

**UNIVERSIDAD:** Universidad Nacional de La Plata.

**NÚCLEO DISCIPLINARIO/COMITÉ ACADÉMICO:** Agua: Calidad del agua para usos distintos.

**TÍTULO DEL TRABAJO:** CALIDAD Y USO DEL RECURSO HÍDRICO EN EL PARTIDO DE GENERAL LAVALLE, BUENOS AIRES, ARGENTINA.

**AUTOR:** Eleonora Carol.

**EMAIL DE LOS AUTORES:** [eleocarol@yahoo.com.ar](mailto:eleocarol@yahoo.com.ar)

**PALABRAS CLAVES:** Hidrodinámica e hidroquímica. Uso del agua en General Lavalle.

## INTRODUCCIÓN

El desafío de asegurar el uso del agua en calidad y cantidad suficiente para satisfacer las necesidades del ser humano y de los ecosistemas se ha constituido en un tema de trascendencia para el desarrollo de una región. Dado que en los años futuros es previsible un sensible aumento en los problemas relacionados con el agua, es necesario adoptar todas aquellas prevenciones dedicadas a evitar un mal uso, a enriquecer las reservas hídricas y a evitar toda posibilidad de contaminación.

Los esfuerzos actuales en relación con la disponibilidad y posibilidades de uso del agua dulce para satisfacer la demanda de un abastecimiento global deben ser múltiples y crecientes. El uso sustentable de los recursos hídricos puede ser alcanzable mediante los aportes del conocimiento científico, la planificación, el manejo del agua y políticas adecuadas en consulta con los usuarios afectados.

En relación al conocimiento del recurso agua resulta imprescindible un entendimiento global a escala regional del ciclo hidrológico, para posteriormente efectuar estudios a escala de mayor detalle con el fin de desarrollar y mejorar la generación de información. Esto permitirá validar modelos de funcionamiento más completos y generar nuevas hipótesis.

Las características del uso de agua en el Partido de General Lavalle muestran un delicado equilibrio entre las necesidades de agua potable, ganadera e industrial y las fuentes de agua superficial y subterránea que se caracterizan en general por su elevado contenido salino.

El objetivo del trabajo es determinar la calidad del recurso hídrico en relación a los distintos usos que se realizan en la región. Esto permitirá identificar criterios de gestión que permitan el logro de un justo equilibrio entre la disponibilidad agua, el desarrollo socio-económico sustentable y la preservación del ambiente.

## UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA

El área de estudio comprende el Partido de General Lavalle ubicado en la costa oriental de la Provincia de Buenos Aires (Argentina) entre los 36° 20' y 36° 50' S y los 56° 40' y 57° 20' W (Figura 1). El clima de la región es subhúmedo a húmedo, con una temperatura media anual de 25 °C en verano y 8 °C en invierno. La precipitación media anual es de 1078 mm observándose una tendencia creciente en los últimos treinta años.

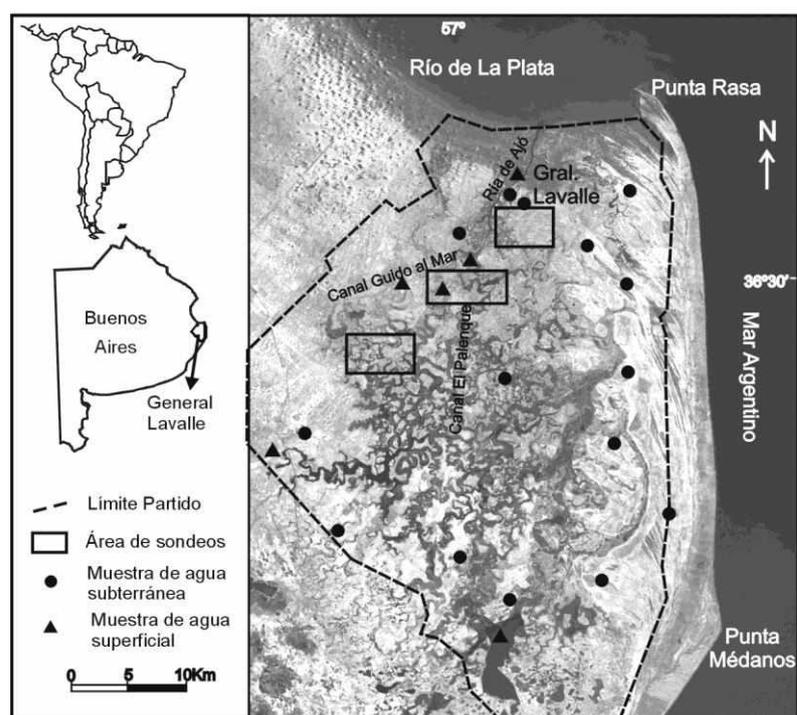


Figura 1: Ubicación del área de estudio y puntos de muestreo.

El sector estudiado se ubica dentro de la unidad hidrológica Llanura Costera (González, 2005) que se encuentra enmarcada a escala regional en la comarca deprimida del Salado Vallimanca (Frenguelli, 1950). La zona se caracteriza por la falta de drenaje natural integrado y una pendiente promedio inferior al 0.1 %, llegando en sectores próximos a la costa a valores cercanos al 0.001 %. Las máximas alturas están asociadas a lomas de escasa expresión areal, donde la cota apenas supera los 2,5 m.s.n.m.

La totalidad del partido se desarrolla sobre una planicie costera cuya cota promedio es de 1 m.s.n.m. En ella se agrupan los ambientes de marisma, cangrejales, canales de marea (actuales y antiguos), bañados y cañadas. Estos terrenos se caracterizan por tener sedimentos pelíticos a psamo-pelíticos de baja permeabilidad asociados a suelos sumergidos o con limitaciones de drenaje. Por sobre la planicie costera se depositan en forma dispersa mantos arenosos de

escaso espesor (hasta 3m) y reducida extensión areal. Estos últimos constituyen depósitos eólicos sobre los que se desarrollan suelos bien drenados.

El sistema hídrico superficial incluye la ría de la Bahía de Samborombón, la red de antiguos canales de marea que forman cañadones de escurrimiento actual, las lagunas y bañados y la red de canales (Canal 2, El Palenque y Guido al Mar) que drenan el agua hacia la zona costera. El sector costero soporta oscilaciones de marea con una amplitud promedio de 1,5 m, situación que restringe la eficiencia del drenaje hacia la bahía.

## **METODOLOGÍA**

En una etapa inicial se realizó un análisis de los aspectos regionales donde se reconocieron los rasgos hidrológicos, geológicos y geomorfológicos más significativos. Dicho análisis se realizó sobre la base de mapas topográficos, imágenes satelitales, fotografías aéreas y reconocimientos de campo. Conjuntamente con las tareas de campo se relevó información acerca de las problemáticas, demanda y características de uso del recurso hídrico de los habitantes del Partido.

Se generó una red de monitoreo regional de aguas superficiales y subterráneas la cual es relevada periódicamente desde el año 2004. Los puntos de muestreo de esta red corresponden a muestras de agua superficial de los principales canales de desagüe y de agua freática extraída de molinos y bombas de mano. Posteriormente se establecieron tres zonas de estudio de mayor detalle en donde se ejecutaron freatómetros y se determinaron nuevos puntos de monitoreo de aguas superficiales. Los freatómetros se realizaron con barreno manual hasta una profundidad de 3 m y se encamisaron en PVC con filtro rasurado y prefiltro de grava. Los sondeos fueron acotados respecto al 0 del nivel de mar y se realizaron mediciones periódicas de los niveles de agua freática y cursos superficiales. Estas áreas de detalle permitieron ampliar la red de monitoreo regional y estudiar la relación entre las aguas superficiales y subterráneas.

En las muestras de agua se determinó pH, conductividad, calcio, sodio, potasio, cloruros, sulfatos, bicarbonatos, nitratos y fluoruros.

## **HIDRODINÁMICA E HIDROQUÍMICA**

El sector sur de la bahía se encuentra en el límite entre el estuario del Río de La Plata y el Mar Argentino, generándose una zona de mezcla de agua dulce y marina. La hidrodinámica e hidroquímica del recurso hídrico superficial varía considerablemente en función a la cercanía y conexión con la bahía. En base a esto se establecen dos áreas dentro del Partido, un sector

costero y un sector que abarca el centro y sur del Partido. En el sector costero se observa una clara influencia marina sobre los cursos superficiales carentes de compuertas (Canal El Palenque, Canal Guido al Mar y Ría Ajó). El ingreso de agua marina es causado por la marea, que en el área registra una amplitud promedio de 1,5 m. Este ingreso se ve favorecido por el escaso desnivel topográfico conjuntamente con una alta densidad de canales de marea y cursos superficiales que conectan al sector costero continental con el agua de la bahía. Dicha influencia no se da en el Canal 2, debido a que posee una compuerta reguladora que impide el ingreso de la marea.

Esta situación permite discriminar en el sector costero dos ambientes hidrológicos superficiales. Uno correspondiente a las aguas superficiales con niveles influenciados por las variaciones de marea, de aguas cloruradas sódicas y conductividades entre 2590 y 6730  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ; y otro, de aguas superficiales sin influencia marina y valores de conductividad media de 1890  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Independientemente de la conexión o no con el agua marina se observa en todos los cursos superficiales un aumento de la conductividad en sentido a la desembocadura.

En el sector centro y sur del Partido el agua superficial se acumula en cañadas y lagunas. Son sitios carentes de desagües naturales que poseen aguas cloruradas sódicas, con conductividades medias del orden de 3320  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , donde los niveles de agua superficial se relacionan con el régimen de las precipitaciones. La salinidad del agua se debe a evaporación y disolución de sales del sedimento. Los excedentes hídricos de estos sectores son drenados hacia la bahía por el Canal el Palenque.

Dentro de las aguas freáticas se reconocen dos unidades hidrogeológicas con características dinámicas, químicas y relaciones de recarga – descarga disímiles (Carol y Kruse, 2005). Las aguas freáticas vinculadas a la planicie costera son cloruradas sódicas, con conductividades entre 4460 y 15400  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y presentan variaciones de nivel relacionadas a los cursos superficiales. Constituyen zonas de descarga local asociada a los mantos arenosos y descarga regional a partir de un escurrimiento profundo. Existe una estrecha relación entre las aguas freáticas y las aguas superficiales debido a que el nivel freático se encuentra muy cercano a la superficie.

Las aguas freáticas vinculadas a los mantos arenosos son bicarbonatadas sódicas, tienen conductividades medias de 1190  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y las variaciones del nivel están relacionadas a las precipitaciones las cuales constituyen la recarga local del sistema.

Las variaciones en el contenido salino reflejada en el valor de conductividad tanto de las aguas superficiales como freáticas se debe mayormente a los iones cloruro, sodio y sulfato. En

el cuadro 1 se muestran los resultados de análisis químicos de una selección de los puntos de monitoreo más representativos.

muestra	cond. μS/cm	STD mg/l	Ph	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup> mg/l	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	Cl <sup>-</sup> mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> mg/l	F <sup>-</sup> mg/l	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	Na <sup>+</sup> mg/l	K <sup>+</sup> mg/l	Ca <sup>++</sup> mg/l	Mg <sup>++</sup> mg/l
MA1	5430	3140	7,3	0	708	1420	157	0,4	33	877	162	218	31,6
MA2	5850	3725	7,7	0	659	1619	111	0,6	17	1000	88	380	6
MA3	715	440	7,6	0	445	28	51	0,6	2	70	4,8	68	34
MA4	1590	1080	7,5	0	55	188	47	ND	80	220	57	96	24
MA5	2500	1670	7,5	0	738	362	127	0,7	4	410	62	96	10,9
MA6	1535	960	7,8	0	695	163	52	ND	3	526	41	52	39
MA7	1450	830	7,7	0	494	270	8	ND	5	210	18	76	35
PC1	38000	25600	7,2	0	980	13135	1600	0,5	110	7325	200	1800	255
PC2	773	525	7,9	0	238	114	12	0,6	4	106	19	42	2,4
PC3	20800	13525	6,6	0	598	6745	817	0,6	106	3361	143	520	450
PC4	5130	3200	7,6	0	1513	880	262	1,1	4	1150	35	44	25,5
PC5	30400	19465	7,8	0	1196	9585	1140	0,9	86	5475	155	400	644
PC6	44000	30795	7,1	0	1135	15052	3251	0,5	150	8375	235	1920	486
PC7	17600	10985	7,3	0	891	5467	846	0,9	61	3200	114	480	219
PC8	19000	11950	7,5	0	1287	5609	1270	1,6	50	3430	90	400	243
S1	6730	4345	7,7	0	172	2130	332	0,3	22	1190	58	116	123
S2	962	575	7,9	0	156	167	79	0,3	4	142	12	40	7,2
S3	2360	1345	7,7	0	178	543	196	0,2	3	356	27	132	9,8
S4	2590	1495	7,6	0	179	611	196	0,2	3	388	29	140	9,8
S5	2290	1315	8,3	5,4	335	437	224	0,4	6	360	18	124	10,9
S6	6430	4060	8,6	42	451	1576	578	ND	35	1150	40	76	120
S7	3320	2200	8,9	24	488	870	63	ND	7	526	41	48	80

Cuadro 1: Análisis químicos representativos de los distintos ambientes hidrológicos MA: aguas freáticas de los mantos arenosos, PC: aguas freáticas de la planicie costera y S: aguas superficiales.

Hidrológicamente se diferencian tres secciones (Epiparaniana, Paraniiana e Hipoparaniana) que constituyen una serie de acuíferos y acuícludos compuestos por aguas con distinto contenido salino (Sala, 1975). En la sección Epiparaneana por debajo del freático los acuíferos están integrados por sedimentos mayormente marinos que contienen aguas cloruradas con valores de salinidad que alcanzan valores de 5 g/l (González Arzac et al., 1992). Continúan en profundidad depósitos marinos correspondientes al Paraniiano (Frenguelli, 1950) o El Verde (Groeber, 1945) en donde se alojan aguas cloruradas a sulfatadas de composición química irregular con concentraciones salinas que varían entre 10 g/l y 100 g/l (Hernández et al., 1979). Las unidades acuíferas más profundas (sección Hipoparaniana) integran los depósitos conocidos como El Rojo (Groeber, 1945). En ellas se alojan acuíferos que contienen aguas con elevados contenidos salinos (6 a 60 gr/l) y son generalmente aguas cloruradas a cloro-sulfatadas e incluso sulfato cloruradas (Hernández et al., 1979). La temperatura de las mismas es acorde al gradiente geotérmico natural, con temperaturas estimadas en el orden de los 35°C para extracciones entre 800 y 1000 m de profundidad (Ainchil y Kruse, 2000, Bonorino, 2005).

## **CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO**

El recurso agua si bien no es escaso, es de mala calidad para consumo humano, debido a que la mayoría de las aguas, tanto superficiales como subterráneas presentan elevados tenores salinos.

La cantidad y calidad de agua apta para consumo humano es muy limitada en todo el Partido. Sólo parte de las aguas freáticas relacionadas a los mantos arenosos y las del Canal 2 están dentro de los límites establecidos por el Código Alimentario Argentino (2004). Las aguas freáticas de los mantos arenosos constituyen escasas reservas de agua dulce ya que están asociadas a acuíferos de escasa extensión areal y espesor reducido. A su vez, estas reservas disminuyen considerablemente en época seca debido al descenso de los niveles freáticos. La profundización de los pozos y la sobreexplotación en situación de niveles bajos trae como consecuencia la incorporación de agua salina proveniente de la planicie costera. Estas aguas freáticas presentan en algunos sectores, limitaciones también respecto al contenido de nitratos, excediendo ampliamente el límite de 45 mg/l (Código Alimentario Argentino 2004). El origen de los nitratos está relacionado a pozos sépticos que se encuentran próximos y que constituyen fuentes de contaminación.

La calidad del recurso hídrico superficial y freático no presenta restricciones considerables para el desarrollo de la actividad ganadera (Echeverría et al., 1995). Los elevados contenidos salinos que tienen la mayoría de las aguas no son un impedimento para la cría del ganado. Escasos sectores localizados en el sector costero y central del Partido muestran contenidos salinos superiores a los 10 g/l que es el máximo valor aconsejado. Respecto a las concentraciones elevadas de cloruro de sodio, estas resultan ser beneficiosas para engordar el ganado (Casagrande y Sager, 2000). El contenido en sulfato sería el mayor inconveniente que presentan las aguas de la región. La sal resultante de la combinación de este anion con sodio o magnesio produce efectos adversos sobre la salud del ganado. Valores de 1500 a 2500 mg/l de sulfatos producen diarrea temporaria. Por encima de los mismos puede que se genere un rechazo del animal a consumirla. En caso de estar obligado a consumirla, esto trae aparejado una reducción en el consumo de alimentos que acompañado con la diarrea genera una disminución en el peso del animal. En el área de estudio no se han encontrado aguas de tipo sulfatadas y menos del 5% de las aguas estudiadas están cercanas o sobrepasan el límite establecido para sulfatos.

Para el resto de los iones analizados (calcio, magnesio, bicarbonatos, etc.) no se conoce efecto negativo sobre la producción animal.

Cualquiera de las fuentes de agua superficiales o freáticas podría utilizarse en las actividades pesqueras, tanto en el procesamiento como en el fileteado de pescado, ya que el elevado contenido salino (mayor limitante) no resulta ser un impedimento.

Las aguas procedentes de acuíferos profundos no son aptas para el uso domiciliario, ganadero, ni pesquero, debido a su temperatura, elevada salinidad y al alto contenido en sulfatos. La explotación de los niveles más profundos, dada sus características físico químicas, sólo son aptas para fines turísticos termales.

## **USOS DEL AGUA**

El Partido de General Lavalle es tradicionalmente ganadero, actividad de importancia económica conjuntamente con la pesquera.

El suministro de agua para consumo humano en la localidad de General Lavalle es por servicio de red de agua potable, la cual procede de la planta potabilizadora que toma agua del Canal 2. Los sectores suburbanos y rurales se abastecen mayormente a través de la recolección de agua de lluvia en aljibes. Unos pocos sectores extraen agua de bajo contenido salino, apta para consumo humano de las pequeñas lentes freáticas, sufriendo trastorno en épocas secas por disminución del nivel y calidad del agua.

Para uso ganadero se utiliza el agua de las cañadas, cursos superficiales y freáticas de la planicie costera extraídas a partir de molinos (jagüel). Los campos adyacentes al Canal 2 toman agua de este, a través de molinos que bombean agua de su curso.

En épocas secas bajan considerablemente los niveles freáticos y superficiales, y gran parte de las cañadas quedan sin agua. Al mismo tiempo aumenta el contenido de sales debido a la evaporación, causando serios inconvenientes en el abastecimiento de agua. En estas condiciones, los campos que cuentan con agua freática poco salina y los adyacentes al Canal 2 realizan un uso conjuntivo del recurso hídrico (salino y no salino) para disminuir la salinidad del agua y hacerla más tolerable para el ganado.

El puerto de General Lavalle cuenta en la actualidad con una planta de procesamiento y fileteado de pescado la cual utiliza agua de la red potable para su funcionamiento. En breve se abrirá otra planta de mayor envergadura la cual también será abastecida por la red de agua potable local.

Dentro del Partido no se desarrolla ninguna otra actividad que demande una explotación de grandes volúmenes del recurso hídrico. Existen proyectos de explotación de acuíferos profundos con la finalidad de construir complejos termales.

## **CONCLUSIONES**

El Partido de General Lavalle presenta serias limitaciones en lo referente a la calidad del recurso hídrico para consumo humano. Las reservas de agua dulce subterráneas y superficiales son escasas, estas deben ser protegidas de la contaminación y explotarse racionalmente para evitar su deterioro o agotamiento.

Las actividades ganaderas y pesqueras, base de la economía del Partido, no presentan graves inconvenientes de abastecimiento de agua en relación a la calidad del recurso hídrico. Las restricciones en calidad para la cría de ganado están relacionadas a sectores muy locales y se deben a una elevada salinidad y contenido en sulfatos. Esta actividad debe enfrentar falta de agua y aumento de salinidad por evaporación en época seca y serias inundaciones en épocas lluviosas.

Las actividades de procesamiento y fileteado de pescado deben evitar un mal uso del agua. Para el desarrollo de las mismas no se requiere agua potable por lo que el uso de esta en dichos procesos resulta ser una malversación del recurso hídrico potable. Sería conveniente que estas actividades pesqueras utilizaran otra fuente de agua alternativa.

En caso de desarrollarse las explotaciones con fines termales se deberá planificar y diseñar el manejo del agua, principalmente en lo referente a los vertidos luego de la utilización. La calidad física (temperatura) y química (altamente salina y sulfatada) de estas aguas profundas, puede afectar las características ambientales y a la producción ganadera.

Todo desarrollo urbano, industrial o turístico debe considerar la demanda de agua para el abastecimiento y plantear un adecuado tratamiento de sus residuos líquidos asociados que posibilite un equilibrio entre la disponibilidad de agua para los distintos usos, el desarrollo socio-económico y la preservación de los ecosistemas de la región.

.

## **REFERENCIAS**

AINCHIL, J. y KRUSE, E. Estudio de prefactibilidad para la explotación de aguas subterráneas profundas en General Lavalle. Universidad Nacional de La Plata. Inédito. 2000.

- BONORINO, A. Acuíferos profundos e hidrotermalismo. En: R de Barrio, R, Etcheverry, M, Caballé y E, Llambías (eds): Geología y Recursos Minerales de la Provincia de Buenos Aires. Relatorio del XX Congreso Geológico Argentino. La Plata, Buenos Aires. 327–346, sep 2005.
- CAROL, E. Y KRUSE, E. Hidroquímica subterránea y superficial en el sector sur de la Bahía de Samborombón. XVI Congreso Geológico Argentino, La Plata, Buenos Aires.3: 725-730, sep 2005.
- CASAGRANDE, H. y SAGER R. Efecto de la composición salina del agua de bebida sobre la evolución de peso vivo de Bovinos. Revista Argentina de Producción Animal 20 (1): 20-25, 2000.
- CÓDIGO ALIMENTARIO ARGENTINO. Bebidas Hídricas, Agua y Agua Gasificadas. XII: 1-42, 2004.
- ECHEVERRÍA, J. SERRA, A. y SAGER, R. Sistema experto: evaluación de la calidad de agua para bebida de bovinos. Revista Argentina de Producción Animal 15 (3): 1164-1166, 1995.
- FRENGUELLI, J. Rasgos generales de la morfología y la geología de la Provincia de Buenos Aires. LEMIT. La Plata, Buenos Aires. Serie II (33), 1-72, 1950.
- GONZÁLEZ, N. Los ambientes hidrogeológicos de la Provincia de Buenos Aires. En: R de Barrio, R, Etcheverry, M, Caballé y E, Llambías (eds): Geología y Recursos Minerales de la Provincia de Buenos Aires. Relatorio del XVI Congreso Geológico Argentino, La Plata, Buenos Aires. 359 – 374, sep 2005.
- GONZALEZ ARZAC, R., VIZCAINO, A. y CAMPOS ALFONSO, F. Acuíferos Costeros de la Provincia de Buenos Aires. Sector Punta Rasa – Punta Médanos. Hidrogeología, Hidrodinámica e Hidráulica. Consejo Federal de Inversiones, Colección: Hidrología Subterránea N°4. ISBN 950-9899-66-6, Buenos Aires, p 36. 1992.
- GROEBER, P. Las aguas surgentes y semisurgentes del norte de la Provincia de Buenos Aires. Revista La Ingeniería 49 (6): 371-387, 1945.
- HERNÁNDEZ, M., FILI, M., AUGE, M. y CECI, J. Geohidrología de los acuíferos profundos de la Provincia de Buenos Aires. Actas del VI Congreso Geológico Argentino, 479-500, sep 1979.
- SALA, J. Recursos Hídricos (Especial mención de las aguas subterráneas). VI Congreso Geológico Argentino. Relatorio: Geología de la Provincia de Buenos Aires. Bahía Blanca, Buenos Aires, 169- 193, sep 1975.