

**Una visión multidisciplinaria de  
la Gestión del Agua en el Mercosur**

**Editores**  
**Alicia Fernández Cirelli**  
**Alejandra V. Volpedo**



**2011**

# Una visión multidisciplinaria de la Gestión del Agua en el Mercosur



*Ministerio de Educación  
Secretaría de Políticas  
Universitarias*



ACTIVIDADES 20 AÑOS



**Comité  
Académico  
Aguas AUGM**



**2011**

Esta obra es una contribución del Proyecto “Enfoques Multidisciplinarios de la Gestión Integrada del Agua” (EMGIA) financiado por el Programa de Promoción de la Universidad Argentina (PPUA), Secretaria de Políticas Universitarias, Ministerio de Educación, 2011.

Edición: Alicia Fernández Cirelli y Alejandra V. Volpedo

Buenos Aires, Argentina, 2011

ISBN: 978-987-27629-0-2

**Editores**  
**Alicia Fernández Cirelli**  
**Alejandra V. Volpedo**



## **Universidades Integrantes**

### **Universidad de Buenos Aires (UBA)**

*Alicia Fernández Cirelli*

*Alejandra V Volpedo*

### **Universidad Nacional de La Plata (UNLP)**

*Jerónimo Ainchill*

*Eduardo Kruse*

### **Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP)**

*Daniel Martínez*

*Héctor Massone*

*Paula Darwich*

### **Universidad Nacional de Rosario (UNR)**

*Graciela Sanguinetti*

## **Universidades Asociadas**

### **Universidad de la República (UdelaR)**

*Luis Silveira*

### **Universidad Estadual de San Pablo (UNESP)**

*Luiz Augusto do Amaral*



## ÍNDICE

- 13**    **Prólogo de las Editoras**
- 17**    **Procesos hidrológicos en la llanura bonaerense:  
condiciones naturales y modificaciones antrópicas.**  
*Eduardo Kruse y Jerónimo Ainchil*
- 35**    **Calidad del Agua.**  
*Alicia Fernández Cirelli*
- 65**    **El funcionamiento de los ecosistemas acuáticos:  
síntesis de las teorías más relevantes.**  
*Alejandra Vanina Volpedo*
- 79**    **Aspectos Normativos de la gestión del agua en dos  
procesos de integración asimétricos:  
MERCOSUR y Unión Europea.**  
*Alejandra Auer y Matías Oscar Muñoz*
- 95**    **Agua, medioambiente y desarrollo. Consideraciones sobre  
los servicios domiciliarios de agua potable y saneamiento.**  
*Federica Brenner, Alejandra Auer y Emilio J. Lentini*
- 127**    **Saneamiento ecológico.**  
*Romina Vidoni y Graciela Sanguinetti*
- 151**    **Pensar el agua desde las estrategias de comunicación.  
La gestión del agua urbana y los desafíos de equidad.**  
*Sergio Mogliati*
- 177**    **La gestión integrada de recursos hídricos.**  
*Héctor E. Massone*
- 211**    **La participación social en la gestión integrada del agua.**  
*Claudia Mazzeo*



## Prólogo

Este libro surge en el marco del Proyecto “*Enfoques Multidisciplinarios de la Gestión Integrada del Agua (EMGIA)*”, financiado por el Programa de Promoción de la Universidad Argentina (PPUA) dependiente de la Secretaría de Políticas Universitarias (Ministerio de Educación).

Las Universidades Argentinas participantes en este proyecto (Universidad Nacional de Mar del Plata, Universidad Nacional de La Plata y Universidad Nacional de Rosario), lideradas por la Universidad de Buenos Aires (UBA), forman parte del Comité Académico Aguas de la Asociación de Universidades del Grupo Montevideo (AUGM). Dicho Comité viene desarrollando tareas relacionadas con la formación de capacidades institucionales, el fortalecimiento en la formación de posgrado de graduados universitarios y la vinculación entre universidades en la temática del agua, desde 1995. Está integrado por 13 universidades miembro de la región MERCOSUR (UBA, UNER, UNL, UNLP, UNR, UFPR, UFRGS, UFSC, UFSCar, UNA, UNE y Udelar).

En 2009, se publicó el libro “*El agua en posgrados universitarios en el MERCOSUR*”, el cual resumía el análisis de las fortalezas, debilidades, amenazas y oportunidades de la oferta académica de posgrado referida a la problemática del agua en las universidades argentinas (UBA, UNMdP, UNER, UNL) y en universidades asociadas (Udelar y UNESP). Esta publicación permitió evidenciar la necesidad de fortalecer la formación de recursos humanos de posgrado en la temática en la región, utilizando las nuevas tecnologías disponibles de la capacitación a distancia. En este sentido y a modo de iniciar este camino en el marco del Proyecto EMGIA se elaboraron materiales de apoyo.

El presente libro plasma avances en la elaboración de dichos materiales compartidos para un curso de posgrado que contemple las diferentes visiones de la compleja problemática del agua en forma multidisciplinaria y abarcativa. Esta obra contempla los aspectos legales, sociales, económi-

cos, comunicacionales y de participación junto con aspectos hidrológicos, hidrogeológicos, químicos y biológicos, para finalizar con una visión integradora del manejo y gestión del recurso; y está destinada a graduados de diferentes disciplinas que quieran iniciarse en la temática del agua.

*Alicia Fernández Cirelli*  
*Alejandra V. Volpedo*





# **Procesos hidrológicos en la llanura bonaerense: condiciones naturales y modificaciones antrópicas**

Eduardo Kruse<sup>1</sup> y Jerónimo Ainchil<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Naturales y Museo (Universidad Nacional de La Plata) – CONICET. *kruse@fcnym.unlp.edu.ar*

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas (Universidad Nacional de la Plata). *geofisicaaplicada@gmail.com*

## **Introducción**

El agua es uno de los recursos naturales que resulta indispensable en el medio ambiente y el vital para el hombre. Estos conceptos tienen una vinculación directa con la problemática hidrológica de las grandes llanuras, en la cual se desarrolla la mayor parte del territorio de la Provincia de Buenos Aires.

En un esquema global, las características que diferencian a los ambientes llanos y que resultan menos conocidos son, un predominio de los movimientos verticales del agua (evapotranspiración – infiltración) sobre los horizontales (escurrimientos) y una fuerte interrelación entre el agua superficial y el agua subterránea en todos los procesos hidrológicos.

El conocimiento hidrológico de estos ambientes, no ha sido desarrollado con la intensidad necesaria (Fuschini Mejía, 1983) por esa razón se plantea que es indispensable avanzar en la cuantificación de los procesos y en la adaptación y desarrollo de modelos de simulación aptos para este tipo de ambientes, que posibiliten la predicción del comportamiento del sistema para situaciones normales o extremas, tanto en su condición natural como afectado por las actividades antrópicas.

Los avances más recientes estuvieron orientados en tal sentido (Kruse y Zimmermann, 2002), ya que se incluye al agua subterránea como un ele-

mento importante en cuestiones ambientales, cuantificándose procesos de infiltración, evapotranspiración, transporte del agua en la zona no saturada (ZNS) y en la zona saturada (ZS).

El objetivo de este trabajo es plantear las características de los procesos hidrológicos en la llanura bonaerense y de la influencia de las actividades de hombre en el ciclo del agua.

### **Características generales**

Las particularidades del medio físico que caracterizan a la Provincia de Buenos Aires (ubicación geográfica, extensión territorial, predominio de las condiciones llanas y de escasas alturas sobre el nivel del mar, extensa costa marítima, geología, geomorfología) asociados al clima imperante resultan fundamentales para analizar el comportamiento hídrico.

La provincia ocupa unos 300.000 km<sup>2</sup>, siendo parte de la Pampasia o llanura Chacopampeana (Figura 1) y se conecta hacia el sur con la llanura patagónica. Hacia el este y sur, limita con el Atlántico, prolongándose el relieve de bajas pendientes unos 300 km en plataforma continental.

Los ámbitos montañosos son de escasa expresión ya que abarcan menos del 10% del área. El Sistema de Tandil es el menos desarrollado, con un máximo de 500 m s.n.m. elevándose apenas sobre su entorno. El Sistema de Ventana, con alturas medias que oscilan entre 600 y 700 m, alcanza unos 1.200 m s.n.m. en Cerro Tres Picos. El Sistema de Ventana, con alturas medias que oscilan entre 600 y 700 m, alcanza unos 1200 m s.n.m. en Cerro Tres Picos. La diferencia de altura respecto a la llanura y la posición en relación al océano no modifican regionalmente el clima, pero resultan destacables al considerar su influencia hidrológica local.

La llanura propiamente dicha, que apenas sobrepasa alturas de unos 120 m s.n.m., algo mayores en las proximidades de las sierras, posee en gene-

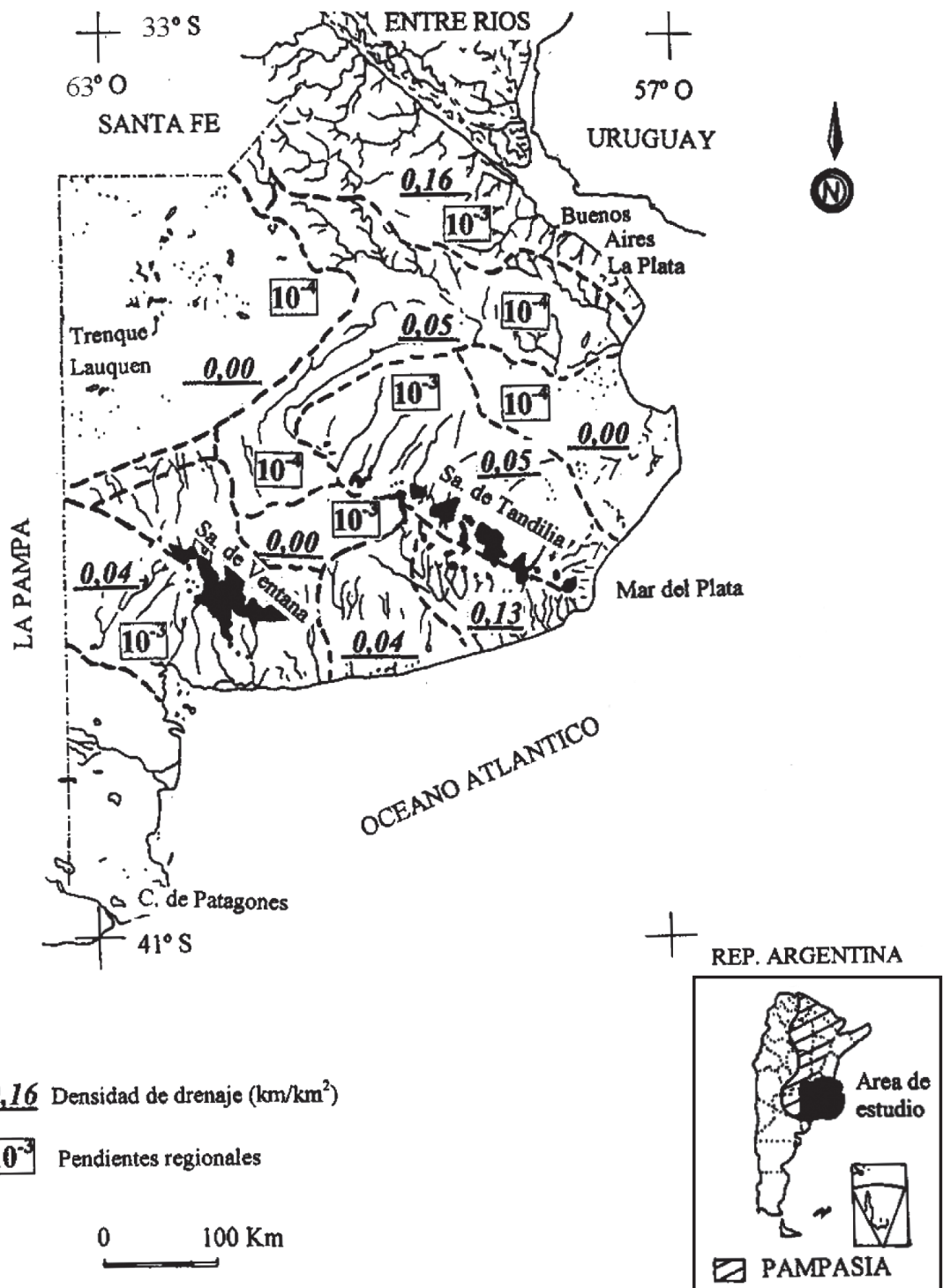


Figura 1. Ubicación de la llanura pampeana.

ral pendientes topográficas regionales que oscilan entre  $10^{-3}$  y  $10^{-4}$  (Sala *et al.*, 1983).

Corresponde a una llanura de acumulación con sedimentos aflorantes principalmente de origen continental, que están compuestos predominantemente por limos, arcillas, arenas y cenizas volcánicas. Por su textura global y el desarrollo de suelos el material de superficie se puede calificar como relativamente permeable *in situ*. En el comportamiento hidrológico adquieren importancia la presencia de mantos de arenas y médanos, aún aquellos que representan cuerpos restringidos y de escaso espesor. Existen capas de tosca con una baja porosidad efectiva primaria, pero que regionalmente pueden verse incrementada por efectos de fisuración, discontinuidad de los mantos y aumento del tamaño de los poros. Además se debe destacar, en la secuencia estratigráfica, la presencia de paleosuelos, importantes testigos desde el punto de vista de las variaciones climáticas pasadas.

En el subsuelo, desde un punto de vista estructural, se reconocen bloques positivos y negativos limitados por fallas. Las regiones deprimidas dan lugar a cuencas sedimentarias (Salado, Colorado, Macachín, Laboulaye) algunas de las cuales se prolongan en el océano. En una forma general, sobre el basamento cristalino se asientan rocas paleozoicas, mesozoicas y cenozoicas. Por su comportamiento hidrológico, conjuntamente con las del Plioceno y del Cuaternario, se destacan las del Mioceno, sedimentos continentales y marinos. Desde un punto de vista hidrológico son unidades heterogéneas con distintas permeabilidades y variables posibilidades de transmitir agua en profundidad.

### **Condiciones climáticas**

El clima de la Provincia de Buenos Aires en términos regionales se puede clasificar como templado húmedo, de acuerdo a la clasificación de Köppen. La precipitación modular anual es aproximadamente de 1000 mm en el nordeste, disminuyendo hacia el oeste y sur, pero se reconocen ciclos secos

y húmedos que alteran fuertemente los valores modulares mencionados (Kruse y Laurencena, 2005).

Desde 1970 se advierte un ciclo climático húmedo, caracterizado por un aumento de las precipitaciones, que han superado los registros históricos. Asociado al incremento de las precipitaciones, existe un aumento en los excesos de agua, estimados a partir de los balances hídricos. Estos excesos alimentarán a la infiltración o se almacenarán en los bajos existentes en la superficie del terreno.

Como consecuencia de este aumento en las precipitaciones, se registran modificaciones en el régimen hidrológico de la región, lo cual ha dado lugar a significativos ascensos en los niveles freáticos y a la aparición de variadas e innumerables áreas anegadas, de diverso grado y frecuencia.

La alternancia de períodos secos y húmedos que se observan en los datos de precipitación existentes, también se reconoce desde un punto de vista histórico y geológico. Si bien en estos últimos casos no dan una idea cuantitativa de intensidad y frecuencia de los fenómenos, permite establecer probabilidades cualitativas para una escala global, indispensable para entender cuestiones de mayor detalle.

Los cambios paleoclimáticos han dejado rastros importantes que se detectan en las características geológicas de la región, siendo los más detectables, entre otros, los paleosuelos (períodos húmedos) y las acumulaciones cíclicas medanosas (períodos secos).

De modo que la naturaleza permite prever oscilaciones climáticas significativas, existiendo además referencias históricas testimoniales que demuestran la alternancia entre sequías e inundaciones, entre las que se pueden mencionar por ejemplo la “gran seca de Darwin” entre 1827 y 1832 ó la llegada a Chascomús de un barco a vapor que partió de la ciudad de Buenos Aires en 1857 (Maiola *et al.*, 2001).

## **Comportamiento hidrológico**

Las variables fundamentales intervinientes en los balances hidrológicos (precipitaciones, evapotranspiración; escurrimiento superficial y fluvial, escurrimiento subterráneo) posibilitan entender el comportamiento hidrológico. Estos balances están definidos por la diferencia entre ingresos y egresos de agua y su consiguiente variación en la capacidad de almacenamiento (superficial y en el subsuelo) en un tiempo determinado.

La capacidad de almacenamiento en el subsuelo representa al volumen de agua con posibilidad de almacenarse entre el nivel freático y la superficie del terreno (Zona No Saturada: ZNS). Aparece como relevante en regiones de llanura como la considerada, dada su continuidad areal y la porosidad del medio aflorante.

La capacidad de almacenamiento superficial corresponde al volumen de agua que puede acumularse en los cuerpos lagunares, cañadas, bajos, que almacenan temporariamente y/o retardan la infiltración directa, escurrimiento superficial y/o subterráneo.

En la llanura, las bajas pendientes topográficas disminuyen la velocidad y cantidad de escurrimiento superficial regional, y en términos medios este proceso se hace poco significativo. Ello implica un mayor tiempo de contacto del agua con la superficie del terreno, incrementándose así la posibilidad de infiltración y evapotranspiración. De esta forma se debe resaltar la importancia de los procesos de movimiento vertical y las variaciones en la capacidad de almacenamiento.

La escasa pendiente acentúa la influencia reguladora de los almacenamientos superficial y subterráneo. Es frecuente que no pueda precisarse un área de drenaje superficial. En determinadas situaciones hídricas existen transferencias entre bajos que normalmente se encuentran aislados e incluso pueden presentarse pluralidad de puntos de salida. Además con frecuencia la red de drenaje no es el reflejo del clima actual. Estas características re-

sultan factores que favorecen a que la intervención antrópica, a través de la ejecución de canalizaciones u otras obras de arte, distorsione fuertemente las condiciones naturales del drenaje superficial.

En el subsuelo es necesario reconocer la existencia de escurrimientos subterráneos locales y regionales. El local se refiere a un escurrimiento activo, que después de cierto recorrido aflora en los arroyos o lagunas, constituyéndose en su caudal básico. El escurrimiento regional o profundo es un flujo pasivo, sumamente lento, que en una gran llanura es generado por la diferencia entre los volúmenes ingresados y egresados del escurrimiento subterráneo local y que se debe relacionar con los espesores sedimentarios involucrados en el subsuelo.

Por otra parte debe tenerse en cuenta que las particularidades mencionadas y la presencia frecuente del nivel freático a escasa profundidad de la superficie, hacen que el agua de los arroyos y lagunas y el agua subterránea se encuentren directamente relacionadas y deban tratarse como una unidad.

### **Relación agua superficial – agua subterránea**

La conjunción de factores geomorfológicos y climáticos dan lugar a sistemas hidrológicos que van desde un extremo con drenaje organizado, que se puede denominar lineal y otro carente de red de drenaje, de carácter areal.

En el primer caso, la inexistencia de cursos fluviales hace que al producirse precipitaciones el agua no presente suficiente energía para escurrir por la superficie hacia un punto determinado de descarga. En el caso, existe un escurrimiento superficial local hacia los cauces, y a su vez regionalmente hacia un punto determinado de descarga.

Una visión regional del sistema hidrográfico de la provincia muestra un significativo desarrollo de cuerpos lacunares de variada extensión y características, siendo relativamente escasa la relevancia de la red de drenaje fluvial.

A través de relevamientos de campo y estudios hidrológicos es posible establecer que en una alta proporción esos cuerpos lagunares representan afloramientos de agua subterránea, incluso se los ha denominado como cuerpos de “agua en superficie” para diferenciarlos de cuerpos de aguas superficiales, dado que hacia ellos no existe un aporte significativo de la afluencia de aguas fluviales y cuando esta se encuentra presente, igualmente predomina la afluencia subterránea.

En períodos secos estos cuerpos tienden a disminuir o carecer de agua, conjuntamente con la profundización de la superficie freática. En los húmedos con el ascenso del nivel freático, aflora la capa freática, expandiéndose los espejos de agua en los sectores bajos.

De acuerdo a la vinculación con la red de drenaje se reconoce que las lagunas pueden ser arreicas, endorreicas o exorreicas. Los cuerpos arreicos no están vinculados a ningún curso fluvial. Casos típicos se reconocen en el noroeste, en la zona oriental y en el ambiente interserrano. Los endorreicos reciben cauces fluviales de distintas direcciones y los exorreicos son lagunas originarias de cursos fluviales, que resultan típicas en las cabecezas de algunos ríos en el noreste. Existen combinaciones de los distintos tipos, por ejemplo endo-exorreicos, que tiene un cauce fluvial influente al cuerpo y otro efluente.

### **Condiciones hidrológicas regionales**

La llanura costera de la zona deprimida del Río Salado constituye un área de muy baja pendiente topográfica, que sufre anegamientos periódicos, en los cuales la escasa profundidad del nivel freático tiene una influencia directa en la permanencia y drenaje de los cuerpos de agua.

La región endorreica del suroeste (lagunas encadenadas) representa una zona centrípeta de descarga regional tanto de las aguas subterráneas provenientes del cordón de médanos adyacente (ubicado hacia el Norte) como

de las aguas superficiales que fluyen de la vertiente Norte de la Sierra de la Ventana.

En estos casos el ritmo y la intensidad de renovabilidad del agua son lentos y escasos. El carácter intermitente depende de la profundidad del cuerpo lagunar, de la intensidad del período climático y de la posición en el sistema hidrológico regional.

La característica efluente del agua de ríos y arroyos con respecto a las subterráneas es una condición generalizada en la exigua red de drenaje existente. La gran mayoría de los cursos, desde un punto de vista hidrológico, son autóctonos de la llanura, ya que sus nacientes se encuentran en la misma llanura, no existiendo un área generadora a partir del escurrimiento superficial.

En la red de drenaje se reconocen algunas particularidades que deben destacarse. En el noreste, los ríos, entre otros, Matanza, Reconquista, Luján, Arrecifes, conforman una red fluvial relativamente uniforme, no muy densa, en cuyo desarrollo se debe destacar la influencia de la infiltración que alimenta al caudal base de estos ríos.

Los arroyos que nacen en llanuras serranas (Tandil) aparentan tener un área generadora, con drenaje fluvial adecuado, pero al ingresar a zonas de bajas pendientes son alimentados por aguas subterráneas. En las partes medias e inferiores los cursos más extensos carecen de afluentes, apareciendo una amplia área interfluvial entre los mismos con lagunas aisladas, donde los procesos dominantes son la evapotranspiración, infiltración y almacenamiento superficial temporario, y en donde el escurrimiento superficial es muy bajo. En este caso es la infiltración profunda la que posibilita mantener un equilibrio a pesar de la escasa densidad de drenaje superficial. Los efectos se disipan en la llanura con cursos de cauce único frecuentemente influentes – efluentes según el tramo y las oscilaciones climáticas. Además se desdibujan los cauces, adquiriendo la cuenca un aparente truncamiento.

En la región periserrana de Ventana, se pueden definir sectores que presentan distintos niveles de descarga. Uno de ellos descarga en el mar, otro lo hace en el sistema centrípeto de la Laguna de Chasicó y otro hacia el sudoeste conformado por el drenaje superficial y subterráneo regional hacia las lagunas del medio oeste. Algunos cursos tienen tributarios en las serranías, que comúnmente se insumen en las llanuras periserranas.

En el sudoeste existen arroyos de llanura intermitentes (tributarios de los arroyos Cocheuleufú Chico y Grande, Río Sauce Grande), en los cuales sus caudales se relacionarían con el estado de humedad regional y estarían conformados por los excesos drenados superficialmente.

En la región interserrana algunas cuencas tributarias tienen nacientes serranas y otros directamente en la llanura. El río Quequén Grande es el mayor exponente fluvial de esta región, donde la descarga del escurrimiento subterráneo local en los cursos influye en el modelado de los cauces y configuración de la red de drenaje. Los cursos descargan superficialmente en el océano, otros cursos de esta región se terminan en lagunas que transfieren lentamente sus aguas favoreciendo la evaporación.

La información para cuantificar los volúmenes escurridos es escasa y discontinua. De acuerdo a los datos disponibles, el escurrimiento fluvial medio varía entre un 12% (en el Noreste en el Río Matanza) y un 4% (en arroyos de sectores periserranos) de la precipitación anual, incluyéndose en ese valor el caudal básico correspondiente a la descarga del escurrimiento subterráneo local. De acuerdo a registros de tormentas el caudal escurrido fluvialmente oscila entre el 5 y el 80% de la precipitación en ese evento dependiendo de la intensidad de la precipitación, del estado de humedad de la cuenca y en muchos casos de la profundidad de los niveles freáticos y consecuentemente del espesor de la zona no saturada (Kruse y Laurencena, 2005).

El patrón natural generalizado indica una buena calidad en acuíferos someros (Pampeano) o de profundidad intermedia (Acuífero Puelche en el noreste de la provincia), reconociéndose un incremento salino desde las

zonas de recarga a la de descarga. Si bien la información de los acuíferos profundos es escasa, se destaca la baja salinidad del sistema hidrotermal profundo de Bahía Blanca, que es el más estudiado.

En las zonas deprimidas de la llanura (noroeste, Salado-Vallimanca, oriental) la salinidad del agua subterránea generalmente supera los 2000 mg/L. En ambientes medanosos, serranos y costeros el contenido salino es menor a dicho valor encontrándose dentro de los parámetros aceptables para agua potable. A pesar de ello, debe citarse la presencia de contenidos relativamente altos de arsénico y flúor en distintos sectores, especialmente hacia el oeste y el sur, lo cual es atribuido al contenido de vidrio volcánico de los sedimentos y que restringe las posibilidades de uso del agua.

### **Influencia de las actividades antrópicas**

El uso de la tierra, la sobreexplotación del agua subterránea y las prácticas de disposición de efluentes y desechos conducen a modificaciones significativas del ciclo hidrológico tanto en sus términos de cantidad como de calidad. En forma general estos efectos se traducen en la reducción de la infiltración natural de las aguas pluviales, con la consiguiente disminución de la evapotranspiración y el aumento del escurrimiento superficial. Además puede verse deteriorada la calidad química por las prácticas agrícolas, vertidos de efluentes en el agua superficial, disposición de desechos y contaminación del agua subterránea.

Las aguas superficiales resultan altamente vulnerables a la contaminación, es así que gran parte de los cursos en zonas industriales resultan poco favorables para la vida acuática, mostrando la presencia de distintos contaminantes. La vulnerabilidad de las aguas subterráneas depende de las características litológicas, profundidad de los niveles de agua, parámetros hidrogeológicos. Si bien el medio físico protege al acuífero del riesgo de contaminación de los vertidos que pueden infiltrarse desde superficie, los vertidos industriales afectan la calidad del agua subterránea.

Fenómenos locales como la extracción de agua subterránea han modificado los límites de cuencas fluviales, cambiando la relación aguas superficiales-subterráneas y acelerando la modificación de la calidad del agua. La explotación de las aguas subterráneas modifica la relación agua dulce-salada de las lentes continentales y en la costa marina.

El uso y emisión de elementos nocivos contaminan el aire, el suelo y a través de él o en forma directa a las aguas superficiales y/o subterráneas. Estos efectos resultan intensivos en sitios urbanos e industriales, especialmente en los parques industriales sin control; en que la contaminación química y bacteriológica del agua subterránea se acelera ante la presencia de los conos de depresión generados por la explotación. El uso de agroquímicos, especialmente agravado por un uso no adecuado puede afectar extensivamente la calidad del agua.

El derrame de aguas servidas en la superficie terrestre, en los ríos y lagunas, se insume con los conos de explotación al revertirse la relación agua superficial – agua subterránea.

Con respecto a los anegamientos e inundaciones de los campos (fenómeno extensivo), puede verse agravado por la parcelación, si no se tiene en cuenta la limitación geomorfológica e hidrológica.

El riego en la Provincia de Buenos Aires, tanto a través de aguas superficiales como subterráneas se inició espontáneamente a través de la cultura creada por la experiencia de los agricultores. Así se generó una extensión de riego mayor que el de las provincias tradicionalmente regantes. Últimamente se han ampliado las áreas a zonas de cultivos extensivos sin que se consideren pautas de manejo y sin atender las variaciones climáticas e hidrológicas del territorio.

Precipitaciones intensas en las zonas urbanizadas pueden producir efectos significativos, pues disminuye la infiltración y se acelera el escurrimiento superficial. El problema se agrava al asentarse las poblaciones dentro

de los cauces mayores de los ríos, lagunas y bañados. Ejemplos claros son, entre otros, la ciudad de Azul, Olavarría, Guaminí, Epecuén, Pehuajó. Pero por la densidad poblacional debe señalarse el conurbano, cuyas poblaciones frecuentemente están asentadas dentro del cauce mayor de los ríos Matanza y Reconquista.

Por último debe señalarse efectos directos sobre el régimen hídrico por acciones antrópicas, aparentemente inocuas, sobre las geoformas, entre otras, por explotación minera, emplazamiento de obras de arte, urbanización. Las cavas facilitan la contaminación y disminuye o debilita los procesos naturales de purificación. La devastación de los médanos en el litoral marítimo dañó parte del reservorio de agua potable.

Los datos hidrométricos históricos son escasos para evaluar y pronosticar los efectos descriptos, con especial referencia a los datos fluviométricos y freaticométricos.

Actualmente se ha llegado al punto que resulta imprescindible estudiar la interacción de todos los componentes del ciclo hidrológico, para entender mejor los sistemas de los recursos hídricos. Tanto para construir modelos en distintas escalas como para mejorar el conocimiento de la naturaleza es necesario integrar a la hidrología dentro de límites amplios. El desarrollo y uso de estos modelos conectados a buena información pueden asegurar que la hidrología, en particular en la Provincia de Buenos Aires, tendrá un crecimiento relevante para el hombre y la sociedad.

### **Uso del agua**

El agua es uno de los recursos naturales que resulta indispensable en el medio ambiente y el vital para el hombre. Además es uno de los factores que encuadran el comportamiento ecológico de cualquier región.

Si bien no existen antecedentes precoloniales del uso del agua en la Pro-

vincia de Buenos Aires, los aborígenes satisfacían sus necesidades de agua, conocían la ubicación de los ríos, lagunas y manantiales, permitiéndoles asentamientos o amplios desplazamientos a los de hábitos nómades. Algunos tendrían conocimiento de las aguas freáticas (presencia de utensilios y puntas de flecha en médanos con agua dulce) así lo atestiguarían, llegando a modificar sus hábitos culturales de acuerdo a la disponibilidad hídrica.

Los españoles exploraron el territorio fundamentalmente localizando los recursos hídricos superficiales y asentando las poblaciones en sus vecindades, por lo que se han desarrollado ciudades en las planicies de los ríos. Posteriormente los habitantes para satisfacer sus necesidades y las del ganado, usaron los cuerpos de agua superficiales, luego jagüeles y donde las aguas eran salobres y/o salinas, las complementaron con aljibes. La introducción de los molinos a viento mejoró la situación.

Con fines de riego se hicieron proyectos en la zona de influencia de los ríos Negro y Colorado.

La existencia de aguas subterráneas potables fue uno de los factores para la ubicación de la nueva capital de la provincia - La Plata - (1882). Servicios así abastecidos, como el de Bahía Blanca, se implementaron en otras ciudades. En general no existe un manejo sustentable de los recursos subterráneos.

El empleo de aguas superficiales, tradicional abastecimiento a la ciudad de Buenos Aires, es relativamente más reciente en la provincia, y en la actualidad es la base de la provisión en el conurbano bonaerense, resultando complementario en La Plata y Bahía Blanca.

Con el desarrollo industrial se incrementó y anarquizó el empleo del recurso subterráneo y aceleró su contaminación.

Por culturas espontáneas locales se evolucionó hacia el uso del agua subterránea para áreas de riego, extendiéndose hoy a cultivos extensivos. Actualmente el uso en prácticas agrícolas se ha transformado en uno de los

más importantes, dado que las superficies regadas resultan porcentualmente significativas con respecto con respecto a otros usos.

La distribución heterogénea de la población, el clima relativamente favorable, el desarrollo agrario extensivo y la cercanía del Río de La Plata, son algunos de los factores que llevaron a suponer una ventaja hídrica que contribuyó a limitar los estudios sistemáticos continuos, tornándose los conocimientos insuficientes para satisfacer las demandas sociales presentes.

### **Consideraciones finales**

El sistema hidrológico natural de la llanura de la Provincia de Buenos Aires se caracteriza por su fragilidad y sus oscilaciones (sequías – inundaciones) frecuentemente significan efectos negativos en las actividades del hombre. En general, la acción antrópica ha acentuado dichos efectos, manifestándose en una mayor gravedad de los anegamientos-sequías, la contaminación y la disminución de las reservas de agua dulce.

Se reconoce que el manejo del agua no es adecuado y ello afecta el desarrollo sustentable de los recursos hídricos.

Se reconoce una escasez o falta de datos básicos y de un conocimiento adecuado del medio físico que posibiliten un entendimiento global del comportamiento hidrológico de la llanura de la Provincia de Buenos Aires que permitan afrontar la problemática derivada de la influencia de la actividad del hombre en la cantidad y calidad de los recursos hídricos.

Un conocimiento y seguimiento adecuado de su comportamiento resulta cada día más importante, no sólo para una correcta planificación del uso del agua sino también para prevenir cualquier alteración cuali – cuantitativa del recurso hídrico.

Dado que en los años futuros es previsible un sensible aumento en los

problemas relacionados con el agua, es necesario evitar algunos manejos erróneos del pasado, consecuencia directa de la carencia de una política adecuada sobre el uso de los recursos naturales y de la equivocada convicción de que estos recursos eran inextinguibles ó que podían ser manejados prescindiendo del ciclo natural. Para eliminar los daños que han sido causados a la economía y al ambiente, deben ser adoptadas todas aquellas prevenciones dedicadas a evitar un mal uso del agua, a enriquecer las reservas hídricas y a evitar toda posibilidad de contaminación.

En función del conocimiento general actual se pueden delinear algunas medidas preventivas que deberán encararse, entre otras:

- Ajustar la demanda de aguas a las reales necesidades, evitando el inadecuado uso actual.
- Conocer el comportamiento hidrológico detallado para cualquier actividad que influya en el ambiente.
- Atenuar o suprimir la posibilidad de contaminación de las aguas superficiales y subterráneas mediante el desecho de residuos limpios.

El conocimiento actual del problema global –ineludible para atacar los locales- es insuficiente ante las necesidades humanas y sociales que se plantean. Los estudios globales mejorarán el conocimiento durante su ejecución produciendo resultados para entender problemas a largo, mediano y corto plazo y favorecer así la relación hombre-agua (ambiente).

Además un tema que resulta trascendente para la provincia de Buenos Aires, donde los fenómenos son extensivos de intensidades y recurrencias cuantitativamente poco conocidas es la elaboración de pronósticos hidrológicos. Una adecuada red de medición freaticométrica e hidrométrica, datos meteorológicos particulares y el uso de distintas imágenes satelitales permitirán analizar la evolución de los fenómenos hidrológicos e incluso efectuar pronósticos más seguros.

## Referencias

- FUSCHINI MEJIA, M., (1983). Hidrología de Grandes Llanuras. Actas Coloquio de Olavarría. UNESCO. CONAPHI.
- KRUSE, E. y E. ZIMMERMANN, (2002). Hidrogeología de Grandes Llanuras. Particularidades en la Llanura Pampeana (Argentina). Groundwater and Human Development (IAH Congress). Mar del Plata (Argentina).
- KRUSE, E. y P. LAURENCENA, (2005). Aguas superficiales. Relación con el régimen subterráneo y fenómenos de anegamiento. Relatorio del XVI Cong. Geol. Argentino. La Plata .313 – 326.
- KRUSE, E., (1992). El agua subterránea y los procesos fluviales en la región centro – oriental de la Provincia de Buenos Aires. Situación ambiental de la Provincia de Buenos Aires. Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires. La Plata 2 (15): 13 – 31.
- MAIOLA, O, GABELLONE, N. y M. HERNÁNDEZ, (2001). Inundaciones en la Región Pampeana. Universidad Nacional de La Plata. Ed. U. N. La Plata.

