

## ÁREA PAMPEANA CENTRAL – RECONOCIMIENTO DE UNA UNIDAD CON IDENTIDAD HIDROLÓGICA

**Miguel A. Giraut \***, **Carla Lupano \***, **Sebastián Ludueña \***, **Carmen Rey \*\***

\* Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios - Subsecretaría de Recursos Hídricos – Sistema Nacional de Información Hídrica

\*\*Instituto Nacional del Agua

Av. Paseo Colón N° 189. Of. 801 – C1086AAB. Tel. (11) 4 349 7405. E-mail: [mgiraut@miv.gov.ar](mailto:mgiraut@miv.gov.ar)

### RESUMEN

A partir del mes de julio de 2004, la Subsecretaría de Recursos Hídricos (SSRH) y el Instituto Nacional del Agua (INA) conforman un grupo interdisciplinario de trabajo para el diseño e instrumentación de la generación de la cartografía de los recursos hídricos superficiales de los estados provinciales de la República Argentina, sobre la base del procesamiento digital de imágenes de satélite e implementación de un Sistema de Información Geográfica (SIG).

En el marco del Acuerdo Institucional se elaboró el *Atlas Digital de los Recursos Hídricos Superficiales de la República Argentina*, antecedente del proyecto en vigencia referido a la *Actualización de la Cartografía Hídrica Superficial Digital de la República Argentina a escala 1.250.000*. Ambas actividades contemplaron la revisión de los límites de las *unidades hidrográficas superficiales*, cuyos orígenes se remontan a la documentación elaborada por la Secretaría de Estado de Recursos Hídricos a través del Grupo de Trabajo Gubernamental de Información Hídrica (GTGIH) en la década del setenta.

El criterio topográfico utilizado entonces, para la delimitación de las cuencas y regiones hídricas superficiales resultó insuficiente para áreas de escasa expresión topográfica y con ausencia de cartografía de detalle, derivando en la indefinición de algunos límites en sectores de llanura, que fueron demarcados a escala regional a la espera de estudios de mayor detalle.

El presente trabajo refiere al conjunto de rutinas tendentes a delimitar un área de comportamiento hídrico superficial complejo, en virtud de su drenaje pobremente definido y ausencia de escurrimiento encauzado, a partir del procesamiento de información satelital, topográfica y de suelos.

El área de análisis, de carácter interjurisdiccional, comprende el noroeste de la provincia de Buenos Aires, el sur de Córdoba y de Santa Fe, el este de La Pampa y el sudeste de San Luis; localización geográfica que justifica su identificación como *Área Pampeana Central*.

Palabras Claves: *Región Hídrica – SIG – Información satelital*.

### INTRODUCCIÓN

En la ciudad de Buenos Aires, el 24 y 25 de abril de 2001, organizado por la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Secretaría de Obras Públicas de la República Argentina y el Ministerio de Transporte, Obras Públicas y Recursos Hídricos del Reino Unido de los Países Bajos, se celebró el

seminario bilateral argentino – holandés enfocado hacia la *Gestión sostenible del agua y Control de inundaciones en el Área Pampeana Central y Bajos sub-meridionales*.

En esa oportunidad, especialistas en hidrología e hidráulica de llanuras de ambos países, llevaron a cabo un intercambio de experiencias y conocimientos que concluyó en la identificación de aquellas áreas geográficas del territorio nacional como escenarios hidrológicos de alta complejidad, pasibles de ser enfocados y analizados mediante la temática planteada en el citado seminario. Asimismo, se acordó en la necesidad de intentar una delimitación física del área Bajos Submeridionales (SSRH, 2001).

En el mes de octubre de 2001, y en ocasión de llevarse a cabo el Congreso Internacional sobre Gestión integral de Cuencas Hidrográficas en Rosario, provincia de Santa Fe, se presentó el trabajo “*Cuenca propia de los bajos sub-meridionales - Creación de una unidad hídrica independiente*”, entendiendo que éste constituía un primer paso a cumplir de acuerdo a lo presentado en el citado seminario. A su vez, en el mencionado trabajo, se comprometió a iniciar un próximo análisis en el área geográfica identificada como *Área Pampeana Central (APC)*.

El presente informe expone el desarrollo de las actividades que han intentado describir una unidad geográfica con identidad hidrológica particularmente compleja, cuya localización geográfica justifica su denominación de *Área Pampeana Central*.

Desarrollado exclusivamente en gabinete, el trabajo ha demandado actividades de recopilación y análisis de información digital, fundamentalmente cartográfica, y de procesamiento digital de imágenes de satélite.

La presente contribución se ha llevado a cabo en el marco del Proyecto iniciado en el año 2002, y aún hoy en desarrollo, referente a la *Actualización de la Cartografía Hídrica Superficial Digital de la República Argentina a escala 1: 250. 000*, a partir de información satelital.

## ANTECEDENTES

Por Decreto N° 2571 del 6 de Junio de 1970, el Poder Ejecutivo Nacional encomendó a la Secretaría de Estado de Recursos Hídricos la convocatoria de un Grupo de Trabajo Gubernamental sobre la Información Hídrica (G.T.G.I.H.). Este Grupo de Trabajo apuntó desde sus comienzos a la constitución de un Sistema Nacional de Información Hídrica que debía asegurar el cumplimiento adecuado a todas las etapas del conocimiento hídrico a nivel nacional: desde el inventario de sus cuerpos de agua superficial (mares, lagos, esteros, etc.), los cursos de agua (ríos y arroyos) y sus aguas subterráneas (acuíferos), hasta la obtención, recolección, procesamiento, recuperación y archivo de su información hidrológica.

La cartografía de Cuencas y Regiones Hídricas de la República Argentina elaborada, que fuera luego retomada por el entonces Instituto Nacional de Ciencia y Técnica Hídricas (INCYTH), hoy Instituto Nacional del Agua (INA) tuvo, en sus comienzos, 90 unidades hidrográficas que respondían a pautas concretas fijadas para ese momento. Así, por ejemplo, debía estar incluido todo el país; las superficies de las unidades debían tener un tamaño razonable; se diferenciarían los cauces propios de

los colectores fluviales principales y se debía adoptar un sistema numérico con cierto orden, según la dirección de escurrimiento.

Ese primer intento de clasificación dejó algunas regiones hídricas con una delimitación provisoria, dada la ausencia de cartografía que permitiera la definición topográfica, quedando así expresada en la publicación del mapa a escala 1:2.500.000, en su edición preliminar, en el año 1986.

La aparición de técnicas relacionadas con la cartografía asistida por computadora (CAD), la posibilidad de realizar análisis multitemporal - a partir de procesamiento de imágenes de satélite de alta resolución espacial-, la realización de análisis multivariado y la integración de información a partir de la implementación de un Sistema de Información Geográfica, sumado a la existencia de cartografía de mayor detalle, ha posibilitado la verificación y trazado de nuevos límites de unidades hídricas superficiales del territorio nacional, tal cual ha sido el caso de la *Cuenca de Propia de los Bajos Submeridionales* (Giraut *et al.*, 2001).

En la medida en que nuevas técnicas y posibilidades estén al alcance de las instituciones competentes, se irán mejorando las aproximaciones hacia el conocimiento del territorio nacional en pos de una planificación y desarrollo sustentable de sus recursos hídricos.

## UBICACIÓN

El área bajo análisis, localizada en la región central del territorio nacional, comprende parte de las provincias de Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe, La Pampa y San Luis, Figura N° 1.



Figura N° 1 - Ubicación del APC.

Coincidente con una zona particularmente apta para la actividad agropecuaria, en virtud de la calidad de sus suelos, su gestión se impone con carácter de estratégica para los intereses del país por la importancia de sus recursos.

Asimismo, la actividad antrópica y el aumento de las precipitaciones motivaron la generación de grandes volúmenes de sedimentos, que modificaron sensiblemente las condiciones del drenaje causando el atarquinamiento de bajos y consecuentes anegamientos determinando una muy baja capacidad de evacuación superficial y, por lo tanto, un predominio del movimiento vertical (infiltración- evaporación), características físicas del área definida como Área Pampeana Central. (López, 2001: 100).

## **MATERIALES**

Para el reconocimiento y delimitación del APC se utilizó cartografía de base y temática en formato digital, integrable y procesable en un Sistema de Información Geográfica (SIG), conjuntamente con un software específico para el procesamiento de productos satelitales derivados de sensores pasivos, los que se reseñan seguidamente.

### **SIG – 250**

Elaborado por el Instituto Geográfico Militar, consiste en un Sistema de Información Geográfica elaborado a partir de la cartografía a escala 1:250.000, respetándose la nomenclatura IGM, y compuesto por 222 hojas que abarcan la totalidad del territorio nacional (Benedetti, 2000).

La información del SIG-250 se compone por las siguientes capas temáticas: Cursos de agua, Accidentes geográficos particulares, Puntos geográficos destacados, Caminos, Ferrocarriles, Cuerpos de agua, Límites, Actividades humanas, Puentes y Curvas de Nivel.

Un total de 73 (setenta y tres) hojas digitales fueron seleccionadas y empalmadas a fin de constituir la base geográfica de referencia del territorio analizado (Figura N° 2a).

*Para el trabajo de definición del APC, las capas temáticas seleccionadas fueron las Curvas de Nivel, Cursos y Cuerpos de Agua.*

### **Imágenes satelitales**

Para la elaboración de la base satelital, se utilizaron los mosaicos provinciales elaborados en el marco del Proyecto en ejecución referente a la “*Actualización de la Cartografía Hídrica Superficial Digital de la República Argentina a escala 1.250.000*”.

Dichos mosaicos, si bien fueron elaborados de manera independiente en virtud de la celebración de los Convenios de Asistencia Técnica entre la SSRH-INA y la repartición provincial correspondiente, han sido integrados en una única escena, conformando el mosaico de las 5 provincias que integran el APC, (<http://hidricos.obraspublicas.gov.ar/documentos/publicaciones>).

Las imágenes utilizadas para la confección de los mosaicos fueron obtenidas por el sensor óptico ETM+, del satélite LANDSAT 7. Éstas son provistas por la CONAE en el marco del “Anuncio de Oportunidad de la Misión Constelación Matutina”. La resolución espacial de dicho sensor es de 30 metros, cubriendo cada imagen una superficie de 185 km de lado. Su resolución espectral corresponde a los sectores del visible (Bandas 1 -azul-, 2 -verde- y 3 -rojo-) e infrarrojos cercano (Banda 4), medio (Bandas 5 y 7) y térmico (Banda 6) del espectro electromagnético. La composición color utilizada en esta labor resultó de asignar las bandas 7, 5 y 2 a los colores RGB, generando un Falso Color compuesto útil para resaltar los cuerpos de agua y la humedad del suelo.

*Un total de 60 (sesenta) imágenes LANDSAT ETM+, adquiridas durante el período 2001-2003, fueron procesadas para elaborar el mosaico satelital del área en cuestión. En la Figura N° 2b se presenta el path/row de las escenas utilizadas.*

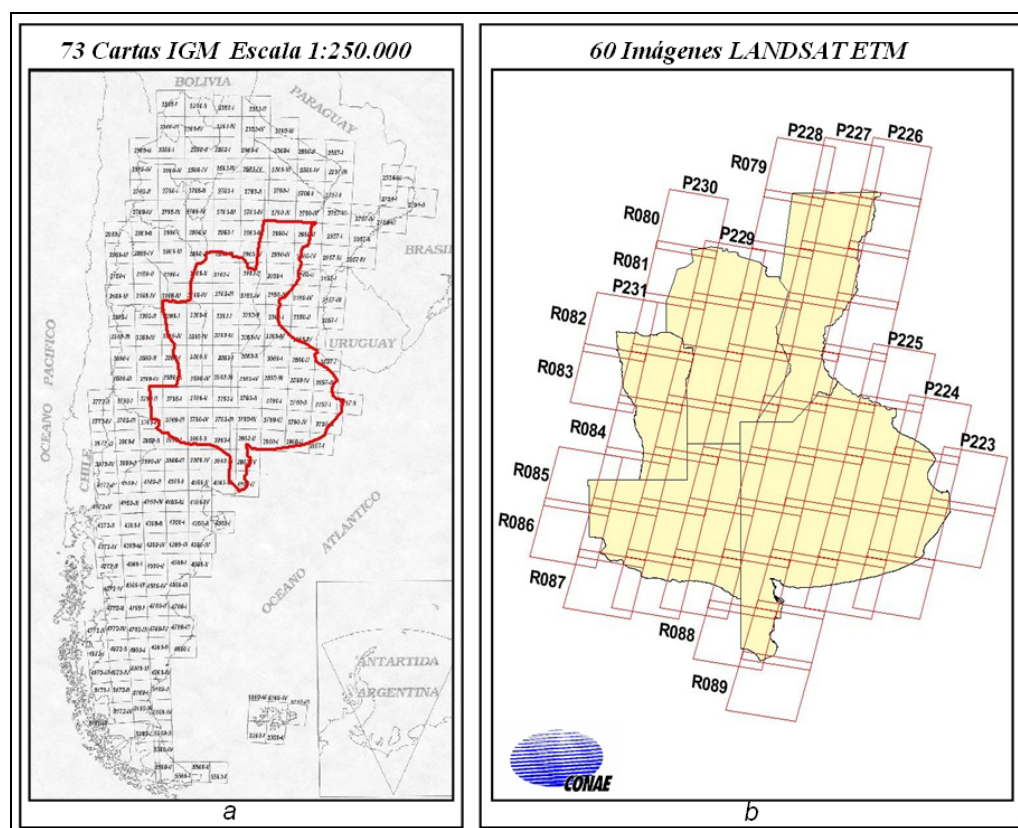


Figura N° 2 - Hojas topográficas e imágenes de satélite seleccionadas .

### **Atlas Digital de los Recursos Hídricos Superficiales de la República Argentina (SSRH-INA, 2002)**

Este producto, elaborado en forma conjunta por la Subsecretaría de Recursos Hídricos (SSRH) y el Instituto Nacional del Agua (INA) es un Sistema de Información Geográfica (SIG) de los Recursos Hídricos Superficiales del territorio argentino.

La base cartográfica del Atlas deriva de la digitalización de la cartografía a escala 1:500.000 del Instituto Geográfico Militar (IGM), habiéndose actualizado la información referida a los diques y

embalses con respecto a la documentación de referencia. El Atlas ha sido aprobado por el IGM según Expediente GG 02 1343/5 y se compone por un conjunto de capas temáticas correspondientes a: División Política Provincial, Cuencas y Regiones Hídricas, Ríos Permanentes, Ríos Transitorios, Canales, Islas, Lagunas Permanentes, Lagunas Transitorias, Lagos, Embalses, Bañados, Esteros, Glaciares, Salinas, Isotermas medias anuales, Isohietas medias anuales, Curvas de Evapo-transpiración media anual, Puntos de cruce de paralelos y meridianos, Ubicación de imágenes LANDSAT, Ubicación de cartas IGM a escala 1:500.000 y Estaciones de la Red Hidrológica Nacional de la SSRH.

La capa temática *Cuencas y Regiones Hídricas*, que constituye el principal valor agregado del Atlas, resulta de la digitalización de las Cuencas y Regiones Hídricas elaboradas por el INCyTH (actual INA) en la década del 70.

*De dicha capa temática fue seleccionada la cuenca cuya numeración corresponde al número 96, por ser ésta el área de referencia a redefinir, mediante su tratamiento con la información satelital.*

### **Atlas de suelos**

Se trata del Atlas de Suelos de la República Argentina, en formato digital, elaborado por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria y la empresa Aeroterra S.A., (INTA, 1995).

La capa temática correspondiente a **Suelos** resultó de la digitalización del Atlas de Suelos de la República Argentina, elaborado a escalas 1:500.000 y 1:1.000.000 (para Patagonia), en el Marco del Proyecto PNUD ARG. 85/019 llevado a cabo por el Centro de Investigaciones de Recursos Naturales, perteneciente al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca (INTA, 1990).

*Si bien el Atlas cuenta con variadas y numerosas capas temáticas, sólo fue consultada la correspondiente a la taxonomía de suelos.*

### **Modelo Digital de Elevaciones (DEM)**

Consiste en un producto elaborado a partir del procesamiento de información de radar obtenida por la *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), que durante 11 días a bordo de la plataforma Endeavour, lanzada en febrero de 2000, permitió cubrir el 80 % de la superficie terrestre.

El objetivo de dicha Misión fue adquirir información terrestre entre los 60° N y 56° S para, mediante su procesamiento, obtener mapas topográficos globales de alta resolución denominados Modelos Digitales de Elevación (DEMs), producidos a partir del procesamiento de la información de la Banda C del radar. (<http://seamless.usgs.gov/website/seamless/products/srtm3arc.asp>)

La Misión se enmarca en un proyecto mancomunado entre la National Geospatial-Intelligence Agency (NGA) y la National Aeronautics and Space Administration (NASA). Los productos digitales son distribuidos por el Centro de datos EROS del Servicio Geológico de los Estados Unidos, en dos modalidades: “SRTM Format 1-arc second”, de 30 metros de resolución espacial, elaborado para los Estados Unidos; y el “SRTM Format 3-arc second”, de 90 metros de resolución, de alcance global.



Para este trabajo se ha utilizado el “SRTM Format 3-arc second”. Dicha información es obtenida en un formato de archivo de alturas, que utiliza la extensión “.hgt”.

En la Figura N° 3 se representa el proceso de obtención de curvas de nivel a partir del SRTM. Fueron procesadas 59 escenas y generadas las curvas de nivel con una equidistancia de 25 metros.

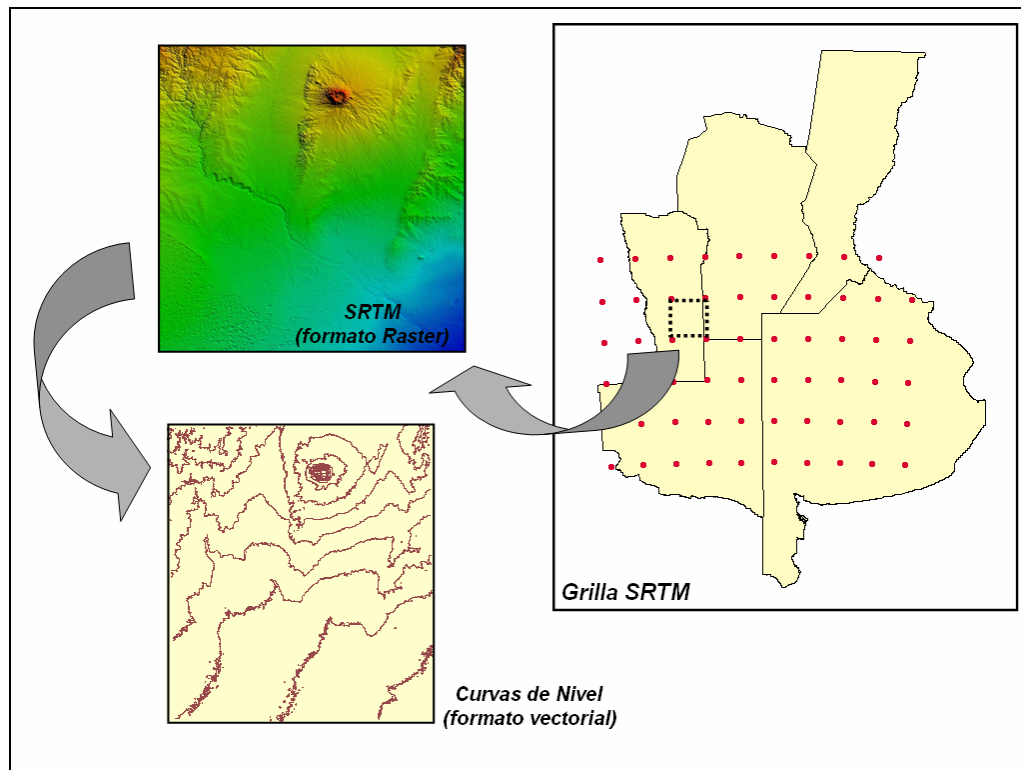


Figura N° 3 – Generación de Curvas de nivel a partir del SRTM.

### **El plan maestro para la cuenca del río Salado** (Halcrow & Partners, 1999)

Es un proyecto integral de desarrollo de recursos hídricos que surgió en el año 1997 financiado por el Banco Mundial, destinado a mejorar la actividad económica y el medio ambiente en la región Pampeana. *De la cuantiosa información aportada por el Plan, sólo se ha incluido en la base digital del presente análisis las trazas de los límites E y S del citado estudio.*

### **ACTIVIDADES**

*A fin de caracterizar la Unidad Hidrológica APC teniendo como punto de partida la delimitación propuesta en el mapa de Cuenclas y Regiones Hídricas Superficiales a escala 1:2.500.000, expresados digitalmente en la capa temática Cuenclas y Regiones Hídricas del Atlas Digital de los Recursos Hídricos Superficiales de la República Argentina, y ante la disponibilidad de nuevas herramientas de análisis, se desarrollaron las siguientes actividades:*

- Análisis cartográfico

- Procesamiento digital de imágenes de satélite y de DEMs
- Integración de información

En la Figura N° 4 se exponen las fuentes de información y tipo de datos procesados en un ambiente de un Sistema de Información Geográfica, para la realización del análisis.

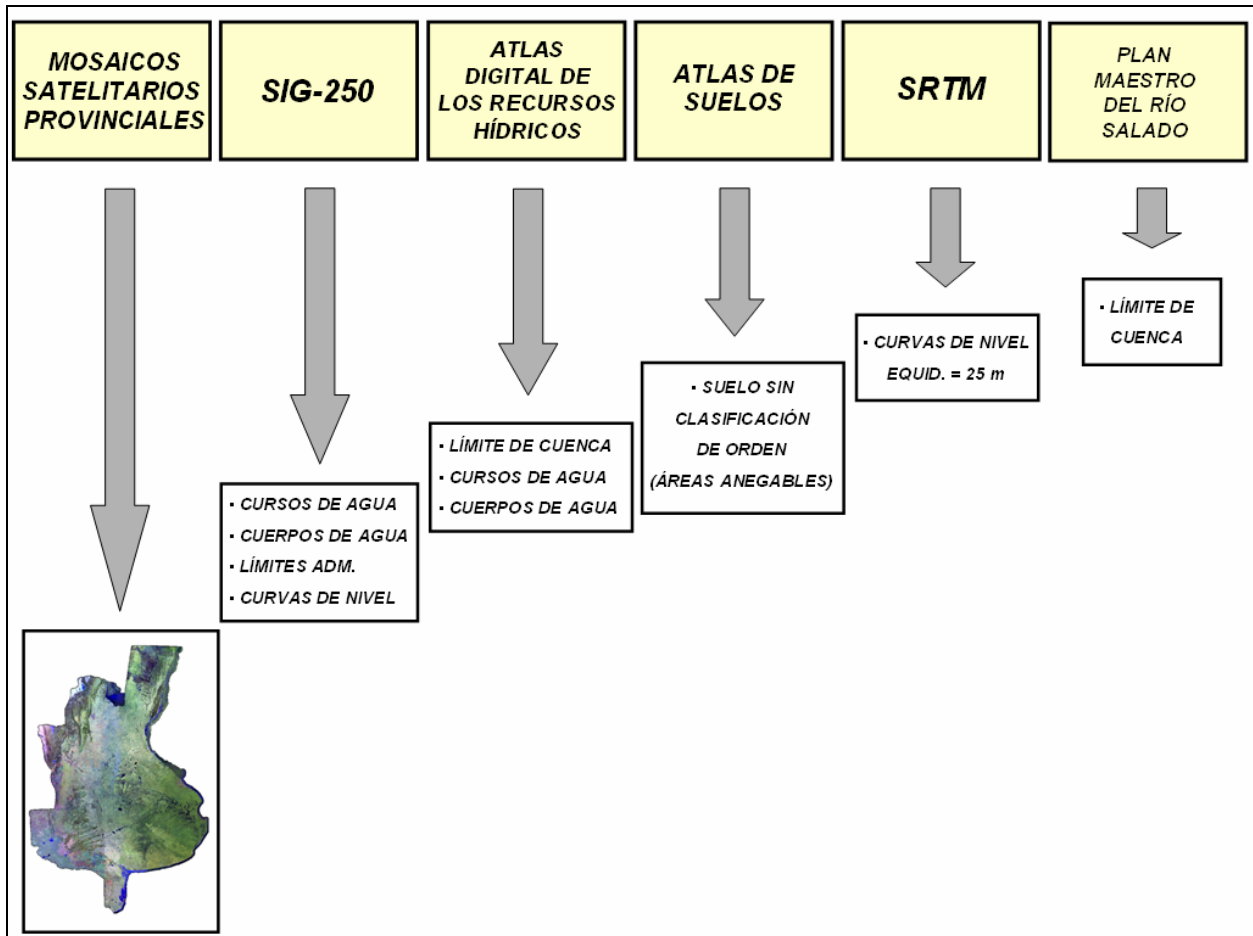


Figura N° 4 - Fuentes de información.

### Delimitación del ámbito geográfico

Al área de estudio, que por su distribución geográfica se la reconoce formalmente a partir de esta contribución como Área Pampeana Central, constituye una área de 128.300 km<sup>2</sup>, aproximadamente, cuyo desarrollo abarca el noroeste de la provincia de Buenos Aires, el sur de Córdoba y de Santa Fe, el este de La Pampa y el sudeste de San Luis (Figura N° 5).

La ausencia o muy poco desarrollo del drenaje encauzado, característica de ésta vasta región, ha llevado a una delimitación primaria a partir de la “desvinculación” de las trazas de los ríos y arroyos con drenaje lineal definido, y cuyos límites son:

1. Por el oeste, la traza del Río Salado (San Luis) - Chadileuvú (La Pampa).



2. Por el norte, la traza del Río V° hasta los bañados de la Amarga; y hacia el este, bordeando el arroyo Santa Catalina, los bañados y cuerpos lagunares Las cancheras, las Collaradas, Santa Ana, las Salada entre otras, que se desarrollan al S del Río IV° – Carcarañá.
3. Por el este, la traza del río Salado y el arroyo Vallimanca de la provincia de Buenos Aires.
4. Por el sur, la traza de las lagunas encadenadas de la provincia de Buenos Aires y su prolongación en la provincia de la Pampa, hasta alcanzar la traza del límite oeste de la unidad.

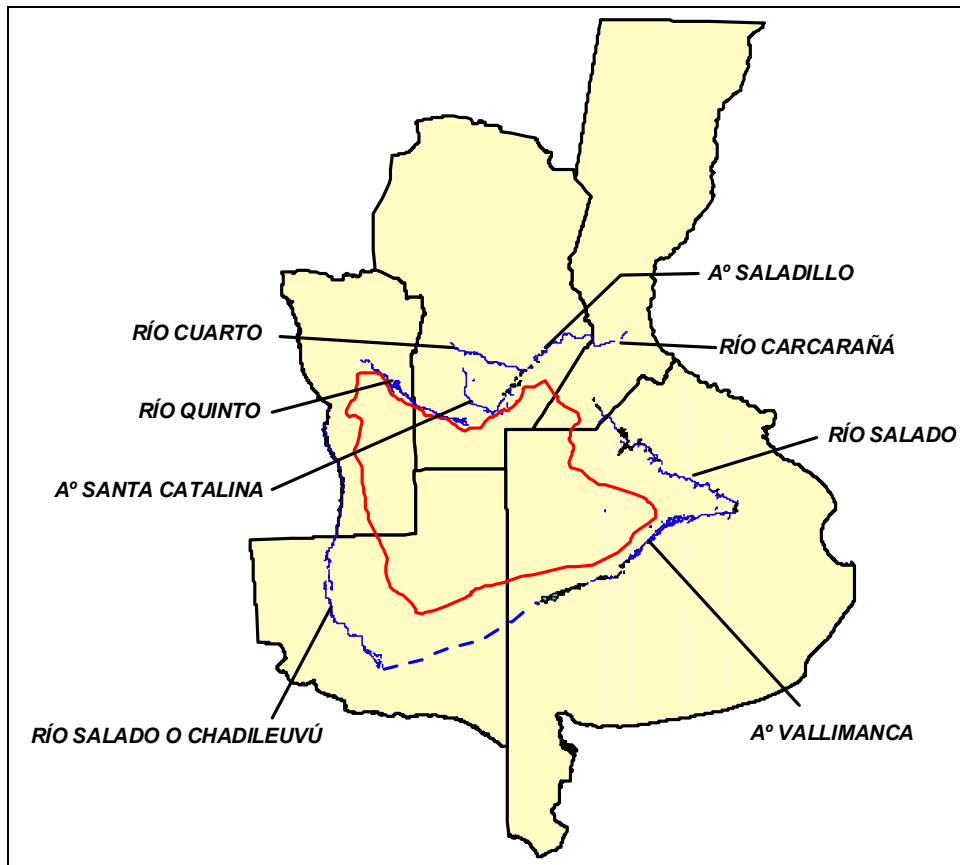


Figura N° 5 - Delimitación Primaria del APC.

Dentro de esta superficie geográfica se han identificado ambientes con características particulares que conllevan a la diferenciación de unidades menores, reconocidas primariamente a partir del comportamiento del diseño del drenaje hídrico superficial, mencionándose en primer término aquellas comunes:

- Sobre el extremo noroccidental, en el área central de la provincia de San Luis se desarrollan las mayores alturas con valores de 900 msnm, en tanto que en el sector central de la provincia de Buenos Aires, valores de 50 msnm en las cercanías de la confluencia del Arroyo Vallimanca y el río Salado, representan las cotas menores.
- La red hidrográfica presenta características endorreicas y arreicas con ocurrencia de inundaciones durante las épocas de lluvias.
- La dirección y tipo de escurrimiento hídrico superficial constituye la variable primaria para la diferenciación de las unidades menores.

- El contacto entre las entidades es gradual, dinámico y variable en función de las condiciones hidro-meteorológicas reinantes.

### **Identificación de unidades homogéneas**

*El espacio geográfico está constituido por una asociación dinámica de elementos, físicos, biológicos y humanos que reaccionan entre sí en cada área de la Tierra, según ciertos patrones que determinan diferencias de lugar en lugar. De poder observar simultáneamente la totalidad del planeta a escala 1:1, se comprobaría que no hay dos puntos iguales entre sí. Si no se generalizara, se estaría en incapacidad de reconocer regione;, en consecuencia, una región es una generalización geográfica (Preston, 1950; Giraut, 2006).*

A la hora de diferenciar *unidades del paisaje*, diversos autores de varias disciplinas, acuerdan en la necesidad de encontrar las variables que denoten un comportamiento regular a lo largo del espacio geográfico (Giraut, *op. cit.*).

- De acuerdo a Ferreiro (1983), la homogeneidad está referida a un conjunto de caracteres comunes (litológico, dinámico superficial) que se desarrollan en un espacio geográfico común, permitiendo la delimitación de áreas del medio físico natural.
- Paoli y Giacosa (1983) al respecto comentan que es necesario extender los aspectos puntuales a áreas que tengan una cierta uniformidad de reacción o cumplan roles similares. A partir de los suelos, la vegetación y el relieve, se procura determinar áreas diferenciales entre sí a las cuales correspondan valores característicos de evapo-transpiración, infiltración y recarga del acuífero, ya que éstas son las variables de transporte e intercambio de agua en sentido vertical más importante. En concordancia con este aspecto, mencionan el planteo realizado por el “Australian Water Resources Council”, quien propone la clasificación de áreas llamadas “ecológicas” basadas fundamentalmente en la distribución de la vegetación natural y en las formas del terreno.
- En el trabajo de Pereira (2003) se identifica como una *ecorregión, o región de ecosistema*, a un área distintiva en virtud de la combinación e interrelación de factores geológicos, geomorfológicos, edáficos, climáticos, de vegetación, uso de la tierra y ocupación humana de la misma.
- Tricart (1983, Vol. 1, p. 188), propone la denominación de *unidades hidro-geomorfológicas*, caracterizadas por los distintos aspectos de la dinámica del agua, tanto en superficie como debajo de ella, en los suelos y en los acuíferos.

En función de lo expuesto se ha llevado adelante la identificación de unidades homogéneas identificadas fundamentalmente por las características del escurrimiento hídrico superficial. De acuerdo a Howard (1967), el análisis de drenaje es una importante herramienta en la fotointerpretación, especialmente en áreas de relieve bajo. Puede proporcionar indicios de rasgos estructurales activos expuestos en la superficie y posiblemente rasgos estructurales sepultados. La densidad y textura del drenaje puede dar información sobre la permeabilidad de los materiales y es posible inferir la identidad de los mismos.

Se considera pertinente, por tratarse de un área de llanura y previo a la descripción de las Unidades Hídricas identificadas, remarcar algunos conceptos con relación al comportamiento hídrico en áreas de llanura que fueran compilados por Giraut (2006).

A partir del *Coloquio de Hidrología de Grandes Llanuras* de 1983, y en el ámbito del Programa Hidrológico Internacional (PHI), se sugirió “en lo sucesivo adoptar la terminología relacionada con *sistemas hidrológicos no típicos y regiones hídricas superficiales*” (Litwin; 1983: 189, Vol. 1).

Al respecto, Ferttonani *et al.* (1983), explican que existen sistemas hídricos en los cuales las estructuras de escurrimiento están conformadas por elementos lineales, organizados y jerarquizados, a los que se puede identificar dentro de una porción de espacio o una unidad de comportamiento definida. Esto equivale en términos hidrológicos a las denominadas cuencas, es decir, a una superficie tributaria con relación puntual, en donde los escurrimientos se resuelven en forma más o menos ordenada según una conducta definida por la jerarquización de sus componentes.

Existen otros sistemas en los cuales no se tiene ni la superficie tributaria definida ni la relación puntual. No cuentan con componentes lineales organizados y jerarquizados conformando una estructura de disipación (escurrimiento areal, mantiforme).

A los fines de identificar las porciones de espacios que contienen estos procesos, se denominarán *Sistemas Hidrológicos No Típicos* para diferenciarlas de las otras unidades identificadas como *Sistemas Hidrológico Típicos*, (al cual pertenece la cuenca).

En el marco del informe relativo al Mapa Geomorfológico de la Cuenca Inferior del río Bermejo, Ferreiro (1983), define: “*Una región hídrica es un territorio geográfico caracterizado por un tipo de escurrimiento hídrico superficial homogéneo a través del cual es impracticable la delimitación de cuencas o subcuencas hídricas superficiales a la escala de trabajo encarado*”.

En áreas de llanura, de relieve muy suave, es probable que el agua caída sobre la superficie del terreno no tenga, inicialmente, suficiente gradiente de energía como para organizar escurrimientos horizontales. Predominan, entonces, los almacenamientos en depresiones (de reducidas profundidades y grandes extensiones, por la propia naturaleza llana del terreno) que, por el incremento de carga hidráulica, pueden iniciar procesos de infiltración o configurar (por llenado de los reservorios y derrame hacia otras depresiones de menor cota) escurrimientos superficiales en manto o por tenues vaguadas. Todo ello con fuerte influencia de la evaporación.

En estos ambientes no son nítidas las separaciones entre áreas que desaguan en una u otra dirección. No existen divisorias de aguas topográficamente nítidas y permanentes. Las tenues dorsales (lomas) que separan depresiones pueden ser transpuestas, alternativamente, en uno u otro sentido por importantes volúmenes de agua en manto como consecuencia de precipitaciones y acumulaciones en sectores parciales de la región.

Bajo el entendimiento y acatamiento de los conceptos reseñados, se ha hecho hincapié en identificar rasgos del diseño hídrico superficial que denoten, dentro de una primaria monotonía, singularidades que merezcan su subdivisión, habiéndose reconocido las sub-regiones hídricas que se describen a continuación.

## Descripción de sub-regiones hídricas

Habiéndose integrado la información al SIG se procedió a la interpretación visual del producto satelital y vectorial para la identificación de entidades que presentasen comportamientos particulares en el patrón o diseño de drenaje superficial. En la Figura N° 6 se han seleccionado las ecorregiones (2) presentadas en Pereira (*op. cit.*), a partir de las cuales se han delimitado, en base al diseño y dirección del escurrimiento del drenaje hídrico superficial, las sub-regiones (1) denominadas como a, b, c, d y e.

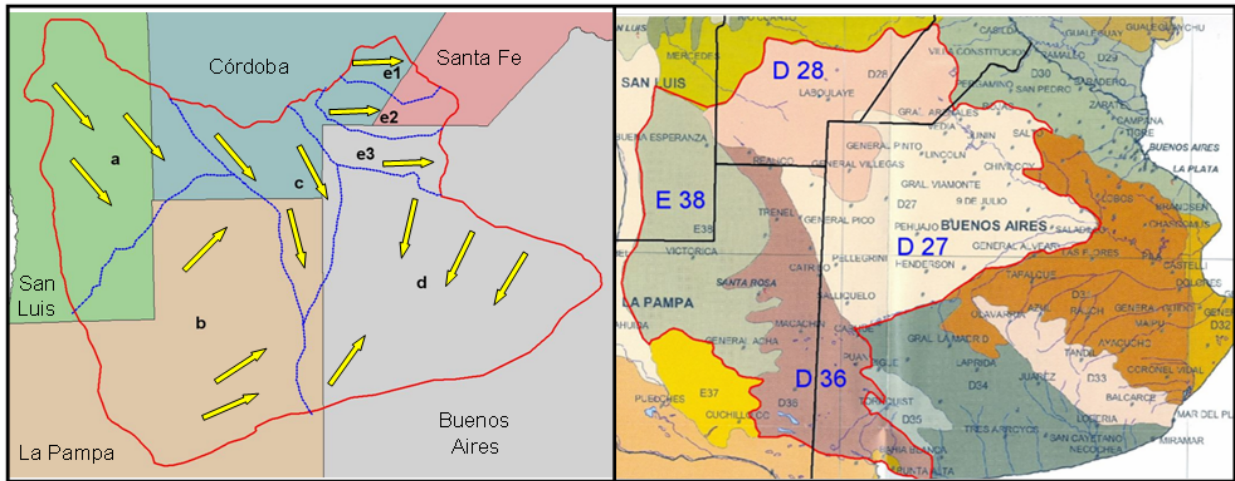


Figura N° 6 - (1) Unidades Hídricas; (2) Eco-regiones.

En la Figura N° 7 se presenta el arreglo satelital y las sub-regiones hídricas identificadas.

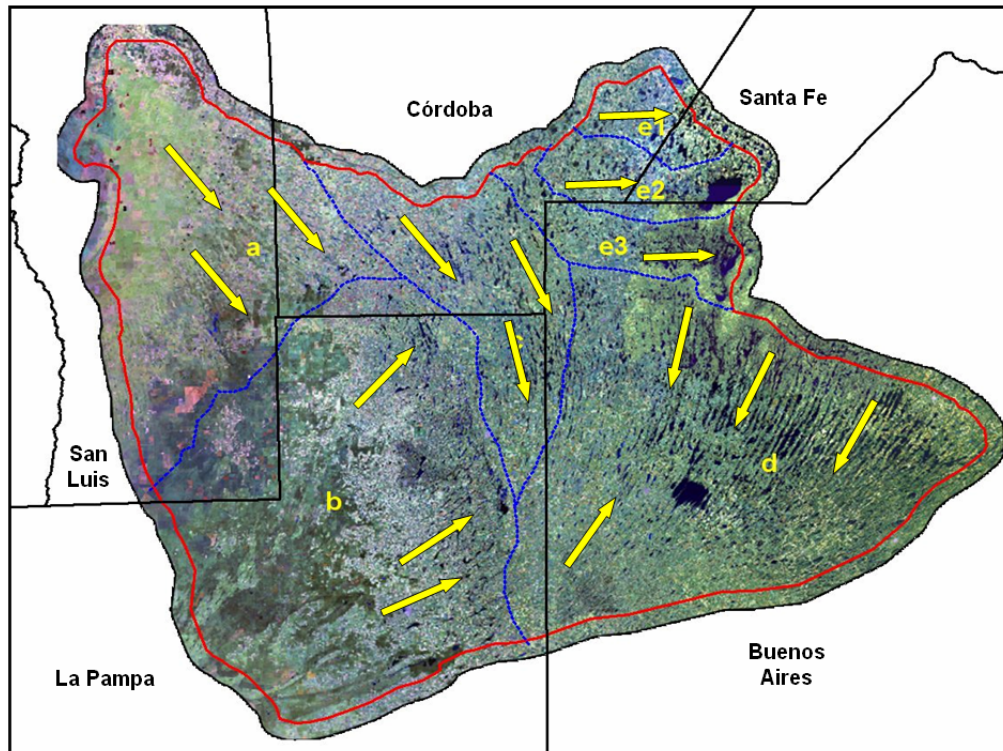


Figura N° 7 – Mosaico satelital y subregiones hídricas.

### **Pampa Occidental – Drenaje “a”**

A esta unidad se la ubica en el centro y este de las provincias de San Luis y sur de Córdoba. La gradación fluvial procedente tanto del oeste como del norte genera la formación de abanicos fluviales, de dirección NO-SE, muy tendidos, compuestos por depósitos conglomerádicos y arenosos, concentrándose en la zona sur de San Luis.

La red de drenaje se encuentra poco integrada y tiene escaso desarrollo. Esto se debe a la gran permeabilidad de los materiales aflorantes, las condiciones de gran aridez, las bajas pendientes regionales y la aludida interferencia del proceso eólico. Los cursos fluviales son de tipo efímero, intermitente y generalmente se insumen en las zonas bajas. Estas actúan como pequeñas cuencas de tipo endorreico, mientras que en otros sectores, la red de drenaje es de tipo arreica.

### **Planicies poligenéticas de la Pampa – Drenaje “b”**

Esta unidad, localizada prácticamente en la provincia de La Pampa, se caracteriza por presentar una red de drenaje poco importante de configuración arreica. Hacia la parte central el relieve se vuelve más ondulado, con frecuentes valles de rumbo SO-NE aproximadamente. Estos valles tienen probablemente un origen complejo en el que han participado fenómenos kársticos, con inversión de relieve, erosión fluvial y acción eólica, sin descartar la existencia de un control estructural. Entre estos valles destaca el denominado Valle Argentino, en la zona de General Acha.

Habiéndose independizado del escurrimiento que desagua hacia el sistema Atuel - Chadileuvú el flujo hídrico, poco manifiesto, se realiza hacia E – NE, en dirección a la zona de la Pampa Arenosa.

### **Pampa endorreica – Drenaje “c”**

Esta unidad se extiende en las provincias Córdoba, La Pampa y Buenos Aires, que con una pendiente regional NO-SE, posee como destinatario natural final al complejo lagunar Hinojo - Las Tunas. Se caracteriza por constituir la unión natural y/o antrópica de áreas bajas o interdunas que de forma preferentemente longitudinal caracterizan la región. A esta entidad se la asocia con el área de derrames del Río Quinto, que desde su insumisión en las proximidades del bañado de La Amarga, en territorio cordobés, ingresa al ámbito de la provincia de Buenos Aires escurriendo por el NE pampeano.

A su vez, en territorio pampeano, se observa otra área de escurrimiento próxima y al oeste de la traza del FFCC que une las localidades de Realicó y Quemu-Quemú. De forma pseudo-paralela a aquellos escurrimientos bonaerenses, se mantienen independientes y separados por un alto topográfico localizado en territorio pampeano, próximo al límite provincial con Buenos Aires. Este último es intensamente utilizado para la agricultura.

### **Pampa Arenosa – Drenaje “d”**

Se localiza fundamentalmente en el centro oeste de la provincia de Buenos Aires y pasa gradualmente al E pampeano y SE cordobés.

Desde el punto de vista geomorfológico, el modelado del paisaje muestra el predominio del proceso eólico, parcialmente modificado por el proceso fluvial. En el sector predominan las dunas longitudinales, con rumbo aproximadamente NE-SO, de varias decenas de kilómetros de longitud, separadas por depresiones alargadas, las que se suelen inundar periódicamente.

Los bajos gradientes, la alta permeabilidad de los materiales eólicos superficiales y lo reciente de la actividad eólica (holocena superior), han interferido con el proceso fluvial, resultando en una red de drenaje pobremente integrada, con la existencia de bajos alineados unidos durante períodos de crecientes. El nivel topográfico hacia donde drenan regionalmente los escurrimientos interdunas lo constituye el complejo lagunar Hinojo - Las Tunas.

### **Pampa Endorreica Drenaje “e”**

Localizada al norte de la provincia de Buenos Aires, se extiende hacia el sur santafesino y oeste del territorio cordobés. El paisaje presente es resultado de la combinación de la acción eólica y el proceso fluvial.

La red de drenaje en general está pobremente integrada, conformada por numerosos bajos y zonas anegables parcialmente interconectadas, y la mayor parte de los cursos provenientes de las sierras (excluidos de la unidad) se insumen en la llanura. Aparentemente los principales colectores se integraban a la red del río Salado de Buenos Aires. Fluctuaciones climáticas, en el sentido de una mayor aridez y probables movimientos tectónicos, produjeron interferencias en el desarrollo de la red de drenaje y su consecuente abandono y obstrucción. Como resultado de estos fenómenos, el río Cuarto (su traza ha sido excluida de la unidad), tras recorrer una zona de esteros y bajos (Bañados del Saladillo), termina integrándose al drenaje del Carcarañá, probablemente por una captura. El río Quinto se insume, formando una cuenca endorreica (Bañados de la Amarga).

Se han reconocido tres áreas principales de escurrimiento en sentido O-E; la e3 conduce las aguas a través de la cañada de las Horquetas en territorio bonaerense hasta encauzarse y desaguar hacia la laguna de Junín; el sistema e2, en territorio cordobés y santafesino, conduce los excedentes hacia la laguna La Picasa; y por el norte, el sistema e1 desagua en forma pseudo-paralela a los anteriores, independientemente del sistema de los ríos Cuarto - Carcarañá.

Cada una de las direcciones reconocidas presentan áreas de aporte propias, si bien como es característico de la región en su conjunto, las divisiones podrían fluctuar y hasta desaparecer en función de las condiciones hidro-meteorológicas imperantes.

## **CONCLUSIONES**

- La presente contribución constituye un aporte para la gestión de los recursos hídricos de una vasta región del Territorio Nacional, que comprende el noroeste de la provincia de Buenos Aires, el sur de Córdoba y de Santa Fe, el este de La Pampa y el sudeste de San Luis; localización geográfica que justifica su identificación como *Área Pampeana Central*.

- La utilización de herramientas informáticas, tal es el caso de los Sistemas de Información Geográfica, ha permitido integrar y analizar cuantiosa información de una forma eficiente y rápida. Las limitaciones de espacio del documento imposibilitan desplegar la diversidad de análisis realizados con relación a la distribución de la red hídrica sintética y al análisis multitemporal de imágenes que han sido utilizados en el transcurso de la investigación.
- El presente análisis ha posibilitado presentar ajustes a considerar en el trazado del *Mapa de Cuencas y Regiones Hídricas de la República Argentina*, las que podrían ser incorporadas en las actualizaciones de la documentación cartográfica en curso.
- Sobre una área de 128.300 km<sup>2</sup>, carente de líneas de drenaje definidas, se han reconocido diseños y direcciones de escurrimiento hídrico superficial diferenciales, identificando en el ámbito de ésta monótona región, unidades menores que deberían considerarse a la hora de proyectar obras de regulación, redes de monitoreo y medición y especialmente para la planificación territorial.
- La extensión del área relevada y la ausencia de control de terreno actúan como factores condicionantes sobre los resultados, presentados con la intención de que se genere un abordaje activo entre profesionales e investigadores respecto a la temática planteada.

## BIBLIOGRAFÍA

- Benedetti, J.** (2000) “*Los Sistemas de Información Geográfica en el Instituto Geográfico Militar*”. En: X Congreso Nacional de Cartografía, Contribuciones Científicas, IGM, pp. 314-322. Buenos Aires Argentina.
- Ferreiro, V.** (1983) “*El mapa hidrogeomorfológico. Su utilización en el estudio de los recursos hídricos superficiales en regiones con insuficiente información de base. La cuenca hídrica superficial del río Bermejo*”. Actas del Coloquio de Olavarría de Hidrología de las grandes llanuras. Vol. I, pp. 157-189. Buenos Aires, Argentina.
- Fertonani, M. y Prendes, H.** (1983) “*Hidrología en áreas de llanura. Aspectos conceptuales teóricos y metodológicos*”. Actas del Coloquio de Olavarría de Hidrología de las grandes llanuras. Vol. I, pp. 118-156. Buenos Aires, Argentina.
- Giraut, M.** (2006) Dinámica geomorfológica del humedal fluvial del Río Paraná en la Provincia del Chaco. Tesis Doctoral Facultad de Ciencias Naturales y Museo – UNLP
- Giraut, M., Laboranti, C., Rey, C., Fioriti, M., y Ludueña, S.** (2001) “*Cuenca Propia de los Bajos Submeridionales. Creación de una Unidad Hídrica Independiente*”. Seminario Internacional sobre Manejo Integral de Cuencas Hidrográficas. Rosario, Argentina.
- Halcrow & Partners** (1999) Plan Maestro Integral de la Cuenca de Río Salado. Ministerio de Obras y Servicios Públicos de la Provincia de Buenos Aires. La Plata, Argentina.
- Howard, A.** (1967) Un sumario del análisis de drenaje en la interpretación geológica. Bull, AAPG.
- INTA** (1995) Atlas digital de suelos de la República Argentina en CD.
- INTA** (1990) Atlas digital de suelos de la República Argentina Tomo I, Prov. del Chaco Escala 1:500.000. pp. 255-331.
- López, F.** (2001) “*Protección contra inundaciones*”. Seminario Argentino-Holandés sobre gestión Sostenible del Agua y Control de Inundaciones, Área Pampeana Central y Bajos Submeridionales. pp. 100-103. Buenos Aires, Argentina.



**Paoli, C. y Giacosa, R.** (1983) *“Necesidades de investigaciones hidrológicas en áreas de llanuras”*. Actas del Coloquio de Olavarría de Hidrología de las grandes llanuras. Vol. I, pp. 395-431. Buenos Aires, Argentina.

**Pereira, F.** (2003) Ecorregiones de la República Argentina, Anales N° 37, SEGEMAR.

**Preston, J.** (1950) Programa para un relevamiento geográfico de América. Ed. Instituto de Geografía de la Universidad de Buenos Aires, Serie A N° 15. En Giraut (2006).

**Tricart, J.** (1983) *“Reflexiones a los trabajos presentados al Coloquio referente a la Pampa Deprimida”*. Actas del Coloquio de Olavarría de Hidrología de las grandes llanuras. Vol. II, pp. 1191-1193. Buenos Aires, Argentina.

**SSRH-INA** (2002) Atlas digital de los recursos hídricos superficiales de la República Argentina -CD Rom. Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación – Instituto Nacional del Agua, Buenos Aires. Argentina.

**SSRH** (2001) “Gestión sostenible del Agua y Control de inundaciones - Área Pampeana Central – Bajos Submeridionales”. Seminario argentino – holandés.

<http://hidricos.obraspublicas.gov.ar/documentos/publicaciones>

<http://seamless.usgs.gov/website/seamless/products/srtm3arc.asp>