

REPUBLICA DE CHILE  
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS  
DIRECCION GENERAL DE AGUAS  
DIRECCION REGIONAL DE AGUAS  
I REGION TARAPACA

ESTUDIO ANALISIS DE LOS  
RECURSOS DE AGUA DE LA  
PRIMERA REGION DE TARAPACA

INFORME FINAL DE LA PRIMERA ETAPA

VOLUMEN 1 CONCLUSIONES DEL INFORME FINAL  
Y ANTECEDENTES REGIONALES BASICOS  
VOLUMEN 2 ARICA-PARINACOTA  
VOLUMEN 3 IQUIQUE  
VOLUMEN 4 ANEXOS

INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA

5056v.3

### 3.1 DEFINICION DE LOS PROBLEMAS PRINCIPALES DE LOS ABASTECIMIENTOS

#### 3.1.1 Abastecimientos potables

Desde la puesta en funcionamiento normalizado de los pozos del agua potable de Iquique, en el sector de Canchones de la Pampa del Tamarugal, las aguas subterráneas captadas por tales pozos han experimentado depresiones permanentes notables de sus niveles estáticos; de más o menos 1 m por año y de modo que desde el año 1965 a la fecha, la depresión total promedio alcanza a más o menos 25 m.

Lo anterior implica claramente un agotamiento gradual y sistemático de los recursos hídricos subterráneos, de la Pampa del Tamarugal en Canchones, los cuales son en parte renovables y en parte fósiles.

En la Pampa del Tamarugal es un hecho documentado que en la medida de su profundidad bajo la superficie, las aguas subterráneas pertinentes tienen un mayor contenido de sales y de constituyentes que pueden ser objetables para consumos potables.

El principal problema del abastecimiento potable de Iquique es el riesgo muy serio de que las aguas que produce el recinto de pozos de Canchones, las cuales son prácticamente la única fuente ahora disponible para Iquique, adquieran de repente contenidos salinos mayores que los aceptados por la Norma Chilena vigente como requisitos del agua potable. Los análisis químicos de los años 1989 y 1990 de las aguas de la red de suministro en Iquique, presentan ya leves excesos que todavía no son objetables en arsénico y sulfatos (Véase Cuadro 4.4.1g del Volumen 4 de Anexos de este informe); en tanto que algunos de los pozos de Canchones están registrando excesos en uno o varios de los constituyentes siguientes : sulfatos, cloruros, hierro y manganeso, total de sólidos disueltos e incluso arsénico.

En la actualidad el recinto de pozos del agua potable para Iquique, en Canchones, produce una media de más o menos 590 l/s según BUSTAMANTE Y SCHUDECK (06.1991, ob.cit) es de 670 l/s en lo que ha transcurrido del año en curso según datos, del mismo servicio, entregados verbalmente al Consultor INYGE; de manera que sólo por la cuantía de tal producción es prácticamente imposible reemplazarla, aún parcialmente, en un plazo corto o de no menos que varios meses y de aquí deriva el segundo gran problema del abastecimiento potable de Iquique.

Es imposible reemplazar en un plazo corto o de no menos que varios meses, la actual fuente de aguas del abastecimiento de Iquique que está radicada en Canchones y produce actualmente (año 1990) una media de algo más que 600 l/s; aunque este reemplazo sea sólo parcial.



Sin perjuicio de que en el más breve plazo deberá disminuirse la producción para el agua potable en Canchones, habilitando para este propósito pozos antiguos construidos por la Dirección de Riego y por la CORFO en la Pampa del Tamarugal al este, noreste y probablemente sureste de Canchones; será necesario efectuar una prospección definitiva de las expectativas efectivas de nuevas fuentes que permitan solucionar los dos problemas recién señalados del abastecimiento potable de Iquique. Por otra parte es probable que el rendimiento de los antiguos pozos antes mencionados resulte pequeño y/o que las aguas pertinentes estén deterioradas, en sus calidades de composición química, por causa de contaminaciones asociadas al mal estado de las tuberías; de modo que puede ser necesaria la construcción por ESSAT S.A de nuevos pozos en reemplazo de aquellos.

En forma perentoria o al más breve plazo posible, deberán habilitarse para sus usos en favor del abastecimiento potable de Iquique, pozos antiguos construidos por la Dirección de Riego y por la CORFO en la Pampa del Tamarugal al este y al noreste de Canchones; o bien pozos nuevos construidos por ESSAT S.A en los sitios o zonas de aquellos. Además es recomendable efectuar, con trámite rápido, una prospección definitiva de las expectativas efectivas de nuevas fuentes que permitan solucionar los dos problemas antes señalados; en forma definitiva o con seguridad de suministro suficiente, de aguas de calidad potable, para los próximos 50 años.

Es importante agregar que los restantes servicios potables de los centros poblados mayores de la Provincia de Iquique, todos los cuales son de poblaciones reducidas, no tienen problemas de suministro; pero en el caso de los abastecimientos de Huará y de Pisagua, la calidad del agua suministrada es deficiente.

Los abastecimientos potables de las localidades de Pica, Matilla, La Huayca, Huará, Pozo Almonte y Pisagua, que son los otros centros poblados que además de la ciudad de Iquique tienen servicios de agua potable en la Provincia de Iquique [\*], no presentan problemas de suministro; pero la calidad del agua entregada a Huará y a Pisagua, es deficiente por excesos objetables en sulfatos y total de sólidos disueltos para el caso de Huará, y Arsénico en lo correspondiente a Pisagua.

---

[\*] Sin perjuicio de una serie de abastecimientos potables de envergadura mucho menor y locales, los cuales son de tipo rural y están generalmente manejados por la misma comunidad.

### 3.1.2 Abastecimientos agrícolas

Conforme con el Cuadro 4.10.2 de la página 10-3 del Volumen 4 de Anexos de este informe, las superficies de cultivos medias actuales representarían, en la Provincia de Iquique, un total de 1.458 hás; establecidas especialmente arriba del borde oriental de la Pampa del Tamarugal y abajo de la curva topográfica de los 3.000 m.

Los centros agrícolas principales, según las superficies de cultivos disponibles, son los siguientes :

CENTRO AGRICOLA	HOYA [*]	SUPERFICIE (hás)
Tarapacá	H28.2	713
Camiña [**]	H26	300
Aroma	H28.1	217
Pica [**]	H28.5	90
Mamiña-Macalla	H28.4	75
Quipisca-Parca	H28.3	49
Guatacondo	H30	10
Otros menores		4
TOTAL		1.458 hás

Los centros agrícolas de referencia más antiguos no tienen, excepto en la parte terminal de años secos seguidos, problemas de disponibilidad de aguas; esto en razón de que los lugareños han mantenido, desde tiempos remotos, superficies de cultivos más o menos en el rango de las que pueden efectivamente regar en el año de la probabilidad 50%.

Pero en algunos casos la calidad de las aguas de riego es francamente deficiente por sus excesos en boro y de modo que en determinados centros agrícolas importantes cual el caso de Camiña, donde el boro aparece en más que 7 ppm, pueden cultivarse sólo algunas especies y ninguna clase de frutales.

---

[\*] Según la simbología de los planos del presente estudio.

[\*\*] Con producciones de alto valor de mercado; especialmente ajos en Camiña y frutas (mangos, guayabas, naranjas y limones) en Pica.

Un problema importante, de las aguas de riegos en la Provincia de Iquique, es el gran exceso de boro que tienen en algunos casos tales aguas. De manera que cuando el boro aparece, en varias unidades de partes por millón, sólo pueden cultivarse algunas pocas especies de mayor tolerancia relativa y ninguna clase de frutales los cuales, prácticamente todos, son muy sensibles al elemento.

En áreas próximas al Recinto ESSAT S.A. en Canchones y específicamente por unos 15 km de ancho entre Canchones y el Salar de Pintados, situado al poniente, existe una plantación de tamarugos y en partes de especies arbóreas afines que es ahora de unas 20.000 há y que consumirían, según conclusión del Consultor INYGE expresada hace 12 años en DIRECCION GENERAL DE AGUAS (08.1979, ob.cit), no menos que 0,03 l/s/hás y esto es un total de 600 l/s de las aguas subterráneas de la Pampa del Tamarugal; pero en la actualidad, conforme con el mayor desarrollo alcanzado por los tamarugos considerados hace 12 años por el Consultor INYGE y con el hecho de que su estimación de una tasa de 0,03 l/s/hás habría sido menor que lo efectivo, la tasa de consumo la supone de 0,05 l/s/hás y con éste el consumo total, de las 20.000 há de referencia es de 1.000 l/s.

Las plantaciones de tamarugos contribuyen al deterioro de las aguas subterráneas de la Pampa del Tamarugal, en razón de que durante todo su desarrollo vegetativo consumen parte del agua que succionan del subsuelo y restituyen, al mismo subsuelo y con una mayor concentración salina, el resto no consumido. De acuerdo con el total de no menos de 1.000 l/s que consumirían las 20.000 há plantadas con tamarugos entre Canchones al este y el Salar de Pintados al oeste, el deterioro señalado puede resultar importante a lo largo del tiempo.

Otras áreas de cultivos próximos a Canchones no son significativas, por las pequeñas superficies que ocupan, respecto de la mayor o menor calidad de composición química de las aguas subterráneas de la Pampa del Tamarugal.

Pero un problema muy serio asociado a las áreas de cultivos en la zona del sector de Canchones y que ahora son relativamente muy pequeñas, está ligado a la gran presión ejercida por los particulares que han solicitado derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas, de la Pampa del Tamarugal, con el propósito de aplicar tales aguas al riego de plantaciones comerciales de alto precio y cuales serían frutas de exportación. De modo que podría crearse una demanda enorme, si se accede a tales derechos, por aguas subterráneas de la Pampa del Tamarugal para emplearlas en el riego de plantaciones frutícolas; lo cual, evidentemente, aceleraría el agotamiento de las reservas hídricas fósiles que ahora se aprecia en Canchones y además aceleraría el deterioro de la composición química de las mismas aguas subterráneas.

### 3.1.3 Abastecimientos industriales y mineros

#### Abastecimientos industriales

Conforme con el hecho de que los establecimientos industriales relevantes se ubican en la ciudad de Iquique, los problemas principales de sus abastecimientos se asocian a los del servicio del agua potable local.

#### Abastecimientos mineros

Las faenas mineras ahora en operación no tienen problemas serios de abastecimiento; pero pueden originarse problemas graves, por insuficiencia del agua, en el abastecimiento de probables explotaciones mineras en la Cordillera de la Costa Regional, en la parte occidental de la Pampa del Tamarugal (salitres y yodo), o en otras áreas con recursos hídricos poco abundantes.

### 3.2 ANALISIS GLOBAL DE LAS HOYAS Y SUS RECURSOS HIDRICOS

#### 3.2.1 Identificación de las hoyas y sus recursos

Conforme con la Tabla Resumen 4.2.5 del Volumen 4 de Anexos del presente informe, las producciones potenciales totales, para las precipitaciones de las probabilidades 50-80-95% estimadas por el Consultor INYGE, son las siguientes en las hoyas de la provincia de Iquique :

HOYA (i)	NOMBRE	SUPERFICIE (ii) (km <sup>2</sup> )	PRODUCCION POTENCIAL TOTAL (iii)		
			P 50%	P 80%	P 95%
H7	Río Parajalla	350	1.010	537	113
H8	Río Isaluga	2.679	6.179	3.244	608
H9	Río Cancosa	580	1.440	759	151
H10	Salar del Huasco	1.572	2.343	1.058	183
H11	Quebrada Carcas	75	122	61	9
H12	Salar de Coposa	1.104	1.431	576	104
H13	Salar de Michincha	274	532	277	47
H14	Laguna Lagunillas	140	248	129	20
H25	Río Camarones	4.587	2.980	1.361	235
H26	Quebrada de Camiña	2.767	1.058	394	73
H27	Salar de Zapiga	980	17	1	0
H28	Salar de Pintados	14.233	5.842	2.281	408
H29	Salar de Sur Viejo	1.034	47	11	2
H30	Río Loa (I Región)	6.427	1.812	783	131
H31	Camarones-Camiña	1.080	0	0	0
H32	Camiña-Loa	5.998	0	0	0
<b>TOTALES</b>		<b>43.880</b>	<b>25.061</b>	<b>11.472</b>	<b>2.084</b>

- (i) Según está indicado en los planos pertinentes del Volumen 4 de Anexos de este informe.
- (ii) Superficie de las hoyas totales, en el territorio chileno, de los sistemas hidrográficos correspondientes.
- (iii) Las producciones potenciales son las correspondientes al territorio de Chile.

### 3.2.2 Selección de las hoyas atractivas por sus probables recursos excedentes

En el conjunto de las hoyas del listado anterior son importantes, por la magnitud de sus producciones potenciales totales y por la calidad buena hasta aceptable en usos potables de las aguas correspondientes, las siguientes :

Hoya	Producción potencial total P 50%
Salar del Huasco	2.343 l/s
Río Cancosa	1.440 l/s
Salar de Coposa	1.431 l/s
Río Parajalla	1.010 l/s

Son asimismo interesantes por una parte de sus producciones potenciales totales, las que serían de aguas con buena calidad para usos potables, las hoyas siguientes gran parte de cuyas aguas tendrían mala a muy mala calidad:

Hoya	Producción potencial total P 50%
Río Isluga	6.179 l/s
Salar de Pintados [*]	5.842 l/s

Es atractiva por sus producciones potenciales totales, que tendrían en gran parte calidad aceptable para usos potables, la hoya del Río Loa en la Provincia de Iquique y que es principalmente la de las quebradas de Guatacondo y de Maní.

---

[\*] La cual constituye gran proporción de la Pampa de] Tamarugal.



La hoya del Salar del Huasco es particularmente atractiva por el hecho de que está desarrollada total e integralmente dentro del territorio de Chile; es de extraordinaria relevancia, en cuanto al eventual aprovechamiento de sus recursos, por cuanto se ubica directamente al este de la ciudad de Iquique y al noreste de la Cuenca de Píca; y además contiene, con excepción del área ocupada por la depresión propiamente del Salar, aguas de superficie de buena calidad y aceptables para empleos potables directos según lo documentan muestreos y análisis químicos, del Consultor INYGE, en D.G.A (08.1979, ob.cit).

Los caudales observados en cada uno de los lugares de muestreos recién mencionados, permiten estimar recursos de superficie no inferiores a los 300 l/s en todo tiempo que corresponden a la cuenca del Río Collacagua o afluente septentrional del Salar y los cuales fueron observados, entre fines del año 1978 y mes de mayo del año 1979 [\*], en un período de precipitaciones estivales bastante menores que las medias o propias del año 50%. Sin perjuicio, lo anterior, de que la cuenca examinada se desarrolla sobre terrenos muy favorables, en sus primeros 20 m desde la superficie, para infiltraciones de las aguas de precipitaciones y de manera que ocurrirían no menos que otros 300 l/s como aguas subterráneas someras de fácil captación. Además los restantes cauces que entregan al Salar, permitirían la captación total de más o menos 400 l/s adicionales entre aguas de superficie y aguas subterráneas.

Así resulta que la hoya del Salar del Huasco permitiría obtener, en forma permanente, 1.000 l/s que representarían un 43% de la producción potencial total de 2.343 l/s en el año 50%.

Es importante agregar finalmente que en el lapso del 02.01.1981 al 02.05.1991 no fueron publicadas, en el Diario Oficial, solicitudes por derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas en la hoya del Salar del Huasco; pero sí existen, publicadas en el Diario Oficial de las fechas que se indican, las solicitudes siguientes de autorización para explorar aguas subterráneas :

Solicitante	Superficie solicitada	Caudal solicitado	Fecha publicación
Minera Conoco Chile Inc.	5.000 há	100? l/s	01.12.1981
Minera Conoco Chile Inc.	3.000 há	100? l/s	01.12.1981
José Leiva Ordenes	10.000 há	300 l/s	02.05.1988
José Leiva Ordenes	10.000 há	300 l/s	02.05.1988
José Leiva Ordenes	10.000 há	300 l/s	02.05.1988
José Leiva Ordenes	10.000 há	300 l/s	02.05.1988
José Leiva Ordenes	5.800 há	150 l/s	02.05.1988
José Leiva Ordenes	5.000 há	150 l/s	02.05.1988
José Leiva Ordenes	4.200 há	150 l/s	02.05.1988
Daniel Gamboa de Los Santos	10.700 há	250 l/s	01.06.1990
Daniel Gamboa de Los Santos	5.800 há	200 l/s	01.06.1990

[\*] Ver página 1.49 del Volumen I de este informe.

Respecto de las aguas de superficie de la hoya del Salar del Huasco, fueron publicadas, en el Diario Oficial de las fechas que se indican, las solicitudes de derechos de aprovechamiento siguientes :

Solicitante	Caudal solicitado	Fecha publicación
Ex SENDOS	750 l/s	15.01.1986
SOQUIMICH	2.000 l/s	04.04.1988
Eulalia Challapa Moscoso	21,5 l/s	15.04.1988

Dado que la solicitud exploratoria de aguas subterráneas del año 1981, de Minera Conoco Chile Inc., no originó peticiones de derechos de aprovechamiento de las aguas subterráneas que pudieron haber sido descubiertas con la exploración pertinente, debe suponerse que la solicitud por derechos de aprovechamiento de aguas de superficie publicada por el Ex-SENDOS en 15.01.1986, tiene derechos prioritarios sobre cualesquiera de las otras solicitudes que son todas más nuevas.

Es muy importante que ESSAT S.A, sucesora legal del Ex-SENDOS de la I Región de Tarapacá, defienda los derechos de aprovechamiento de aguas de superficie de la hoya del Salar del Huasco que pidió, por 750 l/s, según publicación en el Diario Oficial de fecha que es anterior a toda otra solicitud por derechos de aprovechamiento, de aguas superficiales y/o subterráneas, publicadas en el Diario Oficial desde el año 1981 en adelante.

Las aguas del Salar del Huasco constituyen, en la opinión del Consultor INYGE, la más atractiva alternativa para solucionar definitivamente y por lo menos durante un período no inferior a 50 años, los problemas graves que pueden originar de repente, por excesos objetables de sus constituyentes químicos, las aguas de Canchones.

La hoya del Río Cancosa tiene disminuido su atractivo, como fuente de recursos potenciales, por el hecho de que es un cauce binacional; con sus cabeceras en territorio de Chile y entrega final a territorio de Bolivia. La producción potencial de esta hoya es de 1.440 l/s para el año de la probabilidad 50%; pero la porción principal de ella se reúne hacia la parte inferior de la misma, esto es cerca del límite fronterizo oriental, de manera que las alternativas de traspasar recursos hacia la Vertiente Pacífica se pueden estimar, anticipadamente, de altísimo costo si se pretende que dichos traspasos sean de caudales relativamente importantes o de no menos que unos 300 l/s. Por otra parte existen, en la hoya del Río Cancosa, varias solicitudes de derechos de aprovechamiento de sus recursos de agua superficiales y de modo que puede concluirse lo siguiente :

Los recursos de aguas principales de la hoya del Río Cancosa, los cuales equivaldrían a una producción potencial total de 1440 l/s, se reúnen cerca del límite fronterizo con la República de Bolivia y muy lejos de las divisorias hidrográficas que deberían cruzarse para traspasar esos recursos a la Vertiente Pacífica. De manera que en la práctica la citada hoya, cuyas aguas entregan finalmente al territorio de Bolivia, no es alternativa viable como fuente de nuevos recursos para mejorar los abastecimientos actuales y futuros del agua potable de Iquique; aunque sí es favorable para el abastecimiento de prospectos mineros situados en o cerca del Río Cancosa.

La hoya del Salar de Coposa es muy similar con la hoya del Salar del Huasco y también presenta, en una producción potencial total de 1.431 l/s, aguas de buena calidad para empleos potables conforme con muestreos y análisis químicos, del Consultor INYGE, proporcionados en DGA (08.1979, ob.cit).

Sin perjuicio de que se aprecia bastante atractiva la posibilidad de traspasar parte importante de sus aguas de mejor calidad al sistema de la Quebrada de Chacarilla de la Vertiente Pacífica, u hoya H28.6 de los planos del presente informe, tal alternativa no es factible en razón de que tales aguas están protegidas legalmente, por empresas mineras, tanto en lo relativo a las aguas de superficie como subterráneas; estas últimas alumbradas con numerosos pozos exploratorios profundos ejecutados, a costo de inversiones muy importantes, por las mismas empresas.

La hoya del Río Parajalla, o Río Todos Los Santos, la cual se encuentra en el límite extremo oriental de las provincias de Iquique al sur y de Parinacota al norte, tiene un potencial de producción de 1.010 l/s para el año de la probabilidad 50% en aguas que son, en más o menos un tercio del caudal indicado de buena calidad para empleos potables. Por su muy distante ubicación respecto de los centros poblados mayores de Arica e Iquique, la hoya del Río Parajalla no constituye alternativa viable para el mejoramiento de los abastecimientos potables de la I Región; puede en todo caso ser considerada en proyectos agrícolas, en la hoya de la Quebrada de Camiña y/o en la hoya del Río Camarones, aunque el eventual traspaso de sus aguas hacia una u otra de tales hoyas sería de excesivo alto costo y además limitado por el hecho de que el Río Parajalla o Todos Los Santos descarga finalmente sus aguas al territorio de la República de Bolivia.

La hoya del Río Isluga, la cual descarga finalmente sus aguas al territorio de Bolivia, es de envergadura grande en el territorio de Chile donde reúne un potencial de producción de nada menos que 6.179 l/s. Tiene dos ríos principales el Río Isluga en la porción noroccidental y el Río Cariquima en la zona oriental de la hoya; el primero con aguas de superficie de calidad aceptable en usos potables y no potables; mientras que el segundo es de aguas deficiente a muy mala calidad por excesos en arsénico, sulfatos y cloruros entre otros. De acuerdo, lo anterior, con muestreos y análisis químicos del Consultor INYGE que figuran en DGA (08.1979, ob.cit). Pero las aguas del Río Isluga sustentan a una población altiplánica que es importante y sostienen también campos de pastoreos, para llamas y ovejas y asnos, al igual que superficies de cultivos que han sido mantenidos desde tiempos inmemoriales; de modo que por todas estas razones, no pueden extraerse las aguas del Río Isluga que son las únicas de calidad aceptable en la hoya pertinente.

La hoya del Salar de Pintados, cuya superficie total es de 14.233 km<sup>2</sup> y que tendría una producción potencial total de 5.842 l/s en el año de la probabilidad 50%, es de extraordinaria importancia por el intenso uso de dicha producción potencial en los abastecimientos potables, agrícolas y mineros de la Provincia de Iquique; de modo que se analiza, con mucho mayor detalle que las hoyas restantes de la provincia, en el capítulo siguiente del presente Volumen 3 del estudio.

La hoya del Río Loa en la Provincia de Iquique, constituida principalmente por las de las quebradas de Guatacondo y de Maní, es interesante por la posible existencia, dentro de ella, entre las curvas topográficas aproximadas de los 1.200 y los 2.500 m, de expectativas para la ocurrencia de acuíferos confinados profundos que podrían ser con aguas de buena calidad para usos potables.

### 3.3 RECURSOS DE AGUAS HOYA SALAR DE PINTADOS Y PAMPA DEL TAMARUGAL

#### 3.3.1 Identificación de las hoyas parciales y sus balances hídricos estimados

##### Identificación de las hoyas principales

Tal como está señalado en los planos de este informe relativos a la Provincia de Iquique, se distinguen y diferencian, dentro de la hoya global del Salar de Pintados, las hoyas parciales que se señalan en lo que sigue, con indicación de sus superficies hidrográficas y de sus potenciales de producciones totales en el año 50% :

Hoya parcial [*]	Superficie	PPtotal año 50%
H28.1 Qda. de Aroma	2.753 km <sup>2</sup>	1.520 l/s
H28.2 Qda. de Tarapacá	1.784 km <sup>2</sup>	1.849 l/s
H28.3 Qda. de Parca	1.195 km <sup>2</sup>	414 l/s
H28.4 Qda. de Sagasca	905 km <sup>2</sup>	440 l/s
H28.5 Qda. de Tasma (Pica)	1.238 km <sup>2</sup>	280 l/s
H28.6 Qda. de Infiernillo (Chacarilla)	2.162 km <sup>2</sup>	1.334 l/s
H28.7 Resto	4.196 km <sup>2</sup>	0 l/s
Totales	14.233 km <sup>2</sup>	5.837 l/s

[\*] Desde el norte al sur y considerando, las de las quebradas que avanzan desde el este, en forma de agrupaciones de quebradas contiguas o colindantes y con término de la hoya pertinente en la curva topográfica de los 1.200 m.

BALANCES HIDRICOS ESTIMADOS EN EL AÑO DE LA PROBABILIDAD 50%		
Hoya Quebrada de Aroma Producción potencial total Consumos agrícolas Extracciones subterráneas en la Pampa Otros consumos Total consumos Total excedentes potenciales	164 l/s [*] 75 l/s [**] 75 l/s [***] 314 l/s	1.520 l/s 314 l/s +1.206 l/s
Hoya Quebrada de Tarapacá Producción potencial total Consumos agrícolas Extracciones subterráneas en la Pampa Otros consumos Total consumos Total excedentes potenciales	428 l/s [*] 93 l/s [**] 93 l/s [***] 614 l/s	1.849 l/s 614 l/s +1.235 l/s
Hoya Quebrada de Parca Producción potencial total Consumos agrícolas Extracciones subterráneas en la Pampa Otros consumos Total consumos Total excedentes potenciales	30 l/s [*] 21 l/s [**] 21 l/s [***] 72 l/s	414 l/s 72 l/s + 342 l/s
Hoya Quebrada de Sagasca Producción potencial total Consumos agrícolas Extracciones subterráneas en la Pampa Otros consumos Total consumos Total excedentes potenciales	45 l/s [*] 105 l/s [***a] 22 l/s [***] 162 l/s	440 l/s 162 l/s + 278 l/s
Hoya Quebrada de Tasma (Pica) Producción potencial total Consumos agrícolas Extracciones subterráneas para agua potable Otros consumos Total consumos Total sobreexplotación	54 l/s [*] 800 l/s [***b] 60 l/s [***] 914 l/s	280 l/s 914 l/s - 634 l/s
Hoya Quebrada de Infiernillo Producción potencial total Consumos agrícolas Extracciones subterráneas en la Pampa Otros consumos Total consumos Total excedentes potenciales	1 l/s 67 l/s 67 l/s 135 l/s	1.334 l/s 135 l/s 1.199 l/s

[\*] Considerando una tasa de 0,6 l/s/há.

[\*\*] Supuesto una extracción equivalente al 5% de la producción potencial.

[\*\*\*a] De más que un 5% de la producción potencial total, en el caso de la hoya de la quebrada de Sagasca, por extracciones para el Mineral de la Cascada (Sagasca) y para abastecimientos potables de Huara.

[\*\*\*b] Incluyendo especialmente las extracciones en Canchones y en Chintaguay.

[\*\*\*] Tales cuales evapotranspiraciones desde cubiertas vegetacionales naturales y pérdidas diversas en el manejo de las aguas de riegos, como también consumos para la bebida de seres humanos y animales.

De acuerdo con todo lo anterior la producción potencial total de la hoya del Salar de Pintados, estimada en 5.842 l/s para el año de la probabilidad 50%, es consumida en los rubros que ahora se reseñan :

Producción potencial año 50 %		5.842 l/s
Consumos agrícolas	722 l/s	
Consumos potables	800 l/s	
Otros consumos menores	338 l/s	
<hr/>		
Subtotal consumos	1.860 l/s	

Pero a lo anterior deben agregarse los siguientes consumos adicionales importantes :

- Por evaporaciones globales
- De las precipitaciones
- De los escurrimientos de superficie

Subtotal global estimado en 10% de la producción potencial total	584 l/s
--	---------

Por evaporaciones desde el Salar de Pintados incluido el Salar de Bellavista	
- Superficie Salar	385 km <sup>2</sup> = 38.500 hás
- Tasa de evaporación estimada	0,025 l/s/há
Evaporación Salar	963 l/s

Por consumos evapotranspirativos de tamarugos	
- Superficie con tamarugos	20.000 hás
- Tasa de consumo	0,05 l/s/há [*]
- Subtotal consumos	1.000 l/s

De modo que los consumos totales equivalen actualmente a :

Subtotal consumos agrícolas, potables y mineros	1.860 l/s
Subtotal evaporaciones de precipitaciones y escurrimientos	584 l/s
Subtotal evaporación Salar de Pintados-Bellavista	963 l/s
Subtotal evapotranspirativos plantaciones de tamarugos	1.000 l/s
<hr/>	
Total consumos	4.407 l/s

[\*] Supuesta una tasa real mayor que lo supuesto de 0,03 l/s/hás en DGA (08.1979, ob.cit), en razón del mayor desarrollo que tienen ahora los árboles considerados en aquel entonces.

De acuerdo con lo anterior en la Pampa del Tamarugal existirían, para el año 50%, recargas de renovación de 5.482 l/s y consumos totales en el rango de los 4.407 l/s; de manera que se tendría un excedente aparente de 1.075 l/s que estaría constituido esencialmente por aguas subterráneas, de la cubeta correspondiente a la Pampa del Tamarugal, las cuales fluyen desde el norte al sur y desde el noreste al suroeste; almacenándose finalmente en la zona del Salar de Pintados donde sólo pueden descargarse por extracciones artificiales y descargas eveporativas.

Pero hasta Canchones no penetran los excedentes de aguas de la hoya de la Quebrada Infiernillo o Chacarilla que lo hacen al sur o aguas abajo; de modo que el balance hídrico en Canchones es :

Excedente aparente	1.075 l/s
Menos excedente aguas hoya Qda.Infiernillo o Chacarilla	1.199 l/s
<hr/>	
Déficit en área de Canchones	124 l/s



### 3.3.2 Balance hídrico en Canchones y sus reservas de aguas fósiles

Tal como fue estimado en el punto anterior el déficit entre las recargas de renovación y los consumos y/o descargas, en el año de la probabilidad 50%, es de 124 l/s en la zona de Canchones.

Pero es lícito pensar que de las aguas de las recargas de renovación que fluyen desde el norte hacia el sur, a través de la ancha sección de la Pampa del Tamarugal que pasa por Canchones, una parte no alcanza a ser captada por los pozos concentrados en el Recinto de Canchones y de manera que el déficit real, en el recinto de referencia, puede estimarse no menor que 3 veces lo anteriormente indicado y esto es de unos 400 l/s.

El déficit o sobreexplotación recién señalado es a costa de los recursos de aguas fósiles que existen en la Pampa del Tamarugal y de modo que, al tenor del fuerte descenso experimentado en el área de Canchones por la superficie equipotencial de las aguas subterráneas locales, el cual ha sido de más o menos 1 metro por año en el transcurso de los últimos 25 años, debe suponerse que las reservas de dichas aguas fósiles son bastante menos voluminosas que lo postulado en evaluaciones de años recientes.

Es probable que la cuantía de las reservas de aguas fósiles de la Pampa del Tamarugal sea cercana a lo indicado por el Consultor INYGE en DGA (08.1979, ob.cit) o de más o menos  $500 \times 10^9$  m<sup>3</sup>; esto es un volumen que se agotaría en menos que 50 años con las actuales extracciones.

### 3.4 RECURSOS DE AGUAS SUBTERRANEAS EN PICA Y CUENCAS SIMILARES

#### 3.4.1 Caracterización de la cuenca y sus acuíferos

La aquí llamada Cuenca de Pica, marcada sobre el Plano 1b de Referencias Generales de este informe, se desarrolla inmediatamente al este de la eventual línea de fallamiento que pasa por Sagasca-Cerro Longacho-Matilla-Puquio Nuñez-Cerros de Challacollo y se extiende por unos 30 km al oriente de dicha línea; mientras, en su eje norte-sur, alcanza más o menos 90 km de largo.

Corresponde a una cubeta neta de depresión que mantiene en su interior, desde tiempos preincásicos, aguas subterráneas sometidas a presiones de artesianismo y alumbramientos de vertientes de tales aguas como las muy famosas de Pica y Chintaguay, cuyos caudales de producción y niveles piezométricos prácticamente no han variado desde por lo menos la Epoca de la Conquista Española.

Los acuíferos artesianos de referencia están contenidos en la Formación Altos de Pica que este texto considera acumulada principalmente en el Terciario y que se apoya directamente encima del Basamento Mesozoico impermeable mientras, su techo, es corrientemente la actual superficie de denudación o bien una cubierta de sedimentos cuaternarios con potencia máxima, cuando aparece, de hasta 30 m.

Los acuíferos de la Cuenca de Pica son fundamentalmente confinados, están sometidos a presiones de tipo artesianas y éstas son importantes de acuerdo al hecho de que alumbran, donde existen vertientes naturales, a cotas comprendidas aproximadamente entre los 1.200 y 1.450 m.s.n.m o de hasta más de 400 m por encima de las superficies equipotenciales de las aguas subterráneas de los sectores de Esmeralda y Canchones, entre otros, de la Pampa del Tamarugal.

Interesa agregar que las aguas artesianas alumbradas en Pica han mantenido, desde tiempos muy antiguos, sus niveles piezométricos semejantes a los actuales; como también han conservado, prácticamente sin variaciones, las producciones totales que equivalen a unos 150 l/s y las temperaturas comprendidas entre los 25-35 °C y en general poco superiores a 30 °C en promedio.

#### 3.4.2 Cuencas similares a la de Pica

Tal como se aprecia en el Plano 1b de las Referencias Generales correspondientes a la Provincia de Iquique, existe una serie de cuencas cenozoicas cuyas condiciones de drenajes en el Terciario permitieron el desarrollo potencial de acuíferos confinados, en algunos casos artesianos, semejantes a los que han sido reconocidos y alumbrados en Pica.

Entre las cuencas de referencia son particularmente interesantes, por sus potenciales expectativas, las de Chacarilla y Guatacondo al sur de Pica y la de Mamíña al norte.

### 3.5 PROGRAMA DE PROSPECCION DE NUEVAS FUENTES

#### 3.5.1 Pampa del Tamarugal

Debe prospectarse, antes de la ejecución de los nuevos pozos que el Consultor recomienda construir y habilitar al este y/o noreste desde Canchones, para mejorar el suministro y la calidad de las aguas del abastecimiento actual de Iquique, la zona de Canchones conforme al programa siguiente :

- Ejecución de una corrida de muestreos de aguas, de los pozos del Recinto ESSAT S.A. en Canchones y de los pozos disponibles para dicho muestreo situados al este, al noreste y al sureste de tal recinto, para la realización en un Laboratorio Nacional de carácter arbitral de los correspondientes análisis químicos con determinación, en especial, de pH, total de sólidos disueltos, sulfatos, cloruros, arsénico, hierro y manganeso, boro, litio y flúor, magnesio, calcio y sodio.

- Ejecución de sondeos geoelectrónicos con un total de 50 sondajes; 20 con alcance hasta una profundidad de 150 m, 20 con profundidad de 120 m y 10 con profundidad de 100 m.

La prospección recién señalada con el presupuesto y el plazo estimativo que ahora se indica.

PRESUPUESTO ESTIMADO				
ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNIDAD (\$)	V. TOTAL (\$)
Muestreos y análisis aguas	Set	25	60.000	1.500.000
Sondeos geoelectrónicos	Sondeo	50	150.000	7.500.000
Subtotal				9.000.000
Más supervisión e Inspección Técnica del Consultor (30%)				2.700.000
				11.700.000
Más utilidades e impuestos		(20%)		2.340.000
Gran total prospección Zona de Canchones				14.040.000

En moneda nacional del mes de junio del año 1991 y equivalente a US\$ 41.294 según US\$/1 = \$ 340.

#### Plazo estimado

Término de la prospección de terreno	4 meses
Entrega del informe final de la Inspección Técnica del Consultor	2 meses
<hr/>	
Plazo total	6 meses

### 3.5.2 Salar del Huasco

- Aforos sistemáticos cada 30 días, durante un año, para la determinación de los gastos mensuales en sendas secciones de los tres principales cauces que entregan al Salar del Huasco.
- Toma de muestras de agua, en la oportunidad de cada aforo, y análisis físico químico completo de ellas; incluyendo especialmente pH, total de sólidos disueltos, sulfatos, cloruros, arsénico, boro, litio, hierro y manganeso, magnesio, calcio, sodio y flúor.
- Ejecución de 50 sondeos geoelectrónicos de hasta 50 m de hondura.
- Ejecución de zanjas para el reconocimiento de aguas subterráneas someras, con total de 500 m de zanjas.

PRESUPUESTO ESTIMADO				
ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	V.UNIDAD (\$)	V.TOTAL (\$)
Aforos	Aforo	40	200.000	8.000.000
Muestreos y análisis aguas	Set	40	80.000	3.200.000
Sondeos geoelectrónicos	Sondeo	50	100.000	5.000.000
Zanjas	m	500	10.000	5.000.000
Subtotal				21.200.000
Más supervisión e Inspección Técnica del Consultor (30%)				6.360.000
				27.560.000
Más utilidades e impuestos (20%)				5.512.000
Gran total prospección Salar del Huasco				33.072.000

En moneda nacional del mes de junio del año 1991 y equivalente a US\$ 97.271 según US\$/1 = \$ 340.

#### Plazo estimado

Término de la prospección de terreno	12 meses
Entrega del informe final de la Inspección Técnica del Consultor	4 meses
<hr/>	
Plazo total	16 meses

### 3.5.3 Cuencas de Mamiña-Chacarillas-Guatacondo

Estas cuencas deberían prospectarse, a semejanza de lo realizado por el Consultor INYGE para el estudio DGA (08.1979, ob.cit), mediante exploraciones gravimétricas complementadas con sondeos geoeléctricos de 500 a 1.000 m de profundidad.

La prospección recién señalada tendría el presupuesto y el plazo estimados siguientes :

PRESUPUESTO ESTIMADO				
ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	V.UNIDAD (\$)	V.TOTAL (\$)
Area Mamiña				
Gravimetría	Punto	200	12.000	2.400.000
Sondeos geoeléctricos	Sondeo	10	150.000	1.500.000
Area Chacarilla				
Gravimetría	Punto	200	12.000	2.400.000
Sondeos geoeléctricos	Sondeo	10	150.000	1.500.000
Area Guatacondo				
Gravimetría	Punto	200	12.000	2.400.000
Sondeos geoeléctricos	Sondeo	10	150.000	1.500.000
Subtotal				11.700.000
Más supervisión e Inspección Técnica del Consultor (30%)				3.510.000
				15.210.000
Más utilidades e impuestos (20%)				3.042.000
Gran total prospección Mamiña-Chacarilla-Guatacondo				18.252.000

En moneda nacional del mes de junio del año 1991 y equivalente a US\$ 53.682 según US\$/1 = \$ 340.

#### Plazo estimado

Término de la prospección de terreno	18 meses
Entrega del informe final de la Inspección Técnica del Consultor	6 meses
<hr/>	
Plazo total	24 meses

#### **VOLUMEN 4 ANEXOS :**

- 4.1 Registros pluviométricos y estimaciones de precipitaciones probables
- 4.2 Escorrentías y producciones específicas según relieve y latitud
- 4.3 Datos fluviométricos
- 4.4 Datos hidroquímicos
- 4.5 Catastros de captaciones de aguas subterráneas
- 4.6 Catastro de captaciones de aguas de superficie
- 4.7 Catastro de vertientes
- 4.8 Solicitudes de aprovechamiento y de exploración de aguas subterráneas
- 4.9 Solicitudes de aprovechamiento de aguas superficiales
- 4.10 Superficies estimadas de cultivos en la I Región de Tarapacá
- 4.11 Datos de producciones y de consumos de aguas
- 4.12 Referencias y fichas bibliográficas

---

---

CONTENIDO ANEXO 4.1

---

---

PGS

ANEXO 4.1

1-1

REGISTROS PLUVIOMETRICOS Y ESTIMACIONES DE PRECIPITACIONES PROBABLES

Listado de estaciones con registro de precipitaciones

1-2

Precipitaciones mensuales y anuales de estaciones de  
listado anterior

1-3 /1-32

