

DISPONIBILIDAD Y CONSUMO DE RECURSOS HÍDRICOS EN CHILE – USO DE AGUA DE MAR

**Rodolfo Camacho
Noviembre, 2014**

Demanda de sectores productivos – Derechos de agua 2006

Región	Sector Minero	Sector Sanitario	Sector Agrícola	Relación (1)	Relación (2)
I	3.028	3.122	8.393	1,03	2,77
II	10.161	3.066	2.970	0,30	0,29
III	3.932	2.798	14.304	0,71	3,64
IV	5.322	6.407	95.209	1,20	17,89
V	2.254	22.649	95.319	10,05	42,29
VI	4.966	5.275	222.640	1,06	44,83
RM	1.032	51.569	119.239	49,97	115,54
Total	30.695	94.885	558.073	3,09	18,18



Confidencial

Demanda de sectores productivos – extracciones 2006

Región	Sector Minero	Sector Sanitario	Sector Agrícola	Relación (1)	Relación (2)
I	1.398	1.479	2.518	1,06	1,80
II	4.854	1.294	891	0,27	0,18
III	1.441	794	4.291	0,55	2,98
IV	439	1.454	28.563	3,31	65,06
V	926	5.152	29.231	5,56	31,57
VI	2.100	4.322	68.276	2,06	32,51
RM	718	25.380	36.567	35,35	50,93
Total	11.875	39.876	170.337	3,36	14,34



Confidencial

Extracción de agua de la minería

Extracción de la minería en su conjunto (cerca 12 m³/s) es menor que el caudal del Canal San Carlos en Santiago.



Canal San Carlos: 20 m³/s

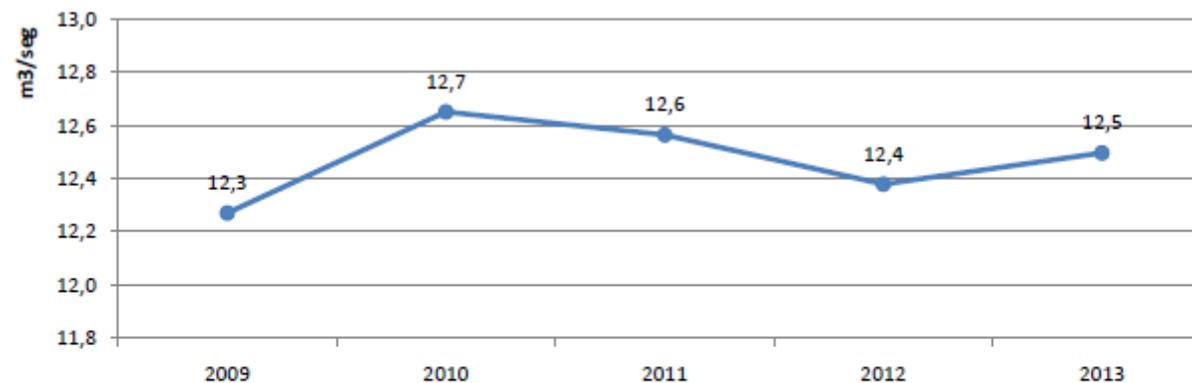
Extracciones 2009 - 2013

EXTRACCIONES DE AGUA FRESCA AL AÑO 2013



- Variación de las extracciones totales de agua fresca 2009-2013

<i>Año</i>	<i>2009</i>	<i>2010</i>	<i>2011</i>	<i>2012</i>	<i>2013</i>
Extracción Total (m ³ /seg)	12,3	12,7	12,6	12,4	12,5



- Este resultado corresponde a la extrapolación al 100% de la producción de cada año, de manera de poder comparar los valores anualmente.

Extracciones 2012 & 2013

Consejo Minero

www.consejominero.cl/agua



Confidencial

Proyecciones de Demanda para el Sector Minero

Tabla 2. Proyección de Demanda de Agua para la Producción de Concentrados de Cobre en Chile. Período 2009-2020.

REGIÓN	PROYECCIÓN DEMANDA AGUA PARA LA PRODUCCION DE CONCENTRADOS DE COBRE EN CHILE (millones de m ³)											
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
I	38,6	41,6	42,5	37,5	44,7	46,3	49,4	63,9	73,4	80,3	82,6	79,5
II	90,5	100,2	96,7	91,9	86,6	81,7	121,5	120,9	110,2	80,9	79,7	77,3
III	37,3	33,6	29,5	8,4	17,1	43,3	60,4	83,9	84,7	83,5	81,2	82,1
IV	17,8	33,3	41,6	43,8	43,3	42,7	41,9	41,9	41,9	41,9	41,2	41,2
V	27,9	30,5	35,5	37,9	37,3	34,1	55,2	83,6	86,1	99,0	109,1	103,1
VI	65,0	67,0	67,9	73,6	74,6	73,8	71,4	67,1	62,5	63,8	64,2	65,7
Metropolitana	21,4	19,6	19,6	21,1	35,3	38,2	41,1	41,0	41,0	38,8	38,8	38,8
Varios	13,3	13,3	13,3	13,3	13,3	13,3	13,3	13,3	13,3	13,3	13,3	13,3
TOTAL	311,8	339,2	346,6	327,6	352,1	373,3	454,1	515,6	513,1	501,6	510,1	501,1

Fuente: Elaboración COCHILCO

Proyecciones de Demanda para el Sector Minero

Tabla 3. Proyección de Consumo de Agua para la Producción de Cátodos SX-EW en Chile Período 2009-2020.

REGIÓN	PROYECCIÓN DEMANDA AGUA PARA LA PRODUCCION DE SX DE COBRE EN CHILE (millones de m ³)											
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
I	5,5	5,8	5,8	5,5	5,5	5,7	5,7	5,5	5,0	4,3	4,3	4,2
II	47,9	48,9	47,2	50,1	49,5	48,2	46,5	45,7	44,6	29,8	28,8	28,3
III	4,5	5,7	5,4	3,9	5,8	5,6	5,4	5,6	4,8	4,7	4,1	2,4
IV	0,8	0,5	0,3	0,3	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
V	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,7	1,7	1,7	1,4	1,5
Metropolitana	2,9	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
Varios	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
TOTAL	62,0	63,6	61,4	62,5	64,1	62,7	60,8	60,6	59,1	43,6	41,8	39,5

Fuente: Elaboración COCHILCO

Proyección Cochilco 2020: 17,1 m³/s (+43.7% respecto de 2006)

Proyecciones Futuras: un escenario aún más desafiante

Balance Hídrico por regiones: actual y proyectado a 15 años.

Balance Hídrico Regional Actual y Futuro (m3/s)	Demanda Actual	Oferta Actual	Balace Actual	Demanda 15 años	Oferta 15 Años	Balace 15 Años
XV-I	16,7	11,9	-7,4	26,3	11,9	-17,0
II	23,0	0,9	-22,0	34,8	0,9	-33,8
III	16,7	1,9	-14,8	22,4	1,9	-20,5
IV	35,0	22,2	-12,8	41,8	21,1	-20,7
V	55,5	40,7	-27,4	64,2	36,6	-38,7
RM	116,3	103,0	-35,6	124,9	92,7	-51,4
VI	113,5	205,0	38,7	119,1	184,5	18,7
VII	177,1	767,0	442,5	184,5	690,3	383,6
VIII	148,0	1.638,0	1.249,1	246,0	1.474,2	1.033,3
IX	25,5	1.041,0	767,3	38,3	936,9	675,4
XIV-X	12,0	5.155,0	3.905,8	17,9	4.639,5	3.508,1
XI	24,9	10.134,0	8.284,9	27,0	10.134,0	8.282,9
XII	8,4	10.124,0	8.394,6	15,7	10.124,0	8.387,2
Total País	772,6	29.244,6	22.962,7	962,8	28.348,5	22.107,1

Fuente: DGA. MOP "Modernización del Mercado de Aguas en Chile Contribución del Estado a la modernización del mercado del Agua. 28 de abril de 2011.

Disponible en: <http://negocios.udd.cl/files/2011/04/Modernizaci%C3%B3n-Mercado-Aguas-28.04.11.pdf>

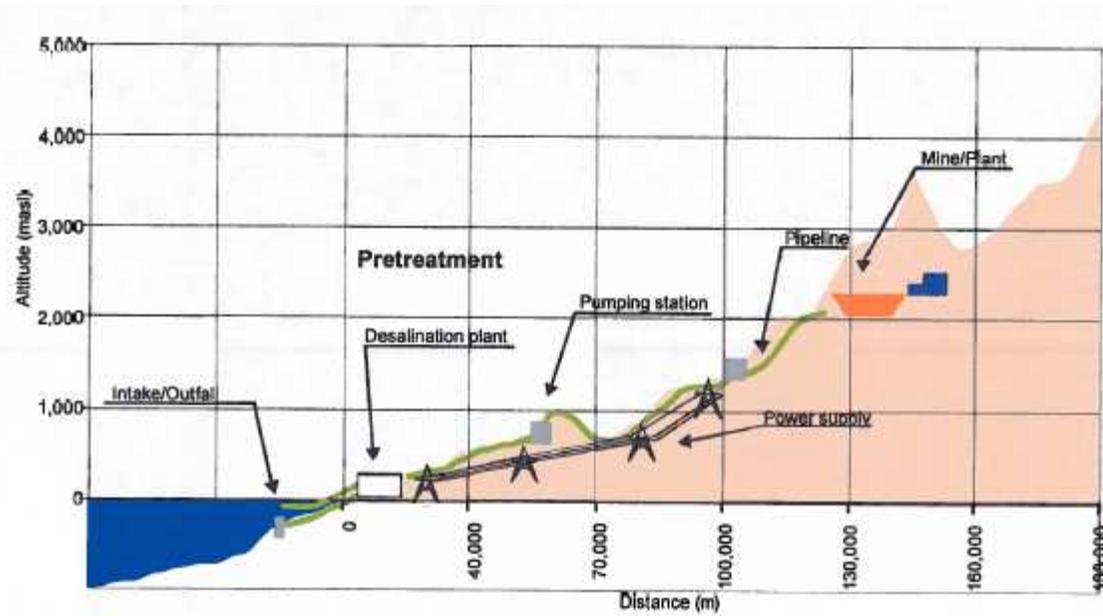
Oferta: Estudio de fuentes “nuevas” y existentes

Iniciativa	Octubre 2009	Octubre 2014
Mejoras de eficiencia de procesos	\$ ✓	✓✓✓✓
Regularización de extracciones	✗	✓
Recarga de acuíferos	✗	✓
Almacenamiento de crecidas	✗	✗
Land exchange	✗	✓
Traspaso de cuencas (nac/inter)	✗	✓?
Desalinización	✓	✓✓✓✓

\$
\$\$\$



Desalinización: uso, tecnología y fuentes



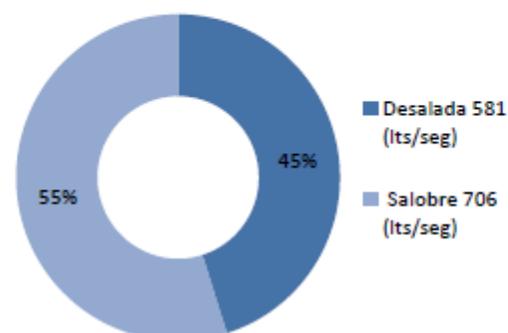
Uso agua de mar

USO DE AGUA DE MAR EN LA MINERÍA DEL COBRE



	2011	2012	2013
	<i>Consumo total agua de mar (lts/seg)</i>	<i>Consumo total agua de mar (lts/seg)</i>	<i>Consumo total agua de mar (lts/seg)</i>
AGUA DE MAR DESALINIZADA	223	369	581
AGUA DE MAR SALADA	490	609	706
TOTAL AGUA DE MAR	713	978	1.287

Distribución porcentual agua de mar en la minería del cobre 2013(%)



Uso agua de mar

PLANTAS DESALINIZADORAS

Estado	Región	Nombre Planta	Operador	Operación	Capacidad planta lts/seg
En Operación	III	Planta Desalinizadora Minera Candelaria	Freeport	Candelaria	300-500
	II	Planta Desaladora Michilla	Antofagasta Minerals	Michilla	75
	II	Agua de mar Cenizas Taltal	SLM Las Cenizas	Las cenizas Tal Tal	9,3
	II	Planta desaladora Esperanza	Antofagasta Minerals	Esperanza	50
	II	Planta Coloso	BHP Billiton	Escondida	525
	III	Abastecimiento de Agua Desalada Mantoverde	AngloAmerican	Mantoverde	120
En Construcción	II	Agua de mar Sierra Gorda	Minera Quadra Chile	Sierra Gorda	63
	II	Agua de mar Antucoya	Antofagasta Minerals	Antucoya	280

Uso agua de mar

PLANTAS DESALINIZADORAS

Estado	Región	Nombre Planta	Operador	Operación	Capacidad planta lts/seg
Factibilidad en Desarrollo	III	Planta Desaladora Santo Domingo	SCM Santo Domingo	Proyecto Santo Domingo	260-290
	I	Planta Desaladora Quebrada Blanca Fase 2	Teck	Quebrada Blanca Fase 2	1300
	III	Planta Desaladora Proyecto Relincho	Relincho Copper	Proyecto Relincho	700
Pre Factibilidad	I	Planta desaladora Collahuasi	Dofia Ines de Collahuasi	Collahuasi	1500
En Estudio	II	Planta desalinización RT Sulfuros	Codelco	Radomiro Tomic Sulfuros fase II	1950
RCA Aprobado	II	Suministro Complementario de Agua Desalinizada para Minera Escondida	BHP Billiton	Escondida	2500
RCA Pendiente	III	Planta desaladora El Morro	Goldcorp	Proyecto El Morro	640-740

Uso agua de mar

PROYECCIÓN DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DE MAR PARA NUEVOS PROYECTOS 2013-2021

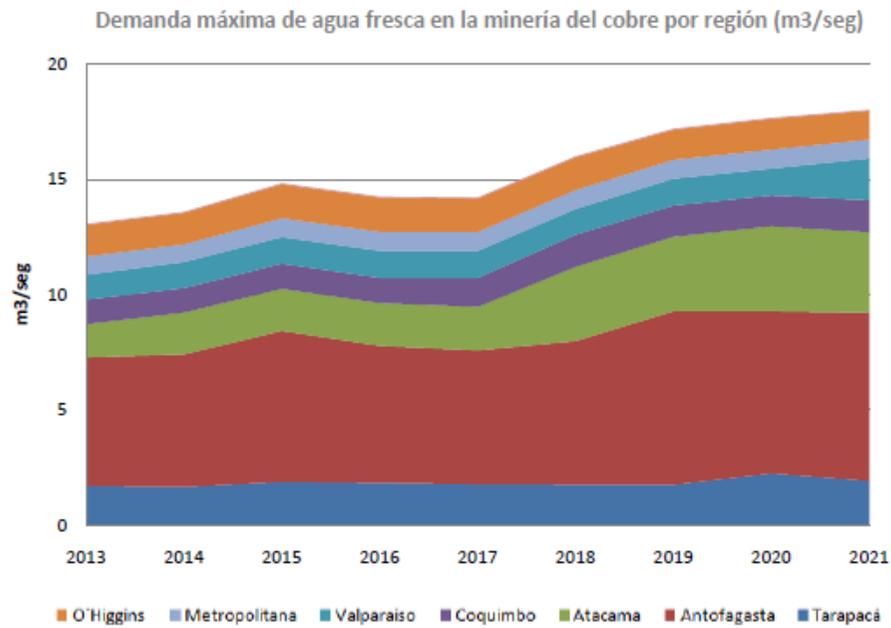
- Valor esperado de agua de mar



Uso agua de mar

PROYECCIÓN DE DEMANDA DE AGUA EN LA MINERÍA DEL COBRE 2013-2021

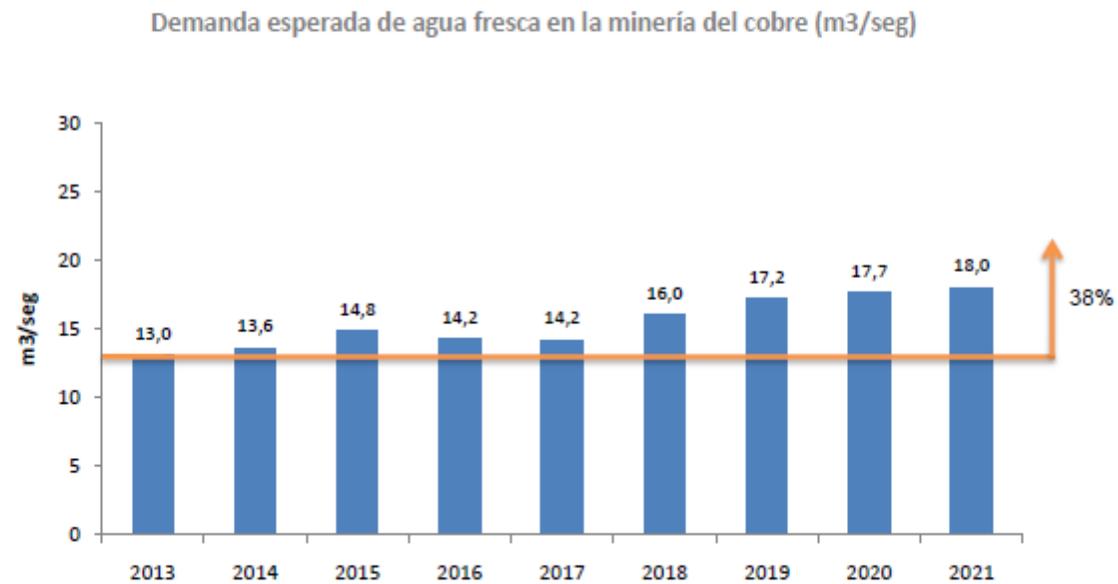
- Por región



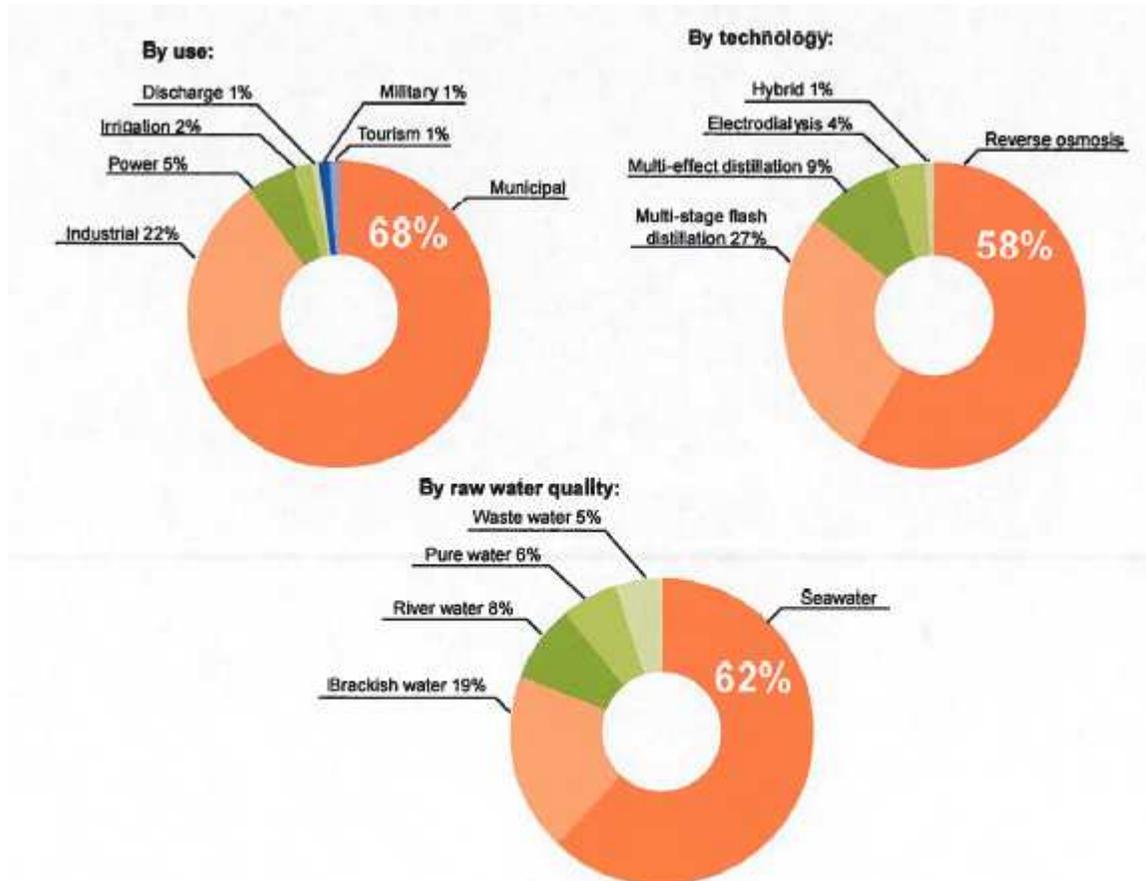
Uso agua de mar

PROYECCIÓN DE DEMANDA DE AGUA EN LA MINERÍA DEL COBRE 2013-2021

- Demanda esperada

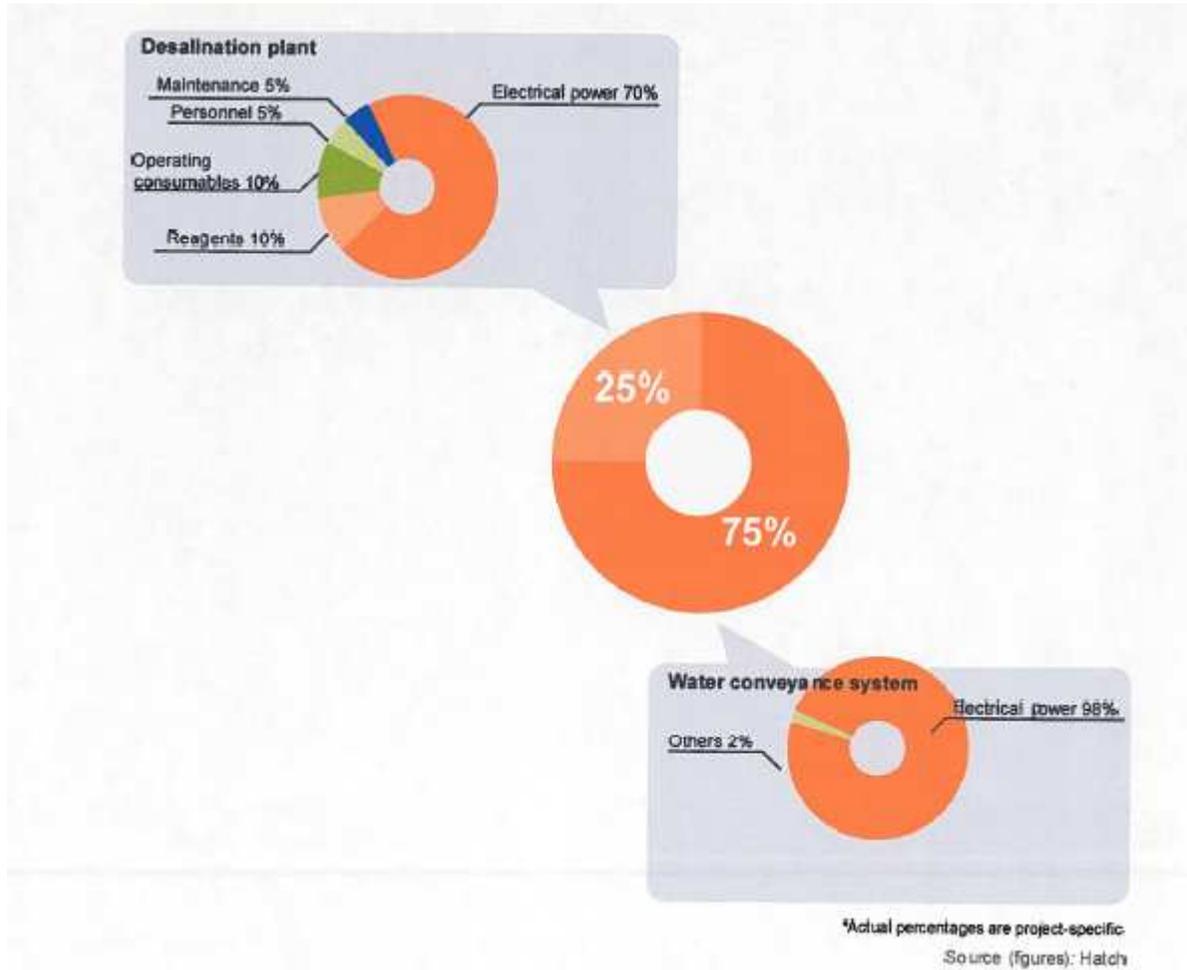


Desalinización: uso, tecnología y fuentes



Source: International Desalination Association Yearbook 2009-10

Desalinización: uso, tecnología y fuentes



Desalinización: uso, tecnología y fuentes

Figure 4
Capital and Operational costs: Six sample projects

Project		1 ¹	2	3	4	5	6
Pipeline length	Kilometers	200	200	40	110	100	190
Altitude	M.A.S.L.	4150	4400	830	3650	500	4100
Capacity	m3/h	3600	2700	1980	650	2520	1800
Capital costs							
Desalination system	US\$m/m ²	246.4	150.6	147.2	27.9	63.4	42.8
Conveyance system		428.3	412.4	328.7	29.1	163.4	108.9
Accuracy +/-	%	40	30	25	35	25	20
Year		2009	2009	2007	2007	2006	2006
Operational costs							
Price of energy	US\$/kWh	0.104	0.1	0.05	0.05	0.07	0.066
Unit cost (US\$/m3)	Desalination plant	0.75	0.77	0.58	0.53	0.42	0.41
	Conveyance system	2.17	2.12	2.11	1.68	0.77	1.52
Total opex (US\$/m ³ /y)	Desalination plant	22.4	16.8	13.2	3.24	11.6	6.68
	Conveyance system	65.0	47.5	35.9	1.68	5.16	12.95

¹Project considered interior pipeline coating. The other projects consider use of anti-corrosion additives.

²Direct cost

Source: Hatch Project Database

Conclusiones

- Probablemente todo el crecimiento minero futuro de Copiapó al norte será con agua de mar o desalada
- Dada la ubicación de nuestras operaciones, se trata en realidad de proyectos de impulsión, no de desalación
 - CAPEX
 - OPEX
- Lo anterior requerirá resolver en forma costo efectiva el suministro de energía requerido para esos efectos
- Se debe priorizar redes más limpias para mitigar emisión de CO₂ asociado a estos consumos
 - De lo contrario se está cambiando un mal por otro