

**APORTE AL CONOCIMIENTO DE LA HIDROLOGIA
SUBTERRANEA EN LA ZONA DE LAS LAGUNAS DE
ESTABILIZACION DE TRELEW**

**Contribution to the knowledge of groundwater hydro-
logy in the Trelew cloacal effluent lagoons.**

Julio E. Stampone, Gustavo Ichazo, Higinio Cambra y Hernán Góngora

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Facultad de Ciencias Naturales. Belgrano 504, Segundo piso, (9100) Trelew, provincia del Chubut, Argentina.

RESUMEN

El presente trabajo se ha realizado en la Provincia del Chubut, en el valle inferior del río del mismo nombre. Los sedimentos cuaternarios cubren el área de estudio que alcanza a unos 134 km aproximadamente. Las actividades de exploración, prospección, mapeo y muestreo fueron realizadas por profesores y estudiantes de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco dentro del proyecto de investigación "Impacto Hidrodinámico Subterráneo en las Lagunas de Estabilización de Trelew". Se estudiaron las características geológicas, hidrogeológicas e hidroquímicas como así también la existencia de contaminación microbiológica en las aguas subterráneas y su relación con las aguas

superficiales. Se realizaron pozos de exploración obteniéndose muestras litológicas y de aguas subterráneas para ensayos químicos y bacteriológicos. Los resultados indicaron la existencia de diferentes áreas de conducción hidráulica, presencia de contaminación biológica y según los sectores la relación influente/efluente entre las aguas subterráneas y superficiales.

Palabras clave: Hidrología, contaminación, aguas subterráneas.

ABSTRACT

The present work was done in the Chubut Province, on a 134 square kilometers area of quaternary sediments at the Chubut River's Low Valley. The mapping and field activities were done by professors and students of the National University of the Patagonia San Juan Bosco, for the investigation project: Hydrodynamic groundwater impact in the Trelew cloacal effluents lagoons. In this contribution the geology, hydrogeology and hydrochemistry were studied. The distribution of the bacteriologic contamination in the groundwater and its relation with the surface waters was also studied. During the works sampling wells were built for lithology interpretation and bacteriology and chemistry determinations. The hydrogeological model interpretation shows areas with different hydraulic conduction, variable degree of biological contamination and the fluid relations between the acuifers and surface waters.

Key words: Hydrology, contamination, groundwater.

INTRODUCCION

Las denominadas lagunas de estabilización de Trelew, forman parte de un sistema hídrico complejo que se extiende desde el noroeste de la ciudad homónima por el borde austral de la "Terraza Intermedia Norte" del valle inferior del río Chubut, hasta la ciudad de Rawson. La cuenca hídrica su-

perficial y subterránea se desarrolla en dos unidades geomorfológicas diferentes, la Terraza y los depósitos aluvionales del valle. Superficialmente el sistema se presenta elongado en sentido oeste-este y consiste en una serie de bajos en algunos casos conectados por paleocursos que pueden adquirir carácter activo en circunstancias de excesivo aporte pluvial.

El estudio del sistema hídrico subterráneo y las modificaciones de carácter antrópico, como el ingreso por infiltración de agua importada contaminada, procedente de las lagunas de estabilización, y la probable relación hidráulica existente con el río Chubut son el objetivo fundamental del presente trabajo.

UBICACION DEL AREA ESTUDIADA

La misma se localiza en la provincia del Chubut, Argentina y comprende una franja de ancho variable que se extiende de oeste a este, desde la ciudad de Trelew hasta prácticamente la ciudad de Rawson, limitada al norte por la terraza intermedia del valle del río Chubut y al sur por el río propiamente dicho. El área comprende una superficie estimada en 134 Km² (fig. 1).

MATERIAL Y METODOS

Inicialmente se recopiló y procesó la información técnica existente. Posteriormente tomando como base cartográfica un mapa planialtimétrico confeccionado en la década del 60 por la Empresa Agua y Energía de la Nación en escala 1:20000, se lo actualizó y completó, volcándose en el mismo la ubicación de los pozos y la traza de los perfiles

topográficos. Con los datos hidrometeorológicos disponibles se logró un récord de 50 años (Servicio Meteorológico Nacional, 1941-1980; Arbuniés de Mac Karthy, 1994), definiéndose las características climáticas y valor de la evapotranspiración potencial en la zona. Los aspectos geológicos-estratigráficos se analizaron en un marco de referencia general para comprender las relaciones entre el terciario y los sedimentos cuaternarios suprayacentes, siendo estos últimos los de mayor importancia desde el punto de vista geohidrológico. La geomorfología fue estudiada utilizando fotografías aéreas en escala aproximada 1:7000, con corroboración de campo. Las tareas de exploración llevadas a cabo mediante el uso de barrena manual permitió la construcción de 24 pozos de 3" de diámetro hasta una profundidad máxima de 3 metros. Los mismos posibilitaron determinar la geología del subsuelo y detectar la presencia de acuíferos, los que fueron muestreados, realizándose análisis químicos y bacteriológicos de las aguas subterráneas. Además se determinaron parámetros propios de los acuíferos como espesor (donde fue posible), litología, techo y niveles estáticos, efectuándose un ensayo de permeabilidad mediante el método de Gilg Gavard (Custodio y Llamas, 1976). Con la información obtenida se construyeron perfiles geohidrológicos que pusieron en



Figura 1: Ubicación de la zona de estudio. El área rectangular en el mapa de la derecha señala la localización de las lagunas.

evidencia las características de movilidad de las aguas subterráneas, corroborada con los resultados de los ensayos químicos y microbiológicos.

RESULTADOS

A. Climatología.

Precipitación: Los datos obtenidos para el período 1961-1990 arrojaron un valor de precipitación media anual de 163,5 mm, con una media mensual de 13,5 mm, y valores extremos de 18,5 mm en mayo y 10,1 mm en diciembre. La distribución esta-

cional y mensual no presenta variaciones muy significativas, siendo el otoño la estación más lluviosa, esta distribución dispar quedó expresada en un diagrama polimodal en el que meses de elevada precipitación media están próximos a otros con escasa lluvia, típico de clima árido.

Temperatura: Para el período 1961-1990 se registró una temperatura media de 14,5 °C, con un máximo para enero de 20,1 °C y mínimos similares para junio y julio de 5,9 °C y 5,8 °C respectivamente.

Vientos: Teniendo en cuenta

los valores de la estación INTA para el período 1971-1990, se aprecian notables variaciones estacionales, siendo la más ventosa el otoño con una frecuencia de días con viento del 93%, continúa la primavera con 92%, luego el verano con 79% y por último el invierno que es la estación más calma con 77%. La velocidad promedio del viento para la zona de valle es de 7 Km/h.

Evapotranspiración: Se calculó la evaporación potencial por el método de Thornthwaite, siendo de 765,5 mm/año y la precipitación para el mismo período 1961-1990 de 163,5 mm/año, la diferencia entre ambos valores de 602 mm/año corresponde al déficit hídrico anual.

Del balance mensual surge que solamente en julio se produce un superávit hídrico de 3,1 mm, el que por sí solo no justifica la existencia de agua subterránea ni de cuerpos permanentes de aguas superficiales. Sin embargo existen lagunas con agua durante todo el año y aguas subterráneas (fig. 2). La explicación radica en que la suma de aportes indirectos permite incorporar agua alóctona, proveniente de la escorrentía superficial de la ladera norte del valle, del encauzamiento canalizado de las aguas pluviales de la zona urbana y de infiltración por riego de las lagunas de estabilización y aporte subterráneo del río Chubut.

B. Reseña geológico-estratigráfica.

Los afloramientos de la zona estudiada están constituidos por sedimentos terciarios, cuaternarios y recientes (Hernández et al., 1983). En general predominan los depósitos cuaternarios de terraza y valle, conformados por gravas (rodados patagónicos retransportados de edad pleistocena). El terciario (sedimentos marinos de la Formación Patagonia) aflora en el área de transición de las terrazas hacia el valle. En profundidad se desarrollan los sedimentos precuaternarios hasta las vulcanitas jurásicas de la Formación Marifil, detectadas por perforaciones. En los cauces de los cañadones que desembocan en el valle se observan depósitos aluviales compuestos de gravas y material areno-arcilloso friable, con concreciones calcáreas. Estos sedimentos y los rodados patagónicos, debido a su alta porosidad, son excelentes almacenadores de aguas pluviales. Los depósitos de la llanura aluvial del valle son por lo general arenas finas, limos y arcillas. En el sector de estudio tienen particularmente un alto contenido salino.

C. Hidrogeología.

Litología del subsuelo: Tomando como referencia interpretativa los perfiles geológicos de los pozos, podemos decir que,

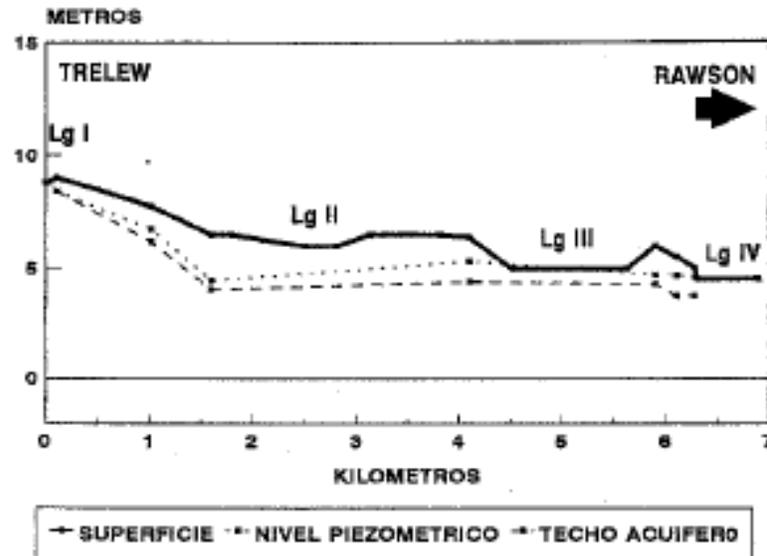


Figura 2: Perfil longitudinal entre laguna I y laguna IV. Orientación W-E.

en la secuencia de deposición priman los sedimentos arcillosos de colores variados en algunos sectores mejor correlacionables que en otros. Estos sedimentos encierran dos áreas de conducción hidráulica bien identificadas en su litología, una de características arenosa y otra arcillo-limosa (acuitardo), con un valor puntual de permeabilidad (K) de 0,20 m/d. Químicamente no se pudo establecer diferencias notables entre ambos que indiquen distinto origen, esto podría avalar el criterio de que las dos aguas pertenecen a un mismo acuífero.

Hidroquímica: De acuerdo a las normas de la O.M.S. (Foster y Caminero, 1989), la totalidad de las aguas de los pozos muestreados no son aptas para uso humano. Excepto dos muestras cercanas al río Chubut, el resto presenta un elevado tenor salino con valores de sólidos disueltos totales en todos los casos superior a 8000 mg/lit. En algunos pozos se pudo correlacionar el incremento en la concentración de cloruros y disminución de nutrientes con el sentido local oeste-este del flujo subterráneo. Así también en el perfil transversal (fig. 3) en

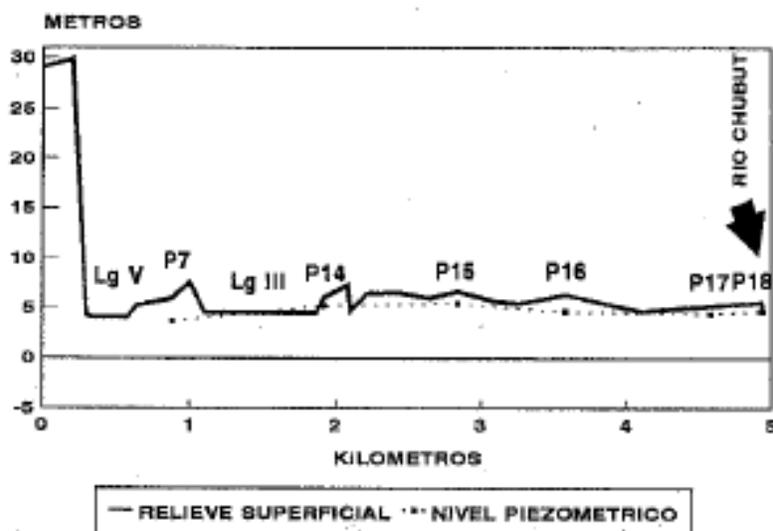


Figura 3: Perfil transversal entre laguna V y el río Chubut. Orientación S 10° W.

sentido N-S, la concentración de nutrientes primero disminuye para aumentar en zonas próximas al río Chubut. Interpretándose que existen flujos encontrados procedentes desde las lagunas y desde el río, dando como resultado una zona de interfase entre los pozos 16 y 17. Es de hacer notar que el resto de los parámetros químicos analizados están indicando la presencia de dos aguas de distinto origen, según se observa en la Tabla I.

Hidrodinámica: Como ya se mencionó, en los 24 pozos de exploración se confirmó la existencia de agua subterránea. El

sentido de movimiento de estas aguas, se infiere a partir de los perfiles observados en las figuras 2 y 3 en los que se volcaron los parámetros hidráulicos de los pozos con similares litologías en los acuíferos. De la interpretación de las pendientes hidráulicas surge que el movimiento regional del escurrimiento subterráneo es en sentido regional oeste-este, es decir hacia el mar y coincidente con el superficial; con dos componentes laterales, desde las lagunas hacia el río Chubut al sur y viceversa, conformándose probablemente entre ambas una zona de interfase. El sentido de la pendiente hidráulica, el probable

Tabla 1: Análisis de aguas. Perfil transversal S 10° W.

DATOS	POZO 7	POZO 14	POZO 15	POZO 16	POZO 24	POZO 17	POZO 18
S.D.T	24420	60900	18700	40200	3441	2500	3700
pH	8,10	7,33	7,73	7,86	8,23	8,46	8,38
Cloruro	14000	32000	10160	27000	1480	820	1440
Sulfatos	1807	3615	1288	2957	236	408	470
Bicarbonatos	284	227	415	276	485	408	338
Nitritos	0,15	0,075	0,040	-0,005	0,10	0,01	1,00
Nitratos	3	1	0,5	0,5	1,50	0,50	1,00
Coliformes totales		6000	6700	4050	7000	1650	13000

contacto entre fondos de lagunas y techo de acuífero, y la presencia de contaminación microbiológica en las aguas subterráneas; estarían indicando para las lagunas un carácter efluente-influente con relación a las aguas que circulan en el subsuelo.

CONCLUSIONES

- a. El sistema hídrico superficial y subterráneo ha sido alterado antrópicamente.
- b. Las lagunas se comportan como zonas de recarga local.
- c. Las aguas subterráneas han sido vulnerables a la contaminación química y microbiológica.
- d. Se identificaron litológicamente dos áreas de conducción hídrica, ambas con pendiente regional de flujo en sentido W-E.
- e. El río Chubut es influente en el sistema.

BIBLIOGRAFIA

- Arbunión de Mac Karthy, R. 1984. Estadísticas agrometeorológicas del valle inferior del río Chubut, período 1971-1990. INTA, Trelew, Argentina.
- Custodio, E. & Llamas, M. 1978. Hidrología subterránea. Tomo 1. Segunda edición. Omega, Barcelona, 1157 pp.
- Foster, S. R. & Camínero Gomes, 1988. Monitoreo de la calidad de las aguas subterráneas. Centro panamericano de ingeniería sanitaria y ciencias del ambiente (CEPIS). Lima, Perú.
- Hernandez, M., Ruiz de Galarraga & Fidalgo, F. 1983. Diagnóstico geohidrológico aplicado en el VIRCH. Ciencia del Suelo, 1 (2).
- Servicio Meteorológico Nacional. Estadísticas meteorológicas, Estación Trelew, Argentina, años 1941-1980.