



CONTAMINACIÓN HÍDRICA SUBTERRÁNEA EN EL PARQUE INDUSTRIAL DE TRELEW

STAMPONE, Julio e ICHAZO, Gustavo

RESUMEN

El área de trabajo está localizada en la zona del Parque Industrial de Trelew, situada al noroeste de la ciudad homónima y prácticamente lindando con esta. El estudio consistió en el reconocimiento de las distintas actividades que se desarrollan en el mencionado parque y su probable influencia contaminante en el medio subterráneo. Se realizó un reconocimiento geohidrológico del área, ejecutándose 18 pozos exploratorios. Las características hidráulicas, químicas y bacteriológicas, permitieron establecer que, el origen del agua subterránea es antrópico y relacionado directamente con las industrias del Parque.

ABSTRACT

The work area is located at the Industrial Park zone of Trelew, located at northeast of the homonymous city. The hydrogeological study, with exploring wells and water analysis determined that the source of the aquifer is anthropic activities.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo formó parte del proyecto de estudio del impacto ambiental ocasionado por la actividad desarrollada en el Parque Industrial de Trelew. Elaborado en la Sede Trelew de la Universidad Nacional de la Patagonia S.J.B., por encargo del Gobierno de la Provincia Del Chubut a través de la Corporación de Fomento del Valle Inferior del Río Chubut-CORFO (U.N.P.S.J.B., 1995).

El parque industrial, localizado al NW de la ciudad de Trelew, está integrado por plantas industriales con diverso grado de tecnificación como, embotelladora de gaseosas, fábrica de ladrillos, de pinturas, metalúrgicas, pesqueras, premoldados, etc. Siendo las principales actividades la textil, tejido y el lavado de lana.

Los efluentes de las actividades de tinción y curtiembre (esta última actualmente inactiva) por el contenido en cromo podemos tipificarlos como peligrosos. La presencia de este elemento fue detectada en el acuífero generado en la zona de las lagunas de evaporación (lugar de descarga de los efluentes), pero no en los pozos de exploración ejecutados en el área del parque industrial.

Por otro lado el lavado de lana con un rendimiento habitual del orden del 50% podría producir (si se utilizara la totalidad de la capacidad instalada) 40 ton/día de residuos sólidos que incluyen tierra, lanilla, semillas, etc. Estos residuos en forma de barro, se disponen descontroladamente en lugares próximos a la ciudad, produciendo olores

nauseabundos y la probable contaminación de las aguas superficiales y las subterráneas relacionadas.

Además cabe destacar que los efluentes de las industrias (unos 5000 m³/d), son tratados en el mismo parque en una planta de depuración aeróbica con fangos activados, operada por CORFO. Los líquidos residuales de la planta son bombeados y transportados por un acueducto de unos 7km de longitud hasta las ya mencionadas lagunas de evaporación situadas al NW de Trelew. Los barros excedentes son depositados en el Cañadón Corradi que limita y rodea al parque industrial por el norte y el este. Aguas abajo del cañadón, y por efectos de la acción antrópica se ha formado una laguna, denominada Mil Viviendas por su proximidad con el barrio homónimo.

Determinar el origen del agua de esta laguna y de las filtraciones producidas en viviendas del mencionado barrio y en otras zonas urbanas cercanas al Parque Industrial de Trelew, motivaron la realización del presente estudio hidrogeológico.

METODOLOGÍA

Con el conocimiento previo de la geología del subsuelo y teniendo en cuenta lo relativamente pequeño del área de estudio (unos 7 km²). Se decidió realizar exploración subterránea mediante pozos de gran tamaño, cuyas dimensiones fueron de 4,00m de largo por 0,60m de ancho y unos 4,50m de profundidad máxima. Este método ya fue utilizado en la zona de las lagunas de evaporación (Stampone, J. y Gilchazo, 1995) con excelentes resultados, por su bajo costo (comparado con el valor del metro de perforación en gravas), rapidez de ejecución, facilidad de observación del perfil geológico, obtención de muestras litológicas prácticamente inalteradas y ventajas comparativas respecto de las perforaciones convencionales (encamisadas o con inyección de lodo), en la calidad de las muestras de aguas y en la realización de mediciones "in situ".

Los trabajos se realizaron con un equipo retroexcavador con apoyo de personal operativo y un camión con chofer. Los dieciocho pozos terminados, es decir incluyendo en cada uno la colocación de tubería plástica (fresatímetero de 10 cm de diámetro) y el posterior relleno, tratando de mantener la secuencia de deposición natural, demoraron dos días en su ejecución, con un costo total de u\$s 1700, a un valor promedio de 31,50 u\$s/m para los 54m de exploración.

El diseño de ubicación de los pozos se realizó con posterioridad al reconocimiento geológico y geomorfológico de la zona. Los mismos fueron acotados, efectuándose un relevamiento planialtimétrico del área. La exploración se inició en la zona más elevada (hacia oeste, pozo 19), fuera de los límites del parque, con la finalidad de observar las características geohidrológicas del subsuelo, antes de ingresar en el área de probable contaminación. Se continuó avanzando en el sentido decreciente de la pendiente, inclusive en la zona del cañadón, hasta cubrir la totalidad de la superficie del parque industrial.

En aquellos pozos donde se comprobó la existencia de agua subterránea, se muestreo en el lugar de surgencia. Además, utilizando un equipo multianalizador P-300 Luttman y conductímetro WTW, se determinó in situ, oxígeno disuelto (OD), temperatura, pH y

conductimetría, respectivamente. En laboratorio se efectuaron análisis físicoquímicos de iones mayoritarios, cromo y fenoles. Y bacteriológicos por coliformes totales, fecales y enterococos. La totalidad de la información fue volcada en mapas, tablas y gráficos, para su mejor interpretación.

RESULTADOS

Características geohidrológicas

Geomorfológicamente el Parque Industrial de Trelew se halla localizado en una zona de terraza surcada por algunos valles transitorios con diferentes orientaciones. El denominado Cañadón Corradi (mapa N°3) es la depresión de mayor significación que, atravesando al área industrial por el oeste y bordeándola por el noroeste y noreste, continúa hacia el este más allá de la Laguna de las Mil Viviendas. Presumiéndose que estas áreas negativas, insertas en los niveles subhorizontales de terraza, podrían ser zonas preferenciales de conducción hidráulica subterránea (de origen natural o antrópico) las investigó detalladamente.

Los pozos de exploración permitieron definir las siguientes características geológicas del subsuelo, a saber: escaso o nulo desarrollo de suelo orgánico superficial, continuando en profundidad un manto de arcilla plástica rojiza, en ocasiones conteniendo rodados en cantidades variables desde dispersos a abundantes. Los mayores espesores de este horizonte se localizan en las zonas de valle, variando desde los 0,60m a 2,30m aproximadamente. Hidrológicamente, a este estrato arcilloso lo podemos definir como acuitardo. La secuencia sigue con gravas (Rodados Patagónicos del cuaternario) de tamaño fino a mediano con presencia de cemento carbonático, por lo común los términos superiores tienen matriz arcillosa y los inferiores arenosa que le confieren mayor permeabilidad, permitiendo la mejor circulación del agua (acuifero). Los espesores medidos oscilan entre 0,60m y 4,00m, pudiendo superar este último valor, dado que en algunos casos no fue posible atravesar la totalidad de las gravas.

Los depósitos sedimentarios descriptos se apoyan sobre cineritas (tobas terciarias del Patagoniano) de muy baja permeabilidad, aunque en algunos sectores del parque industrial (pozos N°22 y N°36, mapa N°3) se comprobó que el agua circula a través de diaclasas subhorizontales.

En general el agua se mueve por las gravas arenosas, pudiéndose observar fluir el líquido en el contacto grava-cinerita. Es de presumir, por la información litológica obtenida en los pozos y en afloramientos cercanos que, la permeabilidad secundaria encontrada en la cinerita es de carácter local y corresponde a los términos superiores de la formación, conformando las tobas del Patagoniano el apoyo hidrogeológico de la zona.

Hidrodinámica

Considerándose la posibilidad de existencia de agua subterránea, pero desconociéndose si la misma sería de origen natural o exclusivamente antrópico, se dispuso iniciar la exploración aguas arriba del Cañadón Corradi, al oeste del parque industrial y fuera de sus límites.

El primer pozo de esta zona fue el N°19 (mapa N°3), en el mismo no se registraron evidencias de agua subterránea y el contacto grava-cinerita se detectó a los 3,70m bbb. Este pozo al igual que los N°s 20 y 21 resultaron secos y en los tres casos se llegó hasta la cinerita (hidroapoyo local), esto nos está indicando que no existe aporte de aguas subterráneas freáticas, por lo menos desde el oeste, al área del parque industrial. De los dieciocho pozos de exploración construidos en la zona estudiada, solamente los mencionados en el párrafo anterior y los N°s 27 (con alto contenido de humedad), 33 y 35 resultaron secos, es decir sin agua grávida. En el pozo N°22, ubicado en una zona donde la actividad industrial comienza a densificarse, se encontró agua en escasa cantidad. Entre este pozo y el N°21 se localizaría la zona donde comienza a existir agua subterránea de origen antrópico, es decir a unos 1200m del límite oeste del parque industrial (mapa N°3).

Del análisis de las características geohidrológicas e hidráulicas podemos definir tres zonas: de recarga, de conducción y de descarga (gráficos N°s 1 y 2).

La primera corresponde al área de terraza y se extiende desde un poco al oeste del pozo N°22 hasta algo antes del N°36. Presentando en el sector del pozo N°25, probable recarga adicional (mayor altura del nivel freático). Las zonas de conducción están representadas por el Cañadón Corradi y valles menores que disectan la terraza en el borde este y desembocan en el cañadón antes mencionado. Algunos de estos valles penetran en la terraza, perdiendo definición hacia el oeste. Los pozos 36 y 34 confirmaron la existencia de un paleocauce elaborado en los sedimentos patagonianos (hidroapoyo). Por último, la zona de descarga se identificó con claridad en el Cañadón Corradi, aguas abajo del pozo 31. En este sector el basamento impermeable (cinerita) se encuentra a escasa profundidad o aflorando, posibilitando la emergencia del agua subterránea a superficie con la consiguiente formación de manantiales y la Laguna de las Mil Viviendas.

Los gradientes calculados indican un sentido de escurrimiento general de oeste a este. Para la zona de recarga el valor de la pendiente hidráulica está en el orden de 0,001, en la zona del pozo 25 al 36 aumenta llegando a 0,005. En el Cañadón Corradi el gradiente tiene un valor medio de 0,0054, disminuyendo hacia el área de descarga hasta alcanzar un valor de 0,002, originándose ahí, zonas mallinosas y cuerpos de aguas superficiales.

Características hidroquímicas y bacteriológicas

Los ensayos fisicoquímicos y bacteriológicos de aguas se efectuaron en muestras de los doce pozos en los que se comprobó su existencia, como así también en cuerpos de aguas superficiales de la zona de descarga.

De acuerdo a las características hidrodinámicas el sentido de movimiento general del agua subterránea es de oeste a este, con probables variaciones locales como la identificada en la zona del pozo 25.

El tránsito del agua en la orientación manifestada debería verse reflejado en variaciones en las concentraciones de algunos iones como cloruros, sulfatos y bicarbonatos entre otros. En las aguas del parque industrial no se ha podido correlacionar con certeza este aspecto.

Probablemente esto puede explicarse debido a que la recarga se produce en toda la

zona de terraza. Precisamente donde están instaladas las industrias, generándose permanentes mezclas de aguas en el acuífero.

No obstante lo expresado precedentemente, respecto de lo aleatorio de las concentraciones, es probable definir dos tipos de aguas en base a los tenores de cloruros y sólidos totales. Las muestras de los pozos 23, 25, 26, 34 y 36 tienen sensiblemente menor tenor en cloruros y SDT (tabla Nº1) que los restantes, excepto el Nº 30 con concentraciones

TABLA Nº1: DATOS DE ANÁLISIS (químicos en mg/l, fenoles en mcg/l, biológicos x 100ml).

POZO	T °C	PH	Cond.	O D	S.D.T.	Cloru	Sulfat	Fenol	Nitrat	Nitrit	C.Fec	Entrc
22	16,7	7,51	13,5	—	14115	3820	5505	29	2	0,005	—	9,4
23	18,1	7,60	6,5	—	6055	710	3023	12	1,5	0,06	—	13
24	17,1	7,50	10,7	4,8	9630	2320	3662	vestig	6	0,01	12	50
25	17,4	7,60	8,1	5,7	7332	980	3607	12	2	0,02	—	—
26	16,3	7,40	4,7	0,72	3770	310	2053	15	3	0,12	4,6	9,2
28	16,4	7,38	9,74	2,93	8400	2130	2824	vestig.	—	0,005	—	—
29	16,7	7,57	12,82	3,15	12470	1970	5962	—	—	0,01	—	—
30	16,8	7,60	8,17	3,2	7877	1350	3557	vestig	1	0,04	23	4,6
31	17,8	7,17	9,4	1,5	8405	1620	3547	vestig	—	0,005	—	—
32	18,2	7,36	15,74	3,46	15527	4960	1410	vestig	—	0,15	—	—
34	18,3	7,53	9,25	2,06	7627	1030	3493	vestig	3	0,02	—	—
36	17,6	7,60	6,04	2,75	5848	920	2839	vestig	3	0,15	—	—
A	15,55	6,8	10,09	2,9	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
B	20,09	8,05	19,71	6,7	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
C	18,4	8,06	10,09	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
D	s/d	8,33	s/d	s/d	12942	2850	5340	s/d	—	s/d	50	6

MUESTRA "A": Agua subsuperficial, tomada a 15cm de profundidad, donde se origina un manantial en la zona de descarga.

MUESTRA "B": Agua de escorrentía superficial, tomada en la zona de descarga.

MUESTRAS "C" y "D": Aguas de la Laguna Mil Viviendas, zona de descarga.

algo superiores a las mencionadas. Posiblemente en este pozo exista dilución por aporte lateral desde la terraza, dado que, aún estando situado aguas abajo del pozo 29 tiene menor tenor en cloruros que este.

Otro aspecto importante de destacar es la presencia de fenoles en los pozos 22, 23, 25 y 26, si bien las concentraciones no son elevadas, es de tener en cuenta que, estas sustancias no se encuentran en el agua natural y deben su existencia a factores de origen antrópicos. En estudios de efluentes de áreas urbanas procedentes de lavanderías y talleres de automóviles se determinaron concentraciones máximas de 10 y 15 mcg/l respectivamente (Foster, S.1991). En el mismo trabajo en recomendaciones de la OMS se establece un valor guía para agua potable de 0,5 mcg/l, muy inferior a los determinados en el agua subterránea del Parque Industrial de Trelew (Tabla Nº1).

Es posible que colorantes y otros productos utilizados en la industria textil aporten fenoles al sistema hídrico subterráneo.

Los valores de oxígeno disuelto se encuentran dentro del entorno normal de las aguas subterráneas entre 0 y 5 mg/l. (Custodio, E. y M.Llamas, 1983), excepto el agua del pozo 25 que alcanzó tenores de 5,7mg/l, probablemente este mayor valor guarde relación con la recarga local, mencionada cuando se trataron los aspectos hidrodinámicos.

Respecto de los contenidos en nitratos, si bien no son elevados y no están en todos los pozos, tampoco parecen guardar relación con las formaciones geológicas, cultivos o fertilizantes. Por lo que es admisible presumir que, el nitrato existente esté vinculado con la infiltración de aguas negras (Johnson, E.1975).

Los resultados de los análisis bacteriológicos están indicando contaminación patógena en casi todos los pozos del área de recarga (excepto el 25). El aumento de la carga bacteriana en el sentido del flujo subterráneo, nos pone de manifiesto que la infiltración de aguas contaminadas no es en un solo lugar sino que es de tipo pluripuntual. Las concentraciones bacterianas, superan en todos los casos el valor guía de 1/100 ml para coliformes fecales y cero para bacterias patógenas, estipulado por la Organización Mundial de la Salud (O.M.S.). La contaminación biológica detectada en el pozo Nº30 (ubicado en el Cañadón Corradi) avalaría lo expresado anteriormente, respecto del aporte de agua al cañadón, procedente de la terraza donde se emplazan las industrias.

La muestra "A" fue tomada a escasa profundidad en un lugar donde prácticamente aflora el sustrato impermeable y el agua impedida de circular en profundidad debe hacerlo subsuperficialmente, para luego, aguas abajo salir a superficie dando lugar a la formación de manantiales, arroyuelos y hasta una laguna. Este agua tiene mayor conductividad que la de los pozos 31 y 30 situados inmediatamente aguas arriba, esto se explica por la incorporación de sales a partir de los sedimentos salinos de superficie. La muestra "B" agua de escorrentía superficial, con la mayor concentración salina de todas las muestras, ratifica lo expuesto precedentemente.

CONCLUSIONES

- Los pozos de exploración pusieron en evidencia que no existe ingreso de agua subterránea freática, al área del parque industrial. El acuífero antrópico contaminado que se ha formado, tiene su origen en la actividad industrial.
- El flujo subterráneo tiene movimiento general SW-NE, coincidente con la pendiente del hidroapoyo (tobas del Patagoniano). Originando en la zona de descarga la formación de manantiales y arroyuelos que aportan al mantenimiento permanente del espejo de agua de la Laguna Mil Viviendas. Parte del agua se evapora y parte se reinfiltra fluyendo subterráneamente en dirección al Barrio Mil Viviendas.

RECOMENDACIONES

- Controlar la evacuación de efluentes de las empresas del parque y posibles pérdidas en las cañerías de conducción.

- Evitar arrojar los barros excedentes de la planta de tratamiento de CORFO en el Cañadón Corradi.
- Analizar la problemática ambiental del Parque Industrial de Trelew, en el marco de la legislación vigente, a los efectos de determinar responsabilidades e iniciar acciones de remediación.

BIBLIOGRAFÍA CITADA EN EL TEXTO

Custodio, E y M. Llamas, 1983. *Hidrología subterránea*. Ed. Omega. Barcelona. España.

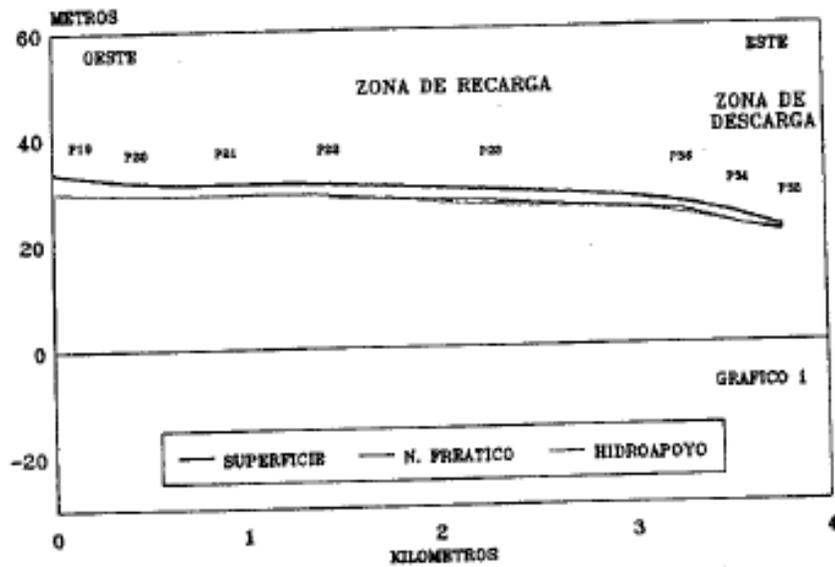
Foster, S. y R. Hirata, 1991. *Determinación del riesgo de contaminación de aguas subterráneas*. CEPIS. Lima. Perú.

Johnson, E., 1975. *El agua subterránea y los pozos*. Minnesota.

Stampone, J. y G. Ichazo, 1995. *Detección de contaminación hídrica subterránea en las lagunas de evaporación de Trelew*. II Seminario Hispano - Argentino, sobre temas actuales de la hidrología subterránea. Tucumán, Argentina.

U.N.P.S.J.B., Facultad de Ingeniería Trelew, 1995. *Estudio del impacto ambiental actual de la laguna de depósito de efluentes industriales y áreas de influencia en el Cañadón y Parque Industrial de Trelew*. Convenio CORFO (ined). Trelew.

PERFIL HIDROGEOLOGICO PARQUE INDUSTRIAL ZONA DE TERRAZA



PERFIL HIDROGEOLOGICO PARQUE INDUSTRIAL ZONA DE TERRAZA Y CANADON CORRADI

