

## **IMPACTO DEL SANEAMIENTO SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRANEA EN EL VALLE CENTRAL DE CATAMARCA**

**M. Saracho<sup>1</sup>, L. Segura<sup>1</sup>, M. Flores, N. Agüero<sup>1</sup>, N. Carrizo,**

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Facultad de Humanidades. Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas. Grupo de Energías Renovables Catamarca, INENCO. – CONICET  
Universidad Nacional de Catamarca, Avda. Belgrano 300 C.P. 4700 – Catamarca  
Tel. 0383-15286959. E-mail: martasaracho@gmail.com

*Recibido 17/09/15, aceptado 15/10/15*

**RESUMEN:** Argentina tiene graves deficiencias en la provisión de servicios de agua potable y saneamiento, lo que impacta negativamente sobre la salud de la población y la calidad del recurso hídrico. No basta la recolección de los efluentes cloacales, hay que depurarlos, pero solo se procesan el 12% de los líquidos colectados. Catamarca no es ajena a esta situación. El objetivo de este trabajo es evaluar temporalmente, a través de un indicador de contaminación orgánica, el impacto sobre el recurso hídrico subterráneo del Valle Central de Catamarca por saneamiento insuficiente. Se utilizó como indicador del impacto la concentración de ion Nitrato. Se muestra su variación temporal en el periodo 2000-2014 en 40 perforaciones utilizadas para consumo humano. Las concentraciones promedios superan el límite recomendado por la OMS para agua potable en el 40% de las perforaciones monitoreadas, 30 % de las cuales fueron anuladas como fuentes de abastecimiento para dicho uso.

**Palabras clave:** saneamiento insuficiente, nitratos, agua subterránea Valle de Catamarca.

### **INTRODUCCION**

Los servicios de agua potable y saneamiento son factores básicos para preservar la salud de la población. Gran número de personas mueren cada año de enfermedades diarreicas atribuibles a la falta de acceso a agua potable y al saneamiento y un 90% de esas personas son menores de 5 años, principalmente en países en desarrollo (OMS, 2011).

El acceso al agua para la vida es una necesidad humana básica al mismo tiempo que un derecho humano fundamental (Naciones Unidas, 2003). Sin embargo en un mundo de prosperidad creciente, más de mil millones de personas se ven privadas del derecho a un agua limpia y 2.600 millones no tienen acceso a un saneamiento adecuado (UNICEF-OMS, 2012; UNESCO, 2015). Estas cifras reflejan tan sólo una de las dimensiones del problema. Cada año mueren cerca de 1,8 millones de niños como consecuencia directa de diarrea y otras enfermedades causadas por el consumo de agua no potabilizada y por un saneamiento insuficiente. El segundo problema que destacan los datos mundiales es la brecha existente entre el suministro de agua y el saneamiento. En casi todas las regiones y en la mayoría de los países, el suministro de saneamiento queda muy por detrás del acceso al agua y no existe prueba alguna de que esta brecha se esté reduciendo. Las tasas de incidencia de los trastornos relacionados con la diarrea y la hepatitis A son mucho más elevadas en la mayoría de los asentamientos periurbanos de lo que cabría esperar en función de los ingresos, siendo la contaminación por aguas residuales el principal factor de dichos trastornos. Los países que permiten que la cobertura del saneamiento se quede atrás están destinados a ver disminuidos los beneficios del progreso respecto al agua (PNUD, 2006).

---

<sup>1</sup> Profesional Secretaría de Recursos Hídricos. Gob. Provincia de Catamarca

En América Latina, menos del 14% de los líquidos cloacales recibe alguna forma de tratamiento: el resto se arroja a ríos y lagos o se deja que se filtre en las aguas subterráneas.

Nuestro país padece una grave deficiencia en la provisión de servicios de saneamiento y de agua potable. Al respecto, el sector más comprometido es el primero, con una cobertura de sólo el 48,3 % mientras que con agua de red se abastece a un 83% de la población total. Ambos índices se ubican por debajo de los recomendados por la OMS, que son 90% para el saneamiento y 95% para el agua potable (Barragán, 2010). El Censo Nacional 2010 muestra que 19.381.029 personas sobre un total 40.117.096 habitantes cuentan con servicio de desagües cloacales mientras que el Censo 2001 contabilizó 15.268.987 personas. Es decir que a nivel total del país hubo un crecimiento de este servicio del 26,9 % respecto del año 2001 (INDEC, 2010).

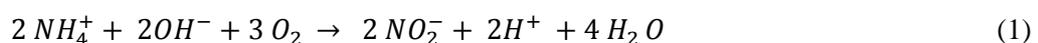
Sin embargo al estar por debajo de los porcentajes recomendados por la OMS, resulta imprescindible ampliar la cobertura con saneamiento y agua de red, iniciando las tareas por las regiones más desprotegidas. De esta forma se podrá evitar la generación de enfermedades y epidemias que se transmiten a través del agua contaminada como: diarreas estivales, hepatitis, fiebre tifoidea, cólera, disentería, amebiasis, entre otras. (Auge, 2008).

Con relación al tratamiento de aguas residuales se estima (puesto que no hay datos censales) que en el país sólo se procesa aproximadamente el 12% del total de los líquidos colectados; en un conjunto de 10 provincias se tratan entre el 50 y el 85% de las aguas residuales totales, pero en las ciudades más grandes del país el tratamiento es escaso (en general no superan el 10%) (Lentini y Brenner, 2015).

En cuanto a la Provincia de Catamarca y según de Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010, con una población total de 367.828 y una densidad habitacional de 3,6 hab/km<sup>2</sup>, el porcentaje de población cubierta con servicio de cloacas es del orden del 43,8%, lo que corresponde a una población de 158.728 habitantes en viviendas particulares con disponibilidad de desagüe cloacal.

El Valle Central de la Provincia, que forma parte de la diagonal árida sudamericana y pertenece al ambiente geográfico árido de sierras y bolsones está integrado por los departamentos Capital, Fray Mamerto Esquiú y Valle Viejo. Las poblaciones del departamento Valle Viejo solo disponen de pozos negros o letrinas para depositar las excretas, mientras que en el departamento Fray Mamerto Esquiú el 6,8% de hogares tiene acceso a red cloacal. Dicha infraestructura posibilita la eliminación de aguas residuales de las viviendas, pero la colmatación de los mismos obliga a vaciarlos en forma regular, por lo cual la mayoría de los efluentes cloacales termina en los canales de riego ó en el río Del Valle, lo que constituye una amenaza para la salud pública. Esta forma de disposición final de los efluentes domésticos es la principal fuente de contaminación del agua subterránea con nitratos (Perdomo et al. 2001), originando fundamentalmente en zonas con alta densidad poblacional, concentraciones superiores al límite recomendado por la OMS para el agua potable (50 mg/l). La contaminación de agua con nitrato puede provocar toxicidad aguda en los seres humanos, sobre todo en infantes, la enfermedad conocida como metahemoglobinemia o enfermedad del niño azul (Sasson, 1993; OMS, 1995; Ojeda et al.2015).

Los nitratos presentes tanto en el suelo como en las aguas subterráneas son resultado de la degradación microbiana de sustancias orgánicas nitrogenadas (como proteínas) en iones amónicos (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), que luego son biológicamente oxidados hasta convertirse en nitritos y nitratos en un proceso de dos etapas (Foster e Hirata, 1991).



Esas reacciones se producen por la acción de diferentes bacterias: en la reacción (1) intervienen las nitrosomonas y de la reacción (2) las nitrobacterias. Ambos organismos son químolitotrofos aeróbicos.

Estudios realizados en el departamento F. M. Esquiú (Ubalini et al. 2000), sobre el impacto de las cargas contaminantes puntuales y multipuntuales (saneamiento *in situ*) sobre el acuífero freático reportan concentraciones importante de nitratos y cloruros en zonas próximas a asentamientos poblacionales sin red cloacal y presencia de bacterias indicadores de contaminación fecal. Similar metodología de investigación aplicada en la zona urbana del departamento Valle Viejo, revela que la calidad química y bacteriológica del acuífero libre se ajusta a los valores guías de la OMS para consumo humano (1995).

En la ciudad Capital, el recurso hídrico subterráneo es la principal fuente de abastecimiento de agua para consumo humano e industrial, recurso que aportó entre el 88,5% (2013) al 91,6% (2014) de agua para tales fines (Agua de Catamarca, 2014), en períodos de estiaje. Por lo cual es prioritario proteger su calidad, siendo la recolección y tratamiento del agua residual doméstica una de las medidas fundamentales para preservar esta fuente.

La conexión a red cloacal se inició a partir del año 1946 en una parte muy reducida del casco céntrico de la zona urbana de esta ciudad Capital (OSCa, 1999), servicio que se fue extendiendo hasta alcanzar el 82,2 % en la Capital y el 77,2 % en todo el Valle Central (INDEC, 2010). Pero aún queda un 17,8 % de los hogares de esta ciudad, el 100% de la población Valle Viejo y el 93,2 % de hogares de Fray Mamerto Esquiú con saneamiento *in situ* (INDEC, 2010).

Para la protección del recurso hídrico no sólo basta la recolección de los efluentes cloacales es muy importante su tratamiento. En el área de estudio solamente la ciudad Capital cuenta desde el año 2003 con una planta depuradora de efluentes diseñada para tratar 444 l/s de líquido cloacal. Este caudal se fue incrementando paulatinamente atendiendo las necesidades de saneamiento de la población, hasta alcanzar el valor actual de 667 l/s, (50% superior al de diseño) con la consiguiente disminución de la calidad del efluente depurado. Además es necesario tener en cuenta como fuente potencialmente contaminante de los acuíferos las importantes pérdidas de líquidos cloacales en las redes colectoras (Segura y Saracho, 2011).

En función de la problemática planteada el objetivo de este trabajo es evaluar temporalmente, a través de un indicador de contaminación orgánica, el impacto por saneamiento insuficiente, sobre el recurso hídrico subterráneo del Valle Central de la Provincia de Catamarca, principal fuente de abastecimiento de agua para consumo humano.

## **MATERIALES Y METODOS**

### *Zona de Estudio*

El Valle Central de Catamarca (figura 1), con una población de 198.841 (INDEC, 2010) constituye la zona más densamente poblada de la provincia ya que concentra el 53,3 % del total de habitantes. El clima predominante es el de Sierras y Bolsones, con precipitaciones media anuales entre los 350 mm en el valle y los 650 mm en las zonas serranas. El período de precipitaciones se extiende de diciembre a marzo del año hidrológico. Su recurso hídrico subterráneo es un valioso reservorio de agua para usos múltiples. El acuífero está formado por dos grandes unidades hidrogeológicas, la superior: con depósitos sedimentarios no consolidados de arenas y gravas del cuaternario. La inferior compuesta por depósitos sedimentarios terciarios con un notorio grado de diagénesis (Blasco et al., 1994).

La profundidad de los niveles piezométricos en la ciudad Capital es variable correspondiéndose con la topografía del relieve superficial. Oscila entre los 85 m en la zona NO, la más elevada topográficamente, 30 m en la franja central y de rumbo NE-SW, entre 10 m y 30 m en la franja E paralela a la anterior y 8,5 m en la terraza inferior de la margen derecha del río Del Valle, la que constituye la zona con acuífero de menor espesor y mayor vulnerabilidad a las cargas contaminantes. Según el esquema DIOS (Foster e Hirata, 1991), la vulnerabilidad a la contaminación del acuífero libre es baja en la zona NO (índice 0,1); moderada en la zona media y distal del cono de deyección del río El Tala (índice 0,3 a 0,4), mientras que en la zona este y sudeste el valor de la variable se incrementa a 0,5 (Segura y Saracho, 2011).

En el Departamento Valle Viejo las perforaciones utilizadas para abastecimiento de agua potable a la población están ubicadas en zonas rurales. Se trata de captaciones subterráneas poco profundas que varían entre los 22 m y 80 m y que explotan principalmente el acuífero freático. Los niveles piezométricos oscilan entre los 16 m y 37 m.

Para evaluar el impacto sobre la calidad del agua subterránea del sistema de saneamiento en el área en estudio se utilizó como indicador de contaminación orgánica la concentración de ion Nitrato. La aptitud de esta fuente para consumo humano fue determinada utilizando las Guías para la Calidad del Agua Potable (OMS, 1995) y el Código Alimentario Argentino (De la Canal, 1982).

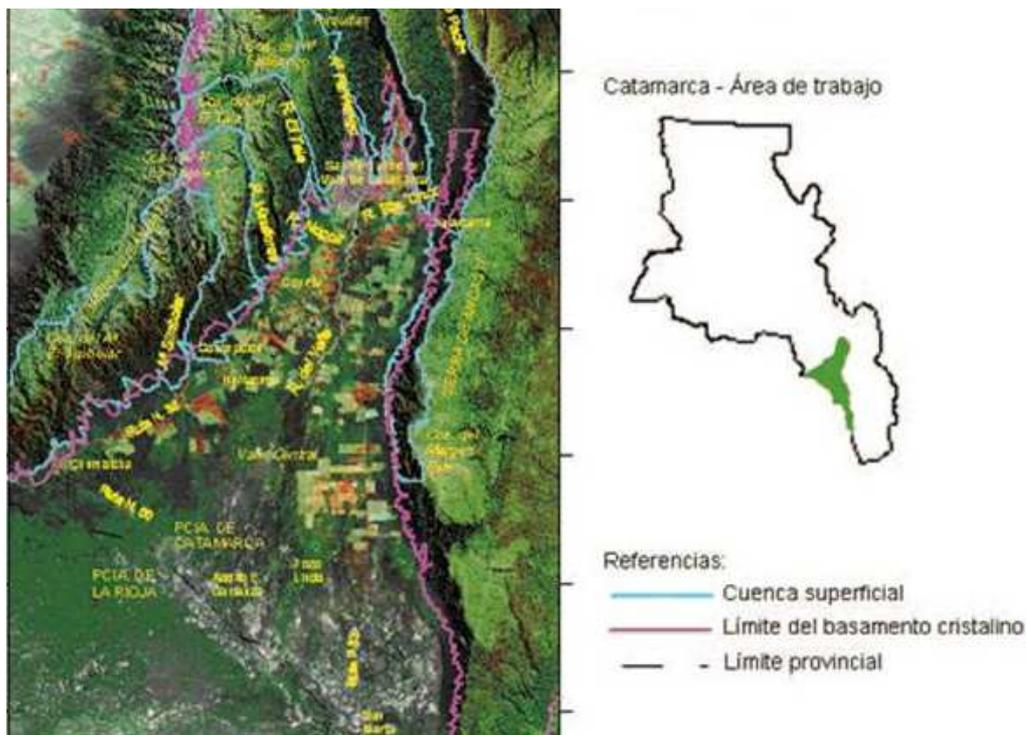


Figura 1. Valle Central de Catamarca. Ubicación del área de estudio

### Muestreo

Se extrajeron muestras en 22 perforaciones actualmente en explotación en la ciudad Capital (figura 2) y en 7 captaciones subterráneas ubicadas en el Departamento Valle Viejo (figura 3) con una frecuencia cuatrimestral durante el período 2013-2014. El muestreo fue realizado por integrantes del grupo de investigación en colaboración con personal de la empresa Aguas de Catamarca SAPEM.



Figura 2. Perforación N° 53. Capital



Figura 3. Perforación Antapoca. Valle Viejo



En la figura 5 se puede observar la concentración del ion estudiado y su evolución en el período 2000-2006 en nueve perforaciones ubicadas en el área de estudio.

El aumento de la concentración de nitratos se detectó en las captaciones subterráneas ubicadas en el sector más densamente poblados y más antiguo de la ciudad -centro de la ciudad Capital- (perf. N° 13, 14, 16, 18, 31, 34 y 35) y en la zona sur, donde se registraron concentraciones medias anuales comprendidas en el intervalo [140mg/l; 180 mg/l] (perf. N° 19 y 20).

Estos resultados llevaron, en el período 2003-2006, a sacar de funcionamiento las captaciones subterráneas contaminadas con dicho ión, realizar otras perforaciones para reemplazar dichas fuentes y en otros casos aumentar la profundidad de algunas captaciones subterráneas (Perf. N° 44), con los consiguientes perjuicios económicos. Por lo expuesto fueron anuladas como fuentes de agua potable cinco perforaciones ubicas en el casco céntrico de la ciudad Capital, (Perf. N° 13, 14, 16, 18, 35); dos en la zona de sur (La Viñita: Perf. N° 19 y 20) y las restantes ubicadas en el sector noreste: B° Parque América (Perf. N°34) y Avda. Los Legisladores (Perf. 31). En estas fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano, la concentración de ion Nitrato alcanzó como se muestra en la figura 5, valores mayores a 100 ppm, superando el límite tolerable para consumo humano 45 mg/l (CAA, 2007) y el valor guía de la OMS (1995), 50mg/l.

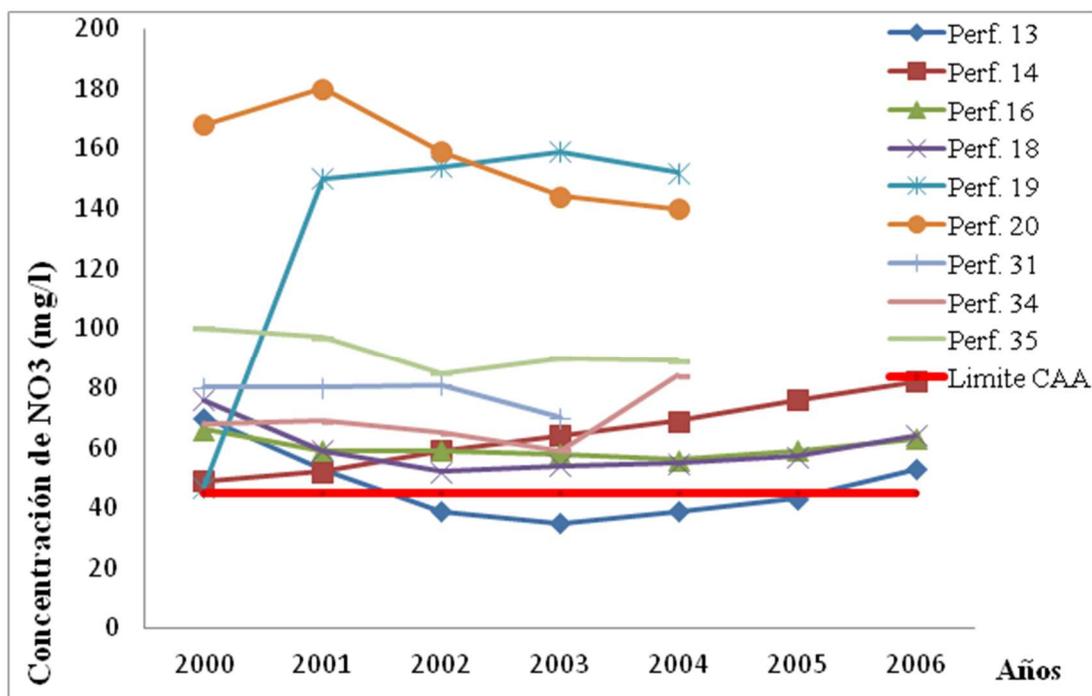


Figura 5: Concentración de ión Nitrato en perforaciones ubicadas en la Ciudad Capital destinadas al consumo humano que fueron sacadas de servicio en el período 2003- 2006.

Se considera que el problema fue originado por el saneamiento *in situ*, pérdidas en el red cloacal y por el vuelco de efluentes cloacales sin tratar en la zona sur (antes del funcionamiento del actual sistema de depuración de aguas residuales domesticas).

La contaminación continuó extendiéndose hacia el sector norte y sur de la Ciudad Capital, lo que llevó a sacar de funcionamiento otras captaciones subterráneas ubicadas en el sector sur: en el año 2009 la perforación N° 40 con una concentración promedio de ion  $\text{NO}_3^-$  de 132 mg/l; la perforación N° 43 en el año 2010, que alcanzó un valor promedio de 110 mg/l y a partir del año 2013 la perforación N° 36 con un promedio de 89 mg/l. En el caso de la captación subterránea N° 43 el problema planteado se presentó desde el inicio de la explotación (año 2004) detectándose una concentración media anual de 71 mg/l, concentración que en un período de 6 años presento un incremento del 55%. La evolución temporal de la concentración del indicador estudiado en las perforaciones mencionadas se puede observar en la figura 6, que muestra además los cambios detectados en otras perforaciones utilizadas

como fuentes de abastecimiento para consumo humano. Esto es lo que se presentó en el agua captada por la perforación N° 10 ubicada en la zona sur, que a partir del año 2004 fue afectada por la pluma contaminante detectándose actualmente una concentración promedio de 75 mg/l.

Para reemplazar las fuentes de abastecimiento eliminadas se construyeron entre los años 2005 y 2007 en la zona sur la perforación N° 45 y en la zona norte la N° 47 donde inicialmente se registraron concentraciones de ion  $\text{NO}_3^-$  de 12 mg/l y 24 mg/l respectivamente. El aumento de la concentración del ion estudiado en dichas perforaciones se muestra en la figura 6. En la perforación N° 45 se alcanzó un valor de 51mg/l en un periodo de 10 años, mientras que en la perforación N° 47 el incremento registrado en dicho periodo fue de 100%, superando en ambos casos el límite tolerable para consumo humano. El mismo problema se detectó también en la perforación N° 32 ubicada en la zona norte donde actualmente se detectó una concentración promedio de 53 mg/l.

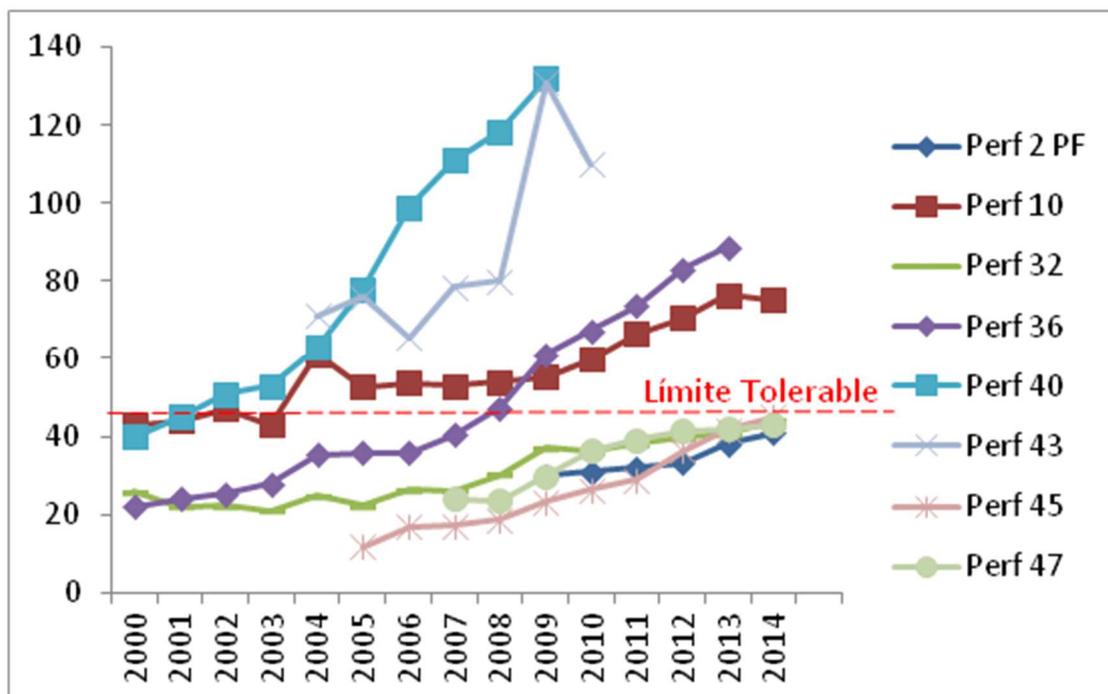


Figura 6. Evolución temporal de la concentración de ión nitrato en perforaciones de la Ciudad Capital destinadas al consumo humano en el período 2000-2014

Es importante señalar la correspondencia entre la ubicación de las captaciones subterránea donde se registró el incremento señalado en la concentración de ion Nitrato y el valor del índice de peligro potencial de contaminación del agua subterránea con nitrato (Segura y Saracho, 2011) que se obtuvo aplicando el esquema DIOS, (Foster e Hirata, 1991). Las perforaciones con mayor problema están ubicadas en el área de vulnerabilidad media a alta y carga contaminante alta señalando el impacto del saneamiento *in situ* y pozos sépticos antiguos.

La concentración de ion Nitrato en las perforaciones actualmente en explotación que abastecen de agua a la población de la Capital de Catamarca se muestra en la figura 7. Se observa que la concentración del contaminante es igual o superior al valor de 45 mg/l en las perforaciones N° 10, 32 y 45. La empresa Aguas de Catamarca SAPEM a cargo del servicio de agua y saneamiento de la ciudad Capital, soluciona el problema de calidad de la perforación N° 10, con una concentración promedio de  $\text{NO}_3^-$  de 75 mg/l, mezclando el agua de dicha perforación en una cisterna (Rebombeo R1), con el agua procedente de la perforación N° 46. Se consigue con este procedimiento una concentración de ion  $\text{NO}_3^-$  en la mezcla de 31 ppm.

Análisis de las características constructivas de las perforaciones en estudio muestran que las profundidades de las mismas varían entre los 105 m y los 213 m. Las captaciones más antiguas fueron construidas a fines de la década del 40' y las más nuevas en el último lustro. Con el objeto de explotar

acuíferos de mejor calidad, las sucesivas campañas de perforación para abastecimiento a la población, fueron profundizando el nivel de las captaciones hasta superar los 210 m en las últimas construidas.

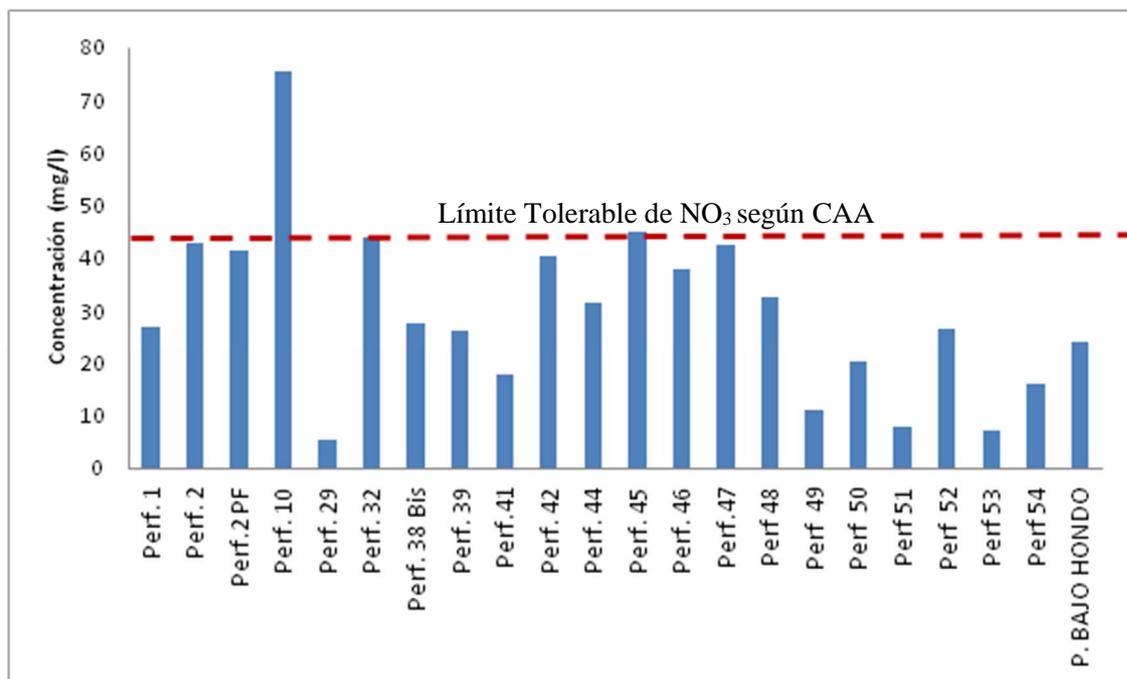


Figura 7: Concentración de Nitrato en Perforaciones que Abastecen de Agua a la Capital de Catamarca. Período 2013-2014

Es importante señalar que las captaciones con problemas de nitrato, en especial las ubicadas en el sector SE, donde el nivel estático oscila alrededor de los 20 m, no presentan aislamiento mediante cementaciones que aíslan el acuífero freático de los acuíferos más profundos en explotación. Esta condición técnica es indispensable para evitar la contaminación por flujo vertical descendente desde el nivel superior hacia los acuíferos infrayacente.

#### Monitoreo de Perforaciones del Departamento Valle Viejo

En la figura 8 se muestra la ubicación georreferenciada de las siete perforaciones del departamento Valle Viejo utilizadas como fuente de abastecimiento de agua para consumo humano. El resultado del monitoreo de la concentración de ion Nitrato en el período de estudio se muestra en la figura 9.

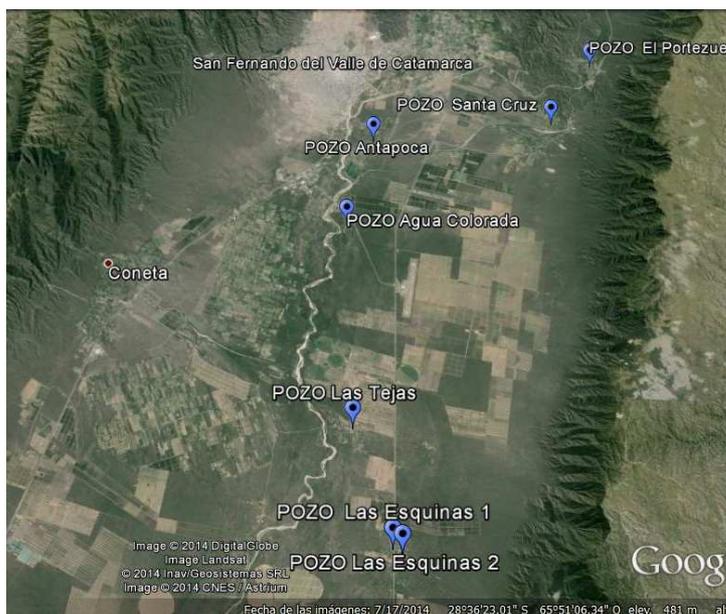


Figura 8: Ubicación georreferenciada de las perforaciones en explotación en el Dpto V. Viejo

Como puede observarse la concentración promedio del indicador de contaminación orgánica utilizado en las siete captaciones subterráneas estudiadas se encuentra por debajo de 45mg/l, límite tolerable para agua potable (CAA, 2007) y de 50 mg/l, valor guía de la OMS (1995).

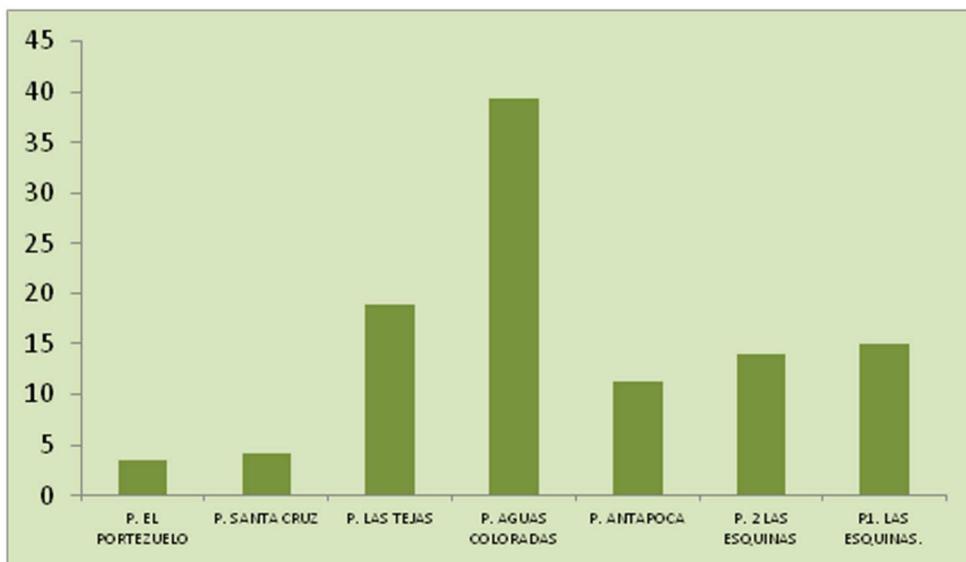


Figura 9: Concentración de Nitrato en Perforaciones ubicadas en el Dpto. Valle Viejo Período 2013-2014

La evolución temporal de la concentración de ion nitrato en la perforación de Aguas Coloradas ubicada en la zona rural del departamento Valle Viejo se muestra en la figura 10 donde se observa el incremento gradual en la concentración de dicho indicador de contaminación, característico del agua subterránea afectadas por el saneamiento *in situ*, problema que podría atenuarse si se dispone de un sistema de recolección y tratamiento de efluentes cloacales.

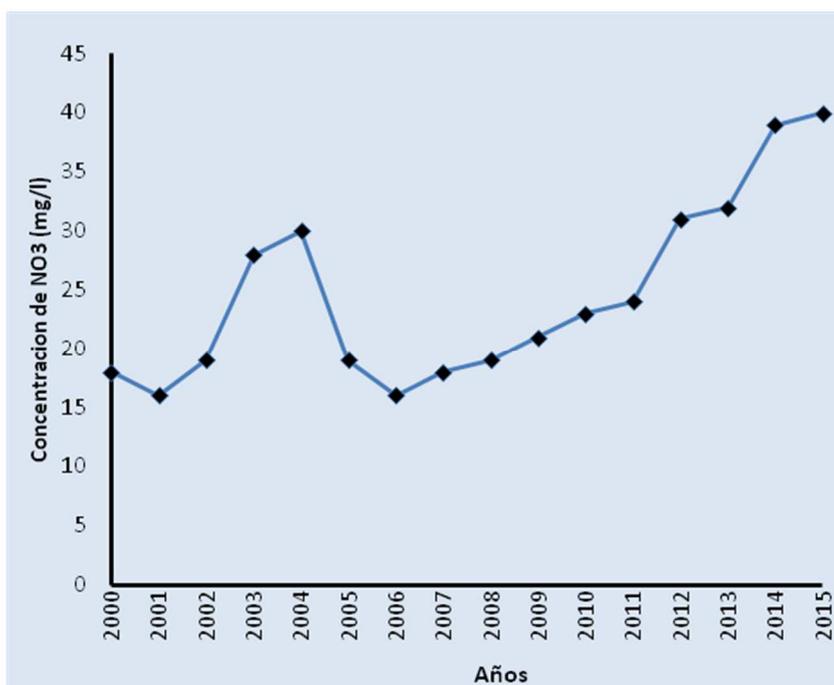


Figura 10. Evolución temporal de la concentración del ión nitrato en la perforación ubicada en Aguas Colorada.

Las concentraciones detectadas en las perforaciones monitoreadas en este departamento, con profundidades menores a 80 m son inferiores al límite tolerable para consumo humano. Se considera que estos valores pueden atribuirse a la baja densidad poblacional del área analizada asociada a la generación de una reducida carga orgánica contaminante.

Por otra parte, la población del departamento Fray Mamerto Esquiú utiliza el recurso hídrico superficial (rio Del Valle) como fuente de abastecimiento de agua potable, por lo cual no requiere de captaciones subterránea para dicho uso. La totalidad de las viviendas cuentan con saneamiento *in situ*, a excepción de la población de Villa las Pirquitas. Sin embargo antecedentes hidroquímicos en el acuífero freático poco somero detectaron concentraciones de nitratos y cloruros superiores a las exigidas por la normativa vigente para agua potable (Ubalini et. al, 1995).

Es importante mencionar que se encuentra en la fase inicial la construcción de una planta depuradora de efluentes para tratar los líquidos cloacales generados por las poblaciones de los departamentos Valle Viejo y Fray Mamerto Esquiú, exceptuando los originados por los habitantes de la Villa Las Piquitas, que cuenta con una planta compacta para tal fin, aun no puesta en marcha.

Al ampliar la cobertura con red cloacal en el Valle Central, tratar los efluentes recolectados en las nuevas plantas y aumentar la capacidad de tratamiento del sistema de lagunas de estabilización de la Ciudad Capital, además de dotar de mejor calidad de vida a la población, protegiendo la salud y preservando el medio ambiente se está contribuyendo a alcanzar una de las meta de los Objetivo de Desarrollo del Milenio. El compromiso de Argentina planteado como política de estado en lo relativo a saneamiento fue reducir en 2/3 la proporción de la población sin acceso al saneamiento en el período 1990 al 2015.

## CONCLUSIONES

En un periodo de catorce años, del total de perforaciones monitoreadas en el Valle Central de Catamarca y utilizadas como fuente de abastecimiento para consumo humano, el 40 % de los casos presenta evidencia del impacto de contaminación antrópica por saneamiento insuficiente.

Fueron anuladas como fuente de abastecimiento para agua potable 12 perforaciones ubicadas en el área de estudio a partir del año 2003, lo que constituye el 30 % de las captaciones subterráneas analizadas, donde las concentraciones promedios de ion Nitrato superaron el límite fijado por el CAA y los niveles guías de la OMS para dicho uso, alcanzado en algunos casos valores promedios máximos de 180 mg/l y evidenciando en otros incrementos del 100% en dicha concentración.

En la capital de Catamarca, la ciudad más densamente poblada de Valle Central, la contaminación antropogénica evaluada a través de la concentración de ion Nitrato, se evidenció en el 48,5 % de las captaciones subterráneas estudiadas.

Es posible señalar la correspondencia entre la ubicación de las captaciones subterránea, donde se detecta el incremento de la concentración de ion Nitrato y el valor del índice de peligro potencial de contaminación del agua subterránea obtenido aplicando el esquema DIOS.

En la ciudad Capital, las perforaciones con mayores problemas respecto al indicador utilizado en este estudio están ubicadas en el área de vulnerabilidad media a alta y carga contaminante alta (impacto del saneamiento *in situ* y de pozos sépticos antiguos en áreas con cobertura de red cloacal). Constructivamente, las mencionadas captaciones, no presentan aislación del nivel freático el cual oscila alrededor de los 20 m.

Con el objeto de explotar acuíferos de mejor calidad, no contaminados con nitrato, las sucesivas campañas de perforación para abastecimiento de la población fueron profundizando el nivel de las captaciones hasta superar en las últimas construidas, los 210 m.

En el departamento Valle Viejo, solo una de las captaciones subterráneas analizadas, muestra un incremento gradual en la concentración del ion nitrato pero que aún no alcanza los valores límites para consumo humano fijados por el CAA y la OMS.

La población del departamento Fray Mamerto Esquiú, a excepción de la ubicada en Villa Las Pirquitas, cuenta con saneamiento *in situ*. Antecedentes hidroquímicos en el acuífero freático poco somero detectaron concentraciones de Nitratos superiores a las exigidas por la normativa vigente para agua potable.

Este trabajo genera una línea de base para futuros estudios del avance o disminución de la contaminación orgánica, evaluada a través de la evolución de la concentración de ion Nitrato si se aplican como está planificado por el estado provincial estrategias adecuadas para el uso eficiente y conservación del recurso hídrico subterráneo.

## REFERENCIAS

- Aguas de Catamarca S.A.P.E.M. (2014). Memoria Anual: Base de Datos. Catamarca.
- Auge M. (2008). Agua y Saneamiento en la Argentina. [sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/APHA.-A.W.W.A.-W.E.F.](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/10915/APHA.-A.W.W.A.-W.E.F.) (2005). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Edición 21. pp 5-10; 5-13. United States of America.
- Barragán H. (2010). Desarrollo, Salud Humana y Amenazas Ambientales. La Crisis de la Sustentabilidad. Editorial de la Universidad Nacional de la Plata. La Plata. Bs. As. Argentina. pp 185-199.
- Blasco G., Caminos R., Lapidó A., Lizuain A., Martínez H., Nullo E., Panza J., Sacomani L. (1994). Hoja Geológica 2966-San Fernando del Valle de Catamarca. SMN-DNSG-Boletín 212.
- De la Canal J. (1994, Modificación 2007). Código Alimentario Argentino. Capítulo XII. Art. N° 982. Resolución 494/94. Bs. As.
- Lentini E., Brenner F. (2015). Agua y Saneamiento: un Objetivo de Desarrollo del Milenio. Los avances en la Argentina. [www.vocesenelfenix.com/.../agua-y-saneamiento-un-objetivo-de-desarrollo](http://www.vocesenelfenix.com/.../agua-y-saneamiento-un-objetivo-de-desarrollo).
- Foster S., Hirata R. (1991). Determinación del Riesgo de Contaminación del Agua Subterránea. CEPIS. Lima. Perú.
- Naciones Unidas (2010). El derecho humano al agua y el saneamiento. A/RES/64/292.
- Ojeda G., Durán R., Durán E., Castellano W. Evaluación del Contenido de Nitratos en Agua de Red en el Municipio Las Talitas. Tucumán. Agua como Política de Estado. CONAGUA 2015. Pp 289-295. Paraná. Entre Ríos.
- OMS (1995). Guías para la Calidad del Agua Potable. Volumen 1. Ginebra.
- OMS (2011). Estadísticas Sanitarias Mundiales. Parte II. Indicadores Sanitarios Mundiales. Ginebra.
- Perdomo C., Casanova O., Ciganda V. (2001). Contaminación de Aguas Subterráneas con Nitratos y Coliformes en el litoral Sudoeste de Uruguay. Agrociencia. Vol 1. Pp 10-22. Montevideo. Uruguay.
- PNUD (2006). Informe sobre Desarrollo Humano 2006. Más allá de la Escasez: Poder, Pobreza y la Crisis Mundial del Agua.
- INDEC. (2010). Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda del año 2010.
- Sasson A (1993). La alimentación del hombre de mañana. UNESCO. Reverte S.A.
- Segura L. y Saracho M. (2011). Peligro de Contaminación Antrópica del Acuífero Freático de la ciudad de Catamarca: representación cartográfica. Calidad y Contaminación del Agua Subterránea. VII Congreso Argentino de Hidrogeología y V Seminario Hispano-Latinoamericano sobre temas actuales de Hidrología Subterránea. Pp 321-328. Salta. Argentina.
- UNESCO (2015). Informe de las Naciones Unidas Sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo. WWAP. Agua para un mundo sostenible. <http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/environment/water/wwap/for-the-media/>
- UNICEF-OMS (2012). Progresos en materia de agua potable y saneamiento. Informe de actualización 2012. EE.UU.
- Ubal dini M., Saracho M., Flores M., Gimenez H. (2000). Cargas Puntuales y Múltiples y Calidad del Agua Subterránea en F.M. Esquiú, Catamarca. Uso y Preservación de los Recursos Hídricos en

## **ABSTRACT**

Argentina has serious deficiencies in the provision of water and sanitation which negatively impacts the health of the population and quality of water resources. Not only should be collected effluent, these should be treated, but only 12% of the collected liquids are processed. Catamarca is no stranger to this situation. The aim of this work is temporarily assess, through an indicator of organic pollution, insufficient sanitation impact on the groundwater resources in the Central Valley of Catamarca. Nitrate ion concentration was used as an indicator of impact. Its temporal variation is shown in the period 2000-2014 in 40 wells used for human consumption. The average concentrations exceed recommended the limit for the WHO for drinking water in 40% of monitored boreholes, 30 % of which were annulled as sources of supply for such use.

**Keywords:** insufficient sanitation, nitrates, groundwater Valle de Catamarca.