



GOBIERNO DE

CHILE

SUBDERE

PLANTA DESALADORA DE ARICA



1.- INTRODUCCION

Durante la campaña presidencial, el señor Sebastian Piñera, se comprometió con 12 compromisos para la región de Arica y Parinacota, y el séptimo dice:

“7.- Evaluaremos la construcción de una planta DESALINIZADORA de agua y protegeremos las reservas del Valle de Azapa”.

Durante su visita a la región, en junio de 2010, el Presidente señor Sebastian Piñera, confirma el compromiso de evaluar la construcción de la Planta Desaladora.



2.- DIAGNOSTICO

El “Estudio Sobre el Desarrollo de los Recursos de Agua en la Parte Norte de Chile”, elaborado por la Agencia de Cooperación Internacional JICA (marzo 1995), establece que la ciudad de Arica presentará serias dificultades a mediano plazo a partir del año 2015, con el abastecimiento de agua potable, específicamente con la calidad y cantidad del recurso hídrico provenientes de los pozos profundos del acuífero de Azapa, debido a la actual sobreexplotación de este acuífero.

La Dirección General de Aguas en el Ord. N° 562 del 15 de junio de 2007, indica disminuir la explotación en el acuífero de Azapa, de tal forma, que la extracción no supere los 220 Lt/seg, situación que sirvió de base para definir las tarifas de producción en el IV proceso tarifario, aprobado el 14 de agosto de 2008.

2.1 ESTUDIO DE POBLACIÓN.

Datos de población según el CENSO 2002.

El estudio de la proyección de la población se basa en los datos del INE, censo 2002, para las Comunas de la región de Arica y Parinacota son:

Provincia	Comuna	Sede comunal	Población	Superficie	Densidad
Arica	Arica	Arica	185.268	4799,4	38,6
	Camarones	Cuya	1.220	3.927,00	0,3106
Capital: Arica			186.488	8.726,30	
Parinacota	Putre	Putre	1.997	5.902,50	0,3349
	General Lagos	Visviri	1.179	2.244,40	0,5253
Capital: Parinacota			3.156	8.146,90	
Total Regional			189.644	16.873,30	9,94

Fuente: I.N.E. 2003

2.2.- ANALISIS PROYECCION DE POBLACION.

De acuerdo con la proyección de población realizada por el INE, se estima que para el año 2007 la población base de la comuna de Arica es de 184.284 habitantes, representado una disminución según el Censo 2002.

Sin embargo para estudios de abastecimiento de agua potable, la base de la información utilizada para la proyección de población corresponde a la definida por la Superintendencia de Servicios Sanitarios en el IV° proceso de fijación de tarifas del año 2008.

AÑO	POBLACIÓN	AÑO	POBLACIÓN
2007	184.292	2014	196.657
2008	186.828	2015	198.009
2009	189.068	2016	199.336
2010	190.997	2017	200.640
2011	192.606	2018	201.918
2012	193.886	2019	203.170
2013	195.282	2020	204.396
2014	196.657	2021	205.596
2015	198.009	2022	206.766

FUENTE :SISS (2008)

2.2- ANALISIS DE LA DEMANDA

La empresa Aguas del Altiplano, a solicitud de la Superintendencia de Servicios Sanitarios, entregó en Diciembre 2006 un balance oferta-demanda donde indica los caudales operativos (extracciones reales) de las diferentes fuentes subterráneas de Arica, según el siguiente detalle.

SISTEMA	Q MAX. DIARIO
AZAPA	242,1 L/S
LLUTA	237,6 L/S
TOTAL	479,7 L/S

2.3.- ESTUDIO DE DEMANDA.

El estudio de demanda de agua potable de la ciudad de Arica, se obtiene de la información presentada por Aguas del Altiplano, definida en el IV° proceso tarifario, en la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS).

A partir de la proyección de la población y los datos de facturación se obtiene la demanda promedio anual.

Con la información de facturación proporcionada por la SISS, se determinó que la demanda de agua potable de la ciudad de Arica es:

Cuadro: Demanda de caudales de agua potable
Considera como empresa modelo con un 15% de perdida

AÑO	POBLACIÓN	COBERTURA	DOTACION PROMEDIO	CONSUMO MEDIO AÑO M3/AÑO	CAUDAL MEDIO LT/SEG	FACTOR MAXIMO DIARIO	CAUDAL MAXIMO DIARIO LT/S	CUDAL MAXIMO DIARIO PRODUCCION LT/S
2007	184.292	100	155,1	10.433.047	330,83	1,2	397	456,55
2008	186.828	100	154,76	10.553.428	334,65	1,2	401,58	461,81
2009	189.068	100	154,42	10.656.496	337,92	1,2	405,5	466,32
2010	190.997	100	154,08	10.741.518	340,61	1,2	408,73	470,04
2011	192.606	100	153,74	10.808.105	342,72	1,2	411,27	472,96
2012	193.886	100	153,4	10.855.871	344,24	1,2	413,08	475,05
2013	195.282	100	153,06	10.909.800	345,95	1,2	415,14	477,41
2014	196.657	100	152,72	10.962.212	347,61	1,2	417,13	479,7
2015	198.009	100	152,38	11.013.003	349,22	1,2	419,06	481,92
2016	199.336	100	152,04	11.062.072	350,78	1,2	420,93	484,07
2017	200.640	100	151,7	11.109.537	352,28	1,2	422,74	486,15
2018	201.918	100	151,36	11.155.243	353,73	1,2	424,48	488,15
2019	203.170	100	151,02	11.199.198	355,12	1,2	426,15	490,07
2020	204.396	100	150,68	11.241.412	356,46	1,2	427,76	491,92
2021	205.596	100	150,34	11.281.895	357,75	1,2	429,3	493,69
2022	206.766	100	150	11.320.439	358,97	1,2	430,76	495,38

Fuente Superintendencia de Servicios Sanitarios

2.4.- SITUACION ACTUAL DEL ACUIFERO.

Con el Odr.Nº 521 del 6 de septiembre de 2010, la DGA dispone medidas de explotación, para asegurar el abastecimiento de agua potable para Arica, declarando **que el acuífero de Azapa resulta una fuente con dudosa seguridad**, donde los caudales esperados asociado a cada derecho resulta en valores de aproximadamente al 21% del valor nominal, y esta condición puede ser empeorada día a día conforme desciende el nivel de la napa. Así mismo, estas aguas empeoran paulatinamente su calidad y cantidad, la cual ya no cumple con las normas NCh 409 y la NCh 777 parte 2, conforme desciende el nivel del acuífero, así como introduce un factor de riesgo adicional, cual es, el avance de la cuña salina desde la costa, con resultados irreversibles para el acuífero.

- Considerando el actual déficit del recurso hídrico que presenta esta región, la solución a considerar en un plazo no inferior a 3 años, para el abastecimiento de agua potable de Arica, corresponderá a la construcción de una planta desaladora, que permita dejar de explotar en forma definitiva el acuífero de Azapa, con el objeto de recuperar la capacidad y calidad de dicho acuífero, por lo que se plantea disminuir la explotación, restringiendo los recursos utilizados para el consumo doméstico de 463 Lt/seg a 25 Lt/seg para abastecer el sector alto de Arica
- En la evaluación hídrica regional, a la fecha no existen posibilidades reales de disponer de mayor aguas en otras fuentes convencionales, sean estas acuíferos o ríos, por lo tanto utilizar agua de mar, se vislumbra como la opción más razonable.
- En el escenario antes descrito, el abastecimiento de agua potable de Arica, puede verse gravemente comprometido, si no se adoptan medidas estructurales que independicen la producción de agua potable del acuífero.

ANALISIS DE ALTERNATIVAS DE ABASTECIMIENTO

ALTERNATIVA	CARACTERISTICAS	VENTAJAS	DESVENTAJA
Embalse Chironta	Ubicada en el sector de Socoroma, denominado angostura de Chironta. Capacidad total embalse de 17 hm ³ de .	Asegura un volumen permanente y regulado.	Esta fuente presenta una calidad de las aguas con altas concentraciones de Boro sobre los 20 mg/l , Sólidos Disueltos Totales (SDT), y minerales que superan los límites máximos de la norma NCh 409, inclusive con restricciones para el riego.
Embalse Livilcar	Ubicado en el Valle de Azapa, y se emplaza en la zona del mismo nombre. solución óptima resulta ser una presa de multipropósito, que regula la crecida de Tr=50 años y deja un volumen para riego de 1 millón de m ³ .	Asegura un volumen permanente y regulado.	Esta alternativa no incorpora recursos adicionales, además que la calidad de las aguas son regulares, y contienen altas concentraciones de Mg, Nitratos, Arsénico, Sulfatos Cl, SDT, que superan la norma NCh 409, se descarta esta alternativa.
Trasvase de agua cuenca de Lluta a cuenca de Azapa	Esta alternativa es viable del punto de vista técnico, se puede ejecutar un canal de trasvase, de la cuenca de Valle Lluta a la cuenca del valle Azapa.	Asegura un volumen permanente y regulado.	La alternativa de trasvase de agua desde la cuenca del valle de Lluta a la cuenca del valle de Azapa, proporciona recursos adicionales, pero su calidad no es apta para el consumo humano, contaminando aun más las aguas de la cuenca del valle de Azapa. Otra consideración es que la cuenca del valle de Azapa o río San José, tiene derechos otorgados superior a la capacidad del acuífero.



ANALISIS DE ALTERNATIVAS DE ABASTECIMIENTO

ALTERNATIVA	CARACTERISTICAS	VENTAJAS	DESVENTAJA
Fuente existente de acuíferos de Lluta y Azapa	Esta alternativa corresponde a mantener las actuales fuentes de abastecimiento de agua a la ciudad de Arica. Derechos en Azapa 463 Lt/seg, derechos en Lluta 237,7 Lt/seg.	No requiere de inversión adicional.	Los derechos otorgados en la cuenca del río San José del valle de Azapa, según la Dirección General de Aguas ascenderían a 3.000 l/s, y la explotación actual se estiman del orden de lo 1.800. Además la Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Públicas, ha definido que como caudal máximo de explotación sustentable del acuífero en 700 l/s, lo que representa una evidente sobreexplotación del acuífero.
Fuente agua pozos del Altiplano	La reserva de agua los pozos del altiplano se estima del orden de los 300 l/s, podría hacer un traspaso de 200 l/s.	Agua de buena calidad con flujo permanente.	Esta alternativa es resistida por los líderes de la comunidad del altiplano Aymaras de Arica y Parinacota, rechazando rotundamente explotación de recursos hídricos subterráneos del Lauca, medida que sólo empeoraría aún más la relación entre el Estado y pueblo Aymara
Fuente agua pozos ubicados en la Línea de la Concordia	Estado mediante Decreto N° 1026 del 24/10/1969, reservó un caudal de 200 litros/segundo destinado a uso potable de la ciudad de Arica, a partir del rendimiento de los pozos de La Concordia. Sin embargo, esto nunca se ha hecho efectivo y estos pozos se encuentran actualmente destinados al Ejército.	Derechos de agua reservados para el consumo de la población de Arica.	Según informe de la consultora Ayala & Cabrera para la DGA (1998), se sostiene que el flujo explotable sería de sólo 71 litros/seg proveniente desde un acuífero cuyo origen está en Perú en la cuenca de Escritos. Este informe no recomienda explotar los citados pozos ni conceder derechos de agua adicionales en esta zona.



ANALISIS DE ALTERNATIVAS DE ABASTECIMIENTO



ALTERNATIVA	CARACTERISTICAS	VENTAJAS	DESVENTAJA
Fuente agua de Mar	Del análisis de los capítulos anteriores, se concluye que no hay recursos hídricos disponibles adicionales, como fuentes de abastecimiento de agua potable para la ciudad de Arica, en consecuencia la única fuente que se dispone proviene del agua de mar	Como recursos adicionales el agua mar es la única fuente que presenta disponibilidad de explotación inmediata en cantidad sin restricción, y calidad según el sistema de tratamiento (ósmosis inversa), para cumplir con lo exigido por la normativa vigente. Como alternativa de abastecimiento, según los criterios definidos anteriormente, es la mejor.	Requiere inversión, cambio de contrato de explotación, ser considerada como la fuente de mínimo costo, aumento en la tarifa.
Fuente agua existente valle de Lluta	Esta alternativa considera abastecer desde el acuífero del valle de Lluta, toda la demanda de agua potable, aumentando los derechos de agua de 278 l/s, en 347 l/s más, y así contar con 625 l/s como caudal de captación y de 500 l/s como caudal de producción.	Hay poca demanda para esta fuente, tanto superficial como subterránea.	El costo de producción de la planta de Lluta se estima en 1,2 US\$/m ³ de agua producida. Por estas razones la alternativa es poco viable. Hay que destacar que el acuífero del Valle de Lluta está restringido a una explotación máxima de 460 l/s, y esta alternativa requiere un caudal de producción de 625 l/s.
Fuente agua sector alto cuenca río Lluta	Considera como fuente de abastecimiento, la captación en la parte alta de la cuenca del valle de Lluta, ubicada aguas arriba del río Azufre. Esta alternativa requiere un caudal de captación de 750 l/s.	Hay poca demanda para esta fuente superficial.	La disponibilidad de agua del recurso hídrico en el sector alto, no está asegurada en un 90% de probabilidad de excedencia, y no hay registro de caudales en esos sectores. Además se requiere una aducción de 140 Km, con un costo promedio de una tubería de acero D= 600 mm a 500 US\$/ml da un valor total de la aducción de 70,0 MM US\$,

3.-SELECCIÓN DE TAMAÑO OPTIMO, Y ANALISIS DE ALTERNATIVAS.

3.1.- SELECCIÓN DEL TAMAÑO OPTIMO.

Luego de revisar los recursos hídricos disponibles en la región, de acuerdo al diagnóstico y análisis de ventajas y desventajas de todas las fuentes existentes, se presenta como la mejor alternativa para abastecer de agua potable a la ciudad de Arica, la construcción de una Planta Desaladora, instancia que nos otorga seguridad e independencia de los ciclos hídricos, para el abastecimiento permanente en el largo plazo.



- Se proponen 2 tamaños de Planta Desaladora de agua de mar a evaluar, **opción 1 600 Lt/seg., opción 2 de 400 Lt/seg más Lluta**. Para cada tamaño de planta, se analiza el impacto en la tarifa de acuerdo a 3 alternativas:

A) Todo a tarifa, que incluye, inversión, reposición, costos de operación y mantenimiento, y costos de administración.

B) Traspaso a tarifa solamente los costos de reposición, administración, operación y mantenimiento, se considere la inversión como aporte de tercero (Estado).

C) Se mantiene la tarifa, y se considera la inversión como aporte de terceros, donde los costos de operación y mantenimiento, más el costo de administración se financian vía subsidio.



- **Opción 1:** Planta Desaladora de 600 lts/seg, para reemplazar la explotación del sistema existente de los acuíferos de Azapa y Lluta, la cual cubre completamente la demanda, y considera un porcentaje de pérdida total de un 32%.
- **Opción 2:** Planta Desaladora para sustituir el abastecimiento desde el acuífero de Azapa, el cual considera un sistema combinado, de una Planta Desaladora de 400 lt/seg. más la extracción de aguas del acuífero de Lluta de 200 lts/seg,



OPCION N°1 PLANTA DESALADORA 600 Lt/seg. PARA CUBRIR TODA DEMANDA

VARIABLES

DÓLAR	510 \$		
Q*	10,7 MM M3/AÑO	US\$/m3	\$/m3
INVERSION	70 MM US\$	0,242991	123,925
TARIFA VIGENTE JUL 2010	382 \$/m3		
OPER Y MANT	0,7 US\$/m3	357	

RENTABILIDAD DE ADA 5% SOBRE LA TARIFA DE PRODUCCION (INV + OPER. Y MANT)

IVERSION : PLANTA DESDALADORA DE 600 LT/SEG = 65 MM US\$ + OBRAS DE IMPULSION = 5 MM US\$

ALTERNATIVA 1.-A: TODO A TARIFA

TAMANO PLANTA	INVERSION MM US\$	COSTOS UNITARIOS \$/m3		RENT. ADA \$/M3	TOTAL \$/m3	TARIFA \$/M3	
		INV, Y REPOS.	OPER. Y MANT.			ACTUAL	INCREMENTO
600 Lt/seg	70,0	120,0	357,0	23,8	500,8	382,0	118,8

INCREMENTO PARA UNA CUENTA TIPO DE 20 m3/MES = \$2.376 \$/MES

ALTERNATIVA 1.-B: SOLAMENTE COSTO DE OPERACIÓN Y MANT. + REPOSICION Y LA INVERSIÓN CONSIDERADA COMO APORTE DE TERCERO (ESTADO)

TAMANO PLANTA	INVERSION MM US\$	COSTOS UNITARIOS \$/m3		RENT. ADA \$/M3	TOTAL \$/m3	TARIFA \$/M3	
		REPOS.	OPER. Y MANT.			ACTUAL	INCREMENTO
600 Lt/seg	0,0	30,9	357,0	19,4	407,3	382,0	25,3

INCREMENTO PARA UNA CUENTA TIPO DE 20 m3/MES = \$505 \$/MES

ALTERNATIVA 1.-C: SE MANTIENE LA TARIFA ACTUAL Y LA INVERSION CONSIDERADA COMO APORTE DE TERCERO (ESTADO)

TAMANO PLANTA	INVERSION MM US\$	COSTOS UNITARIOS \$/m3		RENT. ADA \$/M3	TOTAL \$/m3	TARIFA \$/M3	
		REPOS.	OPER. Y MANT.			ACTUAL	INCREMENTO
600 Lt/seg	0,0	30,9	357,0	19,4	407,3	382,0	25,3

COSTO DE SUBSIDIO ANUAL = \$270.325.587 \$/AÑO

INVERSION

DESALADORA 600 LT/SEG			
ANOS	MM US\$	TASA REPOS.	
1	70	0,07	0
2			
3			
4			
5	3,5	REPOS	3,5
6			
7			
8			
9			
10	3,5	REPOS	3,5
11			
12			
13			
14			
15	3,5	REPOS	3,5
16			
17			
18			
19			
20	5	REPOS	5
21			
22			
23			
24			
25	5	REPOS	5
26			
27			
28			
29			
30	5	REPOS	5
31			
32			
33			
34			
35	7	REPOS	7
	\$ 88,09		\$ 22,67
	0,24	US\$/m3	0,06 US\$/m3
	120,0	\$/m3	30,9 \$/m3

VNA
COST UNIT



OPCION N° 2 PLANTA DESALADORA DE 400 LT/SEG + LLUTA

VARIABLES

DÓLAR	510 \$		
Q*	10,7 MM M3/AÑO		
INVERSION	45 MM US\$	0,1562083	79,666
TARIFA VIGENT LLUTA ES1	555 \$/m3	TARIFA VIGENTE	382 \$/m3
OPER Y MANT	0,8 US\$/m3		408 \$/m3

RENTABILIDAD DE ADA 5% SOBRE LA TARIFA DE PRODUCCION (INV + OPER. Y MANT)

IVERSION : PLANTA DESDALADORA DE 400 LT/SEG = 40 MM US\$ + OBRAS DE IMPULSION = 5 MM US\$

ALTERNATIVA 2.-A: TODO A TARIFA

TAMANO PLANTA	INVERSION MM US\$	DESALADORA 400 LT/SEG		LLUTA 200 LT/SEG		RENT. ADA \$/M3	TOTAL \$/m3	TARIFA \$/M3	
		IN, Y REPOS.	OPER. Y MANT.	REPOS.	OPER. Y MANT			ACTUAL	INCREMENT.
400 Lt/seg	45,0	72,8	408,0	18,2	555,0	24,0	535,7	382,0	153,7

INCREMENTO PARA UNA CUENTA TIPO DE 20 m3/MES = \$3.073 \$/MES

ALTERNATIVA 2.-B: SOLAMENTE COSTO DE OPERACIÓN Y MANT. + REPOSICION Y LA INVERSIÓN CONSIDERADA COMO APORTE DE TERCERO (ESTADO)

TAMANO PLANTA	INVERSION MM US\$	DESALADORA 400 LT/SEG		LLUTA 200 LT/SEG		RENT. ADA \$/M3	TOTAL \$/m3	TARIFA \$/M3	
		REPOS.	OPER. Y MANT.	REPOS.	OPER. Y MANT			ACTUAL	INCREMENT.
400 Lt/seg	0,0	18,7	408,0	18,2	550,0	21,3	495,2	382,0	113,2

INCREMENTO PARA UNA CUENTA TIPO DE 20 m3/MES = \$2.265 \$/MES

ALTERNATIVA 2.-C: SE MANTIENE LA TARIFA ACTUAL Y LA INVERSIÓN CONSIDERADA COMO APORTE DE TERCERO (ESTADO)

TAMANO PLANTA	INVERSION MM US\$	DESALADORA 400 LT/SEG		LLUTA 200 LT/SEG		RENT. ADA \$/M3	TOTAL \$/m3	TARIFA \$/M3	
		REPOS.	OPER. Y MANT.	REPOS.	OPER. Y MANT			ACTUAL	INCREMENT.
400 Lt/seg	0,0	18,7	408,0	18,2	550,0	21,3	495,2	382,0	113,2

COSTO DE SUBSIDIO ANUAL = \$1.211.611.392 \$/AÑO

ANOS	DESALADORA 400 LT/SEG		LLUTA 200 LT	
	MM US\$	TASA REPOS.	REPOS.	MMUS\$
1	45	0,07	0	0,5
2				0,5
3				0,5
4				0,5
5	1,5	REPOS	1,5	1,5
6				0,5
7				0,5
8				0,5
9				0,5
10	1,5	REPOS	1,5	1,5
11				0,5
12				0,5
13				0,5
14				0,5
15	1,5	REPOS	1,5	1,5
16				0,5
17				0,5
18				0,5
19				0,5
20	3	REPOS	3	2
21				0,5
22				0,5
23				0,5
24				0,5
25	3	REPOS	3	2
26				0,5
27				0,5
28				0,5
29				0,5
30	3	REPOS	3	2
31				0,5
32				0,5
33				0,5
34				0,5
35	3	REPOS	7	0,5
	\$ 53,49		\$ 13,76	\$ 8,92
	0,14 US\$/m3		0,04	0,04
	72,8 \$/m3		18,7	18,22

3.2.- Selección de alternativa.

Analizando los resultados de las 2 opciones de tamaño, con 3 alternativas cada una, se observa que, **la Opción 1 es la que presenta valores más bajo en el aumento de tarifas.**

Considerando que existe la disponibilidad de pago por parte del consumidor, se recomienda la **Opción 1, Alternativa A**, todo a tarifa, que representa un aumento en la tarifa de producción de 118,8 \$/m³ de agua, y un impacto en la cuanta del agua, para un consumo promedio de 20 m³/mes de 2.376,19 \$/mes.

Si la decisión es reducir al mínimo el impacto socio-económico, entonces se recomienda implementar la **Opción 1, Alternativa B**, donde el Estado decidiera financiar la inversión como aporte de tercero, y se traspasa a tarifa solamente los costos de reposición, operación, mantenimiento y de administración, que representa un aumento en la tarifa de 25,3 \$/m³ de agua, y un impacto en la cuanta del agua, para un consumo promedio de 20 m³/mes de 505,28 \$/mes.

4.- CONCLUSION Y RECOMENACION.

- La construcción de una Planta Desaladora 600 Lt/seg, se presenta como la alternativa más adecuada, para resolver el problema de abastecimiento de agua potable para la ciudad de Arica.

Dada la restricción de explotación del acuífero de Azapa, señalada por la Dirección General de Aguas (DGA), es factible entonces considerar la Planta Desaladora como la nueva fuente de mínimo costo.

- Durante al visita realiza el pasado 26 de noviembre de 2010 en la ciudad de Arica, el Presidente de la República señor Sebastian Piñera, anuncia una política de Estado para la Región de Arica y Parinacota, dentro de ese plan de reactivación indica:

“Y ya se terminó el estudio de factibilidad de la planta desalinizadora de agua potable para la ciudad de Arica. Sólo falta en esta materia la licitación internacional para la construcción y operación de esta planta.”

- Se recomienda efectuar una licitación internacional para el diseño, construcción, operación y transferencia, de una Planta Desaladora para Arica, de manera de disminuir lo antes posible la sobreexplotación del acuífero de Azapa, permitiendo recuperar su capacidad de recarga.
- Se recomienda realizar un informe sobre la propuesta de cambio al Contrato de Transferencia del Derecho de Explotación, con la empresa operadora, Aguas del Altiplano S. A.
- Se recomienda estructurar un acuerdo con Aguas del Altiplano, para disminuir del porcentaje de pérdidas que actualmente alcanza al 32%, a un 25% en la distribución.



SUBSECRETARÍA DE DESARROLLO REGIONAL Y ADMINISTRATIVO