

Evaluación del agua subterránea y transformaciones territoriales en María Ignacia-Vela (Buenos Aires, Argentina)

Corina I. Rodríguez¹, Adriana Díaz¹, Guillermina Jacinto², Anahí Tabera³, Bárbara Pessolano¹, Alejandro Ruiz de Galarreta¹

¹ Centro de Investigaciones y Estudios Ambientales (Facultad de Ciencias Humanas, UNCPBA), Campus Universitario, Paraje Arroyo Seco s/n, (7000), Tandil, Buenos Aires, Argentina.

² Centro de Estudios Sociales de América Latina (Facultad de Ciencias Humanas, UNCPBA), Campus Universitario, Paraje Arroyo Seco s/n, (7000), Tandil, Buenos Aires, Argentina.

³ Departamento de Tecnología y Calidad de los Alimentos (Facultad de Ciencias Veterinarias, UNCPBA), Campus Universitario, Paraje Arroyo Seco s/n, (7000), Tandil, Buenos Aires, Argentina.

Mail de contacto: corinairis@yahoo.com

RESUMEN

María Ignacia es un asentamiento de rango menor del partido de Tandil. Cuenta con cobertura parcial de agua de red a partir del acuífero freático. Existen numerosas perforaciones particulares y la disposición de efluentes domiciliarios se realiza en pozos absorbentes. El objetivo es evaluar la calidad y gestión del agua subterránea en la localidad, en el marco de cambios territoriales que la afectan y modifican sus vínculos con la ciudad cabecera. Se realizaron entrevistas y se tomaron muestras de agua en 2011 y 2012. Se determinaron conductividad eléctrica, concentración de nitratos y microorganismos patógenos, encontrándose parámetros que exceden lo recomendado por el Código Alimentario Argentino para agua de consumo humano. La zona no saturada es de escaso espesor generando así una alta vulnerabilidad del recurso hídrico ante las cargas contaminantes. Los cambios territoriales que experimenta la localidad demandan nuevas estrategias de planificación y gestión sustentable del agua a escala del asentamiento.

Palabras clave: diagnóstico, gestión del agua y saneamiento, cambios territoriales

ABSTRACT

María Ignacia is a lower rank settlement of Tandil district. The village has partial water network coverage whose source is the phreatic aquifer. There are numerous private boreholes. Domestic wastewater disposal takes place in cesspits. This work is aimed to assess groundwater quality and management in the village, which are affected by territorial changes that modify their links with the main city. Interviews were done and water samples were taken in 2011 and 2012. Electrical conductivity, concentration of nitrates and pathogens microorganisms were determined. Several parameters exceeded recommended levels by Argentine Food Code for drinking water. Small thickness of unsaturated zone generates a high vulnerability of water resources to contaminant loads. Territorial changes that occur in the village require new strategies for planning and sustainable management of water at settlement scale.

Key words: diagnosis, water and sanitation management, territorial changes

Introducción

María Ignacia (Estación Vela) constituye el asentamiento de rango menor (ARM) de mayor tamaño del Partido de Tandil, con una población de alrededor de 2.000 habitantes. Este núcleo es considerado como un centro de servicio rural de primera categoría que presta servicios básicos y especializados al entorno rural (Municipalidad de Tandil, 2005).

Investigaciones recientes ponen de manifiesto que los actuales vínculos urbano-rurales entre la ciudad cabecera –Tandil– y los ARM del Partido, activan un conjunto de transformaciones territoriales en estos ARM,

cuyo origen y dinámica no obedecen únicamente a su rol de prestación de servicios rurales, sino que se entroncan con las demandas de espacios y de actores urbanos (Jacinto, 2011). La expansión residencial y la aparición de nuevos usos como los emprendimientos recreativo-turísticos ponen de manifiesto el incremento de las demandas en disponibilidad, cantidad y calidad de agua.

Las transformaciones territoriales que alcanzan a María Ignacia generan entonces la necesidad de investigar en torno al manejo de los recursos naturales, los hídricos en particular, necesarios para el desarrollo de la vida y de las actividades productivas. En este trabajo,

interesa especialmente conocer la situación actual de los recursos hídricos subterráneos en la zona, como única fuente de abastecimiento, analizando su calidad para consumo humano, sus modos de uso y gestión y los impactos potenciales que las transformaciones territoriales en curso podrían generar sobre el agua subterránea.

El objetivo de este trabajo es, entonces, evaluar la calidad y la gestión actual del agua subterránea en la localidad de María Ignacia (Estación Vela), en el marco de los cambios territoriales en desarrollo en la zona.

Área de estudio

María Ignacia (Estación Vela) es una localidad rural situada 50 km al oeste de la ciudad de Tandil, en el sudeste de la Provincia de Buenos Aires (Figura 1). Cuenta con 2002 habitantes (según comunicación de la Delegación Municipal), lo que representa un incremento de población cercano al 10%, respecto al Censo 2001, y un 12% respecto al Censo de 1991 (INDEC, 1991 y 2001).

El asentamiento brinda un conjunto de servicios de proximidad para los habitantes locales (hospital municipal, establecimientos educativos desde nivel inicial hasta secundario, cooperativa de distribución de electricidad, agua potable, telefonía e internet). El ejido cuenta con calles y acceso principal asfaltados, conectados a Tandil por la Ruta Provincial N° 80 y la Ruta Provincial N° 74 (Figura 1). El asentamiento nuclea asimismo, actividades de apoyo a la actividad rural como talleres, depósitos y cooperativas de acopio de granos.

La Cooperativa de agua potable ofrece el servicio mediante perforaciones que explotan el acuífero freático, cubriendo aproximadamente el 80% de la población del asentamiento. Los análisis de calidad de agua antecedentes, indican que el agua de abastecimiento público cumple los requerimientos para consumo humano. Sin embargo, tanto en el ejido principal como en los alrededores de la localidad, los pobladores utilizan perforaciones particulares situación que, sumada a la inexistencia de sistema cloacal y a la presencia de otras cargas contaminantes, determina el uso de agua no apta para consumo humano, poniendo en riesgo la salud de los usuarios.

La localidad se emplaza en la Cuenca del Arroyo Chapaleofú Chico (Figura 1), la cual tiene una superficie aproximada de 370 km² (Pessolano, 2011). La cabecera de cuenca se ubica en el sistema serrano de Tandilia, más específicamente en el subsistema serrano "Sierra Alta de Vela". Las Sierras de Tandilia o

Sierras Septentrionales constituyen una provincia fisiográfica formada por sierras, cerros, cerrilladas y lomas que sobresalen entre 50 y 250 m de la llanura pampeana (Teruggi y Kilmurray, 1975). Dicho sistema se encuentra alineado en sentido NO-SE, abarcando unos 300 km. desde las inmediaciones de Olavarría hasta Mar del Plata.

El sistema serrano de Tandilia se caracteriza por la presencia de dos unidades geológicas (Teruggi y Kilmurray, 1980; Dalla Salda, 1999; Dalla Salda et al., 2005; Poiré y Spalletti, 2005). Por un lado, el basamento cristalino, formado por rocas ígneas plutónicas y, por otro, una cubierta sedimentaria que incluye sedimentos pampeanos de tipo limos loessoides. Hidrogeológicamente, las rocas que componen el basamento son acuífugas, pero presentan fracturas que le dan un carácter de acuífero pobre. Dicho basamento constituye el hidroapoyo del sistema acuífero clástico sobrepuesto, y se profundiza escalonadamente a partir de fracturas tensionales hacia la Cuenca del río Salado (Yrigoyen, 1975). En cambio, los sedimentos constituyen un ambiente poroso clástico dando lugar a un acuífero que brinda la principal fuente de agua para la zona (Ruiz de Galarreta y Banda Noriega, 2005).

El sentido de escurrimiento general del arroyo Chapaleofú Chico es en dirección noreste y tiene una serie de afluentes que en general son cursos de carácter efímero (Figura 1). Pessolano (2011) determinó a través del mapa equipotencial para la cuenca, que el sentido de escurrimiento subterráneo regional es en sentido noreste, de acuerdo a las características morfológicas superficiales.

El arroyo Chapaleofú Chico, en su recorrido permanente, es efluente respecto a la capa acuífera. En la cuenca donde se ubica el sector de estudio, los niveles estáticos presentaron valores entre 317 m y 182 m para el primer semestre de 2009 (Pessolano, 2011), correspondiendo los valores más elevados a la zona serrana coincidente con la divisoria de cuencas, mientras que los valores más bajos se dan en cercanías del curso del arroyo y hacia su desembocadura.

Con respecto a la hidroquímica, Pessolano et al. (2012) determinaron que en la cuenca del Arroyo Chapaleofú, y durante el primer semestre de 2009, la conductividad eléctrica del agua subterránea osciló entre 425 y 849 µS/cm y que las concentraciones de nitratos variaron entre 12 y 46 mg/l. Sin embargo, se detectaron valores elevados de ambos parámetros en un establecimiento de cría de ovinos y en un tambo.

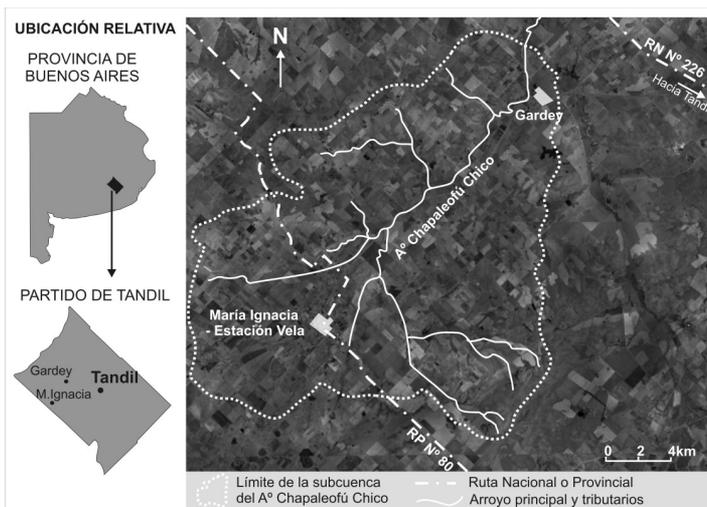


Figura 1. . Ubicación de la localidad de María Ignacia (Estación Vela).

Metodología

En noviembre de 2011 se desarrolló la primera parte del trabajo de campo, relevando 38 perforaciones en la localidad y alrededores. Se realizaron entrevistas a los pobladores locales, indagando sobre los modos de abastecimiento de agua, las características constructivas de las perforaciones, la existencia de focos contaminantes cercanos a las mismas, los sistemas de disposición de efluentes, los antecedentes de contaminación del agua y/o de enfermedades de origen hídrico.

Por otra parte, se realizaron entrevistas a actores clave involucrados en la gestión del agua, entre los que se incluyó al Delegado Municipal de María Ignacia, el Presidente de la Cooperativa de provisión de agua potable, y se interrogó al personal técnico de la Cooperativa sobre las características del sistema de explotación, almacenamiento y distribución de agua potable. Además, se contó con la participación del personal del Hospital Municipal Rodríguez Larreta, quien a través de su Director Médico hizo llegar a los autores de este trabajo su preocupación por la calidad del agua de la localidad y su posible relación con patologías detectadas en dicho Hospital.

Se seleccionaron 16 perforaciones distribuidas homogéneamente en la localidad para conformar una red de medición y muestreo (Figura 2). En noviembre de 2011 y septiembre de 2012 se realizó la toma de muestras para análisis físico-químicos. En septiembre de 2012 también se recolectaron muestras para análisis

microbiológicos, simultáneamente con la medición del nivel freático en cada sitio utilizando una sonda hidrométrica.

Se construyó el mapa equipotencial para septiembre 2012, utilizando las cartas topográficas Hojas 3760-22 "Chillar", 3760-23 "Tandil", 3760-28 "María Ignacia" y 3760-29 "Sierras de Tandil" (IGM, 1955) para determinar las cotas topográficas de cada perforación. El mapa resultante permitió conocer el sentido de escurrimiento subterráneo local.

En cuanto al relevamiento de la calidad físico-química del agua, se extrajeron muestras utilizando recipientes plásticos de 1 litro limpios. Se midió la conductividad eléctrica (CE) in situ con un Conductivímetro marca Hanna modelo HI 9812. Las muestras fueron transportadas y conservadas en frío. En el Laboratorio de Análisis Bioquímicos y de Minerales (FCV-UNCPBA) se determinaron las concentraciones del ión nitrato, a través del método espectrométrico ultravioleta selectivo (APHA, 2005).

La CE expresa el contenido salino existente en las aguas subterráneas, mientras que el ión nitrato se relaciona con la contaminación de origen orgánico. Ambos parámetros son indicadores relevantes en sectores con disposición de excretas in situ y especialmente el nitrato tiene implicancias sobre la salud de la población que consume el agua subterránea.

Para la interpretación de los resultados y su relación con la hidrodinámica subterránea, se construyó un mapa de isoconductividad y concentraciones de nitratos.

Las muestras para análisis microbiológicos fueron colectadas en recipientes estériles de 250 ml y con envoltura externa. Se seleccionaron las canillas conectadas directamente a las perforaciones, para conocer la calidad del agua tal como se extrae de la perforación, sin encontrarse afectada por problemas sanitarios de tanques y cañerías. Se limpiaron y esterilizaron las bocas de las canillas, para finalmente llenar el envase estéril.

Las determinaciones fueron realizadas en el Departamento de Tecnología de los Alimentos (FCV-UNCPBA) según APHA (2005) y se basaron en lo estipulado por el Código Alimentario Argentino (CAA, 2010) que, en su artículo 982, determina los niveles permisibles en agua para consumo humano, correspondiente a las bacterias: aeróbicas mesófilas, coliformes totales, *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa*.

Resultados

1. Gestión actual del agua en la localidad

Según las entrevistas realizadas al Presidente y al personal técnico de la Cooperativa de agua potable de María Ignacia, se conoció que la misma funciona desde 1980, momento en que se construyó la primera perforación.

La Cooperativa es coordinada por el Servicio Provincial de Agua Potable y Saneamiento Rural (SPAR). Actualmente, cuenta con dos perforaciones para el abastecimiento de la localidad, cuyo diseño y construcción es adecuado y verificado por el SPAR:

- Pozo 1 (P1): tiene 59 metros de profundidad. Construido en 1980. Se ubica en el predio de la Cooperativa en las calles Roca y San Martín (Figura 2). Posee una bomba sumergible.

- Pozo 2 (P2): tiene 63 metros de profundidad. Fue construido en 2007. Posee una bomba sumergible. Se ubica a 120 metros de P1.

La Cooperativa posee un tanque con un volumen de 75 m³ para el almacenamiento y posterior abastecimiento, ubicado lindero a P1. Previo a su almacenamiento, el agua recibe un proceso de cloración automática para garantizar la desinfección.

En septiembre de 2012, el agua potable llegaba a 512 bocas de abastecimiento, estimándose un 80 % de cobertura en la zona urbana. El servicio es medido y arancelado según intervalos de consumo. El consumo poblacional medio es de 400 m³/día.

La Cooperativa remite informes mensuales y semestrales al SPAR, donde se indican las horas de funcionamiento de las bombas y los

análisis de calidad, entre otros datos. Los análisis más recientes respecto a la calidad de agua, existentes en la Cooperativa (fechados en abril y agosto de 2012), indican su aptitud para consumo humano, tanto por sus características físico-químicas como microbiológicas.

Por otra parte, el personal de la Cooperativa destacó la problemática de la aplicación de riego complementario en el cultivo de papa en tierras aledañas a la localidad. La preocupación radica en que esta actividad generaría un descenso de los niveles freáticos en épocas de aplicación de riego.

En la entrevista realizada al Delegado Municipal de la localidad, se conoció que la Municipalidad de Tandil no tiene injerencia en el servicio de agua potable brindado por la Cooperativa. Aunque sí recibe informes diarios y semanales del control del servicio. Informó que la mayoría de los vecinos están conectados a la red de agua e indicó que en 2012 se realizó la extensión de dicha red hacia el noroeste de la localidad, en cercanía de las vías férreas. Si bien la obra está finalizada, aún resta que los vecinos se conecten al servicio.

Cabe comentar que, a diferencia de lo indicado por el Delegado Municipal, en los recorridos por la localidad se detectó que en numerosos domicilios han optado por mantener en uso la perforación o pozo domiciliario, y en algunos casos prefieren no conectarse a la red de agua potable, ya sea por razones económicas o porque les resulta más agradable el sabor del agua de pozo.

El Delegado también indicó que no han existido problemas de calidad en el agua potable brindada por la Cooperativa de servicios, como así tampoco se han manifestado quejas o reclamos referidos a las perforaciones particulares.

En casos de viviendas con problemas de calidad en sus pozos propios, no existe una medida preventiva o correctiva. Sino que, según informó, se brinda agua segura sólo en casos de inundaciones, llevando agua envasada a los domicilios que no poseen agua de red. Sin embargo, en las viviendas visitadas se observó preocupación por la calidad del agua de las perforaciones domiciliarias, y particularmente en el sitio N° 28 indicaron haber realizado reclamos a la Delegación Municipal para el abastecimiento de agua segura y la construcción de una nueva perforación.

El Delegado indicó que existen previsiones sobre el tratamiento de efluentes domiciliarios, contando con un proyecto de sistema cloacal, cuyas primeras gestiones comenzaron a fines de 2008. La obra se encuentra diseñada,

aunque aún no se ha puesto en marcha por dificultades legales con el terreno donde se ubicará la planta de tratamiento cloacal. Comentó que la obra de cloacas fue diseñada a nivel provincial por el SPAR y dimensionada para unos 2300 a 2500 habitantes, aclarando que el Municipio no participó en el proyecto. Como se detalló anteriormente, la localidad ha presentado un incremento del 10% en la última década (2001-2010) por lo cual, si se mantiene esa tendencia creciente se colmaría la capacidad de la planta cloacal en los próximos 15 a 20 años.

En cuanto a la situación actual de los efluentes domiciliarios, la mayoría de las viviendas poseen pozos absorbentes y en menor cantidad de casos se observó la presencia de letrinas. El Delegado indicó que con frecuencia se requieren servicios de camiones atmosféricos para el desagote de dichos pozos absorbentes. Normalmente se solicitaban camiones provenientes de Tandil (48 km) y de Benito Juárez (59 km), con un elevado costo del servicio. Ante esta situación, el Municipio de Tandil adquirió un camión atmosférico propio.

Además, se consultó al Delegado Municipal sobre las tendencias de crecimiento de la localidad, a lo que respondió que no existe tanto un crecimiento sino más bien un cambio en la organización de la localidad. Indicó que: "queremos pasar de ser el patio de atrás de la ciudad a ser el jardín", explicando que se busca generar una buena impresión, al parecer más orientada a los visitantes.

2. Condiciones de extracción y uso del agua

La mayoría de los sistemas de extracción de agua constituyen perforaciones someras, aunque también existen algunos molinos en uso, predominando construcciones antiguas, mientras que sólo 2 perforaciones fueron realizadas recientemente. Para la extracción de agua se utilizan mayormente bombas de mano y bombas automáticas ubicados en la superficie. Es muy reciente la colocación de bombas sumergibles y sólo se encontró en una vivienda.

Se observaron importantes deficiencias en el diseño, construcción y protección sanitaria de las perforaciones, encontrándose que son pocas las que poseen cañería de encamisado y sellado de las paredes del pozo. Además, la gran mayoría de ellas no cuentan con cobertura superficial adecuada para impedir la contaminación del pozo, observándose incluso en muchos casos a la ausencia de tapa o cubierta.

Otro punto a tener en cuenta es la presencia de focos contaminantes cercanos. CoFAPyS (1993) recomienda una distancia mínima necesaria entre el sitio de captación de agua y los pozos absorbentes de 25 metros. En el relevamiento se detectó que en la mayoría de los casos esa distancia es inferior a 15 metros.

En el 65% de los sitios visitados el agua extraída de las perforaciones particulares constituye la única fuente de abastecimiento. Dos de ellos además no poseen cañerías de distribución, por lo cual acarrear el agua desde las bombas manuales hasta el interior de los domicilios. En otras dos viviendas se observaron cañerías externas deficientes.

El 35% restante de los domicilios consultados accede a la red de agua potable y en ellos se observa una gran diversidad de situaciones respecto al uso del recurso. Una vivienda utiliza el agua de red para el consumo humano, mientras que el agua de pozo la aprovecha en los sanitarios y para limpieza. En otro caso, la propietaria respondió que si bien accede al agua de red, prefiere beber agua extraída por su bomba de mano debido a que su sabor le resulta más agradable. Otra situación es de un domicilio que accede al agua de red pero prefiere comprar agua de mesa envasada para el consumo familiar debido a dudas relacionadas a la calidad del recurso. Por último, se destaca el caso de un vecino que si bien recientemente se extendió la red pública de agua frente a su vivienda, aún no está conectado al servicio, pero sin embargo obtiene el agua de dicha red para su consumo a través de otro domicilio de la localidad.

3. Hidrodinámica subterránea

El mapa equipotencial (Figura 2) indica que los niveles estáticos oscilaron en septiembre de 2012 entre 218 y 213 msnm. La zona no saturada presentó un escaso espesor, siendo en la mayoría de los sitios de medición inferior a 1 m, y alcanzando un máximo de 2 m al noroeste de la zona de estudio. Esta escasa profundidad de los niveles freáticos da lugar a una elevada vulnerabilidad del acuífero a las cargas contaminantes, hecho especialmente relevante considerando la disposición tanto actual como histórica de los efluentes domiciliarios en pozos absorbentes y letrinas.

Cabe comentar que en 2012 las precipitaciones enero-septiembre alcanzaron 900 mm, valor elevado considerando que la media anual 1900-2003 es de 838 mm (Ruiz de Galarreta y Banda Noriega, 2005). Incluso el mes de agosto de 2012 contabilizó 330 mm de lluvias. Esta situación puede haber afectado la

posición de los niveles freáticos medidos en septiembre de 2012, ocasionando su ascenso.

Teniendo en cuenta el incremento de precipitaciones en 2012 respecto a las lluvias caídas en 2011 (836.4 mm) se observa que no ha habido grandes variaciones en los valores de

conductividad eléctrica y de nitratos entre ambas fechas. Sino que se produjo un incremento de ambos parámetros en 2012, pero más que nada relacionado a contaminaciones puntuales como es el caso del sitio N° 19.

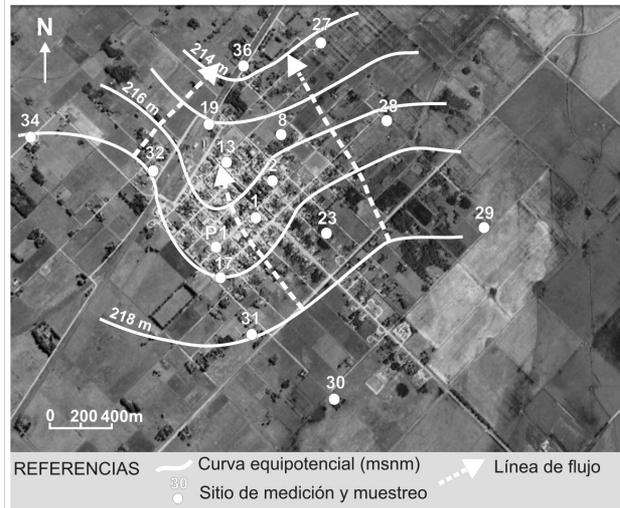


Figura 2. Sitios de medición y muestreo y mapa equipotencial para septiembre de 2012.

4. Calidad del agua subterránea

Los resultados de la conductividad eléctrica presentaron valores entre 770 y 1400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en 2011 y 730 y 2120 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en 2012. Comparando con lo determinado por Pessolano et al. (2012) para la cuenca de estudio, se denotan incrementos en la salinidad del agua que pueden ser indicadores de alguna fuente contaminante que afecta al agua subterránea. En la Figura 3 se presenta el mapa de isoconductividad eléctrica para septiembre de 2012, en el cual se observan valores superiores a 900 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la mayor parte de la localidad y con un marcado incremento hacia el norte, justamente de acuerdo al sentido de flujo subterráneo presentado en la Figura 2.

Por su parte, los nitratos mostraron una gran oscilación, para noviembre de 2011 variaron entre 19 y 136 mg/l, mientras que en 2012 oscilaron desde 12 mg/l hasta incluso 3 sitios con valores superiores a 100 mg/l.

En la Figura 4 se presentan las isoconcentraciones de nitratos para la zona de estudio en septiembre de 2012, con un incremento notable de los valores hacia el norte de la zona, coincidiendo dicho aumento con el sentido de flujo subterráneo. Cabe destacar que los valores antecedentes para la cuenca del

Arroyo Chapaleofú Chico no superan los 46 mg/l en condiciones naturales

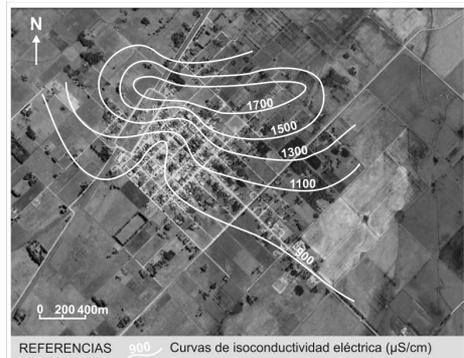


Figura 3. Mapa de conductividad eléctrica. Septiembre 2012.

El Código Alimentario Argentino recomienda valores inferiores a 45 mg/l de nitratos para agua de consumo humano, por lo cual en 2011 el 56,25 % de las muestras y en 2012 el 37,5% resultaron no aptas para tal uso en función de su contenido de nitratos.



Figura 4. Mapa de concentraciones de nitratos. Septiembre 2012.

En la muestra P1, correspondiente a una de las perforaciones de la Cooperativa de Provisión de Agua Potable, el contenido de nitratos alcanzó 30 mg/l y 35 mg/l en las campañas 2011 y 2012 respectivamente. Sin embargo en pozos particulares ubicados en las cercanías (Figura 2), tales como el sitio N° 1 distante 200 m de P1, los contenidos de nitratos alcanzaron 66 mg/l y 54 mg/l en cada fecha. Asimismo, en los sitios N° 31 y 32 situados en un radio de aproximadamente 600 m desde P1, los valores de nitratos en al menos una de las dos campañas superaron lo recomendado por el CAA.

Con respecto a los análisis microbiológicos, sólo 3 (18,75%) de las muestras analizadas resultaron aptas para el consumo humano según indica el Código Alimentario Argentino, correspondiendo una de ellas a la de abastecimiento público (P1).

La mayoría de las muestras excedió los valores de coliformes totales/100 ml y de bacterias aeróbicas mesófilas. Se destaca la determinación de *Escherichia coli* en 3 muestras considerando la peligrosidad que implica la presencia de esta bacteria en aguas de consumo humano. Por su parte, *Pseudomonas aeruginosa* no estuvo presente en las muestras analizadas.

5. Transformaciones territoriales

La problemática vinculada al manejo de los recursos hídricos en la localidad se posiciona como un aspecto sustancial en relación a las transformaciones territoriales que María Ignacia ha experimentado durante la última década.

Uno de los principales cambios territoriales se basa en la visualización de algunos de estos ARM, como espacios de residencia alternativos a la ciudad de Tandil, en donde la presión y la

especulación inmobiliarias fueron impulsando el incremento de los precios del suelo. Los terrenos vacantes en María Ignacia han sido alcanzados al mismo tiempo, por un proceso de valorización inmobiliaria y de expansión del uso residencial. Por un lado, estos procesos fueron activados por la demanda de los habitantes locales y por otro lado, favorecidos por la proximidad y conectividad vial entre la localidad y Tandil. El dinamismo residencial ha planteado la necesidad de dotar de infraestructuras de servicios básicos, principalmente agua y red cloacal a la localidad, con la dificultad que significa afrontar los costos de construcción de dichos servicios con respecto al número de usuarios beneficiados.

Un segundo eje de transformación de los ARM de Tandil, se explica por el desarrollo de actividades y emprendimientos turístico-recreativos, que entroncan con el despegue turístico de la ciudad de Tandil en los últimos años. En este contexto, los ARM se constituyen en puntos de interés cuya identidad y singularidad reposa en rasgos naturales, culturales y patrimoniales propios de estos pueblos rurales pampeanos. La expansión de nuevos usos recreativo-turísticos genera un aumento en la demanda de la calidad y cantidad de agua para consumo.

Asimismo, el manejo de los recursos hídricos plantea desafíos en el contexto de las estrategias de desarrollo territorial formuladas desde el Estado local, que explicita la necesidad de asegurar la dotación de infraestructura comunitaria y de servicios básicos, como eje de acción para reducir las disparidades presentes entre Tandil y los núcleos rurales. Asimismo, a través de la articulación de políticas municipales y provinciales se promueven procesos de desarrollo local en los centros del área rural, lo que supone elaborar e implementar programas especiales y normas preventivas mínimas para el desarrollo de este tipo de asentamientos en el corto, mediano y largo plazo (Municipalidad de Tandil, 2005).

Conclusiones

Las transformaciones territoriales que afectan la localidad de María Ignacia ponen de manifiesto la necesidad de investigar el recurso hídrico subterráneo, única fuente de agua para consumo humano, y de planificar su utilización en pos de garantizar su sustentabilidad.

Este trabajo ha permitido conocer los modos de usos y la gestión actual del agua en la localidad. La cobertura de agua potable a través de la Cooperativa de servicios se complementa con numerosos perforaciones particulares

someras con deficiencias en su construcción y protección sanitaria.

Se verificó que el recurso subterráneo se encuentra afectado en su calidad, destacándose como principal carga contaminante el vertido de efluentes domiciliarios en pozos ciegos, agravado por el escaso espesor de la zona no saturada. Los incrementos en la conductividad eléctrica y el contenido de nitratos con respecto a valores regionales, así como los microorganismos patógenos detectados, ponen de manifiesto la degradación del recurso subterráneo en el ámbito local y, además, han resultado los indicadores más sencillos para conocer la calidad del agua.

Si bien el agua provista por la Cooperativa es apta para consumo humano, se vuelve relevante proteger el recurso subterráneo a través de medidas que garanticen la provisión de agua potable para todos los pobladores.

Se destaca la importancia de un diagnóstico como el aquí presentado que, con información cuali-cuantitativa e indicadores sencillos, da cuenta de la problemática hídrica local y los riesgos potenciales asociados.

Es necesaria una planificación territorial integral que contemple las transformaciones acaecidas en la última década, considerando las tendencias del mercado inmobiliario, el desarrollo turístico, las necesidades locales y, en particular, la creación de infraestructura de servicios sanitarios apropiada.

Referencias

APHA. 2005. *Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater*. 21st Edition. Eaton, A.; Clesceri, L.; Rice, E.; Greenberg, A.; Franson, M. (Editors).

CAA - Código Alimentario Argentino. 1969 y actualizado en 2010. Capítulo XII: Bebidas hídricas, agua y agua gasificada. Ley 18.284. Argentina.

CoFAPyS - Consejo Federal de agua potable y saneamiento. 1993. *Normas de estudio, criterios de diseño y presentación de proyectos de desagües cloacales para localidades de hasta 30.000 habitantes*. Fundamentación de normas, Vol. II: 7.

Dalla Salda, L. 1999. Cratón del Río de la Plata. 1. Basamento granítico - metamórfico de Tandilia y Martín García. *Geología Argentina*. Anales 29 (4): 97-106. Buenos Aires.

Dalla Salda, L., de Barrio, R. E., Echeveste, H. J., Fernández, R. 2005. El basamento de las sierras de Tandilia. Geología y recursos minerales de la Provincia de Buenos Aires. *Relatorio del XVI Congreso Geológico Argentino*. Cap. III: 31-50. La Plata.

IGM – Instituto Geográfico Militar. 1955. Cartas topográficas Hojas 3760-22 “Chillar”, 3760-23 “Tandil”, 3760-28 “María Ignacia” y 3760-29 “Sierras de Tandil”. Argentina.

INDEC – Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. 1991 y 2001. *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas*.

Jacinto, G. 2011. Asentamientos de rango menor (ARM) en Tandil: transformaciones territoriales a partir de la renovación de los vínculos urbano-rurales. *Estudios Socioterritoriales. Revista de Geografía*. Nº 10: 103-124.

Municipalidad de Tandil. 2005. *Plan de Desarrollo Territorial*. Tandil.

Pessolano, B. 2011. *Análisis geohidrológico de la cuenca del arroyo Chapaleofú Chico, Tandil, y su relación con las prácticas agropecuarias*. Tesis de Licenciatura. FCH, UNCPBA. Tandil.

Pessolano, B.; Ruiz de Galarreta, A.; Varni, M.; Barranquero, R. S.; Larsen, A. 2012. Diagnóstico preliminar del recurso hídrico subterráneo y su relación con las actividades agropecuarias en la cuenca del arroyo Chapaleofú Chico, Tandil, Buenos Aires, Argentina. En: *1er Encuentro de Investigadores en Formación en Recursos Hídricos*. Ezeiza.

Poiré, D. G. y Spalletti, L. A. 2005. La cubierta sedimentaria precámbrica-paleozoica inferior del sistema de Tandilia. Geología y recursos minerales de la Provincia de Buenos Aires. *Relatorio del XVI Congreso Geológico Argentino*. Cap. IV: 51-68. La Plata.

Ruiz de Galarreta, A. y Banda Noriega, R. 2005. Geohidrología y evaluación de nitratos del Partido de Tandil, Buenos Aires, Argentina. *Actas del IV Congreso Argentino de Hidrogeología y II Seminario Hispano-Latinoamericano sobre temas actuales de la Hidrología Subterránea*. Blarasin, Cabrera y Matteoda (eds). p. 99-108. Río Cuarto.

Teruggi, M. y Kilmurray, J. 1975. Tandilia. Relatorio Geología Provincia de Buenos Aires. *Relatorio del VI Congreso Geológico Argentino*. p. 55-77. Bahía Blanca.

Teruggi, M. y Kilmurray, J. 1980. Sierras Septentrionales de la Provincia de Buenos Aires. En J. Turner (Ed). *Geología Regional Argentina*. Academia Nacional de Ciencias. Volumen II: 919-965. Córdoba.

Yrigoyen, M. R. 1975. Geología del subsuelo y plataforma continental. Geología Provincia de Buenos Aires. *Relatorio del VI Congreso Geológico Argentino*. p. 139-168. Bahía Blanca.