

BAÑOS DE APOQUINDO: CARACTERIZACION Y ALTERNATIVAS PARA  
OPTIMIZAR SU APROVECHAMIENTO.

Arturo Hauser Y.  
Geólogo  
1984



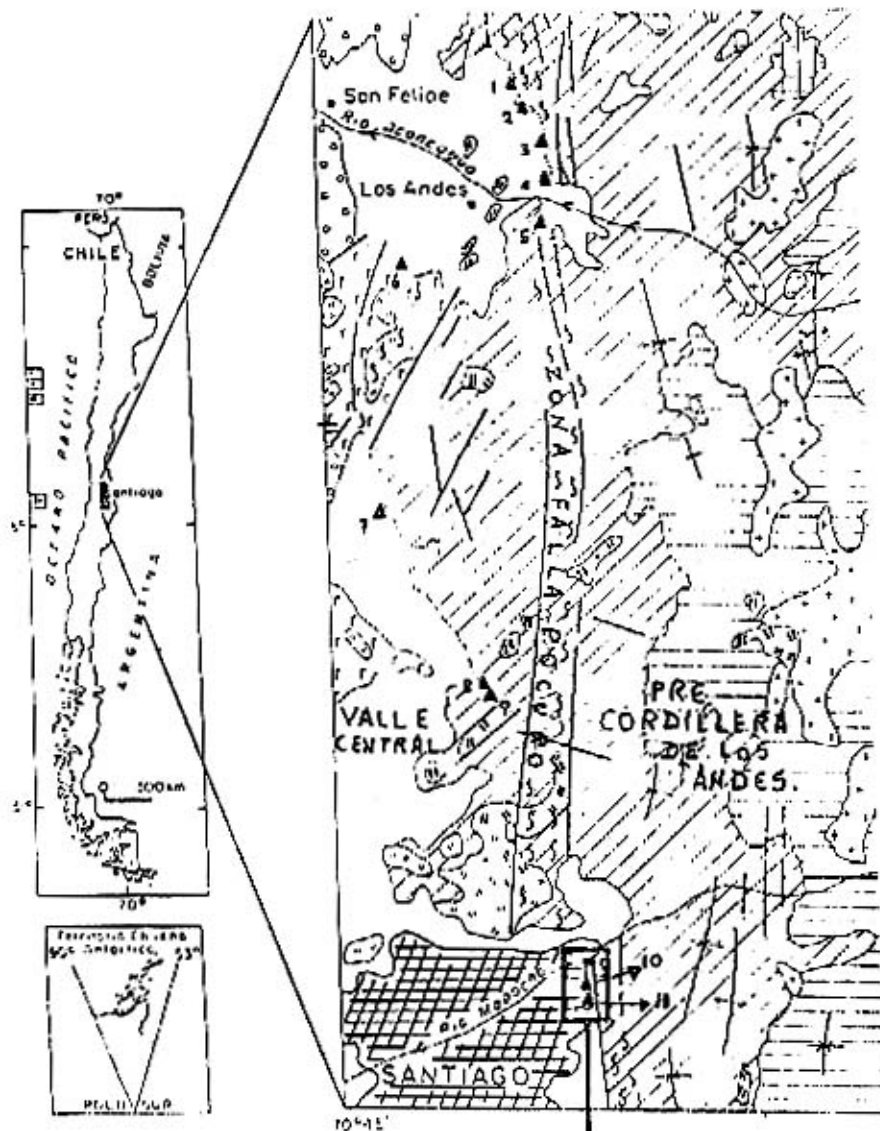
RESUMEN

El estudio proporciona antecedentes hidrogeológicos respecto de una singular, subaprovechada y normalmente desconocida fuente termal chilena: Baños de Apoquindo. Se ubica en la Quebrada Los Almendros, en el extremo S del Cerro Calán, Comuna de Las Cordas, Región Metropolitana. Se dispone de antecedentes referenciales que señalan que los Baños fueron objeto de un activo aprovechamiento entre 1840 y 1942. Dispone de aguas ortotermales, neutras, cloruradas-calco-sódicas; el actual caudal aflorante, a través de un rústico dren, se estima en 3 l/seg. Su favorable ubicación, la calidad química y termalismo de sus aguas constituyen atractivos antecedentes para respaldar posteriores estudios de detalle y/o inversiones destinados a optimizar su actual precario aprovechamiento.

INTRODUCCION

Historicamente en Chile ha existido una estrecha relación entre las denominaciones de las fuentes de aguas minerales y/o termales y la toponimia. El término "baño" desde épocas remotas ha sido utilizado para designar a ciertos lugares o núcleos poblacionales en los cuales se disponía de agua de buen carácter como fármaco o alimento. Numerosos "baños" se ubican a todo lo largo de Chile, especialmente hacia los dominios andinos, aledaños a importantes centros volcánicos. Fueron objeto de intensas explotaciones desde la época colonial hasta aproximadamente la década del 50. Los más concurridos dispusieron de adecuadas instalaciones hoteleras, hacia las cuales acudía importante número de clientes ávidos de someterse a variados tratamientos terapéuticos, para recuperar su salud deteriorada por múltiples males. Con <sup>su</sup>condiciones una atractiva actividad, que a partir de la década del 50 experimentó un paulatino y constante deterioro; numerosas instalaciones fueron cerradas, en otras su concurrencia se vió severamente disminuida, incluyendo <sup>su</sup>reorientación hacia otras actividades.

FIG. 1. Mapa de ubicación y marco geológico regional.



LEYENDA

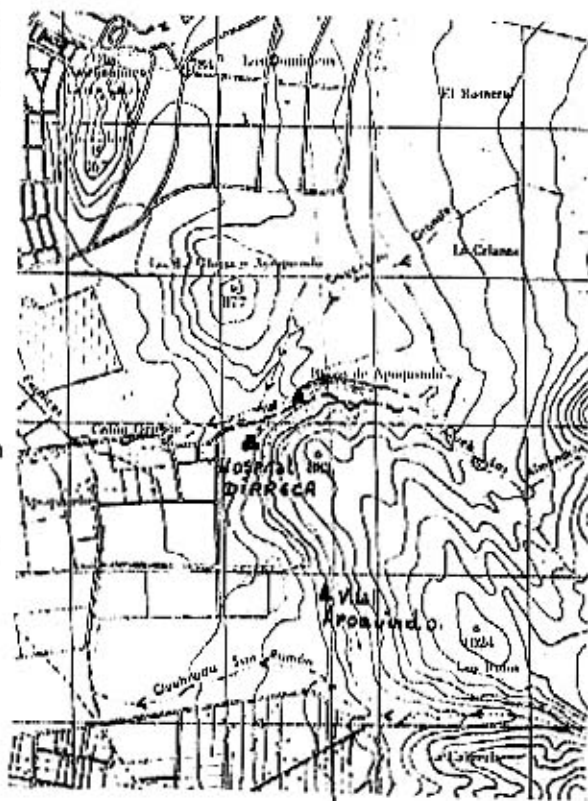
- Cretácico Inferior a Superior
- Cretácico Superior
- Cretácico Superior-Paleógeno
- Mioceno-Plioceno
- Cuaternario
- Granitoides Mioceno
- Intrusivos hipabisales (Mioceno)
- Alteración hidrotermal
- Sinclinales y anticlinales
- Fallas
- ZPF: Zona de Falla Pucuro

Adaptado de Padilla et al (1985)

5 0 5 10 km

Fuentes termales y baños

- |                     |    |                      |
|---------------------|----|----------------------|
| Baños de El Parrón  | 2  | Termas de Jahuel     |
| Baños de La Higuera | 4  | Termas de El Corazón |
| Baños de La Totorá  | 6  | Baños de Aucó        |
| Baños de Chacabuco  | 8  | Termas de Colina     |
| Baños de Meulén     | 10 | Baños de Apoquindo   |
| 11                  |    | Agua Vital Apoquindo |



0.5 1.5  
0.0 1.0 2.0 Km.

*Estas*  
~~Las~~ circunstancias ~~descritas~~ *restaurar* al ~~restaurar~~ interés comercial a un gran número de fuentes termales y/o minerales *lo que* se tradujo en la virtual desaparición de muchas de ellas. Aquellas situadas en torno a zonas urbanas lejos de cobrar importancia en respuesta a agresivos planes de desarrollo con una intensa ocupación de terrenos, terminaron por sucumbir en el semiabandono o la subexplotación.

Especial mención merecen las fuentes de Apoquindo, por su sorprendente ubicación geográfica, prácticamente incorporada al casco urbano de Santiago.

Varias referencias bibliográficas señalan *sus características* importancia entre 1850 y 1950: Torneró (1872), Domeyko (1881), Darapsky (1890), Risopatrón (1924) y De Grys (1965).

El autor intenta a través de este breve estudio, rescatar los olvidados conocimientos técnicos de esta singular fuente; su análisis y complementación con investigaciones respecto de su actual comportamiento, podrían contribuir a poner en marcha proyectos destinados a optimizar el aprovechamiento de este importante recurso hidrotermal.

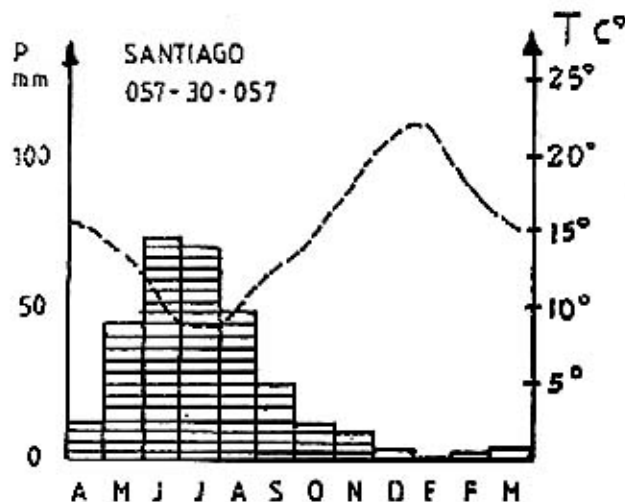
## LOCALIZACION

Los Baños de Apoquindo se ubican en la Comuna de Las Condes, al oriente de Santiago, sobre el eje del punto de confluencia de la Quebrada Grande y Los Almendros, hacia la cota 775 m.s.n.m, entre los cerros La Gloria o Apoquindo, y Los Rulos, (Fig. 1). Al lugar se accede desde el occidente por calle Colón Oriente. Las Fuentes se insertan en un relieve de lomas, suaves, en un predio que en la actualidad pertenece a la Dirección de Previsión de Carabineros de Chile (DIPRECAR); contiguo a los Baños, dicha institución posee un pequeño recinto recreacional que incluye una piscina que utiliza, sus aguas. Un moderno hospital de reciente construcción ocupa el costado occidental del predio, inmediatamente al sur de la fuente.

Exactamente 1.5 km. al S de los Baños de Apoquindo, aún es posible reconocer restos de las primitivas captaciones e instalaciones desde las cuales se extraía y procesaba el "Agua Mineral Vital de Apoquindo", (Fig. 1), *esta* fue desmantelada hacia el año 1950, aproximadamente.

## CLIMATOLOGIA

La Fig. 2 presenta un gráfico de variación de la temperatura mensual e histograma de precipitación mensual, para la Estación Quinta Normal de Santiago (057-30-057). *parte de*



En IGM (Tomo XI, p. 118, 1985) se indica para la Estación Cerro Calán, muy proxima al sitio materia del estudio, una temperatura media anual de 16.0° C; para Pirque 13,5° C y Tobalaba 14,3° C. En IPLA-DGA (1983) se asigna una temperatura media anual de 16.4° C en la Estación Cerro Calán y 13.7° C en Tobalaba.

### MARCO GEOLOGICO Y ESTRUCTURAL

El marco geológico del sector de acuerdo con Padilla (1985) (Fig. 2) está conformado predominantemente por rocas volcánico-clásticas incluidas en la formación Abanico de edad ~~fini~~ <sup>intermedia</sup> cretácica-oligocena; <sup>estas</sup> integran gran parte del borde preandino al Oriente de Santiago, participando del cordón de San Ramón, cuya cima culmina hacia los 3249 msnm. La secuencia se dispone de acuerdo con un rumbo regional Norte, con variadas inclinaciones al Este y queda cubierto por extensos conos piedemontanos que se desarrollan hacia el occidente, a partir de las empinadas laderas andinas, los cuales se diseminan sobre la extensa llanura fluvial de Santiago.

*este* *al igual que lo fue* *La zona Central*  
 En <sup>este</sup> ~~el~~ <sup>territorio</sup> ~~sector~~ <sup>tal cual</sup> ocurre en gran parte de ~~nuestro~~ <sup>el país,</sup> territorio, la ~~frontera~~ <sup>frontera</sup> Valle Central-Borde Preandino responde ~~a un~~ <sup>al igual que lo fue</sup> a un modelo controlado por una importante zona de falla. Carter ~~et al~~ <sup>et al</sup> (1965) siguiendo las ideas de Bruggen (1950) identifica ~~dicho~~ <sup>esta</sup> rasgo estructural como "Zona de Falla Pocuro" (ZFP) <sup>esta zona de falla</sup> ~~que~~ <sup>asimila el</sup> Valle Central ~~a~~ <sup>como</sup> una depresión ~~del tipo graben,~~ <sup>esta zona de falla</sup> cuyo margen oriental está controlado por ~~la ZFP que se identifica por una~~ <sup>esta zona de falla</sup> franja de unos pocos metros a varios cientos de metros de ancho integrada por fallas ~~rectilíneas,~~ <sup>rectilíneas,</sup> subparalelas, verticales que desarrollan zonas de rocas ~~multicolores~~ <sup>multicolores</sup> ~~intensamente~~ <sup>intensamente</sup> tectonizadas, cuyos mayores desplazamientos se habrían registrado hacia el Terciario (Carter ~~et al~~ <sup>et al</sup> op cit).

A partir del Pleistoceno <sup>esta depresión tectónica había sido</sup> ~~la zona fue~~ objeto de importante relleno sedimentario; prevaleció la depositación asociada a procesos fluviales (gravas y gravas arenosas) en su



segmento medio y oriental. Hacia su margen occidental, en cambio, condiciones de drenaje restringido determinaron la formación de potentes depósitos finos, vinculados a ambientes lagunares a pseudolagunares: limos y arcillas, especialmente. Las rocas locales se observan recorridas por densos sistemas de fracturamiento; en superficie, denotan importante alteración, adquiriendo variadas tonalidades, blandas, terrosas, con consistencia de suelos. Los materiales sedimentarios cuaternarios supragacientes (coluviales, fluviales y fluvio aluvionales, indiferenciados), integrados por gravas, gravas arenosas y arenas, con frecuente niveles arcillosos, se observan disectados por abundantes fracturas rellenas con calcita pulverulenta blanquecina, ésta, también participa como elemento cementante, desarrollando eflorescencias salinas en la mayoría de los cortes con materiales granulares; signo irrecusable que en todo el sector dominan condiciones hidrotermales activas.

### RESEÑA HISTORICA DE LOS BAÑOS

#### Sobre los Baños de Apoquindo (1872)

Las referencias más antiguas corresponden a Tornero <sup>top</sup> ~~cit~~ quien describe el sitio en que afloran las aguas termales a partir de cuatro fuentes o manantiales: de la Cañita, del Litre, de la Piedra y del Hierro. Las tres primeras eran objeto de captaciones y almacenamiento para alimentación de baños y bebida. Caracteriza sus aguas y describe sus bondades terapéuticas.

Darapsky <sup>(1890)</sup> ~~op cit~~ y Domeyko <sup>(in Darapsky)</sup> ~~op cit~~ proporcionan la mejor caracterización de los <sup>aguas</sup> baños, incluyendo valores de temperaturas, caudales y análisis hidroquímicos.

Finalmente, De Gruy (1965) en un completo estudio sobre las aguas de fuentes termales chilenas, entrega algunos antecedentes respecto de los Baños de Apoquindo (Tabla 1).

<sup>aunque</sup> Hacia mediados del siglo pasado, el sitio contaba con un cómodo, ~~el~~ <sup>un</sup> modesto hotel y atractivos jardines. Pese a su inmejorable localización geográfica, los Baños de Apoquindo nunca <sup>en ejemplos,</sup> ~~compitieron~~ con los de Cauquenes (aún en actividad al <sup>en</sup> Oriente de Rancagua)  <sup>a</sup> su poca termalidad Darapsky (p. 134, ~~op cit~~) con <sup>agua</sup> mucha gracia señala respecto de su proximidad a la capita que: "... a pocos gusta fijar por largo tiempo su residencia a dos casas de su hogar, cuando enfermos y menos cuando sólo buscan diversión y mudanza...", razonamiento que trasladado en el tiempo aún cobra vigencia.

Las primitivas instalaciones, incluyendo el hotel, estuvieron en funcionamiento hasta alrededor de 1945. En ese momento, el precario estado de las edificaciones (a base de adobe) obligó a su demolición; el paso del tiempo y los severos daños inducidos por numerosos sismos resultaron determinantes para provocar su progresivo deterioro. Transcurridos 42 años

desde aquella época, sucesivos cambios de propietarios y el importante desarrollo urbano del sector oriente de Santiago, restaron todo atractivo balneológico al lugar; pese a ello, aún es posible identificar restos de las primitivas fundaciones del hotel.

Las actuales captaciones de las aguas termales se <sup>sean</sup> materializan mediante una antigua obra que incluye un rústico dren dispuesto N-S y normal al eje de la quebrada Los Almendros, Foto 1. La estructura, provista de techo y con una superficie cercana a los 40 m<sup>2</sup>, albergaba hacia comienzos de siglo a los primitivos "baños". En su extremo S, el agua aflora a través de grietas en la roca; mientras que en su extremo N, el agua brota a través de materiales granulares; gravas y gravas arenosas, que participan del relleno de la quebrada. Estas vertientes, se supone, corresponderían a las denominadas "Aguas de las Piedras" y "Aguas ~~de El~~ Litre", respectivamente, Darapsky ~~(1890)~~.

del

(1890)

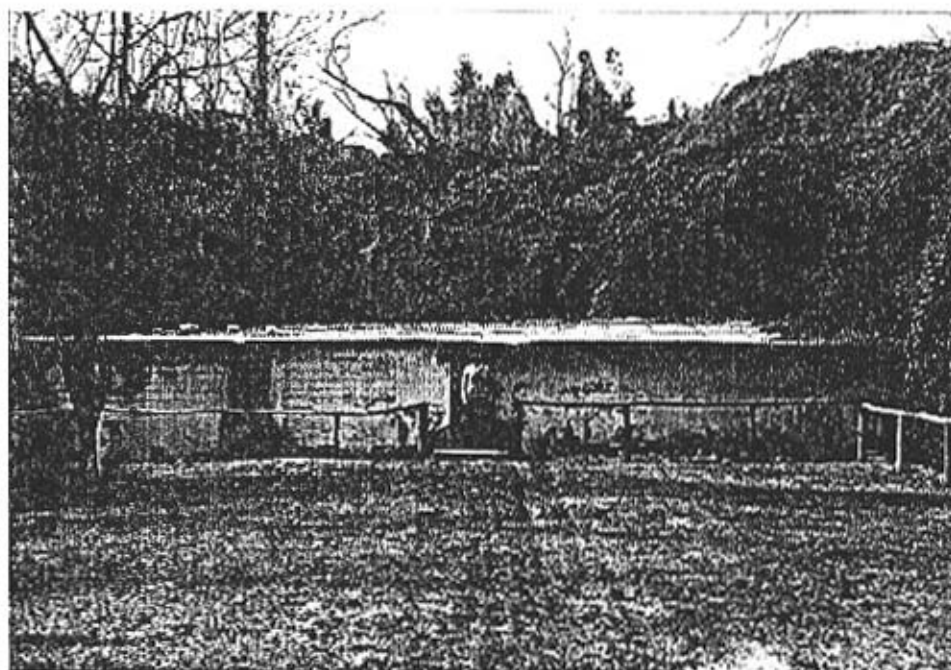


Foto 1.

Dren cubierto correspondientes a la actuales captaciones de las aguas termales de los Baños de Apoquindo.

## CONCEPTOS PREVIOS

Se entiende por agua termal aquella <sup>11</sup> asociada a geysers o bien vertientes cuyas temperaturas de afloramiento se sitúan claramente sobre la temperatura media anual del aire en el lugar (AGI, 1980).

Se define como aguas mineromedicinales, aquellas que poseen propiedades terapéuticas reconocidas, verificadas o informadas por un organismo oficial de salud pública; son consideradas entre los fármacos naturales, pese a que en oportunidades sus concentraciones químicas y propiedades físicas sobrepasan en exceso las tolerancias normales en color, sabor u olor.

Se entiende por aguas potables de mesa aquellas de origen natural que poseen condiciones de potabilidad fijadas en las normas correspondientes de los organismos oficiales encargados del control de alimentos; son objeto de procesamiento y envasado, al pie de su fuente, sin alterar su composición (excepcionalmente pueden incorporar gas carbónico para mejorar su sabor).

Las aguas minerales son aquellas que poseen concentraciones anormalmente elevadas de sustancias químicas minerales disueltas, si la característica anómala es además temperatura media alta, se tienen las aguas termominerales.

El gradiente geotérmico se define como la profundidad que debe alcanzarse para que la temperatura media aumente  $1^{\circ}\text{C}$ , es variable en una misma vertical, por lo menos en los primeros kms de la corteza terrestre. El valor promedio es de alrededor de 33 m, pero puede variar entre 20 y 40 m, en la mayoría de los casos. Estas variaciones dependen del espesor de la corteza terrestre en cada punto. Los valores menores se registran en depresiones con grandes espesores de sedimentos, mientras que los mayores, en torno a zonas de fracturas o grandes fallas, regionales, y en forma localizada en zonas vinculadas a actividad volcánica reciente.

## CARACTERISTICAS DE LAS AGUAS TERMALES DE APOQUINDO

### Temperatura

Darapsky (p.130, ~~op. cit.~~) <sup>(1890, p.130)</sup> proporciona valores de temperaturas para los Baños de Apoquindo de acuerdo con determinaciones efectuadas en el mes de Julio entre los años 1848 y 1865. *Estos son los siguientes:*

MES	AÑO	TEMPERATURAS C FUENTES			
		Cañita	Piedra	Litre	Hierro
Julio	1848	23.1°	-----	-----	-----
Julio	1864	23.5°	-----	23.5°	22.0°
Julio	1865	23.1°	17.7°	23.3°	19.5°

Los valores identifican temperaturas bastante constantes en el tiempo.

De Grys (p.418, 1965) midió una temperatura de 22°C en las vertientes de Apoquindo.

El autor efectuó medidas en varios puntos de las actuales captaciones, con un promedio de 21° C, (el día 18 de agosto, cuando la temperatura ambiente era de 12° C).

La comparación de <sup>estos</sup> valores permite establecer que las temperaturas de las fuentes han experimentado escasas variaciones en los últimos 139 años. Los leves descensos registrados (1° a 2° C), deben ser atribuidos a efectos de "contaminación por aguas frías" provenientes de percolaciones subterráneas aportadas por la hoya de la quebrada Los Almendros, cuya cabecera se ubica hacia la cota 2800 m.s.n.m, en los faldeos occidentales del cordón de S. Ramón. ~~Importa~~ <sup>Debe</sup> mencionar que las medidas de temperaturas se efectuaron en un momento en que dicha quebrada poseía un alto caudal de escurrimiento, en respuesta a un intenso periodo de precipitación pluvial (9 de julio al 13 de agosto de 1987). El material granular que rellena el piso de la quebrada favorece la infiltración, acumulación y movilización del agua percolada.

### HIDROQUIMICA

Aguas de la

Aguas del

Las fue

A objeto de caracterizar la hidroquímica de las aguas de Los Baños de Apoquindo, se tomaron dos muestras de cada una de las fuentes (Las Piedras y El Litre) <sup>analizadas</sup> fueron ensayadas en el Laboratorio Químico del SERNAGEOMIN (Septiembre de 1987). Los respectivos resultados se presentan en la Tabla 1, que incluyen para los fines de establecer correlaciones y comparaciones, valores provenientes de algunas aguas termales y minerales chilenas y extranjeras.



TABLA I  
 HIDROQUÍMICA DE FUENTES TERMALES Y MINERALES APOQUINDO,  
 CHILENAS Y EXTRANJERAS  
 (Valores expresados en ppm)

	A P O Q U I N D O					BARROS DEL CORAZÓN (MILAGRO)
	FUENTE LAS PIEDRAS	FUENTE EL LITRE	FUENTES APOQUINDO	FUENTE LAS PIEDRAS 2)	FUENTE EL LITRE 2)	
Temperatura C°	21°	22°				21.5°
pH a C°	7.10 a 17'	7.10 a 17'	7.12			6.8 a 20'
Conductividad umhos/cm						1200
Anhidrido carbónico dis(CO <sub>2</sub> ) ppm.	10	18				
Dureza carbonatosa ppm.	90	100				
Dureza no carbonatosa ppm.	645	646				
Dureza total	736	946				733.4
Alcalinidad total						
Sólidos disueltos, suma, ppm.	1294	1682				1654.4
Sólidos disueltos por evap.	1359	1768				165.9
Calcio (Ca) ppm.	288	375	243	391	623	
	14.37 1)	18.71 1)		19.5	31.1	
Magnesio (Mg) ppm.	4.1	2.6	64			62.3
		0.21				
Sodio (Na) ppm.	170	232	139	152	273	40.8
	7.40 1)	10.09		6.6	11.8	
Potasio (K) ppm.	1.1	1.3	3.8			0.7
	0.05	0.03				
Cobre (Cu) ppm.	0.01	0.02	0.2			0.0
Hierro (Fe) ppm.						
	0.1					0.19
Manganeso (Mn) ppm.	0.05	0.04				0.30
Aluminio (Al) ppm.	0.7		3.6			0.09
Litio (Li) ppm.	0.01	0.05				
Zinc (Zn) ppm.			0.018			0.86
Hidróxidos (OH) ppm.	0	0				
Carbonatos (CO <sub>3</sub> ) ppm.				25		
	0	0		0.83		312.4
Bicarbonatos (HCO <sub>3</sub> ) ppm.	110	120	112			
	1.60	2.00				
Sulfatos (SO <sub>4</sub> ) ppm.	120	110	111	16	37	400
	2.50	2.29		0.31	0.77	
Cloruros (Cl) ppm.	627	670	117	0.04	1495	
	17.65	24.34		26.7	43.2	
Nitratos (NO <sub>3</sub> ) ppm.	4.9	5.9				7.6
	0.09	0.10				
Arsénico (As) ppm.	0.05	0.05	0.01			0.001
Oro (Au) ppm.	0.01	0.1	0.95			
Fluor (F) ppm.			0.1			
Yodo (I) ppm.			0.05			
Silice (SiO <sub>2</sub> ) ppm.	25	22.0				
	22.07	20.93	21.0			1.41
Fecha Ensayos:	23/9/87	20/9/87	1955	1890	1890	1971/83
Referencias:	Cert. 670-3	Cert. 670-4	De Grus(1955)	Darapsky (1890)	Ovalle (1984)	Ovalle (1984)
Laboratorios:	SNGN	SNGN			Fac. Química U. Católica	Fac. Química U. Católica

Notas: 1) Valores expresados en ppm (equivalentes por millón)  
 2) Valores en ppm, ensayos de 1980 recalculados y expresados en ppm

3) Provincia de Buenos Aires: Prorundi  
 4) Valores en etiquetas envases

N A S			EXTRANJERAS		
	VITAL Apoquina	San Enrique	VICKY CATALAN ESPAÑA	AGUA MANERA ARGENTINA 3)	PERRIER Francia
25.0° 6.3 a 20° 730 328	6.9 12 1116 40 1356	7.17 17 81 97 178	1 60° 1	1 62° 1 7.2°	
153.6				90 370	
554.0 55.4	440	57	19.2 0.96	9.6	140.2
3.7	14	8.6	14.8 1.24	1.9	3.5
101.2	210	21	1110 48.2	136	14.0
1.3	2.2	0.5	70.8 1.81	6	1.0
0.06	<0.05	<0.05		0.0	
	<0.1	<0.1	1.3		
0.14	<0.05	<0.05	0.05	0.0	
0.00				0.0	
0.10	<0.05	<0.05			
0.01				0.0	
	0	0			
	0	0			
	48	110	2100		347.7
140.0	41	86	34.5 46.3	56	51.4
86.8	1080	27	0.96 590	92	30.9
2.66			16.6	7	0.0
0.005	<0.05	<0.05		0.0	
	<0.5	<0.5			
	0.2	<0.2	4.6 0.012	1.2	
1.36	28	28	59.5		
19/3/83 Ovalle (1984)			Custodio y Llamas (1976)	4)	4) Lab. Min. Salud de Francia.
Fac. Química U. Católica					



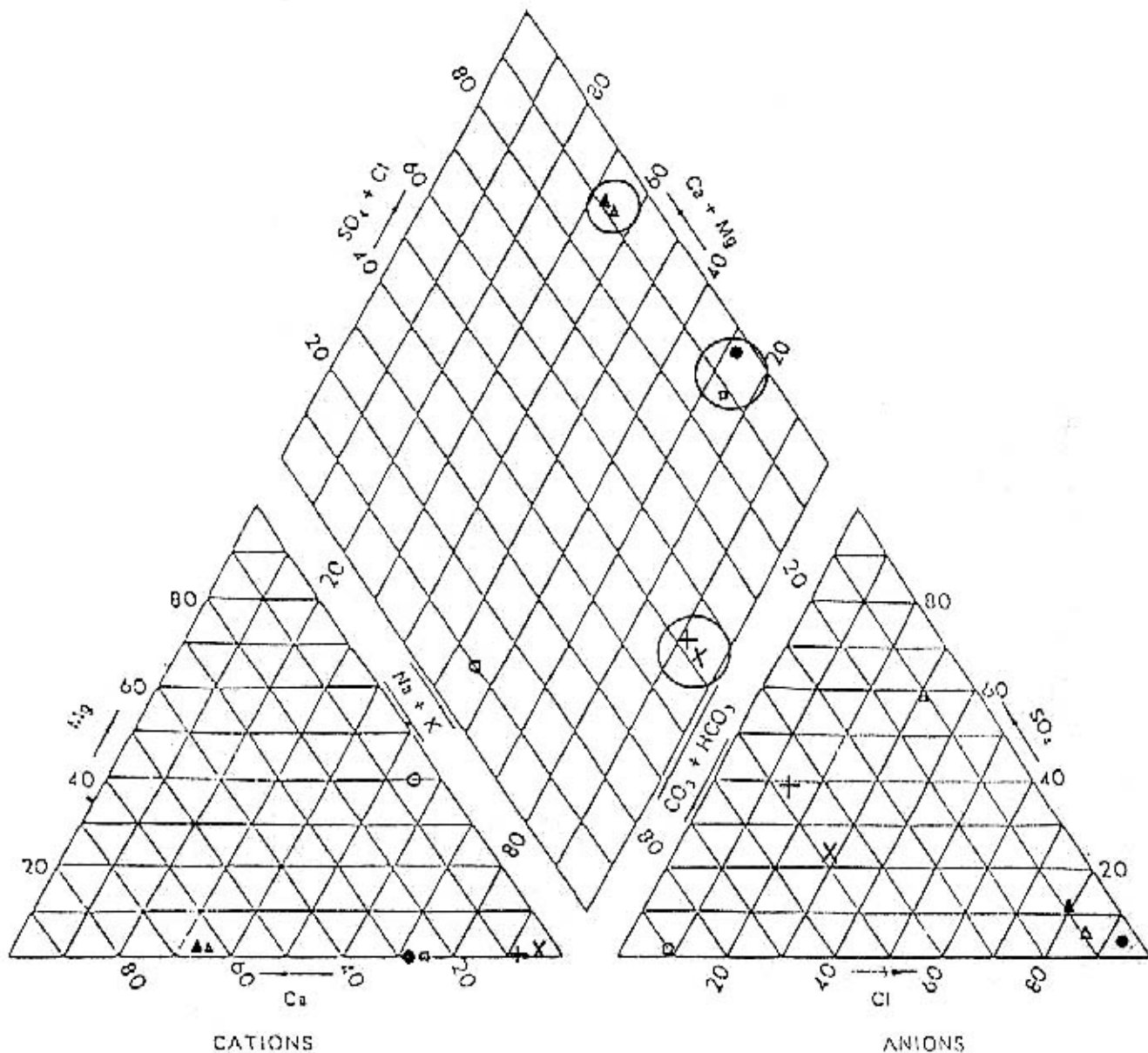


Fig. 3 . Grafico triangular que muestra la composición de las aguas provenientes de los Baños de Apoquindo , con inclusión de 5 muestras de aguas termales y minerales chilenas.

*Las*

- |   |                              |
|---|------------------------------|
| ▲ Baños de Apoquindo.<br>Fuente La Piedra | □ Termas de Panimávida       |
| △ Fuente El Litre                         | ○ Agua Mineral Villa Alegre. |
| ● Termas de Llancahué                     | + Termas de El Amarillo      |
| X Termas de El Engaño.                    |                              |

En la interpretación de los valores analíticos obtenidos, es necesario considerar que las aguas muestreadas pueden haber experimentado cierta dilución al entrar en contacto con aguas subsuperficiales frías movilizadas a lo largo de la quebrada Los Almendros; ~~además,~~ <sup>Además,</sup> no debería descartarse la precipitación de algunos constituyentes, debido a descensos de temperatura. <sup>determinar</sup>

Los datos de la Tabla 1 permiten ~~conseguir~~ <sup>determinar</sup> que las aguas de Apoquindo son ortotermales (con temperatura ligeramente superior a la temperatura media anual del aire, en el lugar), neutras (ph cercano a 7.0), bien diluidas, oligominerales (residuo seco a 100° C superior a 500 ppm) y cloruradas-calco-sódicas; Fig. 3.

Sus componentes más significativos corresponden a cloruros (627 y 970 ppm) y sodio (170 y 232 ppm), para las fuentes Las Piedras y El Litro, respectivamente.

El estudio comparativo de análisis químicos efectuados en distinta época, 1987 (muestras 1 y 2), 1965 (muestra 3) y 1890 (muestras 4 y 5 en la Tabla I), pone en evidencia que las aguas ~~en el tiempo, no experimentan importantes modificaciones en sus concentraciones.~~ Las más relevantes ~~comportamientos~~ <sup>comportamientos</sup> para el caso de la fuente El Litro, (muestreo 1890), descensos severos en el contenido de cloruros, (muestreo 1987). Comportamiento parecido experimenta el anión calcio. <sup>supo.</sup> <sup>com.</sup>

Los descensos <sup>com</sup> descritos responderían más a efectos de dilución por "invasión" de aguas de escurrimiento subterráneo asociadas a la quebrada Los Almendros, que a modificaciones en la concentración original de las aguas, en su ascenso convectivo desde su fuente calórica en profundidad.

Las aguas de los Baños de Apoquindo, no han experimentado variaciones relevantes en su temperatura, durante los últimos 97 años.

De Gryz (1965) incluye los Baños de Apoquindo en el grupo de "fuentes de pre-Cordillera" <sup>que</sup> genéticamente no muestran ninguna relación con centros volcánicos activos. La gran mayoría de sus aguas presentan importantes variaciones químicas, debido a su vinculación con rocas englobadas en la compleja secuencia volcano-clástica de la formación Abanico ~~de edad Cretácico superior Terciario inferior.~~

Los elementos químicos propios de las aguas analizadas, resultan de acciones de lixiviación de rocas en profundidad, al paso de las aguas percoladas; este mecanismo se ve favorecido por las largas trayectorias y por un incremento en la acción solvente, por aumento en la temperatura.

## ORIGEN DE LAS FUENTES TERMALES

Comunmente las fuentes termales se asocian a dos tipos de terrenos: a) zonas donde las rocas independiente de edad, han sido sometidas a severo tectonismo: fallas, deformaciones, y b) áreas con volcanismo activo durante el Cuaternario.

Un registro actualizado a nivel regional, permite reconocer que de acuerdo a un lineamiento longitudinal a lo largo de la traza de la ZFP se disponen numerosas fuentes de aguas termales y/o minerales, siempre ocupando el pie del flanco preandino: Jahuel, El Corazón, La Totora, El Parrón, Auco, Chacabuco, Colina, Apoquindo y Vital Apoquindo, Fig. 1.

El gran desarrollo regional alcanzado por la ZFP, permite suponer razonablemente el compromiso de profundidades corticales mayores que 20.000 m.

A lo largo de la <sup>traza</sup> ~~trayectoria~~ de la ZFP no se han observado rasgos morfológicos propios de actividad cuaternaria; <sup>lo</sup> ~~por~~ tanto, el desarrollo de actividad calórica, no estaría ligada necesariamente a acciones friccionantes, en respuesta a ajustes en las tensiones tectónicas regionales a lo largo de la ZFP.

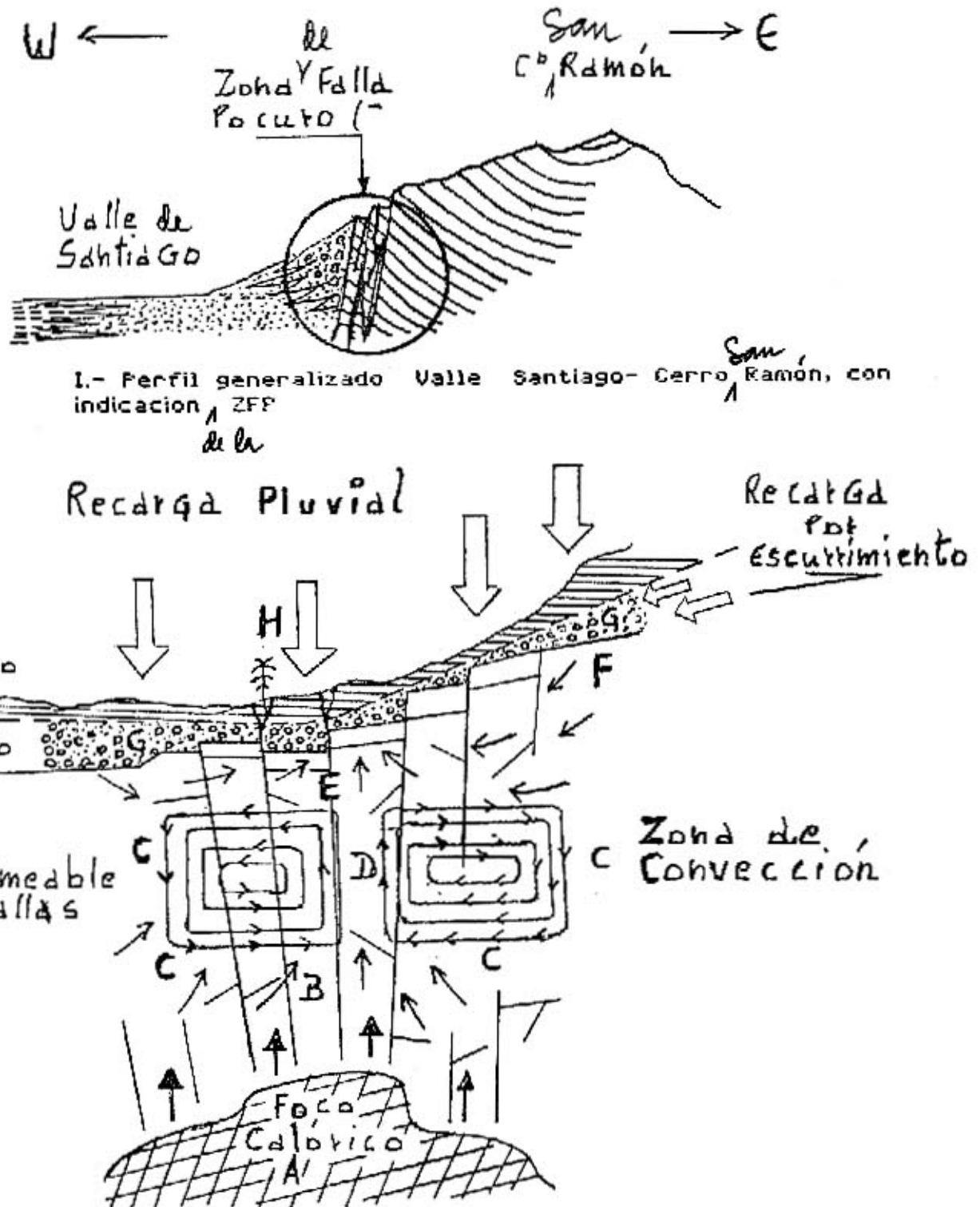
Tal <sup>como</sup> ~~cuando~~ sucede con <sup>muchas</sup> ~~numerosas~~ fuentes termales chilenas, las de Apoquindo genéticamente, muestran un determinante control estructural. Se vinculan con la presencia de la ZFP. <sup>El</sup> ~~El~~ notable desarrollo rectilíneo <sup>de esta</sup> ~~de acuerdo con una~~ trayectoria adosada al pie del macizo andino, sugiere una correspondencia con estructuras verticales capaces de comprometer niveles muy profundos de la corteza terrestre, constituyendo vías propicias de comunicación con fuentes calóricas allí radicadas. Aguas de infiltración superficial, al alcanzar por percolación progresiva dichos niveles, retornan a la superficie recalentadas por acción convectiva; en su trayectoria, incorporan por lixiviación selectiva, parte de los componentes más solubles presentes en las rocas de caja (materiales volcano-clástico de la formación Abanico).

Las aguas meteóricas pueden circular via <sup>percolación</sup> ~~percolación~~, hasta grandes <sup>profundidades</sup> ~~profundidades~~, favorecidas por la permeabilidad de las rocas y <sup>diferencias</sup> ~~diferencias~~ en las presiones hidrodinámicas. La energía <sup>necesaria</sup> ~~necesaria~~ para que ello ocurra, se vincula a presiones artesianas y a diferencias de densidad causadas por <sup>diferencias</sup> ~~diferencias~~ en la temperatura y concentraciones.

La Fig. 4 presenta un modelo esquematizado del origen de los Baños de Apoquindo, en estrecha interrelación con la ZFP.



Fig. 4. Modelo del sistema hidrotermal Baños de Apoquindo.



II- Detalle del modelo hidrotermal en ZFP. A) Foco calórico, B) Zona de convección con agua a alta temperatura, C) Zona de coexistencia de agua y vapor, D) Zona de vapor, E) Zona de agua caliente por enfriamiento del vapor, F) Aportes de aguas frías, G) Acuífero freático o somero calentado por aportes profundos y H) Fuente o surgencia con aguas termales

## ALTERNATIVAS PARA OPTIMIZAR EL APROVECHAMIENTO DE LOS BAÑOS.

Darapsky (p.130, op cit) determinó en las cuatro fuentes de los Baños de Apoquindo un rendimiento diario de 68.664 litros en 24 h. (0.79 l/seg). El autor estimó un caudal de 3 a 4 l/seg. en el ducto de descarga de la piscina, el día 18 de Agosto de 1987. Este valor podría ser incrementado por la vía de materializar obras de drenaje que mejoren sustancialmente las actuales estructuras de captación. Importa destacar que ellas, al datar de comienzos de siglo, se encuentran en precario estado.

Se estima que la habilitación de nuevas estructuras de captación de las aguas, junto con incrementar los caudales aprovechables deberían ejercer un beneficioso efecto adicional respecto de su comportamiento hidroquímico y termalismo. Se relaciona con la posibilidad de desarrollar captaciones que limiten el ingreso y "contaminación" con aguas subterráneas por aportes desde la quebrada Los Almendros; por tanto exentas de termalismo (aguas frías). Las modificaciones hidroquímicas se refieren a efectos de dilución, reduciendo la primitiva concentración de iones disociados.

La adecuada limpieza del lugar, incluyendo la remoción de la abundante vegetación arbustiva existente en torno a las actuales instalaciones de captación, deberían orientarse a buscar los puntos en los cuales las aguas afloran hacia la superficie, a objeto disponer su eficiente intercepción, captación, descarga y eventual almacenamiento. Todos aquellos acuíferos no termales podrán ser convenientemente captados y desviados a objeto impedir "contaminaciones" que degraden el termalismo y provoquen dilución. Si producto de estas faenas de mejoramiento la temperatura superficial de las aguas no registra un incremento sustancial (por sobre los actuales 21° C), ello podría lograrse recurriendo a procedimientos artificiales, en términos económicos convenientes, mediante la utilización de paneles solares.

~~afirma~~ <sup>cafe</sup> señalar que Darapsky (p.134, op cit) afirma...."que siendo las aguas de las termas de Apoquindo no mas que tibias, es preciso echar mano de un caldero especial para suplir la falta de termalismo...."

<sup>presente</sup> El autor estima que el <sup>leve</sup> descenso registrado en el termalismo de las aguas durante los últimos 22 años (1965-1987) podría ser atribuido a acciones antrópicas. El importante desarrollo urbanístico que se registra en todo el sector precordillerano de Santiago, en general, y de Los Dominicos, en particular, se ha traducido en un intenso proceso de deforestación; la preparación de calles, veredas y espacios destinados a la construcción habitacional, ha exigido remover extensos sectores de la primitiva cobertura de suelos y

vegetación nativa, sin desconocer modificaciones en los padrones preexistentes de drenaje (vía nivelaciones y relleno de cursos efímeros). Estas significativas acciones degradatorias se traducen en alteraciones en el régimen de escurrimiento de aguas lluvia y su posterior percolación, restando aportes a la fuente calórica en profundidad.

Filtraciones desde el canal El Bollo en su trayectoria por el sector de las fuentes, podrían inducir contaminación respecto del termalismo e hidroquímica de las aguas.

La privilegiada localización de las fuentes termales de Apoquindo, prácticamente insertas en la zona urbana de Santiago, unido a su sorprendente proximidad al moderno Hospital Dipreca, constituyen antecedentes más que suficientes para respaldar estudios y acciones tendientes a optimizar el actual precario aprovechamiento de este valioso recurso natural. El incremento de los actuales caudales podría, destinarse a satisfacer, principalmente, usos y demandas recreacionales (piscina) o terapéuticas (hospital Dipreca).

Darapsky (p. 8) <sup>(1890)</sup> acota: ..... "hace cuarenta años cabales (1850) que el ilustre Domeyko había propuesto fundar un hospital balneario en Apoquindo, para los pacientes de enfermedades crónicas y convalescientes del Hospital San Juan de Dios: estación que a este establecimiento ahorraría fuertes sumas y serviría para iniciar la estadística médica en los baños....."

Resulta sorprendente que aproximadamente 140 años más tarde en el mismo sector se haya levantado un importante y moderno hospital. Convendra si enfatizar, que su construcción obedeció a consideraciones que no tienen relación alguna con la presencia de las fuentes termales en el sector.

La favorable circunstancia que dicho hospital cuente con una fuente termal muy próxima constituye una sorprendente bondad que debería ser objeto de un adecuado aprovechamiento.

De acuerdo con los valores proporcionados en la Tabla I, las aguas de los Baños de Apoquindo presentan características correlacionables con aguas que son objeto de envasado en Chile y el extranjero. Podrían, por tanto, sustentar atractivas explotaciones comerciales.

~~para~~ esta alternativa, la inmejorable ubicación de las fuentes de Apoquindo, respecto de un importante centro de consumo como es Santiago, constituye un ventajoso factor para respaldar la eventual factibilidad técnico-económica para su aprovechamiento.

No debe descartarse la alternativa de extraer interesantes caudales de aguas termales, vía sondajes de percusión, materializados a lo largo de la traza de la ZFP. En el país existe una creciente demanda por consumir agua mineral

envasada. En el año 1987 iniciaron su tratamiento y comercialización las aguas minerales "El Tambo de Mamiza, en la I Región y "Villa Alegre" en el fundo Pichiboque, al occidente de San Javier, VII Región.

Interesa destacar que el agua mineral "Manera", (muestra 6, en Tabla I), se comercializa en gran parte de Argentina, a partir de su fuente ubicada en la ciudad de Bahía Blanca, (Prov. de Buenos Aires); se capta de una fuente surgente a una profundidad de 694 m., con una temperatura de 62 C (hipertermal).

La suma de los antecedentes aquí expuestos, se espera, contribuyan a incentivar estudios específicos orientados a optimizar el actual precario aprovechamiento del recurso termal en el sector de Apoquindo en particular y en el área de la ZFP, en general.

## REFERENCIAS

- AM. GEOL. INST. "Glossary of Geology"; 11 Edit; 750 p.; 1960.
- BRUGGEN, J. "Geologia"; Editorial Nascimento; 1950.
- CARTER, W.D. y AGUIRRE, L. "Structural Geology of Aconcagua Province and its relationship to the Central Valley graben, Chile; Geol. Soc. Am. Bull.; Vol. 76; N°6; p. 651-664; 1965.
- DARAPSKY, L. "Las Aguas Minerales de Chile"; Imprenta Universo de G. Helfmann; Valparaíso; 1890.
- DE GRYS, A. "Some observations on Hot Springs of Central Chile"; Water Resources Research; Third Quater; Vol. 1; N° 3; 1965.
- IPLA-DGA. "Balance Hidrológico Nacional"; Regiones V, VI, VII y Metropolitana; Min. de OO. Pb., Dir. Gen. de Aguas; 1983.
- INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR. "Geografía de Chile: Climatología"; Vol. 3; Santiago; 1983.
- PADILLA, H. y VERGARA, M. "Control estructural y alteración tipo cambio geotérmico en los intrusivos subvolcánicos de la Zona Cuesta Chacabuco; Baños de El Corazón; Chile Central; Rev. Geol. de Chile; N° 24; p. 3-17; 1985.
- RISOPATRON, L. "Diccionario Geográfico de Chile"; Imp. Universo; 960 p.; Santiago; 1924.
- THIELE, R. "Hoja Santiago"; Carta Geológica de Chile N° 39, 1980
- TORNERO, R.S. "Chile Ilustrado"; Capitulo IV; Aguas Minerales de Chile, Librerías Agencias. del Mercurio; Valparaíso; 1982.