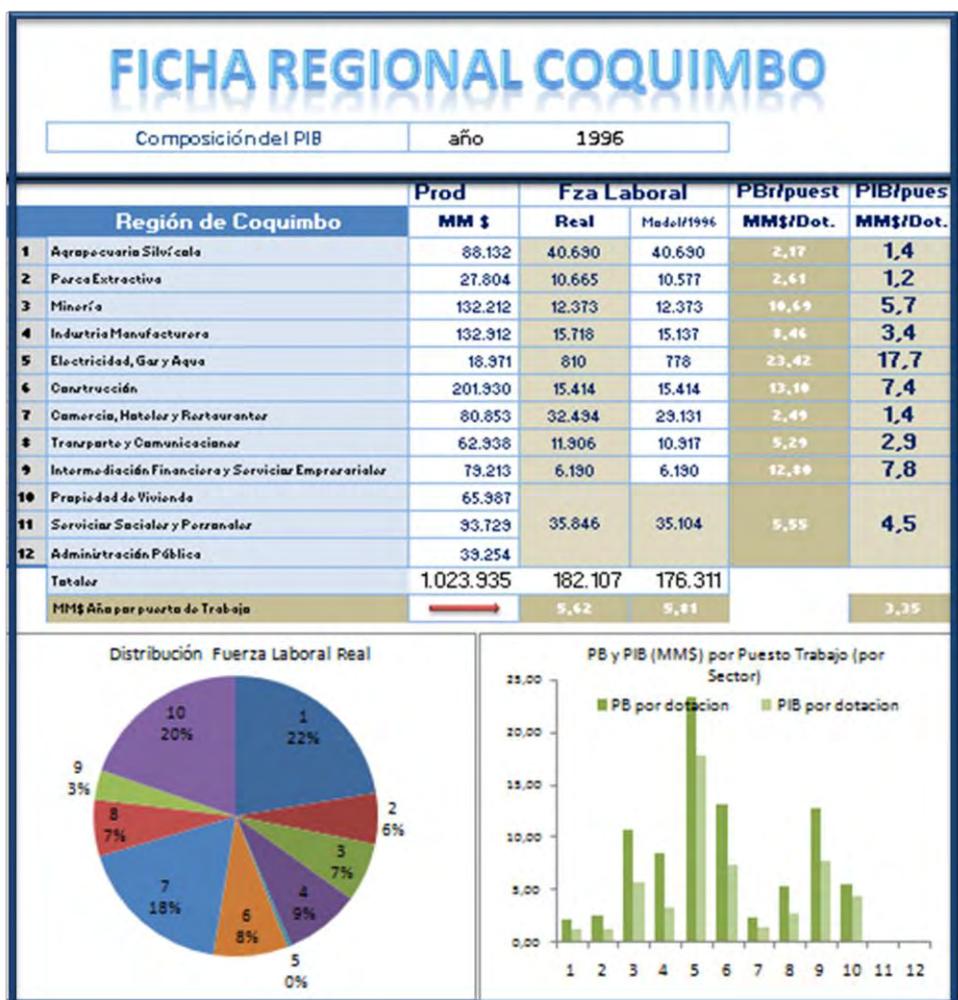
Este balance global resulta ser negativo en 270,8 mil millones de pesos, lo que tiende a denotar que la región presenta una fuerte orientación a las importaciones para dedicarse prioritariamente a las actividades exportadoras con mayores aportes de valor. Tal como se aprecia del cuadro anterior, la región importaría un total **2.455 MM\$2010**, de las cuales, solo **880 mil millones de pesos** se utilizan en los sistemas de producción como bienes intermedios, y el resto, en su gran mayoría se orientan al abastecimiento de las demandas de consumo final de la región.

7.3.5 Distribución y Aportes de la Fuerza Laboral

7.3.5.1 Año 1996

Durante el año 1996 la fuerza laboral de región ascendía a 182 mil puestos de trabajos de los cuales un 22% se concentraba en el sector 1 (Agropecuario); un 20% en el sector 10,11,12 (Servicios); y un 18% en el sector 7 (Comercio; Hoteles y Restaurantes). En estos tres sectores se concentraba cerca del 60% de fuerza laboral.

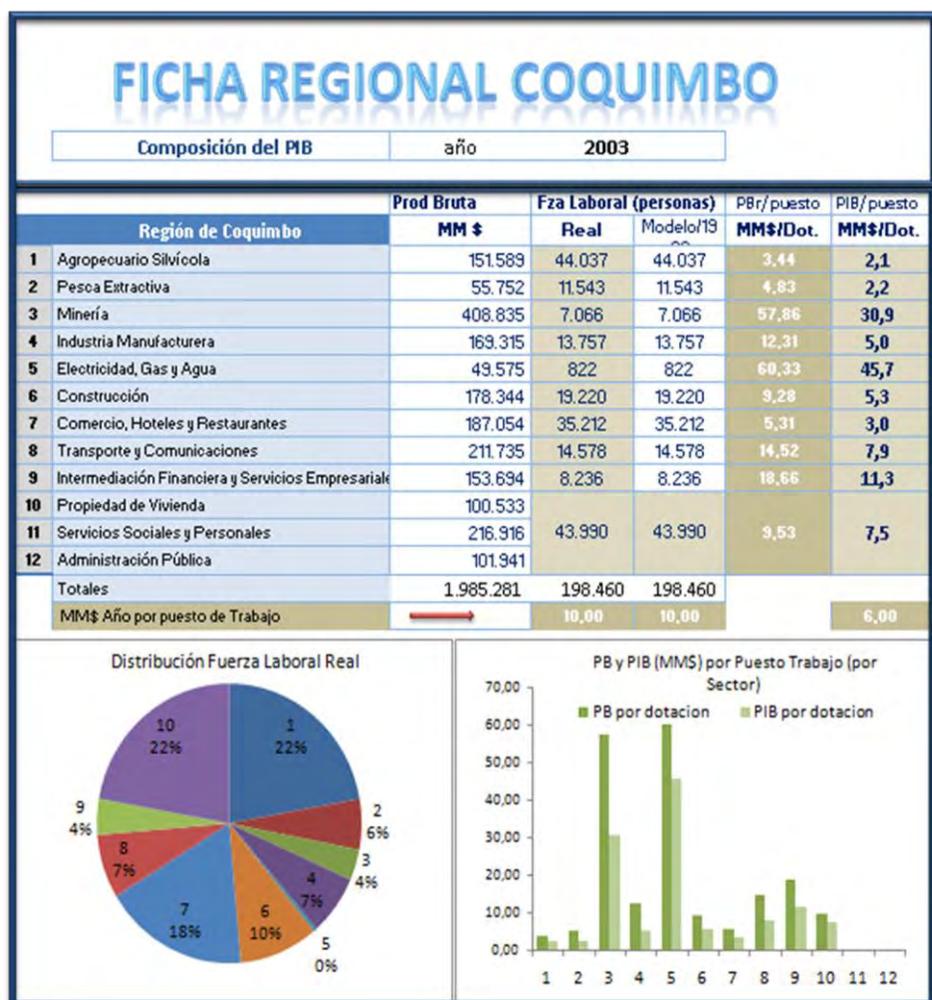
Los sectores Industriales y Minero absorben el 16% de la fuerza laboral de la región.



El otro antecedente relevante que emana del cuadro anterior se refiere a la productividad del puesto de trabajo en relación al Producto Bruto y PIB. De estos cálculos se obtiene que la productividad media del puesto de trabajo es de 5,8 Millones de pesos anuales medida sobre la producción bruta y de 3,5 Millones de pesos, medida sobre su impacto en el PIB. Nótese que este indicador muestra una alta variabilidad dependiendo del sector en donde se aplica la fuerza de trabajo.

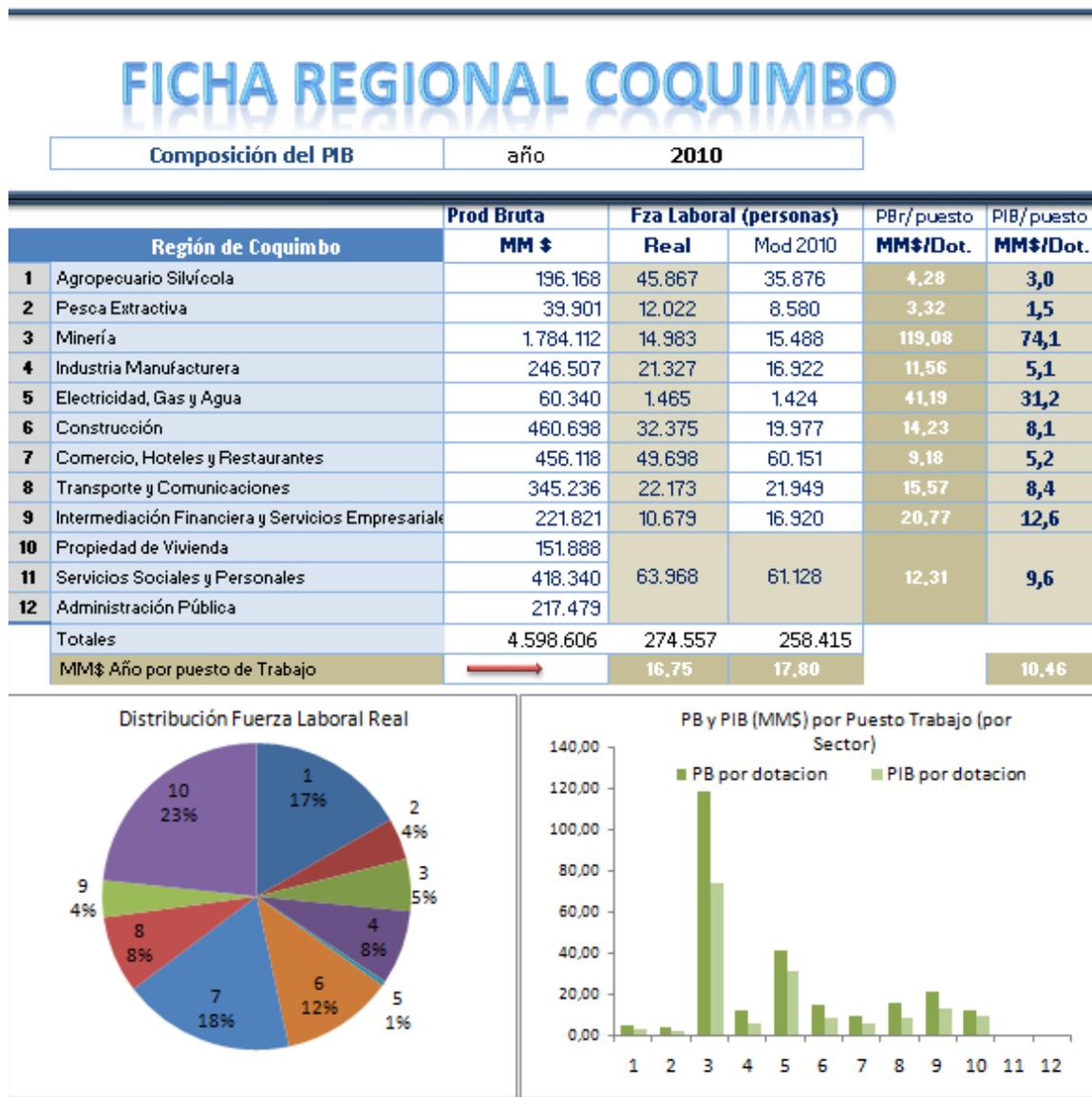
7.3.5.2 Año 2003

Durante el año 2003 la fuerza laboral de región ascendía a 198 mil puestos de trabajos mostrando una distribución muy similar a la observada para el año 1996, en donde los sectores 1 (Agropecuaria); 10; 11 y 12 (Servicios); y 7 (Comercio; Hoteles y Restaurantes) siguen concentrando cerca del 60% de los puestos de trabajo.



7.3.5.3 Año 2010

El año 2010 la fuerza laboral de región aumentó desde 198 mil a 275 mil puestos de trabajos, manteniéndose la estructura de distribución entre los diferentes sectores de actividad.



El sector minería, a pesar de haber aumentado considerablemente su participación en el PIB regional, mantiene su participación en la fuerza laboral de la región, en el orden del 4 al 5%.

8 PRINCIPALES INDICADORES PRODUCTIVOS RAMAS DE ACTIVIDAD

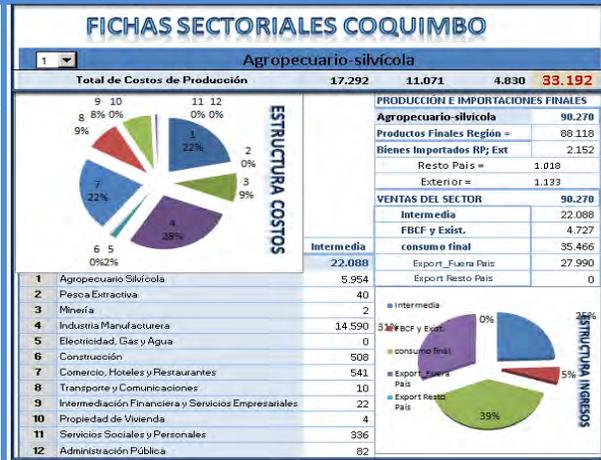
8.1 FICHA EVOLUCIÓN SISTEMA PRODUCTIVO SECTOR AGROPECUARIO 1996-2010

Descripción

El sector se compone de las sub-actividades: agricultura, fruticultura, pecuaria y silvicultura. **La agricultura** comprende cultivos anuales, especies hortícolas y forrajeras, **La fruticultura** incluye la producción de fruta fresca y uva para vino proveniente de huertos industriales y caseros. Se incluyen los viveros de frutales y viñedos. **La actividad pecuaria** incluye la cadena de producción desde la cría de animales hasta la obtención de animales para beneficio, leche cruda y huevos, entre otros productos. **La silvicultura** incorpora desde la tala y raleo comercial de árboles, hasta la disposición de los rollizos en el predio.

PRODUCCIÓN Y SU ESTRUCTURA DE COSTOS AÑO 1996

FICHAS SECTORIALES COQUIMBO				
Agropecuaria-silvícola				
Composición del Costo PIB		Año 1996		
Producción BRUTA Total		88.132		
Valor Agregado Sector		54.940		
Costos Sector Mill \$ 1996	Costos Intermedio de producción			TOTAL Costos
	Regional	Resto País	Importada	
1 Agropecuario Silvícola	5.954	986	347	7.287
2 Pesca Extractiva	0	0	0	0
3 Minería	471	2.422	2	2.894
4 Industria Manufacturera	372	4.804	4.261	9.437
5 Electricidad, Gas y Agua	281	269	0	551
6 Construcción	43	0	0	43
7 Comercio, Hoteles y Restaurantes	5.755	1.862	176	7.313
8 Transporte y Comunicaciones	2.456	390	44	2.890
9 Intermediación Financiera y Servicios Empresariales	1.725	817	0	2.542
10 Propiedad de Vivienda	199	0	0	199
11 Servicios Sociales y Personales	36	0	0	37
12 Administración Pública	0	0	0	0
Total de Costos de Producción	17.292	11.071	4.830	33.192



PRODUCCIÓN Y SU ESTRUCTURA DE COSTOS AÑO 2010

FICHAS SECTORIALES COQUIMBO				
Agropecuaria-silvícola				
Composición del Costo PIB		Año 2010		
Producción BRUTA Total		196.168		
Valor Agregado Sector		136.998		
Costos Sector Mill \$ 2008	Costos Intermedio de producción			TOTAL Costos
	Regional	Resto País	Importada	
1 Agropecuario Silvícola	11.486	1.903	2.832	16.220
2 Pesca Extractiva	0	0	0	0
3 Minería	1.036	5.332	73	6.442
4 Industria Manufacturera	54	703	20.241	20.999
5 Electricidad, Gas y Agua	626	599	0	1.226
6 Construcción	95	0	0	96
7 Comercio, Hoteles y Restaurantes	13.076	3.140	61	16.277
8 Transporte y Comunicaciones	5.551	881	0	6.433
9 Intermediación Financiera y Servicios Empresariales	3.823	1.810	25	5.658
10 Propiedad de Vivienda	444	0	0	444
11 Servicios Sociales y Personales	81	0	0	81
12 Administración Pública	1	0	0	1
Total de Costos de Producción	36.274	14.369	23.231	73.875



La ficha de costos asociada a este sector muestra la composición de costos en bienes intermedios que requiere este sector económico en sus sistemas de producción. Se aprecia que del orden del 50% de sus insumos intermedios provienen desde la misma región (17.364 MM\$ año 1996), y el resto proviene de importaciones desde otras regiones como desde el extranjero.

Del total de costos, el 72% de ellos se concentran en los sectores Agropecuario, Industria manufactura, y Comercio, Hoteles y Restaurantes.

En relación con el balance de Oferta y Demanda de los productos, mientras que para el año 1996, este sector expone cierta autonomía respecto al abastecimiento de productos finales (Ver cuadro siguiente de balance de productos), para el año 2010 se hace necesario la importación de productos finales para el abastecimiento de la demanda interna de la región

En 1996 solo se requiere de una importación equivalente a 2.985 MM\$1996 de productos de fuera de la región para abastecer el total de la demanda de la zona. Esta cifra para el 2010, aumenta a 45.000 MM \$2008, y representa cerca del 25% de la oferta total.

En cuanto al mercado de los productos de este sector, para los resultados del año 1996, este distribuye en forma muy parecida entre el mercado de bienes intermedios (abastecimiento de industria de productos agrícolas), consumo final y exportaciones. En 2010, se aprecia una fuerte concentración en exportaciones al resto del mundo.

Diferencias relevantes del 2010 respecto 1996

- Aumento del volumen de importaciones desde el resto del país para abastecer las demandas del mercado regional
- Cambio importante en la estructura de ingresos, pasando a ser predominante el mercado de las exportaciones fuera del país.

Desde la perspectiva de la cuantificación económica del PIB Regional, este sector incluye la producción de productos agrícolas, pecuarios y silvícolas. No obstante para la correlación del uso de aguas, el tema relevante guarda relación con las necesidades de riego que provienen básicamente de los cultivos agrícolas. En virtud de lo anterior, es necesario evaluar por una parte, la proporción del PIB correspondiente a las producciones de cultivos agrícolas y frutícolas, y por otra, estimar las superficies de riego-técnicas y tipos de cultivo disponibles en la región.

Respecto a la participación de los cultivos de riego en el PIB regional, de esta rama de actividad, el cuadro siguiente muestra que los productos agrícolas y frutícolas representan el 91% de los 54.940 MM\$ de este

sector del PIB.

Cuadro 4.4.1: Desagregación PIB Agro-Pecuario Silvícola 1996

SECTOR -40 actividades	VA MM\$ 1996	Proporción
Agricultura	15.525	28,3%
Fruticultura	34.421	62,7%
Ganadería y Producción de Carnes	4.788	8,7%
Cadena Productiva Madera/Papel	207	0,4%
Sub-Total Agropecuario-Silvícola 1996	54.940	
Sub-Total Agropecuario-Silvícola 2010	136.998	

Fuente: Elaboración Propia a partir de MIP Regionales 1996

La Región de Coquimbo presenta una diversidad de suelos correspondientes a una zona árida, de desarrollo escaso debido principalmente al déficit de agua que ha dificultado los procesos de formación. Se puede diferenciar los suelos entre aquellos del sector costero y los suelos de interior. Los suelos del sector costero se extienden desde La Serena hasta la comuna de Los Vilos y no poseen las propiedades necesarias para el desarrollo de una agricultura intensiva, ya que predominan las dunas o depósitos de arcilla. Sin embargo, los suelos de interior se dividen en: suelos de los Valles Inter-montados y suelos de Posición de Cerro, en los que se puede encontrar tierras aptas para el cultivo principalmente en las zonas bajas de los valles transversales. Algunos problemas que poseen los suelos de la región dicen relación con la grave desertificación causada por las inadecuadas prácticas de cultivo, el sobre pastoreo y la erosión, provocada por el avance del suelo costero, la ampliación del radio urbano, la salinización, los incendios y las explotaciones mineras.

En relación a la distribución de superficies por sistema de riego, la demanda de la región se concentra en 75 mil hectáreas, de las cuales 44 mil se encuentran en la provincia de Limarí, 18 mil en Elqui y 13 mil en Choapa.

Cuadro 4.4.3 Distribución de Superficies Regada por Técnica de Riego

REGIÓN, PROVINCIA	Total superficie regada (ha)	Superficies (Ha) por Sistemas de riego		
		Riego gravitacional	Mecánico mayor	Micro Riego
IV de Coquimbo	75.709	38.432	1.171	36.106
Elqui	18.198	8.180	562	9.456
Choapa	13.463	10.455	116	2.893
Limarí	44.047	19.797	493	23.757

Fuente. Sitio INE; Censo Agropecuario 2007

En consistencia con los objetivos de este análisis, el indicador relevante que nos permite conectar la red hídrica con el resultado económico es la relación entre Hectáreas de riego con PIB y Producciones Brutas del sector en particular. En función de las tablas anteriores este factor para el año 1996 se calcularía como:

- Producción Bruta Sector = 196.198 Año 2010 (MM \$ 2008)
- Valor Agregado Agro + Frutas = 136.998 Año 2010 (MM \$ 2008)
- Hectáreas de Riego = 75.709 Ha
- **Valor Factor (año 2010) = 2,59 MM\$ /Há**

En la segunda etapa de este proyecto, se analiza la correlación entre el sistema de gestión de la red hídrica de la región con las posibilidades y restricciones de riego que ella genera.

A continuación se muestran los usos de suelos de la Región de Coquimbo.

Cuadro 4.4.2 Superficie (Ha) Sembrada / Plantada por Grupos de cultivos

PROVINCIA	Total Ha	Superficie (Ha) Sembrada / Plantada por Grupos de cultivos									
		Cereales	Leguminosas y tubérculos	Cultivos industriales	Hortalizas	Flores	Plantas forrajeras	Frutales	Viñas y parronales viníferos	Viveros	Semilleros
IV de Coquimbo	145.673	3.058	3.552	401	11.399	403	82.749	31.740	12.201	52	117
ELQUI	38.849	57	2.684	318	5.969	37	19.786	8.042	1.921	8	28
CHOAPA	45.043	876	426	70	677	4	37.507	3.547	1.927	2	6
LIMARI	61.781	2.125	442	14	4.753	362	25.456	20.151	8.353	42	83

Fuente. Sitio INE; Censo Agropecuario 2007

Durante el año 2006, se realizó un estudio detallado para determinar la eficiencia del uso del agua en la IV Región de Coquimbo, realizado por RODHOS/CAZALAC. Dentro de este estudio se realiza un diagnóstico de la oferta y demanda hídrica para cada una de las cuencas de la región. A continuación, se traspasan algunos de sus resultados resumidos en el cuadro siguiente:

REGIÓN, PROVINCIA		Detalles de Información por Cuenca		
		CUENCA ELQUI	CUENCA LIMARI	CUENCA CHOAPA
Superficie Agrícola (ha)	75.709	23.440	44.040	49.118
Hortaliza + Chacras		62%	31%	24%
Frutas + Vid		31%	49%	12%
Pradera +forraje			20%	53%
Porcentaje Riego Tecnificado		31%	31%	4%
Demanda Consuntiva (m ³ /seg)		4,82	11,95	3,89
Tasa Media demanda (lps/ha)		0,210	0,270	0,270
Eficiencia aplicación riego		54%	49%	34%

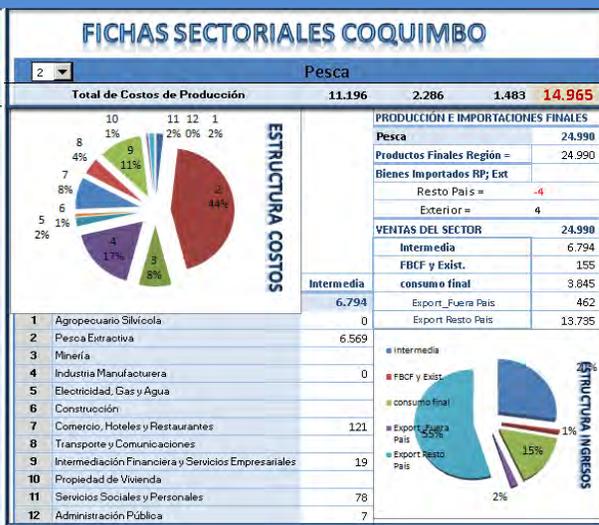
Para los objetivos de este análisis en particular, el coeficiente relevante es la tasa media de demanda por ha., la cual oscila entre 0,210 y 0,270 lps/ha en la región en cuestión

8.2 FICHA EVOLUCIÓN SISTEMA PRODUCTIVO SECTOR PESCA 1996-2010

Descripción En este sector se mide la pesca extractiva de peces y mariscos que se crían y desarrollan en forma natural, la recolección de algas y los centros de cultivo. En la pesca extractiva se distinguen tres actividades: pesca industrial, pesca artesanal y barcos factorías

PRODUCCIÓN Y SU ESTRUCTURA DE COSTOS AÑO 1996

FICHAS SECTORIALES COQUIMBO				
Pesca				
Composición del Costo PIB		Año 1996		
Producción BRUTA Total		27.804		
Valor Agregado Sector		12.839		
Costos Sector Mill \$ 1996		Costos Intermedio de producción		
		Regional	Resto País	Importada
1	Agropecuaria Silvícola	40	224	0
2	Pesca Extractiva	6.569	37	0
3	Minería	7	1.234	0
4	Industria Manufacturera	1.324		1.247
5	Electricidad, Gas y Agua	207	136	
6	Construcción	109	0	
7	Comercio, Hoteles y Restaurantes	1.061	147	41
8	Transporte y Comunicaciones	401	181	65
9	Intermediación Financiera y Servicios Empresariales	1.198	325	129
10	Propiedad de Vivienda	77	0	
11	Servicios Sociales y Personales	203		
12	Administración Pública			
Total de Costos de Producción		11.196	2.286	1.483



PRODUCCIÓN Y SU ESTRUCTURA DE COSTOS AÑO 2010

FICHAS SECTORIALES COQUIMBO				
Pesca				
Composición del Costo PIB		Año 2010		
Producción BRUTA Total		39.901		
Valor Agregado Sector		18.426		
Costos Sector Mill \$ 2008		Costos Intermedio de producción		
		Regional	Resto País	Importada
1	Agropecuaria Silvícola	58	322	0
2	Pesca Extractiva	9.374	53	54
3	Minería	10	1.771	0
4	Industria Manufacturera	1.617		2.072
5	Electricidad, Gas y Agua	296	196	
6	Construcción	156	1	
7	Comercio, Hoteles y Restaurantes	1.575	219	
8	Transporte y Comunicaciones	632	286	12
9	Intermediación Financiera y Servicios Empresariales	1.832	497	42
10	Propiedad de Vivienda	111	0	
11	Servicios Sociales y Personales	291		
12	Administración Pública			
Total de Costos de Producción		15.952	3.343	2.180



La ficha de costos asociada a este sector muestra la composición de costos en bienes intermedios que requiere este sector económico en sus sistemas de producción.

Para ambos periodos, se aprecia una autonomía en el sistema de producción regional para este sector. Menos de 20% de los insumos intermedios no se producen en la misma región.

En cuanto a la estructura de costos por dependencia intersectorial, la principal componente de costos

proviene de los insumos adquiridos al mismo sector. El otro ítem de costo relevante se concentra en el sector industrial, en el comercio, y en los servicios financieros y empresariales

En cuanto al balance oferta/demanda, la demanda regional es plenamente abastecida por la producción regional, no requiriéndose de importaciones, y el que el mercado predominante de este sector se concentra en las exportaciones hacia el resto del país.

Diferencias relevantes del 2010 respecto 1996

- Mantención de autonomía productiva regional para abastecer las demandas del mercado regional, no importando bienes finales.
- Cambio importante en la estructura de ingresos, empezando a ser predominante el mercado de las exportaciones fuera del país.

8.3 FICHA EVOLUCIÓN SISTEMA PRODUCTIVO SECTOR MINERIA 1996-2010

Descripción

El sector minero se divide en cinco sub-actividades, en función del principal mineral que se obtiene de la explotación: cobre, carbón, petróleo y gas natural, hierro y otros minerales. En esta última categoría se distinguen los otros minerales metálicos (ej. oro y plata) de los no metálicos (piedras, arena, arcilla, etc.). La mayor relevancia corresponde a la actividad cobre.

PRODUCCIÓN Y SU ESTRUCTURA DE COSTOS AÑO 1996

FICHAS SECTORIALES COQUIMBO				
Minería				
Composición del Costo PIB		Año 1996		
Producción BRUTA Total	132.212			
Valor Agregado Sector	70.549			
Costos Sector Mill \$ 1996	Costos Intermedio de producción			TOTAL Costos
	Regional	Resto País	Importada	
1 Agropecuario Silvícola	2	235	0	237
2 Pesca Extractiva				
3 Minería	4.405	1.758	1.360	7.524
4 Industria Manufacturera	2.372	6.883	10.041	19.296
5 Electricidad, Gas y Agua	2.919	2.970		5.889
6 Construcción	145	1		145
7 Comercio, Hoteles y Restaurantes	5.658	1.007		6.665
8 Transporte y Comunicaciones	8.355	2.342	114	10.812
9 Intermediación Financiera y Servicios Empresariales	6.823	3.226	60	10.109
10 Propiedad de Vivienda	702	1		702
11 Servicios Sociales y Personales	285			285
12 Administración Pública				
Total de Costos de Producción	31.665	18.424	11.575	61.663

FICHAS SECTORIALES COQUIMBO																												
Minería																												
Total de Costos de Producción		31.665	18.424	11.575	61.663																							
ESTRUCTURA COSTOS																												
ESTRUCTURA INGRESOS																												
<table border="1"> <tr><td colspan="2">PRODUCCIÓN E IMPORTACIONES FINALES</td></tr> <tr><td>Minería</td><td>132.212</td></tr> <tr><td>Productos Finales Región =</td><td>132.212</td></tr> <tr><td>Bienes Importados RP; Ext</td><td></td></tr> <tr><td>Resto País =</td><td>-346</td></tr> <tr><td>Exterior =</td><td>346</td></tr> <tr><td colspan="2">VENTAS DEL SECTOR</td></tr> <tr><td>Intermedia</td><td>10.308</td></tr> <tr><td>FBCF y Exist.</td><td>4.007</td></tr> <tr><td>consumo final</td><td>644</td></tr> <tr><td>Export_Fuera País</td><td>104.086</td></tr> <tr><td>Export Resto País</td><td>13.168</td></tr> </table>					PRODUCCIÓN E IMPORTACIONES FINALES		Minería	132.212	Productos Finales Región =	132.212	Bienes Importados RP; Ext		Resto País =	-346	Exterior =	346	VENTAS DEL SECTOR		Intermedia	10.308	FBCF y Exist.	4.007	consumo final	644	Export_Fuera País	104.086	Export Resto País	13.168
PRODUCCIÓN E IMPORTACIONES FINALES																												
Minería	132.212																											
Productos Finales Región =	132.212																											
Bienes Importados RP; Ext																												
Resto País =	-346																											
Exterior =	346																											
VENTAS DEL SECTOR																												
Intermedia	10.308																											
FBCF y Exist.	4.007																											
consumo final	644																											
Export_Fuera País	104.086																											
Export Resto País	13.168																											
<table border="1"> <tr><td>1 Agropecuario Silvícola</td><td>7</td></tr> <tr><td>2 Pesca Extractiva</td><td>7</td></tr> <tr><td>3 Minería</td><td>4.405</td></tr> <tr><td>4 Industria Manufacturera</td><td>745</td></tr> <tr><td>5 Electricidad, Gas y Agua</td><td>9</td></tr> <tr><td>6 Construcción</td><td>4.599</td></tr> <tr><td>7 Comercio, Hoteles y Restaurantes</td><td>38</td></tr> <tr><td>8 Transporte y Comunicaciones</td><td>0</td></tr> <tr><td>9 Intermediación Financiera y Servicios Empresariales</td><td>21</td></tr> <tr><td>10 Propiedad de Vivienda</td><td>0</td></tr> <tr><td>11 Servicios Sociales y Personales</td><td>12</td></tr> <tr><td>12 Administración Pública</td><td>1</td></tr> </table>					1 Agropecuario Silvícola	7	2 Pesca Extractiva	7	3 Minería	4.405	4 Industria Manufacturera	745	5 Electricidad, Gas y Agua	9	6 Construcción	4.599	7 Comercio, Hoteles y Restaurantes	38	8 Transporte y Comunicaciones	0	9 Intermediación Financiera y Servicios Empresariales	21	10 Propiedad de Vivienda	0	11 Servicios Sociales y Personales	12	12 Administración Pública	1
1 Agropecuario Silvícola	7																											
2 Pesca Extractiva	7																											
3 Minería	4.405																											
4 Industria Manufacturera	745																											
5 Electricidad, Gas y Agua	9																											
6 Construcción	4.599																											
7 Comercio, Hoteles y Restaurantes	38																											
8 Transporte y Comunicaciones	0																											
9 Intermediación Financiera y Servicios Empresariales	21																											
10 Propiedad de Vivienda	0																											
11 Servicios Sociales y Personales	12																											
12 Administración Pública	1																											

PRODUCCIÓN Y SU ESTRUCTURA DE COSTOS AÑO 2010

FICHAS SECTORIALES COQUIMBO				
Minería				
Composición del Costo PIB		Año 2010		
Producción BRUTA Total	1.784.112			
Valor Agregado Sector	1.109.922			
Costos Sector Mill \$ 2008	Costos Intermedio de producción			TOTAL Costos
	Regional	Resto País	Importada	
1 Agropecuario Silvícola	23	3.174		3.197
2 Pesca Extractiva				
3 Minería	60.455	24.132	16.928	101.515
4 Industria Manufacturera	40.739	118.232	101.345	260.316
5 Electricidad, Gas y Agua	39.389	40.079	0	79.467
6 Construcción	1.953	7		1.958
7 Comercio, Hoteles y Restaurantes	74.886	13.326	1.726	89.937
8 Transporte y Comunicaciones	113.950	31.946		145.896
9 Intermediación Financiera y Servicios Empresariales	86.989	41.124	8.325	136.438
10 Propiedad de Vivienda	9.466	9		9.475
11 Servicios Sociales y Personales	3.840			3.840
12 Administración Pública				
Total de Costos de Producción	431.666	272.029	128.325	832.019

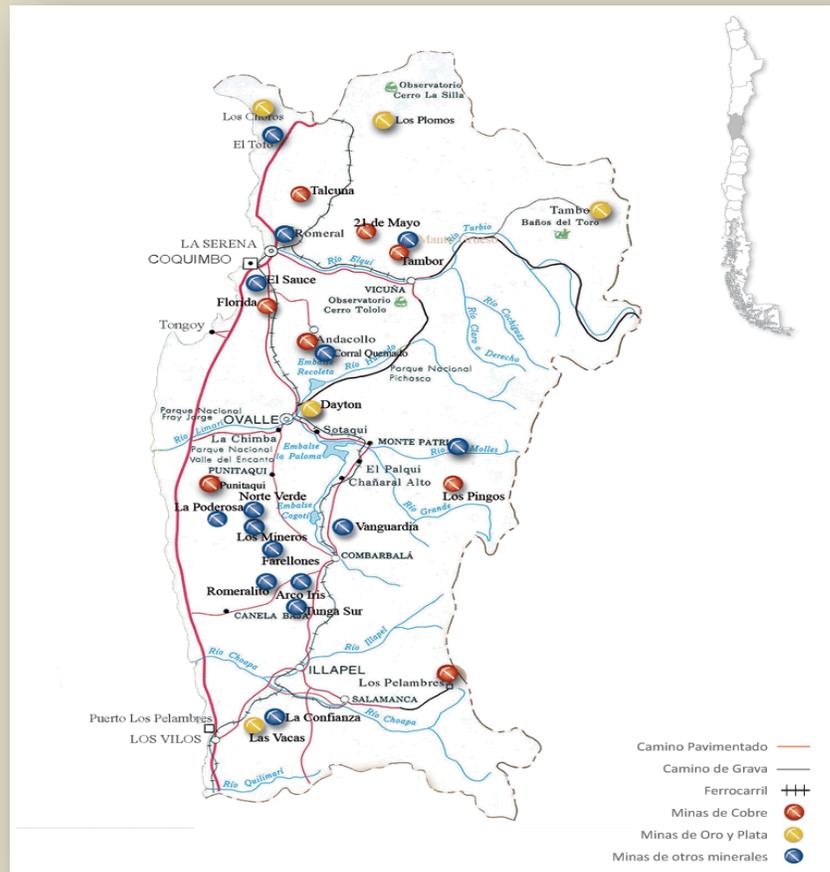
FICHAS SECTORIALES COQUIMBO																												
Minería																												
Total de Costos de Producción		431.666	272.029	128.325	832.019																							
ESTRUCTURA COSTOS																												
ESTRUCTURA INGRESOS																												
<table border="1"> <tr><td colspan="2">PRODUCCIÓN E IMPORTACIONES FINALES</td></tr> <tr><td>Minería</td><td>1.941.341</td></tr> <tr><td>Productos Finales Región =</td><td>1.941.341</td></tr> <tr><td>Bienes Importados RP; Ext</td><td></td></tr> <tr><td>Resto País =</td><td>-6.553</td></tr> <tr><td>Exterior =</td><td>6.553</td></tr> <tr><td colspan="2">VENTAS DEL SECTOR</td></tr> <tr><td>Intermedia</td><td>73.586</td></tr> <tr><td>FBCF y Exist.</td><td>-106</td></tr> <tr><td>consumo final</td><td>38</td></tr> <tr><td>Export_Fuera País</td><td>1.736.126</td></tr> <tr><td>Export Resto País</td><td>132.318</td></tr> </table>					PRODUCCIÓN E IMPORTACIONES FINALES		Minería	1.941.341	Productos Finales Región =	1.941.341	Bienes Importados RP; Ext		Resto País =	-6.553	Exterior =	6.553	VENTAS DEL SECTOR		Intermedia	73.586	FBCF y Exist.	-106	consumo final	38	Export_Fuera País	1.736.126	Export Resto País	132.318
PRODUCCIÓN E IMPORTACIONES FINALES																												
Minería	1.941.341																											
Productos Finales Región =	1.941.341																											
Bienes Importados RP; Ext																												
Resto País =	-6.553																											
Exterior =	6.553																											
VENTAS DEL SECTOR																												
Intermedia	73.586																											
FBCF y Exist.	-106																											
consumo final	38																											
Export_Fuera País	1.736.126																											
Export Resto País	132.318																											
<table border="1"> <tr><td>1 Agropecuario Silvícola</td><td>1036</td></tr> <tr><td>2 Pesca Extractiva</td><td>10</td></tr> <tr><td>3 Minería</td><td>60.455</td></tr> <tr><td>4 Industria Manufacturera</td><td>1.382</td></tr> <tr><td>5 Electricidad, Gas y Agua</td><td>30</td></tr> <tr><td>6 Construcción</td><td>10.341</td></tr> <tr><td>7 Comercio, Hoteles y Restaurantes</td><td>215</td></tr> <tr><td>8 Transporte y Comunicaciones</td><td>58</td></tr> <tr><td>9 Intermediación Financiera y Servicios Empresariales</td><td>52</td></tr> <tr><td>10 Propiedad de Vivienda</td><td>1</td></tr> <tr><td>11 Servicios Sociales y Personales</td><td>52</td></tr> <tr><td>12 Administración Pública</td><td>6</td></tr> </table>					1 Agropecuario Silvícola	1036	2 Pesca Extractiva	10	3 Minería	60.455	4 Industria Manufacturera	1.382	5 Electricidad, Gas y Agua	30	6 Construcción	10.341	7 Comercio, Hoteles y Restaurantes	215	8 Transporte y Comunicaciones	58	9 Intermediación Financiera y Servicios Empresariales	52	10 Propiedad de Vivienda	1	11 Servicios Sociales y Personales	52	12 Administración Pública	6
1 Agropecuario Silvícola	1036																											
2 Pesca Extractiva	10																											
3 Minería	60.455																											
4 Industria Manufacturera	1.382																											
5 Electricidad, Gas y Agua	30																											
6 Construcción	10.341																											
7 Comercio, Hoteles y Restaurantes	215																											
8 Transporte y Comunicaciones	58																											
9 Intermediación Financiera y Servicios Empresariales	52																											
10 Propiedad de Vivienda	1																											
11 Servicios Sociales y Personales	52																											
12 Administración Pública	6																											

Diferencias relevantes del 2010 respecto 1996

- Mantención de autonomía productiva regional para abastecer las demandas del mercado regional, no importando bienes finales.
- Cambio importante en la estructura de ingresos, empezando a ser predominante el mercado de las exportaciones fuera del país.

La IV Región ha contado con una gran cantidad de explotaciones mineras (minas y plantas), que según el documento Mapas y Estadísticas de Faenas Mineras de Chile (SERNAGEOMIN/2000) asciende a 431 instalaciones en que predomina ampliamente la pequeña minería. También se registran en la Región importantes yacimientos mineros en explotación o en proyecto. Entre los que destacan:

- Los Pelambres, yacimiento de cobre ubicado en la comuna de Salamanca
- Andacollo, yacimiento de cobre y oro ubicado en la comuna de Coquimbo
- El Romeral, yacimiento de hierro, en la comuna de La Serena
- El Tofo, yacimiento de hierro en la comuna de La Serena
- Pascua Nevada, yacimiento de oro en la comuna de Vicuña.



Producción Minera Metálica IV-Región COQUIMBO

Tal como se ha expresado en párrafos anteriores de este informe, más allá de describir el comportamiento económico de la Región, lo que se pretende es determinar las magnitudes físicas y monetarias de las

producciones correspondientes al sector Minería de las Cuentas Nacionales, con el fin último de vincular estos valores con los requerimientos del factor hídrico.

Los cuadros siguientes muestran la evolución de los niveles de producción de los principales productos mineros de la Región, y sus respectivas variaciones de precios. Estas estadísticas permitirán calibrar las cifras de la MIP regional para los años bases, y con ella realizar proyecciones de escenarios para así evaluar el impacto en la matriz hídrica de la región.

Producción MINERA IV REGION COQUIMBO						
METALICOS	Unidades	1996	2001	2003	2009	2010
COBRE	(tmf)	75.225	429.666	370.115	365.243	488.787
MOLIBDENO (tmf)	(tmf)		6.933	8.689	7.793	8.791
ORO	(Kg-Fino)	15.109	7.433	1.331	2.604	2.841
PLATA	(Kg-Fino)	91.444	62.183	43.177	61.064	66.206
HIERRO	(tmf)	4.126.121	3.430.311	1.946.001	1.792.203	2.161.067
MANGANESO	(tmf)	62.887	31.320	19.641	5.722	0
SUMA ARITMETICA		4.370.786	3.967.846	2.388.954	2.234.629	2.727.692

Cuadro 4.4.4 Producción Minera Metálica IV Región

Fuente: Anuario Estadístico Sernageoamin/ Cochilco

INDICES METALICOS	Unidades	1996	2001	2003	2009	2010
COBRE		20	116	100	99	132
MOLIBDENO (tmf)		0	80	100	90	101
ORO		1.135	558	100	196	213
PLATA		212	144	100	141	153
HIERRO		212	176	100	92	111
MANGANESO		320	159	100	29	0

Cuadro 4.4.5 Índice de Producción Metálica IV Región

Fuente: Anuario Estadístico Sernageoamin/ Cochilco

Aunque el cuadro siguiente es auto-explicativo, se destaca la evolución de los precios internacionales de todos los productos mineros que se elaboran en la región, los que en promedio se han cuadruplicado en el periodo 2003-2010.

Precios Producción MINERA IV.REGION COQUIMBO						
METALICOS	Precios	1996	2001	2003	2009	2010
COBRE	US\$/lb		71,6	80,7	234,2	341,9
MOLIBDENO (tmf)	US\$/lb		2,4	5,3	11,8	15,8
ORO	US\$/Oz		271,1	363,7	972,0	1.224,0

PLATA	US\$/Oz		4,4	4,9	14,7	20,2
HIERRO	US\$/Ton		29	26	83	92
MANGANESO	(tmf)					
			33,40	34,00	106,42	135,58
INDICE (BASE 2003=100)			98,25	100,00	313,03	398,79

Cuadro 4.4.6 Precios Productos Metálica IV Región

Fuente: Anuario Estadístico Sernageoamin/ Cochilco

METALICOS	Unidades	1996	2001	2003	2009	2010
COBRE	(tmf)		89	100	290	424
MOLIBDENO (tmf)	(tmf)		44	100	221	297
ORO	(Kg-Fino)		75	100	267	337
PLATA	(Kg-Fino)		90	100	301	414
HIERRO	(tmf)		112	100	319	352

Cuadro 4.4.7 Índice de Precios Productos Metálica IV Región

Fuente: Anuario Estadístico Sernageoamin/ Cochilco

Tasa de Consumo Aguas

La tasa de consumo hídrico para la minería, se asocia esencialmente a la minería del Cobre, y el indicador de producción relevante en este caso lo constituye el ritmo diario de producción medido en toneladas de mineral procesadas por día en las plantas concentradoras.

El coeficiente de uso estándar varía entre **0,6 y 1,2 m3** por tonelada de mineral procesada.

Evaluado en términos de caudal, equivale a **6,9 → 13,8 lps/KTPD**

8.4 FICHA EVOLUCIÓN SISTEMA PRODUCTIVO SECTOR INDUSTRIA MANUFACTURA 1996-2010

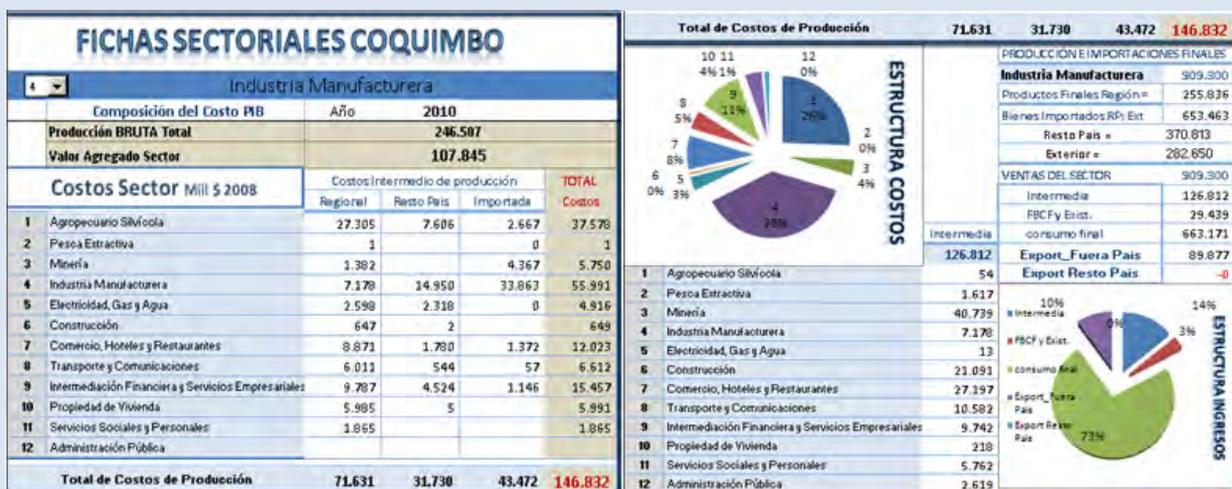
Descripción

La industria manufacturera es una agrupación de diversas actividades cuyas unidades de producción (empresas y establecimientos) se dedican principalmente a la transformación de materias primas y materiales en productos nuevos. Es decir, esta actividad se desarrolla entre las actividades primarias (agropecuario-silvícola, minería y pesca), que normalmente la proveen de materias primas, y los canales de distribución (transporte y comercio) que traspasan sus productos a los diferentes destinos

PRODUCCIÓN Y SU ESTRUCTURA DE COSTOS AÑO 1996



PRODUCCIÓN Y SU ESTRUCTURA DE COSTOS AÑO 2010



8.5 FICHA EVOLUCIÓN SISTEMA PRODUCTIVO SECTOR ELECTRICIDAD-GAS-AGUA 1996-2010

Descripción

Las sub-actividades que componen el sector son la electricidad, el gas y el agua. En el primer caso, se considera la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica para uso residencial, industrial y comercial. La electricidad producida puede ser de origen hidráulico, convencional, térmico, geotérmico y solar, entre otros. La sub-actividad gas considera la distribución de combustibles gaseosos por sistemas de tuberías para su venta a usuarios industriales, comerciales, residenciales y otros. Por su parte, la sub-actividad agua comprende la captación, depuración y distribución de agua potable para su venta a usuarios industriales, comerciales, residenciales y otros. Además, incluye los servicios de recolección y tratamiento de aguas servidas.

PRODUCCIÓN Y SU ESTRUCTURA DE COSTOS AÑO 1996

FICHAS SECTORIALES COQUIMBO				
Electricidad, Gas y Agua				
Composición del Costo PIB				
Año 1996				
Producción BRUTA Total	18.971			
Valor Agregado Sector	14.357			
Costos Sector Mill \$ 1996	Costos Intermedio de producción			TOTAL Costos
	Regional	Resto País	Importada	
1 Agropecuario Silvícola	0	5	0	5
2 Pesca Extractiva				
3 Minería	9		197	206
4 Industria Manufacturera	56	651	456	1.162
5 Electricidad, Gas y Agua	240	241		481
6 Construcción	258	1		259
7 Comercio, Hoteles y Restaurantes	185	33		218
8 Transporte y Comunicaciones	123	38	9	170
9 Intermediación Financiera y Servicios Empresariales	1.277	627	18	1.922
10 Propiedad de Vivienda	174	0		174
11 Servicios Sociales y Personales	16			16
12 Administración Pública				
Total de Costos de Producción	2.338	1.595	681	4.614

FICHAS SECTORIALES COQUIMBO																																
Electricidad, Gas y Agua																																
Total de Costos de Producción																																
Año 1996																																
2.338	1.595	681	4.614																													
ESTRUCTURA COSTOS																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">PRODUCCIÓN E IMPORTACIONES FINALES</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Electricidad, Gas y Agua</th> </tr> <tr> <td>Productos Finales Región=</td> <td>27.591</td> </tr> <tr> <td>Bienes Importados RP/ Ext</td> <td>8.620</td> </tr> <tr> <td>Resto País =</td> <td>8.619</td> </tr> <tr> <td>Exterior =</td> <td>1</td> </tr> <tr> <th colspan="2">VENTAS DEL SECTOR</th> </tr> <tr> <td>Intermedia</td> <td>27.591</td> </tr> <tr> <td>FBCF y Exist.</td> <td>9.539</td> </tr> <tr> <td>consumo final</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Export_Fuera País</td> <td>38.971</td> </tr> <tr> <td>Export Resto País</td> <td>8.620</td> </tr> <tr> <td>Export Resto País</td> <td>-0</td> </tr> </thead></table>					PRODUCCIÓN E IMPORTACIONES FINALES		Electricidad, Gas y Agua		Productos Finales Región=	27.591	Bienes Importados RP/ Ext	8.620	Resto País =	8.619	Exterior =	1	VENTAS DEL SECTOR		Intermedia	27.591	FBCF y Exist.	9.539	consumo final	0	Export_Fuera País	38.971	Export Resto País	8.620	Export Resto País	-0		
PRODUCCIÓN E IMPORTACIONES FINALES																																
Electricidad, Gas y Agua																																
Productos Finales Región=	27.591																															
Bienes Importados RP/ Ext	8.620																															
Resto País =	8.619																															
Exterior =	1																															
VENTAS DEL SECTOR																																
Intermedia	27.591																															
FBCF y Exist.	9.539																															
consumo final	0																															
Export_Fuera País	38.971																															
Export Resto País	8.620																															
Export Resto País	-0																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">ESTRUCTURA INGRESOS</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Intermedia</th> </tr> <tr> <td>Intermedia</td> <td>9.539</td> </tr> <tr> <td>FBCF y Exist.</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>consumo final</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>Export_Fuera País</td> <td>65%</td> </tr> <tr> <td>Export Resto País</td> <td>0%</td> </tr> </thead></table>					ESTRUCTURA INGRESOS		Intermedia		Intermedia	9.539	FBCF y Exist.	0%	consumo final	0%	Export_Fuera País	65%	Export Resto País	0%														
ESTRUCTURA INGRESOS																																
Intermedia																																
Intermedia	9.539																															
FBCF y Exist.	0%																															
consumo final	0%																															
Export_Fuera País	65%																															
Export Resto País	0%																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">ESTRUCTURA COSTOS</th> </tr> <tr> <th colspan="2">1996</th> </tr> <tr> <td>1 Agropecuario Silvícola</td> <td>281</td> </tr> <tr> <td>2 Pesca Extractiva</td> <td>207</td> </tr> <tr> <td>3 Minería</td> <td>2.919</td> </tr> <tr> <td>4 Industria Manufacturera</td> <td>1.401</td> </tr> <tr> <td>5 Electricidad, Gas y Agua</td> <td>240</td> </tr> <tr> <td>6 Construcción</td> <td>448</td> </tr> <tr> <td>7 Comercio, Hoteles y Restaurantes</td> <td>1.277</td> </tr> <tr> <td>8 Transporte y Comunicaciones</td> <td>382</td> </tr> <tr> <td>9 Intermediación Financiera y Servicios Empresariales</td> <td>488</td> </tr> <tr> <td>10 Propiedad de Vivienda</td> <td>270</td> </tr> <tr> <td>11 Servicios Sociales y Personales</td> <td>536</td> </tr> <tr> <td>12 Administración Pública</td> <td>1.091</td> </tr> </thead></table>					ESTRUCTURA COSTOS		1996		1 Agropecuario Silvícola	281	2 Pesca Extractiva	207	3 Minería	2.919	4 Industria Manufacturera	1.401	5 Electricidad, Gas y Agua	240	6 Construcción	448	7 Comercio, Hoteles y Restaurantes	1.277	8 Transporte y Comunicaciones	382	9 Intermediación Financiera y Servicios Empresariales	488	10 Propiedad de Vivienda	270	11 Servicios Sociales y Personales	536	12 Administración Pública	1.091
ESTRUCTURA COSTOS																																
1996																																
1 Agropecuario Silvícola	281																															
2 Pesca Extractiva	207																															
3 Minería	2.919																															
4 Industria Manufacturera	1.401																															
5 Electricidad, Gas y Agua	240																															
6 Construcción	448																															
7 Comercio, Hoteles y Restaurantes	1.277																															
8 Transporte y Comunicaciones	382																															
9 Intermediación Financiera y Servicios Empresariales	488																															
10 Propiedad de Vivienda	270																															
11 Servicios Sociales y Personales	536																															
12 Administración Pública	1.091																															

PRODUCCIÓN Y SU ESTRUCTURA DE COSTOS AÑO 2010

FICHAS SECTORIALES COQUIMBO				
Electricidad, Gas y Agua				
Composición del Costo PIB				
Año 2010				
Producción BRUTA Total	60.340			
Valor Agregado Sector	45.666			
Costos Sector Mill \$ 2008	Costos Intermedio de producción			TOTAL Costos
	Regional	Resto País	Importada	
1 Agropecuario Silvícola	0	15		15
2 Pesca Extractiva				
3 Minería	30		627	656
4 Industria Manufacturera	13	351	3.533	3.697
5 Electricidad, Gas y Agua	670	673	186	1.529
6 Construcción	820	3		823
7 Comercio, Hoteles y Restaurantes	588	105		693
8 Transporte y Comunicaciones	412	128		540
9 Intermediación Financiera y Servicios Empresariales	3.656	1.795	662	6.113
10 Propiedad de Vivienda	554	1		555
11 Servicios Sociales y Personales	52			52
12 Administración Pública				
Total de Costos de Producción	6.796	2.870	5.008	14.674

FICHAS SECTORIALES COQUIMBO																																
Electricidad, Gas y Agua																																
Total de Costos de Producción																																
Año 2010																																
6.796	2.870	5.008	14.674																													
ESTRUCTURA COSTOS																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">PRODUCCIÓN E IMPORTACIONES FINALES</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Electricidad, Gas y Agua</th> </tr> <tr> <td>Productos Finales Región=</td> <td>60.340</td> </tr> <tr> <td>Bienes Importados RP/ Ext</td> <td>79.192</td> </tr> <tr> <td>Resto País =</td> <td>73.192</td> </tr> <tr> <td>Exterior =</td> <td></td> </tr> <tr> <th colspan="2">VENTAS DEL SECTOR</th> </tr> <tr> <td>Intermedia</td> <td>189.531</td> </tr> <tr> <td>FBCF y Exist.</td> <td>64.324</td> </tr> <tr> <td>consumo final</td> <td>75.208</td> </tr> <tr> <td>Export_Fuera País</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Export Resto País</td> <td>-0</td> </tr> </thead></table>					PRODUCCIÓN E IMPORTACIONES FINALES		Electricidad, Gas y Agua		Productos Finales Región=	60.340	Bienes Importados RP/ Ext	79.192	Resto País =	73.192	Exterior =		VENTAS DEL SECTOR		Intermedia	189.531	FBCF y Exist.	64.324	consumo final	75.208	Export_Fuera País		Export Resto País	-0				
PRODUCCIÓN E IMPORTACIONES FINALES																																
Electricidad, Gas y Agua																																
Productos Finales Región=	60.340																															
Bienes Importados RP/ Ext	79.192																															
Resto País =	73.192																															
Exterior =																																
VENTAS DEL SECTOR																																
Intermedia	189.531																															
FBCF y Exist.	64.324																															
consumo final	75.208																															
Export_Fuera País																																
Export Resto País	-0																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">ESTRUCTURA INGRESOS</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Intermedia</th> </tr> <tr> <td>Intermedia</td> <td>64.324</td> </tr> <tr> <td>FBCF y Exist.</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>consumo final</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>Export_Fuera País</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>Export Resto País</td> <td>0%</td> </tr> </thead></table>					ESTRUCTURA INGRESOS		Intermedia		Intermedia	64.324	FBCF y Exist.	0%	consumo final	0%	Export_Fuera País	0%	Export Resto País	0%														
ESTRUCTURA INGRESOS																																
Intermedia																																
Intermedia	64.324																															
FBCF y Exist.	0%																															
consumo final	0%																															
Export_Fuera País	0%																															
Export Resto País	0%																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">ESTRUCTURA COSTOS</th> </tr> <tr> <th colspan="2">2010</th> </tr> <tr> <td>1 Agropecuario Silvícola</td> <td>626</td> </tr> <tr> <td>2 Pesca Extractiva</td> <td>296</td> </tr> <tr> <td>3 Minería</td> <td>39.389</td> </tr> <tr> <td>4 Industria Manufacturera</td> <td>2.598</td> </tr> <tr> <td>5 Electricidad, Gas y Agua</td> <td>670</td> </tr> <tr> <td>6 Construcción</td> <td>1.022</td> </tr> <tr> <td>7 Comercio, Hoteles y Restaurantes</td> <td>7.204</td> </tr> <tr> <td>8 Transporte y Comunicaciones</td> <td>2.093</td> </tr> <tr> <td>9 Intermediación Financiera y Servicios Empresariales</td> <td>1.366</td> </tr> <tr> <td>10 Propiedad de Vivienda</td> <td>622</td> </tr> <tr> <td>11 Servicios Sociales y Personales</td> <td>2.392</td> </tr> <tr> <td>12 Administración Pública</td> <td>6.045</td> </tr> </thead></table>					ESTRUCTURA COSTOS		2010		1 Agropecuario Silvícola	626	2 Pesca Extractiva	296	3 Minería	39.389	4 Industria Manufacturera	2.598	5 Electricidad, Gas y Agua	670	6 Construcción	1.022	7 Comercio, Hoteles y Restaurantes	7.204	8 Transporte y Comunicaciones	2.093	9 Intermediación Financiera y Servicios Empresariales	1.366	10 Propiedad de Vivienda	622	11 Servicios Sociales y Personales	2.392	12 Administración Pública	6.045
ESTRUCTURA COSTOS																																
2010																																
1 Agropecuario Silvícola	626																															
2 Pesca Extractiva	296																															
3 Minería	39.389																															
4 Industria Manufacturera	2.598																															
5 Electricidad, Gas y Agua	670																															
6 Construcción	1.022																															
7 Comercio, Hoteles y Restaurantes	7.204																															
8 Transporte y Comunicaciones	2.093																															
9 Intermediación Financiera y Servicios Empresariales	1.366																															
10 Propiedad de Vivienda	622																															
11 Servicios Sociales y Personales	2.392																															
12 Administración Pública	6.045																															

Sector Energía

Generación de energía Región COQUIMBO

GW-h Años	TOTAL PAÍS	IV de Coquimbo	Térmica	Hidráulica	Eólica
2007	57.722	78	18,0	60,0	-
2008	58.708	195	63,0	101,0	31,0
2009	58.392	242	97,0	88,0	57,0
P/2010	60.159	335	78,0	53,0	204,0

Distribución Energía Región

GW-h Años	TOTAL PAÍS	IV de Coquimbo	Residencial	Comercial	Minero	Agrícola	Industrial	Varios
2007	58.043	1.964	312,0	160,0	1.185,0	115,0	104,0	88,0
2008	58.877	2.254	302,0	162,0	1.204,0	117,0	120,0	349,0
2009	58.427	2.119	314,0	163,0	1.204,0	122,0	102,0	214,0
P/2010	59.190	2.303	329,0	171,0	1.416,0	125,0	100,0	162,0

Cuenca Limarí (Estimaciones de Consumo Agua Potable, Estudio Cazalac)

Cuadro 6-58
Porcentaje de uso efectivo de los derechos

Localidad	Producción Promedio 2000-2003	Caudal prom. (l/s)	Derechos (l/s)	% de uso de los derechos	% Pérdida	Pobl. Abast. (hab)	Fuente
Ovalle	5342694	169	300 l/s, 308 acc.perm y 300 acc.ev.	43,0	36	74109	NO-1203
Combarbalá	370755	12	4,9 l/s y 100 acc.	33,0	20	7368	NO-0801 y AC-11
Monte Patria	359764	11	27,0	41,0	20	5838	AC-09
Punitaqui	237826	8	48,6	16,0	30	5821	AC-27
Chafaral Alto	212460	7	6,5 l/s y 18 acc.	74,5	27	3255	AC-14
Sotaqui	115666	4	24,7	16,2	17	2485	AC-17
Huamala	51905	2	14,5	13,8	19	963	AC-23
El Palqui	278471	9	46,0	19,6	24	4680	AC-15
Total		222					

Las acciones de los canales aguas abajo de los embalses valen aprox. 5000 m³/año, o sea, 0,16 l/s.
Las acciones de río se asumieron a 10.000 m³/año, o sea, 0,32 l/s

EIQUI (Estimaciones de Consumo Agua Potable, Estudio Cazalac)

Cuadro 5-59
Porcentaje de uso efectivo de los derechos y porcentaje de pérdidas

Localidad abastecida	Prod 2000	Prod 2001	Prod 2002	Prod 2003	Producción Promedio	% de los Derechos	% pérdida	N° Aranques	Pobl. Abast.	Tipo PTAS
	M m3	%	%		hab.					
La Serena Coquimbo	24017016	23714959	23096495	23908741	23684303	33	24	95526	334341	Emisario Submarino
Paihuano	99396	109401	117853	114715	110091	32	35	468	1638	Lodos Activados
Peralillo	159483	148032	157964	164872	157588	31	20	689	2412	Lodos Activados
Vicuña	802221	882883	864273	899473	862213	40	24	3685	12898	Lagunas Aireadas
Andacollo	458899	468564	462519	473351	465833	25	20	3111	10889	Laguna Aireada
Guanaqueros	252460	240258	255350	306839	263727	25	36	1267	4435	Lodos activados
Tongoy	607180	654273	639262	691010	647931	25	25	2147	7515	Sin información
TOTAL					831 l/s				374128	

Cuenca CHOAPA (Estimaciones de Consumo Agua Potable, Estudio Cazalac)

Cuadro 7-54
Porcentaje de uso efectivo de los derechos

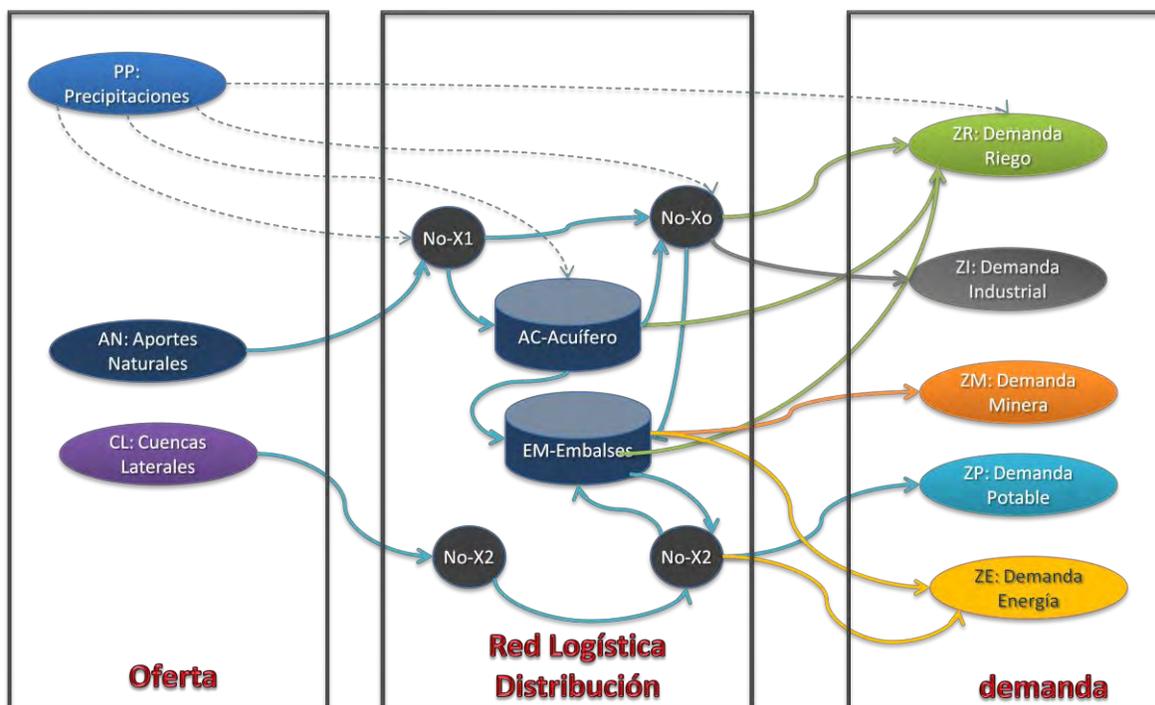
Localidad abastecida	Promedio 4 años	Caudal promedio	% de los Derechos	% pérdida	N° Aranques	Pobl. Abast.	Tipo PTAS
	Mill. m3	m3/s	%	%		hab	
Canela Alta	70693,75	0,002	50	31	424	1484	Lo.Activ
Canela Baja	116261,75	0,004	33	28	673	2356	Lo.Activ
Illapel	1354634,75	0,043	37	26	6860	24010	Lag.Airea
Salamanca	814398,5	0,026	65	22	3962	13867	Lag.Airea
Total		0,075	44%				

9 CONCILIACIÓN DE LA OFERTA/DEMANDA HÍDRICA REGIONAL

El análisis de la oferta hídrica se encuentra desarrollado detalladamente en la segunda sección de este informe. En esta sección en particular sólo se resumen los aspectos relevantes de este desarrollo de modo de exponer una visión integrada y correlacionada entre las variables que describen el comportamiento de la oferta hídrica con sus impactos en los indicadores económicos de la región.

9.1 Visión del Mapa Hídrico Regional

La oferta hídrica de la región de Coquimbo se segmenta en sus tres cuencas principales: ELAQUI; LIMARÍ; Y CHOAPA. El sistema de distribución hídrica de cada una de las cuencas puede asimilarse a un modelo logístico de abastecimiento, en donde básicamente existe un solo bien a gestionar, el agua. Por otra parte, tanto las cantidades como la estructura general de los flujos y opciones de almacenamiento intermedio, son provistos por la naturaleza. Las decisiones de gestión del hombre en este escenario, esencialmente se circunscriben a la administración de la demanda, y eventualmente a la optimización de los sistemas de almacenamiento, tranques y embalses, y disminución de pérdidas por distribución.



Y tal como se aprecia de la figura esquemática anterior, en la topología general de la red hídrica se distinguen tres grandes secciones:

- **La oferta hídrica;** Representada por nodos que caracterizan las **precipitaciones**, otros que caracterizan los **aportes naturales**, y finalmente, nodos representativos de la disposición hídrica que ingresa a la zona de gestión por medio de **cuencas laterales**.

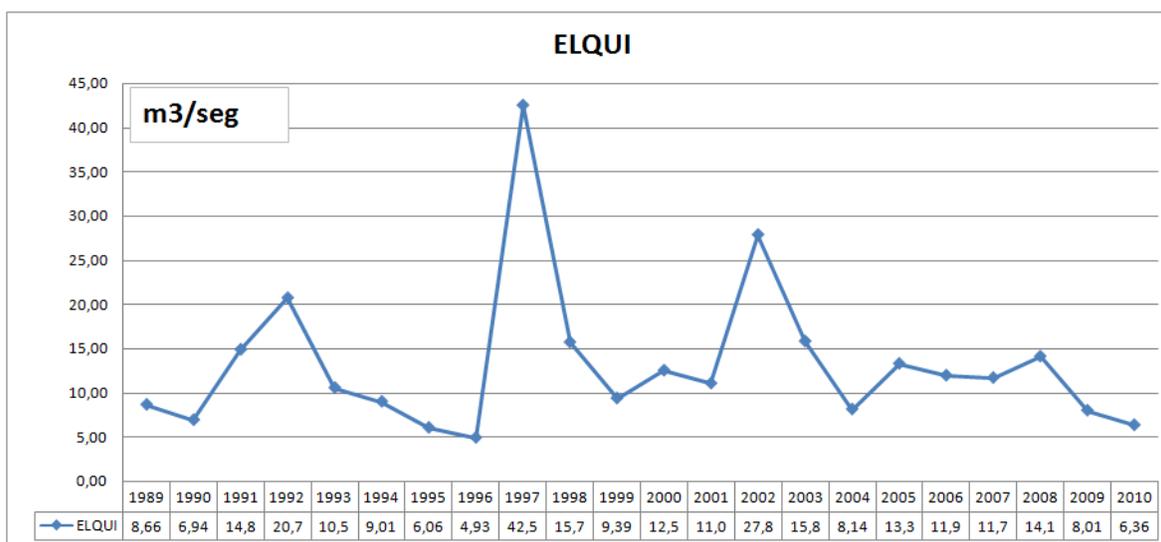
- **La demanda hídrica;** Que representa las necesidades del recurso desde las diferentes actividades económicas, en las cuales el recurso hídrico es fundamental: Riego; Minería; Agua Potable; Energía e Industrias en general.
- **La red natural de distribución logística;** La cual representa las rutas de traspaso y transferencias, que sigue el agua a través de la cuenca, como también los nodos de almacenamiento natural (acuíferos) y artificial (Embalses y Tranques).

9.2 Cuenca ELQUI

9.2.1 La Oferta Hídrica

En la gráfica siguiente se muestra los caudales medios anuales (m³/seg) del período 1990-2010 para las estaciones de medición de la cuenca ELQUI.

Para el caso de esta cuenca, la oferta hídrica registrada durante el año 2010 asciende a sólo 6,36 m³/seg, mientras que el promedio general de esta oferta durante los últimos 20 años es de 13,2 m³/seg.



9.2.2 Estimaciones demanda hídrica

La demanda hídrica de la región, considerada en la modelación, se segmenta por cada una de las cuencas, y para cada una de ellas se caracteriza las tasas de consumo de los sectores Agrícolas; Minero; Industrial y Potable. El desarrollo analítico de la modelación de cada una de las cuencas se presenta en la segunda sección de este informe. En el contexto de este resumen, se presentan solo los resultados finales y además se ha obviado, en su exposición, el sector industrial.

9.2.2.1 Demanda Riego

La superficie disponible para riego en esta cuenca -según las bases de datos de DGA MAGIC-, asciende a 25.703 has, las que han sido clasificadas en 12 zonas de riegos.

En cada una de las zonas se ha identificado sus cultivos y métodos de riego, y con ello sus demandas de riego.

Los resultados de la modelación del escenario base 2010 fueron los siguientes:

- Hectáreas Regadas → 24.115 Has de las 25.703 has disponibles
- Demanda de Agua → 14.300 lps (0,593 lps/ha)
- Demanda Consuntiva → **8.148 lps** (0,337 lps/ha)

9.2.2.2 Demanda Minería

De acuerdo a la información procesada por SERNAGEOMIN, las capacidades de las Plantas de Beneficios instaladas en la IV Región suman 202,8 KTPD. Sin embargo, existiendo más de 40 empresas mineras, 197 KTPD (98%) de esta capacidad se distribuye básicamente entre dos grandes empresas mineras:

- Planta Los Pelambres → Cuenca CHOAPA → 114 KTPD
- Plantas C de Andacollo → Cuenca ELQUI → 83 KTPD

Para los propósitos de esta modelación se consideran los valores de producción recién señalados.

En relación al consumo hídrico, el parámetro que se utiliza se relaciona con el coeficiente estándar de 0,5 y 1,0 m³ de agua por tonelada procesada, lo que en términos de caudal representan consumos de entre 6 y 10 lps/KTPD.

Con estos parámetros técnicos, el consumo de agua para uso minero en la cuenca del ELQUI suma del orden de **500 lps**.

9.2.2.3 Demanda Agua Potable

En el caso de este sector, el modelo se configura con el concepto de una oferta centralizada a cargo de las empresas sanitarias, pero que recolecta el insumo hídrico en aquellos puntos en que posee derechos para hacerlo. La demanda total parametrizada es abastecer 470 mil habitantes, población que se abastece completamente y requiere **893 lps**.

9.2.3 Balance Hídrico Cuenca ELQUI

En relación con los flujos hídricos:

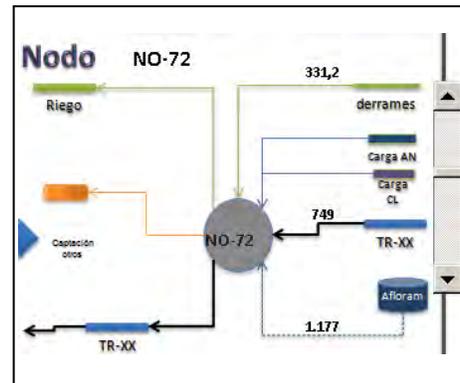
- Se ha consignado que los acuíferos se encuentran al 85% de su capacidad al inicio de la operación
- La suma de las cargas de agua a la red desde los Afluentes naturales y desde las cuencas laterales asciende a un caudal total de 6.700 lps. (base 2010 carga baja)
- El valor anterior se encuentra balanceado con:
 - Consumo Consuntivo Agrícola → 8.148 lps
 - Consumo Consuntivo Minero → 498 lps
 - Consumo Consuntivo Potable → 893 lps
 - **Salidas al Mar** → **- 2.257 lps**
 - Recarga de Acuíferos → 1.304 lps

- Recarga Tranques/Embalses → - 6.510 lps

Siendo un periodo de baja oferta hídrica, se logra satisfacer la demanda de los diferentes sectores (solo sector agrícola levemente inferior a la disponibilidad de has), pero a cuenta de las disponibilidades de los embalses, que disminuyen sus reservas en 6.893 m³/seg. Esta cifra, siendo cercana a las capacidades de dichos embalses, PUCLARO y LA LAGUNA, indicaría que estas reservas se agotan sólo en un año a estos niveles de oferta hídrica (6,7 m³/seg). Esto período aumenta a 2 años si la oferta hídrica fuera del orden de 11 m³/seg.

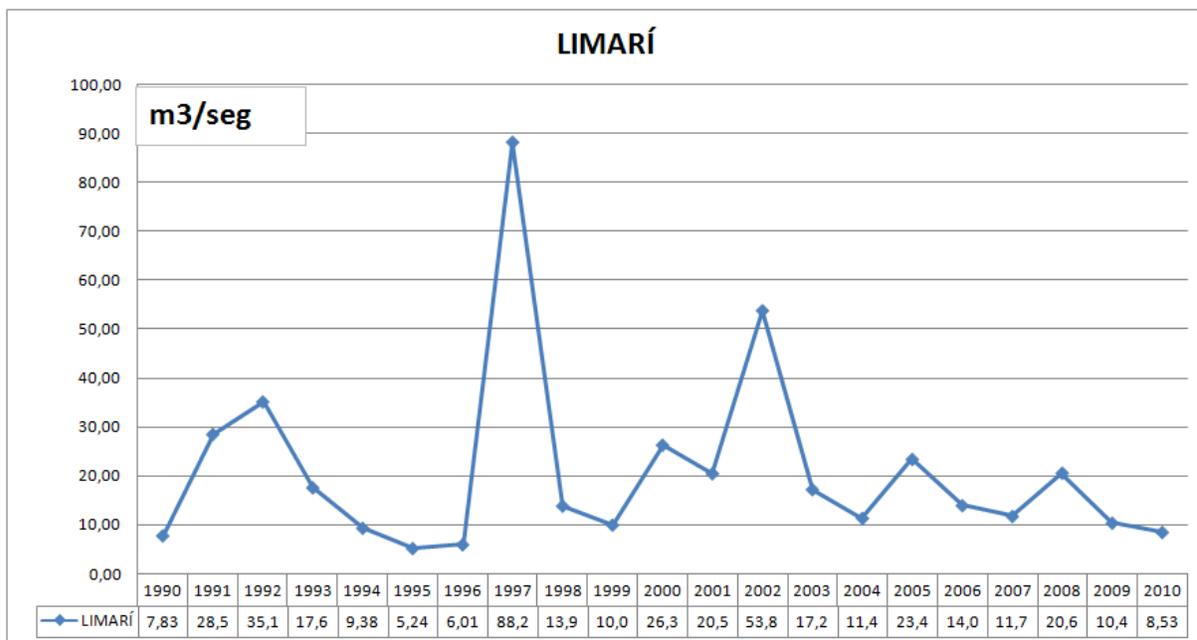
El otro aspecto relevante de destacar, es que a pesar del bajo nivel de oferta hídrica, igualmente se observa un caudal relevante de salidas al mar: 2.491 m³/seg.

Este caudal, de acuerdo a la modelación de la cuenca, se forma por 1.177 lps provenientes de afloramiento de acuíferos, 749 lps del tramo final del rio, y 331 de derrames de zona de riego.



9.3 Cuenca LIMARÍ

En la gráfica siguiente se muestra los caudales medios anuales (m³/seg) del período 1990-2010 para las estaciones de medición de la cuenca LIMARÍ



Para el caso de esta cuenca, la oferta media del periodo completo asciende a 21 m³/seg, no obstante durante el año 2010, esta oferta se ha reducido solo a 8,53 m³/seg. La media de los últimos cuatro años es de 12,8 m³/seg.

9.3.1 Estimaciones demanda hídrica

La demanda hídrica de la región, considerada en la modelación, se segmenta por cada una de las cuencas, y para cada una de ellas se caracteriza las tasas de consumo de los sectores Agrícolas; Minero; Industrial y Potable. El desarrollo analítico de la modelación de cada una de las cuencas se presenta en la segunda sección de este informe. En el contexto de este resumen, se presentan solo los resultados finales y además se ha obviado, en su exposición, el sector industrial.

9.3.1.1 Demanda Riego

La superficie disponible para riego en esta cuenca -según las bases de datos de DGA MAGIC-, asciende a 51.927 has, las que han sido clasificadas en 44 zonas de riego.

En cada una de las zonas se ha identificado sus cultivos y métodos de riego, y con ello sus demandas de riego.

Los resultados de la modelación del escenario base 2010 fueron los siguientes:

- Hectáreas Regadas → 49.797 Has de las 25.703 has disponibles
- Demanda de Agua → 18.380 lps (0,369 lps/ha)

- Demanda Consuntiva → **18.193** lps (0,365 lps/ha)

9.3.1.2 Demanda Minería

De acuerdo a la información procesada por SERNAGEOMIN, las capacidades de las Plantas de Beneficios instaladas en la IV Región suman 202,8 KTPD. Sin embargo, existiendo más de 40 empresas mineras, 197 KTPD (98%) de esta capacidad se distribuye básicamente entre dos grandes empresas mineras:

- Planta Los Pelambres → Cuenca CHOAPA → 114 KTPD
- Plantas C de Andacollo → Cuenca ELQUI → 83 KTPD

Para los propósitos de esta modelación se consideran los valores de producción recién señalados, a esta cuenca no se le asigna demanda hídrica desde el sector Minería.

9.3.1.3 Demanda Agua Potable

En el caso de este sector, el modelo se configura con el concepto de una oferta centralizada a cargo de las empresas sanitarias, pero que recolecta el insumo hídrico en aquellos puntos en que posee derechos para hacerlo. La demanda total parametrizada es abastecer 170 mil habitantes, población que se abastece completamente y requiere **323 lps**.

9.3.2 Balance Hídrico Cuenca LIMARÍ

En relación con los flujos hídricos:

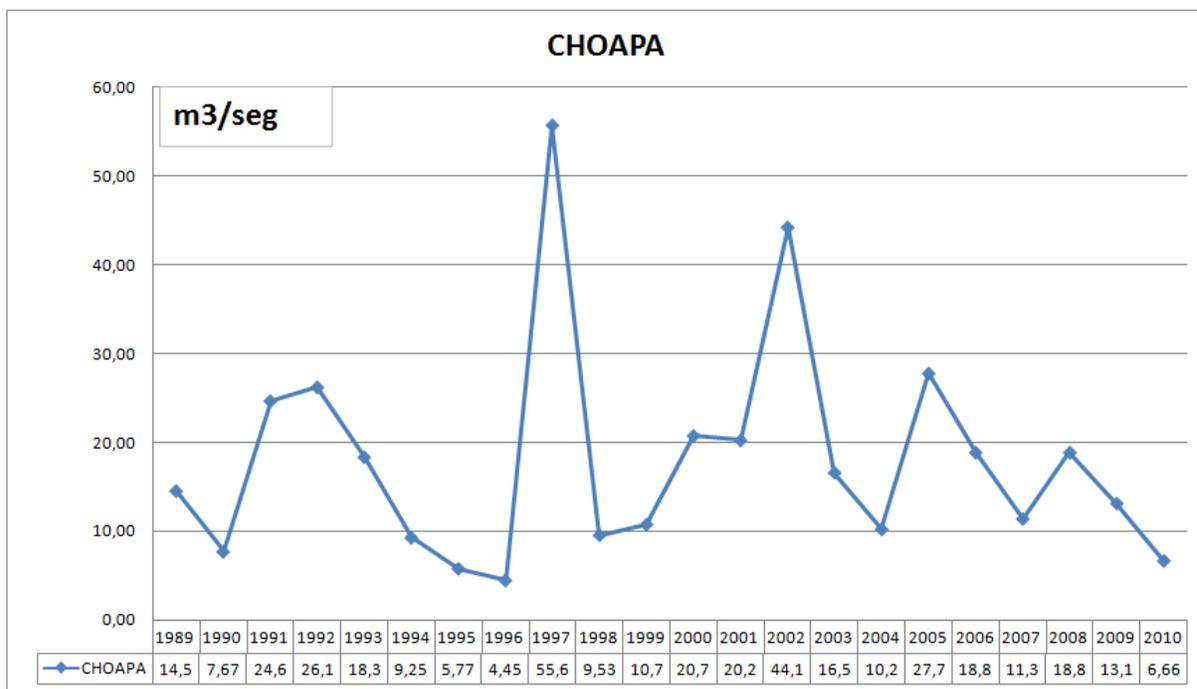
1. Se ha consignado que los acuíferos se encuentran al 85% de su capacidad al inicio de la operación
2. La suma de las cargas de agua a la red desde los Afluentes naturales y desde las cuencas laterales asciende a un caudal total de 9.000 lps. (base 2010 carga baja)
3. El valor anterior se encuentra balanceado con:
 - a. Consumo Consuntivo Agrícola → 18.380lps
 - b. Consumo Consuntivo Minero → 0 lps
 - c. Consumo Consuntivo Potable → 323 lps
 - d. **Salidas al Mar** → **- 834 lps**
 - e. Recarga de Acuíferos → 1.255 lps
 - f. Recarga Tranques/Embalses → **- 11.983 lps**

Siendo un periodo de baja oferta hídrica, se logra satisfacer la demanda de los diferentes sectores (solo sector agrícola levemente inferior a la disponibilidad de has), pero a cuenta de las disponibilidades de los embalses, que disminuyen sus reservas en 11.983 m3/seg. Esta cifra, representa cerca del 50% de las capacidades de dichos embalses, COGOTI; RECOLETA; LA PALOMA, indicaría que estas reservas se agotan sólo en DOS años a estos niveles de oferta hídrica (9,0 m3/seg). Esto período aumenta a 2,5 años si la oferta hídrica fuera del orden de 11 m3/seg.

El otro aspecto relevante de destacar, es que a pesar del bajo nivel de oferta hídrica, igualmente se observa un caudal de salidas al mar de: 854 m³/seg. Este caudal, de acuerdo a la modelación de la cuenca, proviene del tramo final del río, por lo que podría aprovecharse en sectores más aguas arriba de dicha cuenca.

9.4 Cuenca CHOAPA

Los flujos asociados a los aportes naturales, cuencas laterales y precipitaciones representan los caudales de agua que ingresan a la cuenca. En la gráfica siguiente se muestra los caudales medios anuales (m³/seg) del período 1989-2010, de las estaciones de medición que permiten cuantificar los caudales aportantes asociadas tanto a los Aportes Naturales como Cuencas Laterales.



Las estadísticas anteriores si bien exponen una oferta media general del orden 18,0 m³/seg, la oferta media durante los últimos cuatro años es de sólo 12,5 m³/seg, y para el año 2010 específicamente, ella alcanza los 6,7 m³/seg.

9.4.1 Estimaciones demanda hídrica

La demanda hídrica de la región, considerada en la modelación, se segmenta por cada una de las cuencas, y para cada una de ellas se caracteriza las tasas de consumo de los sectores Agrícolas; Minero; Industrial y Potable. El desarrollo analítico de la modelación de cada una de las cuencas se presenta en la segunda sección de este informe. En el contexto de este resumen, se presentan solo los resultados finales y además se ha obviado, en su exposición, el sector industrial.

9.4.1.1 Demanda Riego

La superficie disponible para riego en esta cuenca -según las bases de datos de DGA MAGIC-, asciende a 14.327 has, las que han sido clasificadas en 30 zonas de riegos.

En cada una de las zonas se ha identificado sus cultivos y métodos de riego, y con ello sus demandas de riego.

Los resultados de la modelación del escenario base 2010 fueron los siguientes:

- Hectáreas Regadas → 11.207 Has de las 14.327 has disponibles
- Demanda de Agua → 10.361 lps (0,925 lps/ha)
- Demanda Consuntiva → **3.411** lps (0,304 lps/ha)

9.4.1.2 Demanda Minería

De acuerdo a la información procesada por SERNAGEOMIN, las capacidades de las Plantas de Beneficios instaladas en la IV Región suman 202,8 KTPD. Sin embargo, existiendo más de 40 empresas mineras, 197 KTPD (98%) de esta capacidad se distribuye básicamente entre dos grandes empresas mineras:

- Planta Los Pelambres → Cuenca CHOAPA → 114 KTPD
- Plantas C de Andacollo → Cuenca ELQUI → 83 KTPD

Para los propósitos de esta modelación se consideran los valores de producción recién señalados, que para esta cuenca corresponde a 114 KTPD

En relación al consumo hídrico, el parámetro que se utiliza se relación con el coeficiente estándar de 0,5 y 1,0 m³ de agua por tonelada procesada, lo que en términos de caudal representan consumos de entre 6 y 10 lps/KTPD.

Con estos parámetros técnicos, el consumo de agua para uso minero en la cuenca del ELQUI suma del orden de **1.210 lps**.

9.4.1.3 Demanda Agua Potable

En el caso de este sector, el modelo se configura con el concepto de una oferta centralizada a cargo de las empresas sanitarias, pero que recolecta el insumo hídrico en aquellos puntos en que posee derechos para hacerlo. La demanda total parametrizada es abastecer 84 mil habitantes, población que se abastece completamente y requiere **160 lps**.

9.4.2 Balance Hídrico Cuenca CHOAPA

En relación con los flujos hídricos:

1. En estos ejercicios preliminares de calibración se está operando con un solo periodo anual

2. Se ha consignado que los acuíferos se encuentran al 85% de su capacidad al inicio de la operación
3. La suma de las cargas de agua a la red desde los Afluentes naturales y desde las cuencas laterales asciende a un caudal total de 6.700 lps. (base 2010 carga baja)
4. El valor anterior se encuentra balanceado con:
 - a. Consumo Consuntivo Agrícola → 3.411 lps
 - b. Consumo Consuntivo Minero → 1.210 lps
 - c. Consumo Consuntivo Potable → 160 lps
 - d. Salidas al Mar → - 306 lps
 - e. Recarga de Acuíferos → 2.267 lps
 - f. Recarga Tranques/Embalses → - 653 lps

Siendo un periodo de baja oferta hídrica, se logra satisfacer la demanda de los diferentes sectores (solo sector agrícola levemente inferior a la disponibilidad de has), pero a cuenta de las disponibilidades de los embalses, que disminuyen sus reservas en 653 m³/seg. Esta cifra, representa el 50% de las capacidades de dichos embalses, por lo que indicaría que estas reservas se agotan en dos años a estos niveles de oferta hídrica (6,7 m³/seg). Si la oferta hídrica fuera del orden de 11 m³/seg, los embalses pueden recargarse.

10 EVALUACIONES DE IMPACTO ECONÓMICO DEL RECURSO HÍDRICO

El escenario base modelado para el año 2010, y descrito en los párrafos anteriores, se resumen en la siguiente ficha de Oferta y Demanda hídrica:

IV Región COQUIMBO						
Escenario Base						
año 2010						
Sector Agropecuario			DEMANDA	ELOQUI	LIMARI	CHOAPA
Q_0	85.119	has	85.119	24.114	49.797	11.207
A_0	29.939	lps	29.939	8.148	18.380	3.411
PIB_{sector}	139.857	MM\$2008	0,352	0,338	0,369	0,304
W_{sector}	45.867	Personas		FactorMult	1,00	
Sector Minería			DEMANDA	ELOQUI	LIMARI	CHOAPA
Q_0_{cobre}	204	KTPD	204	83		121
A_0	1.708	lps	1.708	498		1.210
PIB_{sector}	1.105.828	MM\$2008		FactorMult	1,00	
W_{sector}	14.983	Personas				
Sector Agua Potable			DEMANDA	ELOQUI	LIMARI	CHOAPA
Q_0_{cobre}	724	Hbtes	724	470	170	84
A_0	1.376	m ³ /seg	1.376	893	323	160
Agua Base	33.023	Agua Nueva	33.023	ELOQUI	LIMARI	CHOAPA
OFERTA HÍDRICA			22.384	6.700	8.984	6.700
DEFICIT POR ZONA			-10.639	-2.839	-9.719	1.920

En esta ficha se encuentran representados los sectores Agrícola; Minería y Agua Potable, sus consumos hídricos y sus impactos en los PIB regionales.

Al visualizar las tres cuencas en forma conjunta se aprecia un déficit hídrico en la región, el cual se ha cubierto con los recursos disponibles en los embalses. En adición a lo anterior, en el desarrollo detallado de los modelos de cuencas será posible apreciar, que en todas las cuencas sus acuíferos no disminuyen sus reservas, pudiendo aumentar las capacidades de bombeo en algunas zonas críticas.

En virtud de que se dispone, de cierta manera, de la **Función Global de Producción** de la IV Región, parece ser interesante resolver al menos las siguientes interrogantes:

- c) ¿Cuál es el impacto Económico y Social en la Región, al traspasar recursos hídricos entre los sectores Agrícola y Minero?;
- d) Manteniendo la estructura productiva de la Región, ¿Cómo impacta la inserción y uso productivo de 5,00 m3 por segundo adicionales?
- e) ¿Resulta la opción más conveniente para la región en particular disponer de aguas provenientes desde las regiones del sur del país?

A continuación se desarrollan los análisis cuantitativos para dar respuesta a cada una de las opciones anteriores.

10.1 Aumento de Actividad Minera y su impacto en la red

Para proceder a evaluar este escenario, se simula para el caso de la Cuenca del Choapa que la minería aumenta su ritmo de producción en 100 KTPD. Ello equivale a que Minera Los Pelambres duplique su producción.

El primer paso es acceder al modelo representativo de la cuenca Choapa y se consiguen en la zona en cuestión una demanda de producción minera de 214 KTPD.

m(i,j) lps/KTPD		
Zona	lps/ktpd	KtPD
ZM-01	10,0	
ZM-02	6,0	
ZM-03	10,0	214
ZM-04	10,0	

La operación del modelo con estas nuevas condiciones de demanda muestra una disminución de la producción agrícola. Ella baja desde 11.207 has a 9.550 has. (1.657 has menos en cuenca Choapa).

10.1.1 Impacto Hídrico

- j. Consumo Consuntivo Agrícola: disminuye 579 lps
→ 3.411 lps baja a → 2.832 lps
- k. Demanda de Agua Base:
→ 9.467 lps baja a → 8.557 lps
- l. Consumo Consuntivo Minero : aumenta 1000 lps
→ 1.210lps sube a → 2.210 lps
- m. Recarga de Acuíferos: disminuye en 343 lps
→ 2.267 lps baja a → 1.924 lps
- n. Uso de Tranques/Embalses: aumenta en 79 lps
→ 653 lps sube → 732 lps
- o. Salidas al mar se mantienen en 306 lps
- p. El impacto negativo en las zonas agrícolas no se produce en la zona de captación puntual minera (Zona 03), sino en zonas agrícolas aguas abajo: zonas 06, 08, 12 → 17.

Zona	lps/Há	Has		Has
1 ZR-01	0,375	198	✓	198
2 ZR-02	0,375	425	✓	425
3 ZR-03	0,375	576	✓	576
4 ZR-04	0,375	660	✓	660
5 ZR-05	0,375	1.202	✓	1.202
6 ZR-06	0,375	386	✗	200
7 ZR-07	0,375	184	✓	184
8 ZR-08	0,375	734	!	577
9 ZR-09	0,375	99	✓	99
0 ZR-10	0,375	340	✓	314
11 ZR-11	0,375	158	✓	158
2 ZR-12	0,375	407	✗	139
3 ZR-13	0,375	754	✗	273
4 ZR-14	0,327	1.175	✗	295
5 ZR-15	0,327	756	✗	210
6 ZR-16	0,327	1.183	✗	394
7 ZR-17	0,327	1.616	✗	276

10.1.2 Impactos Económicos

La ficha siguiente muestra el impacto en el PIB regional por el aumento en la producción minera y disminución en la producción agrícola.

IV Región COQUIMBO				
PIB _{región}		2.872.285	→ 3.576.467	24,5%
SECTORES		VA base Cero	VA Inducido	%
1	Agropecuario Silvícola	136.998	136.968	-0,000
2	Pesca Extractiva	18.426	18.489	0,003
3	Minería	1.109.922	1.673.262	0,508
4	Industria Manufacturera	107.845	122.046	0,132
5	Electricidad, Gas y Agua	45.666	62.485	0,368
6	Construcción	261.529	263.013	0,006
7	Comercio, Hoteles y Rest	256.918	284.809	0,109
8	Transporte y Comunicaci	186.669	221.686	0,188
9	Intermediación Financiera	134.766	167.375	0,242
10	Propiedad de Vivienda	140.208	150.059	0,070
11	Servicios Sociales y Pers	330.775	333.699	0,009
12	Administración Pública	142.563	142.574	0,000

Motivado por el incremento en la producción minera, y el efecto encadenado que genera sobre el resto de las actividades económicas, el PIB aumenta en un 24,5 %.

Lo anterior conlleva a un movimiento en la demanda de fuerza de trabajo que aumenta el empleo en 24 mil personas, de las cuales solo 7,6 mil corresponden al sector minero propiamente tal.

En virtud del nivel de encadenamiento de la economía, el sector agrícola en su conjunto no se ve afectado, pues el crecimiento de los otros sectores, vuelve a inducir una demanda en el sector equivalente a la baja inicialmente generada. De no existir oferta agrícola en la zona, ella se satisfaría por importaciones.

IMPACTOS EN FUERZA LABORAL			
	Base	DELTA	inducidas
1	44.929	-10	44.919
2	12.143	42	12.184
3	15.038	7.633	22.671
4	19.508	2.576	22.084
5	1.466	540	2.005
6	33.696	191	33.887
7	50.440	5.476	55.915
8	22.775	4.272	27.047
9	10.914	2.641	13.555
10	2.281	160	2.441
11	44.656	395	45.050
12	17.368	1	17.369
	275.213	23.917	299.129

10.2 Aumento de la Oferta Hídrica

Para evaluar este escenario, en la maqueta hídrica de la cuenca CHOAPA se configura el parámetro de oferta hídrica, aumentando la oferta desde 6,7 m³/seg a 12,0 m³/seg, y manteniendo el aumento de demanda en la zona minera de acuerdo al escenario anterior.

Con esta oferta hídrica, la producción agrícola del Choapa aumenta a 12.616 has desde las 14.282 has del escenario base.

Para evaluar este cambio de oferta en la dimensión económica regional, se hace uso de la maqueta económica, en que el sector agrícola aumenta su producción en un 3,6%, y el sector minero lo hace en un 49%.

Con estos cambios en los niveles de producción, el modelo genera el siguiente ajuste al sistema económico regional.

a) Impacto en el PIB Regional

Tal como es posible apreciar en la figura siguiente, en la simulación del nuevo escenario, el PIB aumenta desde 2.872 a 3.585 miles de Millones de pesos (2008), lo que significa que 5,3 m³ por segundo adicional inyectado a la región, específicamente en la cuenca del Choapa, aporta un PIB adicional de 713 miles de millones de pesos a la economía regional, de los cuales 564 miles de millones corresponde al sector Minería.

IV Región COQUIMBO				
PIB _{región}		2.872.285	→ 3.585.673	24,8%
PIB Inducido MM\$				
SECTORES	VA base Cero	VA Inducido	%	
1 Agropecuario-Silvícola	136.998	145.071	0,059	
2 Pesca Extractiva	18.426	18.490	0,003	
3 Minería	1.109.922	1.673.302	0,508	
4 Industria Manufacturera	107.845	122.084	0,132	
5 Electricidad, Gas y Agua	45.666	62.529	0,369	
6 Construcción	261.529	263.024	0,006	
7 Comercio, Hoteles y Rest.	256.918	285.295	0,110	
8 Transporte y Comunicaci.	186.669	221.901	0,189	
9 Intermediación Financiera	134.766	167.560	0,243	
10 Propiedad de Vivienda	140.208	150.132	0,071	
11 Servicios Sociales y Pers.	330.775	333.712	0,009	
12 Administración Pública	142.563	142.575	0,000	

Impacto en Precios (demanda hídrica)

Estimando la curva de demanda del recurso hídrico como el "Ingreso de la Productividad marginal del factor", la tabla adjunta muestra el diferencial del PIB generado por la oferta adicional de agua en la cuenca, para el sector agrícola, minero, y a nivel regional.

		REGIÓN	Minería	Sector Agro	
DELTA PIB	MM\$	713.388	563.380	8.073	MM\$
VOL DE AGUA	mill M ³ /AÑO	58	32	27	mill M ³ /AÑO
VALOR Max AGUA	\$/m ³	12.242	17.865	302	\$/m ³
VALOR Max AGUA	US\$/m ³	23,46	34,24	0,58	US\$/m ³
		739.855	1.079.706	18.246	Us\$/lps

Los resultados de este análisis indican los siguientes indicadores de precio máximo a pagar:

- Sector Minería → 34,24 US\$/m³ (volumen); (1 millón de US\$ por lps adicional)
- Sector Agrícola → 0,58 US\$/m³ (volumen); (18 mil US\$ por lps)

10.3 Creación de una nueva Zona Agrícola

- Evaluación del escenario:** Se inyectan a la Región 5 m³/seg, manteniendo rendimientos actuales

- ii. **Nueva Zonas de Riego inducidas: 100. 000 Has**
- iii. **Aumento de Producción: 125%**

10.3.1 Impacto de Primer Orden en sistema de producción

**Matriz Impacto Económico
Cambio Producciones**

ACTIVIDADES ECONÓMICAS	VA base Cero	Cambios índices de producción		Mill \$		
		I-Prod interno	export	VA Inducida	%	Δ Q Inducida
1 Agropecuario Silvícola	136.998	2,25	3,25	318.021	1,321	2,990
2 Pesca Extractiva	18.426	1,00	1,00	18.448	0,001	1,001
3 Minería	1.109.922	1,00	1,00	1.110.701	0,001	1,001
4 Industria Manufacturera	107.845	1,00	1,00	108.579	0,007	1,007
5 Electricidad, Gas y Agua	45.666	1,00	1,00	46.671	0,022	1,022
6 Construcción	261.529	1,00	1,00	261.783	0,001	1,001
7 Comercio, Hoteles y Restaurantes	256.918	1,00	1,00	268.237	0,044	1,044
8 Transporte y Comunicaciones	186.669	1,00	1,00	191.718	0,027	1,027
9 Intermediación Financiera y Servicios Empresariales	134.766	1,00	1,00	139.088	0,032	1,032
10 Propiedad de Vivienda	140.208	1,00	1,00	141.888	0,012	1,012
11 Servicios Sociales y Personales	330.775	1,00	1,00	331.087	0,001	1,001
12 Administración Pública	142.563	1,00	1,00	142.565	0,000	1,000
	2.872.285			3.078.786	7,2%	

Por este hecho, el PIB regional anual se incrementa en el orden de 206 mil millones de pesos del año 2008. Sin embargo, genera un empleo adicional de aproximadamente 50 mil puestos de trabajo.

IMPACTOS EN FUERZA LABORAL

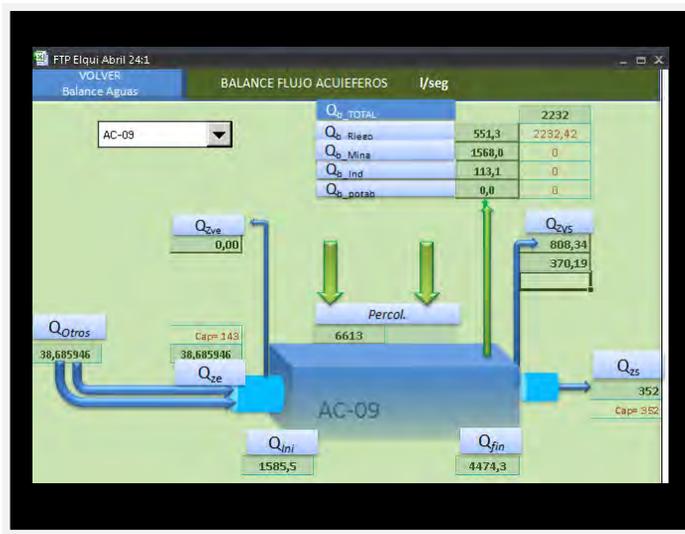
	Base	DELTA	Inducidas
1	35.876	47.712	83.588
2	8.580	10	8.590
3	15.488	13	15.500
4	16.922	125	17.047
5	1.424	31	1.455
6	19.977	19	19.997
7	60.151	2.650	62.801
8	21.949	594	22.543
9	16.920	543	17.463
10	2.085	25	2.110
11	42.795	40	42.836
12	16.249	0	16.249
	258.415	51.763	310.178

10.3.2 Impacto por Aumento de Empleo y Población inducida

Este desarrollo agrícola genera un empleo adicional **51 mil puestos de trabajo**, y por ende una población total inducida de 150 mil habitantes. Y esta situación generaría un desarrollo económico inducido por aumento de la demanda interna por consumo de la población. Al incluir esta nueva demanda en el sistema económico simulado, los resultados son los siguientes:

ACTIVIDADES ECONÓMICAS		VA	Cambios Índices de producción		Mill \$		
		base Cero	interno	export	VA Inducida	%	Δ Q Inducida
1	Agropecuaria Silvícola	136.998	2,25	2,25	336.876	1,459	2,484
2	Pesca Extractiva	18.426	1,00	1,00	19.055	0,034	1,034
3	Minería	1.109.922	1,00	1,00	1.111.455	0,001	1,002
4	Industria Manufacturera	107.845	1,00	1,00	176.543	0,637	1,689
5	Electricidad, Gas y Agua	45.666	1,00	1,00	64.463	0,412	1,412
6	Construcción	261.529	1,00	1,00	265.736	0,016	1,016
7	Comercio, Hoteles y Restaurantes	256.918	1,00	1,00	332.421	0,294	1,294
8	Transporte y Comunicaciones	186.669	1,00	1,00	229.605	0,230	1,230
9	Intermediación Financiera y Servicios Empresariales	134.766	1,00	1,00	184.882	0,372	1,372
10	Propiedad de Vivienda	140.208	1,00	1,00	205.460	0,465	1,465
11	Servicios Sociales y Personales	330.775	1,00	1,00	429.774	0,299	1,299
12	Administración Pública	142.563	1,00	1,00	175.340	0,230	1,230
		2.872.285			3.531.610	23,0%	

Ahora el PIB de la región ha aumentado en total, del orden de 659 mil millones de pesos.



ANÁLISIS VOCACIÓN PRODUCTIVA REGIONAL PARA LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS IV REGIÓN

Sección II: MODELACIÓN INTEGRAL RED HIDRICA DE CUENCAS

11 ESTRUCTURA GENERAL DEL MODELO HÍDRICO

11.1 Bases Conceptuales Modelación: Teoría de Redes

- Un grafo es un conjunto, no vacío, de objetos llamados **vértices** (o nodos) y una selección de pares de vértices, llamados **aristas** que pueden ser orientados o no. Típicamente, un grafo se representa mediante una serie de puntos (los vértices) conectados por líneas (las aristas).

- Grafo obedece a una Función $\rightarrow G[N;A]$

- $N \rightarrow$ Nodos (1,2,3,4)
- $A \rightarrow$ Arcos (A; B; C; D;E;F)

- Nodos \rightarrow Recursos; Productos; Almacenes; Disponibilidades

- Arcos \rightarrow Conectores entre los recursos; y productos disponibles y las actividades que los utilizan

- Actividades/Procesos \rightarrow Acciones de movimiento o transformación de eventos en la red

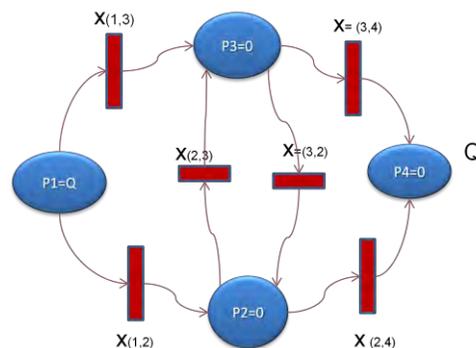
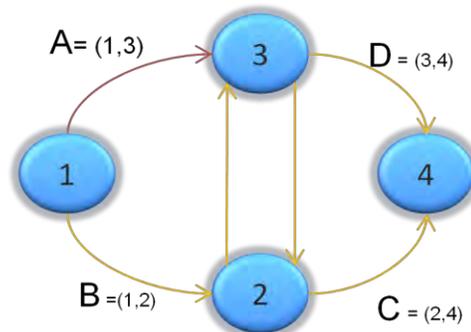
- Ecuaciones determinantes de un grafo:

- Nodo 1:
 - $Q = X(1,3) + X(1,2)$
- Nodo 2:
 - $X(1,2) + X(3,2) = X(2,3) + X(2,4)$
- Nodo 3:
 - $X(1,3) + X(2,3) = X(3,2) + X(3,4)$
- Nodo 4:
 - $X(3,4) + X(2,4) = Q$

- Reglas Económicas de Decisión

- Sobre los Arcos / Tramos
 - Costos $\rightarrow C(i, j)$
 - Capacidades $\rightarrow K(i, j)$
 - Transforma $\rightarrow T(i, j)$
- Nodos
 - Capacidad .Disponibilidad $\rightarrow A(i)$
- Objetivos
 - Minimizar Costo = $\sum C(i, j) * X(i, j)$
 - Maximizar Flujos $\rightarrow \text{Max } Q$
 - Minimizar Tiempos $\rightarrow \text{Min} (T(4) - T(1))$

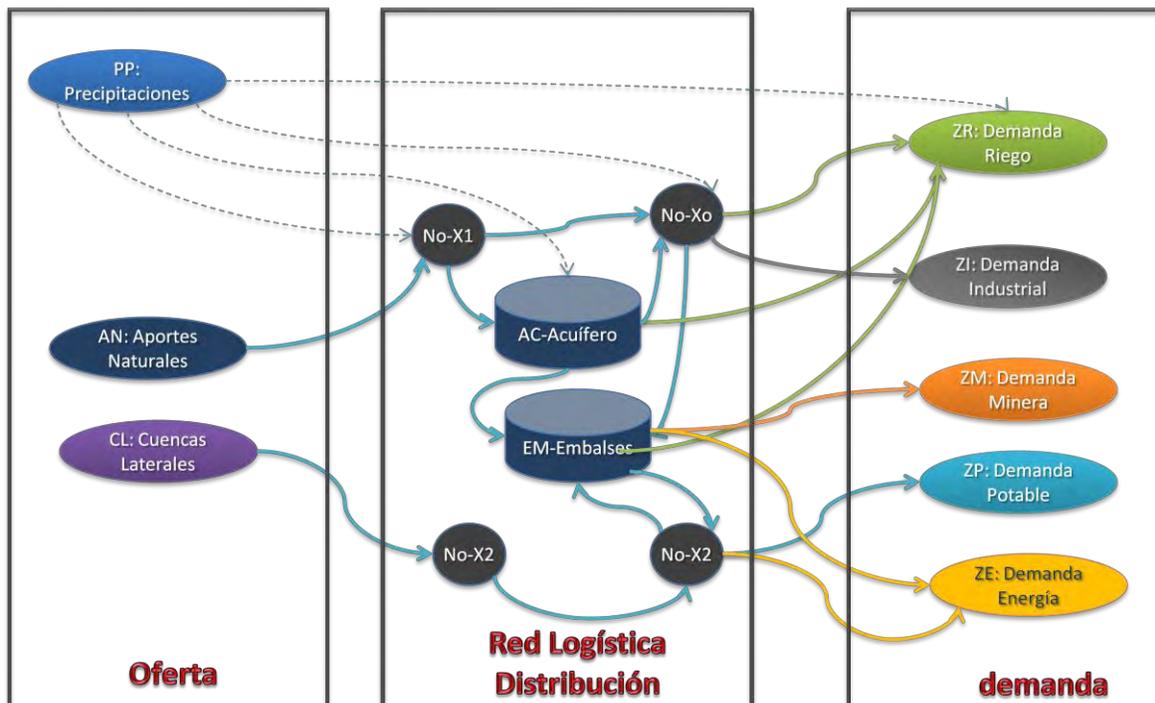
- Ecuaciones del Grafo se mantienen para diferentes problemas a resolver sobre la red



11.2 Visión del Mapa General de Modelado

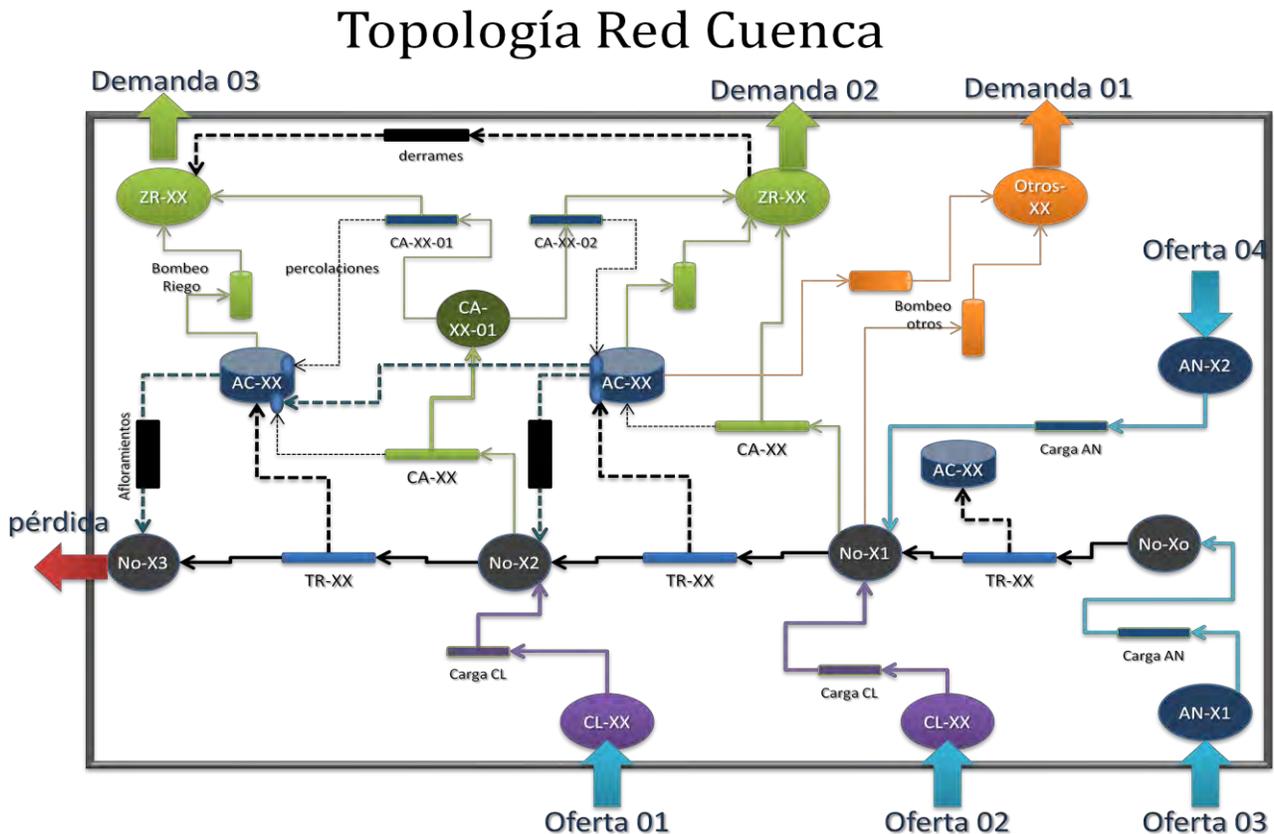
11.2.1 Comprensión General de la Topología de la RED HÍDRICA

El sistema de distribución hídrica de una cuenca puede asimilarse a un modelo logístico de abastecimiento, en donde básicamente existe un solo bien a gestionar, el agua. Por otra parte, tanto las cantidades como la estructura general de los flujos y opciones de almacenamiento intermedio, son provistos por la naturaleza. Las decisiones de gestión del hombre en este escenario, esencialmente se circunscriben a la administración de la demanda, y eventualmente a la optimización de los sistemas de almacenamiento, tranques y embalses, y disminución de pérdidas por distribución.



Y tal como se aprecia de la figura esquemática anterior, en la topología general de la red hídrica se distinguen tres grandes secciones:

- **La oferta hídrica;** Representada por nodos que caracterizan las **precipitaciones**, otros que caracterizan los **aportes naturales**, y finalmente, nodos representativos de la disposición hídrica que ingresa a la zona de gestión por medio de **cuencas laterales**.
- **La demanda hídrica;** Que representa las necesidades del recurso desde las diferentes actividades económicas, en las cuales el recurso hídrico es fundamental: Riego; Minería; Agua Potable; Energía e Industrias en general.
- **La red natural de distribución logística;** La cual representa las rutas de traspaso y transferencias, que sigue el agua a través de la cuenca, como también los nodos de almacenamiento natural (acuíferos) y artificial (Embalses y Tranques).



11.3 Secciones - Subsistemas de la RED

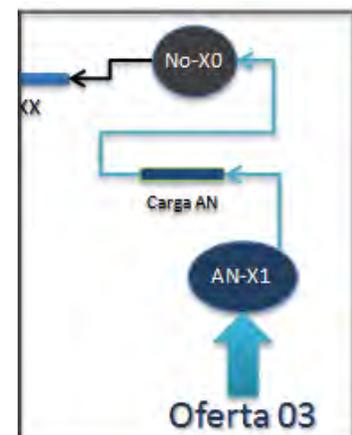
Los nodos de la red hídrica, conceptual y matemáticamente, representan disponibilidad de recursos y bienes, que fluyen por la red, o estados en que se encuentran dichos recursos. Sus movimientos, usos y transiciones que afectan a los nodos de recursos se representan por actividades o procesos de la misma red.

11.3.1 Subsistema de Cargas por Aportes Naturales

11.3.1.1 Aportes Naturales (Nodos AN-XX):

Este NODO representa el aporte de caudal de una cuenca cabecera del sistema hacia su punto de salida, representado por un **nodo del sistema**. Este aporte corresponde a una estadística de caudales medios mensuales, la cual puede tener origen en las mediciones de una estación fluviométrica o nivométrica conocida, o bien, en los caudales generados a través de un modelo sintético apropiado al tipo de cuenca (pluvial, nival o nivo-pluvial). (Manual MAGIC DGA)

Los valores asociados a estos nodos representan uno de los **parámetros** para definirle al modelo, la Oferta disponible a ser ingresada (cargada) a la red. Por esta misma razón, es solo un nodo



de alimentación a la red, y por ende no recibe aportes desde otros puntos de la red.

11.3.1.2 Cargas AN:

La acción de carga, es requerida conceptualmente dentro de la modelación, para mover los recursos de agua disponibles desde el Nodo (AN-Xn), hacia la red en el nodo (NO-X0). Ya estando en la red, el recurso se acopla con el resto de los flujos que circulan por el sistema.

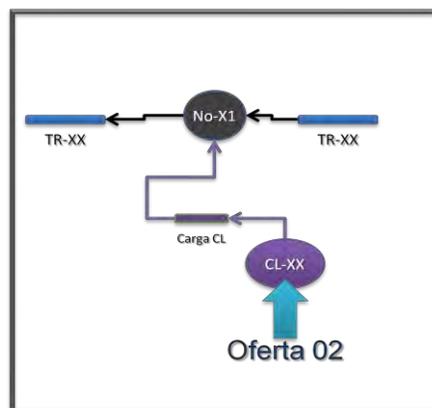
En el caso de los recursos disponibles por la oferta desde los Afluentes Naturales (AN-XX), la regla de operación del modelado establece que todos estos recursos se inyectan a la red, y el tipo de las ecuaciones de balance en estos nodos son de la forma:

Nodo AN-X1: → **Carga AN.3 = Oferta 03.**

11.3.2 Subsistema de Cargas por Cuencas Laterales

11.3.2.1 Cuencas Laterales (Nodos CL-XX):

Este nodo representa el aporte de caudal correspondiente a una o más cuencas o sub-cuencas ubicadas entre dos nodos consecutivos del sistema, descontando el área correspondiente a la o las zona (s) de riego que pudiese existir entre dichos nodos. Este aporte corresponde a una estadística de caudales medios mensuales, la cual normalmente se obtiene a través de la utilización de un modelo sintético pluvial, y en casos excepcionales se obtiene de las mediciones de una estación fluviométrica conocida. Los valores asociados a estos nodos representan otro de los **parámetros** para definirle al modelo, la Oferta disponible a ser ingresada (cargada) a la red. Por esta misma razón, es solo un nodo de alimentación a la red, y por ende no recibe aportes desde otros puntos de la red.



11.3.2.2 Cargas CL de Cuencas Laterales

La acción de carga, es requerida conceptualmente dentro de la modelación, para mover los recursos de agua disponibles desde el Nodo (CL-Xn), hacia la red en el nodo (NO-Xn). Ya estando en la red, el recurso se acopla con el resto de los flujos que circulan por el sistema.

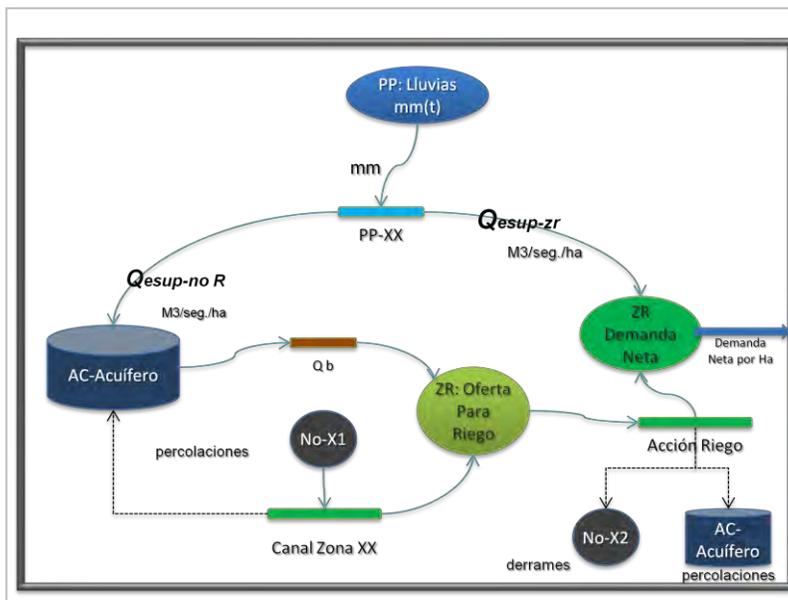
Nodo CL-XX: → **Carga CL.1 = Oferta 01.**

En cada nodo de la red será necesario cautelar el cumplimiento de las ecuaciones de balance que iguale los flujos de entrada y salida del nodo en cuestión.

11.3.3 Subsistema de Carga Precipitaciones (Nodos PP-XX)

El aporte de las precipitaciones que caen durante el mes sobre la zona de riego, tanto a la escorrentía superficial de la misma como al caudal de percolación que llega hasta el acuífero vinculado a la zona de riego, en las formulaciones de MAGIC se utiliza internamente el modelo precipitación escorrentía aplicado a la zona de riego.

Para considerar el efecto de la lluvia sobre la zona de riego, se utilizan los datos de precipitación de la estación pluviométrica más cercana a la zona de riego y el coeficiente de isoyetas que permite traspasar las precipitaciones registradas en dicha estación hasta la zona de riego. Lo anterior sólo se realiza si el coeficiente de isoyetas es mayor o igual que 0,001.



Para incorporar el caudal de precipitaciones a la red, tanto a las zonas de riego como a las recargas de acuíferos, se transforman los datos en (mm) caídos en cada zona en análisis a (m3/Ha) multiplicando por 10; y luego multiplicando este valor por las superficies asociadas por una parte a las zonas de riego, y por otro, a las superficies de alcance asociadas al acuífero de la zona en particular.

Los flujos de precipitaciones ingresan a la red, satisfaciendo parte de la demanda neta de agua estimada para la zona de riego en cuestión, y por lo tanto estos flujos no se ven afectados por la eficiencia del riego. Es más, la disponibilidad de aguas lluvia en cada zona disminuye la demanda neta de los cultivos, a ser abastecida por el resto de los nodos de la red.

$$\text{Nodo ZR-XX: } \rightarrow \text{Riego Efectivo} + \text{PP zr} = \text{Demanda Riego ZR-xx.}$$

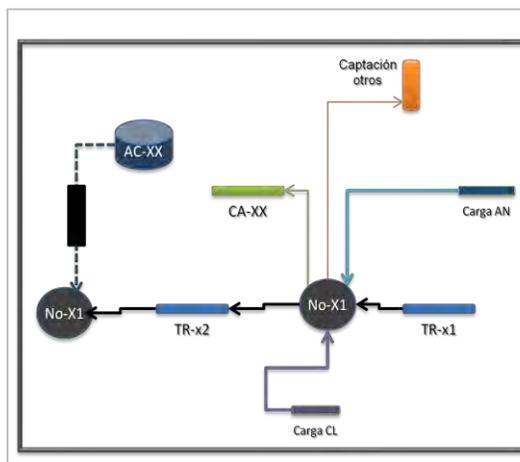
11.3.4 Subsistema de Transferencia Superficial

11.3.4.1 Nodos Superficiales red (Nodos NO-XX)

Un Nodo Superficial, representa un lugar de la cuenca donde confluyen aportes y extracciones de caudal, de modo que allí es posible efectuar un balance hidrológico.

En la figura, es posible apreciar actividades u objetos que alimentan o aportan recursos al nodo, y otros que extraen recursos del nodo.

Aportes: Tramos aguas arriba; Cargas de Aportes



naturales; Cargas de Cuencas Laterales; Afloramientos desde Acuíferos; y derrames o devoluciones desde otros procesos de la red que se abordan más adelante.

Salidas: Tramos adyacente aguas abajo; Canales de Riego; Captaciones puntuales para abastecer nodos de demanda no-agrícola (minería, industria, generación, potable)

$$\text{Nodo NO-X1: } \rightarrow \text{Carga AN} + \text{Carga CL} + \text{Tramo x1} = \text{Tramo x2} + \text{CA-xx} + \text{CPuntual}$$

11.3.4.2 Embalses (Nodos EM-XX)

Este objeto representa una obra de regulación de caudal que se ubica en un nodo del sistema. El caudal de entrada a cada embalse está constituido por el caudal afluente al nodo donde se encuentra ubicado, y los caudales de salida son: entregas libres hacia un nodo, entregas para generación de energía al pie del embalse, entregas hacia un nodo para generación de energía, rebases, evaporación y percolación.

Para los propósitos de esta modelación en particular, este objeto se ha simplificado, modelándolo como nodo simple de la red pero con capacidades de almacenamiento. En términos de su formulación, la ecuación de balance toma para este tipo de nodos, la siguiente forma:

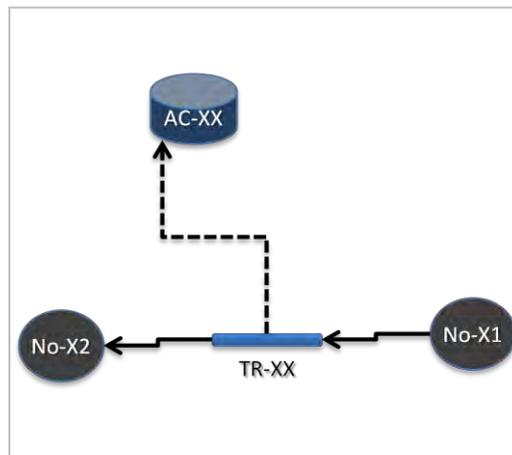
$$\text{Nodo NO-X1: } \rightarrow \text{Carga AN} + \text{Carga CL} + \text{Tramo x1} \leq \text{Tramo x2} + \text{CA-xx} + \text{CPuntual} + \text{Ke}$$

Donde **Ke** = Capacidad de almacenamiento del embalse, y por diferencias se puede estimar los niveles de almacenamiento que toma el embalse en una simulación en particular.

11.3.4.3 Tramos Río (act. TR-XX)

Un río es un objeto que representa a cualquier cauce natural que se desee modelar (ríos, esteros, quebradas). Un río está compuesto de uno o más tramos (TR-XX), los cuales permiten la conducción de caudal entre un nodo inicial y un nodo final (NO-X1) → (NO-X2), sin restricción alguna en la capacidad de conducción.

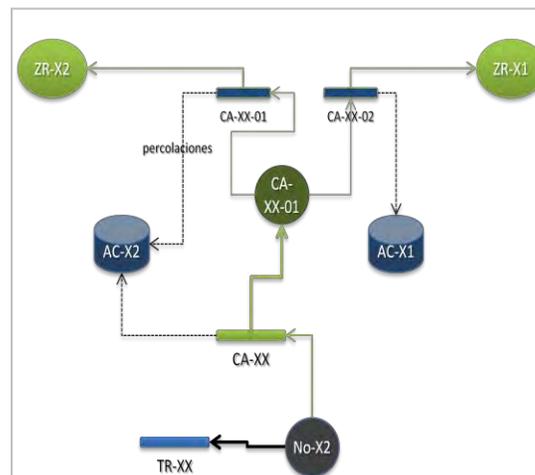
Desde la perspectiva de la topología de redes, un tramo es una acción o proceso que toma unidades de recursos disponibles en nodos de entrada, y coloca estos recursos en nodos de salida. En el caso de la figura, la transacción TR-XX, mueve el caudal hídrico disponible en el nodo NO-X1, y los traspa a los Nodos NO-X2, y AC-XX. Las unidades movidas al acuífero dependen de parámetros de eficiencia de conducción del tramo, y del nivel de percolación al acuífero en cuestión. Pero el balance de masa es cautelado por las ecuaciones que subyacen en la



teoría de redes, sobre la cual se está desarrollando esta modelación.

11.3.4.4 Tramos canales (CA-XX)

Un **canal matriz** es un objeto que permite la conducción de un determinado caudal máximo entre un nodo y una **zona de riego**, o bien, entre dos nodos. Es posible definir **canales derivados**, cada uno de los cuales puede tener diferente capacidad y eficiencia de conducción. Para los efectos del modelo, los canales derivados son considerados como objetos independientes, relacionados con el canal principal, pero tienen un código individual independiente del canal principal.



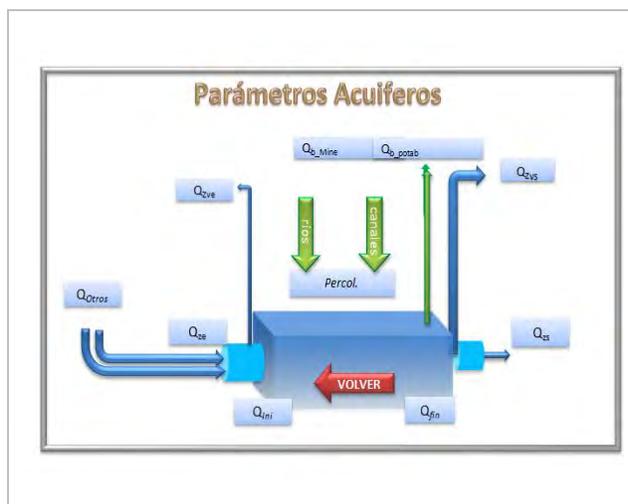
11.3.4.5 Nodos de canales Auxiliares de Regadío (Nodos CA-XX-YY)

Para considerar canales derivados dentro de un canal matriz (**CA-XX**) es necesario definir, entre el nodo inicial y final del canal, la incorporación de uno más puntos conocidos como **nodos secundarios**, (**CA-XX-YY**) los cuales indican el término de un tramo y el comienzo de otro. Además, cada nodo secundario marca el inicio de un **canal derivado (CA-XX-01); (CA-XX-02)**, el cual aporta caudal a su objeto de destino.

Para distinguir fácilmente cuando se debe definir un canal principal o un derivado, puede observarse que un canal principal siempre nace en un nodo del sistema, en cambio, un canal derivado siempre nace en un nodo secundario de un canal matriz, pero en definitiva son nodos y tramos que permiten flujo del recurso hídrico a través de la red.

11.3.5 Subsistema de Acuíferos Subterráneo: Almacenamiento, y transferencias

Los acuíferos representan embalses o repositorios subterráneos existentes en la cuenca. La identificación de cada acuífero pasa por la definición de su geometría y de sus parámetros elásticos. Cada acuífero puede estar vinculado a un río, canal, zona de riego y/o nodo, ya sea para recibir el caudal que percola desde dichos objetos, o bien, para bombear desde el relleno saturado un caudal que constituirá un afluente para dichos objetos. Además, cada acuífero puede estar conectado a otro acuífero del cual recibe un caudal afluente o al cual aporta su caudal de Salida. En el contexto de esta modelación un ACUÍFERO es representado por una sub-red dentro de la red

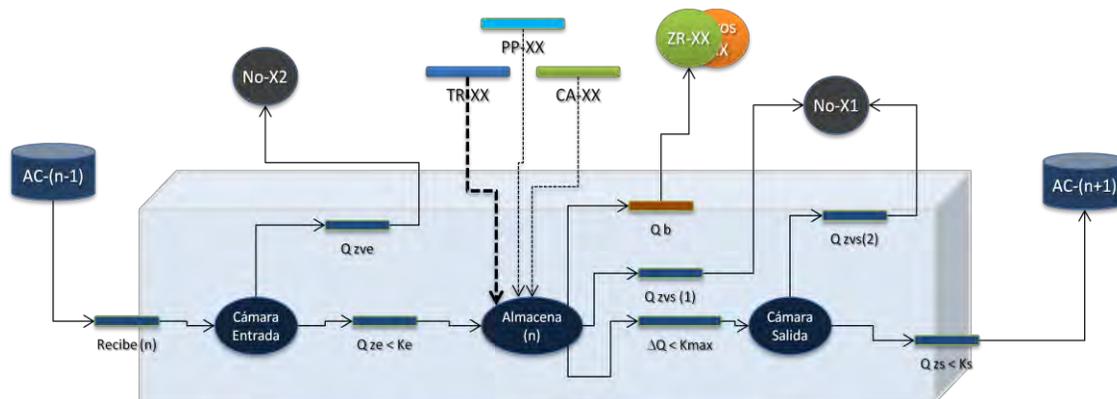


general de la cuenca

11.3.5.1 Representación Topológica Acuíferos (Nodos y Flujos AC-XX):

En cada acuífero se representan los caudales subterráneos entrantes (Q_{ze}) y salientes (Q_{zs}), las recargas provenientes del sistema superficial y los bombeos totales (Q_b) en cada período, para que la RED aplique la ecuación de continuidad en cada uno -de modo que el total de entradas debe ser igual al total de las salidas más la variación del volumen almacenado en el relleno acuífero- y finalmente se calculan las variaciones de almacenamiento que experimenta el acuífero.

Para la representación del comportamiento de un acuífero sobre la base de una operación de balance de redes, se plantea el siguiente esquema topológico:



Los criterios de operación se basan en realizar balances de flujos en cada uno de los nodos internos definidos en el acuífero, pero en donde se consideran los movimientos de toda la red.

Nodo Cámara de entrada: El caudal proveniente desde los otros acuíferos ingresa al acuífero en cuestión hasta su capacidad de entrada (Q_{ze}). El exceso a esta capacidad aflora hacia un nodo superficial (Q_{zve}).

Almacenamiento Acuífero: Los caudales de entrada (Q_{ze}) más las percolaciones desde todos los objetos superficiales y lluvias, debe estar en balance con la capacidad de almacenamiento (K_{max}) del acuífero. Si este último es excedido se produce un proceso de afloramiento ($Q_{zvs(1)}$) por rebalse de capacidad del objeto.

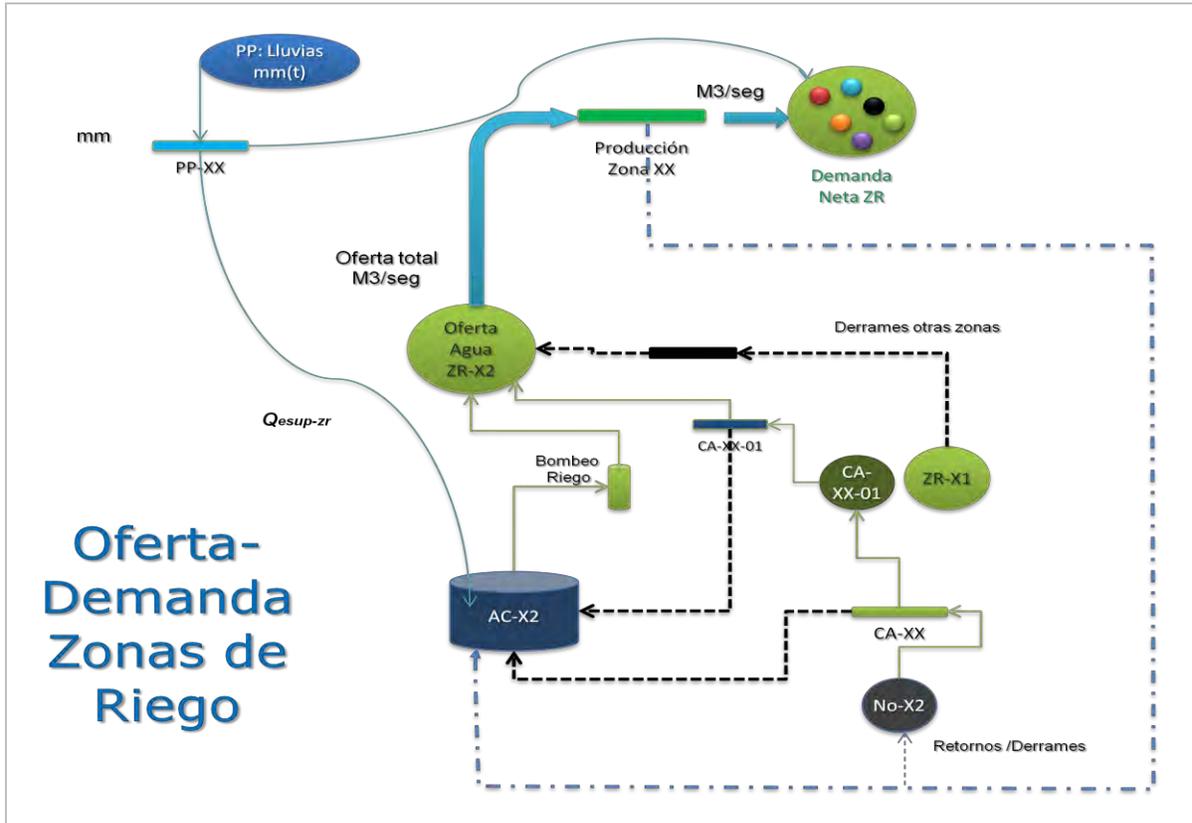
Cámara Salida: En este nodo se efectúa el balance entre la capacidad de traspaso de salida del acuífero (K_s) con el caudal que quiere salir del acuífero (Q_{zs}). Cuando este último sobrepasa la capacidad se produce un proceso de afloramiento hacia la red superficial ($Q_{zvs(2)}$).

Criterios de Asignación de Flujos: Habiendo estructurado la topología de la red, es relevante incorporar dentro de los criterios de flujo (funciones objetivo), las leyes y los principios físicos provenientes de las teorías hidráulicas.

11.3.6 Sub Sistema Demanda Riego (Nodos ZR-XX)

11.3.6.1 Grafo general Circuito de Riego

Cada una de las zonas de la cuenca está ligada topológicamente a distintos elementos a nivel superficial y subterráneo.



A nivel superficial, la primera fuente de abastecimiento la constituyen las precipitaciones, tanto en el área cultivada como no cultivada, las cuales se obtienen multiplicando las precipitaciones medidas en una estación de referencia por un coeficiente de isoyetas. Este flujo se activa directamente sobre el Nodo de demanda, disminuyendo así la demanda final de aguas que debe rescatarse de la red de la cuenca.

Las otras fuentes superficiales son los canales matrices y/o derivados que transportan el agua destinada al riego junto con los derrames y/o excesos provenientes de otras zonas de riego existentes aguas arriba.

A nivel subterráneo, cada zona de riego está ligada a un objeto acuífero, a través de los caudales de bombeo desde el acuífero hacia la zona de riego y de las percolaciones desde esta última hacia el acuífero.

La ecuación de balance en el nodo de oferta hídrica de la Zona ZR:

$$\text{Nodo ZR-x2: } \rightarrow \text{Bombeos Riego} + \text{Traspaso_Canales} + \text{Derrames Otras Zonas} = \text{Oferta ZR-x2}$$

Para establecer la demanda de riego, cada zona es representada por un conjunto de cultivos abastecidos cada uno por un determinado método de riego, por lo tanto se necesita conocer cuál es la tasa de riego o dotación que debe llevar el canal de alimentación que abastecerá a la zona de riego, de tal forma de satisfacer completamente la necesidad evapotranspirativa de todos los cultivos existentes en ella. **La demanda final de cada zona de riego es necesario consignarla en el modelo como parámetro de entrada.**

11.3.6.2 Pérdidas por Derrames (d^o) + Percolaciones (p^o)

Cada zona de riego tiene asociado una eficiencia del método de riego. Al ser este valor menor al 100% significa que para abastecer la demanda neta de riego, es necesario inyectar una mayor cantidad de agua, que posteriormente es devuelta a la red por concepto de **Derrames y Percolaciones**.

Las pérdidas por percolación de un cultivo se calculan como el volumen requerido para satisfacer la necesidad bruta mensual de dicho cultivo multiplicado por el **coeficiente de percolación asociado al método de riego**. El volumen total de pérdida por percolación en la zona de riego corresponde a la suma de las pérdidas por percolación de todos los cultivos existentes en dicha zona.

Las pérdidas por derrames de un cultivo se calculan como el volumen requerido para satisfacer la necesidad bruta mensual de dicho cultivo multiplicado por el coeficiente de derrame asociado al método de riego.

Para los propósitos de esta modelación se hace uso de los coeficientes equivalentes ponderados para cada zona de riego, estimadas por MAGIC.

11.3.6.3 Tranques (Nodos EM-XX)

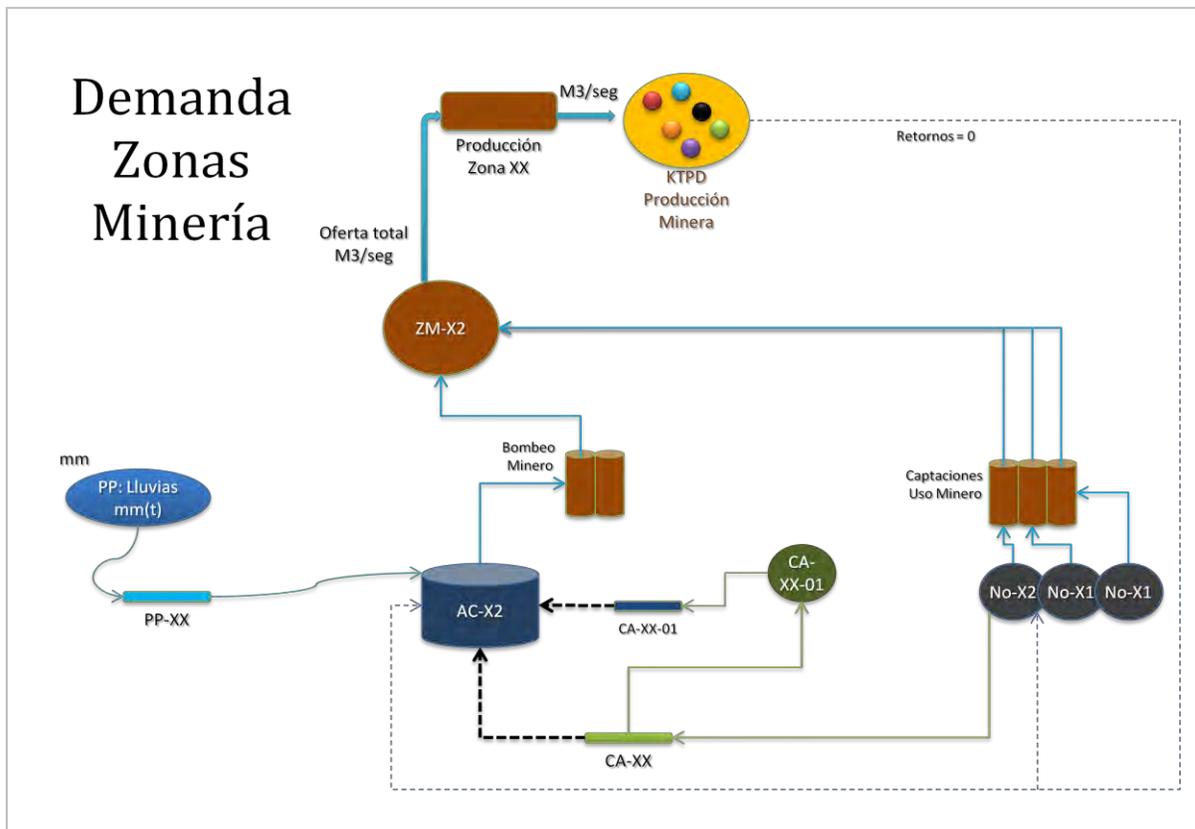
De la misma manera como los Embalses son almacenamiento hídricos que se establecen en los nodos superficiales de la red, los objetos Tranques, constituyen sistemas de almacenamiento temporal del recurso que se aplican en los Nodos de Oferta de Riego. De este modo, cuando una zona de riego dispone de capacidades de almacenamiento, la ecuación de balance permite que el flujo de ingreso de aguas pueda ser mayor a la salida en un volumen máximo definido por la capacidad de los tranques disponibles en la zona. Y la ecuación de balance en el nodo de Zona Riego queda determinada por la siguiente relación:

Nodo ZR-x2: \rightarrow Bombeos Riego + TraspasoCanales + derrames \leq Oferta ZR-x2 + Ke

11.3.7 Sub Sistema Demanda Minería (Nodos ZM-*nn*)

Para mantener consistencia en la modelación de cada una de las cuencas, se ha querido mantener las mismas zonas agrícolas para determinar las demandas actuales y potenciales de la industria minera. Lo mismo se hace para el resto de los sectores económicos.

Las ecuaciones de balance hídrico, en los nodos de oferta de aguas para la industria minera se representan en el grafo esquemático siguiente.



La oferta de aguas para abastecer el mercado minero, se representa (en la figura) por el Nodo ZM-x2. Existen tantos nodos como zonas definidas para la cuenca. De la figura es posible apreciar que la generación de la oferta hídrica proviene básicamente desde dos fuentes:

- Captaciones de Bombeo desde el acuífero asignado a la zona
- Captaciones puntuales desde algún nodo superficial de la red

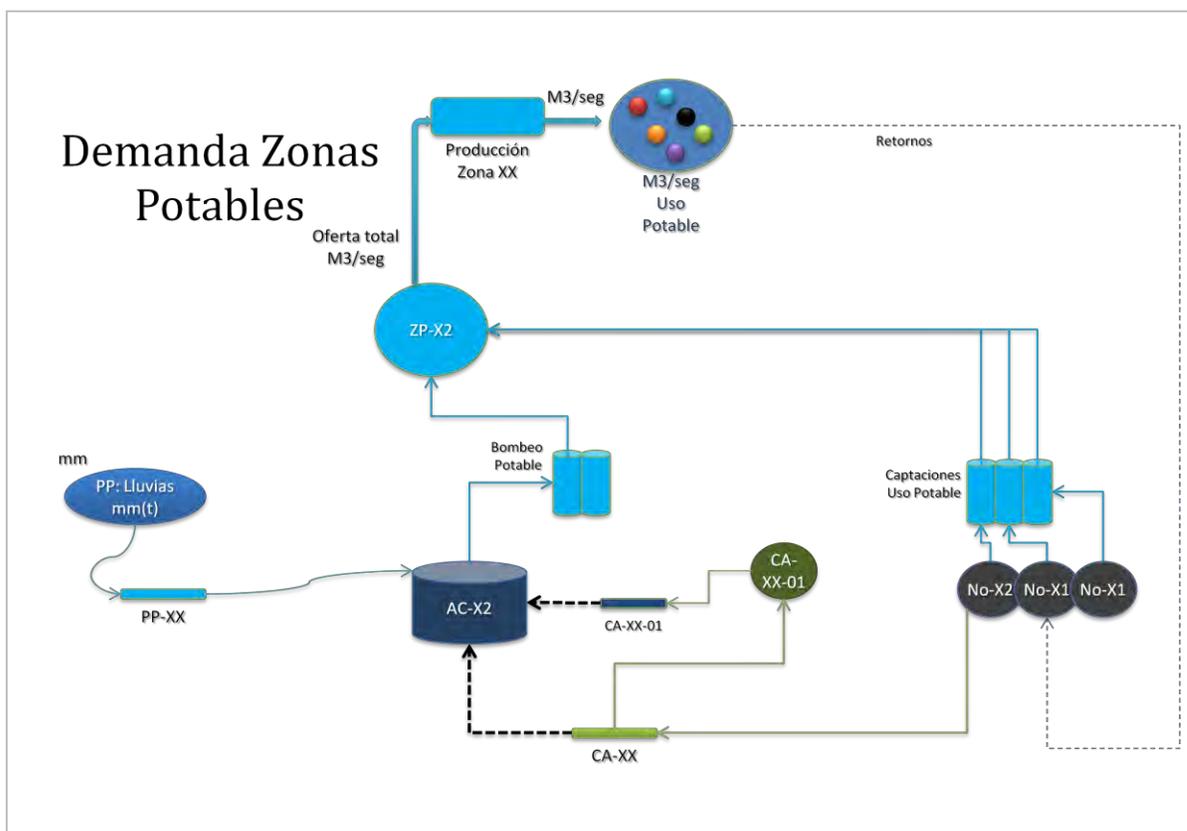
La demanda por su parte, depende de los indicadores de producción del sector, que en este caso se miden Kilo Toneladas de Mineral procesados diariamente por las plantas concentradoras. Y así como en el sector agrícola es posible definir una tasa de riego en lps/ha cultivada, en el sector minero el coeficiente de uso de agua se estima en términos de lps/KTPD de las plantas concentradoras.

11.3.8 Demanda Agua Potable (Nodos ZP-nn)

La oferta de aguas para abastecer el mercado de agua potable, se representa (en la figura) por el Nodo ZP-x2. Existen tantos nodos como zonas definidas para la cuenca. De la figura es posible apreciar que la generación de la oferta hídrica proviene básicamente desde dos fuentes:

- Captaciones de Bombeo desde el acuífero asignado a la zona
- Captaciones puntuales desde algún nodo superficial de la red

La demanda por su parte, depende de los indicadores de producción del sector, que en este caso se miden lps que demanda cada habitante de la zona en análisis.



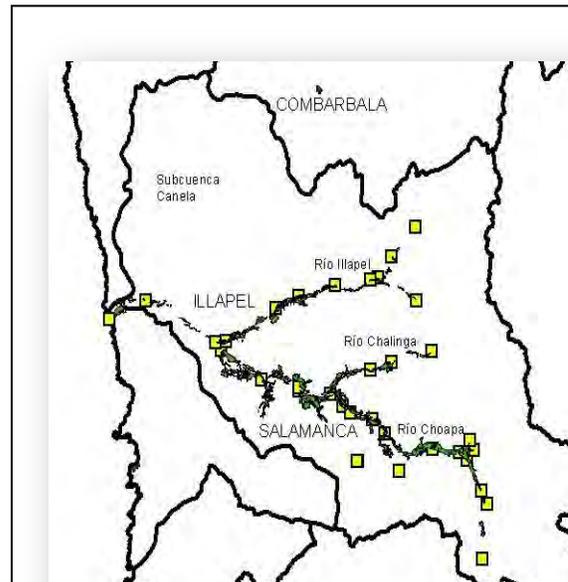
12 CUENCA DEL CHOAPA

12.1 Introducción

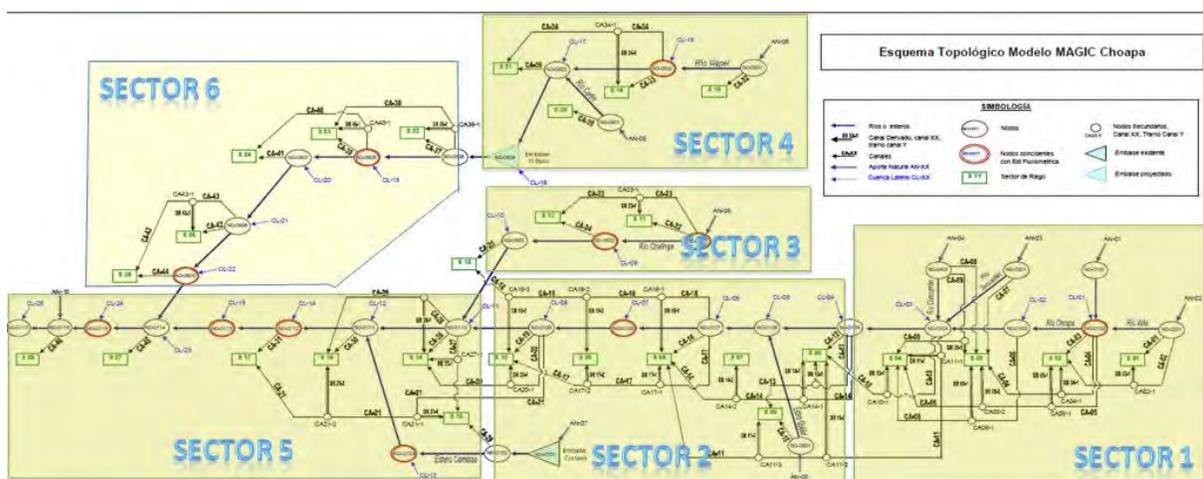
Sobre la base del modelo conceptual expuesto en el capítulo anterior, la caracterización de la cuenca del Choapa se realiza con la información disponible en el estudio Eficiencia Hídrica Región de Coquimbo, realizado por CAZALAC/RODHOS durante el año 2006. En este estudio se presenta el modelado de la cuenca sobre la plataforma de software MAGIC de la DGA, disponiendo así de los antecedentes necesarios para calibrar la operación de modelo resumido de la cuenca.

12.2 Topología de la Cuenca CHOAPA

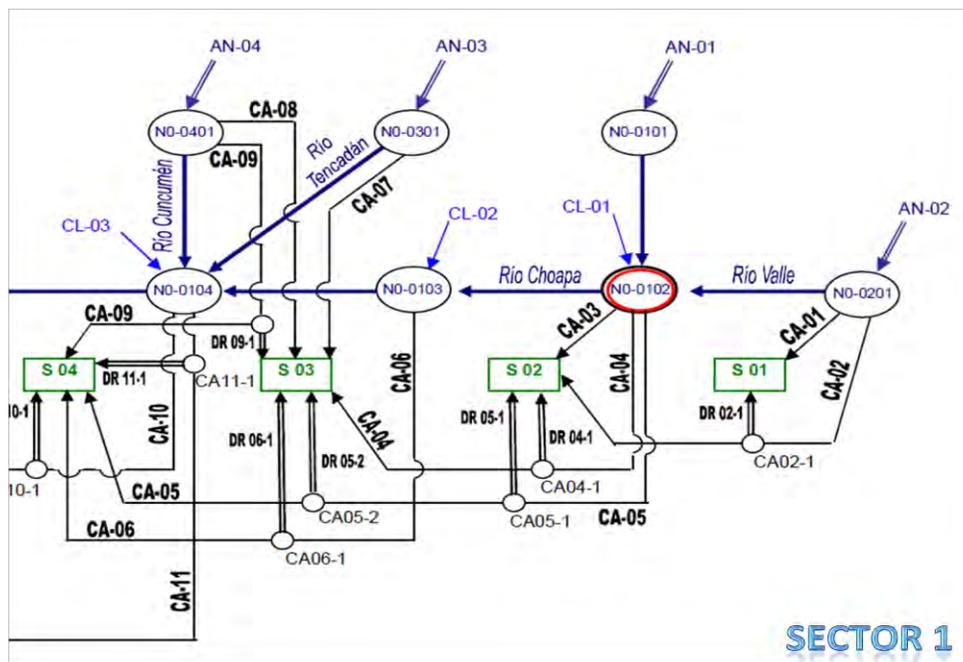
La cuenca del Choapa se muestra en la siguiente figura. El río Choapa tiene una hoya cuya superficie alcanza a 8.239 km². Sin embargo, su caudal medio es de 11,4 m³/seg debido al aumento de las lluvias. Es un río que se conforma en el ámbito andino, y solamente en su curso medio recibe su afluente principal, el Illapel. Aparte de estos 3 sistemas importantes existen otros 3 de carácter secundario que no nacen en la alta cordillera, sus cursos tienen menor longitud y, en algunos casos, traen agua en forma intermitente dada su alimentación casi exclusivamente pluvial. Se trata de la quebrada Los Choros, en un medio netamente desértico; el estero Conchalí o Pupío y el río Quilimarí.



La modelación matemática que soporta el sistema Magic se ha sustentado en el siguiente esquema topológico para representar los objetos de la cuenca:



A modo de ejemplo se hace una representación ampliada de uno de los sectores.



Dentro de este esquema, y de la misma manera como se ha expuesto en la metodología de modelación del capítulo 2, se distinguen los siguientes objetos que permiten determinar el sistema hídrico de la cuenca, a saber:

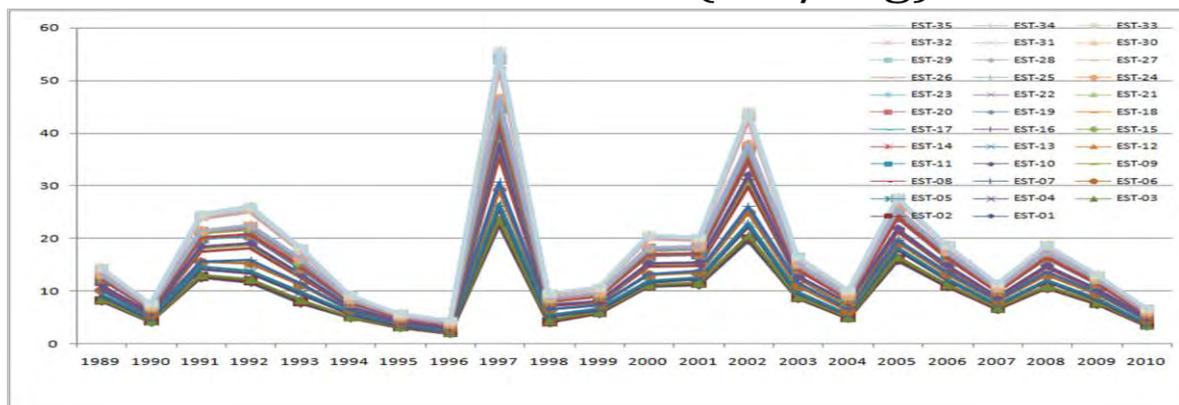
- Aportes naturales; y nodos de llegada de recursos aportados
- Cuencas Laterales; y nodos de llegada de nodos aportados
- Precipitaciones (no se dibujan, para simplificar diagrama)
- Acuíferos (idem anterior)
- Tramos Río
- Canales de Riego
- Zonas de Riego

12.2.1 Estadísticas de Aportes Hídricos en Cuenca

Los flujos asociados a los aportes naturales, cuencas laterales y precipitaciones representan los caudales de agua que ingresan a la cuenca. Para el propósito de esta modelación es fundamental parametrizar estos valores de modo de hacer factible la evaluación de diferentes escenarios de disponibilidad de agua y sus impactos en los sectores económicos y de abastecimiento de agua potable.

En la gráfica siguiente se muestra los caudales medios anuales (m³/seg) del período 1989-2010, de las estaciones de medición que permiten cuantificar los caudales aportantes asociadas tanto a los Aportes Naturales como Cuencas Laterales.

Promedio Anual (m³/seg)



Estas estadísticas, en el contexto de este proyecto, tienen básicamente dos objetivos. En primer lugar verificar que el comportamiento similar que muestran las diferentes estaciones, y así poder parametrizar de manera más simple los aportes de la cuenca bajo diferentes escenarios. Y en segundo lugar, poder caracterizar períodos de oferta hídrica en clases: Alta; Media y Baja.

En relación al último punto del párrafo anterior, las estadísticas muestran un comportamiento relativamente cíclico en la oferta hídrica. El primer ciclo se observa en el período 1990-1996, con una oferta punta media anual durante el año 1992 de **26,2 m³/seg**, llegando al mínimo durante el año 1996 con un aporte medio anual de **4,45 m³/seg**. Después de un año 1997 con alta oferta hídrica de casi 56 m³/seg, se observa un segundo ciclo durante el periodo 1998-2004, con una oferta punta durante el año 2002 de **44 m³/seg**, y un mínimo en el 2004 de **10,2 m³/seg**. El último ciclo, 2004-2010, expone al 2010 como un año de baja oferta hídrica con un caudal medio anual de **6,67 m³/seg**.

En virtud de lo anterior, es posible caracterizar la oferta hídrica en 3 escenarios:

- Escenario de Oferta Baja → entre 4,0 y 12,0 m³/seg promedio anual
- Escenario de oferta Media → entre 12,0 y 20,0 m³/seg. promedio anual
- Escenario de Oferta Alta: → entre 20,0 y 30,0 m³/seg promedio anual.

12.2.2 Aportes Naturales

Dado un escenario de Oferta Hídrica, para los efectos de estimar los caudales aportantes en cada uno de los nodos de aportes naturales definidos para la cuenca del Choapa, las estadísticas procesadas en el punto anterior nos permiten estimar las siguientes proporciones:

AN-01	EST-01	50,45%
AN-02	EST-02	1,07%
AN-03	EST-03	1,46%
AN-04	EST-04	4,79%
AN-05	EST-05	1,63%
AN-06	EST-06	5,52%

AN-07	EST-07	1,65%
AN-08	EST-08	5,87%
AN-09	EST-09	1,88%
AN-10	EST-10	1,55%

Cargas por Aporte Naturales **75,88%**

La parametrización de estos nodos en la cuenca del Choapa (obtenidas del estudio referenciado anteriormente) se resume en la siguiente tabla:



Código	Nodo	Estadística	Nombre	K Anual	K_trim 1	K_trim 2	K_trim 3	K_trim 4
AN-01	NO-0101	EST-01	Río Choapa Cabecera	3,38	0,92	1,57	8,82	2,21
AN-02	NO-0201	EST-02	Río Valle Cabecera	0,07	0,03	0,06	0,17	0,03
AN-03	NO-0301	EST-03	Río Tencadán	0,10	0,04	0,08	0,23	0,04
AN-04	NO-0401	EST-04	Río (0,32	0,14	0,27	0,74	0,14
AN-05	NO-0501	EST-05	Este	0,11	0,05	0,09	0,25	0,05
AN-06	NO-0601	EST-06	Río (0,37	0,13	0,32	0,68	0,34
AN-07	NO-0701	EST-07	Estero Camisas	0,11	0,25	0,18	0,00	0,01
AN-08	NO-0801	EST-08	Río Illapel Cabecera	0,39	0,12	0,28	0,91	0,26
AN-09	NO-0901	EST-09	Río Carén Cabecera	0,13	0,04	0,09	0,29	0,08
AN-10	NO-0116	EST-10	Estero La Canela	0,10	0,31	0,11	0,00	0,00

12.2.3 Cuencas Laterales

Dado un escenario de Oferta Hídrica, para los efectos de estimar los caudales aportantes en cada uno de los nodos de Cuencas Laterales definidos para la cuenca del Choapa, las estadísticas procesadas en el punto anterior nos permiten estimar las siguientes proporciones:

CL-01	EST-11	6,04%
CL-02	EST-12	1,00%
CL-03	EST-13	0,12%
CL-04	EST-14	0,55%
CL-05	EST-15	3,53%
CL-06	EST-16	0,16%
CL-07	EST-17	0,10%
CL-08	EST-18	0,02%
CL-09	EST-19	1,14%
CL-10	EST-20	0,22%
CL-11	EST-21	0,23%
CL-12	EST-22	0,02%
CL-13	EST-23	0,36%

CL-14	EST-24	0,37%
CL-15	EST-25	0,11%
CL-16	EST-26	6,74%
CL-17	EST-27	1,16%
CL-18	EST-28	0,15%
CL-19	EST-29	0,35%
CL-20	EST-30	0,14%
CL-21	EST-31	0,10%
CL-22	EST-32	1,01%
CL-23	EST-33	0,09%
CL-24	EST-34	0,37%
CL-25	EST-35	0,04%

Cargas por Cuencas laterales

24,12%

AN: Afluentes Naturales

CL: Cuencas Laterales

Volver

Cargas por Afluentes Naturales	5,08	2,03	3,06	12,08	3,16
Cargas por Cuencas Laterales	1,62	1,07	1,31	3,21	0,88
m3/seg totales	6,70	3,10	4,36	15,29	4,05
	Prom anual	Trim 1	Trim 2	Trim 3	Trim 4

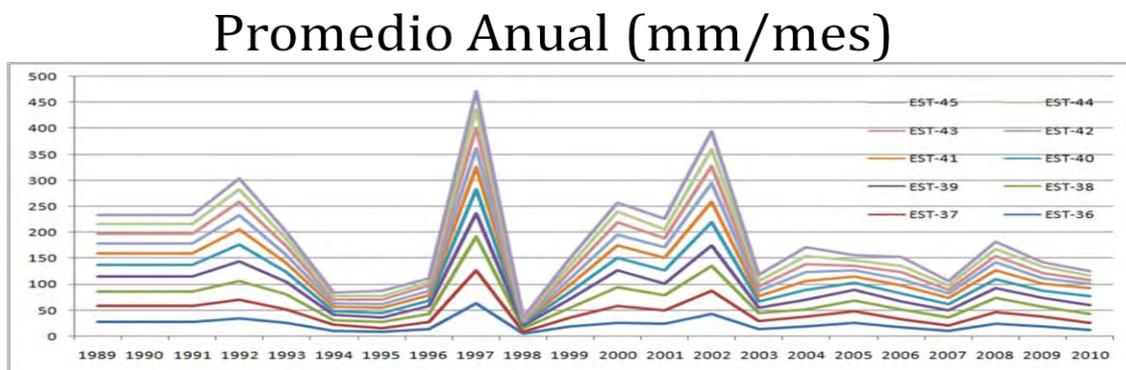
ESCENARIO OFERTA HÍDRICA **6,7** m3/seg

Código	Nodo	Estadística	Nombre	K Anual	K_trim 1	K_trim 2	K_trim 3	K_trim 4
CL-01	NO-0201	EST-11	Río Valle parte baja y Choapa hasta EF Choapa en C	0,40	0,11	0,21	1,04	0,26
CL-02	NO-0102	EST-12	Río Choapa entre EF Choapa en Cuncumén y pueblo	0,07	0,02	0,04	0,17	0,04
CL-03	NO-0103	EST-13	Río Choapa sector confluencia Ríos Choapa-	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00
CL-04	NO-0104	EST-14	Río Choapa entre confluencia Cuncumén-Choapa y	0,04	0,02	0,13	0,00	0,00
CL-05	NO-0105	EST-15	Río Choapa entre Bocatoma Corrales y sector conflu	0,24	0,06	0,12	0,61	0,15
CL-06	NO-0106	EST-16	Río Choapa entre Estero Quelén y Entrega Corrales	0,01	0,03	0,02	0,00	0,00
CL-07	NO-0107	EST-17	Río Choapa entre Entrega Corrales N°2 y EF Choapa	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00
CL-08	NO-0108	EST-18	Río Choapa entre EF Choapa en Salamanca y	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CL-09	NO-0601	EST-19	Río Chalinga entre La Palmilla y San Agustín	0,08	0,03	0,07	0,14	0,07
CL-10	NO-0602	EST-20	Río Chalinga entre Sn Agustín y Qda Cunlagua	0,01	0,01	0,04	0,00	0,00
CL-11	NO-0603	EST-21	Sector confluencia R Choapa y R Chalinga y R Chali	0,02	0,04	0,02	0,00	0,00
CL-12	NO-0110	EST-22	Río Choapa entre Río Chalinga y Estero Camisas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CL-13	NO-0702	EST-23	Esteros Camisas, parte baja	0,02	0,06	0,03	0,00	0,00
CL-14	NO-0111	EST-24	Río Choapa entre Estero Camisas y Estero	0,02	0,08	0,02	0,00	0,00
CL-15	NO-0112	EST-25	Río Choapa entre Estero Limáhuída y confluencia co	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00
CL-16	NO-0801	EST-26	Río Illapel entre comienzo canales y Las Burras	0,45	0,14	0,32	1,04	0,30
CL-17	NO-0802	EST-27	Confluencia Ríos Illapel y Carén	0,08	0,02	0,06	0,18	0,05
CL-18	NO-0803	EST-28	Río Illapel entre confluencia con R Carén y Embals	0,01	0,00	0,01	0,02	0,01
CL-19	NO-0805	EST-29	Río Illapel entre Embalse El Bato y Huintil	0,02	0,05	0,04	0,00	0,00
CL-20	NO-0806	EST-30	Río Illapel entre Huintil y Qda Cárcamo	0,01	0,03	0,01	0,00	0,00
CL-21	NO-0807	EST-31	Río Illapel entre Qda Cárcamo y Estero Aucó	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00
CL-22	NO-0808	EST-32	Río Illapel entre Estero Aucó y El Peral	0,07	0,18	0,09	0,00	0,00
CL-23	NO-0809	EST-33	Río Choapa, confluencia con Río Illapel, Illapel b	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00
CL-24	NO-0114	EST-34	Río Choapa entre Río Illapel y Estero La Canela	0,02	0,07	0,03	0,00	0,00
CL-25	NO-0116	EST-35	Río Choapa, aguas abajo de Estero La Canela	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00

12.2.4 Precipitaciones

12.2.4.1 Estadísticas

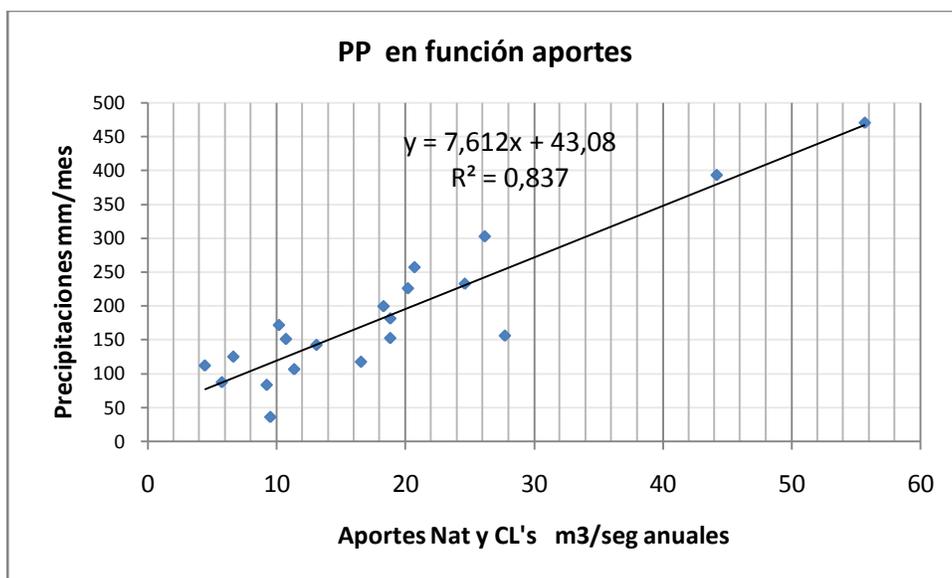
Las estadísticas disponibles en las Bases Magic de la DGA permiten obtener la siguiente gráfica de promedio de precipitaciones mensuales-anales para el período 1998-2010:



Como era de esperar, se observa es que el perfil de precipitaciones durante el período 1998-2010 resulta ser muy similar al perfil de cargas desde los aportes naturales y cuencas laterales.

Con el propósito de simplificar la operación del modelo, el ingreso de los valores de precipitaciones se correlaciona con los valores asociados al escenario de oferta hídrica de los caudales aportados por las cuencas laterales y aportes naturales.

El resultado de este ajuste se muestra en el gráfico siguiente, en donde es posible apreciar una correlación relativamente significativa entre las precipitaciones medias mensuales (base anual) con los caudales aportantes medios anuales (m3/seg).



Y= precipitaciones medias totales(mm/mes) de la cuenca

X= Aportes medios anuales totales de Cuencas Laterales y Aporte Naturales de la cuenca (m3/seg)

estación	% distrib.	Std Dev
EST-36	12,40%	1,83%
EST-37	12,01%	1,23%
EST-38	13,42%	2,03%
EST-39	10,91%	1,27%
EST-40	10,42%	0,95%
EST-41	9,97%	0,82%
EST-42	7,50%	1,32%
EST-43	8,00%	0,88%
EST-44	7,63%	1,00%
EST-45	7,76%	1,65%
	100,00%	

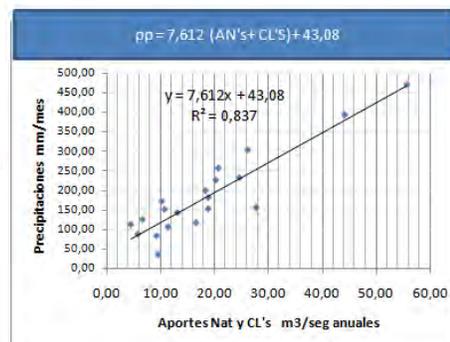
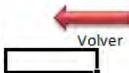
Para la distribución de las precipitaciones totales en cada una de las estaciones definidas en la Cuenca, se hace uso de un procedimiento similar al utilizado para el caso de los AN y CL. En esta situación las estadísticas disponibles permiten asumir los porcentajes que se muestran en la tabla adjunta, para estimar las precipitaciones disponibles para cada punto

12.2.4.2 Escenarios Paramétricos

Cuenca Choapa: Precipitaciones Medias Mensuales mm/mes

94

Nombre	% Dist	Código	Mes Medio, [mm/mes]
Cuncumén	12,40%	EST-36	11,7
La Tranquilla	12,01%	EST-37	11,3
Coirón	13,42%	EST-38	12,6
San Agustín	10,91%	EST-39	10,3
Salamanca	10,42%	EST-40	9,8
Mal Paso	9,97%	EST-41	9,4
Limáhuida	7,50%	EST-42	7,1
Santa Virginia	8,00%	EST-43	7,5
Illapel	7,63%	EST-44	7,2
Mincha Norte	7,76%	EST-45	7,3



Cuenca Choapa: Precipitaciones Medias Mensuales (lps)

Código ZR	Pluviométr	LPS Anual	LPSAbr-Jun	LPS Jul_sep	LPS_Oct-Dic	Def_Ene-Mar
ZR-01	EST-36	8,9282	18,5750	15,3686	0,0000	1,7690
ZR-02	EST-36	19,1417	39,8243	32,9499	0,0000	3,7928
ZR-03	EST-36	25,9140	53,9140	44,6074	0,0000	5,1347
ZR-04	EST-37	28,7629	60,3984	52,2962	0,0000	2,3570
ZR-05	EST-38	58,5336	136,1348	90,8833	1,6297	5,4867
ZR-06	EST-38	18,8049	43,7356	29,1978	0,5236	1,7627
ZR-07	EST-38	8,9504	20,8165	13,8971	0,2492	0,8390
ZR-08	EST-40	27,7783	68,6477	39,6320	0,0000	2,8336
ZR-09	EST-40	3,7537	9,2765	5,3555	0,0000	0,3829
ZR-10	EST-40	12,8534	31,7643	18,3383	0,0000	1,3111
ZR-11	EST-39	6,2492	13,7382	10,3204	0,1340	0,8042
ZR-12	EST-39	16,1075	35,4105	26,6011	0,3455	2,0728
ZR-13	EST-40	28,5241	70,4908	40,6961	0,0000	2,9096
ZR-14	EST-40	44,4562	109,8632	63,4268	0,0000	4,5348
ZR-15	EST-40	28,5956	70,6675	40,7981	0,0000	2,9169
ZR-16	EST-42	32,2040	98,8072	30,0089	0,0000	0,0000
ZR-17	EST-42	43,9856	134,9549	40,9874	0,0000	0,0000
ZR-18	EST-43	1,8659	5,0795	2,3842	0,0000	0,0000
ZR-19	EST-43	2,8846	7,8524	3,6858	0,0000	0,0000
ZR-20	EST-43	5,5780	15,1847	7,1275	0,0000	0,0000
ZR-21	EST-43	1,6389	4,4613	2,0941	0,0000	0,0000
ZR-22	EST-43	4,5298	12,3311	5,7881	0,0000	0,0000
ZR-23	EST-44	12,2286	33,2891	15,6255	0,0000	0,0000
ZR-24	EST-44	26,0766	70,9862	33,3201	0,0000	0,0000
ZR-25	EST-44	16,1859	44,0615	20,6819	0,0000	0,0000
ZR-26	EST-44	3,3391	9,0897	4,2666	0,0000	0,0000
ZR-27	EST-45	6,7917	20,3116	6,8552	0,0000	0,0000
ZR-28	EST-45	16,2377	48,5614	16,3895	0,0000	0,0000

12.2.5 Tramos Ríos

FTP Choapa V_9_c_Acuifer:2



Red Tramos Río

Código del	Q(perc)	Río	Nº	NOini	NOfin	Acuífero
TR-10	51,7%	RI-01	10	NO-0110	NO-0111	AC-14
TR-11	9,1%	RI-01	11	NO-0111	NO-0112	AC-16
TR-12	12,0%	RI-01	12	NO-0112	NO-0113	AC-17
TR-13	1,7%	RI-01	13	NO-0113	NO-0114	AC-17
TR-14	19,9%	RI-01	14	NO-0114	NO-0115	AC-27
TR-15	1,8%	RI-01	15	NO-0115	NO-0116	AC-28
TR-16	15,8%	RI-01	16	NO-0116	NO-0117	AC-28
TR-17	3,7%	RI-02	1	NO-0201	NO-0102	AC-01
TR-18	0,8%	RI-03	1	NO-0301	NO-0104	AC-03
TR-19	1,2%	RI-04	1	NO-0401	NO-0104	AC-03
TR-20	3,5%	RI-05	1	NO-0501	NO-0106	AC-06
TR-21	3,4%	RI-06	1	NO-0601	NO-0602	AC-11
TR-22	2,5%	RI-06	2	NO-0602	NO-0603	AC-12
TR-23	7,2%	RI-06	3	NO-0603	NO-0110	AC-13
TR-24	0,0%	RI-07	1	NO-0701	NO-0702	AC-15
TR-25	11,4%	RI-07	2	NO-0702	NO-0703	AC-15
TR-26	0,4%	RI-07	3	NO-0703	NO-0111	AC-15
TR-27	2,8%	RI-08	1	NO-0801	NO-0802	AC-19
TR-28	2,0%	RI-08	2	NO-0802	NO-0803	AC-19
TR-29	0,9%	RI-08	3	NO-0803	NO-0804	AC-21
TR-30	0,0%	RI-08	4	NO-0804	NO-0805	AC-22
TR-31	4,2%	RI-08	5	NO-0805	NO-0806	AC-22
TR-32	4,9%	RI-08	6	NO-0806	NO-0807	AC-23
TR-33	3,8%	RI-08	7	NO-0807	NO-0808	AC-24
TR-34	9,1%	RI-08	8	NO-0808	NO-0809	AC-25
TR-35	2,0%	RI-08	9	NO-0809	NO-0114	AC-26
TR-36	2,9%	RI-09	1	NO-0901	NO-0803	AC-19

12.2.6 Tramos Canales

 <h2 style="color: red; text-align: center;">Red Canales Riego</h2>							
Canal	Nodo Inicial	Objeto Final	Acuífero	Capacidad	Nº del Tramo	Capacidad, [m3/s]	Eficiencia [%]
CA-01	NO-0201	ZR-01	AC-01	0,6871	0	0,481	0,7
CA-02	NO-0201	CA02-1	AC-01	0,5000	1	0,4	0,8
CA-02	CA02-1	ZR-02	AC-02	0,5000	99	0,4	0,8
CA-02	CA02-1	ZR-01	AC-01	0,0832		0,0832	1
CA-03	NO-0102	ZR-02	AC-02	0,5870	0	0,405	0,69
CA-04	NO-0102	CA04-1	AC-02	0,3000	1	0,24	0,8
CA-04	CA04-1	ZR-03	AC-03	0,3000	99	0,24	0,8
CA-04	CA04-1	ZR-02	AC-02	0,1574		0,15744	1
CA-05	NO-0102	CA05-1	AC-02	1,0941	1	0,93	0,85
CA-05	CA05-2	ZR-04	AC-04	1,0941	99	0,93	0,85
CA-05	CA05-2	ZR-03	AC-03	0,2009		0,20088	1
CA-05	CA05-1	CA05-2	AC-03	1,0941	2	0,93	0,85
CA-05	CA05-1	ZR-02	AC-02	0,2260		0,22599	1
CA-06	NO-0103	CA06-1	AC-03	0,4938	1	0,4	0,81
CA-06	CA06-1	ZR-04	AC-04	0,4938	99	0,4	0,81
CA-06	CA06-1	ZR-03	AC-03	0,1180		0,118	1
CA-07	NO-0301	ZR-03	AC-03	0,4600	0	0,345	0,75
CA-08	NO-0401	ZR-03	AC-03	1,2424	0	0,82	0,66
CA-09	NO-0401	CA09-1	AC-03	0,1379	1	0,12	0,87
CA-09	CA09-1	ZR-04	AC-04	0,1379	99	0,12	0,87
CA-09	CA09-1	ZR-03	AC-03	0,0594		0,0594	1
CA-10	NO-0104	CA10-1	AC-04	3,2405	1	2,56	0,79
CA-10	CA10-1	ZR-05	AC-05	3,2405	99	2,56	0,79
CA-10	CA10-1	ZR-04	AC-04	0,3240		0,324	1
CA-11	NO-0104	CA11-1	AC-04	2,2727	1	2	0,88
CA-11	CA11-3	ZR-08	AC-07	2,2727	99	2	0,88
CA-11	CA11-3	ZR-06	AC-06	0,6240		0,624	1
CA-11	CA11-2	CA11-3	AC-06	2,2727	3	2	0,88
CA-11	CA11-2	ZR-05	AC-05	0,8100		0,81	1
CA-11	CA11-1	CA11-2	AC-05	2,2727	2	2	0,88
CA-11	CA11-1	ZR-04	AC-04	0,2920		0,292	1
CA-12	NO-0105	ZR-05	AC-05	4,0448	0	2,71	0,67
CA-13	NO-0105	CA13-1	AC-05	1,3580	1	1,1	0,81
CA-13	CA13-1	ZR-06	AC-06	1,3580	99	1,1	0,81
CA-13	CA13-1	ZR-05	AC-05	0,4675		0,4675	1
CA-14	NO-0105	CA14-1	AC-05	2,0353	1	1,73	0,85
CA-14	CA14-2	ZR-08	AC-08	2,0353	99	1,73	0,85
CA-14	CA14-2	ZR-07	AC-07	0,9307		0,93074	1
CA-14	CA14-1	CA14-2	AC-07	2,0353	2	1,73	0,85

 <h1 style="color: red; margin: 0;">Red Canales Riego</h1>							
Canal	Nodo Inicial	Objeto Final	Acuífero	Capacidad	Nº del Tramo	Capacidad, [m3/s]	Eficiencia [%]
CA-14	CA14-2	ZR-08	AC-08	2,0353	99	1,73	0,85
CA-14	CA14-2	ZR-07	AC-07	0,9307		0,93074	1
CA-14	CA14-1	CA14-2	AC-07	2,0353	2	1,73	0,85
CA-14	CA14-1	ZR-05	AC-05	0,2128		0,21279	1
CA-15	NO-0501	ZR-06	AC-06	0,1538	0	0,1	0,65
CA-16	NO-0107	ZR-08	AC-08	3,2787	0	2	0,61
CA-17	NO-0107	CA17-1	AC-08	0,7059	1	0,6	0,85
CA-17	CA17-2	ZR-10	AC-10	0,7059	99	0,6	0,85
CA-17	CA17-2	ZR-09	AC-09	0,0636		0,0636	1
CA-17	CA17-1	CA17-2	AC-09	0,7059	2	0,6	0,85
CA-17	CA17-1	ZR-08	AC-08	0,3252		0,3252	1
CA-18	NO-0107	CA18-1	AC-08	1,2500	1	1,1	0,88
CA-18	CA18-3	ZR-13	AC-13	1,2500	99	1,1	0,88
CA-18	CA18-3	ZR-10	AC-10	0,3542		0,3542	1
CA-18	CA18-2	CA18-3	AC-10	1,2500	3	1,1	0,88
CA-18	CA18-2	ZR-09	AC-09	0,2750		0,275	1
CA-18	CA18-1	CA18-2	AC-09	1,2500	2	1,1	0,88
CA-18	CA18-1	ZR-08	AC-08	0,2123		0,2123	1
CA-19	NO-0109	ZR-10	AC-10	0,3676	0	0,25	0,68
CA-20	NO-0109	CA20-1	AC-10	0,4074	1	0,33	0,81
CA-20	CA20-1	ZR-14	AC-14	0,4074	99	0,33	0,81
CA-20	CA20-1	ZR-10	AC-10	0,1940		0,19404	1
CA-21	NO-0109	CA21-1	AC-15	4,7500	1	3,8	0,8
CA-21	CA21-2	ZR-17	AC-17	4,7500	99	3,8	0,8
CA-21	CA21-2	ZR-16	AC-16	1,1552		1,1552	1
CA-21	CA21-1	CA21-2	AC-16	4,7500	2	3,8	0,8
CA-21	CA21-1	ZR-15	AC-15	0,9158		0,9158	1
CA-22	NO-0601	ZR-11	AC-11	1,5077	0	0,98	0,65
CA-23	NO-0601	CA23-1	AC-11	0,6154	1	0,48	0,78
CA-23	CA23-1	ZR-12	AC-12	0,6154	99	0,48	0,78
CA-23	CA23-1	ZR-11	AC-11	0,2194		0,21936	1
CA-24	NO-0602	ZR-12	AC-12	1,2094	0	0,84656	0,7
CA-25	NO-0603	ZR-13	AC-13	2,0258	0	1,337	0,66
CA-26	NO-0110	ZR-14	AC-14	2,3846	0	1,55	0,65
CA-27	NO-0110	CA27-1	AC-14	1,4103	1	1,1	0,78
CA-27	CA27-1	ZR-15	AC-15	1,4103	99	1,1	0,78
CA-27	CA27-1	ZR-14	AC-14	0,6138		0,6138	1
CA-28	NO-0110	CA28-1	AC-14	2,4359	1	1,9	0,78
CA-28	CA28-1	ZR-16	AC-16	2,4359	99	1,9	0,78

 <h1 style="display: inline; color: red; margin-left: 10px;">Red Canales Riego</h1>							
Canal	Nodo Inicial	Objeto Final	Acuifero	Capacidad	Nº del Tramo	Capacidad, [m3/s]	Eficiencia [%]
CA-27	CA27-1	ZR-14	AC-14	0,6138		0,6138	1
CA-28	NO-0110	CA28-1	AC-14	2,4359	1	1,9	0,78
CA-28	CA28-1	ZR-16	AC-16	2,4359	99	1,9	0,78
CA-28	CA28-1	ZR-14	AC-14	1,2198		1,2198	1
CA-29	NO-0702	ZR-15	AC-15	0,6400	0	0,48	0,75
CA-30	NO-0111	ZR-16	AC-16	1,4783	0	1,02	0,69
CA-31	NO-0112	ZR-17	AC-17	3,6167	0	2,17	0,6
CA-32	NO-0801	ZR-18	AC-19	0,3676	0	0,261	0,71
CA-33	NO-0802	ZR-19	AC-19	3,4014	0	2,449	0,72
CA-34	NO-0802	CA34-1	AC-19	0,1057	1	0,092	0,87
CA-34	CA34-1	ZR-21	AC-21	0,1057	99	0,092	0,87
CA-34	CA34-1	ZR-19	AC-19	0,0156		0,01564	1
CA-35	NO-0901	ZR-20	AC-19	0,7714	0	0,54	0,7
CA-36	NO-0803	ZR-21	AC-21	0,3455	0	0,228	0,66
CA-37	NO-0805	ZR-22	AC-22	0,2868	0	0,195	0,68
CA-38	NO-0805	CA38-1	AC-22	0,3205	1	0,25	0,78
CA-38	CA38-1	ZR-23	AC-23	0,3205	99	0,25	0,78
CA-38	CA38-1	ZR-22	AC-22	0,1818		0,18175	1
CA-39	NO-0806	ZR-23	AC-23	0,7746	0	0,55	0,71
CA-40	NO-0806	CA40-1	AC-23	1,2405	1	0,98	0,79
CA-40	CA40-1	ZR-24	AC-24	1,2405	99	0,98	0,79
CA-40	CA40-1	ZR-23	AC-23	0,3562		0,35619	1
CA-41	NO-0807	ZR-24	AC-24	7,4984	0	4,724	0,63
CA-42	NO-0808	ZR-25	AC-25	0,5279	0	0,322	0,61
CA-43	NO-0808	CA43-1	AC-25	0,4615	1	0,36	0,78
CA-43	CA43-1	ZR-26	AC-26	0,4615	99	0,36	0,78
CA-43	CA43-1	ZR-25	AC-25	0,1141		0,11408	1
CA-44	NO-0809	ZR-26	AC-26	0,6667	0	0,5	0,75
CA-45	NO-0114	ZR-27	AC-27	1,8731	0	1,255	0,67
CA-46	NO-0116	ZR-28	AC-28	3,2349	0	2,038	0,63

12.2.7 Acuíferos

Parámetros de Acuíferos Choapa (lps)										
Nombre	Qb	Qze	Qzmax	Qzs	Qzvs	Qzve	Qo	50%		
AC-01	0,0	0	95	20,2	1	NO-0102	1	NO-0102	18	
AC-02	2,0	20,15	346	120,8	1	NO-0103	1	NO-0102	173	
AC-03	135,0	120,8	736	209,8	1	NO-0104	1	NO-0103	358	
AC-04	3,5	209,8	618	195,0	1	NO-0105	1	NO-0104	309	
AC-05	408,1	195	1.493	67,8	1	NO-0106	1	NO-0105	746	
AC-06	3,1	0	296	19,4	1	NO-0106	1	NO-0106	146	
		19	334	200,8	1	NO-0107	1	NO-0106	167	
		10,8	819	169,7	1	NO-0108	1	NO-0107	403	
		19,7	284	213,3	1	NO-0109	1	NO-0108	142	
		3,3	901	96,5	1	NO-0110	1	NO-0109	451	
AC-11	0,0	0	255	341,0	1	NO-0602	1	NO-0601	128	
AC-12	2,5	341	582	123,1	1	NO-0603	1	NO-0602	291	
AC-13	7,0	123,1	1.992	110,5	1	NO-0110	1	NO-0603	396	
AC-14	12,0	207	2.176	15,4	1	NO-0111	1	NO-0110	1.088	
AC-15			1.660	10,9	0,5	NO-0703	NO-0111	NO-0702	830	
AC-16	173,7	26,32	1.654	11,3	1	NO-0112	1	NO-0111	827	
AC-17	97,3	11,32	950	1,7	1	NO-0113	1	NO-0112	475	
AC-19	0,0	0	37	4,1	1	NO-0803	1	NO-0802	19	
AC-21	0,0	4,091	30	4,0	1	NO-0804	1	NO-0803	15	
AC-22	4,0	4,038	144	3,9	1	NO-0806	1	NO-0805	72	
AC-23	16,0	3,873	952	41,0	1	NO-0807	1	NO-0806	476	
AC-24	146,0	41,05	826	20,5	1	NO-0808	1	NO-0807	413	
AC-25	222,2	20,5	1.009	5,4	1	NO-0809	1	NO-0808	504	
AC-26	66,0	5,361	74	1,4	1	NO-0114	1	NO-0809	37	
AC-27	10,8	1,432	771	1,9	1	NO-0115	1	NO-0114	386	
AC-28	190,0	1,9	332	21,6	1	NO-0117	1	NO-0116	188	

12.2.8 Pozos

Capacidad Bombeo Pozos Acuíferos Choapa m3/seg						
Acuífero	Riego	Potable	Minero	Industrial	energía	Total
AC-01						
AC-02		0,002				0,002
AC-03		0,002	0,133			0,135
AC-04		0,0035				0,0035
AC-05	0,069	0,3391				0,4081
AC-06		0,0031				0,0031
AC-07		0,0077				0,0077
AC-08		0,2241				0,2241
AC-09		0,0611				0,0611
AC-10						
AC-11						
AC-12		0,0025				0,0025
AC-13	0,005	0,002				0,007
AC-14		0,012				0,012
AC-15	0,02	0,0081				0,0281
AC-16	0,147	0,0147		0,012		0,1737
AC-17	0,09	0,0073				0,0973
AC-18						
AC-19						
AC-20						
AC-21						
AC-22		0,004				0,004
AC-23	0,016					0,016
AC-24	0,039	0,107				0,146
AC-25	0,2052	0,017				0,2222
AC-26	0,066					0,066
AC-27		0,0108				0,0108
AC-28	0,14	0,004		0,046		0,19
Total genera	0,7972	0,832	0,133	0,058		1,8202

12.2.9 Parámetros Demandas Zonas de Riego

Sector Riego

Balance
Caudales
Riego

ind(i,j) 01-10			Percolaciones y Retornos				
Zona	IpsHá	Has	Percolación	%	Derrames	%Derrame	
1	ZR-01	0,375	198	AC-01	41,4%	NO-0102	24%
2	ZR-02	0,375	425	AC-02	41,1%	NO-0103	24%
3	ZR-03	0,375	576	AC-03	41,2%	NO-0104	24%
4	ZR-04	0,375	680	AC-04	41,2%	NO-0105	24%
5	ZR-05	0,375	1.202	AC-05	41,1%	NO-0106	24%
6	ZR-06	0,375	386	AC-06	41,4%	NO-0106	24%
7	ZR-07	0,375	01*	AC-07	41,0%	NO-0107	23%
8	ZR-08	0,375	734	AC-08	41,3%	NO-0108	24%
9	ZR-09	0,375	99	AC-09	41,2%	NO-0109	24%
0	ZR-10	0,375	340	AC-10	41,2%	NO-0110	24%
1	ZR-11	0,375	150	AC-11	42,5%	NO-0602	25%
2	ZR-12	0,375	407	AC-12	42,3%	NO-0603	26%
3	ZR-13	0,375	754	AC-13	42,3%	NO-0110	26%
4	ZR-14	0,327	1.175	AC-14	42,0%	NO-0111	25%
5	ZR-15	0,327	756	AC-15	42,1%	NO-0703	25%
6	ZR-16	0,327	1.183	AC-16	42,1%	NO-0112	25%
7	ZR-17	0,327	1.616	AC-17	42,1%	NO-0113	25%
8	ZR-18	0,375	04	NO-0802	42,6%	NO-0802	26%
9	ZR-19	0,375	93	AC-19	42,6%	NO-0803	25%
0	ZR-20	0,375	192	NO-0803	42,6%	NO-0803	26%
1	ZR-21	0,327	56	AC-21	42,3%	NO-0804	25%
2	ZR-22	0,327	156	AC-22	41,7%	NO-0806	24%
3	ZR-23	0,327	442	AC-23	41,6%	NO-0807	23%
4	ZR-24	0,327	342	AC-24	41,6%	NO-0808	23%
5	ZR-25	0,327	584	AC-25	41,8%	NO-0809	21%
6	ZR-26	0,327	121	AC-26	41,8%	NO-0114	24%
7	ZR-27	0,327	241	AC-27	42,9%	NO-0115	27%
8	ZR-28	0,271	577	AC-28	42,7%	NO-0117	26%

12.2.10 Parámetros Demanda Sector Minería

Sector Minería

m(i,j) lps/kTPD			Producciones Factibles			Abastecimiento lps/kTPD			
Zona	lps/ktpd	KiPD	KTPD	lps	Mill \$	Acuifero	lps	Nodo IN	lps
ZM-01	10,0	1				Ac-01			
ZM-02	6,0	2				Ac-02			
ZM-03	10,0	3	3	30		Ac-03	30		
ZM-04	10,0	4				Ac-04			
ZM-05	10,0	5	5	50		Ac-05		NO-0102	50
ZM-06	10,0	6				Ac-06			
ZM-07	10,0	7	7	70		Ac-07		NO-0105	70
ZM-08	10,0	8				Ac-08			
ZM-09	10,0	9				Ac-09			
ZM-10	10,0	10				Ac-10			
ZM-11	10,0	11	11	110		Ac-11		NO-0112	110
ZM-12	10,0	12				Ac-12			
ZM-13	10,0	13				Ac-13			
ZM-14	10,0	14				Ac-14			
ZM-15	10,0	15	15	150		Ac-15		NO-0601	150
ZM-16	10,0	16				Ac-16			
ZM-17	10,0	17				Ac-17			
ZM-18	10,0	18				Ac-18			
ZM-19	10,0	19				Ac-19			
ZM-20	10,0	20				Ac-20			
ZM-21	10,0	21				Ac-21			
ZM-22	10,0	22				Ac-22			
ZM-23	10,0	23				Ac-23			
ZM-24	10,0	24				Ac-24			
ZM-25	10,0	25				Ac-25			
ZM-26	10,0	26	26	260		Ac-26		NO-0802	260
ZM-27	10,0	27				Ac-27			
ZM-28	10,0	28				Ac-28			
ZM-29	10,0	29				Ac-29			
ZM-30	10,0	30				Ac-30			

12.2.11 Parámetros de Demanda Sector Industrial

Sector Industrial

VOLVER Balance Aguas

ind(i,j)			Producciones Factibles			Abastecimiento lps/Hbte					
Zona	lps/lps	Q_pres	Q Ind	LPS	Mill \$	Acuifero	LPS	Nodo IN	LPS	% Retorno	Nodo Retorn
Zi-01	1.0	3				Ac-01				20%	
Zi-02	1.0	3				Ac-02				20%	
Zi-03	1.0					Ac-03				20%	
Zi-04	1.0	11				Ac-04				20%	
Zi-05	1.0	99				Ac-05				20%	
Zi-06	1.0	1				Ac-06				20%	
Zi-07	1.0					Ac-07				20%	
Zi-08	1.0					Ac-08				20%	
Zi-09	1.0					Ac-09				20%	
Zi-10	1.0					Ac-10		NO-0801		20%	NO-0807
Zi-11	1.0					Ac-11				20%	
Zi-12	1.0					Ac-12				20%	
Zi-13	1.0	11				Ac-13				20%	
Zi-14	1.0	99				Ac-14				20%	
Zi-15	1.0	1				Ac-15				20%	
Zi-16	1.0					Ac-16				20%	
Zi-17	1.0					Ac-17				20%	
Zi-18	1.0					Ac-18				20%	
Zi-19	1.0					Ac-19				20%	
Zi-20	1.0					Ac-20				20%	
Zi-21	1.0					Ac-21				20%	
Zi-22	1.0					Ac-22				20%	
Zi-23	1.0					Ac-23				20%	
Zi-24	1.0					Ac-24				20%	
Zi-25	1.0					Ac-25		NO-0104		20%	
Zi-26	1.0					Ac-26				20%	
Zi-27	1.0	11				Ac-27				20%	
Zi-28	1.0	99	46	46.00	2116	Ac-28	46			20%	
Zi-29	1.0					Ac-29				20%	
Zi-30	1.0					Ac-30				20%	

12.2.12 Parámetros de Demanda Sector Agua Potable

Sector Agua Potable

e(i,j) lps/mil hbtes			Producciones Factibles			Abastecimiento lps/Hbte					
Zona	lps/mil hbtes	Hbtes	Hbts	Lps	Mil \$	Acuifero	LPS	Nodo IN	LPS	% Retorno	Nodo Retorn
Pot 01		3	3,00	5,70		Ac-01		NO-0102	5,70		NO-0106
Pot 02		1	1,00	1,90		Ac-02	1,90			30%	
Pot 03		2	1,05	2,00		Ac-03	2,00			30%	
Pot 04		1	1,00	1,90		Ac-04	1,90			30%	
Pot 05		30	30,00	57,00		Ac-05	57,00			30%	
Pot 06		5	5,00	9,50		Ac-06		NO-0501	9,50		NO-0201
Pot 07		6	4,05	7,70		Ac-07	7,70			30%	
Pot 08		30	30,00	57,00		Ac-08	57,00			30%	
Pot 09		20	20,00	38,00		Ac-09	38,00			30%	
Pot 10		3				Ac-10				30%	
Pot 11		4	4,00	7,60		Ac-11		NO-0601	7,60	30%	
Pot 12		5	5,00	9,50		Ac-12		NO-0602	9,50	30%	
Pot 13		6	6,00	11,40		Ac-13		NO-0603	11,40	30%	
Pot 14						Ac-14				30%	
Pot 15	1,9					Ac-15				30%	
Pot 16						Ac-16				30%	
Pot 17						Ac-17				30%	
Pot 18		1	1,00	1,90		Ac-18		NO-0801	1,90		
Pot 19		2	2,00	3,80		Ac-19		NO-0803	3,80	30%	
Pot 20		3	3,00	5,70		Ac-20		NO-0804	5,70	30%	
Pot 21		4	4,00	7,60		Ac-21		NO-0901	7,60	30%	
Pot 22		2	2,00	3,80		Ac-22		NO-0805	3,80	30%	
Pot 23		6	6,00	11,40		Ac-23		NO-0806	11,40	30%	
Pot 24						Ac-24		NO-0807		30%	
Pot 25						Ac-25		NO-0807			NO-0808
Pot 26						Ac-26		NO-0803		30%	
Pot 27		11	11,00	20,90		Ac-27	10,80	NO-0114	10,10	30%	
Pot 28		99	99,00	188,10		Ac-28	4,00	NO-0115	184,10	30%	
Pot 29						Ac-29				30%	
Pot 30						Ac-30				30%	

POBLACION	244	Mil Hbte	238,11	452,40
Consumo	1,9	lps/mil_hbte		
	463,6			

uso Acuiferos por Sector Economico

12.3 Evaluación de Escenarios Cuenca CHOAPA

En primer lugar es necesario destacar que la modelación de cada una de las cuencas se encuentra habilitada sobre una aplicación operativa en una planilla Excel, sobre la cual se puede evaluar los impactos sobre la cuenca frente a cualquier cambio en los parámetros de la red, sean técnicos o modificaciones de demanda de caudales.

La categorización de escenarios que se expone a continuación, se parametriza en función de las siguientes variables:

- Nivel de stock disponible en cada una de los acuíferos;
- Volumen de Oferta Hídrica
- Restricciones en Utilización de Acuíferos
- Variaciones en las demandas hídricas en virtud de proyecto Agrícolas, Mineros y otros

En adición a lo anterior, es posible también incorporar la evaluación de escenarios puntuales motivados por cambios técnicos en la red hídrica, los cuales impactan en parámetros técnicos tales como:

- Eficiencia de Riego
- Entubamiento de canales, que alteran los flujos de percolación
- Embalses Adicionales en nodos de la red

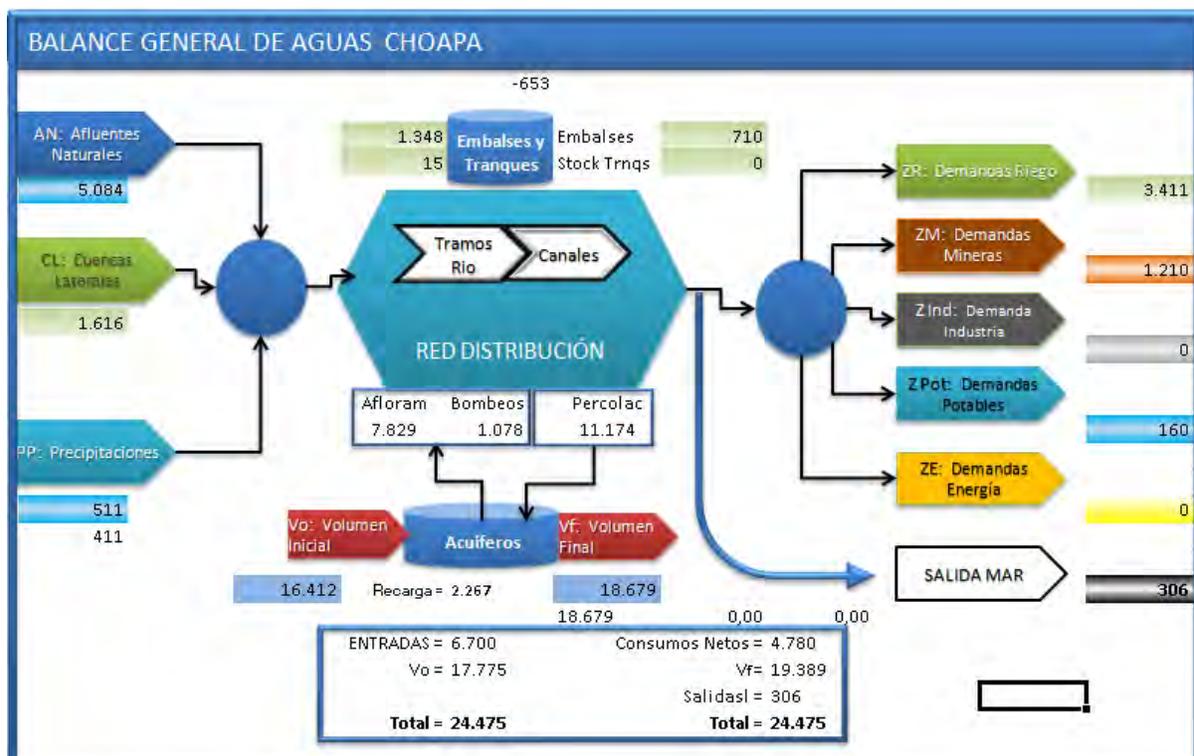
Conciliando lo expresado hasta ahora, a continuación se evalúan los siguientes escenarios:

- ✚ Escenario Base: (cifras similares al año 2010)
 - Stock Acuíferos en **85%** de su capacidad
 - Oferta Hídrica Baja (Nivel 2010) de un nivel de **6,67** m³/seg
 - Utilización de acuíferos en función de las capacidades de bombeo de **1,82** m³/seg
 - Prioridad absoluta en abastecimiento Agua Potable para una población de
- ✚ Escenarios alternativos:
 - Modificaciones en las ofertas y demandas hídricas

12.3.1 Escenario Base 2010 → Oferta Hídrica Baja → 6.700 lps

12.3.1.1 Balance Hídrico General de la Cuenca

Resolviendo la red de la cuenca con el conjunto de parámetros operacionales y de demanda expuestos en el punto anterior se obtiene el siguiente balance hídrico.



Desde el punto de vista de las expectativas económicas el nivel de cumplimiento de las metas de producción se muestra en la tabla siguiente

	demanda	Producción
! Riego (Has)	14.327	11.207
✓ Minería (KTPD)	121	121
✗ Industria (lps)	0	0
✓ Potable (000 H)	84	84

La evaluación de escenario asume que la demanda de agua potable debe ser satisfecha como primera prioridad. Respecto al consumo minero, el modelo se encuentra calibrado para abastecer la demanda de este sector, y estima la porción de has que se dejan de cultivar para cumplir con esta política de abastecimiento.

En relación con los flujos hídricos:

- En estos ejercicios preliminares de calibración se está operando con un solo periodo anual
- Se ha consignado que los acuíferos se encuentran al 85% de su capacidad al inicio de la operación

7. La suma de las cargas de agua a la red desde los Afluentes naturales y desde las cuencas laterales asciende a un caudal total de 6.700 lps. (base 2010 carga baja)
8. El valor anterior se encuentra balanceado con:
 - a. Consumo Consuntivo Agrícola → 3.411 lps
 - b. Consumo Consuntivo Minero → 1.210 lps
 - c. Consumo Consuntivo Potable → 160 lps
 - d. Salidas al Mar → - 306 lps
 - e. Recarga de Acuíferos → 2.267 lps
 - f. Recarga Tranques/Embalses → - 653 lps

12.3.2 Balance Puntual Recargas Acuíferos

Se debe hacer notar, que en este escenario a pesar de la baja oferta hídrica, los acuíferos igualmente muestran un nivel de recarga de 2.079 lps durante el periodo. El balance de flujos que permite estos resultados se muestran a continuación:

- Ingresos Totales percolaciones → 10.278 lps
- Egresos por Afloramientos → 7.100 lps
- Bombeos (todos sectores) → 1.079 lps
- Recarga Acuíferos → **2.079 lps**

12.3.2.1 Sector Agro

Las demandas de riego de la región de Coquimbo se resumen en la siguiente tabla:

Cuadro 3 Distribución de Superficies Regada por Técnica de Riego

REGIÓN, PROVINCIA	Total superficie regada (ha)	Superficies (Ha) por Sistemas de riego		
		Riego gravitacional	Mecánico mayor	Micro Riego
IV de Coquimbo	75.709	38.432	1.171	36.106
Elqui	18.198	8.180	562	9.456
Choapa	13.463	10.455	116	2.893
Limarí	44.047	19.797	493	23.757

Fuente. Sitio INE; Censo Agropecuario 2007

Como es posible apreciar de la tabla de resultados que se muestra a continuación:

- Hectáreas Regadas → 10.381 Has de las 14.327 has disponibles
- Demanda de Agua → 9.467 lps (0,91 lps/has)
- Demanda Consuntiva → 3.126 lps

Sector Riego				Regados		Has		lps	
				10.381		9.467			
				Disponibles		14.327			
				Uso Acuíferos por Sector Economico					

ind(i,j) os/Ha				Producciones Factibles			Abastecimiento lps		
Zona	lps/Há	Has		Has	lps	lps real	Acuíferos	Red S...	Lluvias
1	ZR-01	0,375	198	✓	198	195,6	0,99		8,93
2	ZR-02	0,375	425	✓	425	417,0	0,98		19,14
3	ZR-03	0,375	576	✓	576	565,3	0,98		25,91
4	ZR-04	0,375	660	✓	660	651,7	0,99		28,76
5	ZR-05	0,375	1.202	✓	1.202	1.164,7	0,97	69,00	58,53
6	ZR-06	0,375	386	✓	386	379,7	0,98		18,80
7	ZR-07	0,375	184	✓	184	174,4	0,95		8,95
8	ZR-08	0,375	734	✓	662	654,2	0,99		25,03
9	ZR-09	0,375	99	✓	99	99,1	1,00		3,75
10	ZR-10	0,375	340	✓	340	338,4	1,00		12,85
11	ZR-11	0,375	158	✓	158	169,1	1,07		6,25
12	ZR-12	0,375	407	✗	139	116,4	0,84		5,51
13	ZR-13	0,375	754	✗	442	442,8	1,00	5,00	16,73
14	ZR-14	0,327	1.175	✗	382	257,9	0,67		14,46
15	ZR-15	0,327	756	✗	285	206,3	0,72	20,00	10,78
16	ZR-16	0,327	1.183	✗	515	427,9	0,83	147,00	14,02
17	ZR-17	0,327	1.616	✗	358	230,2	0,64	90,00	9,74
18	ZR-18	0,375	64	✓	64	72,4	1,13		1,87
19	ZR-19	0,375	99	✓	99	107,7	1,08		2,88
20	ZR-20	0,375	192	✗	89	90,6	1,02		2,58
21	ZR-21	0,327	56	✓	56	53,4	0,95		1,64
22	ZR-22	0,327	156	✓	156	138,3	0,89		4,53
23	ZR-23	0,327	442	✓	442	385,4	0,87	16,00	12,23
24	ZR-24	0,327	942	✓	942	824,0	0,88	39,00	26,08
25	ZR-25	0,327	584	✓	584	488,9	0,84	205,20	16,19
26	ZR-26	0,327	121	✓	121	107,4	0,89	64,42	3,34
27	ZR-27	0,327	241	✓	241	242,3	1,00		6,79
28	ZR-28	0,271	577	✓	577	465,3	0,81	140,00	16,24
29	ZR-29			✗					
30	ZR-30			✗					

Fuentes de abastecimiento de Riego por Zonas

De estos resultados se desprende que las zonas agrícolas conflictivas de abastecimiento hídrico son las zonas 12 a la 17 y la zona 20 (Esta última de acuerdo a la topología de la cuenca no dispone de acuíferos asociados).

12.3.2.2 Sector Agua Potable

El cuadro siguiente muestra el nivel de abastecimiento de agua potable para cada una de las zonas. La demanda total parametrizada es de 84 mil personas, población que se abastece completamente.

Provincia/Comuna	1996	2000	2003	2010	2011	2012
CANELA	9.730	9.489	9.235	8.569	8.477	8.384
ILLAPEL	30.047	30.857	31.108	31.388	31.363	31.334
LOS VILOS	17.013	17.796	18.134	18.812	18.875	18.936
SALAMANCA	24.205	24.935	25.235	25.687	25.689	25.692
CHOAPA	80.995	83.077	83.712	84.456	84.404	84.346

En el caso de este sector, el modelo se configura con el concepto de una oferta centralizada a cargo de las empresas sanitarias, pero que recolecta el insumo hídrico en aquellos puntos en que posee derechos para hacerlo.

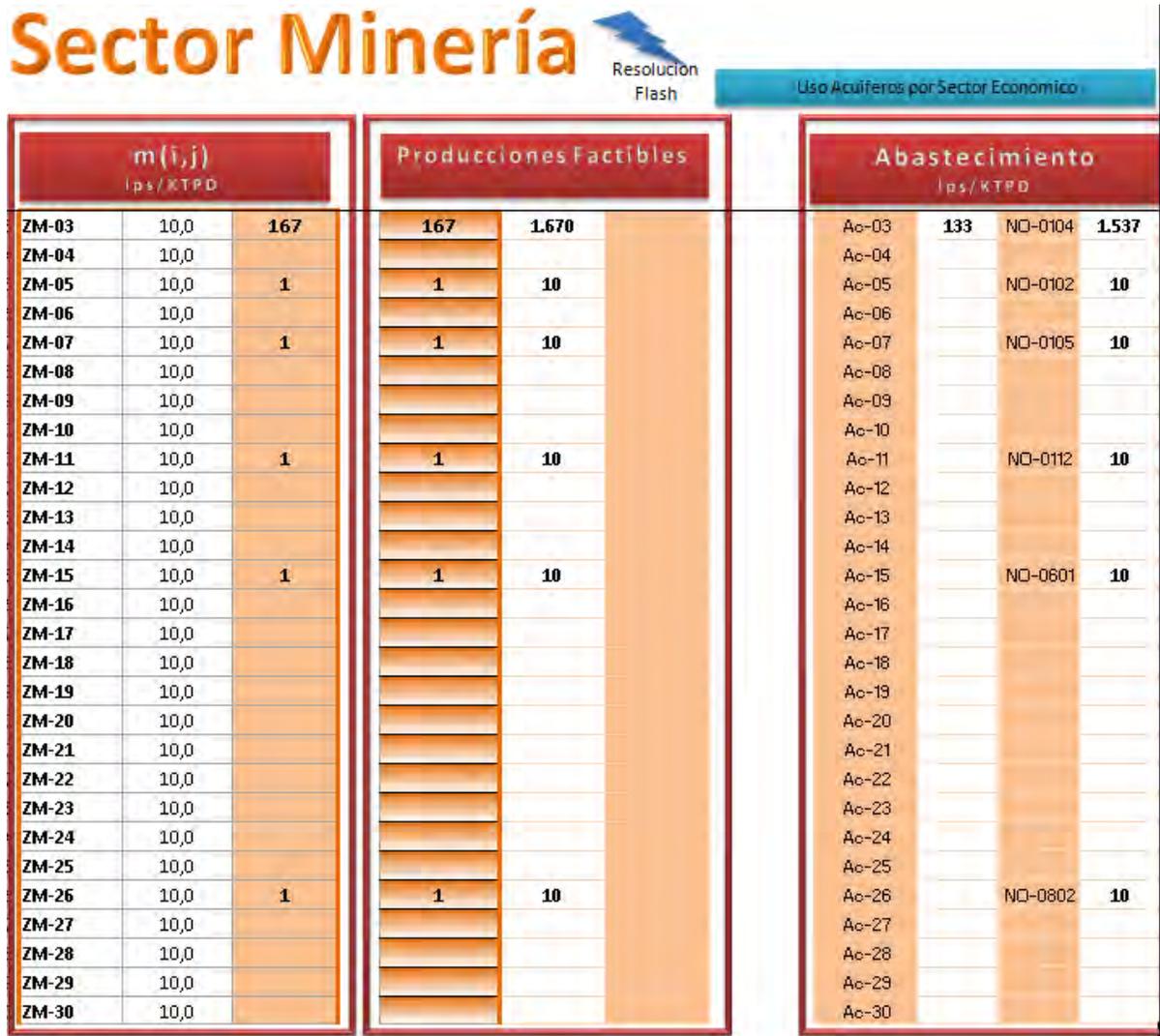
e(i,j) lps/lps Final			Producciones Factibles			Abastecimiento				
Zona	lps/mil hbtes	Hbtes	Hbtes	Lps	Nivel	Acuífero	LPS	Nodo IN	Retorno	Nodo Retorno
Pot 01		3	3,00		1	Ac-01		NO-0102		NO-0106
Pot 02		1	1,00		1	Ac-02				
Pot 03		2	2,00		1	Ac-03				
Pot 04		10	10,00		1	Ac-04				
Pot 05		10	10,00		1	Ac-05				
Pot 06		5	5,00		1	Ac-06		NO-0501		NO-0201
Pot 07		6	6,00		1	Ac-07				
Pot 08		3	3,00		1	Ac-08				
Pot 09		3	3,00		1	Ac-09				
Pot 10		3	3,00		1	Ac-10				
Pot 11		3	3,00		1	Ac-11		NO-0601		
Pot 12		3	3,00		1	Ac-12		NO-0602		
Pot 13		3	3,00		1	Ac-13		NO-0603		
Pot 14		3	3,00		1	Ac-14				
Pot 15	1,9					Ac-15				
Pot 16						Ac-16				
Pot 17				7,30		Ac-17	7,30			
Pot 18		1	1,00	3,50	1	Ac-18		NO-0801	3,50	
Pot 19		2	2,00		1	Ac-19		NO-0803		
Pot 20		3	3,00		1	Ac-20		NO-0804		
Pot 21		4	4,00		1	Ac-21		NO-0901		
Pot 22		2	2,00	4,00	1	Ac-22	4,00	NO-0805		
Pot 23		2	2,00		1	Ac-23		NO-0806		
Pot 24				107,00		Ac-24	107,00	NO-0807		
Pot 25				17,00		Ac-25	17,00	NO-0807		NO-0808
Pot 26						Ac-26		NO-0809		
Pot 27		5	5,00	10,80	1	Ac-27	10,80	NO-0114		
Pot 28		7	7,00	4,00	1	Ac-28	4,00	NO-0115		
Pot 29						Ac-29				
Pot 30						Ac-30				

Formas de abastecimiento Agua Potable por Zonas

La cifras señalan que este sector económico demanda solo 160 lps para abastecer la población de Choapa, sin embargo, de acuerdo al cuadro 3.2.8, cuenta con capacidades de bombeo desde acuíferos por un caudal de 832 lps.

12.3.2.3 Sector Minero

En este sector económico, que según el escenario consume del orden de 1.720 lps (base aprox de 1m3/Ton de mineral procesado) se encuentra representado esencialmente por Minera Los Pelambres. Para ella se ha asumido un ritmo de producción de 167 KTPD.

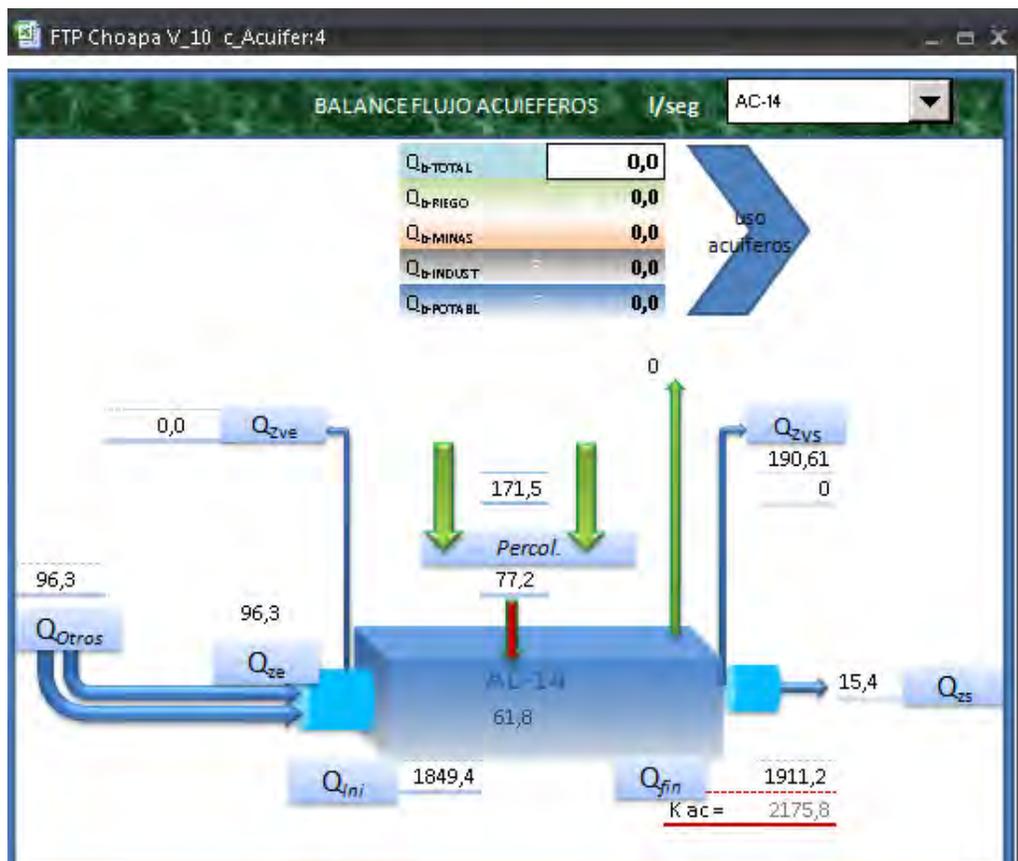


Este sector consume todos sus capacidades subterráneas disponibles, y el gran porcentaje de su abastecimiento proviene de captaciones superficiales (Nodo NO-0104).

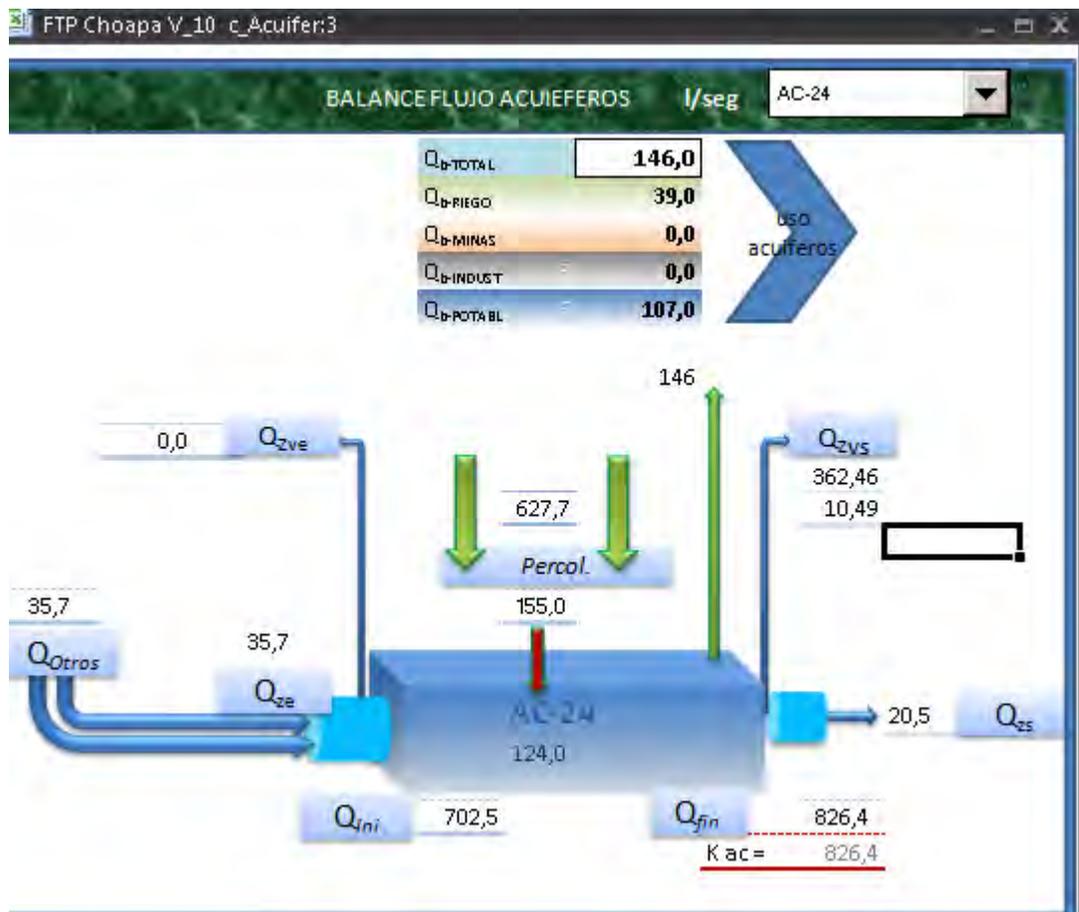
12.3.2.4 Ejemplos de Balances Individuales por Acuíferos

En la figura siguiente (caso AC-14) se muestra el cumplimiento de las ecuaciones de balance interno expresadas para cada uno de los acuíferos.

- AC-14; es intermedio, por ende recibe ingresos desde otros acuíferos, por un caudal de 96 lps, que ingresan plenamente al acuífero;
- Afloramiento inicial (Q_{zve}) $\rightarrow 0$
- Por concepto de percolaciones desde canales, tramos y zonas de riego, recibe 171,5 lps, pero como la capacidad máxima disponible para recarga del acuífero es de (2.175,8-1.849,4 lps), se produce un afloramiento Q_{zvs} de 190 lps, producida en este caso por exceso de capacidad máxima del acuífero.



En el caso del AC-24, que logra llenarse, el afloramiento Q_{zvs} de 362,5 lps por exceso de capacidad de acuífero más 10,5 lps, por exceso en la capacidad de salida del objeto.



El resumen de extracciones de los acuíferos se muestra en la tabla de resultados siguientes. Y como resumen se puede apreciar que a excepción del acuífero 3 que presenta derechos para extracción minera, los acuíferos de mayor tasa de utilización en relación a las capacidades asignadas son los más cercanos a las zonas costeras (Ac 14 al Ac-28)

FTP Choapa V_10 c_Acuifer:4		litros/segundo					Uso DDA
capac. Pozo	Riego	Mineria	Industria	Sanitaria	Energía		
AC-01	0,0					●	
AC-02	2,0					●	
AC-03	135,0		133,0			●	
AC-04	3,5					●	
AC-05	408,1	69,0				●	
AC-06	3,1					●	
AC-07	7,7					●	
AC-08	224,1					●	
AC-09	61,1					●	
AC-10	0,0					●	
AC-11	0,0					●	
AC-12	2,5					●	
AC-13	7,0	5,0				●	
AC-14	12,0					●	
AC-15	28,1	20,0				●	
AC-16	173,7	147,0				●	
AC-17	97,3	90,0		7,3		●	
AC-18	0,0					●	
AC-19	0,0					●	
AC-20	0,0					●	
AC-21	0,0					●	
AC-22	4,0			4,0		●	
AC-23	16,0	16,0				●	
AC-24	146,0	39,0		107,0		●	
AC-25	222,2	205,2		17,0		●	
AC-26	66,0	64,4				●	
AC-27	10,8			10,8		●	
AC-28	190,0	140,0		4,0		●	

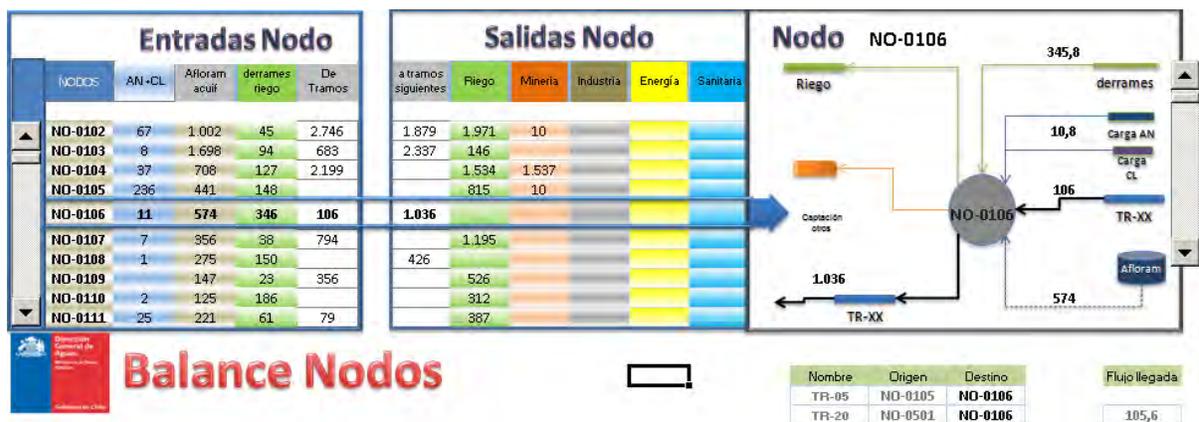
UTILIZACION DE ACUIFEROS

12.3.2.5 Ejemplos de Balance Flujos Superficiales

12.3.2.5.1 Balance en Nodos Superficiales

En la figura siguiente se muestra el balance de flujos en cada uno de los nodos de la red de la cuenca. Como elementos de carga o de entrada se consignan:

- Cargas por Afluentes Naturales y Cuencas Laterales,
- Afloramientos desde Acuíferos,
- Derrames desde zonas de riego
- Flujos superficiales desde tramos de río.



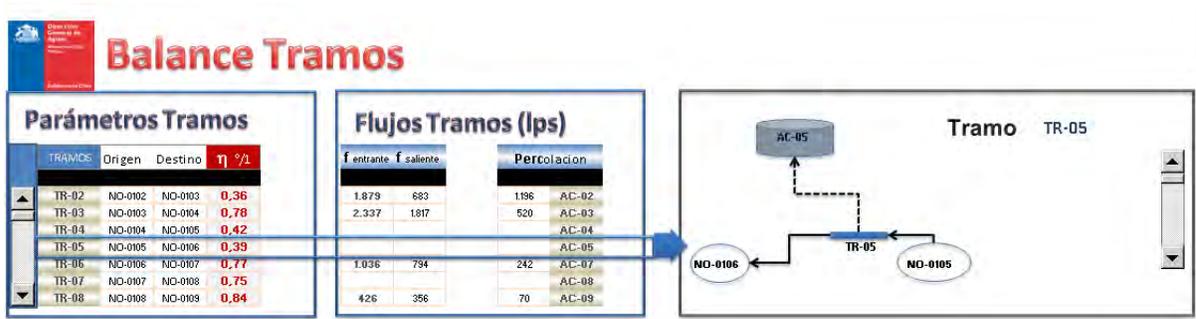
Como elementos de salida del nodo se muestran:

- Alimentación siguientes tramos de río,
- Alimentación de canales de riego
- Captaciones puntuales superficiales para uso de cada uno de los sectores económicos

En adición a lo anterior, para el caso de la alimentación desde los tramos de río se expone una lista de los diferentes tramos que convergen al nodo y que componen el flujo de entrada por este concepto.

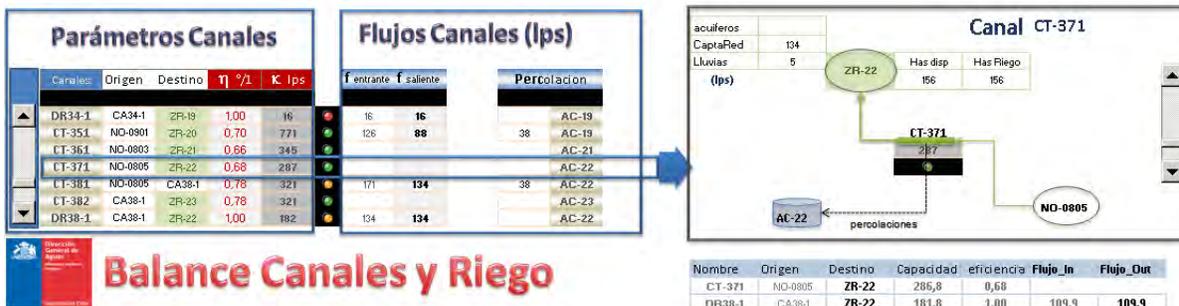
12.3.2.5.2 Balance en Tramos de Rio

En la tabla siguiente se muestran los flujos por cada tramo de la red de la cuenca, identificando las percolaciones que se producen, el acuífero en donde recarga, y los nodos origen/destino del tramo en cuestión.



12.3.2.5.3 Balance en Canales de Riego

En esta tabla de resultados se expone el balance de flujos que ocurre en el tránsito por los canales. Se muestran los orígenes y destinos de cada canal, tanto si estos últimos corresponden a nodos auxiliares, zonas de riego o acuíferos en donde percola parte del flujo.



En adición a lo anterior, cuando el nodo final corresponde a una Zona de Riego, se muestra el nivel de satisfacción de demanda de riego de la zona en particular, conjuntamente con las distintas formas de conformación de la oferta de riego de dicha zona.

12.3.3 ESCENARIO Base alternativo → MEJORANDO LA OFERTA DE RIEGO

En virtud de la insatisfacción de la demanda de riego en algunas de las zonas de la cuenca, la interrogante básica que surge sería: ¿Es posible abastecer esta demanda liberando las restricciones de uso de aguas subterráneas contenidas en los acuíferos? ¿Cuál sería el impacto en los stock almacenados en estos repositorios?

ind(i,j) lps/Há				Producciones Factibles			Abastecimiento lps		
Zona	lps/Há	Has		Has	lps	lps real	Acuíferos	Red Superf	Lluvias
2	ZR-12	0,375	407	✗	139	116,4	0,84		
3	ZR-13	0,375	754	✗	442	442,8	1,00	5,00	421,07
4	ZR-14	0,327	1.175	✗	382	257,9	0,67		243,41
5	ZR-15	0,327	756	✗	285	206,3	0,72	20,00	175,57
6	ZR-16	0,327	1.183	✗	515	427,9	0,83	147,00	266,89
7	ZR-17	0,327	1.616	✗	358	230,2	0,64	90,00	130,51
8	ZR-18	0,375	64	✓	64	72,4	1,13		70,54
9	ZR-19	0,375	99	✓	99	107,7	1,08		104,79
20	ZR-20	0,375	192	✗	89	90,6	1,02		88,01

Las zonas por debajo de la demanda son las 12-17 y la 20. Pero la Zona 20 no dispone de acuíferos de modo que relajaremos las restricciones en el resto de las zonas, en donde sus acuíferos se encuentran prácticamente llenos.

Para ello reasignamos capacidades de bombeo para riego en estos acuíferos:

Acuífero	Riego
AC-12	0,300
AC-13	0,400
AC-14	0,700
AC-15	0,600
AC-16	0,700
AC-17	1,000

Con esta relajación de restricciones de uso de acuíferos subterráneos, los resultados generales se exponen a continuación:

1. Aumento Superficie de Riego: desde 10.381 has → 12.847 has
2. Consumo adicional de Aguas en la Cuenca: desde 9.467 lps → 12.062 lps
3. Stock Final de Acuíferos: desde 19.164 lps → 18.343 lps

Para efectos prácticos, la liberación de uso de acuíferos, genera un incremento de 2.466 has, y consume solo 821 lps de stock en los acuíferos. (0,333 lps/ha netas).

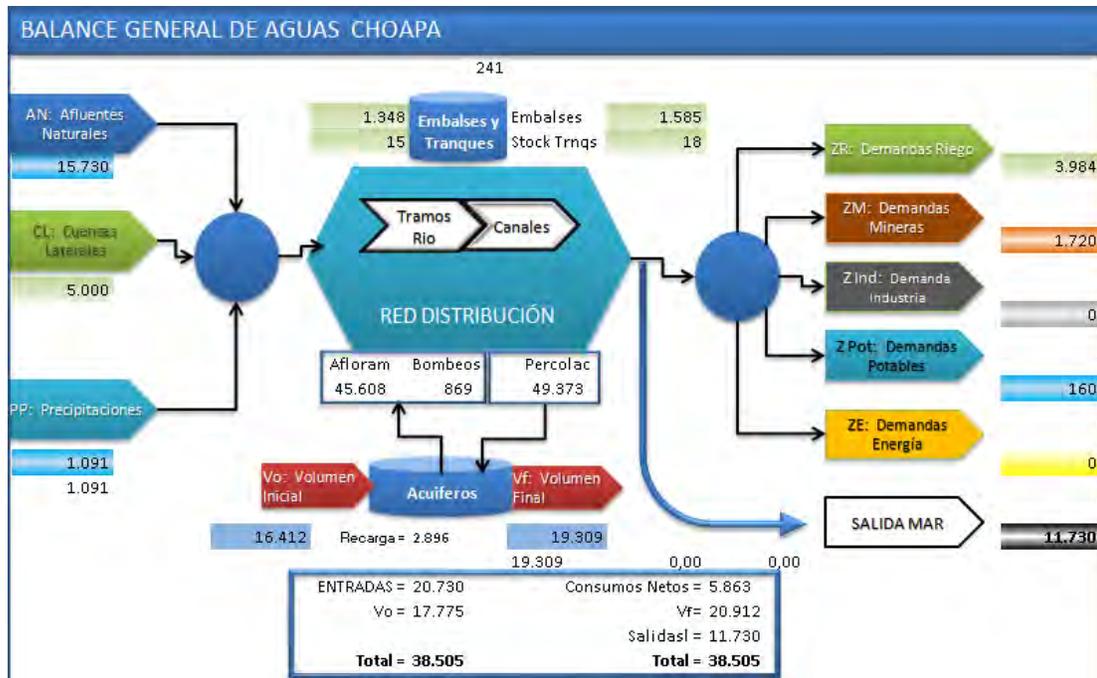
12.3.4 ESCENARIO CON OFERTA HÍDRICA MEDIA-ALTA → 20.730 lps

Según estadísticas disponibles en bases de datos del Magic, este caudal de aportes equivale a los escenarios del año 2002.

Con este nivel de oferta hídrica, todas las demandas agrícolas, mineras y agua potable se satisfacen plenamente, quedando los acuíferos a máxima capacidad, y con caudal de salida al mar de aproximadamente **11.730 lps.**

	demanda	Producción
✓ Riego (Has)	14.327	14.327
✓ Minería (KTPD)	172	172
✗ Industria (lps)	0	0
✓ Potable (000 H)	84	84

El diagrama de balance hídrico se muestra a continuación:



12.3.4.1 Sensibilidad de Aumento producciones Mineras

La sensibilidad se hace en la zona 03, en donde opera minera Los Pelambres, la cual se abastece, según las estimaciones del modelo, por una parte por derechos de aguas subterráneas (133lps) pero mayoritariamente por captaciones que realiza en el Nodo NO-0104 (1500lps)

m(i,j) lps/KTPD			Producciones Factibles			Abastecimiento lps/KTPD			
Zona	lps/ktpd	KtPD	KTPD	lps	Mill \$	Acuifero	lps	Nodo IN	lps
ZM-01	10,0					Ac-01			
ZM-02	6,0					Ac-02			
ZM-03	10,0	167	167	1.670		Ac-03	133	NO-0104	1.537
ZM-04	10,0					Ac-04			
ZM-05	10,0	1	1	10		Ac-05		NO-0102	10
ZM-06	10,0					Ac-06			
ZM-07	10,0	1	1	10		Ac-07		NO-0105	10

Si se asume que la producción diaria de este sector minero aumenta desde 167 KTPD a 250 KTPD, a este nivel de oferta hídrica, las producciones agrícolas no se ven afectadas, ni tampoco el nivel de recarga de los acuíferos. El aumento de demanda “aguas arriba” de parte de la zona Minera, ha sido equilibrado por menores salidas al mar.

	demanda	Producción
✓ Riego (Has)	14.327	14.327
✓ Minería (KTPD)	255	255
✗ Industria (lps)	0	0
✓ Potable (ooo H)	84	84

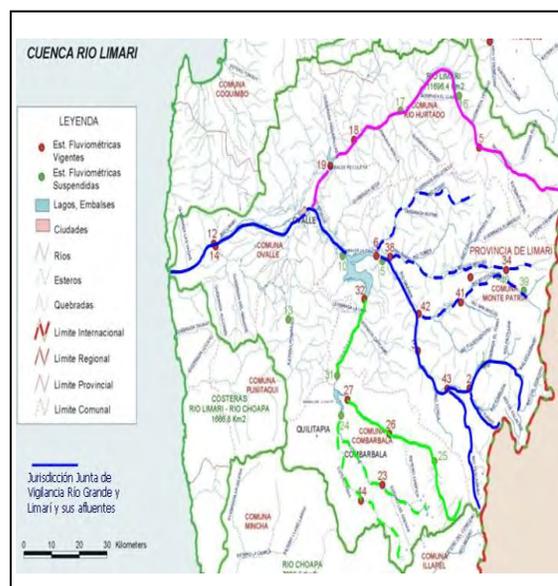
13 CUENCA DEL LIMARÍ

13.1 Introducción

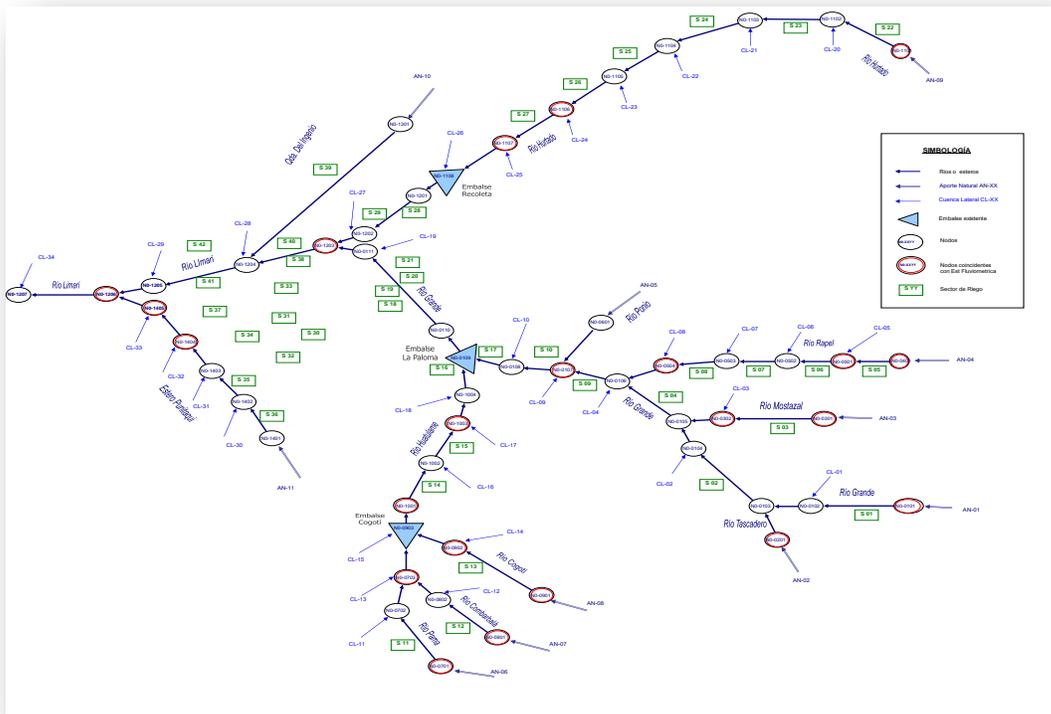
Replicando en desarrollo del capítulo anterior, la caracterización de la cuenca del LIMARÍ se realiza con la información disponible en el estudio Eficiencia Hídrica Región de Coquimbo, realizado por CAZALAC/RODHOS durante el año 2006, las bases de datos actualizadas en virtud del estudio de Plan Estratégico de los Recursos Hídrico Región Coquimbo, en desarrollo por CONIC. En este estudio se presenta el modelado de la cuenca sobre la plataforma de software MAGIC de la DGA, disponiendo así de los antecedentes necesarios para calibrar la operación de modelo resumido de la cuenca.

13.2 Topología de la Cuenca LIMARI

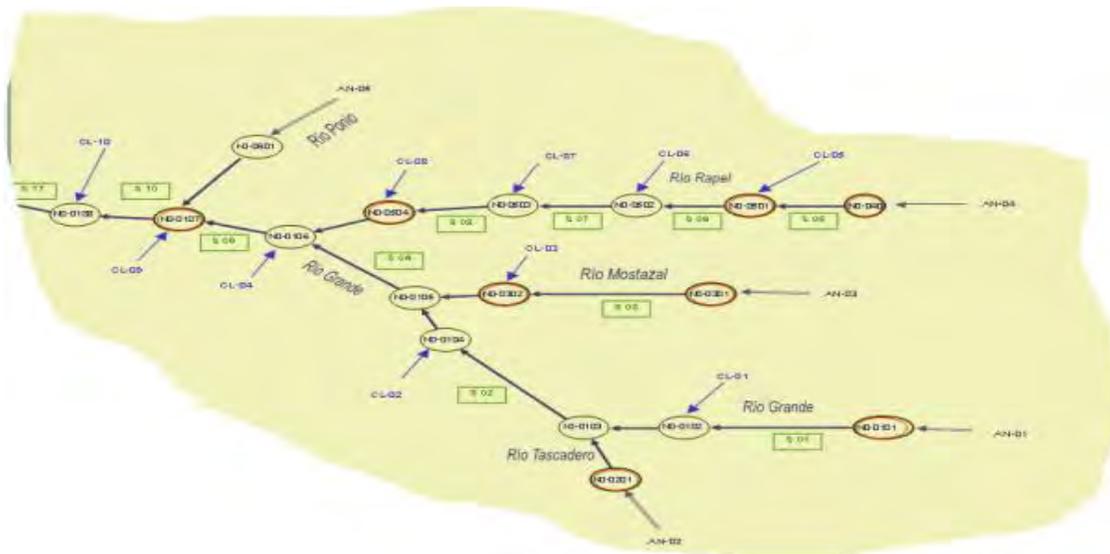
La cuenca hidrográfica del río Limarí está ubicada en la IV Región de Coquimbo, se sitúa entre los valles de los ríos Elqui por el norte y Choapa por el sur. Se extiende aproximadamente entre los 30°15' y 31°20' de latitud sur, abarcando una superficie aproximada de 11.800 km². El río Limarí se forma por la unión de los ríos Grande y Hurtado, de los cuales el primero tiene una hoya hidrográfica mayor. En efecto, el río Grande, que drena la parte sur de la cuenca hidrográfica del Limarí, tiene una hoya más de dos veces superior a la del Hurtado. Ambos ríos nacen en partes de la cordillera donde las cumbres alcanzan en promedio hasta los 4.500 m s.n.m. y reciben una abundante precipitación nival. El río Hurtado no tiene afluentes de importancia y constituye el único y gran dren de la parte norte de la cuenca del Limarí. En su curso inferior está emplazado el embalse Recoleta, con capacidad útil de **100 millones m³**. El río Grande recibe una serie de afluentes de importancia, entre los cuales cabe mencionar: el río Rapel (con sus afluentes Palomo y Molles), el río Mostazal y el río Guatulame (con sus afluentes Cambarbalá, Pama y Cogotí). El escurrimiento del Guatulame está regulado por el embalse Cogotí de **140 millones m³** de capacidad. En la confluencia del río Guatulame con el río Grande se encuentra el embalse La Paloma, con un volumen de regulación de **750 millones m³**.



La modelación matemática que soporta el sistema Magic se ha sustentado en el siguiente esquema topológico para representar los objetos de la cuenca:



A modo de ejemplo se hace una representación ampliada de uno de los sectores.



Dentro de este esquema, y de la misma manera como se ha expuesto en la metodología de modelación del capítulo 2, se distinguen los siguientes objetos que permiten determinar el sistema hídrico de la cuenca, a saber:

- Aportes naturales; y nodos de llegada de recursos aportados

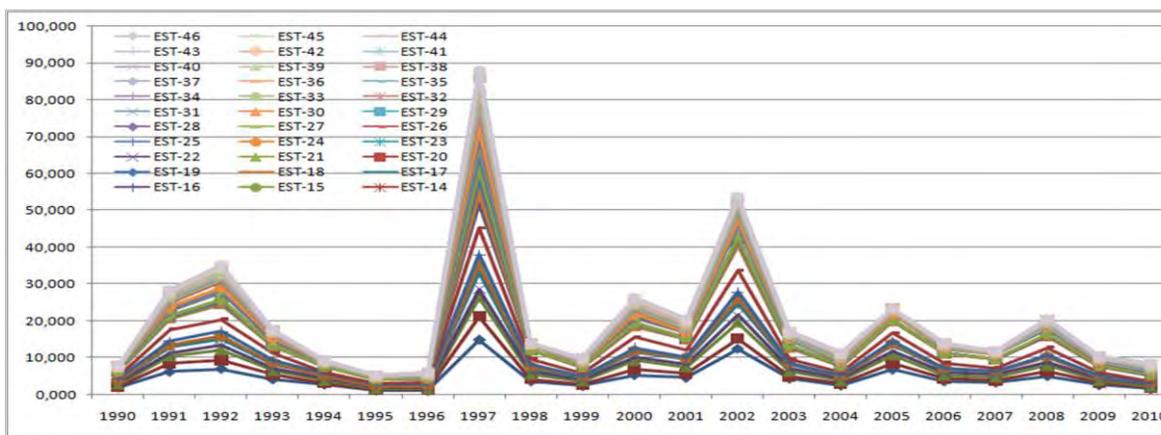
- Cuencas Laterales; y nodos de llegada de nodos aportados
- Precipitaciones (no se dibujan, para simplificar diagrama)
- Acuíferos (idem anterior)
- Tramos Río
- Canales de Riego
- Zonas de Riego

13.2.1 Estadísticas de Aportes Hídricos en Cuenca

Los flujos asociados a los aportes naturales, cuencas laterales y precipitaciones representan los caudales de agua que ingresan a la cuenca. Para el propósito de esta modelación es fundamental parametrizar estos valores de modo de hacer factible la evaluación de diferentes escenarios de disponibilidad de agua y sus impactos en los sectores económicos y de abastecimiento de agua potable.

En la gráfica siguiente se muestra los caudales medios anuales (m³/seg) del período 1989-2010, de las estaciones de medición que permiten cuantificar los caudales aportantes asociadas tanto a los Aportes Naturales como Cuencas Laterales.

Promedio Anual (m³/seg)



En forma similar a lo desarrollado para la Cuenca del Choapa, las estadísticas muestran un comportamiento relativamente cíclico en la oferta hídrica. El primer ciclo se observa en el período 1990-1996, con una oferta punta media anual durante el año 1992 de **35,19 m³/seg**, llegando al mínimo durante el año 1995-1996 con un aporte medio anual de **5,24 m³/seg**. Después de un año 1997 con alta oferta hídrica de casi **88 m³/seg**, se observa un segundo ciclo durante el periodo 1998-2004, con una oferta punta durante el año 2002 de **53,82 m³/seg**, y un mínimo en el 2004 de **11,4 m³/seg**. El último ciclo, 2004-2010, expone al 2010 como un año de baja oferta hídrica con un caudal medio anual de **8,53 m³/seg**.

El comportamiento histórico observado para la Cuenca del Limarí muestra una estructura similar a la cuenca del Choapa. En virtud de lo anterior, es posible caracterizar la oferta hídrica en escenarios:

- Escenario de Oferta Baja → entre 4,0 y 12,0 m³/seg promedio anual

- Escenario de oferta Media → entre 12,0 y 20,0 m³/seg. promedio anual
- Escenario de Oferta Alta: → entre 20,0 y 30,0 m³/seg promedio anual.

13.2.2 Aportes Naturales

Dado un escenario de Oferta Hídrica, para los efectos de estimar los caudales aportantes en cada uno de los nodos de aportes naturales definidos para la cuenca del LIMARÍ, las estadísticas procesadas en el punto anterior nos permiten estimar las siguientes proporciones:

		%Caudal	Desv Estándar
AN-01	EST-01	24,63%	3,97%
AN-02	EST-02	5,15%	1,47%
AN-03	EST-03	7,38%	1,59%
AN-04	EST-04	5,03%	0,92%
AN-05	EST-05	6,11%	1,07%
AN-06	EST-06	1,42%	0,25%
AN-07	EST-07	1,37%	1,05%
AN-08	EST-08	8,96%	1,38%
AN-09	EST-09	15,64%	2,23%
AN-10	EST-10	0,49%	0,34%
AN-11	EST-11	0,24%	0,17%
		76,42%	

La parametrización de estos nodos en la cuenca del LIMARÍ (obtenidas del estudio referenciado anteriormente) se resume en la siguiente tabla:

The screenshot shows a software interface for water offer scenarios. It includes a summary table for 'ESCENARIO OFERTA HÍDRICA' with a total of 9,00 m³/seg. Below this is a detailed table of node parameters.

Código	Nodo	Estadística	Nombre	K Anual	K_trim 1	K_trim 2	K_trim 3	K_trim 4
AN-01	NO-0101	EST-01	R Grande en cabecera	2,2752	1,47	2,10	4,07	1,46
AN-02	NO-0201	EST-02	R Tascadero	0,4752	0,26	0,51	0,91	0,22
AN-03	NO-0301	EST-03	R Mostaza en cabecera	0,6885	0,56	0,60	1,16	0,43
AN-04	NO-0401	EST-04	R Los Molles (Rapel en cabecera)	0,4527	0,37	0,41	0,60	0,43
AN-05	NO-0601	EST-05	R Ponia en cabecera	0,5679				0,36
AN-06	NO-0701	EST-06	Estero Valle Hermoso en cabecera	0,1287				0,06
AN-07	NO-0801	EST-07	R Combarbala en cabecera	0,1386	0,02	0,13	0,40	0,02
AN-08	NO-0901	EST-08	R Cogoti en cabecera	0,8010	0,43	0,89	1,47	0,41
AN-09	NO-1101	EST-09	R Hurtado en cabecera	1,3977	1,23	1,23	1,75	1,38
AN-10	NO-1301	EST-10	Qda Del Ingenio en cabecera	0,0396	0,07	0,08	0,00	0,00
AN-11	NO-1401	EST-11	Estero Punitaqui en cabecera	0,0207	0,04	0,04	0,00	0,00

13.2.3 Cuencas Laterales

Dado un escenario de Oferta Hídrica, para los efectos de estimar los caudales aportantes en cada uno de los nodos de Cuencas Laterales definidos para la cuenca del LIMARÍ, las estadísticas procesadas en el punto anterior nos permiten estimar las siguientes proporciones:

Cuenca	Estacion	%Caudal	desv std
CL-01	EST-12	0,24%	0,17%
CL-02	EST-13	0,16%	0,06%
CL-03	EST-14	0,97%	0,44%
CL-04	EST-15	0,64%	0,29%
CL-05	EST-16	0,31%	0,14%
CL-06	EST-17	7,66%	1,40%
CL-07	EST-18	0,26%	0,12%
CL-08	EST-19	0,63%	0,49%
CL-09	EST-20	0,06%	0,03%
CL-10	EST-21	0,04%	0,02%
CL-11	EST-22	0,26%	0,16%
CL-12	EST-23	0,05%	0,03%
CL-13	EST-24	0,52%	0,84%
CL-14	EST-25	0,01%	0,01%
CL-15	EST-26	1,47%	0,49%
CL-16	EST-27	0,02%	0,01%
CL-17	EST-28	0,79%	0,47%
CL-18	EST-29	1,21%	0,71%
CL-19	EST-30	0,57%	0,35%
CL-20	EST-31	1,41%	0,88%
CL-21	EST-32	0,51%	0,31%
CL-22	EST-33	0,48%	0,30%
CL-23	EST-34	0,54%	0,33%
CL-24	EST-35	1,08%	0,67%
CL-25	EST-36	0,24%	0,16%
CL-26	EST-37	0,79%	0,54%
CL-27	EST-38	0,00%	0,00%
CL-28	EST-39	0,02%	0,01%
CL-29	EST-40	1,19%	0,81%
CL-30	EST-41	1,01%	0,76%
CL-31	EST-42	0,11%	0,08%
CL-32	EST-43	0,10%	0,07%
CL-33	EST-44	0,00%	0,00%
CL-34	EST-45	0,05%	0,05%

CL-35	EST-46	0,00%	0,00%
-------	--------	-------	-------

AN: Afluentes Naturales	Cargas por Afluentes Naturales	6,99	4,85	6,63	11,60	4,78
CL: Cuencas Laterales	Cargas por Cuencas Laterales	2,02	2,75	3,39	1,25	0,68
	m3/seg totales	9,00	7,60	10,02	12,85	5,46
		Prom anual	Trim 1	Trim 2	Trim 3	Trim 4

Volver

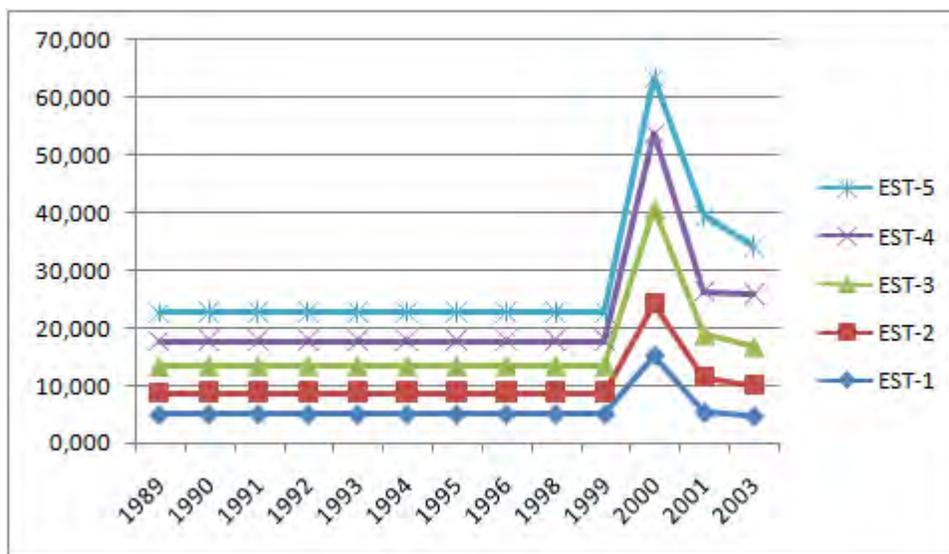
ESCAMENARIO OFERTA HÍDRICA **9,00** m3/seg

Código	Nodo	Estadística	Nombre	K Anual	K_trim 1	K_trim 2	K_trim 3	K_trim 4
CL-01	NO-0101	EST-12	R Grande entre Las Ramadas y R Tascadero	0,0144	0,01	0,02	0,03	0,01
CL-02	NO-0103	EST-13	R Grande entre Tascadero y R Mostazal	0,0828	0,14	0,18	0,00	0,00
CL-03	NO-0301	EST-14	R Mostazal entre R Sn Miguel y R Grande	0,0549	0,10	0,12	0,00	0,00
CL-04	NO-0105	EST-15	R Grande entre R Mostazal y R Rapel	0,0261	0,05	0,06	0,00	0,00
CL-05	NO-0401	EST-16	R Los Molles y R Palomo	0,6894	0,57	0,63	0,91	0,65
CL-06	NO-0501	EST-17	R Rapel 1era seccion desde	0,0225	0,04	0,05	0,00	0,00
CL-07	NO-0502	EST-18	R Rapel 2a seccion y R Tomes	0,0459	0,07	0,11	0,00	0,00
CL-08	NO-0503	EST-19	R Rapel 3era seccion	0,0054	0,01	0,01	0,00	0,00
CL-09	NO-0106	EST-20	R Grande entre R Rapel y R Ponia	0,0036	0,01	0,01	0,00	0,00
CL-10	NO-0107	EST-21	R Grande entre R Ponia y muro Emb Paloma	0,0216	0,04	0,05	0,00	0,00
CL-11	NO-0701	EST-22	Estero Valle Hermoso	0,0063	0,01	0,01	0,00	0,00
CL-12	NO-0801	EST-23	R Combarbala	0,0279	0,05	0,07	0,00	0,00
CL-13	NO-0702	EST-24	Est V Hermoso entre R Comb y entrada Emb Cogoti	0,0009	0,00	0,00	0,00	0,00
CL-14	NO-0901	EST-25	R Cogoti	0,1332	0,07	0,18	0,26	0,02
CL-15	NO-0903	EST-26	Embalse Cogoti	0,0018	0,00	0,00	0,00	0,00
CL-16	NO-1001	EST-27	R Huatulame entre Emb y BT Canal Cogoti	0,0720	0,13	0,16	0,00	0,00
CL-17	NO-1002	EST-28	R Huatulame entre BT Canal Cogoti y entrada Emb Pa	0,1062	0,19	0,23	0,00	0,00
CL-18	NO-1003	EST-29	R Huatulame sector Emb Paloma	0,0477	0,09	0,10	0,00	0,00
CL-19	NO-0110	EST-30	R Grande entre Emb Paloma y R Limari	0,1170	0,21	0,25	0,00	0,00
CL-20	NO-1101	EST-31	R Hurtado 1era seccion	0,0423	0,08	0,09	0,00	0,00
CL-21	NO-1102	EST-32	R Hurtado 2a seccion	0,0405	0,07	0,09	0,00	0,00
CL-22	NO-1103	EST-33	R Hurtado 3era seccion	0,0450	0,08	0,10	0,00	0,00
CL-23	NO-1104	EST-34	R Hurtado 4a seccion	0,0900	0,16	0,19	0,00	0,00
CL-24	NO-1105	EST-35	R Hurtado 5a seccion hasta Angostura de Pangue	0,0198	0,04	0,04	0,00	0,00
CL-25	NO-1106	EST-36	R Hurtado 5a seccion desde Angostura de Pangue	0,0639	0,12	0,13	0,00	0,00
CL-26	NO-1107	EST-37	Embalse Recoleta	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00
CL-27	NO-1201	EST-38	R Limari entre Emb Recoleta y R Grande	0,0018	0,00	0,00	0,00	0,00
CL-28	NO-1301	EST-39	Qda Ingenio entre cabecera y R Limari	0,0963	0,17	0,20	0,01	0,00
CL-29	NO-1204	EST-40	R Limari entre Qda Ingenio y Estero Punitaqui. Inc	0,0819	0,15	0,18	0,00	0,00
CL-30	NO-1401	EST-41	Estero Punitaqui sobre Maitencillo	0,0099	0,02	0,02	0,00	0,00
CL-31	NO-1402	EST-42	Estero Punitaqui entre Maitencillo y Qda Agua Moja	0,0090	0,02	0,02	0,00	0,00
CL-32	NO-1403	EST-43	Estero Punitaqui entre Qda Agua Mojada y Chalinga	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00
CL-33	NO-1404	EST-44	Estero Punitaqui entre Chalinga y R Limari	0,0045	0,01	0,01	0,00	0,00
CL-34	NO-1207	EST-45	R Limari entre Estero Punitaqui y desembocadura	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00
CL-35	NO-1203	EST-46	R Limari entre R Grande y Qda Ingenio	0,0333	0,06	0,07	0,00	0,00

13.2.4 Precipitaciones

13.2.4.1 Estadísticas

Las estadísticas disponibles en las Bases Magic de la DGA no se presentan para el período 2003-2010, y para los años anteriores no son relativamente confiables. Ello se aprecia en la gráfica siguiente en donde para el período 1989-1999, prácticamente en las bases Magic se expone un valor fijo.



En virtud de lo anterior, para la modelación de esta cuenca, no se consideran las precipitaciones directas sobre las zonas de regadío.

13.2.5 Tramos Ríos



Red Tramos Rio

Código del tramo	Q(perc)	Río	N°	NOini	NOfin	Acuífero
TR-01	0,0%	Ri-01	1	NO-0101	NO-0102	AC-01
TR-02	0,0%	Ri-01	2	NO-0102	NO-0103	AC-01
TR-03	0,6%	Ri-01	3	NO-0103	NO-0104	AC-01
TR-04	0,0%	Ri-01	4	NO-0104	NO-0105	AC-01
TR-05	6,0%	Ri-01	5	NO-0105	NO-0106	AC-03
TR-06	1,4%	Ri-01	6	NO-0106	NO-0107	AC-07
TR-07	1,0%	Ri-01	7	NO-0107	NO-0108	AC-09
TR-08	0,0%	Ri-01	8	NO-0108	NO-0109	AC-09
TR-09	9,8%	Ri-01	9	NO-0110	NO-0111	AC-17
TR-10	0,0%	Ri-01	10	NO-0111	NO-1203	AC-17
TR-11	0,0%	Ri-02	1	NO-0201	NO-0103	AC-01
TR-12	4,2%	Ri-03	1	NO-0301	NO-0302	AC-02
TR-13	0,0%	Ri-03	2	NO-0302	NO-0105	AC-02
TR-14	0,0%	Ri-04	1	NO-0401	NO-0501	AC-04
TR-15	16,4%	Ri-05	1	NO-0501	NO-0502	AC-04
TR-16	6,2%	Ri-05	2	NO-0502	NO-0503	AC-05
TR-17	8,4%	Ri-05	3	NO-0503	NO-0504	AC-06
TR-18	0,4%	Ri-05	4	NO-0504	NO-0106	AC-06
TR-19	0,9%	Ri-06	1	NO-0601	NO-0107	AC-08
TR-20	6,2%	Ri-07	1	NO-0701	NO-0702	AC-10
TR-21	0,0%	Ri-07	2	NO-0702	NO-0703	AC-13
TR-22	0,0%	Ri-07	3	NO-0703	NO-0903	AC-13
TR-23	3,8%	Ri-08	1	NO-0801	NO-0802	AC-11
TR-24	0,0%	Ri-08	2	NO-0802	NO-0703	AC-11
TR-25	5,9%	Ri-09	1	NO-0901	NO-0902	AC-12
TR-26	0,0%	Ri-09	2	NO-0902	NO-0903	AC-12
TR-27	6,0%	Ri-10	1	NO-1001	NO-1002	AC-13
TR-28	7,2%	Ri-10	2	NO-1002	NO-1003	AC-14
TR-29	1,7%	Ri-10	3	NO-1003	NO-1004	AC-16
TR-30	0,0%	Ri-10	4	NO-1004	NO-0109	AC-16
EM-01	0,0%	embalse LaPaloma		NO-0109	NO-0110	
EM-02	0,0%	Recoleta		NO-1108	NO-1201	
EM-03	0,0%	Cogoti		NO-0903	NO-1001	
TR-31	0,0%	Ri-11	1	NO-1101	NO-1102	AC-18
TR-32	0,0%	Ri-11	2	NO-1102	NO-1103	AC-18
TR-33	3,3%	Ri-11	3	NO-1103	NO-1104	AC-18
TR-34	3,6%	Ri-11	4	NO-1104	NO-1105	AC-19
TR-35	2,8%	Ri-11	5	NO-1105	NO-1106	AC-20
TR-36	2,9%	Ri-11	6	NO-1106	NO-1107	AC-21
TR-37	0,0%	Ri-11	7	NO-1107	NO-1108	AC-21
TR-38	5,3%	Ri-11	8	NO-1201	NO-1202	AC-23
TR-39	0,0%	Ri-11	9	NO-1202	NO-1203	AC-23
TR-40	11,3%	Ri-12	1	NO-1203	NO-1204	AC-24
TR-41	13,4%	Ri-12	2	NO-1204	NO-1205	AC-26
TR-42	0,0%	Ri-12	3	NO-1205	NO-1206	AC-26
TR-43	0,0%	Ri-12	4	NO-1206	NO-1207	AC-26
TR-44	11,2%	Ri-13	1	NO-1301	NO-1204	AC-25
TR-45	3,8%	Ri-14	1	NO-1401	NO-1402	AC-27
TR-46	2,1%	Ri-14	2	NO-1402	NO-1403	AC-28
TR-47	0,0%	Ri-14	3	NO-1403	NO-1404	AC-26
TR-48	0,0%	Ri-14	4	NO-1404	NO-1405	AC-26
TR-49	0,0%	Ri-14	5	NO-1405	NO-1206	AC-26

13.2.6 Tramos Canales



Red Canales Riego

Canal	Nodo Inicial	Objeto Final	Acuífero	Capacidad	Nº del Tramo	Capacidad, [m³/s]	Eficiencia [%]
CA-01	NO-0101	ZR-01	AC-01	0,6800	0	0,68	1
CA-02	NO-0201	ZR-02	AC-01	0,2920	0	0,292	1
CA-03	NO-0103	ZR-02	AC-01	4,1743	0	2,922	0,7
CA-04	NO-0301	ZR-03	AC-02	3,5778	0	3,22	0,9
CA-05	NO-0301	CA05-1	AC-02	0,4105	1	0,39	0,96
CA-05	CA05-1	ZR-04	AC-03	0,4105	99	0,39	0,96
CA-05	CA05-1	ZR-03	AC-02	0,1490		0,149	1
CA-06	NO-0105	ZR-04	AC-03	4,1157	0	2,881	0,7
CA-07	NO-0105	ZR-17	AC-15	1,7333	0	1,3	0,75
CA-08	NO-0105	ZR-09	AC-07	0,2400	0	0,18	0,75
CA-09	NO-0401	ZR-05	AC-04	0,7350	0	0,735	1
CA-10	NO-0401	ZR-06	AC-04	0,2043	0	0,143	0,7
CA-11	NO-0501	ZR-06	AC-04	3,0529	0	2,137	0,7
CA-12	NO-0501	CA12-1	AC-04	0,9854	1	0,808	0,82
CA-12	CA12-1	ZR-07	AC-05	0,9854	99	0,808	0,82
CA-13	NO-0502	ZR-07	AC-05	1,0720	0	0,804	0,75
CA-14	NO-0502	CA14-1	AC-05	1,1400	1	0,912	0,8
CA-14	CA14-1	ZR-08	AC-06	1,1400	99	0,912	0,8
CA-14	CA14-1	ZR-07	AC-05	0,2250	0,225	0,225	1
CA-15	NO-0503	ZR-08	AC-06	0,5493	0	0,412	0,75
CA-15	CA12-1	ZR-06	AC-04	0,4750	0,475	0,475	1
CA-16	NO-0503	CA16-1	AC-06	0,1913	1	0,153	0,8
CA-16	CA16-1	ZR-09	AC-07	0,1913	99	0,153	0,8
CA-16	CA16-1	ZR-08	AC-06	0,0640	0,064	0,064	1
CA-17	NO-0503	CA17-1	AC-06	0,4829	1	0,396	0,82
CA-17	CA17-1	CA17-2	AC-07	0,4829	2	0,396	0,82
CA-17	CA17-2	ZR-10	AC-08	0,4829	99	0,396	0,82
CA-17	CA17-1	ZR-08	AC-06	0,1630	0,163	0,163	1
CA-17	CA17-2	ZR-09	AC-07	0,1150	0,115	0,115	1
CA-18	NO-0504	ZR-09	AC-07	0,6200	0	0,434	0,7
CA-19	NO-0106	CA19-1	AC-07	0,3333	1	0,25	0,75
CA-19	CA19-1	ZR-10	AC-09	0,3333	99	0,25	0,75
CA-19	CA19-1	ZR-09	AC-07	0,0620		0,062	1
CA-20	NO-0601	ZR-10	AC-09	0,4986	0	0,349	0,7
CA-21	NO-0107	ZR-10	AC-09	0,7467	0	0,56	0,75
CA-22	NO-0701	ZR-11	AC-10	4,1671	0	2,917	0,7
CA-23	NO-0801	ZR-12	AC-11	3,4486	0	2,414	0,7
CA-24	NO-0901	ZR-13	AC-12	4,3900	0	3,073	0,7
CA-25	NO-1001	CA25-1	AC-13	60,4653	1	57,442	0,96
CA-25	CA25-1	ZR-15	AC-14	60,4653	99	57,442	0,96
CA-25	CA25-1	ZR-14	AC-13	20,0000	20	20	1
CA-26	NO-1001	NO-1002	AC-14	55,0000	0	55	1
CA-28	NO-1001	CA28-1	AC-14	9,4118	1	8	0,86
CA-28	CA28-1	CA28-2	AC-15	9,4118	2	8	0,86
CA-28	CA28-2	CA28-3	AC-16	8,0000	3	8	1
CA-28	CA28-3	CA28-4	AC-17	9,4118	4	8	0,86

 <h2 style="display: inline;">Red Canales Riego</h2>							
Canal	Nodo Inicial	Objeto Final	Acuífero	Capacidad	Nº del Tramo	Capacidad, [m ³ /s]	Eficiencia [%]
CA-25	CA25-1	ZR-15	AC-14	60,4653	99	57,442	0,95
CA-25	CA25-1	ZR-14	AC-13	20,0000	20	20	1
CA-26	NO-1001	NO-1002	AC-14	55,0000	0	55	1
CA-28	NO-1001	CA28-1	AC-14	9,4118	1	8	0,85
CA-28	CA28-1	CA28-2	AC-15	9,4118	2	8	0,85
CA-28	CA28-2	CA28-3	AC-16	8,0000	3	8	1
CA-28	CA28-3	CA28-4	AC-17	9,4118	4	8	0,85
CA-28	CA28-4	ZR-30	AC-30	9,4118	99	8	0,85
CA-28	CA28-1	ZR-15	AC-14	0,9280		0,928	1
CA-28	CA28-2	ZR-17	AC-15	2,5440		2,544	1
CA-28	CA28-3	ZR-16	AC-15	2,0480		2,048	1
CA-28	CA28-4	ZR-18	AC-17	1,4000		1,4	1
CA-29	NO-1003	ZR-17	AC-16	0,1680	0	0,126	0,75
CA-30	NO-1003	ZR-16	AC-16	0,0267	0	0,02	0,75
CA-31	NO-0110	ZR-20	AC-17	1,1729	0	0,821	0,7
CA-32	NO-0110	CA32-1	AC-17	3,7234	1	3,5	0,94
CA-32	CA32-1	CA32-2	AC-30	3,7234	2	3,5	0,94
CA-32	CA32-2	CA32-3	AC-29	3,7234	3	3,5	0,94
CA-32	CA32-3	ZR-35	AC-28	3,7234	99	3,5	0,94
CA-32	CA32-1	ZR-19	AC-17	0,1610		0,161	1
CA-32	CA32-2	ZR-33	AC-30	0,1050		0,105	1
CA-32	CA32-3	ZR-34	AC-29	2,7440		2,744	1
CA-33	NO-0110	ZR-21	AC-17	0,6989	0	0,65	0,93
CA-34	NO-0110	CA34-1	AC-17	5,3763	1	5	0,93
CA-34	CA34-1	CA34-2	AC-25	5,3763	2	5	0,93
CA-34	CA34-2	ZR-42	AC-23	5,0000	99	5	1
CA-34	CA34-1	ZR-29	AC-23	0,3030		0,3	0,99
CA-34	CA34-2	ZR-40	AC-25	1,2500		1,25	1
CA-35	NO-0110	CA35-1	AC-17	5,6989	1	5,3	0,93
CA-35	CA35-1	CA35-2	AC-30	6,3095	2	5,3	0,84
CA-35	CA35-2	CA35-3	AC-29	6,3095	3	5,3	0,84
CA-35	CA35-3	ZR-36	AC-27	3,6905	99	3,1	0,84
CA-35	CA35-1	ZR-37	AC-29	3,4071		2,385	0,7
CA-35	CA35-2	ZR-31	AC-30	0,7100		0,71	1
CA-35	CA35-3	ZR-32	AC-29	0,6680		0,668	1
CA-36	NO-0111	ZR-38	AC-25	1,0000	0	0,7	0,7
CA-37	NO-1101	ZR-22	AC-18	2,1730	0	2,173	1
CA-38	NO-1101	CA38-1	AC-18	0,4000	1	0,4	1
CA-38	CA38-1	ZR-23	AC-18	0,4000	99	0,4	1
CA-38	CA38-1	ZR-22	AC-18	0,1880		0,188	1
CA-39	NO-1102	ZR-23	AC-18	1,9100	0	1,91	1
CA-40	NO-1102	CA40-1	AC-18	0,2000	1	0,2	1
CA-40	CA40-1	ZR-24	AC-18	0,2667	99	0,2	0,75
CA-40	CA40-1	ZR-23	AC-18	0,0350		0,035	1

 <h1 style="color: red; margin: 0;">Red Canales Riego</h1>							
Canal	Nodo Inicial	Objeto Final	Acuífero	Capacidad	Nº del Tramo	Capacidad, [m³/s]	Eficiencia [m³]
CA-35	CA35-2	ZR-31	AC-30	0,7100		0,71	1
CA-35	CA35-3	ZR-32	AC-29	0,6680		0,668	1
CA-36	NO-0111	ZR-38	AC-25	1,0000	0	0,7	0,7
CA-37	NO-1101	ZR-22	AC-18	2,1730	0	2,173	1
CA-38	NO-1101	CA38-1	AC-18	0,4000	1	0,4	1
CA-38	CA38-1	ZR-23	AC-18	0,4000	99	0,4	1
CA-38	CA38-1	ZR-22	AC-18	0,1880		0,188	1
CA-39	NO-1102	ZR-23	AC-18	1,9100	0	1,91	1
CA-40	NO-1102	CA40-1	AC-18	0,2000	1	0,2	1
CA-40	CA40-1	ZR-24	AC-18	0,2667	99	0,2	0,75
CA-40	CA40-1	ZR-23	AC-18	0,0350		0,035	1
CA-41	NO-1103	ZR-24	AC-18	2,6629	0	1,864	0,7
CA-42	NO-1104	ZR-25	AC-19	2,3186	0	1,623	0,7
CA-43	NO-1105	ZR-26	AC-20	1,0857	0	0,76	0,7
CA-44	NO-1106	ZR-27	AC-21	1,0857	0	0,76	0,7
CA-45	NO-1201	ZR-28	AC-28	2,5000	0	2	0,8
CA-46	NO-1201	CA46-1	AC-28	6,0000	1	6	1
CA-46	CA46-1	CA46-2	AC-25	6,4516	2	6	0,93
CA-46	CA46-2	ZR-42	AC-26	6,0000	99	6	1
CA-46	CA46-1	ZR-28	AC-28	0,0540		0,054	1
CA-46	CA46-2	ZR-40	AC-25	1,5840		1,584	1
CA-47	NO-1201	CA47-1	AC-28	5,7471	1	5	0,87
CA-47	CA47-1	ZR-29	AC-25	1,9322	99	1,681	0,87
CA-47	CA47-1	ZR-39	AC-25	4,5466		3,319	0,73
CA-48	NO-1203	ZR-38	AC-24	1,8588	0	1,58	0,85
CA-49	NO-1203	CA49-1	AC-24	1,0000	1	0,9	0,9
CA-49	CA49-1	ZR-41	AC-25	1,0000	99	0,9	0,9
CA-49	CA49-1	ZR-38	AC-25	0,6370		0,637	1
CA-50	NO-1301	ZR-38	AC-25	0,1000	0	0,08	0,8
CA-51	NO-1301	ZR-39	AC-25	0,4038	0	0,323	0,8
CA-52	NO-1301	ZR-40	AC-25	0,3325	0	0,266	0,8
CA-53	NO-1204	ZR-41	AC-26	6,1075	0	4,886	0,8
CA-54	NO-1401	ZR-36	AC-27	1,0414	0	0,729	0,7
CA-55	NO-1402	ZR-43	AC-28	0,3757	0	0,263	0,7
CA-56	NO-1403	ZR-43	AC-26	1,1390	0	1,139	1
CA-57	NO-1404	ZR-44	AC-26	1,6860	0	1,686	1
CA-58	NO-0106	CA28-4	AC-09	1,6471	0	1,4	0,85
CA-59	NO-1004	ZR-16	AC-16	0,5000	0	0,5	1

13.2.7 Acuíferos

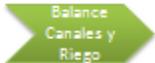
Parámetros de Acuíferos LIMARI(lps)											
Nombre	Qb	Qze	Qzmax	Qzs	Qzys	Qzve	Qo	85%			
AC-01	20,0	0	29	120,0	1	NO-0104	0	1	NO-0104	25	
AC-02	29,8	0	44	120,0	1	NO-0302	0	1	NO-0302	37	
AC-03	109,5	240	221	192,0	1	NO-0106	0	1	NO-0106	188	
AC-04	43,0	0	79	135,0	1	NO-0502	0	1	NO-0502	68	
AC-05	20,0	135	43	127,0	1	NO-0503	0	1	NO-0503	37	
AC-06	41,0	142	24	57,0	1	NO-0504	0	1	NO-0504	21	
AC-07	9,3	213	58	178,0	1	NO-0107	0	1	NO-0107	49	
AC-08	0,0	118	27	62,0	1	NO-0107	0	1	NO-0107	23	
AC-09	33,0	251	442	90,0	1	NO-0108	0	1	NO-0108	375	
AC-10	38,3	0	53	27,0	1	NO-0702	0	1	NO-0702	45	
AC-11	42,8	0	8	7,0	1	NO-0802	0	1	NO-0802	7	
AC-12	58,2	0	74	20,0	1	NO-0902	0	1	NO-0902	63	
AC-13	24,9	0	46	60,0	1	NO-1002	0	1	NO-1002	39	
AC-14	152,9	60	249	195,0	1	NO-1003	0	1	NO-1003	212	
AC-15	230,7	13	315	161,0	1	NO-0108	0	1	NO-0108	268	
AC-16	100,3	408	953	18,0	1	NO-0109	0	1	NO-0109	478	
AC-17	84,5	18	984	61,0	1	NO-0111	0	1	NO-0111	836	
AC-18	13,6	0	99	91,0	1	NO-1104	0	1	NO-1104	84	
AC-19	23,5	91	77	91,0	1	NO-1105	0	1	NO-1105	66	
AC-20	11,3	91	87	42,0	1	NO-1106	0	1	NO-1106	74	
AC-21	6,0	0	93	216,0	1	NO-1107	0	1	NO-1107	79	
AC-22	0,0	216	60	17,0	1	NO-1108	0	1	NO-1108	51	
AC-23	38,3	17	552	50,0	1	NO-1202	0	1	NO-1202	469	
AC-24	10,7	107	1.542	283,0	1	NO-1204	0	1	NO-1204	1.311	
AC-25	408,9	0	605	90,0	1	NO-1204	0	1	NO-1204	514	
AC-26	230,6	395	2.006	295,0	1	NO-1205	0	1	NO-1205	1.703	
AC-27	100,0	0	76	22,0	1	NO-1402	0	1	NO-1402	64	
AC-28	468,1	40	326	36,0	1	NO-1403	0	1	NO-1403	278	
AC-29	504,8	11	841	120,0	0,5	NO-1403	NO-1404	1	NO-1403	716	
AC-30	93,8	13	163	121,0	1	NO-1203	0	1	NO-1203	133	

condición Bombeo por Acuíferos

13.2.8 Pozos

Capacidad Bombeo Pozos Acuiferos Choapa m3/seg						
Acuífero	Riego	Potable	Minero	Industrial	energia	Total
AC-01		0,02				0,02
AC-02		0,0238				0,0238
AC-03	0,0865	0,023				0,1095
AC-04	0,002	0,041				0,043
AC-05		0,02				0,02
AC-06	0,03	0,011				0,041
AC-07		0,0075		0,0018		0,0093
AC-08						
AC-09	0,006	0,027				0,033
AC-10	0,0223			0,016		0,0383
AC-11	0,0368	0,006				0,0428
AC-12	0,0055	0,05274				0,05824
AC-13	0,0159	0,009				0,0249
AC-14	0,1097	0,0432				0,1529
AC-15	0,1447	0,046		0,04		0,2307
AC-16	0,1003					0,1003
AC-17	0,0403	0,0432		0,001		0,0845
AC-18	0,0066	0,007				0,0136
AC-19	0,0015	0,022				0,0235
AC-20	0,002	0,0093				0,0113
AC-21		0,006				0,006
AC-22						
AC-23	0,014	0,01528		0,009		0,03828
AC-24	0,0097			0,001		0,0107
AC-25	0,3328	0,01605				0,40885
AC-26	0,1847	0,0459				0,2306
AC-27	0,0923	0,0077				0,1
AC-28	0,4102	0,01285		0,045		0,46805
AC-29	0,4524	0,0124		0,04		0,5048
AC-30	0,0738			0,02		0,0938
Total genera	2,24	0,53392		0,1738		2,94772

13.2.9 Parámetros Demandas Zonas de Riego

Sector Riego 

ind(i,j) <small>lps/Há</small>			Percolaciones y Retornos			
Zona	lps/Há	Has	Percolación	%	Derrames	%Derrame
1 ZR-01	0,493	42	NO-0102		NO-0102	
2 ZR-02	0,493	954	AC-01		NO-0104	
3 ZR-03	0,493	1.001	AC-02		NO-0302	
4 ZR-04	0,493	1.054	AC-03		NO-0106	
5 ZR-05	0,493	88	NO-0501		NO-0501	
6 ZR-06	0,493	976	AC-04		NO-0502	
7 ZR-07	0,493	404	AC-05		NO-0503	
8 ZR-08	0,493	528	AC-06		NO-0504	
9 ZR-09	0,412	315	AC-07		NO-0107	
0 ZR-10	0,380	625	AC-09		NO-0108	
11 ZR-11	0,513	990	AC-10		NO-0702	
2 ZR-12	0,513	1.353	AC-11		NO-0802	
3 ZR-13	0,513	1.399	AC-12		NO-0902	
4 ZR-14	0,436	1.140	AC-13		NO-1002	
5 ZR-15	0,436	1.792	AC-14		NO-1003	
6 ZR-16	0,436	1.201	NO-1004		NO-1004	
7 ZR-17	0,436	2.389	AC-15		NO-1004	
8 ZR-18	0,380	796	AC-17		NO-0111	
9 ZR-19	0,380	395	AC-17		NO-0111	
0 ZR-20	0,380	974	AC-17		NO-0111	
11 ZR-21	0,380	858	AC-17		NO-0111	
22 ZR-22	0,474	374	NO-1102	1,0%	NO-1102	4%
23 ZR-23	0,474	390	NO-1103		NO-1103	
24 ZR-24	0,474	327	AC-18		NO-1104	
25 ZR-25	0,474	227	AC-19		NO-1105	
26 ZR-26	0,388	298	AC-20		NO-1106	
27 ZR-27	0,420	198	AC-21		NO-1107	
28 ZR-28	0,420	613	AC-23		NO-1202	
29 ZR-29	0,420	827	AC-23		NO-1202	
0 ZR-30	0,325	512	AC-30	1,0%	ZR-31	4%
11 ZR-31	0,325	867	AC-30		ZR-37	
2 ZR-32	0,325	1.025	AC-29		ZR-36	
3 ZR-33	0,325	202	AC-24		ZR-38	
4 ZR-34	0,325	5.426	AC-29		NO-1403	
5 ZR-35	0,221	926	AC-28		NO-1403	
6 ZR-36	0,196	2.121	AC-28		NO-1402	
7 ZR-37	0,283	3.509	NO-1204		NO-1204	
8 ZR-38	0,306	2.112	AC-24		NO-1204	
9 ZR-39	0,391	3.030	AC-25		NO-1204	
0 ZR-40	0,375	1.907	AC-25		NO-1204	
1 ZR-41	0,308	1.666	AC-26		NO-1205	
2 ZR-42	0,328	5.696	AC-26		NO-1204	
3 ZR-43	0,325	234	NO-1404		NO-1404	
4 ZR-44	0,325	168	NO-1405		NO-1405	

13.2.10 Parámetros Demanda Sector Minería

Para consignar las demandas de agua para la actividad minera, se presenta una plantilla en donde para cada zona (equivalente con la segmentación de zonas del resto de las actividades económicas) se puede registrar los niveles de producción con sus respectivos coeficientes de uso hídrico.

Según el resumen de capacidades de bombeo pozos (obtenido desde las bases de MAGIC, 2010) mostrado más arriba, no hay registros asociados a la actividad minera.

Según informe Eficiencia CAZALAC RHODOS, en la cuenca LIMARÍ, existe una empresa minera, actualmente operada por ENAMI, que se surte de aguas superficiales desde el canal CA-03-Tulahuén (zona 02; Nodo NO-0103), pero también tiene tres pozos, los que se ubicarían en las cercanías de la minera Delta, con un total de 227 l/s. Y para los efectos de la modelación se considerará un ritmo de producción de 40 KTPD con una tasa de consumo de aguas de 6,0 lps.

Sector Minería

Uso Acuíferos por Sector Económico

m(i,j) lps/KTPD			Producciones Factibles			Abastecimiento lps/KTPD			
Zona	lps/ktpd	KtPD	KTPD	lps	Mill \$	Acuífero	lps	Nodo IN	lps
ZM-01	10,0					Ac-01		NO-0102	
ZM-02	6,0	40	40	240		Ac-02		NO-0103	240
ZM-03	10,0					Ac-03		NO-0302	
ZM-04	10,0					Ac-04		NO-0105	
ZM-05	10,0					Ac-05			
ZM-06	10,0					Ac-06		NO-0501	
ZM-07	10,0					Ac-07			
ZM-08	10,0					Ac-08			
ZM-09	10,0					Ac-09			
ZM-10	10,0					Ac-10			
ZM-11	10,0					Ac-11			
ZM-12	10,0					Ac-12			
ZM-13	10,0					Ac-13			
ZM-14	10,0					Ac-14			
ZM-15	10,0					Ac-15			
ZM-16	10,0					Ac-16			
ZM-17	10,0					Ac-17			
ZM-18	10,0					Ac-18			
ZM-19	10,0					Ac-19			
ZM-20	10,0					Ac-20			
ZM-21	10,0					Ac-21			
ZM-22	10,0					Ac-22		NO-1102	
ZM-23	10,0					Ac-23			

13.2.11 Parámetros de Demanda Sector Industrial

Para los efectos de la demanda industrial, se consignan como demanda los datos de derechos señalados en el cuadro de capacidades de pozos.

Ind(i,j) ds/vk/aa			Producciones Factibles			Abastecimiento lps/Hbte					
Zona	lps/lps	Q_pres	Q Ind	LPS	Mill \$	Acuífero	LPS	Nodo IN	LPS	% Retorno	odo Retorn
Zi-01	1,0					Ac-01				20%	
Zi-02	1,0					Ac-02				20%	
Zi-03	1,0					Ac-03				20%	
Zi-04	1,0					Ac-04				20%	
Zi-05	1,0					Ac-05				20%	
Zi-06	1,0					Ac-06				20%	
Zi-07	1,0	1,8	1,8	1,80	3,24	Ac-07	2			20%	
Zi-08	1,0					Ac-08				20%	
Zi-09	1,0					Ac-09				20%	
Zi-10	1,0	16	16	16,00	256	Ac-10	16			20%	
Zi-11	1,0					Ac-11				20%	
Zi-12	1,0					Ac-12				20%	
Zi-13	1,0					Ac-13				20%	
Zi-14	1,0					Ac-14				20%	
Zi-15	1,0	40	40	40,00	1600	Ac-15	40			20%	
Zi-16	1,0					Ac-16				20%	
Zi-17	1,0	1	1	1,00	1	Ac-17	1			20%	
Zi-18	1,0					Ac-18				20%	
Zi-19	1,0					Ac-19				20%	
Zi-20	1,0					Ac-20				20%	
Zi-21	1,0					Ac-21				20%	
Zi-22	1,0					Ac-22				20%	
Zi-23	1,0	9	9	9,00	81	Ac-23	9			20%	
Zi-24	1,0	1	1	1,00	1	Ac-24	1			20%	
Zi-25	1,0					Ac-25				20%	
Zi-26	1,0					Ac-26				20%	
Zi-27	1,0					Ac-27				20%	
Zi-28	1,0	45	45	45,00	2025	Ac-28	45			20%	
Zi-29	1,0	40	40	40,00	1600	Ac-29	40			20%	
Zi-30	1,0	20	20	20,00	400	Ac-30	20			20%	
Zi-31	1,0					Ac-31				20%	
Zi-32	1,0					Ac-32				20%	

13.2.12 Parámetros de Demanda Sector Agua Potable

Sector Agua Potable

	Demanda	
POBLACIÓN	170	Mil Hbte
Consumo	1,9	lps/mil_hbte
	323	

	Oferta
	170,00
	323,00

e(i,j) lps/lps Final			Producciones Factibles				Abastecimiento lps/Hbte			
Zona	lps/mil hbtes	Hbtes	Hbts	Lps	Nivel	Acuifero	LPS	Nodo IN	LPS	
Pot 01	1,9	4	4,00		1	Ac-01		NO-0102		
Pot 02		4	4,00		1	Ac-02				
Pot 03		4	4,00	23,00		1	Ac-03	23,00		
Pot 04		4	4,00	41,00		1	Ac-04	41,00		
Pot 05		4	4,00	20,00		1	Ac-05	20,00		
Pot 06		4	4,00	11,00		1	Ac-06	11,00	NO-0501	
Pot 07		4	4,00	7,50		1	Ac-07	7,50		
Pot 08		3	3,00			1	Ac-08			
Pot 09		1	1,00	27,00		1	Ac-09	27,00		
Pot 10		1	1,00			1	Ac-10			
Pot 11		2	2,00	6,00		1	Ac-10	6,00		
Pot 12		3	3,00	52,74		1	Ac-10	52,74		
Pot 13		3	3,00	7,56		1	Ac-10	7,56		
Pot 14		2	2,00			1	Ac-10			
Pot 15		2	2,00	46,00		1	Ac-10	46,00		
Pot 16		20	20,00			1	Ac-10			
Pot 17		18	18,00	8,45		1	Ac-10	8,45		
Pot 18		25	25,00	7,00		1	Ac-10	7,00		
Pot 19		18	18,00	22,00		1	Ac-10	22,00		
Pot 20		18	18,00	9,30		1	Ac-10	9,30		
Pot 21		1	1,00	6,00		1	Ac-10	6,00		
Pot 22		1	1,00			1	Ac-10			
Pot 23		1	1,00			1	Ac-10			
Pot 24		1	1,00			1	Ac-10			
Pot 25		1	1,00	16,05		1	Ac-10	16,05		
Pot 26		1	1,00			1	Ac-10			
Pot 27		1	1,00			1	Ac-10			
Pot 28		1	1,00			1	Ac-10			
Pot 29		1	1,00	12,40		1	Ac-10	12,40		
Pot 30		1	1,00			1	Ac-10			
Pot 31		1	1,00			1	Ac-10			
Pot 32		3	3,00			1	Ac-10			

13.3 Evaluación de Escenarios Cuenca LIMARÍ

La categorización de escenarios que se expone a continuación, se parametriza en función de las siguientes variables:

- Nivel de stock disponible en cada una de los acuíferos;
- Volumen de Oferta Hídrica
- Restricciones en Utilización de Acuíferos
- Variaciones en las demandas hídricas en virtud de proyecto Agrícolas, Mineros y otros

En adición a lo anterior, es posible también incorporar la evaluación de escenarios puntuales motivados por cambios técnicos en la red hídrica, los cuales impactan en parámetros técnicos tales como:

- Eficiencia de Riego
- Entubamiento de canales, que alteran los flujos de percolación
- Embalses Adicionales en nodos de la red

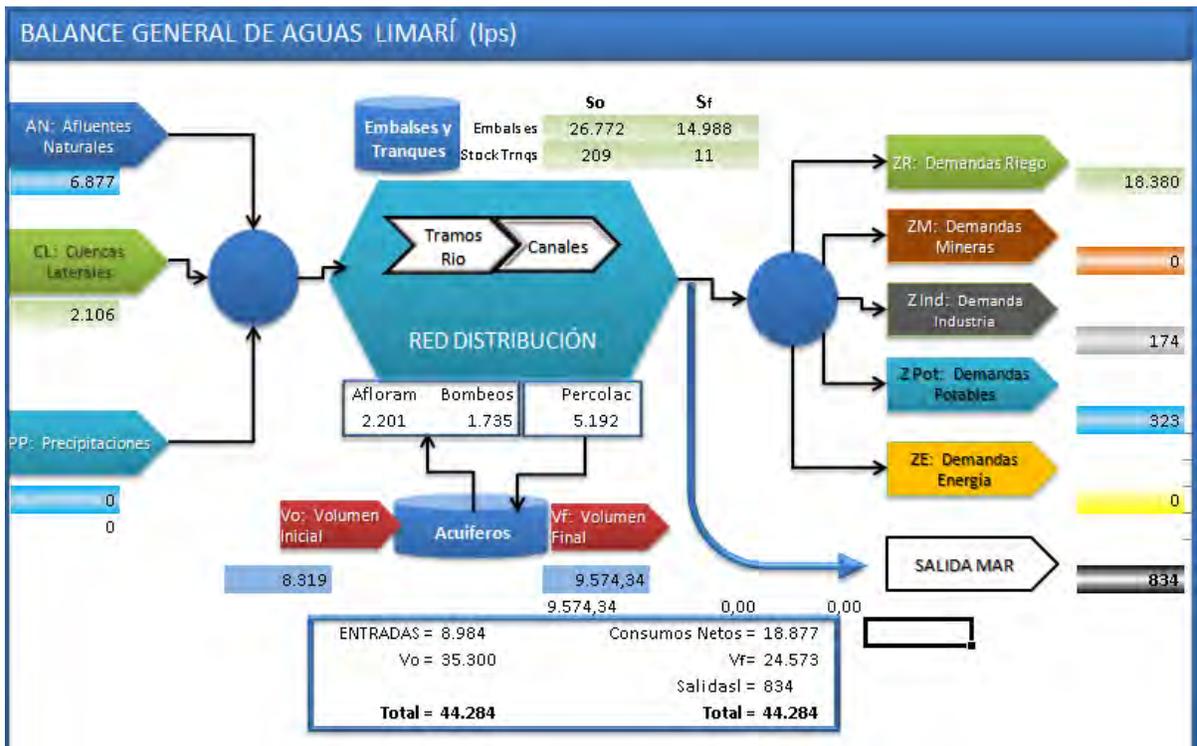
Conciliando lo expresado hasta ahora, a continuación se evalúan los siguientes escenarios:

- ✚ Escenario Base: (cifras similares al año 2010)
 - Stock Acuíferos en **85%** de su capacidad
 - Oferta Hídrica Baja (Nivel 2010) de un nivel de **9,0** m³/seg
 - Utilización de acuíferos en función de las capacidades de bombeo de **2,95** m³/seg
 - Prioridad absoluta en abastecimiento Agua Potable para una población de
- ✚ Escenario 1:
 - Variantes cambios de demanda y oferta

13.3.1 Escenario Base 2010 → Oferta Hídrica Baja → 9.000 lps

13.3.1.1 Balance Hídrico General de la Cuenca

Resolviendo la red de la cuenca con el conjunto de parámetros operacionales y de demanda expuestos en el punto anterior se obtiene el siguiente balance hídrico.



Desde el punto de vista de las expectativas económicas el nivel de cumplimiento de las metas de producción se muestra en la tabla siguiente

	demanda	Producción
✓ Riego (Has)	51.927	49.797
✓ Minería (KTF)	0	0
✗ Industria (lp)	173,8	173,8
✓ Potable (ooo)	170	170

La evaluación de escenario asume que la demanda de agua potable debe ser satisfecha como primera prioridad. Respecto al consumo minero, el modelo se encuentra calibrado para abastecer la demanda de este sector, y estima la porción de has que se dejan de cultivar para cumplir con esta política de abastecimiento.

A este bajo nivel de oferta hídrica, el abastecimiento de demanda de riego se puede cumplir sólo en virtud de las reservas de oferta hídrica disponibles en los Embalses (Cogotí; Recoleta; Paloma) que se encontraban al 85% de su capacidad.

En relación con los flujos hídricos:

4. En estos ejercicios preliminares de calibración se está operando con un solo periodo anual
5. Se ha consignado que los acuíferos se encuentran al 85% de su capacidad al inicio de la operación
6. La suma de las cargas de agua a la red desde los Afluentes naturales y desde las cuencas laterales asciende a un caudal total de 9.000 lps. (base 2010 carga baja)
7. El valor anterior se encuentra balanceado con:
 - g. Consumo Consuntivo Agrícola → 18.380 lps
 - h. Consumo Consuntivo Minero → 0 lps
 - i. Consumo Consuntivo Potable → 323 lps
 - j. **Salidas al Mar** → **- 834 lps**
 - k. Recarga de Acuíferos → 1.255 lps
 - l. Recarga Tranques/Embalses → **- 11.983 lps**

13.3.2 Balance Puntual Recargas Acuíferos

Se debe hacer notar, que en este escenario a pesar de la baja oferta hídrica, los acuíferos igualmente muestran un nivel de recarga de 2.079 lps durante el periodo. El balance de flujos que permite estos resultados se muestran a continuación:

- Ingresos Totales percolaciones → 5.280 lps
- Egresos por Afloramientos → 2.290 lps
- Bombeos (todos sectores) → 1.671 lps
- Recarga Acuíferos → **1.248 lps**

13.3.2.1 Sector Agro

Como es posible apreciar de la tabla de resultados que se muestra a continuación:

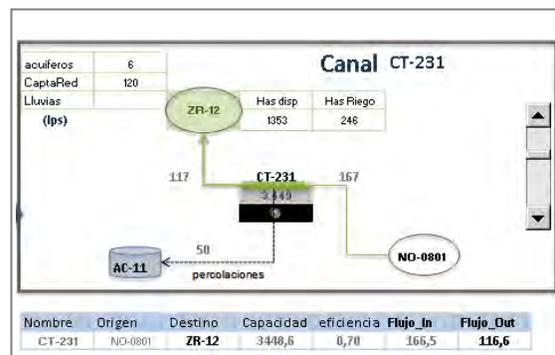
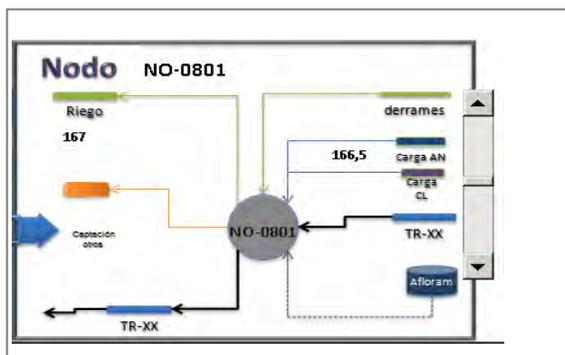
- Hectáreas Regadas → 50.000 Has de las 51.927 has disponibles
- Demanda de Agua → 18.495 lps (0,367 lps/has)
- Demanda Consuntiva → 18.484 lps

Obs: La modelación Magic registra un coeficiente de eficiencia riego, de un 100% en la gran mayoría de las zonas de riego, y es por esta razón que en esta cuenca coinciden el abastecimiento de agua con la demanda consuntiva del sector riego.

Sector Riego			Resolución Flash			Has Ips Lps/ha			
			Recepción	50.000	10.435	0,2699			
			Disponibil	51.927					
ind(i,j)			Producciones Factibles			Abastecimiento			
Zona	Ips/Há	Has	Has	Ips	Mill \$	Acuíferos	Red Separ	Lluvia	
1 ZR-01	0,493	42	✓ 42	20,8			20,79		
2 ZR-02	0,493	954	✓ 954	470,6			470,59		
3 ZR-03	0,493	1.001	✓ 1.001	493,8		84,50	407,33		
4 ZR-04	0,493	1.054	✓ 1.054	520,1		2,00	518,05		
5 ZR-05	0,493	88	✓ 88	43,4			43,36		
6 ZR-06	0,493	976	✓ 976	481,4		30,00	451,36		
7 ZR-07	0,493	404	✓ 404	199,5			199,50		
8 ZR-08	0,493	528	✓ 528	260,3			260,30		
9 ZR-09	0,412	315	✓ 315	129,5		6,00	123,52		
10 ZR-10	0,380	625	✓ 625	237,5		22,30	215,19		
11 ZR-11	0,513	950	✗ 257	131,6		34,80	94,76		
12 ZR-12	0,513	1.353	✗ 246	126,0		5,50	120,49		
13 ZR-13	0,513	1.399	✓ 1.313	673,1		15,90	657,23		
14 ZR-14	0,436	1.140	✓ 1.140	496,4		109,70	386,74		
15 ZR-15	0,436	1.792	✓ 1.792	780,6		144,70	635,95		
16 ZR-16	0,436	1.201	✓ 1.201	523,3			523,31		
17 ZR-17	0,436	2.389	✓ 2.389	1.040,5		40,30	1.000,24		
18 ZR-18	0,380	796	✓ 796	302,4		6,60	295,82		
19 ZR-19	0,380	935	✓ 935	150,1		1,50	148,62		
20 ZR-20	0,380	974	✓ 974	370,1		2,00	368,06		
21 ZR-21	0,380	858	✓ 858	326,2			326,20		
22 ZR-22	0,474	374	✓ 374	186,9			186,87		
23 ZR-23	0,474	390	✓ 390	184,7		14,00	170,72		
24 ZR-24	0,474	321	✓ 321	155,3			155,25		
25 ZR-25	0,474	227	✓ 227	107,6		107,64	0,00		
26 ZR-26	0,388	298	✓ 298	115,7		115,62	0,00		
27 ZR-27	0,420	198	✓ 198	83,1		5,96	77,18		
28 ZR-28	0,420	613	✓ 613	257,4			257,39		
29 ZR-29	0,420	827	✓ 827	347,2		347,43	-0,20		
30 ZR-30	0,325	512	✓ 512	175,2		73,80	101,35		
31 ZR-31	0,325	867	✓ 867	274,4			274,37		
32 ZR-32	0,325	1.025	✓ 1.025	332,7			332,69		
33 ZR-33	0,325	202	✓ 202	65,4			65,45		
34 ZR-34	0,325	5.426	✓ 5.426	1.761,7			1.761,74		
35 ZR-35	0,221	926	✓ 926	204,3			204,24		
36 ZR-36	0,196	2.121	✓ 2.121	415,5			415,51		
37 ZR-37	0,283	3.509	✓ 3.509	992,0			991,95		
38 ZR-38	0,306	2.112	✓ 2.112	646,4			646,39		
39 ZR-39	0,391	3.030	✓ 3.030	1.186,2			1.186,24		
40 ZR-40	0,375	1.907	✓ 1.907	715,4			715,38		
41 ZR-41	0,308	1.666	✓ 1.666	512,4			512,36		
42 ZR-42	0,328	5.636	✓ 5.636	1.867,6			1.867,60		
43 ZR-43	0,325	234	✓ 234	76,0			75,97		
44 ZR-44	0,325	168	✓ 168	54,7			54,69		

Fuentes de abastecimiento de Riego por Zonas		
Zona	Porcentaje	Detalle
NO-002		NO-0102
AC-01		NO-0104
AC-02		NO-0302
AC-03		NO-0106
NO-0501		NO-0501
AC-04		NO-0502
AC-05		NO-0503
AC-06		NO-0504
AC-07		NO-0107
AC-09		NO-0108
AC-10		NO-0702
AC-11		NO-0802
AC-12		NO-0902
AC-13		NO-1002
AC-14		NO-1003
NO-1004		NO-1004
AC-15		NO-1004
AC-17		NO-0111
NO-1102	1,0%	NO-1102
NO-1103		NO-1103
AC-18		NO-1104
AC-19		NO-1105
AC-20		NO-1106
AC-21		NO-1107
AC-23		NO-1202
AC-23		NO-1202
AC-30	1,0%	ZR-31
AC-30		ZR-37
AC-29		ZR-36
AC-24		ZR-38
AC-29		NO-1403
AC-28		NO-1403
AC-28		NO-1402
NO-1204		NO-1204
AC-24		NO-1204
AC-25		NO-1204
AC-25		NO-1204
AC-26		NO-1205
AC-26		NO-1204
NO-1404		NO-1404
NO-1405		NO-1405

De estos resultados se desprende que las únicas zonas agrícolas conflictivas de abastecimiento hídrico son las zonas 11 y 12. Si se analiza el caso de la zona 12, se aprecia que ella se abastece desde el Nodo NO-0801, que se abastece directamente de un Afluente Natural, y re-destina toda su recepción al canal de riego de dicha zona.



13.3.2.2 Sector Agua Potable

En el caso de este sector, el modelo se configura con el concepto de una oferta centralizada a cargo de las empresas sanitarias, pero que recolecta el insumo hídrico en aquellos puntos en que posee derechos para hacerlo.

El cuadro siguiente muestra el nivel de abastecimiento de agua potable para cada una de las zonas. La demanda total parametrizada es de 170 habitantes, población que se abastece completamente.

Provincia/Comuna	1996	2000	2003	2010	2011	2012
COMBARBALÁ	13.856	13.605	13.251	12.355	12.218	12.079
MONTE PATRIA	29.979	30.944	31.348	32.074	32.134	32.187
OVALLE	93.959	100.081	103.644	111.177	112.059	112.956
PUNITAQUI	9.294	9.696	9.925	10.383	10.419	10.468
RÍO HURTADO	4.904	4.819	4.706	4.441	4.414	4.372
LIMARI	151.992	159.145	162.874	170.430	171.244	172.062

Sector Agua Potable

	Demanda	
POBLACIÓN	170	Mil Hbte
Consumo	1,9	lps/mil_hbte
	323	

Oferta
170,00
323,00

e(i,j) lps/lps Final			Producciones Factibles				Abastecimiento lps/Hbte			
Zona	lps/mil hbtes	Hbtes	Hbtes	Lps	Nivel	Acuifero	LPS	Nodo IN	LPS	
Pot 01		4	4,00		1	Ac-01		NO-0102		
Pot 02		4	4,00		1	Ac-02				
Pot 03		4	4,00	23,00	1	Ac-03	23,00			
Pot 04		4	4,00	41,00	1	Ac-04	41,00			
Pot 05		4	4,00	20,00	1	Ac-05	20,00			
Pot 06		4	4,00	11,00	1	Ac-06	11,00	NO-0501		
Pot 07		4	4,00	7,50	1	Ac-07	7,50			
Pot 08		3	3,00		1	Ac-08				
Pot 09		1	1,00	27,00	1	Ac-09	27,00			
Pot 10		1	1,00		1	Ac-10				
Pot 11		2	2,00	6,00	1	Ac-10	6,00			
Pot 12		3	3,00	52,74	1	Ac-10	52,74			
Pot 13		3	3,00	7,56	1	Ac-10	7,56			
Pot 14		2	2,00		1	Ac-10				
Pot 15		2	2,00	46,00	1	Ac-10	46,00			
Pot 16		20	20,00		1	Ac-10				
Pot 17		18	18,00	8,45	1	Ac-10	8,45			
Pot 18		25	25,00	7,00	1	Ac-10	7,00			
Pot 19		18	18,00	22,00	1	Ac-10	22,00			
Pot 20		18	18,00	9,30	1	Ac-10	9,30			
Pot 21		1	1,00	6,00	1	Ac-10				
Pot 22		1	1,00		1	Ac-10				
Pot 23	1,9	1	1,00		1	Ac-10				
Pot 24		1	1,00		1	Ac-10				
Pot 25		1	1,00	16,05	1	Ac-10				
Pot 26		1	1,00		1	Ac-10				
Pot 27		1	1,00		1	Ac-10				
Pot 28		1	1,00		1	Ac-10				
Pot 29		1	1,00	12,40	1	Ac-10	12,40			
Pot 30		1	1,00		1	Ac-10				
Pot 31		1	1,00		1	Ac-10				
Pot 32		3	3,00		1	Ac-10				

Formas de abastecimiento
Agua Potable por Zonas

La cifras señalan que este sector económico demanda solo 323 lps para abastecer la población de Limarí, sin embargo, de acuerdo al cuadro 3.2.8, cuenta con capacidades de bombeo desde acuíferos por un caudal de 534 lps.

13.3.2.3 Sector Minero

Para este sector económico, el escenario asigna demanda minera en la Zona 02, para abastecer una producción diaria de 40KTPD. Consume del orden de 240 lps (base aprox de 1m3/Ton de mineral procesado).



13.3.2.4 Balances Individuales por Acuíferos

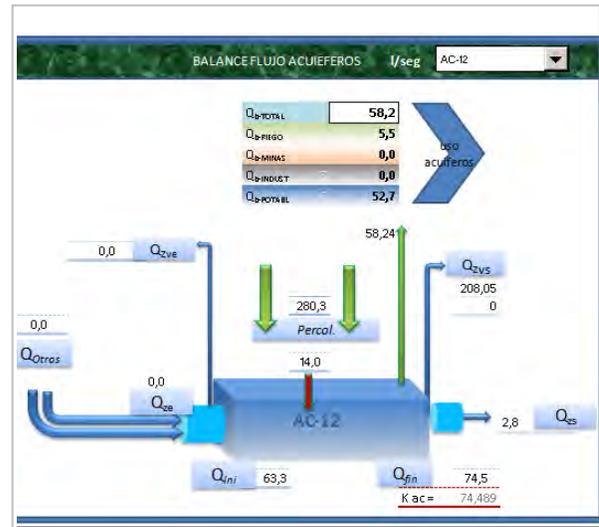
El bombeo total desde los acuíferos asciende a 1.671 lps. Ellos se distribuyen según las cifras que se muestran en la ficha adjunta. En ella se aprecia:

- El mayor consumo se concentra en los bombeos agrícolas con 1.174 lps
- Los acuíferos de las zonas 01 a 20 exponen una alta tasa de consumo de sus capacidades de bombeo
- Los acuíferos de las zonas 22 → 27 (Rio Hurtado) muestran una baja tasa de consumo de sus capacidades de bombeo.

	capac. Pozos	litros/segundo					Uso DDA
		Riego	Minería	Industria	Sanitaria	Energía	
AC-01	20,0						●
AC-02	29,8						●
AC-03	109,5	86,5			23,0		●
AC-04	43,0	2,0			41,0		●
AC-05	20,0				20,0		●
AC-06	41,0	30,0			11,0		●
AC-07	9,3			1,8	7,5		●
AC-08	0,0						●
AC-09	33,0	6,0			27,0		●
AC-10	38,3	22,3		16,0			●
AC-11	42,8	36,8			6,0		●
AC-12	58,2	5,5			52,7		●
AC-13	24,9	15,9			7,6		●
AC-14	152,9	109,7					●
AC-15	230,7	144,7		40,0	45,7		●
AC-16	100,3						●
AC-17	84,5	40,3		1,0	8,7		●
AC-18	13,6	6,6			7,0		●
AC-19	23,5	1,5			22,0		●
AC-20	11,3	2,0			9,3		●
AC-21	6,0				6,0		●
AC-22	0,0						●
AC-23	38,3	14,0		9,0			●
AC-24	10,7			1,0			●
AC-25	408,9	107,6			16,1		●
AC-26	230,6	115,6					●
AC-27	100,0	6,0					●
AC-28	468,1			45,0			●
AC-29	504,8	347,4		40,0	12,4		●
AC-30	93,8	73,8		20,0			●
		1174,26	0	173,8	323	0	LPS

En la figura adjunta (caso AC-12) se muestra el cumplimiento de las ecuaciones de balance interno expresadas para cada uno de los acuíferos.

- AC-12; es inicial, por ende no recibe ingresos desde otros acuíferos,
- Afloramiento inicial (Q_{zve}) $\rightarrow 0$
- Por concepto de percolaciones desde canales, tramos y zonas de riego, recibe 280 lps, pero solo recarga 14 lps (dada la capacidad disponible), generando un afloramiento Q_{zvs} de 208 lps, producida en este caso por exceso de capacidad máxima del acuífero. El acuífero termina lleno al final del periodo de simulación.
- Estas cifras nos indicaría que sería posible aumentar la capacidad de bombeo de pozos para abastecer la demanda insatisfecha de la zona agrícola asociada.



13.3.3 ESCENARIO Base alternativo \rightarrow MEJORANDO LA OFERTA DE RIEGO

En virtud de la insatisfacción de la demanda de riego en algunas de las zonas de la cuenca, la interrogante básica que surge sería: **¿A qué nivel de oferta hídrica se logra abastecer la demanda de riego de estas zonas 11 y 12?** Veremos que en virtud de las cifras históricas de oferta hídrica, estas zonas no logran abastecimiento de su demanda completa ni siquiera asumiendo una oferta hídrica alta de **36.000 lps**.

ind(i,j) ps/Ha			Producciones Factibles			Abastecimiento lps		
Zona	lps/Há	Has	Has	lps	Mill \$	Acuíferos	Red Superf	Lluvias
1	ZR-01	0,493	42	20,8			20,79	
2	ZR-02	0,493	954	470,6			470,59	
3	ZR-03	0,493	1.001	493,8		86,50	407,33	
4	ZR-04	0,493	1.054	520,1		2,00	518,05	
5	ZR-05	0,493	88	43,4			43,36	
6	ZR-06	0,493	976	481,4		30,00	451,36	
7	ZR-07	0,493	404	199,5			199,50	
8	ZR-08	0,493	528	260,3			260,30	
9	ZR-09	0,412	315	129,5		6,00	123,52	
0	ZR-10	0,380	625	237,5		22,30	215,19	
11	ZR-11	0,513	990	415,1		36,80	378,26	
2	ZR-12	0,513	1.353	475,6		5,50	470,14	
3	ZR-13	0,513	1.399	717,4		15,90	701,47	
4	ZR-14	0,436	1.110	496,4		109,70	396,74	

13.3.4 ESCENARIO Base alternativo \rightarrow Aumento demanda Minera

En este punto, y bajo un supuesto de Oferta Hídrica Baja de 9.000 lps, se evaluará el impacto en el

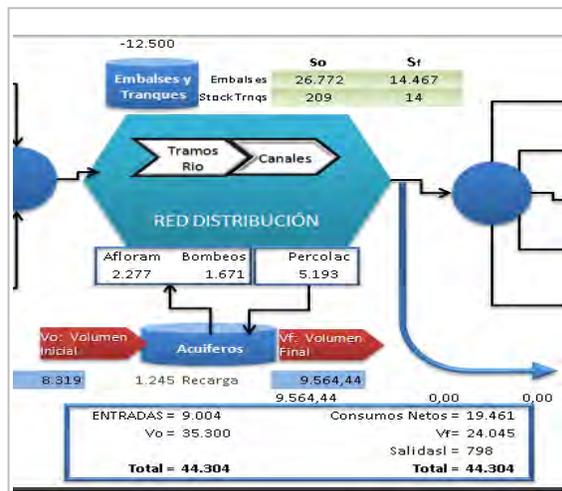
m(i,j) ps/KTPD			Producciones Factibles		
Zona	lps/ktpd	KtPD	KTPD	lps	Mill \$
ZM-01	10,0				
ZM-02	6,0	80	80	480	
ZM-03	10,0				
ZM-04	10,0				

balance hídrico si la demanda de la Zona Minera 02 ser duplica desde 40 KTPD a 80 KTPD.

Esta duplicación de producción minera, tal como se muestra en la figura de Balance adjunto, se abastece de la oferta disponible en los embalses, que muestran una reducción en el stock final. Y por esta misma razón afectaría la producción agrícola.

En el escenario base, el stock de embalses ascendía a 14.705 lps, mientras que este nuevo escenario, este volumen asciende a 14.467.

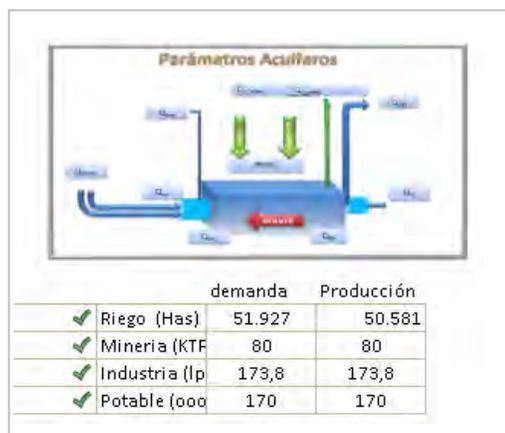
- Si se repite un nuevo año con igual oferta hídrica, 9.000 lps, el stock de los embalses de reduciría a solo del orden de 2000 lps.
- Si los embalses, estuvieran vacíos, la capacidad de riego alcanzaría solo hasta 25.000 has (50% de la disponibilidad de tierras).



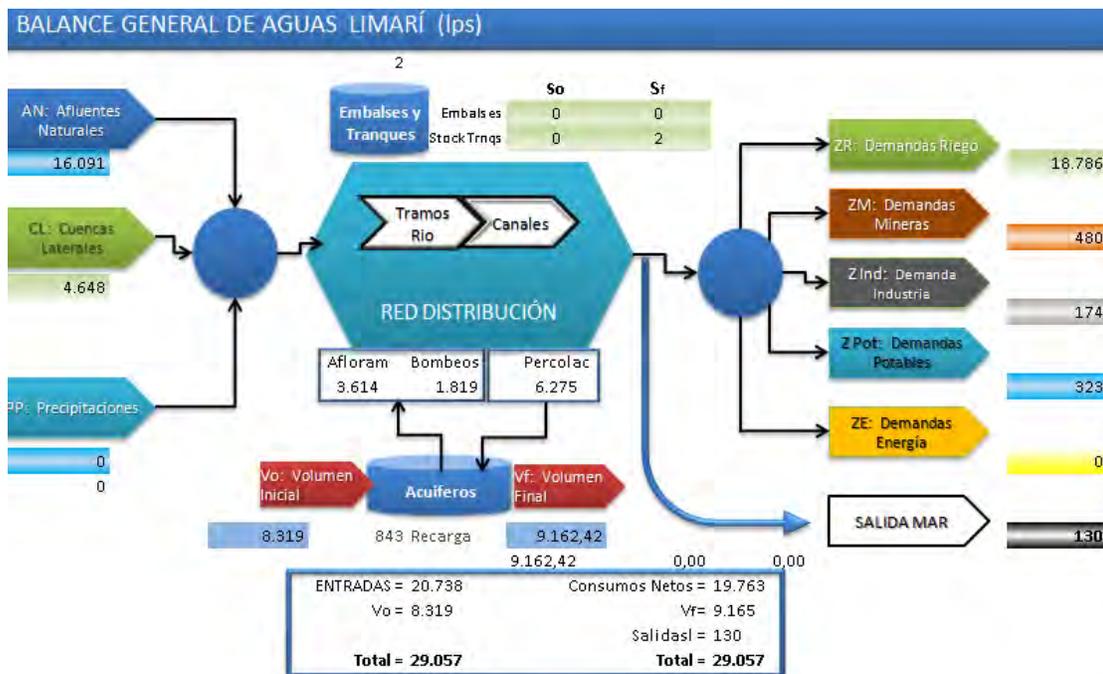
13.3.5 ESCENARIO CON OFERTA HÍDRICA MEDIA-ALTA → 20.730 lps

Según estadísticas disponibles en bases de datos del Magic, este caudal de aportes equivale a los escenarios del año 2002.

Con este nivel de oferta hídrica, y en un escenario con Embalses Vacíos, todas las demandas agrícolas, mineras y agua potable se satisfacen plenamente, quedando los acuíferos a máxima capacidad, y con caudal de salida al mar de aproximadamente **130 lps**. Con este nivel de oferta y demanda hídrica no existirían recursos para rellenar los embalses.



El diagrama de balance hídrico se muestra a continuación:



Manteniendo los niveles de demanda hídrica (50 mil has), los embalses se logran empezar a rellenar con ofertas hídricas superiores a 22 m³/seg, situación que se ha dado durante los años 2008, 2005, 2002, y 1997.

Sin embargo según el censo agropecuario del 2007, las superficies regadas ascienden a 44 mil has para esta cuenca, demanda que se equilibra con un oferta media anual de **17 m³/seg**. (Valores obtenidos con corridas del modelo de la cuenca, y que coinciden con la oferta media observada durante el período 1997-2010).

REGIÓN, PROVINCIA	Total superficie regada (ha)
IV de Coquimbo	75.709
Elqui	18.198
Choapa	13.463
Limarí	44.047

Fuente. Sitio INE; Censo Agropecuario 2007

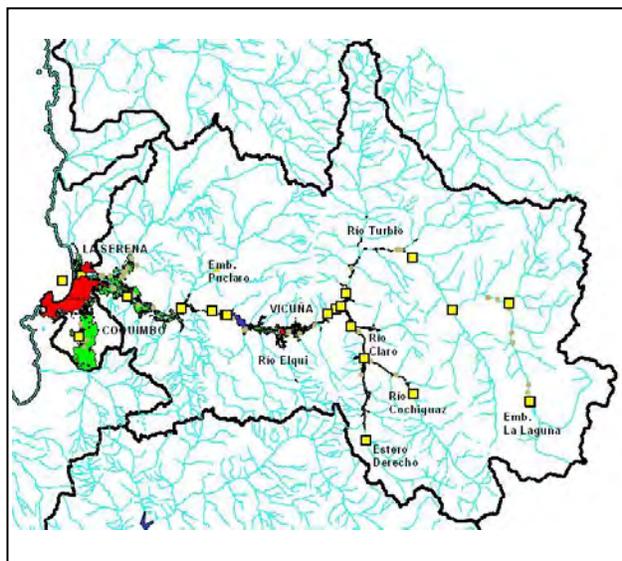
14 CUENCA DEL ELQUI

14.1 Topología de la Cuenca ELQUI

Fuente: Cuenca Río Elqui: Diagnóstico Cursos y Cuerpos de Agua / DGA / CADE-IDEPE 2004

La cuenca hidrográfica del río Elqui forma parte de la IV Región de Coquimbo y se ubica aproximadamente entre los paralelos 29°35' y 30°20' de latitud sur, con una extensión de 9.826 km².

El río Elqui nace a 815 m s.n.m., 2 km aguas arriba de Rivadavia, de la unión de los ríos Turbio que viene del oriente y Claro o Derecho que provienen del sur. Desde Rivadavia, a 75 km de La Serena, el río principal se desarrolla casi en dirección E-W y prácticamente no recibe afluentes, salvo varias quebradas de considerable desarrollo, pero normalmente secas y que sólo le aportan agua en caso de lluvia directa en los años muy húmedos. Normalmente, un área cercana a 3.900 km², no participa del comportamiento hidrológico del Elqui. Por la ribera norte las quebradas más importantes son Marquesa y Santa Gracia, que confluyen en su curso medio e inferior, respectivamente. Por el sur, recibe las quebradas San Carlos, Arrayán y Talca, aparte de otras menores.



El río Turbio se forma 43 km aguas arriba de Rivadavia y a 1.370 m s.n.m., de la unión de los ríos Toro y La Laguna, drenando un área de 4.196 km². A partir de la confluencia de sus tributarios, toma rumbo al NW y a la altura del pueblo de Guanta, describe un gran arco para definir un rumbo final N-S, que es la prolongación del rumbo que trae la quebrada tributaria del Calvario. El río Claro o Derecho nace también en la alta cordillera y su único afluente es el río Cochiguaz. El área drenada es de 1.512 km² y toma rumbo N-S con una longitud de 65 km.

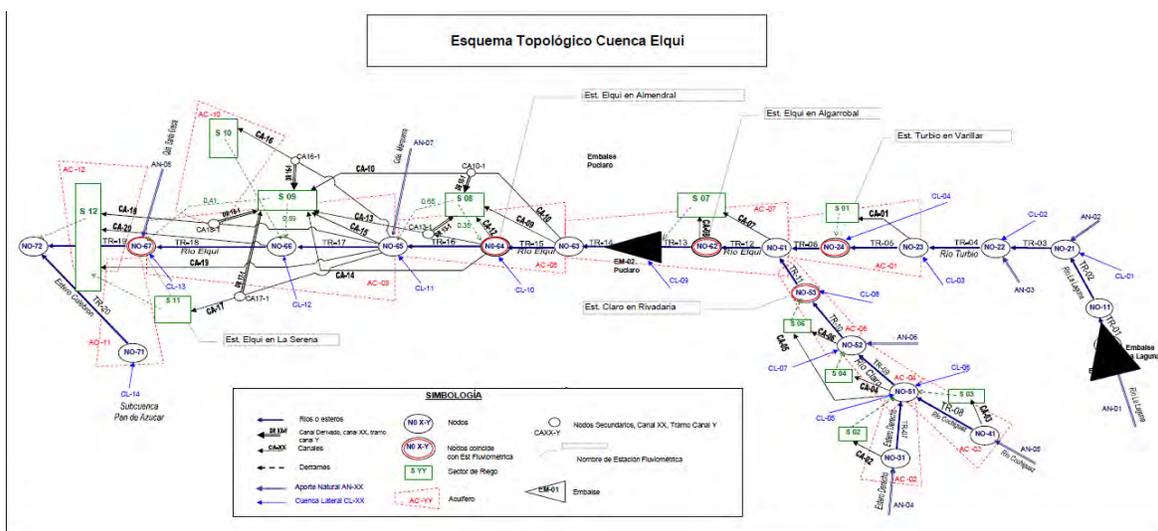
Desde el punto de vista geomorfológico, existe una serie de elementos fisiográficos que se pueden identificar claramente; los grupos principales son: Cordillera de los Andes, Valles Transversales, Cordillera de la Costa y Planicies Litorales (Figura 2.3). El relieve de la cuenca se orienta de Oeste a Este (Fig. 2.3). En el sector del nacimiento del río Elqui (confluencia de los ríos Claro o Derecho y Turbio) la precordillera Andina presenta importantes alturas, destacando el Cerro Mamalluca (2.330 m s.n.m.) por el norte y el Cerro El Molle (2.630 m s.n.m.) por el sur del río Elqui en el sector de Paiguano.

Desde este sector hasta la desembocadura en el sector de La Serena, el río Elqui posee un curso general de tipo recto y escurrimiento en sentido Oriente – Poniente. En sus primeros kilómetros hasta la localidad de El Molle, el río Elqui se caracteriza principalmente por presentar un escurrimiento de tipo recto y valles de reducida extensión. Las elevaciones (cerros y lomajes) que se presentan en este sector, están comprendidas entre los 1.000 y 1.600 m s.n.m. disminuyendo en forma paulatina (baja sinuosidad del relieve).

El tramo final del río (desde el sector de El Molle hasta la desembocadura en el mar), el cauce principal presenta escurrimiento de tipo anastomosado y valles con mayores amplitudes, cuyo material de sedimentación fluvial ha originado amplias terrazas laterales de significativa importancia humana y económica para el área. Estas terrazas se encuentran claramente desarrolladas a unos 25 km de la desembocadura, el nivel superior tiene uno 30 m de altitud en sus inicios, disminuyendo en dirección al mar con una pendiente de 7%, hasta alcanzar unos 120 a 130 m cerca de la desembocadura. Las diferencias de altitud en el valle transversal, oscilan entre los 700 m por el norte del cauce principal de la cuenca y 260 m por el sur de este mismo curso fluvial.

En la costa, este valle se mezcla con las planicies litorales que se manifiestan plenamente y corresponden a terrenos planos que se extienden latitudinalmente por el borde costero, alcanzando en algunos sectores un ancho de 30 km (sector de la Serena)

La modelación matemática que soporta el sistema Magic se ha sustentado en el siguiente esquema topológico para representar los objetos de la cuenca:



Dentro de este esquema, y de la misma manera como se ha expuesto en la metodología de modelación del capítulo 2, se distinguen los siguientes objetos que permiten determinar el sistema hídrico de la cuenca, a saber:

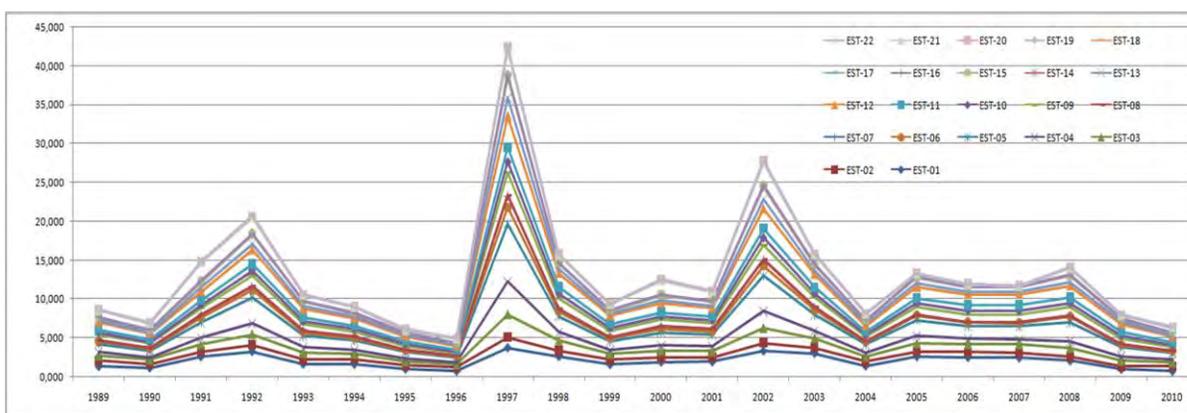
- Aportes naturales; y nodos de llegada de recursos aportados
- Cuenca Laterales; y nodos de llegada de nodos aportados
- Precipitaciones (no se dibujan, para simplificar diagrama)
- Acuíferos (idem anterior)
- Tramos Río
- Canales de Riego
- Zonas de Riego

14.1.1 Estadísticas de Aportes Hídricos en Cuenca

Los flujos asociados a los aportes naturales, cuencas laterales y precipitaciones representan los caudales de agua que ingresan a la cuenca. Para el propósito de esta modelación es fundamental parametrizar estos valores de modo de hacer factible la evaluación de diferentes escenarios de disponibilidad de agua y sus impactos en los sectores económicos y de abastecimiento de agua potable.

En la gráfica siguiente se muestra los caudales medios anuales (m³/seg) del período 1989-2010, de las estaciones de medición que permiten cuantificar los caudales aportantes asociadas tanto a los Aportes Naturales como Cuencas Laterales.

Promedio Anual (m³/seg)



Las estadísticas muestran un comportamiento en la oferta hídrica similar al resto de las cuencas de la región. El primer ciclo se observa en el período 1990-1996, con una oferta punta media anual durante el año 1992 de **20,73 m³/seg**, llegando al mínimo durante el año 1996 con un aporte medio anual de **4,93 m³/seg**. Después de un año 1997 con alta oferta hídrica de casi **43 m³/seg**, se observa un segundo ciclo durante el período 1998-2004, con una oferta punta durante el año 2002 de **27,87 m³/seg**, y un mínimo en el 2004 de **11,4 m³/seg**. El último ciclo, 2004-2010, expone al 2010 como un año de baja oferta hídrica con un caudal medio anual de **6,36 m³/seg**.

El comportamiento histórico observado para la Cuenca del Limarí muestra una estructura similar a la cuenca del Chopal. En virtud de lo anterior, es posible caracterizar la oferta hídrica en escenarios:

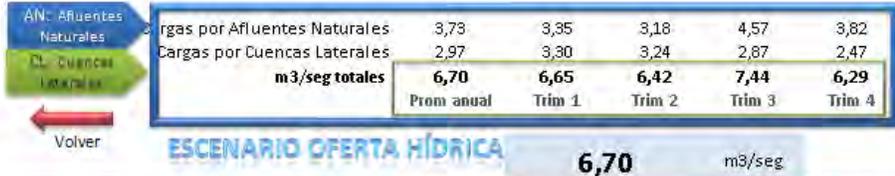
- Escenario de Oferta Baja → entre 4,0 y 12,0 m³/seg promedio anual
- Escenario de oferta Media → entre 12,0 y 20,0 m³/seg. promedio anual
- Escenario de Oferta Alta: → entre 20,0 y 30,0 m³/seg promedio anual.

14.1.2 Aportes Naturales

Dado un escenario de Oferta Hídrica, para los efectos de estimar los caudales aportantes en cada uno de los nodos de aportes naturales definidos para la cuenca del LIMARÍ, las estadísticas procesadas en el punto anterior nos permiten estimar las siguientes proporciones:

		% Caudal	Desv Estándar
AN-01	EST-01	16,4%	3,0%
AN-02	EST-02	5,9%	1,9%
AN-03	EST-03	7,6%	0,9%
AN-04	EST-04	6,1%	1,2%
AN-05	EST-05	13,9%	1,6%
AN-06	EST-06	4,1%	0,5%
AN-07	EST-07	1,6%	1,0%
AN-08	EST-08	0,2%	0,1%

La parametrización de estos nodos en la cuenca del ELQUI (obtenidas del estudio referenciado anteriormente) se resume en la siguiente tabla:



Código	Nodo	Estadística	Nombre	K Anual	K_trim 1	K_trim 2	K_trim 3	K_trim 4
AN-01	NO-01	EST-01	Río La Laguna Cabecera	1,0985	0,90	0,72	1,42	1,35
AN-02	NO-21	EST-02	Río Toro Cabecera	0,3921	0,39	0,39	0,42	0,37
AN-03	NO-22	EST-03	Río Incahuaz	0,5063	0,47	0,43	0,59	0,53
AN-04	NO-31	EST-04	Estero Derecho Cabecera	0,4103	0,39	0,44	0,47	0,33
AN-05	NO-41	EST-05	Río Cochiguaz Cabecera	0,9295	0,82	0,82	1,18	0,91
AN-06	NO-52	EST-06	Quebrada Paihuano	0,2730	0,24	0,24	0,35	0,27
AN-07	NO-65	EST-07	Quebrada Marquesa	0,1042	0,11	0,12	0,13	0,06

14.1.3 Cuenchas Laterales

Dado un escenario de Oferta Hídrica, para los efectos de estimar los caudales aportantes en cada uno de los nodos de Cuenchas Laterales definidos para la cuenca del LIMARÍ, las estadísticas procesadas en el punto anterior nos permiten estimar las siguientes proporciones:

		% Caudal	Desv Estándar
CL-01	EST-09	7,7%	0,9%
CL-02	EST-10	3,5%	0,4%
CL-03	EST-11	4,9%	0,6%
CL-04	EST-12	10,4%	1,2%
CL-05	EST-13	3,4%	0,7%
CL-06	EST-14	5,0%	0,6%
CL-07	EST-15	0,3%	0,2%
CL-08	EST-16	0,2%	0,1%

CL-09	EST-17	8,2%	3,6%
CL-10	EST-18	0,1%	0,0%
CL-11	EST-19	0,0%	0,0%
CL-12	EST-20	0,1%	0,1%
CL-13	EST-21	0,0%	0,0%
CL-14	EST-22	0,5%	0,2%

AN: Afluentes Naturales	Cargas por Afluentes Naturales	3,73	3,35	3,18	4,57	3,82
CL: Cuencas Laterales	Cargas por Cuencas Laterales	2,97	3,30	3,24	2,87	2,47
	m3/seg totales	6,70	6,65	6,42	7,44	6,29
	Prom anual		Trim 1	Trim 2	Trim 3	Trim 4

Volver

ESCENARIO OFERTA HÍDRICA

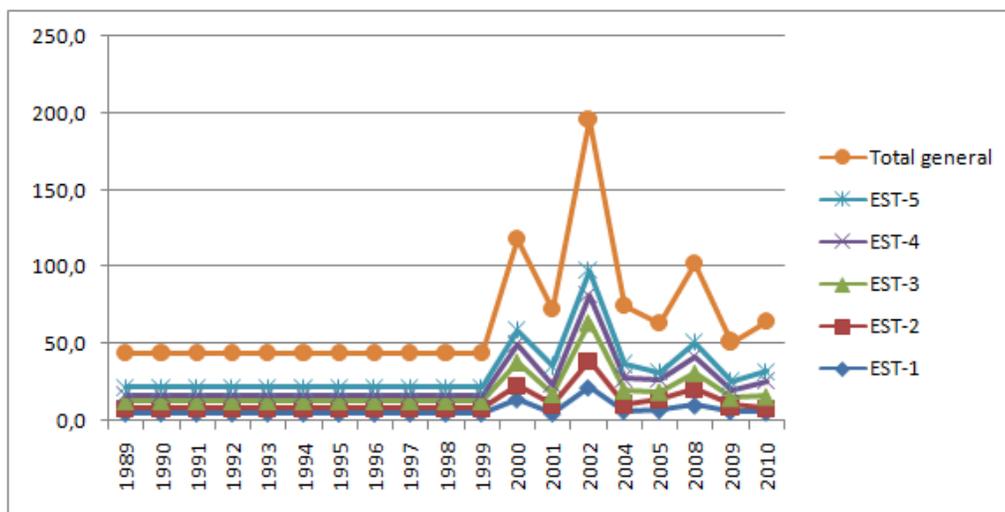
6,70 m3/seg

Código	Nodo	Estadística	Nombre	K Anual	K_trim 1	K_trim 2	K_trim 3	K_trim 4
CL-01	NO-21	EST-09	Río La Laguna Entre Embalse La Laguna y Junta Río	0,5131	0,47	0,44	0,60	0,54
CL-02	NO-22	EST-10	Río Turbio entre Río Toro y Río Incahuaz	0,2374	0,22	0,20	0,28	0,25
CL-03	NO-23	EST-11	Río Turbio entre Río Incahuaz y Huanta	0,3254	0,30	0,28	0,38	0,34
CL-04	NO-24	EST-12	Río Turbio zonas de riego	0,6944	0,64	0,59	0,81	0,73
CL-05	NO-51	EST-13	Estero Derecho zonas de riego	0,2299				0,19
CL-06	NO-51	EST-14	Río Cochiagua zonas de riego	0,3360	0,29	0,29	0,43	0,33
CL-07	NO-52	EST-15	Río Claro Monte Grande	0,0216	0,05	0,04	0,00	0,00
CL-08	NO-53	EST-16	Río Claro Paihuano	0,0114	0,02	0,02	0,00	0,00
CL-09	NO-62b	EST-17	Río Elqui Alto	0,5514	0,97	1,04	0,11	0,09
CL-10	NO-64	EST-18	Río Elqui entre Puclaro y Almendral	0,0051	0,01	0,01	0,00	0,00
CL-11	NO-65	EST-19	Río Elqui entre Almendral y Marquesa	0,0007	0,00	0,00	0,00	0,00
CL-12	NO-66	EST-20	Río Elqui entre Marquesa y Altovalsol	0,0082	0,03	0,00	0,00	0,00
CL-13	NO-67	EST-21	Río Elqui entre Altovalsol y Desembocadura	0,0020	0,00	0,00	0,00	0,00
CL-14	NO-71	EST-22	Pan de Azúcar	0,0337	0,07	0,07	0,00	0,00

14.1.4 Precipitaciones

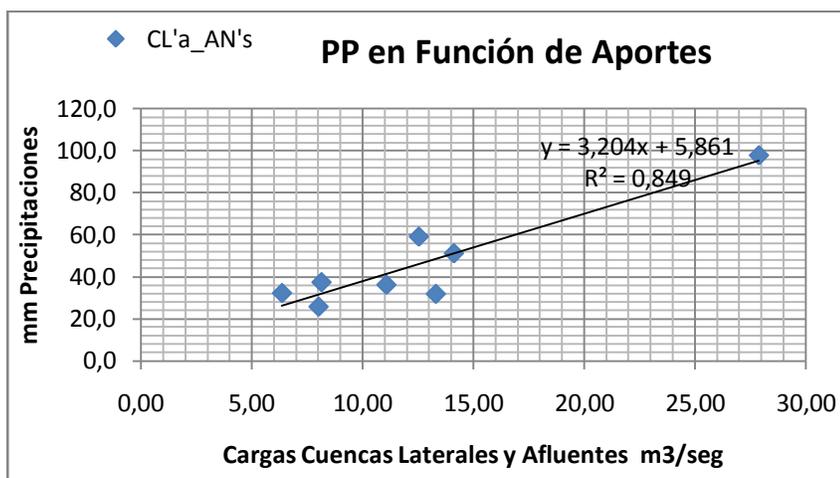
14.1.4.1 Estadísticas

Las estadísticas disponibles en las Bases Magic de la DGA se presentan para el período 2000-2010. Para los años anteriores no son relativamente confiables. Ello se aprecia en la gráfica siguiente en donde para el período 1989-1999, prácticamente en las bases Magic se expone un valor fijo.



Con el propósito de simplificar la operación del modelo, el ingreso de los valores de precipitaciones se correlaciona con los valores asociados al escenario de oferta hídrica de los caudales aportados por las cuencas laterales y aportes naturales.

El resultado de este ajuste, realizado para el período 2000-2010, se muestra en el gráfico siguiente, en donde es posible apreciar una correlación relativamente significativa entre las precipitaciones medias mensuales (base anual) con los caudales aportantes medios anuales (m3/seg).



Y= precipitaciones medias totales (mm/mes) de la cuenca

X= Aportes medios anuales totales de Cuencas Laterales y Aporte Naturales de la cuenca (m3/seg)

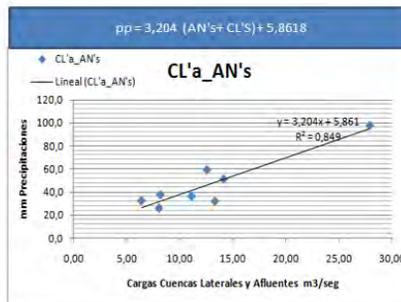
	% Distrib	Std Dev
EST-1	20,4%	3,0%
EST-2	15,7%	2,7%
EST-3	20,0%	2,8%
EST-4	21,0%	3,8%
EST-5	22,9%	4,0%

Para la distribución de las precipitaciones totales en cada una de las estaciones definidas en la Cuenca, se hace uso de un procedimiento similar al utilizado para el caso de los AN y CL. En esta situación las estadísticas disponibles permiten asumir los porcentajes que se muestran en la tabla adjunta, para estimar las precipitaciones disponibles para cada punto. Y finalmente utilizando estos valores se procede a estimar las

precipitaciones por estación de medición, con la cual se estima la disponibilidad hídrica por este concepto para las diferentes zonas agrícolas.

Cuenca ELQUI: Precipitaciones Medias Mensuales mm/mes

27,3268 mm			
Nombre	% Dist	Código	Mes Medio, [mm/mes]
Rivadavia	20,37%	EST-1	5,6
Monte Grande	15,72%	EST-2	4,3
Vicuña	20,03%	EST-3	5,5
Almendral	20,96%	EST-4	5,7
La Serena	22,92%	EST-5	6,3
	0,00%		0,0
	0,00%		0,0
	0,00%		0,0
	0,00%		0,0
	0,00%		0,0



14.1.5 Tramos Ríos



Red Tramos Río

Código del tramo	Q(perc)	Río	Nº	NOini	NOfin	Acuífero
TR-01	0,1%	RI-01	1	NO-01	NO-11	AC-01
TR-02	7,7%	RI-01	2	NO-11	NO-21	AC-01
TR-03	5,9%	RI-01	1	NO-21	NO-22	AC-01
TR-04	6,9%	RI-01	2	NO-22	NO-23	AC-01
TR-05	11,0%	RI-01	3	NO-23	NO-24	AC-01
TR-06	2,3%	RI-01	4	NO-24	NO-61	AC-01
TR-07	7,4%	RI-01	1	NO-31	NO-51	AC-02
TR-08	4,6%	RI-01	1	NO-41	NO-51	AC-03
TR-09	9,8%	RI-01	1	NO-51	NO-52	AC-04
TR-10	2,5%	RI-01	2	NO-52	NO-53	AC-06
TR-11	0,7%	RI-02	3	NO-53	NO-61	AC-06
TR-12	1,6%	RI-03	1	NO-61	NO-62	AC-07
TR-13	15,0%	RI-03	2	NO-62	NO-62b	AC-07
TR-14	0,1%	RI-04	3	NO-62b	NO-63	AC-07
TR-15	2,4%	RI-05	4	NO-63	NO-64	AC-08
TR-16	5,5%	RI-05	5	NO-64	NO-65	AC-09
TR-17	11,0%	RI-05	6	NO-65	NO-66	AC-09
TR-18	9,8%	RI-05	7	NO-66	NO-67	AC-09
TR-19	1,4%	RI-06	8	NO-67	NO-72	AC-12
TR-20	6,8%	RI-07	1	NO-71	NO-72	AC-11

14.1.6 Tramos Canales

 <h2 style="color: red; text-align: center;">Red Canales Riego</h2>							
Canal	Nodo Inicial	Objeto Final	Acuífero	Capacidad	Nº del Tramo	Capacidad, [m ³ /s]	Eficiencia [%]
CA-01	NO-23	ZR-01	AC-01	1,9169	0	1,466	0,76477805
CA-02	NO-31	ZR-02	AC-02	2,8134	0	2,297	0,81646192
CA-03	NO-41	ZR-03	AC-03	0,6560	0	0,474	0,72259556
CA-04	NO-51	ZR-04	AC-04	0,8154	0	0,53	0,65
CA-05	NO-51	ZR-06	AC-06	0,3061	1	0,22	0,71876077
CA-06	NO-52	ZR-06	AC-06	0,7481	99	0,566	0,75659565
CA-07	NO-61	ZR-07	AC-07	0,5387		0,379	0,70352407
CA-08	NO-62	ZR-07	AC-07	4,7410	0	3,404	0,7179995
CA-09	NO-64	ZR-08	AC-08	0,1347	0	0,101	0,75
CA-10	NO-64	CA10-1	AC-08	0,4513	0	0,361	0,8
CA-10	CA10-1	ZR-09	AC-09	0,4513	0	0,361	0,8
CA-10	CA10-1	ZR-08	AC-08	0,3610		0,361	1
CA-12	NO-64	ZR-08	AC-08	0,0280	0	0,021	0,75
CA-13	NO-64	CA13-1	AC-08	0,2975	0	0,238	0,8
CA-13	CA13-1	ZR-09	AC-09	0,2975	1	0,238	0,8
CA-13	CA13-1	ZR-08	AC-08	0,2380		0,238	1
CA-14	NO-64	ZR-09	AC-09	0,6253	99	0,469	0,75
CA-15	NO-65	ZR-09	AC-09	2,0479	0	1,459	0,71242889
CA-16	NO-65	CA16-1	AC-09	2,1514	1	1,506	0,7
CA-16	CA16-1	ZR-10	AC-10	1,8825	99	1,506	0,8
CA-16	CA16-1	ZR-09	AC-09	1,5060		1,506	1
CA-17	NO-65	CA17-1	AC-09	4,5963	0,225	3,677	0,8
CA-17	CA17-1	ZR-11	AC-11	4,5963	0	3,677	0,8
CA-17	CA17-1	ZR-09	AC-09	2,2060		2,206	1
CA-18	NO-65	CA18-1	AC-09	0,5813	0,475	0,465	0,8
CA-18	CA18-1	ZR-12	AC-12	0,5813	1	0,465	0,8
CA-18	CA18-1	ZR-09	AC-09	0,2920		0,292	1
CA-19	NO-65	ZR-12	AC-12	1,1375	99	0,91	0,8
CA-20	NO-66	ZR-12	AC-12	2,0100	0,064	1,407	0,7

14.1.7 Acuíferos

Parámetros de Acuíferos ELQUI (lps)										
Nombre	Ob	Oze	Ozmax	Ozs	Ozvs	Ozve	Oo	85%		
AC-01	235,0	0	172	88,0	0,95	NO-24	NO-62	1	NO-24	146
AC-02	9,7	0	28	17,0	1	NO-51	0	1	NO-51	24
AC-03	0,0	0	13	14,0	1	NO-51	0	1	NO-51	11
AC-04	50,0	49	31	77,0	1	NO-52	0	1	NO-52	27
AC-05	0,0	0	0	0,0	0	0	0	1	0	0
AC-06	29,0	77	48	134,0	1	NO-53	0	1	NO-53	40
AC-07	1385,1	89	1.208	35,0	0,05	NO-62	NO-62b	1	NO-62	1.027
AC-08	23,0	35	309	143,0	1	NO-65	0	1	NO-65	263
AC-09	1756,3	143	4.475	352,0	0,65	NO-66	NO-67	1	NO-66	3.804
AC-10	105,5	0	142	26,0	1	NO-67	0	1	NO-67	120
AC-11	3783,1	10	2.987	42,0	1	NO-72	0	1	NO-72	2.839
AC-12	380,1	391	1.825	347,0	1	NO-72	0	1	NO-72	1.551



14.1.8 Pozos

Capacidad Bombeo Pozos Acuíferos ELQUI m3/seg						
Acuífero	Riego	Potable	Minero	Industrial	energía	Total
AC-01	0,139	0,041		0,055		0,235
AC-02		0,0097				0,0097
AC-03						
AC-04	0,05					0,05
AC-05						
AC-06	0,018	0,011				0,029
AC-07	1,24225	0,1428				1,38505
AC-08	0,023					0,023
AC-09	0,436	0,9553	0,348	0,017		1,7563
AC-10	0,07545	0,03				0,10545
AC-11	3,25905	0,305	0,218	0,001		3,78305
AC-12	0,194	0,104	0,045	0,0371		0,3801
AC-13						
Total general	5,44	1,5988	0,611	0,1101		7,75665

14.1.9 Parámetros Demandas Zonas de Riego

De acuerdo al censo agropecuario 2007, la región de Coquimbo dispone de una superficie regada de 75,9 mil has de las cuales 18, 2 mil has corresponde a la cuenca del ELQUI.

REGIÓN, PROVINCIA	Total superficie regada (ha)
IV de Coquimbo	75.709
Elqui	18.198
Choapa	13.463
Limarí	44.047

Fuente. Sitio INE; Censo Agropecuario 2007

En las bases MAGIC, la superficie disponible para riego estimada asciende a 25,7 mil Has distribuidas en las diferentes zonas según la ficha siguiente. En las evaluaciones de la modelación, sobre esta misma ficha es posible cambiar los parámetros de la cuenca.

Sector Riego Balance
Canales y
Riego

Ind(i,j) Zona			Percolaciones y Retornos				
	Zona	lps/Há	Has	Percolación	%	Derrames	%Derrame
1	ZR-01	0,403	1.038	AC-01	20,1%	NO-24	5%
2	ZR-02	0,439	1.028	AC-02	30,1%	NO-51	13%
3	ZR-03	0,403	172	AC-03	40,0%	NO-51	6%
4	ZR-04	0,475	282	AC-04	18,0%	NO-52	10%
5	ZR-05						
6	ZR-06	0,475	414	AC-06	23,0%	NO-53	3%
7	ZR-07	0,417	3.801	AC-07	25,0%	NO-62b	4%
8	ZR-08	0,394	293	AC-08	38,0%	NO-65	6%
9	ZR-09	0,352	6.431	AC-09	38,0%	NO-66	12%
10	ZR-10	0,359	1.377	AC-10	38,0%	NO-67	16%
11	ZR-11	0,332	7.548	AC-11	26,3%	NO-66	10%
12	ZR-12	0,332	3.020	AC-12	38,0%	NO-72	16%

14.1.10 Parámetros Demanda Sector Minería

Para consignar las demandas de agua para la actividad minera, se presenta una plantilla en donde para cada zona (equivalente con la segmentación de zonas del resto de las actividades económicas) se puede registrar los niveles de producción con sus respectivos coeficientes de uso hídrico.

La faena minera más importante emplazada en la cuenca, corresponde al mineral de Andacollo – Cobre explotado por la Cía. Minera Carmen de Andacollo. Esta mina se emplaza próxima al pueblo de Andacollo, en el extremo sur de la cuenca.

Según antecedentes recopilados en sitios web, el ritmo de producción diario es de aproximadamente 60 KTPD, y revelan un consumo hídrico de 0,6 m³/ton, (app 6 lps/KTPD) lo que demandaría un caudal 360 lps.

Según el resumen de capacidades de bombeo pozos (obtenido desde las bases de MAGIC, 2010) mostrado más arriba, los registros asociados a la actividad minera asciende a 611lps.

Resolución Flash

Sector Minería

Uso Acuíferos por Sector Económico

m(i,j) lps/KTPD			Producciones Factibles			Abastecimiento lps/KTPD			
Zona	lps/ktpd	KtPD	KTPD	lps	Mill \$	Acuífero	lps	Nodo IN	lps
ZM-01	10,0					Ac-01			
ZM-02	6,0	100	100	600		Ac-02		NO-11	600
ZM-03	10,0					Ac-03			
ZM-04	10,0					Ac-04			
ZM-05	10,0					Ac-05			
ZM-06	10,0					Ac-06			
ZM-07	10,0					Ac-07			
ZM-08	10,0					Ac-08			
ZM-09	10,0					Ac-09			
ZM-10	10,0					Ac-10			
ZM-11	10,0					Ac-11			
ZM-12	10,0					Ac-12			

600

14.1.11 Parámetros de Demanda Sector Industrial

Para los efectos de la demanda industrial, se consignan como demanda los datos de derechos señalados en el cuadro de capacidades de pozos.

Sector Industrial

VOLVER Balance Aguas

ind(i,j) <small>ind(i,j) = Q_ind / (Q_pres * T_mai)</small>			Producciones Factibles			Abastecimiento <small>lps/Hbte</small>					
Zona	lps/lps	Q_pres	Q Ind	LPS	Mill \$	Acuifero	LPS	Nodo IN	LPS	% Retorno	odo Retor
Zi-01	1,0	55	55	55,00		Ac-01	55			20%	
Zi-02	1,0					Ac-02			20%		
Zi-03	1,0					Ac-03			20%		
Zi-04	1,0					Ac-04			20%		
Zi-05	1,0					Ac-05			20%		
Zi-06	1,0					Ac-06			20%		
Zi-07	1,0					Ac-07			20%		
Zi-08	1,0					Ac-08			20%		
Zi-09	1,0	17	17	17,00		Ac-09	17			20%	
Zi-10	1,0					Ac-10			20%		
Zi-11	1,0	1				Ac-11	1		20%		
Zi-12	1,0	37,1	37,1	37,10		Ac-12	37			20%	

Resolucion Flash (with arrow pointing to Zi-01)

14.1.12 Parámetros de Demanda Sector Agua Potable

En el caso de este sector, el modelo se configura con el concepto de una oferta centralizada a cargo de las empresas sanitarias, pero que recolecta el insumo hídrico en aquellos puntos en que posee derechos para hacerlo.

El cuadro siguiente muestra el nivel de abastecimiento de agua potable para cada una de las zonas. La demanda total parametrizada es de 470 mil habitantes, población que se debe abastecer completamente.

Provincia/Comuna	1996	2000	2003	2010	2011	2012
ANDACOLLO	11.193	10.468	9.895	8.629	8.457	8.300
COQUIMBO	149.090	166.506	179.500	210.575	215.109	219.639
LA HIGUERA	3.681	3.787	3.854	3.941	3.941	3.947
LA SERENA	146.231	163.264	176.876	209.776	214.685	219.591
PAIGUANO	4.063	4.243	4.321	4.503	4.536	4.555
VICUÑA	23.421	24.511	25.129	26.407	26.558	26.713
ELQUI	337.679	372.779	399.575	463.831	473.286	482.745



14.2 Evaluación de Escenarios Cuenca ELQUI

La categorización de escenarios que se expone a continuación, se parametriza en función de las siguientes variables:

- Nivel de stock disponible en cada una de los acuíferos;
- Volumen de Oferta Hídrica
- Restricciones en Utilización de Acuíferos
- Variaciones en las demandas hídricas en virtud de proyecto Agrícolas, Mineros y otros

En adición a lo anterior, es posible también incorporar la evaluación de escenarios puntuales motivados por cambios técnicos en la red hídrica, los cuales impactan en parámetros técnicos tales como:

- Eficiencia de Riego
- Entubamiento de canales, que alteran los flujos de percolación
- Embalses Adicionales en nodos de la red

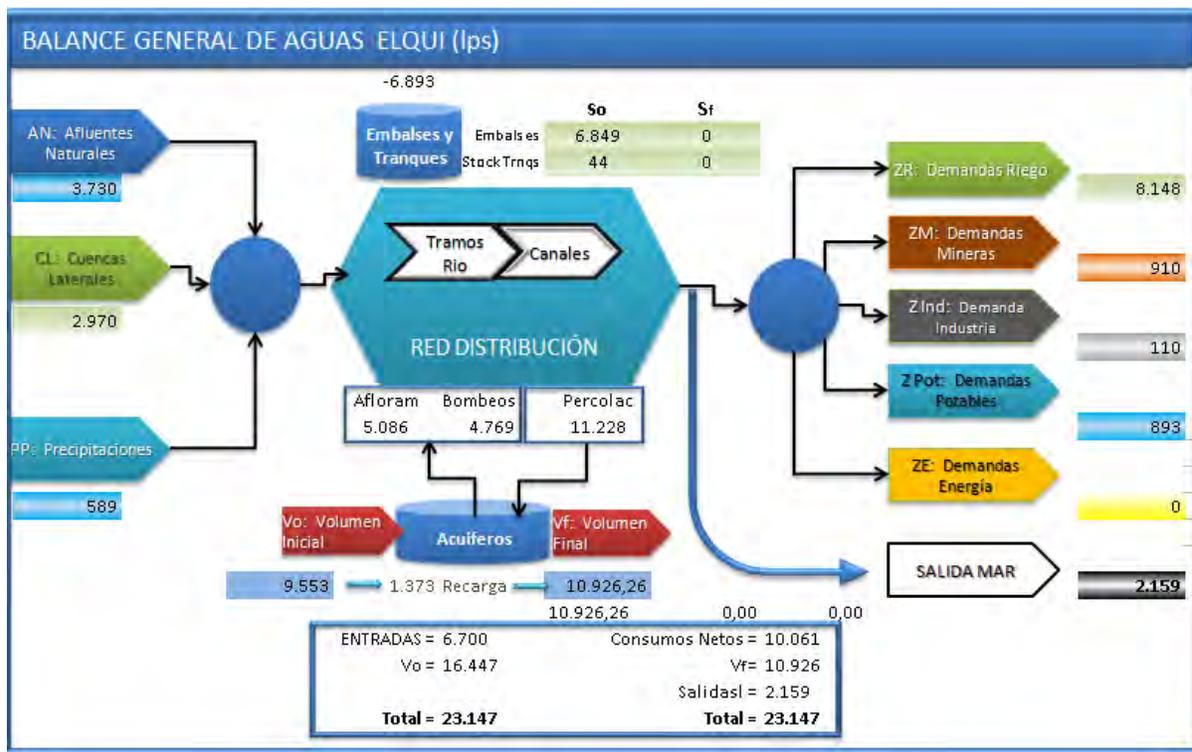
Conciliando lo expresado hasta ahora, a continuación se evalúan los siguientes escenarios:

- ✚ Escenario Base: (cifras similares al año 2010)
 - Stock Acuíferos en **85%** de su capacidad
 - Oferta Hídrica Baja (Nivel 2010) de un nivel de **6,7** m³/seg
 - Utilización de acuíferos en función de las capacidades de bombeo de **7,76** m³/seg
 - Prioridad absoluta en abastecimiento Agua Potable para una población de
- ✚ Escenario 1:
 - Variantes cambios de demanda y oferta

14.2.1 Escenario Base 2010 → Oferta Hídrica Baja → 6.700 lps

14.2.1.1 Balance Hídrico General de la Cuenca

Resolviendo la red de la cuenca con el conjunto de parámetros operacionales y de demanda expuestos en el punto anterior se obtiene el siguiente balance hídrico.



Desde el punto de vista de las expectativas económicas el nivel de cumplimiento de las metas de producción se muestra en la tabla siguiente

	demanda	Producción
✓ Riego (Has)	25.703	24.115
✓ Minería (KTPD)	131	131
✓ Industria (lps)	110,1	110,1
✓ Potable (000 Hbte)	470	470

La evaluación de escenario asume que la demanda de agua potable debe ser satisfecha como primera prioridad. Respecto al consumo minero, el modelo se encuentra calibrado para abastecer la demanda de este sector, y estima la porción de has que se dejan de cultivar para cumplir con esta política de abastecimiento.

A este bajo nivel de oferta hídrica, el abastecimiento de demanda de riego se puede cumplir sólo en virtud de las reservas de oferta hídrica disponibles en los Embalses (Puclaro; La Laguna) que se encontraban al 85% de su capacidad, pero que terminan relativamente vacíos.

En relación con los flujos hídricos:

- En estos ejercicios preliminares de calibración se está operando con un solo periodo anual
- Se ha consignado que los acuíferos se encuentran al 85% de su capacidad al inicio de la operación
- La suma de las cargas de agua a la red desde los Afluentes naturales y desde las cuencas laterales asciende a un caudal total de 6.700 lps. (base 2010 carga baja)
- El valor anterior se encuentra balanceado con:
 - Consumo Consuntivo Agrícola → 8.148 lps
 - Consumo Consuntivo Minero → 498 lps
 - Consumo Consuntivo Potable → 893 lps
 - **Salidas al Mar** → **- 2.491 lps**
 - Recarga de Acuíferos → 1.406 lps
 - Recarga Tranques/Embalses → **- 6.893 lps**

14.2.2 Balance Puntual Recargas Acuíferos

Se debe hacer notar, que en este escenario a pesar de la baja oferta hídrica, los acuíferos igualmente muestran un nivel de recarga de 2.079 lps durante el periodo. El balance de flujos que permite estos resultados se muestran a continuación:

- Ingresos Totales percolaciones → 11.228 lps
- Egresos por Afloramientos → 5.086 lps
- Bombeos (todos sectores) → 4.769 lps
- Recarga Acuíferos → **1.373 lps**

14.2.2.1 Sector Agro

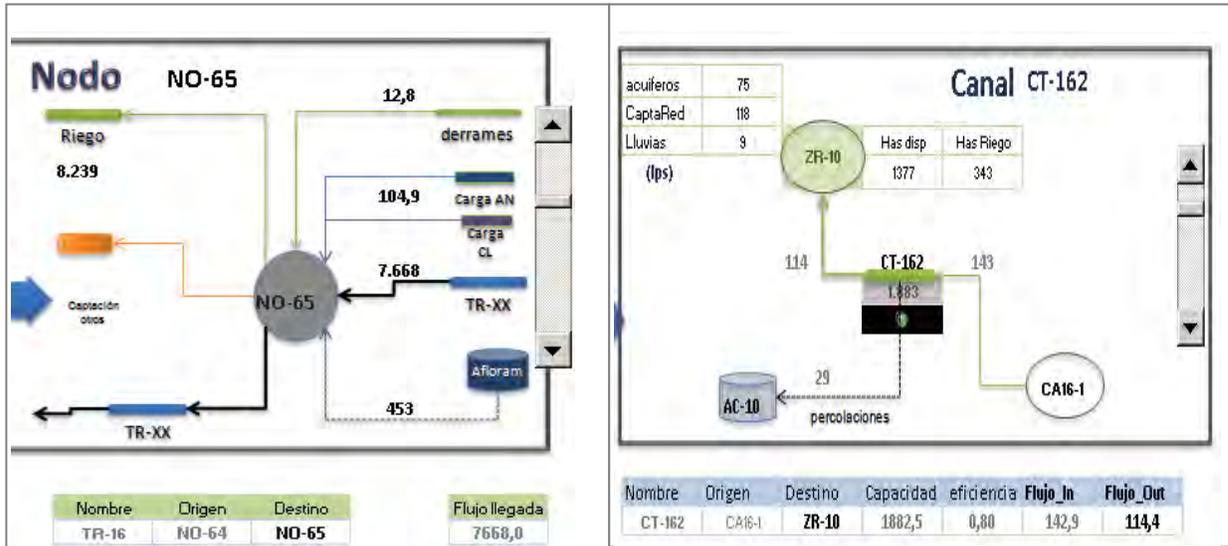
Como es posible apreciar de la tabla de resultados que se muestra a continuación:

- Hectáreas Regadas → 24.115 Has de las 25.703 has disponibles
- Demanda de Agua → 14.300 lps (0,593 lps/has)
- Demanda Consuntiva → 8.148 lps

ind(i,j) us/ha			Resolución Flash			Has lps Lps/ha		
Zona	lps/Há	Has	Has	lps	Mill \$	Regadas	Disponibles	
1 ZR-01	0,403	1.038	✓	1.038	552,6	24.115	25.703	0,5930
2 ZR-02	0,439	1.028	✗	474	345,2			
3 ZR-03	0,403	472	✓	472	346,1			
4 ZR-04	0,475	282	✓	282	186,6			
5 ZR-05			✗					
6 ZR-06	0,475	414	✓	414	244,2			
7 ZR-07	0,417	3.801	✓	3.801	2.188,2			
8 ZR-08	0,394	293	✓	293	203,5			
9 ZR-09	0,352	6.431	✓	6.431	4.356,2			
10 ZR-10	0,359	1.377	✗	343	202,0			
11 ZR-11	0,332	7.548	✓	7.548	3.643,4			
12 ZR-12	0,332	3.020	✓	3.020	2.032,0			

Producciones Factibles			Abastecimiento lps		
Has	lps	Mill \$	Acuiferos	Red Superf	Lluvias
1.038	552,6		139,00	390,02	23,53
474	345,2			337,04	8,16
472	346,1			337,93	8,15
282	186,6		50,00	131,73	4,84
414	244,2		18,00	219,07	7,10
3.801	2.188,2		1.242,25	861,37	84,57
293	203,5		23,00	173,61	6,86
6.431	4.356,2		436,00	3.753,38	166,86
343	202,0		75,45	117,69	8,88
7.548	3.643,4		1.278,65	2.364,71	
3.020	2.032,0		194,00	1.837,96	

De estos resultados se desprende que las únicas zonas agrícolas conflictivas de abastecimiento hídrico son las zonas 02 y 10. Si se analiza el caso de la zona 10, se aprecia que ella se abastece desde el Nodo NO-65, que del tramo anterior un caudal de 7.668 y 105 lps directamente de un Afluente Natural, y re-destina toda su recepción al canales de riego de zonas 9 10 y 11..



14.2.2 Sector Agua Potable

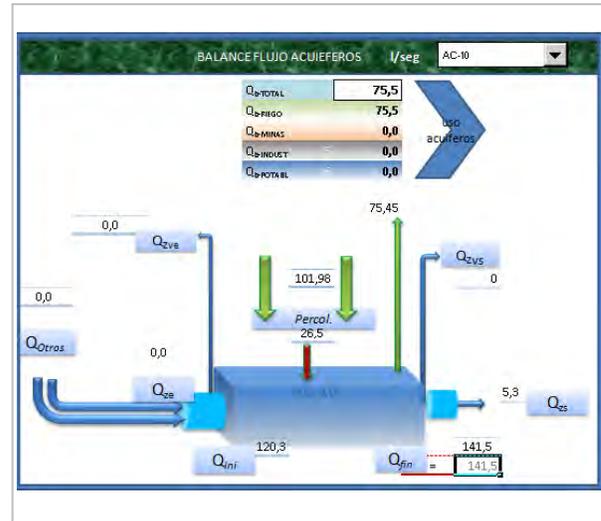
En el caso de este sector, el modelo se configura con el concepto de una oferta centralizada a cargo de las empresas sanitarias, pero que recolecta el insumo hídrico en aquellos puntos en que posee derechos para hacerlo.

El cuadro siguiente muestra el nivel de abastecimiento de agua potable para cada una de las zonas. La demanda total parametrizada es de 470 habitantes, población que se abastece completamente.



En la figura adjunta (caso AC-10) se muestra el cumplimiento de las ecuaciones de balance interno expresadas para cada uno de los acuíferos.

- AC-10; no recibe ingresos desde otros acuíferos,
- Afloramiento inicial (Q_{zve}) $\rightarrow 0$
- Por concepto de percolaciones desde canales, tramos y zonas de riego, recibe 102 lps, pero solo recarga 26 lps (dada la capacidad disponible). No genera pues la disponibilidad se bombea para uso agrícola deficitaria en dicha zona.
- El acuífero termina lleno al final del periodo de simulación.
- Estas cifras nos indicaría que sería posible aumentar la capacidad de bombeo de pozos para abastecer la demanda insatisfecha de la zona agrícola asociada.

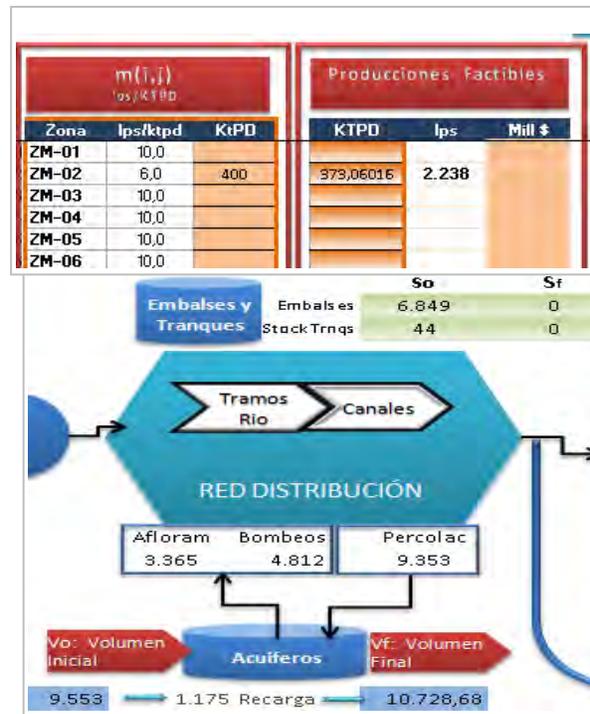


14.2.3 ESCENARIO Base alternativo \rightarrow Aumento demanda Minera

En este punto, y bajo un supuesto de Oferta Hídrica Baja de 6.700 lps, se evaluará el impacto en el balance hídrico si la demanda de la Zona Minera 02 se cuadruplica desde 100 KTPD a 400 KTPD.

Este aumento de producción minera, genera impactos siguientes:

- Reducción salidas al Mar: 2.159 \rightarrow 1.283 lps
- Reducción Agrícolas: 24.115 \rightarrow 22.457 Has
- Aumento Bombeo Acuief: 4.769 \rightarrow 4.812 lps
- Reduce Stock Fin Acuif: 10.926 \rightarrow 10.728 lps



14.2.4 ESCENARIO CON repetición OFERTA HÍDRICA Baja → 6.700 lps

- Si se repite un nuevo año con igual oferta hídrica 6.700 lps, el stock de los embalses inicia el período sin reservas
- Se mantiene niveles de demanda escenario anterior
- En este escenario, no será posible abastecer la demandas agrícolas ni mineras:

		demanda	Producción
✓	Riego (Has)	25.703	13.589
✓	Minería (KTPD)	431	216,0562
✓	Industria (lps)	110,1	110,1
✓	Potable (000 Hbte)	470	470

- Del orden del 50% de las demanda agrícolas y mineras logran ser abastecidas.

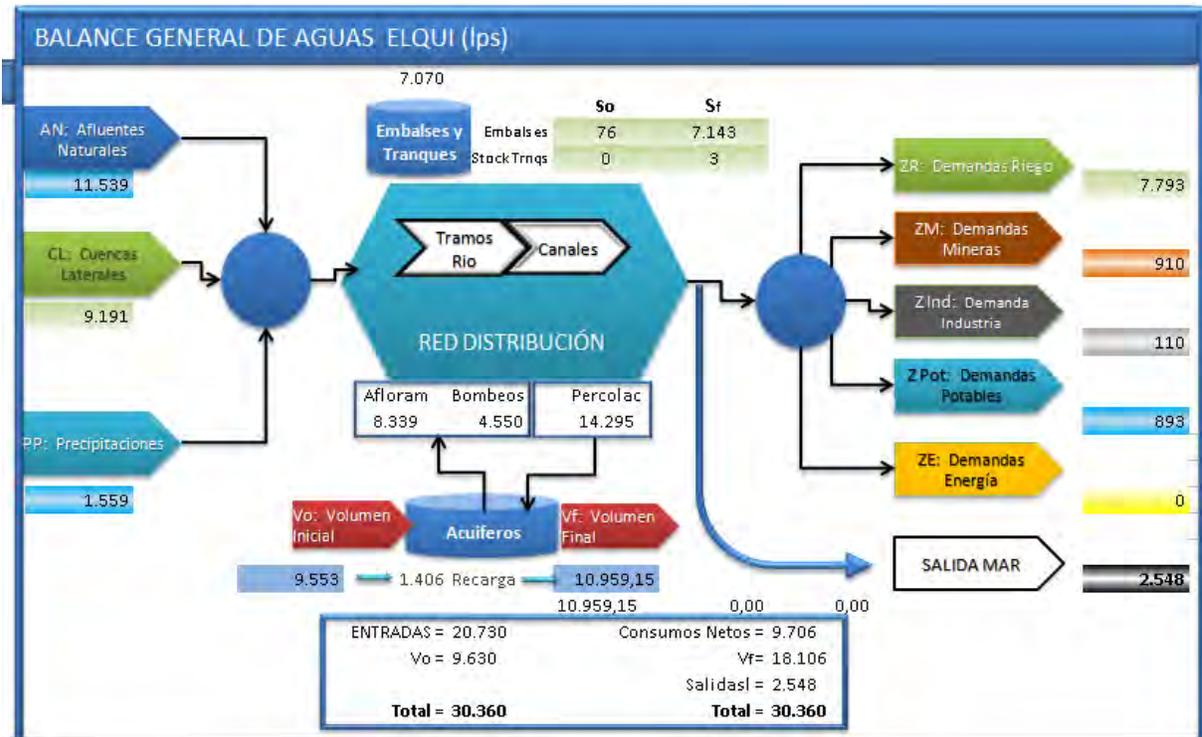
14.2.5 ESCENARIO CON OFERTA HÍDRICA MEDIA-ALTA → 20.730 lps

Según estadísticas disponibles en bases de datos del Magic, este caudal de aportes equivale a los escenarios del año 2002.

Con este nivel de oferta hídrica, y en un escenario con Embalses Vacíos, todas las demandas agrícolas, mineras y agua potable se satisfacen plenamente, quedando los acuíferos a máxima capacidad, y con caudal de salida al mar de aproximadamente **2.548 lps**. Con este nivel de oferta y demanda hídrica existirían recursos suficientes en el año para rellenar los embalses.



El diagrama de balance hídrico se muestra a continuación:



Manteniendo los niveles de demanda hídrica, los embalses se rellenan en un año, con ofertas hídricas superiores a 22 m3/seg, situación que NO se ha dado desde el año 2002, y 1997.

Si se corre el la modelación, con embalses en cota inferior, y con una oferta hídrica promedio del período 2003-2010, app 11 m3/seg, →

- Zona riego máxima = 21,8 mil has
- Recarga Acuíferos sin problemas
- No se logra aumentar nivel de los embalses.