

EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE AL BALNEARIO MONTE HERMOSO, PROVINCIA DE BUENOS AIRES, ARGENTINA. ESTRATEGIAS PARA UNA GESTIÓN INTEGRADA DEL AGUA SUBTERRÁNEA

DI MARTINO, CLAUDINA^{1,2}; ALBOUY, E. RENÈ¹; MARCOS, ANGEL¹ Y CIFUENTES, OLGA²

1: Departamento de Geología - Universidad Nacional del Sur
Av. Alem 1253, cuerpo B´ 2º Piso - Bahía Blanca
E-mail: claudina.dimartino@uns.edu.ar, albouy@uns.edu.ar

2: Universidad Tecnológica Nacional, FRBB - Grupo de Estudio de Ing. Ambiental
11 de abril 461 - Bahía Blanca

Resumen. *Monte Hermoso es un balneario de la costa bonaerense, que depende del agua subterránea para abastecimiento. La población estable, de 6500 habitantes, aumenta significativamente durante el verano ya que la principal actividad es el turismo. El acuífero libre está alojado en las arenas de la Formación Punta Médanos, presente en la franja litoral de la provincia. El servicio sanitario de agua potable y cloacas está a cargo del Municipio (gestión directa). El agua subterránea se extrae de 51 pozos, 35 ubicados en dos campos de bombeo y 16 distribuidos en el ejido urbano. El concepto de sustentabilidad de una explotación hay que pensarlo en términos de recarga y extracción, teniendo en cuenta las acciones ambientales que pueden tener un impacto sobre el acuífero. El objetivo es analizar las condiciones del abastecimiento de agua y definir estrategias de acción para una gestión integral del agua. Se consideran las características hidrogeológicas del acuífero, el marco institucional y normativo y las actividades humanas generadoras de carga contaminante al subsuelo que puede llevar a un deterioro de la calidad y o cantidad de las reservas. La definición de lineamientos para una gestión integrada del agua, constituye la base para una explotación y aprovechamiento sustentables.*

Palabras claves: Gestión integrada. Agua subterránea. Monte Hermoso

1. INTRODUCCIÓN

En Argentina, pueden reconocerse 101 cuencas hidrográficas, entre las que la cuenca del Plata (que incluye los ríos Paraná, Paraguay, Uruguay y Bermejo) concentra el 85% del agua superficial del país [1]. El 76% del territorio nacional se encuentra en condiciones áridas-semiáridas, con módulos pluviométricos por debajo de los 800 mm [2], por ello el agua subterránea juega un rol importantísimo en la provisión para consumo humano y para riego. En el país, cerca de un 50% del abastecimiento del agua potable es de origen subterráneo [3]. La costa atlántica de la provincia de Buenos Aires presenta la particularidad que a lo largo de 640 km (desde Punta Rasa y hasta Punta Alta) se emplaza una faja de dunas, de gran interés hidrogeológico, ya que aloja el acuífero libre, única fuente de abastecimiento con la que cuentan la mayoría de los balnearios costeros (San Clemente del Tuyú, Santa Teresita, San Bernardo, Mar de Ajó, Pinamar, Villa Gesell, Claromecó, Monte Hermoso) [3]. En estos

lugares, a partir del aumento de la demanda particularmente en época estival y del generalizado uso del bombeo eléctrico, se ha llegado a una intensiva explotación del recurso. El estado de los acuíferos que abastecen estos usos humanos, está directamente vinculado a la gobernanza del agua subterránea en cuanto a las medidas locales que afectan el uso y contaminación de los acuíferos. El concepto de gobernanza, ligado al de gestión del agua abarca “el rango de los sistemas políticos, sociales, económicos y administrativos que se establecen para desarrollar y manejar los recursos hídricos y el suministro de agua en los diferentes niveles de la sociedad” [4]. Custodio [5] define gestión de acuíferos como “el conjunto de guías, normas, leyes, reglamentos y actuaciones dirigidas a sostener, conservar, proteger, restaurar y regenerar los acuíferos”. Hace referencia a la cantidad y calidad del agua captable del acuífero, que ha de hacerse de forma compatible con la demanda a servir, con otras demandas existentes, con el medio ambiente y con la ordenación y uso del suelo. Este trabajo describe y analiza un ejemplo de Gestión directa [6] en la prestación del servicio de agua potable con miras a advertir y proponer acciones para inducir cambios en el comportamiento humano, optimizar la gestión y asegurar el uso sostenible del recurso.

2. MONTE HERMOSO. MEDIO FÍSICO Y SOCIO-ECONÓMICO

Monte Hermoso es una localidad turística ubicada en la costa atlántica, al sur de la provincia de Buenos Aires y cabecera del partido homónimo que abarca una longitud costera de 32 km (Figura 1). La temperatura media anual es de 15,2°C y el promedio anual de lluvias es de 637 mm [7]. El rasgo geomorfológico más destacable del lugar, es la presencia de un cordón costero medanoso, cuya altura varía entre 9 y 17 msnm y su ancho es de unos 7 km, que se continua hacia el interior en una amplia llanura. Esta faja litoral arenosa forma parte de la región hidrogeológica Médanos Costeros o Región Costera [3] y contiene al acuífero freático a partir del cual se abastecen de agua casi todos los balnearios de la costa bonaerense. Estas dunas, cuyo origen se debe a la acción marina sobre los “sedimentos pampeanos” constituyen una unidad de gran importancia hidrogeológica ya que por su alta conductividad hidráulica favorecen la rápida infiltración del agua de lluvia y almacenan agua con bajo contenido total de sólidos disueltos, dónde el flúor es frecuentemente el condicionante de la potabilidad, según las normativas vigentes.

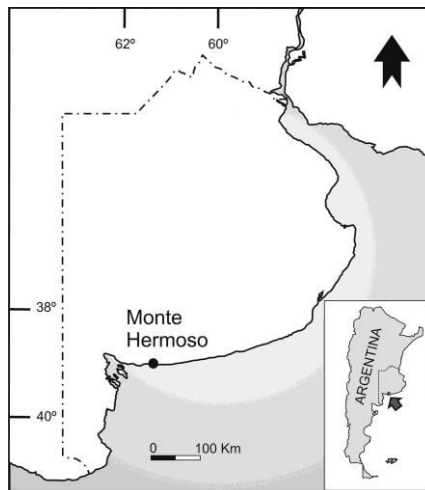


Figura 1. Ubicación del balneario Monte Hermoso, provincia de Buenos Aires, Argentina

Los médanos costeros se apoyan sobre los limos o “sedimentos pampeanos” que alojan al acuífero regional que tiene su nivel de base o descarga en el mar. En los médanos se origina un sistema de flujo local superpuesto a otro más profundo, producto de la recarga por agua de lluvia y su circulación o conducción a los sectores locales de descarga. Dentro de este esquema hidrodinámico pueden originarse “domos” con flujos subterráneos divergentes (hacia el continente y hacia el mar) tal como lo verifica Carretero y Kruse [8] en San Clemente del Tuyú (Figura 2).

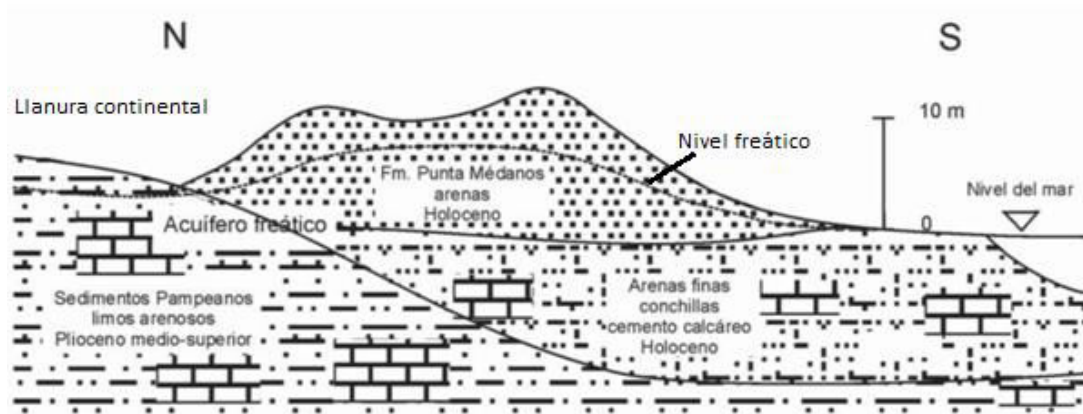


Figura 2. Esquema hidroestratigráfico del área de Monte Hermoso.

El área urbana de Monte Hermoso cubre una superficie de 186 ha y tiene una población estable de 6.494 habitantes [9] lo que representa un aumento del 53,5% respecto al censo nacional del año 1991. Según algunas estimaciones, durante la época estival, el balneario puede llegar a albergar a unas 70.000 personas, sin considerar los turistas excursionistas. El municipio tiene como principal actividad económica el turismo y se ha convertido en el

balneario provincial de mayor crecimiento y expansión de las últimas décadas. Su marcada estacionalidad turística provoca fuertes cambios en la demanda de los servicios públicos en general. En particular la oferta de agua no equilibra el gasto o consumo de la población durante la época estival.

3. FORMA JURÍDICO-ECONÓMICA DE LA GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO

En el Artículo 124 de la Constitución Nacional (CN) de la República Argentina, luego de la reforma de 1994, se reconoce a las Provincias el dominio originario sobre sus recursos naturales y por ende, sobre las aguas sitas dentro de su territorio [4]. En cuanto a los municipios, rige el principio de autonomía municipal (art. 123 de la CN) que impone a las constituciones provinciales asegurar dicha autonomía respecto de los municipios y reglar su alcance y contenido tanto en el orden institucional y político, como en el administrativo, económico y financiero. Las municipalidades también poseen deberes y atribuciones relacionadas con el recurso hídrico, en normas que fijan el régimen municipal y cartas orgánicas (por ej. Ley Orgánica Municipalidades de la Provincia de Buenos Aires). La delegación de competencias en materia de recursos naturales y medio ambiente a favor de los municipios no descarta, que, en algunos casos, provincias y municipios compartan el ejercicio del poder de policía dentro del marco de sus respectivas competencias. El Código de Aguas de la Provincia de Buenos Aires, (ley 12.257, Artículo 82) dispone que pueden otorgarse permisos o concesiones para el uso y aprovechamiento del agua subterránea, pero condicionados al alumbramiento del agua. A su vez, establece que todos pueden por sí o autorizando a terceros, explorar aguas subterráneas en suelo propio, salvo prohibición expresa y fundada de la Autoridad del Agua (ADA) (Artículo 83). El servicio de agua corriente y/o potable de Monte Hermoso está a cargo de la Municipalidad del mismo nombre, desde el año 1986. Hernández Muñoz [6] describe distintas formas de gestión de los servicios de abastecimiento de agua potable. Monte Hermoso es un caso que encuadra en una Gestión directa, es decir cuando la lleva a cabo un organismo del Estado (municipalidad). La obligación tributaria de los usuarios está reglada por una Ordenanza Fiscal municipal (N° 2.336 – Artículo 221) referida al servicio de Agua Corriente y Desagües Cloacales. La base imponible de la Tasa está constituida por el valor básico de cada inmueble de vivienda y en el caso de inmuebles afectados por una actividad comercial, también se considera el rubro de la actividad desarrollada en el mismo. El marco regulatorio no contempla el cobro por volumen de agua corriente consumido.

4. SERVICIO DE AGUA POTABLE: GENERALIDADES

La cobertura del sistema de abastecimiento de agua coincide con la del servicio cloacal, que cubre aproximadamente el 66% de las partidas. El agua subterránea se extrae mediante la explotación de 51 pozos, 35 de los cuales están ubicados en dos predios municipales o campos de bombeo: 25 en el sitio denominado Planta de Agua (al norte de la ciudad) y 10 en el Paseo del Pinar (al noreste de la localidad); los restantes 16 se hallan distribuidos en el ejido urbano e inyectan su caudal directamente a la red (Figura 3).

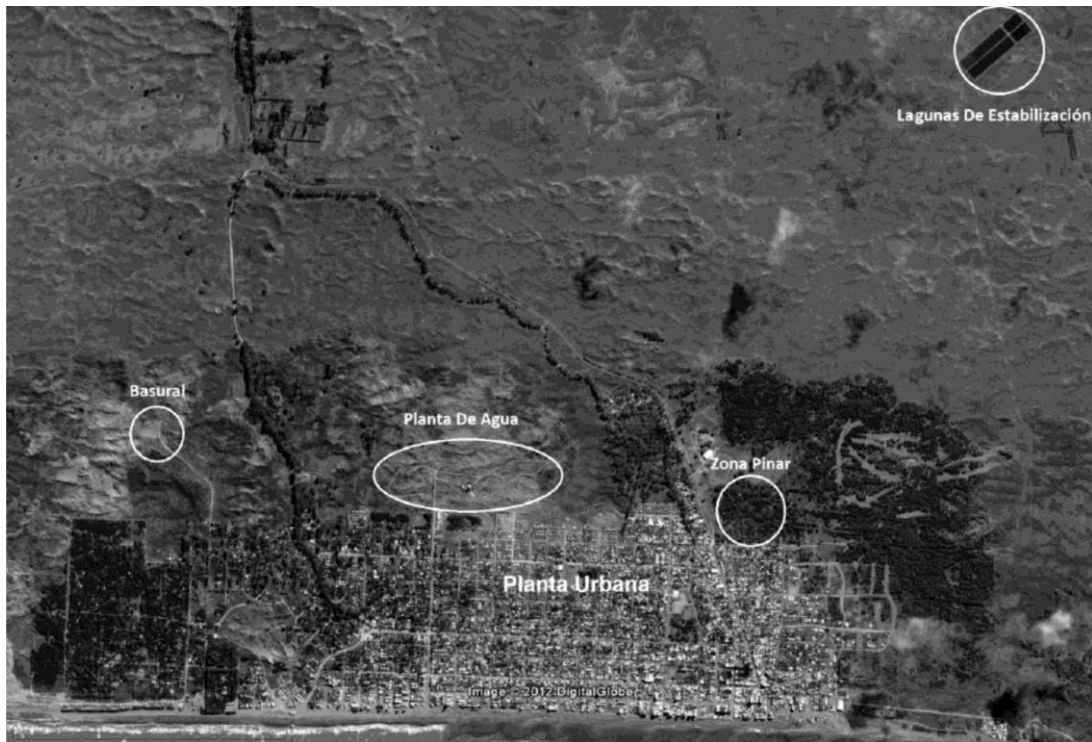


Figura 3: Monte Hermoso. Localización de la Planta Urbana, Campos de Bombeo, Basural y Lagunas de estabilización

El servicio de agua corriente cuenta con dos depósitos de almacenamiento. El caudal extraído de la Planta de Agua va a una cisterna de 1000 m³ donde el agua es clorada y derivada a un tanque desde donde se inyecta a la red principal de distribución. El agua extraída de los pozos del Paseo del Pinar se inyecta a otra cisterna, de la misma capacidad que la anterior, donde es clorada y suministrada a la red. Con respecto al régimen de funcionamiento, durante el verano, se utilizan todos los pozos, en forma alternada y durante todo el día. En la temporada de turismo baja, y en virtud de la menor demanda, solo se operan unos 20 pozos [7]. Desde un punto de vista técnico, todos los pozos están emplazados a unos 20-25 m de profundidad, con una capacidad de bombeo instalada en cada uno de 20 m³/h. La prestación del servicio de abastecimiento de agua contempla no solo la extracción (control técnico del lugar de emplazamiento de los pozos y su diseño y construcción), sino también su conducción, almacenamiento, desinfección, distribución y comercialización. En el año 2014 se han instalado en los 2 puntos de almacenamiento y distribución, sendas turbinas (caudalímetros) y bombas dosificadoras de hipoclorito de sodio, con un sistema automático de descarga de datos. Inconvenientes técnicos han imposibilitado la obtención de los caudales erogados a la red. Por otra parte, el sistema de distribución, no cuenta con caudalímetros ni medidores domiciliarios lo que supone una alta incertidumbre a la hora de ponderar el impacto de la extracción de agua en el acuífero o evaluar las dotaciones o consumos de agua. En este sentido algunas estimaciones de las

dotaciones aparentes basadas en cálculos que tienen en cuenta un funcionamiento continuo y óptimo de la capacidad de bombeo instalada, arrojan suministros diarios por habitante exagerados en temporada baja (1.47 m^3) y racionales en la época estival ($0,34 \text{ m}^3$) [7]. Un aspecto también relevante que atañe a la gestión del agua, lo constituyen las perforaciones o extracciones de agua de particulares, emplazadas en predios o viviendas dentro de la zona urbana, fundamentalmente en los sectores a los que no alcanza la red de suministro de agua. Este tipo de captaciones se emplazan sin permiso previo y sin ningún control técnico oficial. Es común que se reporten problemas en el color y el olor del agua que se extrae y no se use para consumo humano.

5. MONITOREO HIDROQUÍMICO

El control de la calidad del agua se hace mediante muestreo y análisis físico químicos y bacteriológicos del agua de los pozos, cisternas y tanque general. Di Martino [7] observa que, no se cumple con la frecuencia de toma de muestras establecidas por la Ley de la Provincia de Buenos Aires N° 11.820/96. Según esta norma la toma de muestras de agua en la boca de pozo debe hacerse con una frecuencia semestral para análisis fisicoquímicos y trimestrales para microbiológicos. La legislación indica que el monitoreo hidroquímico y bacteriológico del tanque de agua de la planta de bombeo, cisterna del pinar y pozos que inyectan directamente a la red (urbanos) debe hacerse con frecuencia variable según el tipo de determinación o circunstancias-necesidades puntuales.

Por su calidad y de acuerdo a la ley provincial N° 11.820/96 el agua de red de Monte Hermoso es considerada agua corriente, es decir agua que no cumple con algunos de los límites impuestos por la Comisión Permanente de Normas de Potabilidad, pero cuya ingesta puede ser autorizada por períodos limitados. Los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos del agua de las perforaciones y del tanque de la ciudad, realizados en el intervalo 1995 – 2011, indican que, dentro de los parámetros químicos, el contenido en flúor es condicionante de la potabilidad junto con los parámetros físicos pH, turbidez y color [7].

6. AMENAZAS ANTRÓPICO CONTAMINANTES

En el área de estudio pueden identificarse amenazas antrópico contaminantes en el sentido definido por Lavell [10]. Los principales focos de contaminación identificados en el área de estudio pueden calificarse como difusos o puntuales [7] [11], entre los que destacan: el servicio de cloacas en el área urbana, la laguna de estabilización de efluentes, la disposición de residuos sólidos urbanos (basural a cielo abierto) (Figura 3), la presencia de pozos ciegos de particulares en zonas sin cobertura de red cloacal, estaciones de servicio y derrames accidentales o intencionados.

La recolección de los residuos sólidos urbanos (RSU) se encuentra a cargo del Municipio de Monte Hermoso. Los mismos son volcados en un basural a cielo abierto (de unas 3 ha, que se ubica a unos 3 Km al NO del centro urbano) sin ningún tipo de tratamiento previo, ni de control. En la actualidad, se encuentra en ejecución el proyecto de reciclaje de RSU

y de la construcción de un relleno sanitario. El efluente cloacal de la localidad se deriva a la ex planta depuradora y de allí por bombeo a través de una cañería de 4 km (2 km por impulsión y 2 km por gravedad) es transportado para su tratamiento en las lagunas de estabilización. Estas, se encuentran al norte del núcleo urbano y abarcan una superficie de unas 12,5 ha. Las lagunas han sido impermeabilizadas con una base de tosca y cemento. Una vez depurado el efluente es volcado en el curso del río Sauce Grande, que llega al mar hacia el este del balneario Sauce Grande.

Las estaciones de servicio son otro de los elementos antrópicos de mayor afectación en la problemática de la contaminación del agua subterránea en zonas urbanas, por lo que hoy en día existen firmes regulaciones en cuanto al almacenamiento y manipulación de los combustibles.

Otro aspecto de interés a tener en cuenta son las amenazas antrópicas que derivan de: a) sobreexplotación y consiguiente salinización del agua extraída de los pozos, b) agotamiento de las reservas por sobreexplotación y c) la existencia de pozos fuera de servicio o que superaron su vida útil y que, por abandono, podrían contaminación directa del pozo y de la capa freática. Los pozos abandonados deberían ser sellados a menos que se decida utilizarlos como pozos de observación, en cuyo caso deberían tomarse las medidas necesarias para su acondicionamiento. Es necesario sellar las perforaciones abandonadas para eliminar riesgos físicos potenciales y prevenir la contaminación del acuífero desde la superficie. Recientemente Lexow et al. [11] realizaron un inventario de las actividades potencialmente contaminantes al acuífero clasificadas en orden de importancia según el índice de carga contaminante. Este trabajo es la base para elaborar un mapa de peligro definido como la interacción entre la intensidad de la carga contaminante y la vulnerabilidad del acuífero [12]. Hasta la fecha, en el balneario, no hay evidencias ni casos documentados de contaminación.

7. DEMANDA FUTURA DE AGUA

Dada la tendencia al aumento de la población estable y turística de la localidad de Monte Hermoso, es necesario prever, a mediano plazo, la construcción de nuevos pozos de captación de agua. Los mismos debieran seguir construyéndose sobre el acuífero libre emplazado en los médanos costeros, en las áreas que mantienen sus condiciones naturales, como los de la Planta de Agua y del Pinar. Debe tenerse en cuenta, que todo proceso de urbanización implica cambios en el uso del suelo y la disminución de las posibilidades de infiltración de los excesos de agua, restringiendo las áreas de recarga natural y por consiguiente, los recursos de agua dulce disponibles. Di Martino [7] cuantifica la recarga en los médanos en el orden al 35% de la lámina de agua precipitada y si bien no observa signos de sobreexplotación advierte la imposibilidad de evaluar la racionalidad de la explotación por la ausencia de datos sobre los volúmenes de agua extraídos anualmente.

8. DISCUSIÓN Y RECOMENDACIONES

El agua de los médanos costeros de la provincia de Buenos Aires y de Monte Hermoso, en

particular, constituye un recurso vital para el desarrollo social y económico de los balnearios de la costa atlántica bonaerense. La “gestión directa” del agua, por parte del municipio es la forma de administración más cercana o próxima a los usuarios y sus intereses. Las autoridades responsables de la gestión, tienen en sus manos optimizarla y asegurar un uso sostenible del recurso en términos de cantidad y calidad. Sin embargo, la búsqueda de una estrategia eficaz para la gestión de los acuíferos, se hace más difícil que en el agua superficial, debido a que el agua subterránea presenta condiciones únicas y desafíos particulares [13].

El conocimiento del modelo de funcionamiento del acuífero y de sus propiedades intrínsecas, es decir la formulación del modelo hidrogeológico conceptual, es la base para encarar estrategias de explotación y protección del recurso compatibles con la demanda, el medio ambiente y con la ordenación y uso del suelo. En Monte Hermoso, el estado del conocimiento del comportamiento del agua en formaciones geológicas arenosas, y valoraciones propias [7] permite valorar la recarga como una fracción significativa en relación a la lluvia. Pero al pensar en un equilibrio deseable entre los ingresos y salidas de agua del acuífero, es fundamental conocer las extracciones por bombeo que, en el balneario, podrían cuantificarse midiendo los caudales que se inyectan a la red de distribución y que hasta el momento no se conocen. Asimismo, una explotación sustentable hay que pensarla no solo en términos de recarga y extracción sino teniendo en cuenta también, todas las acciones ambientales que pueden tener un impacto sobre el acuífero. No es adecuado aumentar la oferta de agua en función solo de la demanda si no se conoce el impacto que ello supondría sobre el sistema subterráneo. La protección de las zonas de recarga y el ordenamiento de las actividades en el territorio, deberían ser una preocupación fundamental en el sostenimiento de la calidad del agua y sustentabilidad de la explotación. La elaboración de un mapa de peligro de contaminación del agua subterránea en el área servirá para identificar las actividades o procesos que tienen una mayor probabilidad de contaminación del acuífero y constituirá la base para definir estrategias de gestión, manejo o control [14] como lo es establecer una red de monitoreo hidroquímico diseñada por especialistas. Que el peligro resulte en una amenaza para una fuente de abastecimiento dada, depende esencialmente de su ubicación respecto al área de captación del agua subterránea. En este sentido, Lexow et al. [11] advierten sobre la necesidad de avanzar con el proyecto del relleno sanitario y red de saneamiento público en los sectores sin cobertura (34% de la población de Monte Hermoso) y controlar la percolación de los efluentes generados por los pozos ciegos. En este trabajo también se indica que las lagunas de efluentes, por su lugar de emplazamiento y condiciones de escurrimiento subterráneo, que descarga en el río Sauce Grande, no representa una amenaza para el acuífero libre bajo explotación.

En otro orden, debe avanzarse en la delimitación de áreas de protección de la fuente de agua potable (llamadas zonas de protección de pozos en Estados Unidos) con el propósito de proteger el abastecimiento y establecer niveles de control crecientes para las actividades del uso del territorio, que variarán de acuerdo a las condiciones y necesidades locales [14]. Los perímetros o zonas de protección de las captaciones son herramientas útiles para preservar la calidad del agua destinada al abastecimiento urbano. En principio

es deseable instalar cercas perimetrales que delimiten la zona operacional del pozo, la cual comprende una pequeña área de terreno alrededor de la perforación, con el objeto de prevenir la invasión de animales y vandalismo. Es deseable la interacción de los gestores del agua con profesionales de organismos públicos o privados que aporten a las autoridades municipales el debido asesoramiento y apoyo para llevar a cabo estas tareas. Es de destacar la vinculación, a través de convenios de colaboración, que, desde años atrás, tiene el Municipio de Monte Hermoso con las Universidades del Sur y Tecnológica Nacional FRBB. Otro trabajo fundamental apunta a impulsar o instrumentar campañas o programas públicos de participación y educación comunitaria sobre el cuidado del ambiente y el uso racional del agua. En orden a las tareas de gestión y administración del agua que llevan a cabo las autoridades del municipio se recomienda puntualmente instalar caudalímetros y equipos para cloración de agua potable en los lugares de inyección de agua a la red de distribución. La cuantificación de los volúmenes de agua extraídos es un dato básico para contrastar con la recarga del sistema y evaluar la racionalidad del bombeo. Se recomienda, asimismo, monitorear la calidad del agua de acuerdo a lo establecido en el marco regulatorio de la ley provincial 11.820. La gestión integral del recurso hídrico adquiere un rol preponderante, pues para ampliar la oferta de agua será necesario ampliar las áreas de explotación e implementar estrategias de control que requieren marcos teóricos y conceptuales que orienten a los decisores acerca de las múltiples dimensiones de la gestión del agua.

REFERENCIAS

- [1] Pochat, V., 2005. Entidades de Gestión del Agua a Nivel de Cuencas: Experiencia Argentina. Serie Recursos Naturales e Infraestructura No. 96. CEPAL.
- [2] INA, 2010. Prospectiva Hídrica. Instituto Nacional del Agua, Argentina. 176 pp.
- [3] Auge, M., 2004. Regiones hidrogeológicas. República Argentina y provincias de Buenos Aires, Mendoza y Santa Fe. UBA. 104 pág. (inédito).
- [4] Iza, A. y M. B. Rovere (Editores), 2006. Gobernanza del agua en América del Sur: dimensión ambiental. UICN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido. 461 pp.
- [5] Custodio, E., 1997. “Explotación racional de las aguas subterráneas”. I Congreso Nacional de Hidrogeología. Actas: 1-35. Bahía Blanca, Argentina.
- [6] Hernández Muñoz, A., 1993. Abastecimiento y distribución de agua. Paraninfo. Madrid. 793 pág.
- [7] Di Martino C., 2014. Sustentabilidad del recurso hídrico subterráneo de Monte Hermoso, provincia de Buenos Aires, República Argentina. Universidad Tecnológica Nacional FRBB. Tesis de Maestría en Ingeniería Ambiental. 208 pp. Inédito. En: http://www.edutecne.utn.edu.ar/tesis/tesis_Di_Martino_FRBB.pdf.
- [8] Carretero, S.; Kruse, E., 2010. “Modificaciones en las áreas de recarga del acuífero freático en los médanos costeros de San Clemente del Tuyú, provincia de Buenos Aires”. Revista de la Asociación Geológica Argentina 66 (4):466-474.
- [9] Instituto Nacional De Estadística Y Censos (INDEC), Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010. Censo 2001; “Provincia de Buenos Aires, población

- censada en 1991 y 2001, variación absoluta y relativa”, en: www.indec.gov.ar
- [10] Lavell, Allan, 1994. Viviendo en riesgo. Comunidades vulnerables y prevención de desastres en América Latina. Capítulo 2: Degradación ambiental, riesgos y desastre urbano. Ed. FLACSO. LA RED-CEPREDENAR.
- [11] Lexow, C., Di Martino, C., Lafont, D., Albouy, R. y Marcos, A., 2016. Identificación y cuantificación de la carga contaminante al acuífero freático en la localidad de Monte Hermoso. Revista de Geología Aplicada a la Ingeniería y al Ambiente. N° 37: 37-44. Buenos Aires.
- [12] Foster, S. e Hirata, R.,. Groundwater pollution risk assessment: a methodology using available data. WHO-PAHO/HPE-CEPIS Technical Manual, Lima, Perú. 81 pp.
- [13] CAF, Banco de desarrollo de América Latina, 2015. Gobernanza y finanzas para la sostenibilidad del agua en América del Sur. CAF editor. Versión digital scioteca.caf.com
- [14] Foster S., R. Hirata, Gomes, D., D’Elia, M. y Paris, M., 2002. Protección de la calidad del agua subterránea. Guía para empresas de agua, autoridades municipales y agencias ambientales. Banco Mundial, Washington D.C. 128 pp.