

**RIESGO DE CONTAMINACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS POR
ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS EN EL DEPARTAMENTO CAPITAL,
PROVINCIA DE CATAMARCA, REPUBLICA ARGENTINA**

Segura Luis Alberto¹
Saracho Marta Alicia²
Nieva, Nadia Yanina³

Resumen

El departamento Capital, provincia de Catamarca, cuenta con una población de 170.000 habitantes, el recurso hídrico es escaso dado que integra la Diagonal Árida Sudamericana. La acelerada urbanización en las dos últimas décadas, la promoción industrial, el cambio del uso del suelo y las prácticas inadecuadas en el tratamiento de los residuos sólidos urbanos, ponen en riesgo las escasas fuentes de agua disponibles.

El objetivo fue determinar los riesgos de contaminación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos, originados por las actividades humanas.

La vulnerabilidad de las aguas subterráneas se determinó con la metodología DIOS propuesta por Foster e Hirata (1991), adaptada también para las aguas superficiales. Los análisis físicos –químicos de las aguas, fueron realizados utilizando técnicas normalizadas según el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

En sectores de alta demanda de agua subterránea, algunas perforaciones para agua potable fueron contaminadas con nitratos, superando los límites tolerables de 45 mg/l que le asigna el CAA a la potabilidad del agua.

Aportes principales: el análisis geográfico integrado a una visión holística multidisciplinaria de conservación y gestión integral del recurso agua, esencial para la vida humana; la localización precisa de zonas de alto riesgo de contaminación y el auspicio de un correcto ordenamiento territorial.

¹ Facultad de Humanidades / Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Catamarca. República Argentina. E-mail: geosegura_luis@yahoo.com.ar

² Facultad de Humanidades / Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Catamarca. República Argentina. E-mail: cdrodriguez@arnet.com.ar

³ Facultad de Humanidades / Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Catamarca. República Argentina. E-mail: geoyanina@yahoo.com.ar

Palabras Clave: Riesgo - Contaminación Antropogénica- Recursos Hídricos -

Introducción

La ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca, forma parte del Departamento Capital de la provincia y se encuentra ubicada entre los cordones montañosos de Ancasti y Ambato (Sierras Pampeanas de Catamarca), tiene una superficie urbanizada de 54 Km² y cuenta con una población de 170.000 habitantes. El clima en general es templado y seco, con una temperatura media anual de 20,6°C. Las precipitaciones son escasas, de régimen estival, y alcanzan una media anual de 379 mm (Secretaría del Agua y del Ambiente, 2006).

Uno de los principales problemas que afecta a la población de San Fernando del Valle de Catamarca, es el déficit crónico en materia de abastecimiento hídrico. Este problema -derivado de las escasas precipitaciones invernales- se agudiza en época de verano debido a la disminución del aporte de las fuentes superficiales (río El Tala y río Del Valle), estación en la cual la influencia del recurso hídrico subterráneo cobra mayor importancia.

La red hídrica en la ciudad de Catamarca se conforma por el río Del Valle que discurre por al este del ejido urbano, hidráulicamente este curso superficial es el más importante del área de estudio, tanto por la superficie de la cuenca como por el caudal medio, en tanto que por el oeste de la ciudad discurre el río El Tala – Ongolí, también de curso permanente al igual que el río Del Valle, pero de menor jerarquía hídrica. Además, completan la red hídrica y por orden de importancia los arroyos Fariñango, Choya, La Gruta y La Florida, estos cursos superficiales son de régimen pluvial y con cuencas hidrográficas desarrolladas en el faldeo oriental bajo de la sierra de Ambato (Carta Topográfica Hoja 2966 II, 1985). La red hídrica consignada se puede observar en la Figura N° 1.

Por el déficit hídrico se considera prioritario proteger la calidad de los recursos hídricos y en particular del subterráneo, que constituye una de las principales fuentes de abastecimiento para agua potable, uso recreativo e industrial de la ciudad de Catamarca. Los niveles freáticos constituyen uno de los datos relevantes para el desarrollo e

implementación de estrategias tendientes a la protección de la posible contaminación de las aguas subterráneas por diferentes cargas vertidas sobre la superficie del terreno.

Como consecuencia de la ocupación de los espacios correspondientes a la red hídrica superficial, falta de controles de ribera e insuficiente educación ambiental, numerosos efluentes líquidos y sólidos procedentes de viviendas y de distintas actividades industriales y comerciales, son vertidos directamente en dichos cursos. Los arroyos transporten estos efluentes a zonas permeables que pueden contaminar las aguas subterráneas del área de estudio.

La disposición de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) en rellenos sanitarios inadecuadamente diseñados y controlados constituye un riesgo de contaminación de los acuíferos. Cuando llueve sobre un vertedero, en el que las características hidrológicas, topográficas, climáticas, entre otros, no fueron debidamente consideradas, el agua de lluvia disuelve las sustancias contaminantes de los residuos. Estas aguas así contaminadas por infiltración podrían alcanzar el acuífero freático (Nirich, 2001).

Además existe el riesgo de percolación de los lixiviados, líquidos concentrados muy contaminados con productos químicos y microorganismos patógenos y cuya composición varía según la antigüedad del relleno. En la mayoría de los casos, el lixiviado está formado por el líquido que entra en el relleno sanitario desde fuentes externas (drenaje superficial y lluvia) y por el líquido producido por la descomposición de los residuos (Sarubbi, 1998).

La ciudad Capital de Catamarca posee una Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos (PTRSU) ubicada en el sector sur-oeste del ejido urbano, al borde del límite sur del departamento, al occidente del parque industrial El Pantanillo, sobre la Ruta Nacional N° 38. La planta está construida en el sector de pie de monte (zona distal del cono de deyección del río El Tala-Ongolí) cuya litología se caracteriza como limo-arenoso y limos con escasos rodados. Las pendientes topográficas de la zona varían entre el 3% y el 1%.

El objetivo del presente trabajo fue identificar las cargas potencialmente contaminantes vertidas en los arroyos ubicados en la ciudad Capital - generadas a partir de las diferentes actividades humanas y determinar los riesgos de contaminación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos, en el Departamento Capital, Provincia de Catamarca.

La observación y comprobación *in situ* de las modificaciones antropogénicas sobre los cursos de agua superficial fueron georeferenciadas con navegador GPS y documentadas fotográficamente.

Para determinar la vulnerabilidad del acuífero se aplicó la metodología propuesta por los Dres. Foster e Hirata, sistema DIOS, que se basa en la determinación de la Distancia al agua, Ocurrencia de agua subterránea y substrato litológico (Foster e Hirata, 1994).

Para evaluar posibles alteraciones en la calidad del agua subterránea en el área donde se encuentra emplazada la ciudad de Catamarca, se extrajeron muestras para análisis químico y bacteriológico de siete perforaciones en explotación ubicadas en diferentes puntos de la zona urbana. El monitoreo fue realizado, con una frecuencia semestral durante tres años y medio (Período 2006-2010).

Las perforaciones estudiadas -como caso testigo de un universo más amplio- fueron las ubicadas en la PTRSU (Perf. N°1), Polideportivo Policial (Perf. N° 2) y cinco perforaciones ubicadas en el área industrial El Pantanillo: un Frigorífico (Perf. N° 4), tres Fábricas (Perf. N°5, N°6 y N°7) y una perforación que abastece de agua potable-industrial al Área Industrial El Pantanillo (Perf. N°3).

Como indicadores de contaminación orgánica y microbiológica se determinaron las concentraciones de los iones nitrato, nitrito, amonio y *Escherichia Coli*. Se midió la conductividad de las muestras *in situ* para conocer el grado de salinidad del agua subterránea. Los análisis fueron efectuados de acuerdo a las técnicas especificadas en el Standard Methods y los resultados obtenidos fueron procesados mediante técnicas estadísticas descriptivas.

Resultados

El relevamiento ambiental realizado sobre los arroyos ubicados en la zona norte de la ciudad Capital, permitió identificar las siguientes cargas potencialmente contaminantes (Cuadro N° 1): Efluentes sólidos en el A° La Florida, especialmente en el sector comprendido entre los barrios Choya, La Unión y Villa Bosh. A partir de la avenida Virgen del Valle hacia el este, el arroyo se encuentra revestido, observándose desde éste punto, aguas abajo, el aporte continuo de efluentes líquidos, con un mínimo de infiltración *in situ*.

En el A° Choya se han identificado residuos sólidos a la latitud de los barrios El Milagro, Las Flores, Parque Norte, Hipódromo y Los Eucaliptus.

Idéntico problema se observa en el A° La Gruta en el tramo comprendido entre los barrios 500 Viviendas (Los Ceibos), 26 Viviendas Norte, 40 Viviendas Norte y Parque Norte.

Aguas abajo de la unión de los arroyos Choya y La Gruta también se observan descargas de residuos sólidos a la altura de los barrios Eva Perón, San José Obrero y La Victoria.

El A° Fariñango recibe aportes de residuos sólidos urbanos en el tramo comprendido entre los B° Parque América y Marcos Avellaneda, y aportes de efluentes líquidos a partir de la latitud del complejo del Círculo Policial, especialmente por pérdidas de la colectora cloacal este. Desde la Avda Belgrano hacia el sur, el arroyo Fariñango se encuentra totalmente revestido.

Sobre el arroyo La Florida, Choya, La Gruta, totalmente revestido en el sector comprendido entre los barrios Eva Perón, Los Inmigrantes, Marcos Avellaneda y Fariñango, se han identificado efluentes sólidos y líquidos.

Sobre la confluencia de los arroyos La Florida, Choya, La Gruta y El Fariñango y en el tramo comprendido entre los barrios Fariñango y Bella Vista, se ha detectado importantes aportes de residuos sólidos y líquidos domiciliarios y de origen industrial.

En total se registraron en el área de estudio, 27 (veintisiete) vuelcos potencialmente contaminantes (Figura N° 2).

Caracterización de la Carga Contaminante

Para la evaluación del riesgo de contaminación del acuífero y siguiendo la metodología adoptada, se identificó como principales generadores de cargas contaminantes al subsuelo a los residuos sólidos urbanos (RSU), efluentes cloacales e industriales.

Dada la incertidumbre acerca de la concentración de contaminantes y la probable carga hidráulica asociada, el estimado del peligro potencial asignado a dichas cargas contaminantes será obtenido en base a la clase de contaminante y tiempo de aplicación de la misma.

En el caso de los residuos sólidos urbanos se toma como componente más importante del lixiviado que se origina a los metales pesados y N de nitratos y sales.

Para estimar el índice correspondiente a N de nitratos y sales, se le asignó a la clase de contaminantes el valor $I_c = 1$, por tratarse de contaminantes móviles y persistentes y por la insignificante retardación debido a las características del suelo de la zona.

Se asigna un índice I_c de 0,6 a los metales pesados, contaminantes originados por el lixiviado de los RSU, por ser contaminantes de lenta degradación y débil retardación.

Teniendo en cuenta la situación más desfavorable, le correspondió a la clase de contaminante de esta carga el índice $I_C = 1$.

Para determinar la duración de la carga contaminante se estimó en 70% la probabilidad que el contaminante sea descargado al subsuelo y para un período de aplicación de la carga de una década resulta un índice $ID = 0,8$. El estimado final para esta carga contaminante es $I = 1$.

Para los efluentes cloacales los contaminantes considerados son N de nitratos y sales, bacterias patógenas fecales y compuestos orgánicos solubles. El estimado para la clase de contaminante - N de nitratos y sales - es $I_c = 1$, por un análisis análogo al anteriormente realizado.

El índice que se le asigna a las bacterias patógenas fecales es de 0,3 por tratarse de un contaminante de rápida degradación y débil retardación.

A los compuestos orgánicos solubles se le asigna un índice de $I_c = 0,6$ por las características litológicas del suelo donde finalmente son descargados y la lenta degradación de estos compuestos. Resulta para la clase de contaminante un $IC = 1$.

Adoptando una probabilidad del 80% que el contaminante sea descargado al subsuelo y un periodo de aplicación de la carga de aproximadamente dos décadas, corresponde un índice $ID = 0,9$. El estimado para esta actividad es: $I = 1$.

Los efluentes de pequeñas industrias localizadas en el área aportan como contaminantes más relevantes los siguientes: metales pesados, hidrocarburos aromáticos y alifáticos, N de nitrato y sales.

Se asigna un índice $IC = 0,6$ a los metales pesados; $IC = 1$ para N de nitrato y sales; y a los hidrocarburos aromáticos y alifáticos $IC = 0,6$ por consideraciones análogas a las anteriormente descriptas.

Teniendo en cuenta la situación más desfavorable, le correspondió a esta clase de contaminante el índice $I_C = 1$.

En cuanto a la duración de la carga contaminante, el índice obtenido para una probabilidad de descarga del 70% y un tiempo de aplicación de esta carga una década, es de $ID = 0,7$.

Para esta actividad potencialmente contaminante el estimado obtenido es $I = 1$.

Vulnerabilidad del Acuífero a la Acción Antropogénica en una Zona Testigo

Como zona testigo para determinar las características del acuífero freático del departamento Capital se tomó al predio donde se ubica la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos (PTRSU). Siguiendo la metodología empleada por Foster e Hirata (1994) se estudiaron los tres ejes constitutivos del sistema DIOS:

Distancia al Agua: Para determinar la distancia al nivel freático se realizó un análisis de las características técnicas de la captación subterránea, construida en el sector NW del predio de la PTRSU. Como resultado del mismo se ha verificado que en la zona de estudio el nivel freático se encuentra a una profundidad de 47m, según consta en el perfilaje eléctrico efectuado en el momento previo a la entubación y en la medición directa realizada posterior al ensayo de caudales, utilizando piezómetros sonoros y lumínicos. Además este dato puntual es concordante con los antecedentes de perforaciones cercanas ubicadas al norte y este del sitio de disposición final de los RSU. Según la metodología le corresponde a este factor un valor del índice: 0,5.

Características litológicas: En la Tabla N° 1, referida a la descripción litológica de la perforación realizada en la PTRSU, se muestra que hasta el nivel freático se suceden tres horizontes de materiales no consolidados: el primero constituido por sedimentos limo-arenosos con restos vegetales; el segundo por arena fina con limo y rodados pequeños y el tercero por arena fina a media con algo de grava. A los fines de compatibilizar esta descripción litológica con la metodología utilizada (Foster et al., 1992), aquellos horizontes equivaldrían a uno compuesto por arena fina y media limosa. Valor del Índice: 0,65.

Condición del Acuífero: Del análisis litológico y del perfilaje eléctrico de la perforación ubicada en la PTRSU se concluye que el acuífero freático se trata de un horizonte saturado no confinado. Valor del Índice: 0,9.

El Índice de Vulnerabilidad del Acuífero en la PTRSU, producto de los tres índices anteriormente consignados, resulta 0,3; el que es considerado bajo a moderado según la escala propuesta por el método de Foster e Hirata.

Estimación del Riesgo de Contaminación del agua Subterránea

Teniendo en cuenta la clasificación adoptada para las cargas contaminantes, el valor del índice obtenido ($I = 1$), permite caracterizar a la misma como alta. Para una carga alta, vertida sobre un acuífero de vulnerabilidad baja-moderada le corresponde un riesgo de contaminación del agua subterránea bajo a moderado. (Cuadro N° 2).

Evaluación de la Calidad del Agua Subterránea

En la Tabla N° 2 se muestran los resultados del análisis descriptivo de la concentración del ión nitrato en las perforaciones estudiadas. Los valores medio, mediana y máximos de este ión, supera el límite tolerable para consumo humano de 45 mg/l, establecido por el Código Alimentario Argentino (CAA, 1994), en las perforaciones N° 3 y N° 7, detectándose igual situación con el valor máximo registrado en la perforación N° 2. La concentración del ión nitrato en la perforación N° 7 (Calzados Catamarca) supera además el valor guía de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 1995): 50 mg/l.

Los promedios de las concentraciones de los iones nitrito y amonio en las perforaciones monitoreadas, se encuentran por debajo de los límites tolerables para agua de bebida establecidos por el CAA y los niveles guías de las OMS y no se detectó presencia de *Escherichia Coli* en las muestras analizadas. Los valores medios de la conductividad corresponden a agua dulce (Custodio y Llamas, 1983), observándose una mayor dispersión de los datos en las perforaciones N° 3 (Perforación Área Industrial) y N° 4 (Frigorífico).

Si se analiza la dirección del flujo subterráneo, de rumbo NW-SE y la ubicación de las perforaciones N° 2, 3 y 7 que presentan concentraciones de nitrato superior al

límite tolerable del CAA y variaciones temporales relevantes en el período de estudio, no se puede atribuir a la planta de RSU el incremento detectado en este indicador.

Conclusiones

Se identificaron como cargas potencialmente contaminantes, vertidas en los arroyos de la zona norte de la ciudad Capital, residuos sólidos urbanos, efluentes cloacales e industriales.

Teniendo en cuenta la clasificación adoptada para caracterizar estas cargas contaminantes, el valor del índice obtenido ($I = 1$), permite valorar a la misma como alta, dentro de la escala adoptada.

Los Índices obtenidos para evaluar la Distancia al agua 0,5; la Ocurrencia del Agua Subterránea: 0,9 y Característica del Substrato Litológico: 0,65, determinan un valor del índice para la Vulnerabilidad del Acuífero de $I_v = 0,3$, indicador que permite valorar entre baja a moderada la vulnerabilidad en la zona de vuelco de los arroyos sobre el río Del Valle, dentro de la escala propuesta por el método (rango: 0-1).

En base a la metodología aplicada se estima el Riesgo de Contaminación del agua Subterránea en el área de estudio como bajo a moderado por tratarse de una carga alta, vertida sobre un acuífero de vulnerabilidad baja-moderada.

La concentración media del ión nitrato, indicador de contaminación orgánica en dos de las perforaciones monitoreadas superan los límites tolerables para agua de bebida establecidos en el CAA. Los valores de las concentraciones de los iones amonio, nitrito y del indicador microbiológico CF no indican contaminación.

No se observa relación espacial entre la ubicación de la planta de RSU y el indicador de contaminación orgánica (NO_3) detectado en las perforaciones N° 2, 3 y 7. Sin embargo se considera importante continuar con el monitoreo sistemático de los indicadores utilizados, en particular del ión nitrato, que orientará sobre medidas de mitigación.

Las actividades antropogénicas en la ciudad de Catamarca – Departamento Capital, determinan que los riesgos de contaminación de los recursos hídricos es elevado para los cursos de aguas superficiales y bajo a moderado para las aguas subterráneas que constituyen el acuífero freático, según la metodología empleada.

Teniendo en cuenta estos resultados se considera necesario alertar a las autoridades competentes sobre la necesidad de realizar limpiezas periódicas de los canales, incrementar los controles sobre vuelcos clandestinos, aplicando la legislación vigente y educar a la población sobre las consecuencias ambientales que los mismos generan, con incidencia directa sobre la salud.

Bibliografía

CARTA TOPOGRÁFICA HOJA 2966 II (1985). - II “San Fernando del Valle de Catamarca”. Escala 1:250.000. Instituto Geográfico Militar. Buenos Aires, Argentina.

CUSTODIO, E y M. LLAMAS (1983). Hidrología Subterránea. Tomo I. Ediciones Omega. Barcelona.

DE LA CANAL y ASOCIADOS SRL (1994). Código Alimentario Argentino. Capítulo XII. Art. N° 982. Resolución 494/94.

FOSTER, S, ADAMS B., MORALES M. (1992). Estrategias para la Protección de Aguas Subterráneas. CEPIS, OMSOPS. Lima. Perú

FOSTER, S. y HIRATA R. (1994). Determinación del Riesgo de Contaminación de Aguas Subterráneas. CEPIS-OPS. Lima, Perú.

FOSTER, S., ADAMS, B., Morales, M., y TENJO S. (1992). Estrategias para la Protección de Aguas Subterráneas. CEPIS-OPS. Lima, Perú.

MUNICIPALIDAD DE LA CIUDAD CAPITAL (2006). Memoria Técnica de la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos de la Ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca.

NIRICH, S. (2001). Gestión Integral de Residuos Sólidos. Material Didáctico del Curso de Postgrado de la Maestría en Conservación y Gestión Ambiental. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. UNCa. Catamarca.

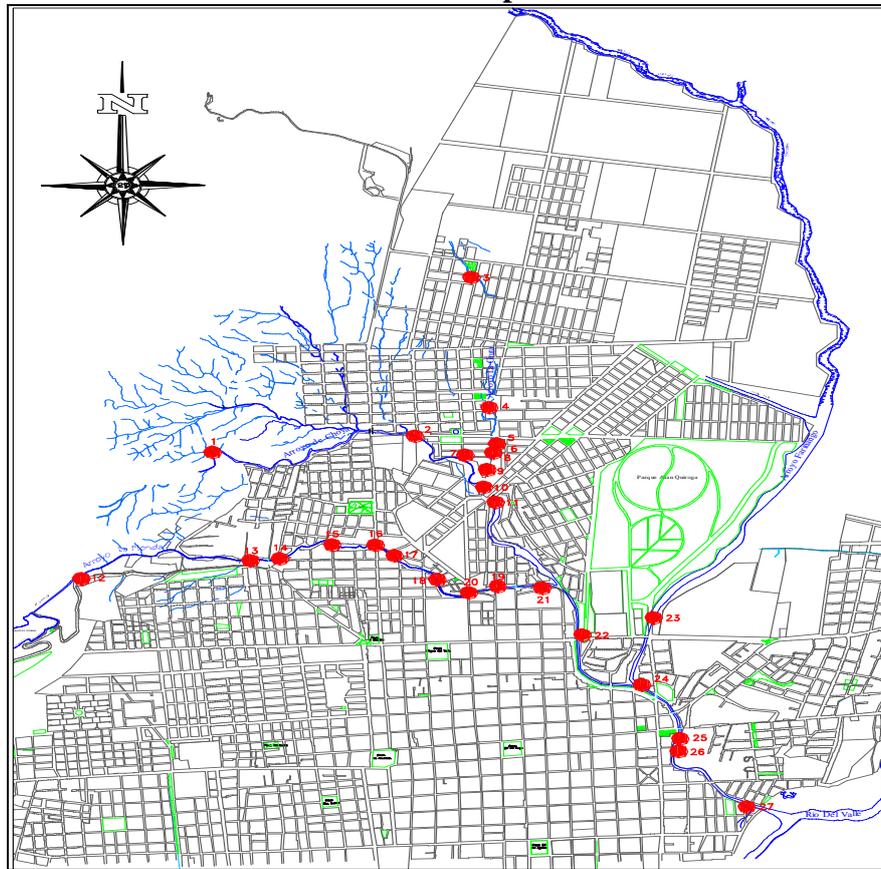
ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (1995). Guías para la Calidad del Agua Potable. Volumen I. Recomendaciones. Ginebra.

SARUBBI, A. (1998). Lixiviado en Relleno Sanitario, Sistema de Gestión Ambiental, AIDIS, pp. 4-11. Vol. I, N° 3. Buenos Aires. Argentina.

SECRETARÍA DEL AGUA Y DEL AMBIENTE. (2006). Memoria Anual. Catamarca, Argentina.

SEGURA, L.; CARRIZO, L.; CAFFETTARO, P. (1998). “Actividades Urbanas que Potencialmente pueden Generar Cargas Contaminantes a las Aguas Subterráneas. Caso: Ciudad Capital, Provincia de Catamarca”. Boletín Geo - Industrial. Edición Especial. Primer Simposio Internacional de Hidrología Aplicada, Saneamiento e Impacto Ambiental – Año IV – N° 6-7. Tucumán. República Argentina. Pp. 83-87.

Figura N° 2: Relevamiento Ambiental de los Arroyos ubicados en el sector norte de la ciudad Capital.



○ Puntos de monitoreo.

Cuadro N° 1: Relevamiento de Cargas Potencialmente Contaminantes sobre los Arroyos de la Zona de Estudio.

| Punto | Coordenadas | | Arroyo/s | Tipo de Efluentes | Observaciones |
|-------|----------------|----------------|----------|-------------------|---|
| | Latitud | Longitud | | | |
| 1 | 28° 26' 45,3'' | 65° 47' 54,2'' | Choya | RSU | 1Km al oeste Avda. Virgen del Valle. |
| 2 | 28° 26' 40,5'' | 65° 47' 7.5'' | Choya | RSU | Alcantarilla sobre Avda. México. |
| 3 | 28° 26' 1,1'' | 65° 46' 49'' | La Gruta | RSU | Esc. B° Los Ceibos. |
| 4 | 28° 26' 32,7'' | 65° 46' 50,3'' | La Gruta | RSU | Sur B° 26 Viviendas. |
| 5 | 28° 26' 44,2'' | 65° 46' 48,9'' | La Gruta | RSU | 50 m al Sur Avda. México. |
| 6 | 28° 26' 46,1'' | 65° 46' 49,5'' | La Gruta | RSU | 150 mts. Av. Mex. B° V. Parque Norte. Inicia Bifurcado. |
| 7 | 28° 26' 50,1'' | 65° 46' 51,1'' | La Gruta | RSU | Plaza. Antes de unirse A° Choya |
| | | | | RSU | B° V. Parque Norte. |

Riesgo de contaminación de los recursos hídricos por actividades antropogénicas en el departamento capital, provincia de Catamarca, República Argentina

Segura Luis Alberto; Saracho Marta Alicia; Nieva, Nadia Yanina

| | | | | | |
|----|----------------|----------------|--------------------|----------------|--|
| 8 | 28° 26' 46,1'' | 65° 46' 49,5'' | La Gruta | | Viviendas ubicadas en el lecho del A° |
| 9 | 28° 27' 04'' | 65° 46' 46,5'' | La Gruta | RSU | Antes unión A° La Gruta y Choya. |
| 10 | 28° 26' 55,0'' | 65° 46' 51,7'' | La Gruta y Choya | RSU | Unión de los Arroyos. |
| 11 | 28° 26' 59,5'' | 65° 46' 47,1'' | La Gruta y Choya | Líquidos RSU | B° Victoria y B° Eva Perón. Aguas abajo alcantarilla en construcción. |
| 12 | 28° 27' 20,6'' | 65° 48' 24,7'' | La Florida | RSU | A 177 m, de la descarga del Dique al A°. |
| 13 | 28° 27' 15,4'' | 65° 47' 45,1'' | La Florida | RSU | Altura Puente. B° Choya. |
| 14 | 28° 27' 14,8'' | 65° 47' 38,2'' | La Florida | Líquidos y RSU | Altura lavadero de vehículos B° Choya. |
| 15 | 28° 27' 10,9'' | 65° 47' 26,3'' | La Florida | RSU | B° La Unión. |
| 16 | 28° 27' 10,9'' | 65° 47' 10,4'' | La Florida | Líquidos y RSU | Puente sobre Avda. Virgen del Valle. Inicio canalización arroyo y arrastre efluente líquido. |
| 17 | 28° 27' 13,9'' | 65° 47' 11,8'' | La Florida | Líquidos y RSU | Aguas abajo del Puente Avda. Virgen del Valle. Aporte lavadero de vehículos. (La Gruta) |
| 18 | 28° 27' 20,7'' | 65° 47' 2,1'' | La Florida | Líquidos y RSU | B° Piloto. |
| 19 | 28° 27' 22,8'' | 65° 46' 40,7'' | La Florida | Líquidos y RSU | Aporte efluente cloacal. B° San José Obrero. |
| 20 | 28° 27' 25,0'' | 65° 46' 56,3'' | La Florida | Líquidos y RSU | Avda. Figueroa. Detrás de UNCa. Dir. NO y NE. Sobre Puente Maipú Norte. |
| 21 | 28° 27' 21,4'' | 65° 46' 32,9'' | La Florida y Choya | Líquidos y RSU | B° Eva Perón y B° Los Inmigrantes. |

Cuadro N° 1: Relevamiento de Cargas potencialmente Contaminantes sobre los Arroyos de la Zona de Estudio (Continuación)

| | | | | | |
|----|----------------|----------------|---|----------------|---|
| 22 | 28° 27' 37,1'' | 65° 46' 29,1'' | La Florida y Choya | Líquidos y RSU | Aportes: Canal E., Colectores Pluviales y Aguas servidas. Avda. Belgrano, sobre Puente. |
| 23 | 28° 27' 31,1'' | 65° 46' 11,9'' | Fariñango | Líquidos y RSU | Avda Belgrano y Além. Círculo Policial. |
| 24 | 28° 27' 50,2'' | 65° 46' 15,0'' | La Florida, Choya, La Gruta y Fariñango | Líquidos y RSU | Avda Costanera. B° Marcos Avellaneda. Unión de los A°. Desagüe pluvial. |

| | | | | | |
|----|---------------|---------------|---|----------------|---|
| 25 | 28° 27' 5,8'' | 65° 46' 6,1'' | La Florida, Choya, La Gruta y Fariñango | Líquidos y RSU | Avda. Costanera. Frente Planta Industrial. |
| 26 | 28° 28' 8,1'' | 65° 46' 6,1'' | La Florida, Choya, La Gruta y Fariñango | Líquidos y RSU | Aporte Colector Pluvial. Avda. Costanera y San Martín. |
| 27 | 28° 28' 8,1'' | 65° 46' 6,1'' | La Florida, Choya, La Gruta y Fariñango | Líquidos y RSU | Aporte Líquido Cloacal Desembocadura de arroyos sobre el río Del Valle. |

Cuadro N° 2: Determinación del Riesgo de Contaminación del Acuífero

| RIESGO DE CONTAMINACIÓN | | |
|------------------------------------|-------------------------|------------------------|
| | Valor del Índice | Caracterización |
| CARGAS CONTAMINANTES | 1 | ALTA |
| VULNARABILIDAD DEL ACUÍFERO | 0,3 | BAJO A MODERADO |

INDICE DE PELIGRO POTENCIAL

| | | |
|--------------------------------|-------------|------------------------|
| RIESGO DE CONTAMINACIÓN | ----- -> | BAJO A MODERADO |
|--------------------------------|-------------|------------------------|

Tabla N° 1: Descripción litológica de la perforación ubicada en la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos de la ciudad Capital.

| Descripción Litológica del Acuiperm | | | | |
|--|--|--|--|------------------|
| Profundidad (m) | Según Constructores | Primera Síntesis | Equivalencia según la Metodología Propuesta | Valor del Índice |
| 0,00 – 4,00 | Limo Arenoso con Restos Vegetales | Limo Arenoso con Restos Vegetales | Arena Fina y Media Limosa (Sedimento no Consolidado) | 0,65 |
| 4,00 – 10,00 | Arena Fina con Limo y Rodados Pequeños | Arena Fina con Limo y Rodados Pequeños | | |
| 10,00– 28,00 | Arena Fina a Media | | | |
| 28,00– 48,00 | Arena Media a Fina con Grava | Arena Fina a Media con algo de Grava | | |

Tabla N° 2: Variaciones de la concentración del ión NO₃ en las perforaciones monitoreadas. Período 2006-2010.

| Estaciones de Monitoreo | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| M(NO ₃) | 21 | 42 | 46 | 37 | 40 | 22 | 54 |
| Me(NO ₃) | 21 | 39 | 46 | 36 | 40 | 22 | 54 |
| Máx. | 25 | 59 | 51 | 44 | 43 | 25 | 59 |
| Mín. | 15 | 33 | 40 | 30 | 38 | 20 | 48 |
| SD(NO ₃) | 4 | 9 | 4 | 5 | 2 | 2 | 5 |
| CV (%) | 19 | 21 | 9 | 14 | 5 | 9 | 9 |

Tabla N° 3: Promedios de la concentración de indicadores de contaminación orgánica, microbiológica y promedios de los valores de conductividad en las perforaciones monitoreadas. Ciudad Capital- Catamarca. Período 2006-2010

| Perforación N° | NO₂ (mg/l) | NH₄ (mg/l) | CF (UFC/100 ml) | Conductividad (µ S/ cm) |
|-----------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------|--------------------------------|
| 1 | < 0,005 | < 0,05 | 0 | 320 ± 12 |
| 2 | < 0,005 | < 0,05 | 0 | 615 ± 37 |
| 3 | < 0,005 | < 0,05 | 0 | 623 ± 63 |
| 4 | < 0,005 | < 0,05 | 0 | 581 ± 57 |
| 5 | < 0,005 | < 0,05 | 0 | 522 ± 3 |
| 6 | < 0,005 | < 0,05 | 0 | 392 ± 7 |
| 7 | < 0,005 | < 0,05 | 0 | 883 ± 10 |