

*Parte VI*

# **Geografía Física** *y sus aplicaciones*



## Caracterización y aproximación a una regionalización fisiográfica de la Reserva Natural Iberá, Provincia de Corrientes

ALARCÓN, María Fernanda <sup>1</sup>

### Introducción

La fisiografía está definida como la descripción de la naturaleza a partir del estudio de los componentes físicos o naturales del medio (aspectos climáticos, geomorfológicos, edáficos, hidrológicos y fitogeográficos) y del modo en que éstos se relacionan en el espacio imprimiéndole al mismo rasgos característicos que lo diferencian de otros. (Villota. 1989). El análisis fisiográfico de un sector de la superficie terrestre permite comprender el funcionamiento del medio biofísico y de fenómenos que se manifiestan en el espacio como la distribución de la población y el desarrollo de sus actividades. A su vez constituye un importante aporte para actuar sobre el territorio y lograr un manejo más adecuado del mismo.

El espacio de estudio planteado para este trabajo corresponde a la Reserva Natural Iberá, un área protegida creada en 1983 por la Ley Provincial N° 3771 y reglamentada recientemente, en el año 2009 por el Decreto Provincial 1440, la misma comprende un sector de alrededor de 13.000 Km<sup>2</sup> de los cuales 4.800 Km<sup>2</sup> -37,5 %- corresponden al Parque Provincial Iberá, cuya constitución son los terrenos de propiedad pública y donde los usos son restringidos, y 8.000 Km<sup>2</sup> -62,5 %- pertenecen a la Reserva Provincial Iberá conformada por territorios de propiedad privada, bajo un régimen de usos múltiples. (Decreto Provincial N° 1440-09).

Son objetivos comunes al Parque Provincial y Reserva Provincial preservar, proteger, conservar y recuperar los recursos naturales, diversidad biológica y hábitats existentes dentro del área protegida y su manejo a perpetuidad; atender a la importancia de los principales bienes y servicios ambientales que prestan los esteros; respetar el estilo de vida y el hábitat del “habitante del estero”, promoviendo su permanencia, valorizando sus costumbres y conocimientos ancestrales; impulsar el desarrollo del ecoturismo, como modo de valoración del área protegida, para la educación, el desarrollo local y el financiamiento para su administración y gestión; promover y facilitar la investigación científica y tecnológica sobre el ecosistema.

Son objetivos específicos de la Reserva Provincial del Iberá: promover el desarrollo sustentable de las actividades productivas de modo compatible con la conservación de la biodiversidad y los sistemas naturales, el desarrollo e incorporación de tecnologías acordes al tipo de desarrollo deseado; promover y facilitar la investigación científica y tecnológica para apoyar la gestión de la Reserva y mejorar las actividades productivas en la región; diseñar una red de monitoreo de variables socio-ambiental-productivo, para la adecuada gestión del área protegida. (Decreto 1440-09).

La Reserva Natural Iberá Iberá se inserta en la Cuenca Iberana, un espacio deprimido donde el rasgo característico es la presencia de agua, que cubre un 70 % de su territorio con un predominio de los ambientes palustres (esteros y bañados) que interconectan extensas lagunas pocas profundas, unidos por cursos de agua de distinto orden. (Serra. P. 2004). Este espacio alberga uno de los ecosistemas de humedales de importancia internacional, es uno de los 13 sitios Ramsar de Argentina y con seguridad el más grande de nuestro país. Aunque pareciera ser un paisaje

---

<sup>1</sup> Instituto de Geografía. Facultad de Humanidades. Universidad Nacional del Nordeste. CONICET [fernanda\\_alarcon\\_geo@yahoo.com.ar](mailto:fernanda_alarcon_geo@yahoo.com.ar)

monótono en su conjunto donde el predominio del agua es lo más destacado, presenta un mosaico de paisajes de una amplia biodiversidad, por otra parte aquí los condicionantes físicos presentan una gran influencia a los cuales los seres humanos deben adaptar su modo de vida y sus actividades.

En el marco del proyecto “La población y su territorio: La acción antrópica en la configuración territorial del Iberá” se propone a). *analizar los componentes biofísicos del espacio de estudio* como aporte a la comprensión de la distribución que la población adquiere en el espacio y sus modos de intervención en el territorio e b). intentar una primera aproximación a la determinación de regiones en función de dichos componentes que contribuyan al logro de los objetivos de la Reserva Natural, entre ellos al desarrollo de una diferenciada –y de este modo más eficaz– administración y gestión de los recursos naturales.

### Antecedentes

Son numerosos los trabajos y variados los campos del saber científico que se ocuparon, fundamentalmente en la segunda mitad del siglo XX, del estudio del espacio donde se inserta la Reserva Natural Iberá; aunque si nos remontamos a tiempos anteriores, encontraremos referencias, descripciones y cartografías de estos territorios en libros de viajeros y naturalistas del siglo XIX: "Viajes por la América Meridional" (1809) de Félix de Azara, "Viaje a la América Meridional" (1847) de D'Orbigny, "De Buenos Aires al Gran Chaco" de Jules Huret son algunos de estos ejemplos.

Si particularizamos la atención en los estudios más recientes y cuyos temas de interés se vinculan con los componentes físicos del Iberá podemos mencionar los trabajos que Popolizio llevó a cabo en la década de 1970 y que involucraron el análisis de aspectos tales como los geomorfológicos, hidrográficos y fitogeográficos; pueden citarse “Características Generales del Macrosistema Iberá” (1971), “Geomorfología del Macrosistema Iberá” (1973), “Cartografía fitogeográfica del Macrosistema Ibera” y “Cartografía geomorfológica-hidrográfica del Macrosistema Ibera”. Aportes aun más recientes lo componen “Ibera y su entorno fitogeográfico” (Carnevali, R. 2003), “Características fisiogeográficas de la depresión del Ibera, Corrientes, Argentina” (Serra, Pilar. 2004), entre otros.

### Localización del espacio de estudio

La Reserva Natural Iberá se localiza en el centro norte de la provincia de Corrientes, adopta una posición casi diagonal de noreste a suroeste, abarca una superficie de aproximadamente 13.000 Km<sup>2</sup>. y se extiende sobre 7 departamentos, siendo Ituzaingó el departamento donde alcanza una mayor extensión -50,5 % del territorio de la reserva se asienta sobre el mismo. (Tabla N° 1).

Su delimitación quedó definida por el Decreto Provincial N° 1440-09 y es la siguiente:

*Límite Norte:* Ruta Nacional N° 12, desde la intersección con la Ruta Provincial N° 118 hasta el cruce intersección con Ruta Provincial N° 41.

*Límite Este:* Ruta Provincial N° 41 y Ruta Provincial N° 40, desviándose de ésta en Colonia Carlos Pellegrini, para incluir la totalidad de la Laguna Iberá; retomando nuevamente la misma ruta y finalizando en el punto representado por la coordenada geográfica 28° 45'48'' Lat. Sur y 57° 30'39.9'' Long. Oeste.

*Límite Sur:* está definido por una serie de puntos cuyo inicio es la coordenada geográfica 28° 45'15.5'' Lat. Sur y 57° 30'1.4'' Long. Oeste y cuyo final está dado por la Ruta Provincial N° 22.

*Límite Oeste:* desde el punto 28° 56'4,9'' Lat. Sur – 58° 33'3.2'' Long. Oeste en la Ruta Provincial N° 22 siguiendo por ésta hasta el punto representado por la coordenada 28° 32'13.5'' Lat. Sur – 58° 6' 11.1'' Long Oeste: desde allí por una sucesión de puntos de sentido sur-norte hasta Ruta Provincial N° 118, siguiendo por ésta hasta finalizar en la intersección con Ruta Nacional N° 12.

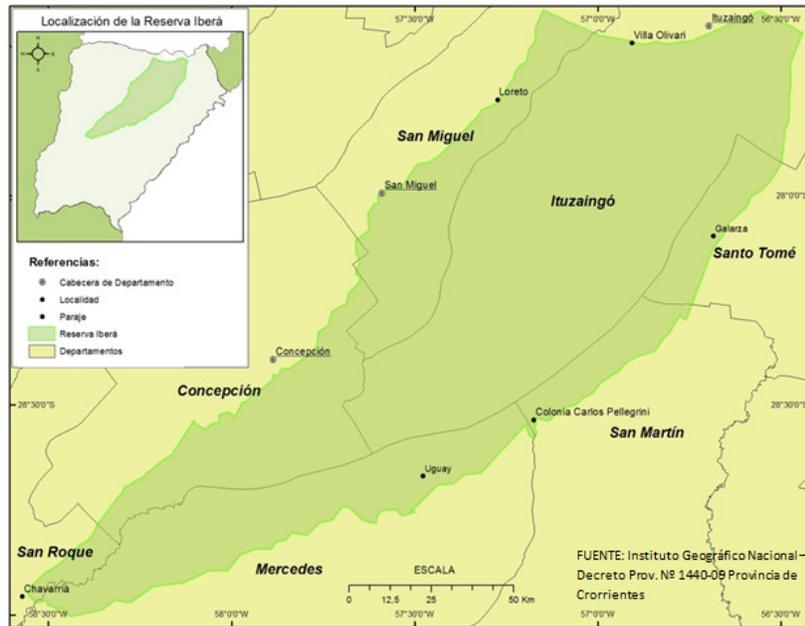


Figura A: Ubicación de la Reserva Natural Iberá

Tabla N° 1. Superficie ocupada por la Reserva Natural Iberá, por departamento

Departamento	Superficie en Km2	Porcentaje
<i>Concepción</i>	1.581	12,7
<i>Ituzaingó</i>	6.281	50,1
<i>Mercedes</i>	1.971	15,9
<i>San Martín</i>	486	3,9
<i>San Miguel</i>	1.416	11,4
<i>San Roque</i>	164	1,3
<i>Santo Tomé</i>	534	4,3
TOTAL	<b>12.432</b>	100

## Materiales y métodos

Se plantea una caracterización de cada componente físico para lo cual se seleccionan, en algunos casos, aspectos de los mismos; a tal fin se lleva a cabo la búsqueda, selección y síntesis de fuentes bibliográficas, elaboración de tablas y de cartografías temáticas mediante el empleo del programa Arc Gis 10 de acuerdo a información espacial digital y analógica. En el siguiente cuadro se precisan cada uno de los aspectos considerados con las respectivos materiales y fuentes a utilizar:

Aspecto y tareas	Materiales	Fuentes
<i>Climático</i>	Bibliográficos - estadísticos	Fuentes bibliográficas varias. Servicio Meteorológico Nacional. Sistema Integral de Información Agropecuaria (SIIA). Instituto Nacional del Tecnología Agropecuaria (INTA)
<i>Geomorfológico</i> : descripción y representación cartográfica de <i>unidades geomorfológicas</i>	Bibliográfico – Cartográfico	Fuentes bibliográficas varias. Instituto Geográfico Nacional – Instituto Nacional del Tecnología Agropecuaria (INTA)
<i>Hidrológico</i> : representación cartográfica y descripción de <i>distribución de cuerpos y cursos de agua, sistemas hidrográficos, permanencia de agua en el espacio</i>		
<i>Edáfico</i> : representación cartográfica y descripción de <i>órdenes de suelo, capacidad de uso de los suelos</i>		
<i>Fitogeográfico</i> : descripción de <i>formaciones vegetales y su distribución</i>		
<i>Ocupación actual y ocupación potencial del suelo</i>	Cartográfico	

El segundo objetivo vinculado a la *determinación de regiones fisiográficas* del área de estudio se llevará adelante mediante el método de superposición cartográfica, el cual considera un inventario de los aspectos de la realidad que permita la elaboración de cartografías temáticas que luego sean integradas en una cartografía de síntesis donde es posible visualizar todos los aspectos estudiados y definir espacios que compartan similitudes respecto a estos componentes. Se trata entonces de una “clasificación” del espacio de acuerdo a características en común. (Alberto, J. y Mignone, M. 2012)

La integración y sistematización de la información espacial mediante un Sistema de Información Geográfica permite la actualización periódica ya sea a través de incorporación de nueva información o ajuste y corrección de la existente. Todo esto constituye un valioso insumo –en su carácter de información de base- para los trabajos restantes que forman parte del proyecto donde se inserta el presente artículo.

### Síntesis descriptiva de los componentes físicos de la Reserva Iberá

Clima: El tipo climático al que corresponde el espacio de estudio es el subtropical sin estación seca, su régimen térmico nos muestra temperaturas relativamente elevadas (con medias anuales de entre 20° y 21,5° que disminuyen de norte a sur ), y un régimen pluviométrico irregular con lluvias abundantes casi todo el año (de entre 1100 y 1600 mm anuales que disminuyen de este a

oeste), humedad atmosférica media anual muy elevada (70%) y excesos hídricos medios anuales de entre 200 y 500 mm (Carnevali, R. 2003; Ligier H. y otros, 2008).

Principales unidades geomorfológicas y aspectos hídricos: La Reserva Natural Iberá forma parte de la mayor unidad deprimida de la provincia de Corrientes, su disposición es longitudinal en forma de S invertida y se extiende hasta los extremos suroeste de la provincia, al oeste posee un límite transicional y compartimentado con la unidad estructural denominada Lomas y Planicies embutidas, mientras que al este limita con la Planicie de Erosión Oriental (Serra, P. 2004). Respecto a unidades geomorfológicas, son varias las clasificaciones existentes pero la mayoría de ellas coincide en la determinación de los espacios “Lomadas arenosas” en el oeste y Depresión Oriental o Iberana en el este y varían en las demás según grados de precisión de escala, agrupamiento o denominación. En la siguiente descripción se toma en cuenta el trabajo de Pilar Serra (2004) ya que el mismo sintetiza clasificaciones realizadas en investigaciones anteriores de la autora y Popolizio o de este último en forma individual. Se considera además el trabajo cartográfico elaborado por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria acerca de Paisajes con énfasis en el aspecto geomorfológico ya que es uno de los aportes más recientes en este ámbito. Ambos logran una complementariedad. De acuerdo a esto en el espacio de estudio pueden diferenciarse las siguientes formas geomorfológicas:

Al norte y centro norte se extiende *la unidad de Cordones en abanico, planicies y depresiones* (Ligier H. y Otros, 2008), se trata de cordones arenosos discontinuos de origen fluvial formando *lomas longitudinales* (Serra, P. 2004) de cimas aplanadas, de baja altura cuya característica principal es lo alargado de su forma, su composición es areno-arcillosa de color amarillento a rojizo. Se distribuyen de manera próxima al valle del río Paraná con una orientación inicial norte-sur para luego adoptar una dirección hacia el sureste. Se encuentran separadas unas de otras por depresiones longitudinales donde se instalan esteros, cañadas y bañados.

En el oeste del espacio de estudio encontramos la predominancia de la unidad geomorfológica definida como *Lomas y planicies arenosas*, la misma se define como una planicie suavemente ondulada con suelos de color pardo a pardo amarillento y lomadas arenosas de color pardo rojizo. En el este se desarrolla la *Depresión Oriental del Iberá o Depresión Iberana*: en ella se asienta la mayor extensión de humedales continuos en ambientes de grandes esteros, lagunas y embalsados, se encuentran contenidas en ella lomadas y planicies submersas, formas de relieve que quedan ocultas debido a la presencia predominante del agua. Esta unidad limita al este con la *Rampa longitudinal de abanicos aluviales* (y *Pseudoalbardón del Iberá de acuerdo a la clasificación de Ligier, H. y Otros*): esta unidad bordea de manera paralela el escarpe oriental y tiene una suave pendiente hacia la Depresión. La rampa de abanicos aluviales se origina debido a los escurrimientos que drenan la Planicie de Erosión Oriental. Limitando el este de esta unidad encontramos a *Planicie estructural del Este*.

En el sur de la unidad de estudio, y también en sectores del norte y extremo noroeste, se extienden las *Planicies estructurales o de erosión* (denominadas por Ligier y Otros como *Planicies tabuliformes escalonadas en el sur y Planicies del Norte*): adquieren una distribución paralela al valle del río Paraná, en el norte, mientras que en sur se encuentran entre las lomas de manera fragmentada. Estas últimas presentan un relieve ondulado producto de procesos erosivos, con lomas aplanadas y escalonadas, su composición es arcillosa.

En el extremo suroeste de la Reserva se halla el *Valle aluvial del río Corrientes*, el cual constituye una depresión fluvial con planos de inundación por el que corre el cauce activo, la escasa pendiente del terreno da lugar a la formación de meandros, redes secundarias trenzadas y esteros (Ligier H. y Otros. 2008).



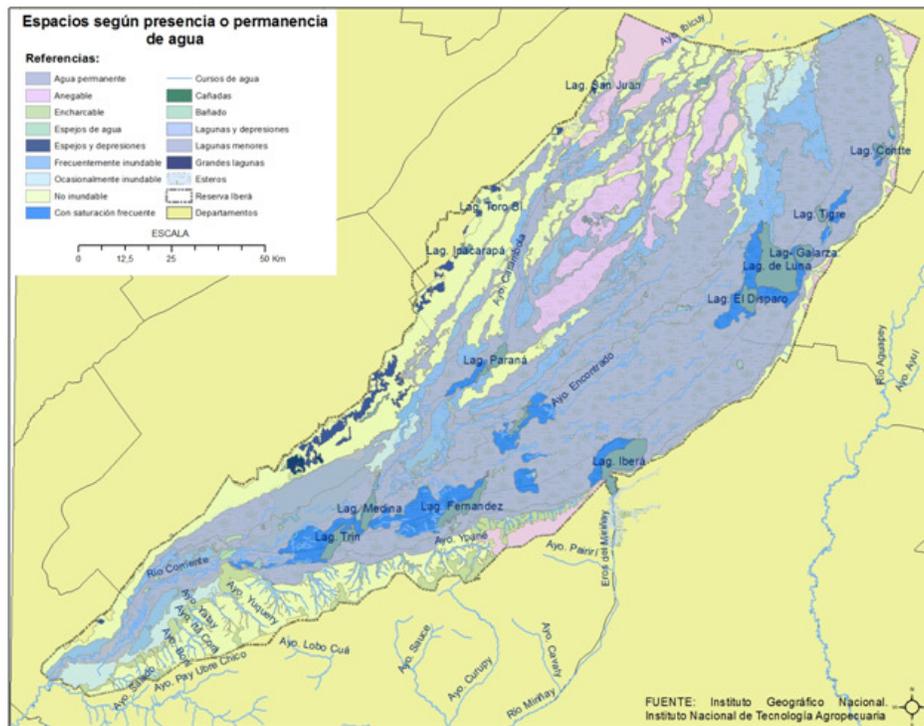


Figura C: Espacios según presencia – permanencia de agua

*Periódicamente inundables* (dentro de los mismos encontramos a espacios inundables frecuentemente, inundables ocasionalmente, anegables y encharcables): se extienden sobre terrenos de lomas rebajadas, depresiones longitudinales de contacto lomas-planicies en el sector norte, la rampa longitudinal de abanicos aluviales y planicies de todo tipo. La periodicidad de la inundación en estos terrenos, sobretodo de las planicies, se debe a que los aportes pluviales quedan retenidos o su escurrimiento es muy lento debido a la escasa pendiente, por otra parte los componentes litológicos no permiten una fácil infiltración. Así en épocas de excesos –en épocas de lluvias- la lámina de agua puede superar el metro de altura.

*Inundables en forma permanente*: se asientan sobre los espacios de depresiones embutidas, algunas depresiones longitudinales de contacto loma planicie y algunas planicies, existe una continuidad de espacios inundables de forma permanente en los sectores situados en la Depresión Oriental.

En términos porcentuales el 42,9 % del territorio presenta agua de manera permanente, 23,6 % son espacios no inundables, el resto corresponde a tierras inundables periódicamente donde el 17,4 % es anegables, 6,4 % inundable frecuente, 3,7 % tiene una saturación frecuente y 2,5 % es inundable ocasional.

Suelos: órdenes de suelos, capacidad de uso y limitantes: En la Reserva Iberá pueden encontrarse –siguiendo un orden de superficie ocupada- *Histosoles* (localizados fundamentalmente en el este de la Reserva): son suelos orgánicos, que tienen su origen en la producción de materia orgánica en forma más rápida que su mineralización, lo que ocurre generalmente bajo condiciones de saturación con agua casi continua lo que restringe la circulación de oxígeno a través del suelo. Comúnmente este tipo de suelo está saturado con agua, tiene una capacidad de retención de humedad extremadamente alta. *Entisoles* (distribuidos en el este y centro norte): son suelos que

no evidencian o tienen escaso desarrollo de horizontes debido al poco tiempo transcurrido desde la acumulación de los materiales parentales. La mayoría de ellos sólo tienen un horizonte superficial claro, de poco espesor y generalmente pobre en materia orgánica, se dan en lugares donde los depósitos ocurren más rápidamente que la evolución de suelos; *Molisoles* (los encontramos en el centro norte alternando con los Entisoles y en sur coincidentes con áreas de planicies): suelos negros o pardos cuyo origen está dado por la incorporación sistemática de los residuos vegetales y su mezcla con la parte mineral que genera en el transcurso del tiempo un proceso de oscurecimiento. En menor medida *Alfisoles* o suelos minerales caracterizados por presentar un horizonte subsuperficial de enriquecimiento secundario de arcillas e Inceptisoles. (Alarcón, M. 2010).

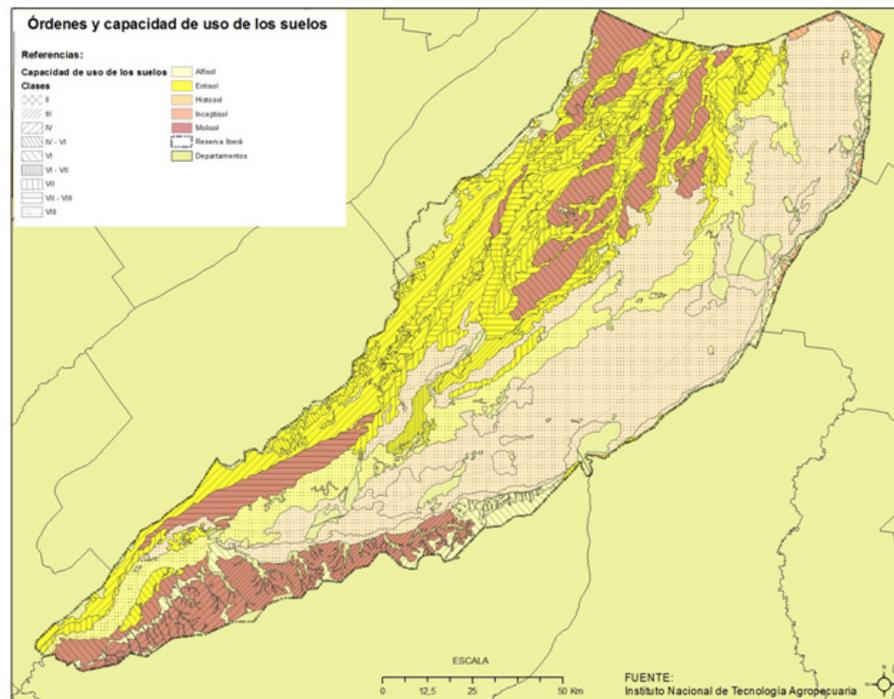


Figura D: Órdenes y capacidades de uso de los suelos de la Reserva Natural Iberá

Respecto a las *capacidades de uso de los suelos* observamos una predominancia de extensiones de tierras que presentan las clases de menor aptitud –Clase VIII – localizadas en el este. Capacidades de uso más aptas –de clases de entre IV y VI- se desarrollan en el norte, centro norte y oeste. Las clases de mayor capacidad de uso –de entre II y IV- se hallan dispuestas en pequeños espacios en las lomadas del oeste, en sectores marginales del este y en las planicies del sur. Las limitaciones más importantes que afectan a los suelos se relacionan con el riesgo o peligro de erosión, el exceso de agua, limitaciones del suelo dentro de la zona radical, y con limitaciones climáticas.

**Vegetación:** Las condiciones geomorfológicas, topográficas, la disponibilidad de humedad y las temperaturas facilitan el desarrollo de gran variedad de asociaciones vegetales. En la Reserva Iberá existe una predominancia de comunidades herbáceas y acuáticas, mientras que las

formaciones arbóreas escasas se limitan a los bosques higrófilos dispuestos en islotes o acompañando los cursos fluviales. Las lomas se encuentran pobladas por praderas interrumpidas esporádicamente por bosquecillos y palmares, en los ambientes anegables de material arcilloso predominan los paisajes de malezal, bañados y cañadas con plantas que acompañan el comportamiento estacional del agua. Los esteros albergan plantas anfibias, arraigadas y flotantes. Hacia el este y el sur del área de estudio existen formaciones de embalsados formados por una acumulación de detritos vegetales de hasta un metro, o más, de espesor en el cual se asientan comunidades vegetales sub aéreas. En el caso de las grandes lagunas albergan vegetación acuática sumergida.

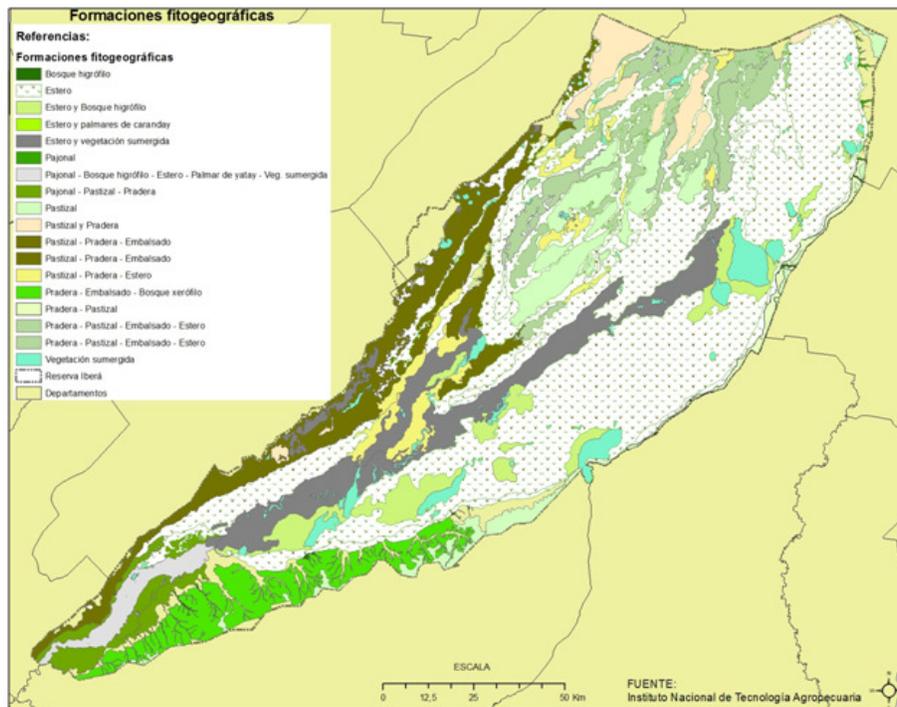


Figura E: Vegetación de la Reserva Natural Iberá

#### Ocupación actual y potencial de las tierras:

Los suelos de Iberá presentan diferentes tipos de uso los cuales se asocian directamente con las condiciones del medio. En la actualidad la tarea productiva predominante es la ganadería, ésta adquiere carácter de permanente u ocasional según los espacios, la agricultura también está presente pero se limita a los sectores no inundables, como las planicies de norte y del sur y las lomadas donde también suele asociarse a la ganadería. Respecto a la explotación forestal, desde hace unas décadas atrás (1990 aproximadamente) en grandes extensiones de terrenos marginales no inundables del este y oeste se comenzaron a implantar especies exóticas como pino y eucaliptus. En los espacios interiores inundables se practica la extracción de fauna en algunos casos aunque en los últimos tiempos es objetivo primordial la conservación de los mismos y el turismo es una actividad que se extiende.

El *uso potencial de las tierras*, por otra parte, está dado por el mejor uso que puede sugerirse para un paisaje en particular según las condiciones del suelo dominante (Ligier y Otros, 2008), teniendo esto en consideración la mayor parte de los espacios del centro y este de la Reserva deberían ser destinados a la conservación y al turismo debido a su importancia ecológica

coincidente con la baja capacidad para albergar usos productivos, los espacios del sur, del centro norte, norte, norte y marginales del este y oeste, sin embargo, son aptos para el desarrollo de diversas actividades como agricultura, ganadería y explotación forestal (Figura F).

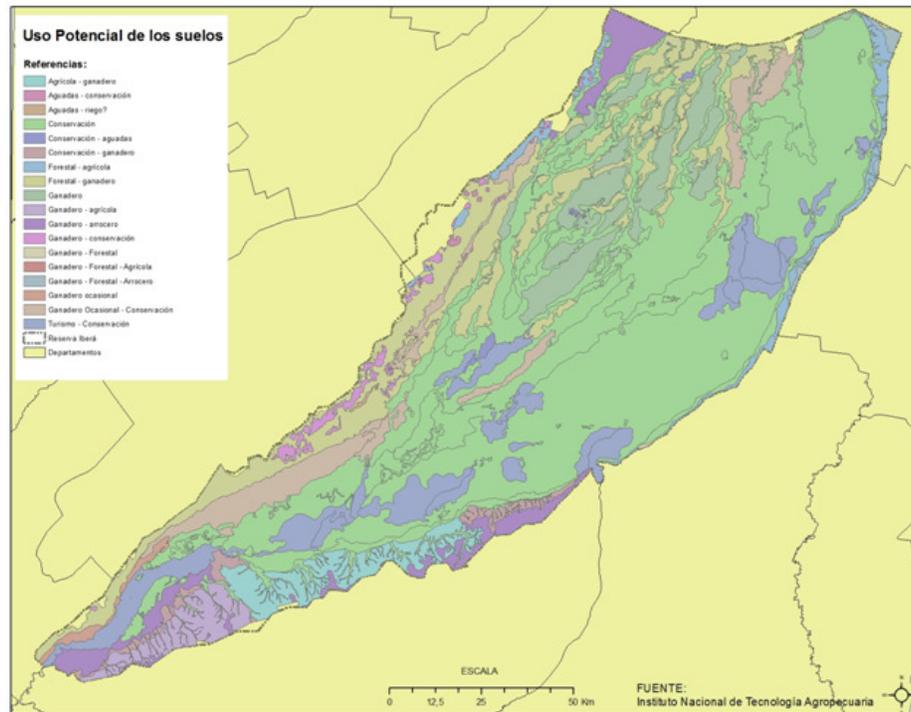


Figura F: Uso potencial de los suelos de la Reserva Natural Iberá

### La regionalización fisiográfica de la Reserva Iberá

El análisis realizado de los componentes físicos del espacio y la síntesis cartográfica nos permite arribar a una primera aproximación a la clasificación regional fisiográfica. La geomorfología es el elemento que genera una mayor incidencia en la diferenciación de áreas ya que además interviene en la presencia y permanencia del agua en el terreno, ambos factores –sumados a características litológicas- dan lugar al desarrollo de distintas formaciones vegetales y de suelos que, según su composición –química y física-, posición y relación con el medio poseen capacidades de uso capaces de soportar –o no- actividades productivas. De este modo se logran identificar los siguientes sectores diferenciados unos de otros que a su vez presentan una homogeneidad interna:

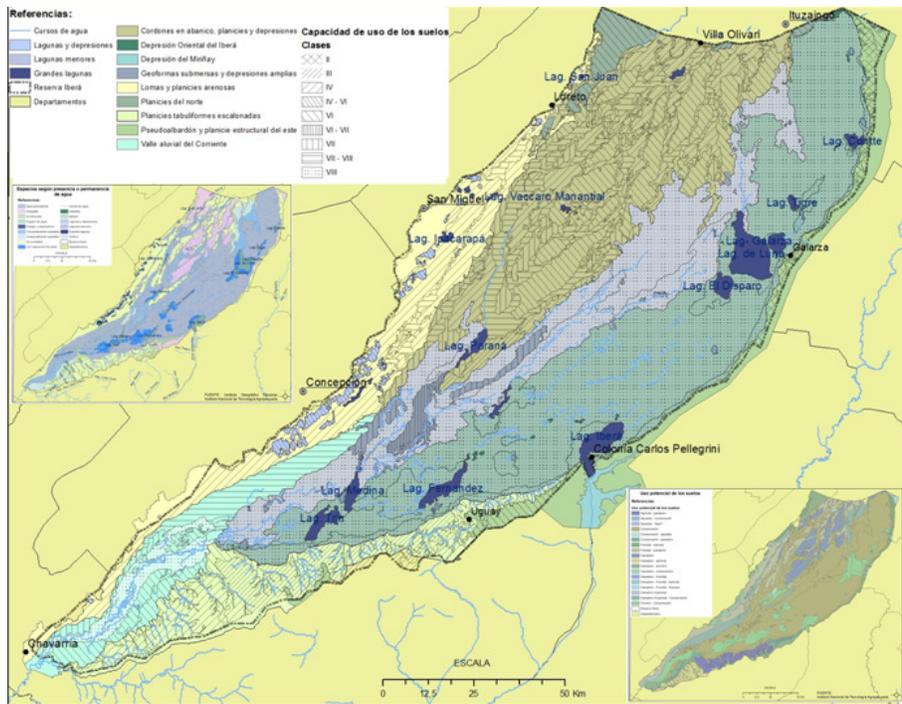
*Depresión oriental:* este espacio está conformado por los territorios del este de la Reserva, se trata de un sector permanentemente inundado, con presencia de esteros en casi toda su extensión y de las lagunas más grandes, la vegetación es propia de estos ambientes y son de tipo acuático arraigado y flotante, son espacios con suelos orgánicos o Histosoles de baja capacidad de uso – clase VIII-, lo que denota la ausencia de productividad pero donde la tarea de conservación puede ser de suma importancia.

*Lomas, planicies y depresiones del norte y centro norte:* al norte y centro norte encontramos otra región compuesta por sucesiones de lomas, planicies y depresiones no inundables y anegables respectivamente, con suelos Molisoles y Entisoles de capacidades de uso media a media-baja dedicados a la ganadería, ganadería ocasional.

*Lomas y planicies arenosas del oeste:* en este espacio predominan las lomadas arenosas, no inundables donde observamos la existencia de los suelos con mejor aptitud para las actividades productivas –clases II a IV- con vocación ganadera-forestal y agrícola

*Planicies del sur:* finalmente se identifican los espacios del sur correspondientes a las planicies escalonadas del norte del departamento Mercedes donde la buena capacidad de uso de los suelos –clases de entre III y VI- y la característica de éstos de no ser inundables permiten el desarrollo de la actividad ganadera y agrícola.

*Depresiones centrales y valle del río Corriente:* en el centro de la unidad de estudio, en una disposición diagonal encontramos, por último un espacio con predominio de relieves submersos que limitan en su extremo suroeste con el valle del río Corriente. Son espacios de escasa productividad pero de importancia ecológica por lo cual presentan un potencial para la conservación.



## Conclusiones

El análisis fisiográfico de un área constituye un aporte fundamental, dado que permite comprender el funcionamiento del medio biofísico y, si consideramos que el espacio geográfico es construido por el hombre de acuerdo a características del medio natural, también nos posibilita

aproximarnos a una comprensión más acabada de otros fenómenos que se manifiestan en el espacio como la distribución que adquiere la población, los usos de suelo que ésta realiza, las actividades que practica y el modo de organización de diversos elementos territoriales. El conocimiento del medio ofrece una visión respecto a sus potencialidades y limitantes para el desarrollo de actividades sustentables en el futuro y es necesario para la planificación y gestión del territorio.

Como resultados se obtiene una caracterización y cartografiado de los componentes del medio físico de la Reserva. De acuerdo a esto es posible afirmar que la Reserva Natural Iberá aunque pareciera ser un paisaje monótono en su conjunto donde el predominio del agua es lo más destacado, presenta mosaico de paisajes de una amplia biodiversidad. La geomorfología se halla representada en mayor proporción espacial por la Depresión Oriental, un territorio permanentemente inundable; en las áreas marginales del oeste y en el norte se distribuyen lomadas arenosas, mientras que en los extremos noroeste o sur encontramos planicies. En cuanto a la hidrología la escasa pendiente y los componentes edáficos intervienen en el escurrimiento del agua y de esta manera se define un escurrimiento poco eficaz – muy pobre, pobre o imperfecto- que determina áreas de permanencia de agua –tierras permanentemente, periódicamente inundables, encharcables o anegables o no inundables-. La vegetación encuentra condicionantes en su distribución y desarrollo, de este modo se observa una predominancia de vegetación acuática flotante y arraigada, praderas, pastizales a veces interrumpidos por palmares o bosques higrófilos que adquieren una distribución en islotes o acompañando a cursos fluviales, etc. Refiriéndonos a los suelos y a sus potencialidades para sostener actividades productivas –su capacidad de uso- observamos la predominancia de suelos orgánicos –Histosoles- y suelos poco desarrollados –Entisoles- con capacidades de uso predominantemente de clases entre VI y VIII con limitaciones vinculadas al exceso de agua, riesgo de erosión y problemas en el área de la zona radical. En este contexto las actividades productivas se hallan limitadas, existe una predominancia de la actividad ganadera ocasional o permanente en sectores restringidos (sur y centro norte, coincidente con planicies y lomadas arenosas). En ciertos espacios la ganadería se combina con otras actividades como la forestal (en el este sobre lomadas arenosas), la agrícola o la extracción de fauna (en el este), algunos sectores son destinados a la conservación y al turismo que va adquiriendo un mayor desarrollo en los últimos años.

La descripción precedente nos ayuda a aproximarnos a la determinación de regiones de la unidad de estudio, de este modo en una primera aproximación podemos llegar a distinguir 5 espacios: el primero de ellos se encuentra conformado por los espacios del este, el que abarca la Depresión del Oriente, un área cubierta permanentemente por agua, otro sector diferenciado son las tierras del oeste, donde predominan las lomadas arenosas, no inundables con vocación ganadera-forestal, al norte y norte y centro norte encontramos otra región compuesta por sucesiones de lomas, planicies y depresiones no inundables y anegables respectivamente, suelos de capacidades de uso media-baja dedicados a la ganadería, ganadería ocasional; finalmente se identifican los espacios del sur correspondientes a las planicies escalonadas del norte del departamento Mercedes donde la capacidad de uso de los suelos y la característica de éstos de no ser inundables permiten el desarrollo de la actividad ganadera y agrícola. En el centro de la unidad de estudio, en una disposición diagonal encontramos, por último un espacio con predominio de relieves submersos que limitan en su extremo suroeste con el valle del río Corriente.

## Bibliografía

ALARCÓN, María F. 2010. Usos agrícolas del suelo en el departamento de mercedes (corrientes) entre 1998 – 2008. Evolución y correspondencia con capacidades de uso. Actas Octavas Jornadas Nacionales de Geografía Física de la República Argentina. 2010. Grupo de Estudios de Geografía Física de la República Argentina – GAEA Sociedad Argentina de Estudios Geográficos. Primera Edición. Santa Fe.

ALBERTO, Jorge A. y MIGNONE, Marcelo A. 2012. *Región. Concepto crítico para su delimitación. Tipos de regiones.* Revista Geográfica Digital. IGUNNE. Facultad de Humanidades. UNNE. Año 9. N°17. Resistencia. Chaco.

FACULTAD DE HUMANIDADES. CARNEVALI, ROMEO. 2003. *Ibera y su entorno fitogeográfico.* Eudene. Argentina.

*Geográfica. Revista del Instituto de Geografía.* Atlas Geográfico de la Provincia del Corrientes. 1997. Número 8 Tomo I: El medio Natural. Facultad de Humanidades. Universidad Nacional del Nordeste. Resistencia. Chaco.

*Geográfica. Revista del Instituto de Geografía.* Atlas Geográfico de la Provincia del Corrientes. 2005. Número 13. Tomo VI: La división regional de la Provincia de Corrientes. Facultad de Humanidades. Universidad Nacional del Nordeste. Resistencia. Chaco.

Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca e Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 1990. *Atlas de Suelos de la República Argentina.* INTA-Centro de Investigaciones de Recursos Naturales.

LIGIER H.D. y Otros. 2004. *Manejo y Conservación de la Biodiversidad de los Esteros del Iberá.* Informe Final de Proyecto GEF/PNUD/ECOS ARG 02 G35. EEA Corrientes. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

POPOLIZIO, Eliseo. 1995. *Características Generales del Macrosistema Iberá.* Facultad de Humanidades – Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional del Nordeste.

POPOLIZIO, Eliseo. 2004. *Geomorfología del Macrosistema Iberá.* Facultad de Humanidades. Universidad Nacional del Nordeste.

POPOLIZIO, Eliseo. *Cartografía geomorfológica-hidrográfica del Macrosistema Iberá.* Centro de Geociencias Aplicadas. Universidad Nacional del Nordeste.

SERRA, Pilar. 2004. *Características fisiogeográficas de la depresión del Ibera, Corrientes, Argentina.* En Jornadas Nacionales de Geografía Física. Universidad Católica de Santa Fe. Santa Fe. Santa Fe. Argentina.



## Los aportes de la Geografía Física a la zonificación tributaria rural bonaerense

LAPENA, Jorge Ernesto <sup>1</sup>

### Encuadre del area de estudio y definicion de la problemática

Este trabajo analiza el grado de concordancia entre las potencialidades productivas y la valuación tributaria en la provincia de Buenos Aires, considerando no solamente variables de índole económica, sino también aquellas que están ligadas al medio físico, cuyas cualidades inciden en los indicadores derivados, como por ejemplo la rentabilidad agraria.

Como área de estudio testigo se considera el Noroeste Bonaerense (NOB), seleccionando dos zonificaciones colindantes, al Sur de la denominada Pampa medanosa. Puntualmente, el estudio de caso se realiza en el partido de Hipólito Yrigoyen y las jurisdicciones limítrofes de Bolívar y Daireaux, ubicadas en una distinta zona de valuación fiscal sobre el uso de suelo rural. En tanto, los indicadores de referencia contemplan las medias productivas del período de campañas agrarias 2011/2012; el último revalúo rural (2012) y el valor de mercado inmobiliario correspondiente al citado año.

El análisis inicial parte de una desigualdad apreciada entre propiedades rurales que, teniendo rendimientos productivos equivalentes, tienen una misma valuación fiscal, y por consiguiente un impuesto inmobiliario rural (IIR) diferente, al estar situados en distintas jurisdicciones distritales. Dicha discordancia, parte de la demarcación de zonas que, si bien consideran las características del medio físico y las potencialidades productivas derivadas, definen el área en una condición promedio, al igual que sus límites. Estos se apoyan en límites políticos territoriales, y no en la aptitud del suelo y la intermitente hidrografía arcaica.

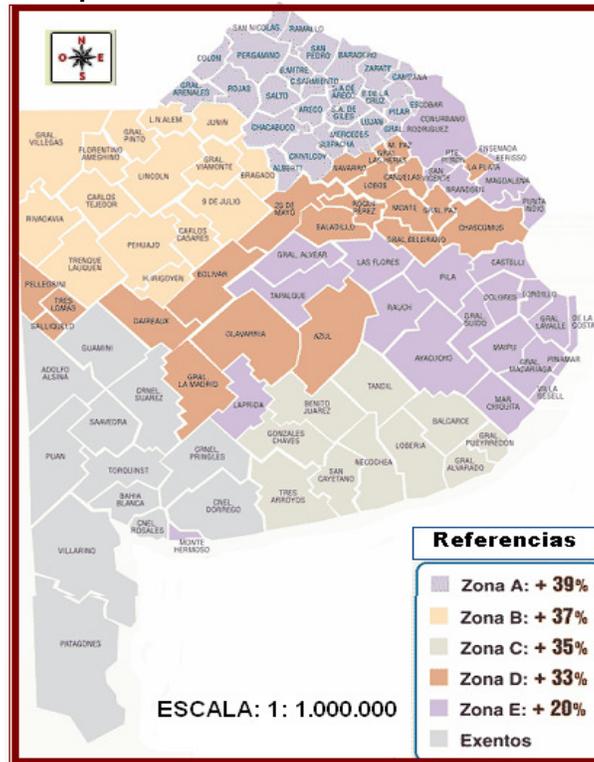
Dentro de esta discordancia subyace otra. En una mismo Partido o jurisdicción, campos con aptitudes plenas para producir, tributan en igual grado que otros cuya superficie no es totalmente cultivable o propicia para el desarrollo ganadero. En el NOB, estos casos son mayores que en el resto del territorio provincial, ya que esta subregión ocupa parte de la denominada “Pampa arenosa de invernada” (también llamada “Pampa medanosa”; en Capitanelli, R. 1992: 73-77), con particularidades físicas que inciden de sobremanera la heterogeneidad de las bases productivas. Áreas medanosas interpuestas sobre otras con depresiones relativas y susceptibles a la presencia de lagunas temporarias y zonas de salinas. Es decir, a las zonas de plena productividad que pueden exhibir correlatos productivos rentables, en una misma jurisdicción de revalúo, Partido o hasta parcela rural, pueden observarse áreas con médanos y lagunas (Lapena, J: 2012; 2-4), con rendimientos inferiores o donde directamente no se invierte por razones de costo-beneficio.

Tras el último Revalúo Rural de la provincia de Buenos Aires realizado en 2012 (Agencia de Recaudación de la provincia de Buenos Aires –ARBA- 2012: 2-5), y al margen de la discusión de los valores fijados para los inmuebles, se observa que la lógica de zonificación vuelve a ratificar el mismo criterio de antaño. Los límites se establecen de acuerdo al agrupamiento de los Partidos (Figura N° 1), y no según la demarcación de las regiones de suelo, también afines a los límites naturales de la Pampa medanosa, tal como se exhibe en los mapas de las Figuras N° 2 y N° 3, respectivamente.

---

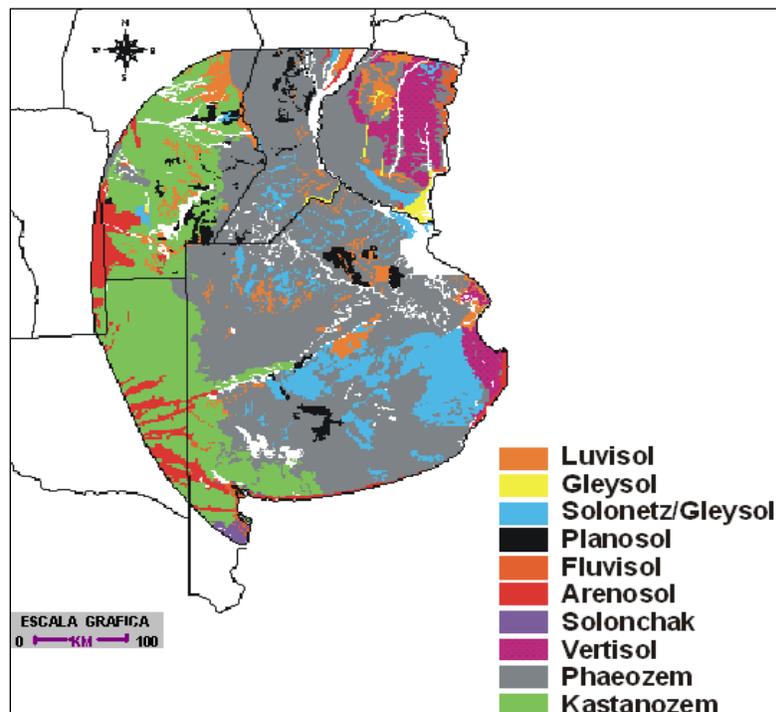
<sup>1</sup> Centro de Investigaciones Geográficas-CIG-IGECHS-FCH-CONICET/UNCPBA [jorgelapena@hotmail.com](mailto:jorgelapena@hotmail.com)

Figura N° 1. Mapa de zonificaciones tributarias definido en Junio de 2012



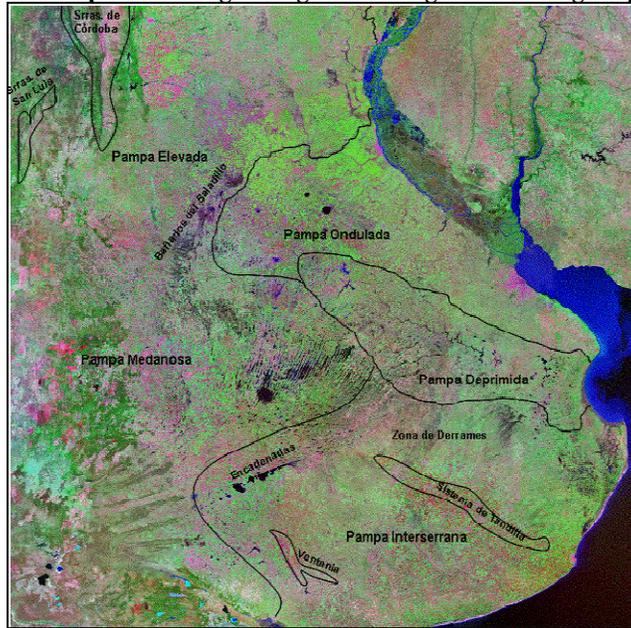
Fuente: ARBA (2012).

Figura N° 2. Mapa de suelos en la región pampeana



Fuente: Moscatelli, G. y Puentes, M. I. (2000).

Figura N° 3. Mapa de subregiones geomorfológicas de la región pampeana



Fuente: Instituto de Hidrología de Llanura (1999)

### Crterios fisico-naturales yuxtapuestos a los administrativos

El NOB comprende una zona dentro de la subregión de la Pampa medanososa, que a la vez constituye una especificidad dentro de la Región Pampeana. Su demarcación corresponde a su diferenciación de tipo político-administrativa, pero no física, respecto al resto de la subregión, extendida en el Noreste de La Pampa, Sur de Córdoba y extremo Suroeste de Santa Fe.

Esta heterogeneidad de carácter político-administrativa, dentro de la Pampa medanososa (cuyos rendimientos productivos son semejantes), conllevan a valores tributarios distintos, los cuales van a incidir a la vez en rentabilidades diferentes. Estas leyes, resoluciones tributarias y modos de organizar el territorio exhiben una la yuxtaposición planteada, la cual deriva en la discordancia entre cualidades del medio físico, potencialidades productivas, tributos y rentabilidad. No obstante, dicha causalidad originada de un marco organizativo netamente político-administrativo, tiene derivaciones inter-jurisdiccionales dentro del mismo territorio Bonaerense.

En parte, el criterio de definir los límites de la zonificación tributaria tomando como base de referencia el agrupamiento de Partidos, responde a una lógica neopositivista (Santarelli, S. 2010: 2-3). En ella, se configuran las zonas de acuerdo a parámetros limítrofes censales o administrativos, aún tratándose del estudio de áreas rurales, donde se intenta definir cuál de ellas es más productiva, y en consecuencia, cuál debiera pagar más impuestos. Es decir, que el vigente criterio oficial si bien asume las cualidades de cada zona, lo hace en una condición promedio y define sus limítrofes ponderando parámetros cuantitativos, por ser más funcionales a su proceso evaluativo (Reichart y Cook 1986: 26-30). En este caso, para ejecutar radios tributarios.

Si se observa el mapa de la Figura N° 1, los Partidos de Daireaux y Bolivar (Zona D, que tributa entre el 60 y 80%, dependiendo la circunscripción), están en una zonificación donde se abona menos IIR respecto a H. Yrigoyen (Zona B, que tributa el 100% en todas las circunscripciones). Sin embargo, las zonas Norte y Oeste de los dos primeros territorios, respectivamente, tienen

cualidades físicas y potencialidades productivas semejantes a la relativa homogeneidad del tercer caso.

Figura N° 4. Límite entre los rangos 2 y 3 del IRR en el Sur del NOB

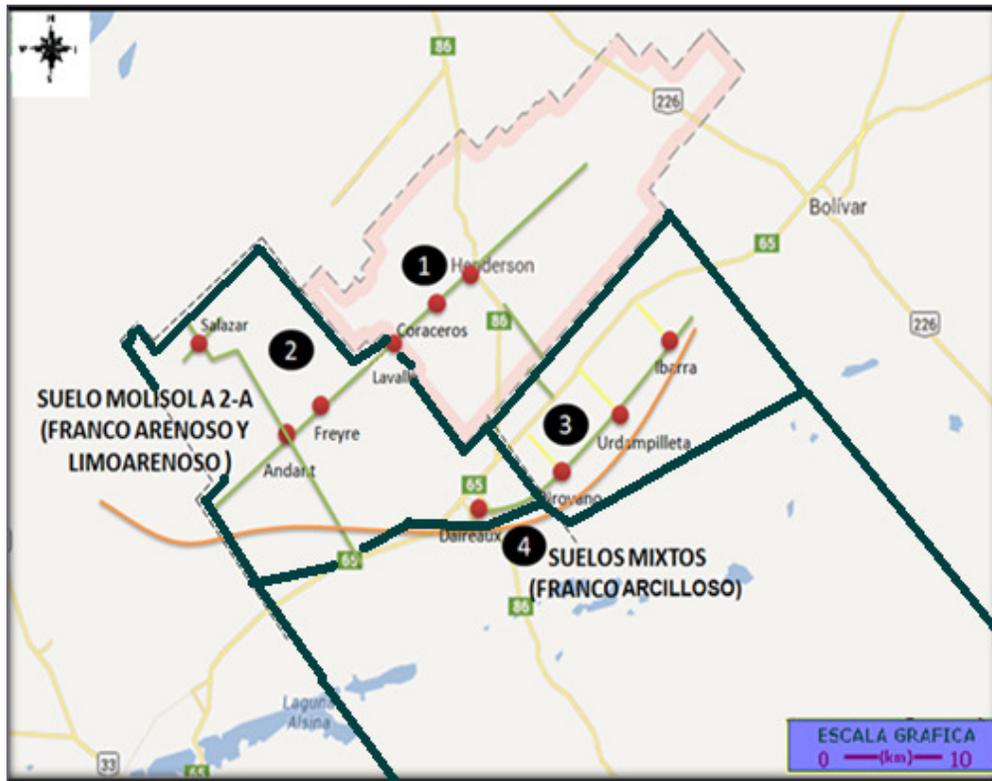


Fuente: Elaboración propia sobre cartografía oficial de ARBA (2012).

Para visibilizar el grado de discordancia entre las potencialidades productivas y el IIR, se delimitaron cuatro áreas, tres de ellas situadas dentro de la Pampa medanosa (y dentro del NOB), y una cuarta, fuera de dicha subregión, pero que aún con rendimientos productivos inferiores a dos de las primeras, se incluye en la misma Categoría 3. Esto significa que una sola área se incluirá en la Categoría 2 de la zonificación estipulada para el IIR (ARBA 2012: 4-5), cuando en realidad deberían ser tres.

Tal como se presenta en el mapa de la Figura N° 5, H. Yrigoyen (área 1 del mapa) se encuentra en una categoría distinta respecto a las áreas 2 (Salazar, al Norte del Partido de Daireaux), 3 (Pirovano, al Oeste del Partido de Bolívar) y 4 (Arboledas, al Sur del Partido de Daireaux). Esta última, tiene características más propias de la subregión Suroeste de la provincia de Buenos Aires, ya sea por su clima templado-frío de transición semiárida (Forte Lay, Quintela y Scarpati 1992: 18), suelos de textura franco-arcillosa (Puentes, I. 2000: 22), y pastizales ralos y duros (Zaniboni, M. y Mendez, D. 1997: 32-36); es decir, con indicadores que denotan menor productividad que las áreas 2 y 3, que si bien se incluyen en la misma zonificación tributaria; sus cualidades se asemejan más al común del NOB, con suelo franco y franco-arenoso (Puentes, I. 2000: 23), clima templado subhúmedo (Forte Lay, Quintela y Scarpati 1992: 19) y pastizales más perennes y tiernos que el área de Arboledas (Zaniboni, M. y Mendez, D. 1997: 32-36).

Figura N° 5. Areas de estudio seleccionadas para el análisis comparativo



Fuente: elaboración propia (2013).

Precipitando las grandes diferencias entre indicadores físicos y productivos, respecto a dos áreas dentro de una misma zona tributaria, se puede tomar como referencia los casos de Salazar y Arboledas dentro del mismo Partido de Daireaux, según se puntualiza en Cuadro N° 1.

Cuadro N° 1. Diferencias entre áreas 2 y 4, dentro de una misma zona o jurisdicción

Variables e indicadores de áreas de una misma zona tributaria	Salazar (NOB)		Arboledas (Suroeste Bonaerense)		Diferencias
	Referencia cualitativa	Referencia cuantitativa	Referencia cualitativa	Referencia cuantitativa	
<b>(1) Relieve</b>	Llano con ondulaciones medanosas y depresiones relativas.	106 msnm con oscilaciones que van de 110 a 104 metros.	Llano con declive descendente S-N y SO-NE.	124 msnm con pendiente descendente de 128 a 118 en zona de Arroyo Huascar	Ambos son llanos, pero Salazar presenta médanos y depresiones relativas, deduciéndose mayor heterogeneidad interior en términos productivos.
<b>(2) Suelo</b>	Dominio franco-arenoso	6,1% Materia orgánica 40,1 % Sílice 0,71 % Calcio	Dominio franco-arcilloso	3,1% Materia orgánica 28,1 % Sílice 0,82 % Calcio	Salazar tiene un área más fértil, pero con las limitaciones expuestas en (1).
<b>(3) Hidrografía</b>	Área arreica	21 % de la superficie con alternancia de lagunas temporarias en años normales.	Área endorreica	7 % en zona de margen de inundación y 8 % expuesto a lagunas.	Salazar tiene más superficie expuesta a inundaciones y anegamientos.
<b>(4) Clima</b>	Templado subhúmedo con vientos predominantes del Suroeste. Los inviernos son secos y las primaveras húmedas.	16°C de Temperatura media anual 812 mm anuales	Templado sub-húmedo de transición semiárido con vientos predominantes del SO. Los inviernos son secos y las primavera-veras húmedas.	14,5 °C de Temperatura media anual 688 mm anuales	Ambos poseen inviernos secos y propensos a heladas negras, aunque son más fríos en Arboledas y limitan el desarrollo de la agricultura (7) y flora herbácea (5), y por ende, el tipo de pastura para la ganadería (6).
<b>(5) Flora</b>	Gramíneas reticulares y de transición mesófilas.	74 % de densidad herbácea	Matas y gramíneas de tipo xerófilas.	35 % de densidad herbácea.	Aunque en invierno hay limitaciones (4), la vegetación herbácea es más tierna en Salazar, a favor del ganado bovino (6).

**Fuente:** elaboración propia en función de registros y reportes cualitativos de Capitanelli (1992), Moscatelli (2000), Puentes (2000) y Lapena (2012).

Dichas diferencias se replican en el paisaje y los usos de suelo predominante. En Salazar, las características son más agrícolas, y de modo semi intensivo e intensivo (Figura N° 6, en donde se distingue la frondosidad de lotes de soja y trigo), con alternancias subsidiarias de la ganadería bovina. En cambio, en el área de Arboledas el uso de suelo es más ganadero, dadas las limitaciones edafológicas para el desarrollo agrícola (Moscatelli, G. 2000: 34-37), aunque tampoco el número de vacunos y ovinos supera a la factibilidad productiva que posee el área 2 (Figura N° 7, en donde la carencia de pastizal hace poco densa la población ganadera), tanto como la 3, correspondiente a Pirovano.

**Figura N° 6. Lotes agrícolas en área de Salazar**



**Fuente:** Toma propia (2012)

**Figura N° 7. Lotes ganaderos en el área de Arboledas**



**Fuente:** Toma propia (2012)

### Indicadores claves para el análisis comparativo

Para un análisis comparativo más objetivo, y explícito del área de estudio, se seleccionaron indicadores claves dentro de las variables físico-productivas. Para detectar el grado de discordancia entre el criterio de zonificación oficial, se consideró en primer lugar el promedio de las cuatro principales producciones primarias (soja, maíz, trigo y ganado bovino; según Delgado G. y Lema D. 2004-2005: 8-12), y como segundo indicador, la media del valor de venta de los inmuebles rurales de cada una de las cuatro áreas (en función de parámetros del Instituto Argentino de Tasaciones 2011). De dicha recolección y examen de datos se dedujo una cierta concordancia entre los rendimientos productivos (primer indicador) y el valor del mercado inmobiliario de dichos campos, situados en cada una de las cuatro áreas (segundo indicador). En la misma, se ratificó la hipótesis inicial, observándose equivalencias entre las áreas 1, 2 y 3, respecto a la 4 (Cuadro N° 2).

Después de analizar la correspondencia entre los indicadores de la variable físico-productiva, se prosiguió con los indicadores oficiales en los que se enmarca la valuación fiscal, de la cuál deriva el IIR en cuestión. Así por ejemplo, al compararse dos campos vecinos, pero en distinto Partido y zonificación tributaria (pese a contar con semejante rendimiento productivo), se detecta la siguiente disparidad valuativa del espacio económico:

- Campo de Cuartel VIII en el área rural de Henderson (Partido de H. Yrigoyen):

84 hectáreas (has.) \_\_\_\_\_ \$ 810.980 (ver Partida en cita 1).

1 hectárea (ha.) \_\_\_\_\_ \$ X

$X = 810.980/84 = \$ 9.654,53$  **valuación fiscal por hectárea.**

- Campo de Cuartel XI en el área de Salazar (Partido de Daireaux):

66 has. \_\_\_\_\_ \$ 506.982 (ver Partida en cita 2).

1 ha. \_\_\_\_\_ \$ X

$X = 506.982/66 = \$ 7681,54$  **valuación fiscal por hectárea.**

Estas diferencias en la valuación fiscal de la cual se deduce porcentualmente el IIR (ARBA 2012: Ap. 3), como puede apreciarse en el cuadro siguiente, no es tal, porque el valor de la tierra es semejante en el mercado inmobiliario de la zona, a excepción del área de Arboledas.

**Cuadro N° 3. Variaciones entre valuación inmobiliaria oficial y valuación de mercado**

ZONA DEL REVALUO	AREA	PARTIDO	VALUACIÓN FISCAL EN \$	PRECIO POR HECTÁRE A EN DÓLARES (\$ 5,31: 13/6/12)	DIFERENCIA	
	LOCALIDAD DE REFERENCIA				\$	SOBRE CATEGORÍA 2
2	1: Henderson	Hipólito Yrigoyen	9654,53(1)	11.600 (2)	61596	0
3	2: Salazar	Daireaux	7681,54 (1)	11.250 (2)	59.737,5	3 %
3	3: Pirovano	Bolívar	7681,54 (1)	11.500 (2)	61.065	0,8 %
3	4: Arboledas	Daireaux	7681,54 (1)	1.900 (2)	10.089	83,6 %

**Fuente:** Elaboración propia en función de ARBA (1) y el Instituto Argentino de Tasaciones (2).

Verificada una diferencia de 3% o inferior, entre las áreas 1, 2 y 3 (según se observa en la última columna del Cuadro N° 3), contra el área 4, posicionada en una media del 60% respecto a las demás, vale añadir esa misma disparidad al analizar los indicadores productivos, según Cuadro Nro. 4. En él se observa que H. Yrigoyen, según el 5% de muestras relevadas (de idéntica manera que en las demás áreas), tiene una productividad media de 1,5% por sobre el 100% del rango atribuido por el Revaluó Rural 2012. Es decir, que su rendimiento productivo es casi el mismo que el estimado oficialmente al deducir el IIR, en función de aptitudes productivas. No así, en la última columna del cuadro en cuestión, se observa que las áreas de Daireaux y Pirovano producen un 20,2% y 19,8%, respectivamente, por sobre el 80% asignado a la categoría tributaria. En tales casos, la diferencia es inferior al 2% respecto a H. Yrigoyen; es decir, guarda relación con la semejanza descripta al comparar los valores del mercado inmobiliario.

Las descriptas concordancias no son tales si se compara con el área de Arboledas. Esta tiene una productividad de un 43,2% menos que su estimación productiva por Revaluó Rural; y teniendo a la vez, una disparidad mayor al 60% en relación a las áreas de Salazar y Pirovano. Solamente en el trigo y menor medida el maíz, existe relativa proximidad de productividad entre las tres áreas, aunque la diferencia bruta es de un tercio. En tanto, en la ganadería la relación es 2 a 1, en desmedro de Arboledas; y en la producción de soja, se produce la mayor diferencia, en el orden de 3 a 1.

Cuadro N° 4. Variaciones entre productividad y porcentual de IIR

AREA	PARTIDO	PRODUCTIVIDAD				VARIACION RESPECTO A AL IIR (3)	
		Agricultura (1)		Ganadería (2)		% oficial	% rendimiento
		Soja	Trigo	Maíz	Novillo mediano		
1	Hipólito Yrigoyen	2860 Kg/ha. sobre 566.05 U\$S / ton. (U\$S 1618.90 o \$8596.37)	3400 Kg/ha. sobre 256 U\$S / ton. (870.40 U\$S o \$4621.82)	6850 Kg/ha sobre 263.18 U\$S (U\$S 1617.83 o \$8590.69)	2 novillos / ha de 475 Kg. (\$9.42 / Kg.) \$8.949	100 %	+ 1,5 %
2	Daireaux (Area de Salazar)	2900 Kg/ha sobre 566.05 U\$S / ton. (U\$S 1641.54 o \$8716.60)	3200 Kg/ha. sobre 256 U\$S / ton. (819.20 U\$S o \$4349.95)	6900 Kg/ha sobre 263.18 U\$S (U\$S 1815.94 o \$9642.65)	2 novillos / 1 ha. de 475 Kg. (\$9.42 / Kg.) \$8949	80 %	+ 20,2% (1,2% en relación al Area 1)
3	Bolívar (Area Pirovano)	2550 Kg/ha sobre 566.05 U\$S / ton. (U\$S 1443.42 o \$7664.60)	3200 Kg/ha. sobre 256 U\$S / ton. (819.20 U\$S o \$4349.95)	6600 Kg/ha sobre 263.18 U\$S (U\$S 1736.98 o \$9223.40)	2 novillos/1ha de 475 Kg. (\$9.42 / Kg.) \$8949	80 %	+ 19,8 % (1,6 % en relación al Area 1)
4	Daireaux (Area de Arboledas)	1400 Kg/ha sobre 566.05 U\$S / ton. (U\$S 792.47 o \$4208.01)	2100 Kg/ha. sobre 256 U\$S / ton. (537.6 U\$S o \$2854.65)	4000 Kg/ha sobre 263.18 U\$S (U\$S 1052,60 o \$5589.30)	1 novillos / 1.5 ha. de 475 Kg. (\$9.42 / Kg.) \$4474.50	80 %	-43,2 % (64,7 % en relación al Area 1).

**Fuente:** En función de datos aportados (deducción promedio) por establecimientos rurales “La Sofia” (Cuartel V, Sec. III), “La Guadalupe”, “Las Tres Leguas”, Establecimiento “El Ceibo” (Cuartel XIX, Sec. I), “Don Alberto” (Cuartel XIII, Sec. II), “La Isolina” (Cuartel VIII, Sec. III); “Hermanas González”. (Cuartel V, Sec. II)”, “La Laura” (Cuartel XIII, Sec. I); “Las ánimas” (Cuartel VI, Sec. I), “Las Taperas” (Cuartel XIX, Sec. I) en H. Yrigoyen; 4 establecimientos de con acopio en Compañía Argentina de Granos (Arboledas, Salazar y Pirovano); Valores del Puerto de B. Blanca (1), precios del Mercado de Hacienda de Liniers 8 2) y ARBA (3).

### Discordancias dentro de las áreas de la pampa arenosa

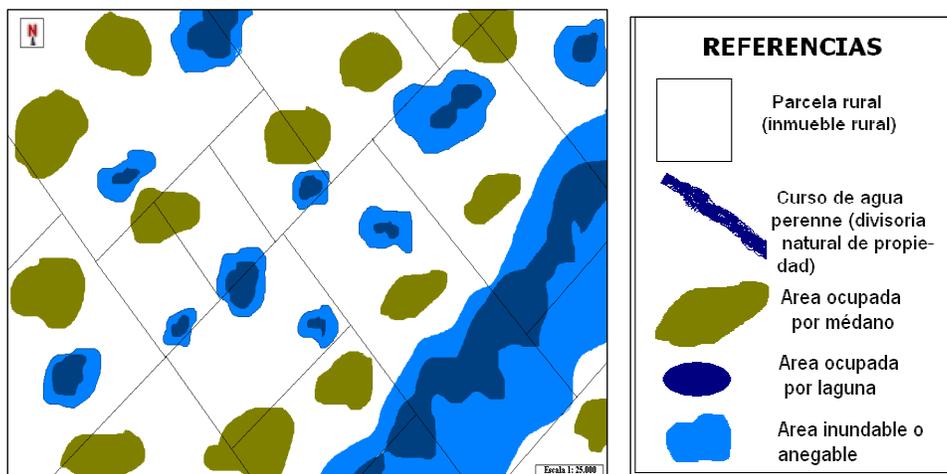
Así como se observaron discordancias entre áreas con diferente productividad y misma categorización tributaria en el IIR, o viceversa; también se dan otras inconsistencias que requieren la mirada integral de la Geografía Física, y su contribución a instancias de un diagnóstico o evaluación de casos.

Como se ponderó, la presencia de médanos y lagunas, al igual que zonas propensas a inundarse o anegarse en el NOB, determinan menos superficie trabajada dentro de cada lote o inmueble rural; y en otros casos, menos rendimiento; y en una tercera y mejor posición, una superficie de planicie plenamente factible de ser producida. No obstante, esta última es la condición siempre considerada para los campos de las áreas 1, 2 y 3, aunque la primera (H. Yrigoyen) termina siendo la más desfavorecida al situarse en la categoría tributaria 2.

Tal como lo exhibe la Figura N° 8, correspondiente a un sector de la Circunscripción V de H. Yrigoyen, los inmuebles rurales se disponen diagonal en una posición catastral, sobrepuesta al

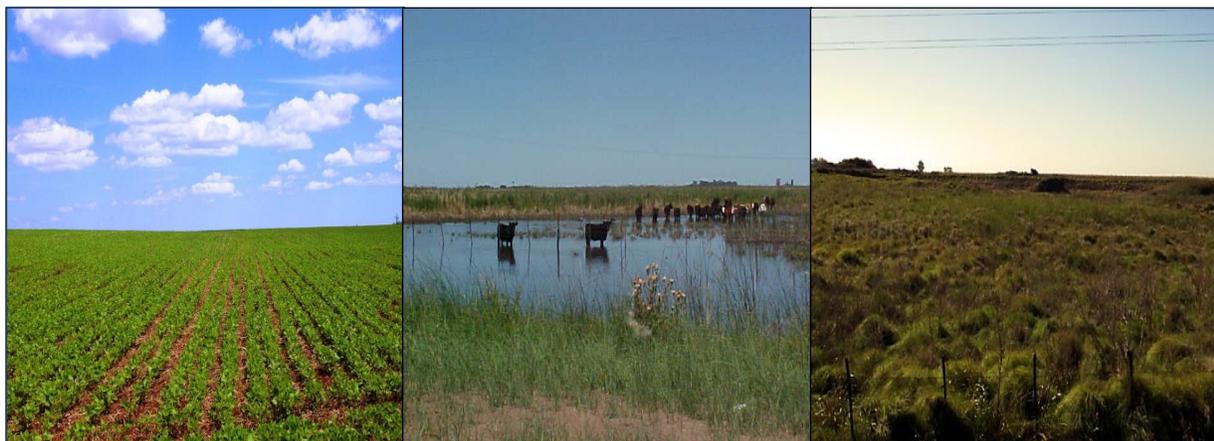
sentido Suroeste-Noreste (concordante con la sedimentación eólica que conlleva a la formación de médanos), en función de las cortinas forestales que contrarrestan la influencia seca de los vientos predominantes de mayo a septiembre. Como resultante a la fijación de médanos por retención de humedad y acción moderadora del viento por parte de los árboles, la vegetación herbácea es más perenne y tierna, aunque las zonas interpuestas entre cada cota reflejan cartográficamente áreas deprimidas, en las que sobresalen cuerpos lacustres temporales o permanentes, siendo los primeros más incidentes en el incremento de salinidad del suelo.

Figura N° 8. Mapa geomorfológico e hidrológico del Sector de Circunscripción V de H. Yrigoyen.



Fuente: Elaboración propia en base a SIG de imagen satelital de INTA (2012).

Figura N° 9. Contrastes productivos en tres paisajes distintos dentro de una misma zona tributaria (Circunscripción V, H. Yrigoyen).



Fuente: Toma propia (2012).

De acuerdo a los datos difundidos por el último Censo Nacional Agropecuario (INDEC: 2008/2009), en los campos con predominio de áreas medanosas, solo se producía en temporadas

o campaña de alta rentabilidad de la agricultura y ganadería (tercera de las fotografías de la Figura N° 9), no siendo así todos los años trabajados. En cambio, en las zonas más inundables o anegadas (segunda fotografía de la Figura N° 9), con predominio de lagunas, la ganadería bovina fue la actividad más practicada, aunque con menos rentabilidad. En contraste con ambas, la primera fotografía de la Figura N° 9 revalida las discordancias entre niveles de productividad e IIR, y la clara incidencia del medio físico en las bases naturales que propician o condicionan las actividades agropecuarias.

Complementando las declaraciones del Censo Agropecuario, en un muestreo realizado al 5 % de los titulares de inmuebles rurales de la Circunscripción V de H. Yrigoyen, a través de encuestas se revelaron amplias diferencias en rendimientos, y consecuentemente, rentabilidades entre campos limitados por su medio físico y viceversa (Cuadro N° 5). En la producción de bovinos por ejemplo, la relación es 1 a 2, seguida de la del maíz, en un 40,1 % entre el campo con mayor rendimiento y el de menor; es decir, casi la misma proporción observada entre los lotes rurales de Arboledas y las áreas de Pirovano, Salazar e H. Yrigoyen analizadas en el apartado anterior.

Sin embargo, no solo hay que prestar atención a los indicadores de rendimiento; también en función de los precios de cada producción, pudiendo resultar distinto el análisis. Concretamente, en la soja se evidencia la mayor diferencia. Esta oleaginosa, cuya rentabilidad es mayor, los rendimientos de los campos donde se cultivó (los más afectados por cuerpos lacustres o ocupados por más médanos directamente no se trabajó) se diferencian en el orden del 37 %, seguido del trigo en un 35 %.

**Cuadro N° 5. Diferencias en el rendimiento y rentabilidad de campos de una misma área en H. Yrigoyen**

X	Campos con superficie afectada o limitada por su medio físico				Campos sin superficie afectada o limitada por su medio físico				Diferencias o márgenes Entre (1) y (2)			
	Trigo	Soja	Maíz	Bovinos	Trigo	Soja	Maíz	Bovinos	Trigo	Soja	Maíz	Bovinos
Indicadores de referencia												
Rendimiento por hectárea (1)	2,200 Kg. /ha	1,800 Kg. /ha.	4,100 Kg. /ha.	1 por ha (475 Kg.)	3400 Kg/H.	2860 Kg/H	6850 Kg/H	2 por ha (475 Kg.)	1.200 Kg.	1.060 Kg.	2750 Kg.	1/ha.
Valor (2)	256 U\$S / ton.	566.05 U\$S / ton	263.18 U\$S / ton	(\$9.42 / Kg.)	256 U\$S / ton.	566.05 U\$S / ton	263.18 U\$S / ton	(\$9.42 / Kg.)	256 U\$S / ton.	566.05 U\$S / ton	263.18 U\$S / ton	(\$9.42 / Kg.)
Rentabilidad por hectárea	\$2990.59	\$5410.30	\$5729.69	\$4474.50	\$4621.82	\$8596.37	\$9572.77	\$8.949	\$1631.23	\$3182.06	\$3843.08	\$4474.5

**Fuente:** elaboración propia en base a declaraciones de porte en campaña 2011/2012, según muestreo (1); y valor promedio de Puerto de B. Blanca (cereales y oleaginosas), y Mercado de Liniers (2), sobre media Abril-Junio (coincidencia con cosecha y mayor umbral de ventas).

Repetiendo también el análisis como se hizo con la comparación del apartado anterior entre áreas, dentro del caso de H. Yrigoyen, se reiteran las discordancias entre los indicadores de la valuación fiscal por un lado, y el valor de mercado por el otro. Considerando los 4 inmuebles rurales

vendidos en el área 1 durante 2012, y comparando los valores con la tasación oficial, sobresalen ventas de campos que quintuplican el precio fijado por la tasación fiscal, por hectárea. A su vez, entre los campos de la misma área, los valores llegan a duplicar el precio de la hectárea, como se observa entre el inmueble 3 y 4 del Cuadro N° 6.

Asimismo, en el citado cuadro, se puede cotejar que existe una directa relación entre los campos libre de áreas medanosas o lacustres (última columna). A mayor disponibilidad de hectáreas productivas, mayor es el valor. El inmueble 1 es el que más se aproxima a una condición promedio, aunque también, en lo que respecta al valor de mercado, se adicionan otras variables (Instituto Argentino de Tasaciones 2011: Ap- 3), motivo por el cual no se puede atomizar la conclusión en un determinismo físico. No obstante, es relevante la correlación entre las cualidades físicas y la potencialidad productiva, cuyo rendimiento (en función del mercado de cereales, oleaginosas y ganado) debería ser más tenido en cuenta en la fase de zonificación tributaria.

**Cuadro N° 6. Disparidades entre el valor fiscal de la hectárea y el precio del mercado inmobiliario en campos de H. Yrigoyen**

Campo	Valuación fiscal oficial 2012 (1)	Mercado inmobiliario en 2012 (2)	Diferencia entre ambas valuaciones	Superficie libre de área medanosa y lacustre (3)
1	\$9655	\$ 58.000	\$ 48.345	76 %
2	\$9655	\$ 63.000	\$ 53.345	83 %
3	\$9655	\$ 37.000	\$ 27.345	47 %
4	\$9655	\$ 75.000	\$ 65.345	100 %
- X	<b>\$9655</b>	<b>\$ 58.250.-</b>	<b>\$ 48.595</b>	<b>76,5 %</b>

**Fuente:** elaboración sobre la base de datos basados de Tasación fiscal de Revalúo Rural (1); Tasación del Colegio de Martilleros de T. Lauquen (2) y Figura Nro. 8 – INTA (3).

### Reflexiones finales acerca de la omisión de indicadores físico-productivos

Las zonificaciones internas llevadas adelante por organismos del Estado Provincial, han tendido a establecer parámetros de organización territorial, de la misma manera que la segmentación de los tributos, que no solo se da considerándose el tamaño de una empresa o agente privado de la economía; sino también las características del lugar o región. Así por ejemplo se observa en la zonificación de regiones tributarias en el espacio rural, aunque el criterio empleado para definir los límites responde a la traza político-administrativa, y no tanto a las aptitudes del suelo, entre otros indicadores de la variable físico-productiva.

De esta forma, se evidencian discordancias entre el nivel de productividad y rentabilidad de un campo que, si bien está en una zona geomorfológica diferente, está sujeto a tributos idénticos por

estar ubicado en la misma Zona Tributaria, y viceversa. Los casos analizados distinguen que el área de Arboledas debiera estar en otra zona, respecto a Salazar y Pirovano que se asemejan a H. Yrigoyen, que sí está en un segmento tributario mayor.

A un indicador clave como es el tipo de suelo, se le adicionaron correlativamente los indicadores de productividad y de valuación inmobiliario, confirmando la hipótesis central; pero también al internalizar la situación dentro de las áreas, se encontraron más discordancias. Por sus características, la Pampa medanosa en la cual se ubica el NOB, posee zonas de nula, intermitente o carente productividad, corroborándose que el espacio rural es heterogéneo al punto tal que los rendimientos y el valor de la tierra repiten diferencias porcentuales casi semejantes a las que se da en el análisis inter-jurisdiccional entre Arboledas y las demás áreas de estudio.

En tal sentido, se concluye que la teledetección de cuerpos lacustres por vía satelital, tanto como datos de altimetría, cotejados por la disposición de cartas topográficas o el empleo de nuevas tecnologías, como GPS podrían contribuir con datos descriptivos acerca de los indicadores físicos asociados a la delimitación de zonas productivas, introduciendo un criterio más concordante que el actual. Este último, toma en consideración una condición promedio para zonas cuyas delimitación, al ser apoyada sobre límites político-administrativos, responden a una lógica de carácter neopositivista, o más bien propia de la Geografía Cuantitativa. En efecto, la arquitectura cartográfica de la zonificación se exhibe como geométrica, y no tan afin por ejemplo al mapa geomorfológico, que como se comprobó, es más concordante a una lógica holística en la cual debería ponderarse la relación productividad- rentabilidad con la tributaria.

## Bibliografía

ARBA, Agencia de Recaudación Provincia de Buenos Aires. Partido 119. Partida 4649 (cita 1 del análisis de caso).

ARBA. Partido 019. Partida 11788 (cita 2 del análisis de caso).

CAPITANELLI, Ricardo (Ed.): *“Los ambientes naturales de la Argentina”*. En Roccatagliata, Juan A. (Coord.) *“La Argentina. Geografía general y marcos regionales”*. Pp. 73–143. Ed. Planeta, Buenos Aires, 1992.

CHIOZZA, Elena (Dir.): *“Geografía general y los marcos regionales”*. Pp. 10-11; 25 – 70, Editorial Planeta. Buenos Aires, 1979.

CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS (CPI: Doc.): *“XV Congreso Argentino de Valuación. Ponencia Tasación de campos.”* Buenos Aires, Noviembre de 2011.

DELGADO, G; y LEMA, D. (Ed.): *“Eficiencia en el mercado de commodities agrícolas: La paridad entre precio spot y futuro de trigo en Argentina”*. Análisis de período 1995/2000, Instituto de Economía y Sociología del INTA. Buenos Aires, 2004.

FORTE LAY, J. A.; QUINTELA, R.; SCARPATI, O. (Ed.): *“Variación de las características hidrometeorológicas de la llanura pampeana Argentina”*. Memoria del Encuentro “Meteo 92”. Tomo II. Pp. 142-146. Buenos Aires, 1992.

INDEC (Doc.): *“Censo Agropecuario 2008/2009.”* Ap. Provincia de Buenos Aires, Sec. H. Yrigoyen, Daireaux y Bolivar. Buenos Aires, 2010.

INSTITUTO ARGENTINO DE TASACIONES (Doc.): *“Grilla de valores de tasación fiscal y relación porcentual con operaciones inmobiliaria rurales en Bs Aires”*. En *“XV Congreso Argentino de Valuación”* y *“VII semanario anual de valores inmobiliarios”*, Bs. Aires, 2011.

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (INTA): Imágenes de satélite del Área “Noroeste bonaerense”, dependiente de la Estación Experimental Regional “General Villegas”. Sitio oficial: 2008. General Villegas, 2008/2011.

LAPENA, JORGE (Ed): “*La relatividad del espacio rural en función de las condiciones inestables del medio físico.*” Pp. 2–4. En II Jornadas de Docencia e Investigación en Geografía. Organizadas por el CIG; Fac. Cs. Humanas - UNCPBA. Tandil, noviembre de 2012.

REICHART, C; y COOK, T. (Comp.): “*Hacia una superación del enfrentamiento entre los métodos cualitativos y cuantitativos.*” En obra: “Métodos cualitativos y cuantitativos en investigación evaluativa.” Ed. Morata. Madrid, 1986.

TODOAGRO (Diario digital): “*Negocios agropecuarios*”. Información de ventas publicada en [www.todoagro.com.ar](http://www.todoagro.com.ar); Registros trimestrales de hacienda, cereales y oleaginosas. 2012. Rosario, 2013.

SANTARELLI, Silvia (Ed.): “*Corrientes epistemológicas actuales en Geografía*”. En *Revista Geoperspectiva*. Bahía Blanca, 2010.

ZANIBONI, M y MENDEZ, D.(Art. Div.): “Las pasturas perennes en los sistemas productivos del noroeste.” Pp. 32-36. En *Revista de Tecnología Agropecuaria*. Vol. VII – Nro. 20. Buenos Aires, 1997.



## Estudio de la dinámica fluvial del curso medio del río Cuarto (Córdoba, Argentina) y sus intervenciones antrópicas. Escenario de conflictos ambientales emergentes

LUCERO, Franco Gastón <sup>1</sup>  
GRANDIS, Gilda Cristina <sup>2</sup>

### Introducción

El curso medio del río Cuarto forma parte de un espacio de gran complejidad, en donde interactúan y se articulan diferentes dinámicas tanto naturales como sociales, cuyos vínculos lo hacen susceptible y de alta sensibilidad. Este ambiente atraviesa a la ciudad de Río Cuarto, dividiendo al espacio urbano en dos grandes sectores. Esta situación hace que el mismo se comporte como un condicionante natural, ante el cual la sociedad, a través del proceso histórico de organización del espacio ha realizado diferentes obras de infraestructura para garantizar el funcionamiento de la ciudad. Por otra parte, el río Cuarto representa en la ciudad un espacio con entidad propia, caracterizada por sus diferentes usos, pobladores que habitan a su vera, la gran cantidad de habitantes que lo atraviesan a diario, etc. Este escenario genera que el mismo sea centro de la emergencia de conflictos ambientales constantes, producto de las interacciones de su dinámica natural y las intervenciones antrópicas.

Al respecto, existen diferentes líneas y enfoques de investigación sobre el sistema fluvial del río Cuarto que atestiguan la gran complejidad y dinámica de este medio. Entre ellos pueden destacarse los trabajos de Blarasin *et al* (1994), Degiovanniet *et al* (1995, 2002, 2005), Villegas *et al* (2002), Azcurra *et al* (2001), entre otros.

En el presente trabajo se plantea como objetivo principal reconocer la dinámica fluvial del curso medio del río Cuarto y la emergencia de problemas y/o conflictos ambientales, producto de las intervenciones sociales en dicho ambiente. Para ello, metodológicamente, en primera instancia se hace un análisis del comportamiento de la dinámica fluvial del curso medio del río Cuarto en el período 1961-2003, a través del estudio y correlación estadística entre las precipitaciones y los caudales y su posterior articulación con el registro de las dinámicas geomorfológica en el lecho fluvial. En segunda instancia se hace una recopilación, sistematización y tratamiento estadístico de artículos periodísticos sobre problemáticas y/o conflictos ambientales vinculados al curso medio del río Cuarto.

### Consideraciones teóricas

#### *Dinámica hidrológica: características generales*

Los ambientes hidrológicos son aquellas zonas de la tierra donde ocurren los fenómenos y procesos hidrológicos. Estos representan distintas formas y mecanismos por los cuales el agua se mueve, se distribuye y almacena en la naturaleza, con sus correspondientes cambios de estado como funciones del tiempo y el espacio. Una cuenca hidrográfica de un curso de agua, según

---

<sup>1</sup> Departamento de Geografía. Facultad de Ciencias Humanas. Universidad Nacional de Río Cuarto. CONICET [flucero@hum.unrc.edu.ar](mailto:flucero@hum.unrc.edu.ar)

<sup>2</sup> Departamento de Geografía. Facultad de Ciencias Humanas. Universidad Nacional de Río Cuarto. CONICET [gcgrandis@hum.unrc.edu.ar](mailto:gcgrandis@hum.unrc.edu.ar)

Zimmermann (2000) es el área delimitada topográficamente, en la cual los excedentes de lluvia caída son conducidos superficialmente, subterráneamente y a través de los afluentes a la sección del curso considerada. En estas cuencas actúan los procesos hidrológicos de entrada como los fenómenos de lluvia, nieve, energía solar, escurrimiento superficial y subterráneo de otros sistemas. Se producen procesos de respuesta y transformación del sistema a través de fenómenos de infiltración, almacenamiento en vegetación, superficie e interior del suelo, escurrimiento sobre el terreno y cauces, cambios de estado, entre otros. Asimismo, la respuesta del sistema origina procesos de salida constituidos por fenómenos tales como escurrimiento superficial y subterráneo hacia desembocaduras, evaporación, evapotranspiración real hacia la atmósfera y pérdida o salida hacia otros sistemas subterráneos. En el proceso del ciclo hidrológico, (Paoli, 2003; Zimmermann, 2000) debe existir un equilibrio entre las entradas, las salidas y las variaciones del sistema considerado.

Giai (2008), define a los ríos como corrientes de agua que discurren sobre la superficie dentro de un cauce, por lo general inserto a su vez dentro de un valle. Tiene una importancia geográfica protagónica, más allá del aprovechamiento que pueda hacerse de su agua, por cuanto además sirven de límite entre jurisdicciones, como vía de comunicación, de barrera para la difusión espontánea de especies de fauna silvestre, entre otros. Por lo general, los ríos se suelen dividir en tres facciones, curso inferior, medio y superior, debido a su longitud, capacidad erosiva y de transporte de sedimentos. En esta investigación, se trabaja con un tramo del curso medio del río Cuarto. Por tal motivo, se debe tener presente que en esta facción, en general, suelen alternarse las áreas donde el río erosiona y donde deposita parte de sus sedimentos, lo cual se debe, principalmente, a las fluctuaciones de la pendiente y a la influencia que reciben con respecto al caudal y sedimentos de sus afluentes. A lo largo del curso medio, la sección transversal del río habitualmente se irá suavizando, tomando forma de palangana seccionada en lugar de la forma de V que prevalece en el curso superior. A lo largo del curso medio, el río sigue teniendo la suficiente energía como para mantener un curso aproximadamente recto, excepto en zonas de obstáculos, en donde se visualiza un lecho bastante meandriforme.

### ***Dinámica geomorfológica: Modelado de los lechos fluviales***

La acción geomorfológica de los ríos o acción fluvial se centra en los cauces sobre los que estos cursos de agua circulan, pero no se limitan estrictamente a ellos, ya que existe una marcada conexión dinámica con el resto del terreno –interfluvios. La acción modeladora de los ríos sobre los cauces es una combinación de abrasión y acumulación; su actividad geomorfológica esencial es la evacuación del material producido y desplazado en sus cuencas, tendiendo a cesar en cuanto estas condiciones alcancen un equilibrio. De la combinación de los procesos de erosión, transporte y acumulación, resulta el modelado de los lechos fluviales, tendiendo siempre a la búsqueda del mejor ajuste entre la corriente y el canal.

Si el río transita sobre materiales deleznable, las acciones erosivas, transportadoras y de acumulación resultan de gran eficacia y rapidez en el modelado del lecho. Jiménez (1995) expresa que “...*los lechos móviles son aquellos cuyo modelado se desarrolla directamente en función de las leyes de la dinámica fluvial y que, en consecuencia, muestran una morfología y una evolución básicamente análogas en cualquiera de los medios climáticos donde se encuentren...*”. El factor hidrológico resulta ser un agente principal en la morfodinámica de los lechos, ya que un mínimo aumento en el caudal por crecida alguna, incrementa la velocidad y turbulencia de la corriente en el lecho generando acciones de excavación, tendientes a profundizar el canal, y de zapa, tendientes por su parte a ampliarlo. O viceversa, una disminución

en el caudal produce una inmediata activación de los procesos de acumulación. Por esta razón, en la modelación de este tipo de lecho, resulta de gran relevancia los lechos móviles y la corriente ya que actúan como sistemas interrelacionados, en donde el canal y el flujo mantienen un ajuste mutuo sin quedarse en la mera tendencia, sino por el contrario es de rápida consecución. Justamente la escasa resistencia de los materiales a la erosión es lo que posibilita el mencionado ajuste, implicando cambios no sólo en el lecho sino también en las márgenes del mismo. En el caso del área de estudio, por sus características geomorfológicas se centra dentro del tipo de lechos móviles.

Dentro de los lechos móviles, el curso medio del río Cuarto es una conjunción entre lechos meandricos y trenzados o anastomosados. Los lechos meandriformes son canales fluviales móviles caracterizados por la presencia y desarrollo en su trazado de curvas alternantes más o menos regulares, a las que se da el nombre de meandros (Jiménez, 1995). Los lechos trenzados o anastomosados se caracterizan porque dentro de ellos las aguas fluviales circulan en brazos o canales elementales más o menos numerosos separados entre sí por bancos voluminosos y emergidos de material aluvial; dichos brazos, muy activos y de posición cambiante, registran frecuentes confluencias y difluencias conformando una red a modo de trenzas, de la que deriva su denominación. En general, en el curso de estos tipos de ríos la pendiente del fondo es poca y la velocidad del flujo es baja.

### *Características del área de estudio*

El río Cuarto compone el sistema fluvial más importante del Sur de la provincia de Córdoba (Figura N° 1), drenando una cuenca de aproximadamente 2500 km<sup>2</sup> desde sus nacientes, en las Sierras de Comechingones hasta sus derrames en los Bajos del Saladillo. Durante épocas de abundantes lluvias y caudal regular, llega a unirse al Carcarañá y a través de él desemboca en el Paraná, formando parte de la cuenca del Paraná-Plata.

La cuenca del río Cuarto, como la mayoría de los lechos que conforman los cursos de la región es altamente susceptible a la erosión debido a los materiales finos de origen eólico o aluvial. Según Degiovanni (1995), en el curso medio del río Cuarto, existe una gran cantidad de sectores afectados por procesos de migración lateral de distinta magnitud, que pueden registrar retrocesos del orden de metros durante crecidas anuales y alcanzar la centena de metros en las decenales, siendo superior en caso de crecidas extraordinarias; en algunos sitios los meandros se han

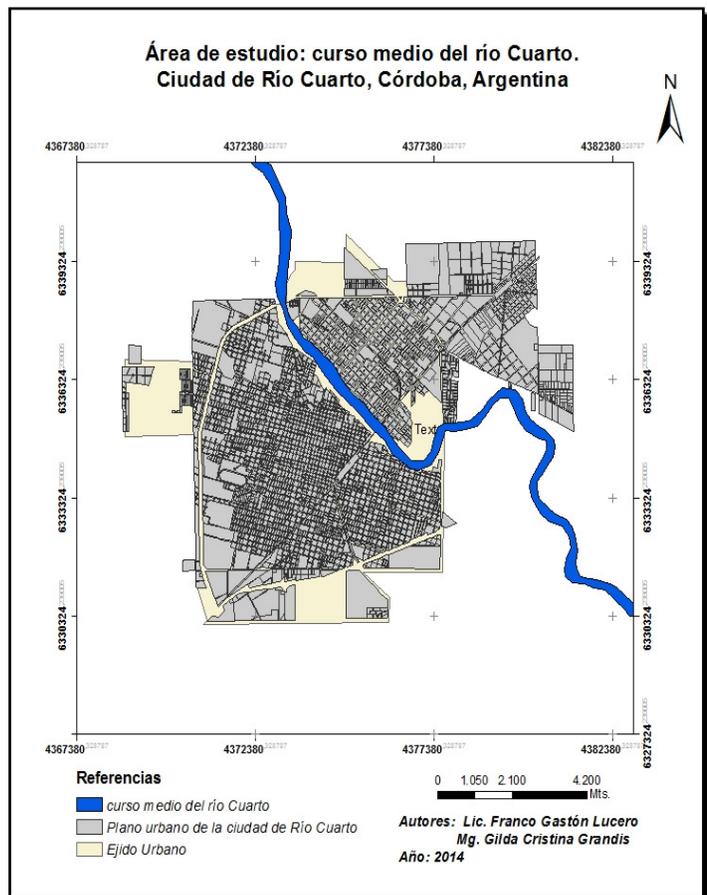


Figura N° 1: Elaboración propia(2014)

extendido aproximadamente 100 mts en un solo evento, y trasladado y rotado más de 300 mts. Es importante destacar que en la cuenca media de este sistema fluvial, como cualquier otro de la región, evidencian procesos de ajustes de variada magnitud en respuesta a cambios de Q, Qs y pendientes relacionados a factores naturales fuertemente potenciados por la actividad de la sociedad.

El clima en el área de estudio es del tipo subhúmedo-seco con precipitaciones medias anuales del orden de los 850 mm, concentrándose las lluvias en los meses de primavera-verano. Según la Empresa Agua y Energía Eléctrica (1967), el régimen hidrológico del río Cuarto es torrencial, controlado por las características geológicas y precipitaciones de cuenca alta, y el caudal varía desde 1,7 m<sup>3</sup>/seg, en estiaje, hasta 250, 700 y 2000 m<sup>3</sup>/seg, en crecidas anuales-bianuales, decenales y centenarias con varios picos anuales menores de 60 m<sup>3</sup>/seg. Tanto los caudales líquidos como los sólidos son muy variables dentro del curso medio del río Cuarto.

El río Cuarto se define por un régimen simple pluvial, el cual presenta una creciente anual, aunque en este caso es más apropiado hablar de una “época de crecidas” más que una sola. En efecto, son varios los picos de crecidas que le suceden, y según la época del año en que se presentan. En este caso, se concentran en verano.

### I. Dinámica temporal de las precipitaciones en el área de estudio. Serie 1961-2003

Las precipitaciones es uno de los elementos climáticos más importante que de manera directa influye en la configuración del medio natural. El análisis de cambios en las precipitaciones a distintas escalas (espacio-temporal) es fundamental para el reconocimiento de la dinámica climática de un determinado lugar. En el presente trabajo, la importancia de las precipitaciones radica por ser la principal fuente de entrada de agua en una cuenca vertiente y por su capacidad de condicionar el paisaje natural y las actividades humanas.

En primera instancia se analiza la serie de precipitaciones anuales del área de estudio (Figura N° 2). A modo general, se aprecia que los valores de precipitaciones se mueven en un rango de entre los 528 y los 1231 mm anuales, mínimo y máximo registro respectivamente. La línea de tendencia central evolutiva denota que no hay una disposición hacia el aumento o descenso promedio de las precipitaciones, sino una estabilidad de la misma. Y entre los diferentes años hidrológicos, se observa una tendencia bastante regular, sin grandes sobre saltos, entre los máximos y mínimos valores de la serie.

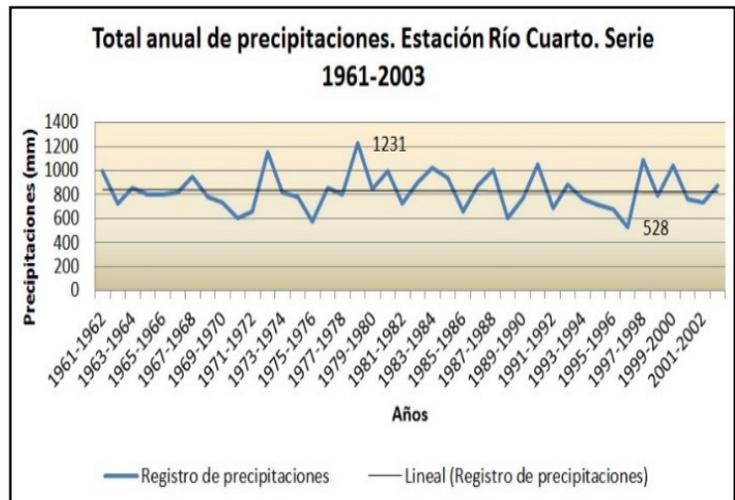


Figura N° 2: Elaboración propia en base a datos proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional y el Servicio de Agrometeorología de la FAyV-UNRC (2014)

Con respecto a las precipitaciones mensuales (Figura N° 3), se aprecia fácilmente que los máximos valores de precipitación se sitúan en el período estival, con un promedio de no más de 140 mm, mientras que los valores mínimos en el período invernal, con un promedio de no menos de 10 mm. Un comportamiento particular se puede identificar en los promedios mensuales del año hidrológico de toda la serie, dos de máximas precipitaciones, correspondiente a los meses de diciembre y marzo, y uno de mínima, correspondiente al mes de febrero, dentro del período estival. Mientras que para la fase invernal se mantiene la tendencia normal hacia la disminución promedio de las precipitaciones.



Figura N° 3: Elaboración propia en base a datos proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional y el Servicio de Agrometeorología de la FAyV-UNRC (2014)

Como se trata de hallar una relación entre el comportamiento de las precipitaciones, los caudales y el modelado de los lechos fluviales, se efectúa el cálculo de las frecuencias de las precipitaciones totales anuales en la serie. Se observa (Figura N° 4) que entre los valores extremos, es decir entre los 528 y los 1231 mm, la distribución de las precipitaciones se comportan de una manera relativamente homogénea. Es decir, que el grado de frecuencia de los diferentes valores que componen la serie es bastante uniforme entre ellos sin predominar un valor o una tendencia en particular. Esto refuerza la idea del régimen torrencial del río, identificándose períodos de bajas precipitaciones contrastados con otros de mayores como comportamiento normal del área, que puede corresponder a los años en los cuales se producen las fuertes crecidas del río. Por lo tanto, del gráfico se desprende que el área de Río Cuarto posee relativamente la misma probabilidad de tener precipitaciones entre los 528 y 1231 mm en cualquiera de los años de la serie analizada con posibilidad de transcurrir de años muy secos a muy húmedos.

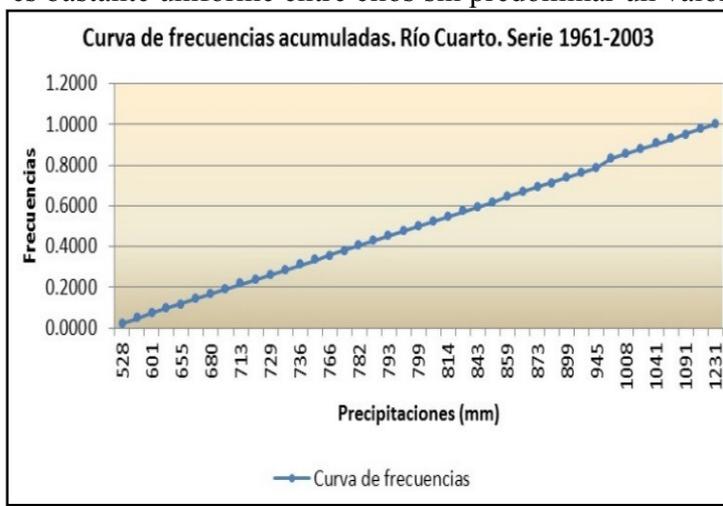


Figura N° 4: Elaboración propia (2014)

Para un análisis más minucioso de la distribución de las precipitaciones en la serie se efectúa el análisis del comportamiento de las precipitaciones por clases de igual frecuencia, utilizando el método de los cuantiles. En la Figura N° 5, se observa una clasificación detallada utilizando los cuantiles y el primer y noveno decil. Según los resultados obtenidos, se considera “muy seco” a los años con precipitaciones totales anuales inferiores a los 629,4 mm, “seco” a los años con precipitaciones entre los 629,4 y 728,6 mm, “normal-seco” a los años con precipitaciones entre

los 728,6 y 799,45 mm, “normal-húmedo” a los años con precipitaciones entre los 799,45 y 936 mm, “húmedo” a los años con precipitaciones entre los 936 y 1047,5 mm y finalmente “muy húmedo” a los años con precipitaciones superiores a los 1047,5 mm. En función de estas clases se representa para la misma serie los regímenes pluviométricos probables mensuales (Figura N° 6) según los quintiles y el noveno decil, el cual permite analizar la probabilidad de que los valores pluviométricos sean sobrepasados. Se puede identificar que los máximos valores de precipitaciones mensuales se registran en los meses de noviembre, diciembre, enero y marzo, conteniendo los primeros tres meses los picos de máximas precipitaciones. Para estos meses existirá la probabilidad de que el 90% de las lluvias se mantengan inferiores al rango de 180 y 218 mm (según decil9), y un 10% superior al mencionado. Es importante destacar que el 60% de las precipitaciones más probables son de entre los 94 y los 218 mm (según quintil 1 y decil 9), mientras que el 20% de las lluvias son inferiores a los 53 mm.

Para el caso de los meses que comprenden el período no estival, es decir, abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre, se observa que la probabilidad de precipitaciones son muy inferiores a la de los meses más cálidos, correspondiéndose a la normalidad climática del área de estudio en esa época del año. El 90% de las probabilidades de precipitaciones son inferiores a 64 mm, el 80% son menores a los 28 mm y la probabilidad de que el 20% sean iguales a 0 mm. Asimismo el 60% de las probabilidades de lluvias se mantienen entre los 0 y los 28 mm promedio para esta época del año.

Clasificación	Prec. (%)	Río Cuarto (mm)
Muy seco	Inf. a 10 (D1)	Inf. a 629,4
Seco	[10(D1)-25(C1)]	[629,4-728,6]
Normal-Seco	[25(C1)-50(C2)]	[728,6-799,45]
Normal-Húmedo	[50 (C2)-75(C3)]	[799,45-936]
Húmedo	[75(C3)-90(D9)]	[936-1047,5]
Muy húmedo	Sup. a 90 (D9)	Sup. a 1047,5

Figura N° 5: Elaboración propia (2014)

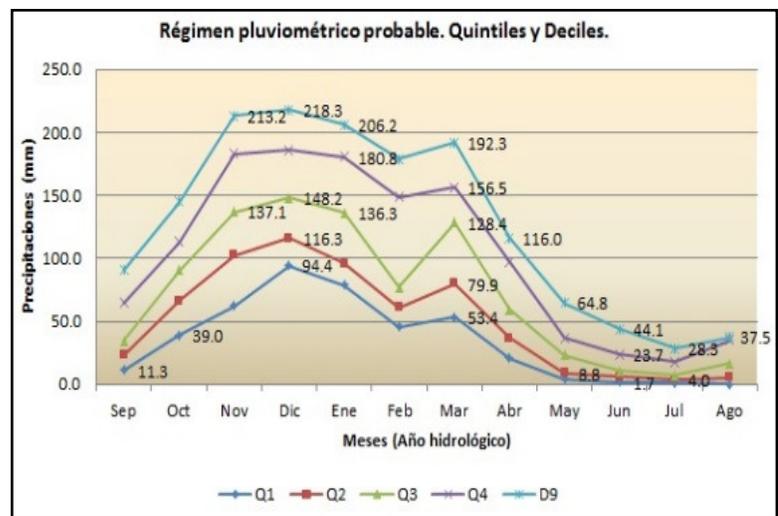


Figura N° 6: Elaboración propia (2014)

## II. Dinámica temporal de los caudales en el área de estudio. Serie 1961-1980

Pedraza Gilsanz (1996), expresa que el aforo o caudal (Q) equivale al volumen de agua por unidad de tiempo, medido en un punto determinado del conducto. El caudal varía con el tiempo (a lo largo de los meses o entre distintos años) y en el espacio (según diferentes corrientes o zonas de la misma). En la mayoría de los ríos existe una alta correspondencia entre los registros de los aforos en la cuenca de un río y los registros de lluvias obtenidos. Haciendo utilización de la misma metodología para los registros de caudales es posible realizar una efectiva articulación entre los resultados obtenidos de los análisis de precipitación con el de los caudales.

Debido a la carencia de datos hidrológicos que padece nuestro país, en esta etapa de trabajo se utilizará la única serie disponible de registros de caudales (1961-1980) del aforo Tincunaco del

río Cuarto. En el análisis del total anual de caudales (Figura N° 7), se aprecia que los valores se mueven en un rango de entre los 14,520 y los 77,020 m<sup>3</sup>/s anuales, que coinciden con el registro de mínimo y máximo caudal de la serie, respectivamente. Se puede observar que entre los años 1961 y 1971, los valores de caudales totales decrecen significativamente con algunos altibajos, desde un pico máximo de 77,020 hasta 16,840 m<sup>3</sup>/s. Entre los años 1971 y 1976 se observando picos de ascenso y descenso significativo del total anual del caudal. A partir de 1976 donde se alcanza el valor mínimo, 14,520 m<sup>3</sup>/s, los registros de caudales totales anuales comienza a crecer significativamente hasta el año 1980 donde logran valores aproximados a los 72,0 m<sup>3</sup>/s.

En el caso del comportamiento mensual de los caudales (Figura N° 8), se destaca que los máximos valores se registran en el período estival, con un promedio de no más de 6,325 m<sup>3</sup>/s, mientras que los valores mínimos en el período invernal, con un promedio de no más de 1,258

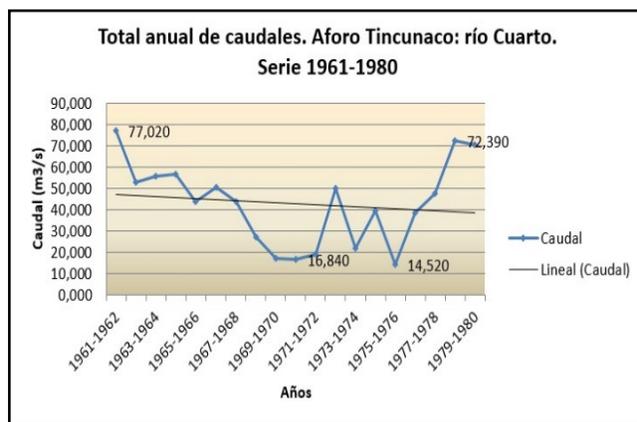


Figura N° 7: Elaboración propia en base a datos proporcionados por el Servicio Hidrológico Nacional (2014)



Figura N° 8: Elaboración propia en base a datos proporcionados por el Servicio Hidrológico Nacional (2014)

m<sup>3</sup>/s. Un comportamiento particular que se puede identificar son dos períodos de máximos caudales, correspondiente a los meses de diciembre, febrero y marzo, y uno de mínima, correspondiente al mes de enero, dentro del período estival. Mientras que para la fase invernal se mantiene la tendencia normal hacia la disminución de los caudales debido a la escasez de precipitaciones en la época.

Al igual que en el análisis de la curva de frecuencia acumulada para las precipitaciones se efectúa el mismo cálculo para los caudales (Figura N° 9). En este caso, se puede observar que el curso medio del río Cuarto posee relativamente la misma probabilidad de tener caudales de entre los 14,52 y 77,02 m<sup>3</sup>/s. en cualquiera de los años de la serie. Hidrológicamente, esto se traduce en que el área de estudio tiene la misma probabilidad de transcurrir de años con caudales muy bajos a muy altos.

Para un mejor análisis de la distribución de los caudales en la serie se efectúa el análisis de su comportamiento por clases de igual frecuencia, utilizando el método de los cuantiles. En la Figura N° 10, se

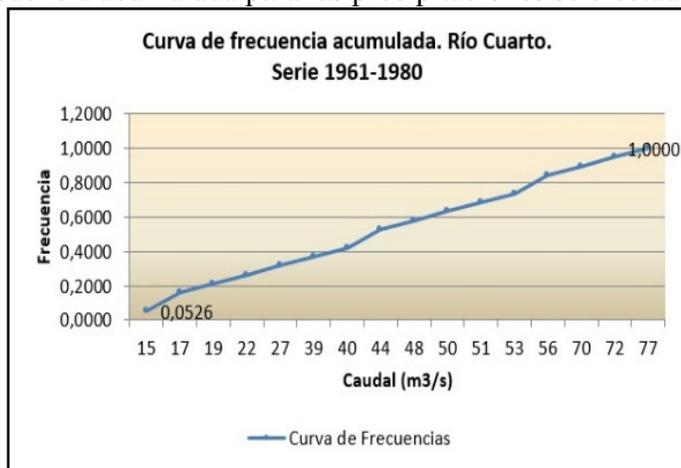


Figura N° 9: Elaboración propia (2014)

observa una clasificación detallada utilizando los cuartiles y el primer y noveno decil. En este caso, según los resultados obtenidos, se considera “muy bajo” a los años con caudales totales anuales inferiores a los 17,065 m<sup>3</sup>/s, “bajo” a los años con caudales entre los 17,065 y 24,42 m<sup>3</sup>/s, “normal-bajo” a los años con caudales entre los 24,42 y 43,890 m<sup>3</sup>/s, “normal-alto” a los años con caudales entre los 43,890 y 54,345 m<sup>3</sup>/s, “alto” a los años con caudales entre los 54,345 y 71,31 m<sup>3</sup>/s y finalmente “muy alto” a los años con caudales superiores a los 71,31 m<sup>3</sup>/s.

En función de estas clases se representa los regímenes de caudales probables mensuales de la serie (Figura N° 11) según los quintiles y el noveno decil. En el mismo se puede observar que los máximos valores mensuales se corresponden a los meses de mayores precipitaciones normales en el área de estudio, en donde el 60% se mantienen entre los 2,0 y 14,2 m<sup>3</sup>/s. Por ende, es aquí donde comienza a observarse la correlación entre el aumento normal de las precipitaciones para la época estival, el consecuente aumento de los caudales en el río y finalmente el aumento potencial hidráulico de la fuerza del agua en el modelado de los lechos fluviales a través de la acción erosiva.

En cambio, sucede lo contrario en la época invernal donde las precipitaciones disminuyen, el caudal baja y la fuerza erosiva del agua se contrae. De esta manera se reduce relativamente el modelado de los lechos fluviales.

En cambio, sucede lo contrario en la época invernal donde las precipitaciones disminuyen, el caudal baja y la fuerza erosiva del agua se contrae. De esta manera se reduce relativamente el modelado de los lechos fluviales.

Clasificación	Caudal (%)	Río Cuarto (m <sup>3</sup> /s)
Muy bajo	Inf. a 10 (D1)	Inf. a 17,065
Bajo	[10(D1)-25(C1)]	[17,065-24,42]
Normal-Bajo	[25(C1)-50(C2)]	[24,42-43,890]
Normal-Alto	[50 (C2)-75(C3)]	[43,890-54,345]
Alto	[75(C3)-90(D9)]	[54,345-71,31]
Muy alto	Sup. a 90 (D9)	Sup. a 71,31

Figura N° 10: Elaboración propia (2014)

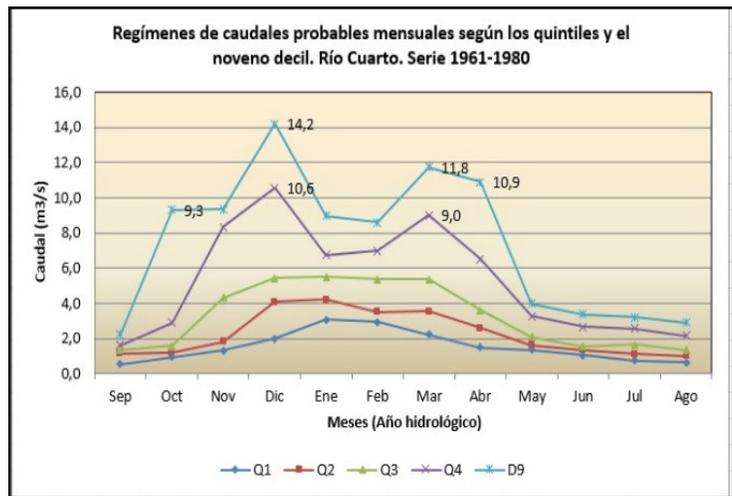


Figura N° 11: Elaboración propia (2014)

### III. Correlación de datos pluviométricos y caudales. Río Cuarto. Serie 1961-1980

Con el objeto de identificar si existe o no relación entre ambas variables, se articulan los datos de precipitaciones y caudales de Río Cuarto, en la serie 1961-1980. Para ello, se utiliza el Índice de Correlación de Spearman que es un índice estadístico que mide la relación entre dos variables cuantitativas de igual o diferente naturaleza.

Para el cálculo de este índice, sólo se utiliza la serie 1961-1980 debido a que no existen datos estadísticos de caudales desde el año 1980 en adelante. Sin embargo, a partir de los resultados obtenidos de la correlación entre las precipitaciones y caudales en la serie 1961-1980 y el comportamiento de las precipitaciones en la serie 1980-2003, nos permitirá deducir si pudo haber existido en algún momento una variabilidad significativa, creciente o decreciente, del caudal en los años donde se registran faltantes de datos. A su vez la utilización de la cartografía en donde se representan los meandros del río Cuarto en la serie 1961-2003, será otra variable más de análisis

que permitirá articularlo con las precipitaciones e inferir los posibles comportamientos de caudal en la serie de años donde se registra los datos faltantes.

De acuerdo al cálculo del Índice de Correlación de Spearman (Figura N° 12) el valor resultante 0,99325 indica que existe una alta correlación entre las precipitaciones y los caudales para la serie y área analizada. Esto se traduce en que a mayor cantidad de precipitaciones, mayor será el caudal registrado en el área de estudio.

Por lo tanto, se puede afirmar que en el área del curso medio del río Cuarto las precipitaciones registradas influirán en el comportamiento del caudal. Cualquier aumento o descenso del mismo tendrá como causa directa y significativa a las precipitaciones involucradas en el área de estudio. Ahora bien, hasta aquí se puede observar una alta correlación entre las precipitaciones y el caudal para la serie 1961-1980, pero se desconoce la correlación para la serie 1980-2003 debido a los mencionados datos faltantes de caudales. Por lo tanto, a continuación se efectúa un análisis comparativo entre las precipitaciones registradas en la serie 1961-1980 con la serie

$r = 1 - (6 * \sum d^2) / (N^3 - N)$
$r = 1 - (6 * 30) / (27000 - 30)$
$r = 1 - (180) / 26970$
$r = 0.99325$

Figura N° 12: Elaboración propia (2014)

El objetivo de este análisis consiste en visualizar si se detectan grandes variaciones que provoquen posibles cambios significativos en los caudales y por consiguiente un cambio relativo en el modelado de los lechos fluviales. Si se logra observar una regularidad en el comportamiento de las precipitaciones en la serie 1980-2003, se supone que el caudal debería responder con valores similares, para la misma serie, por la correlación identificada con el Índice de Spearman entre las precipitaciones y los caudales en la serie 1961-1980. De esta manera los comportamientos resultantes de las precipitaciones podrán evaluarse también con los registros de cambios en el meandro del curso medio del río Cuarto para la misma serie de años. Si en este último se identifica una modificación significativa en su meandro, mientras que las precipitaciones no han sufrido variación, las causas de dicho comportamiento deberán buscarse entonces en otro aspecto que no se correlacione directamente con las precipitaciones y los caudales.

Del análisis total anual de las precipitaciones para las series 1961-1980 y 1980-2003 (Figuras N° 13 y N° 14) se puede observar, a modo general, una regularidad en los valores para ambas series entre los 1231 y 528 mm. Además, la línea de tendencia central revela un comportamiento estable en lo que respecta a significativos ascensos o descensos de precipitaciones históricas.

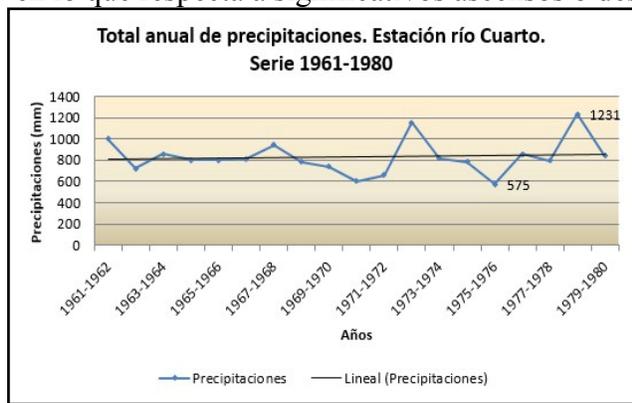


Figura N° 13: Elaboración propia en base a datos proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional y el Servicio de Agrometeorología de la FAyV-UNRC (2014)

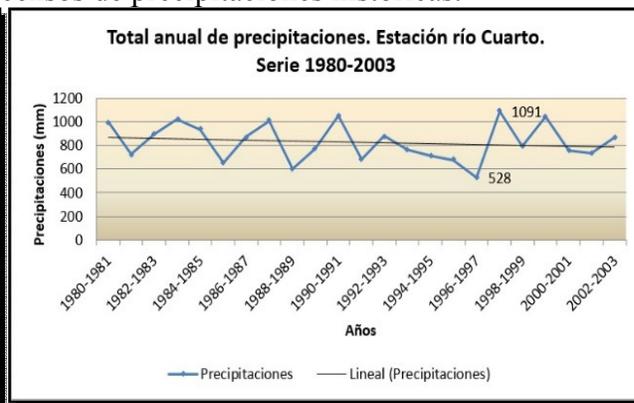


Figura N° 14: Elaboración propia en base a datos proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional y el Servicio de Agrometeorología de la FAyV-UNRC (2014)

De esta manera, se puede afirmar que si en la serie 1961-1980 existía una alta correlación entre los registros de precipitaciones y caudales, entonces por resultados obtenidos en el análisis comparativo de precipitaciones entre las serie 1961-1980 y 1980-2003 se puede afirmar que continúa la correlación para la última serie (1980-2003). Sabiendo que las precipitaciones en toda la serie (1961-2003) han mantenido una regularidad en su comportamiento, se supone por correlación que el caudal también y por ende los cambios en el meandro del curso medio del río Cuarto deben mantener una conducta regular en toda la serie. Caso contrario, si se detecta en algún momento de la serie un cambio significativo en el meandro, entonces deben buscarse las causas en otra variable que no sean las precipitaciones ni caudales, tales como la veracidad de correlación en el período de faltante de datos de caudales (1980-2003).

#### **IV. Correlación de datos pluviométricos, caudales y modelado del lecho fluvial. Impacto de intervenciones sociales. Río Cuarto. Serie 1961-2003**

Degiovanni *et al* (2005) en su trabajo *Monitoreo del comportamiento del río Cuarto en un tramo del curso medio sometido a fuerte presión antrópica*, analizan y resuelven que de los geoindicadores monitoreados surge que el sistema fluvial del río Cuarto, como la mayoría de los cursos desarrollados sobre materiales erodables, posee una alta sensibilidad para ajustarse a cambios en las condiciones ambientales, tanto naturales como derivada de las actividades humanas. Por otra parte los tiempos de recuperación o de alcance de un nuevo estado de equilibrio son relativamente cortos y dependen de eventos de crecida de recurrencia anual-bianual que son geomorfológicamente efectivos. Estos resultados ponen en evidencia los cuantiosos problemas ambientales que surgen de las intervenciones en el curso medio del río Cuarto por no tener en cuenta el comportamiento geomorfológico detectado.

Los autores plantean y comprueban las hipótesis de que las redes de drenaje de la región están en diferentes etapas de un proceso de rejuvenecimiento y por lo tanto son potencialmente inestables, que la reactivación de los sistemas fluviales de la zona se vincula a causas tectónicas, climáticas y antrópicas, que operan en espacios y tiempos diferentes y que los registros continuo de variables que indican cambios en la peligrosidad y la vulnerabilidad permite establecer tendencias de cambios ambientales, a la vez que mejorar el conocimiento del comportamiento de los sistemas fluviales.

Para el monitoreo del comportamiento del curso medio del río Cuarto, Degiovanni (2005) utiliza geoindicadores de presión, estado y respuesta. Dentro de los tres tipos mencionados, en este trabajo nos interesa el geoindicador de estado, ya que se analizan los aspectos hidrológicos, morfológicos y sedimentológicos. Dentro del hidrológico se destacan importantes crecidas ocurridas en 1979 y 1998, con caudales instantáneos del orden de 180-300 m<sup>3</sup>/s y entre los 180-300m<sup>3</sup>/s para los años 1985, 1992 y 2000, 2004. Los resultados obtenidos de la investigación efectuada por el equipo de geólogos de la UNRC se representan en la Figura N° 15 a través de un *mapa de ubicación de perfiles longitudinales y transversales, sectores de control e intervenciones antrópicas, tramo urbano y periurbano del río Cuarto, Río Cuarto, Córdoba*. En dicha cartografía, se puede visualizar la representación de tres trazados diferentes del curso medio del río Cuarto, que involucra los años 1970, 1989 y 2000. Degiovanni (2005), analiza los valores de áreas migradas y la geometría de meandros para las series temporales analizadas. Para el período 1970-1989 indica un aumento de amplitud con poca traslación, mientras que en el segundo ciclo 1989-2005 la geometría cambia sustancialmente, sustituyéndose curvas mayores por meandros de bajo radio de cobertura y poca longitud de onda que indica el inicio de un nuevo tren de migración. Respecto a las áreas migradas en el primer ciclo los valores son en general

menores aumentando notoriamente en el segundo, fundamentalmente los meandros situados aguas abajo del puente ferroviario.

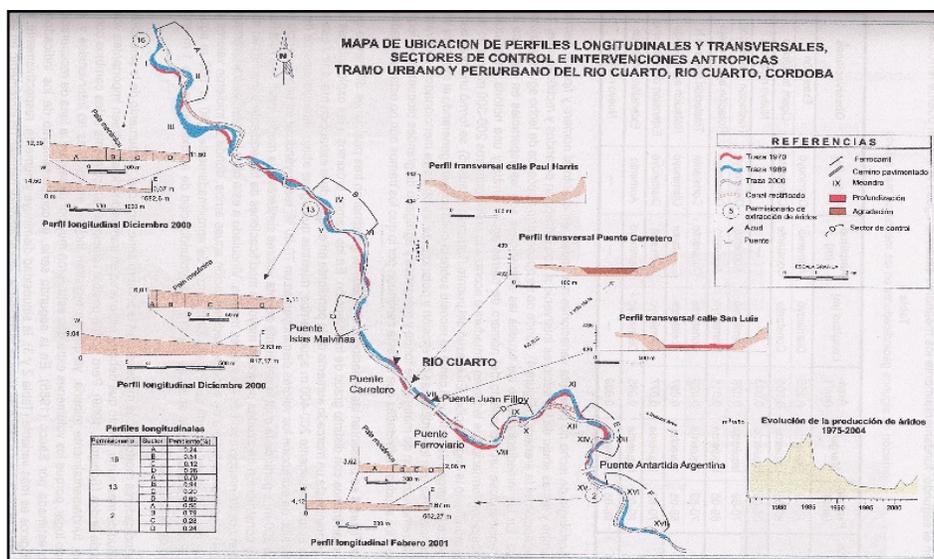


Figura N° 15: Elaborado por Degiovanni *et al* (2005)

Para la correlación entre el análisis de precipitaciones y caudales con lo trabajado por los autores, se procede en primer lugar al análisis de los totales anuales de precipitaciones y caudales respectivamente para la serie 1961-1970 (Figuras N° 16 y N° 17). En los mismos se visualiza que las precipitaciones mantienen un comportamiento regular en toda la serie de entre 700 y 1000 mm anuales. En cuanto a los caudales, la línea de tendencia promedio muestra una relativa disminución de sus valores anuales, de 77 a 17 m<sup>3</sup>/s anuales.

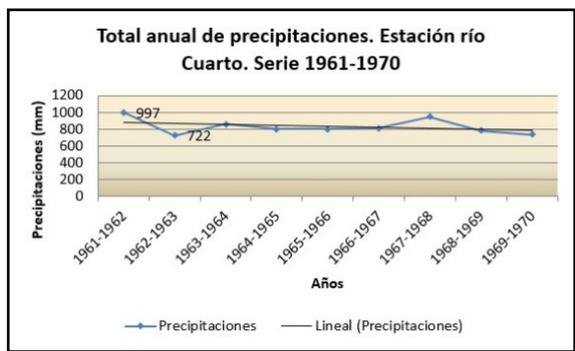


Figura N° 16: Elaboración propia en base a datos proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional y el Servicio de Agrometeorología de la FAyV-UNRC (2014)

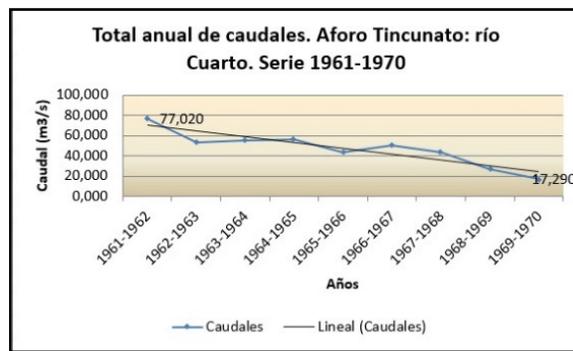


Figura N° 17: Elaboración propia en base a datos proporcionados por el Servicio Hidrológico Nacional (2014)

Para la serie 1970-1989 (Figura N° 18), también se concibe en toda la serie una tendencia relativamente regular de precipitaciones que varían entre los 500 y 1200 mm anuales. En el caso de los caudales, sólo se representa los valores conseguido para esta serie (1970-1980), (Figura N° 19). Si se observa el comportamiento de la línea tendencial se denota un significativo aumento de los caudales. Sin embargo, se debe tener en cuenta, que este aumento es producto de la crecida exponencial en dos años, 1973 y 1979, quienes depuran los demás valores de toda la serie provocando el aumento tendencial. Si nos remitimos a la Figura N° 2, observaremos que el aumento de caudal para los años 1973 y 1979 se relacionan con el aumento de precipitaciones registradas para los mismos años. Sin embargo, como en el gráfico de las precipitaciones se tiene la serie de años completa (1970-1989), los valores de 1973 y 1979 no logran depurar los datos de los demás años, por lo que tampoco llega a modificarse la línea de tendencia central hacia un aumento, sino manteniéndose regular-uniforme. Por lo tanto, sien la serie de años 1970-1989 se contara (Figura N° 19) con todos los valores, posiblemente mantendría un comportamiento similar al de las precipitaciones. De hecho, según los resultados obtenidos del Índice de Correlación de Spearman entre precipitaciones y caudales se puede afirmar lo expresado, ya que se obtiene un alto grado de correlación entre las variables.

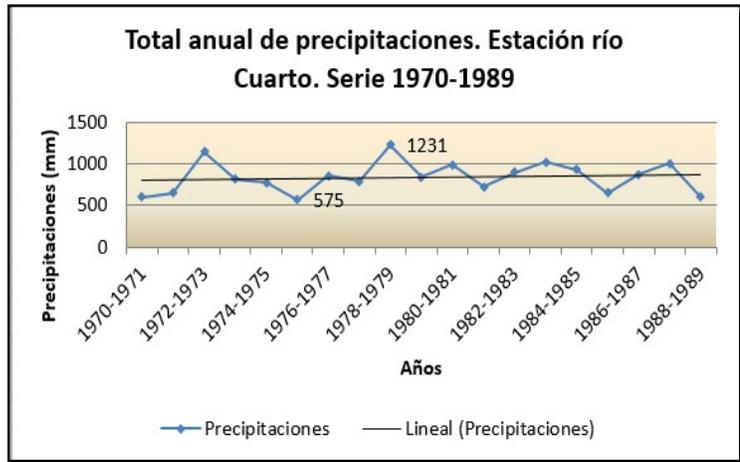


Figura N° 18: Elaboración propia en base a datos proporcionado por el Servicio Meteorológico Nacional y el Servicio de Agrometeorología de la FAyV-UNRC (2014)

De esta manera, se puede comprobar que existe una relativa correlación entre el comportamiento de los meandros en el curso medio del río Cuarto y el comportamiento de las precipitaciones y caudales para la serie 1961-1989. Si bien se detectan dos años de crecidas, 1973 y 1979, los mismos no alcanzan para provocar un cambio significativo en el modelado del lecho fluvial, ya que hidráulicamente este proceso es progresivo en el tiempo y requiere de varios años. Por lo tanto, habiendo analizado los datos de precipitaciones y caudales para la primera serie de años (1961-1989) se puede afirmar lo que Degiovanni (2005) plantea cuando expresa que "... las variaciones en la geometría de meandros para el período 1970-1989 indican, en general, un aumento de amplitud con poca traslación..."

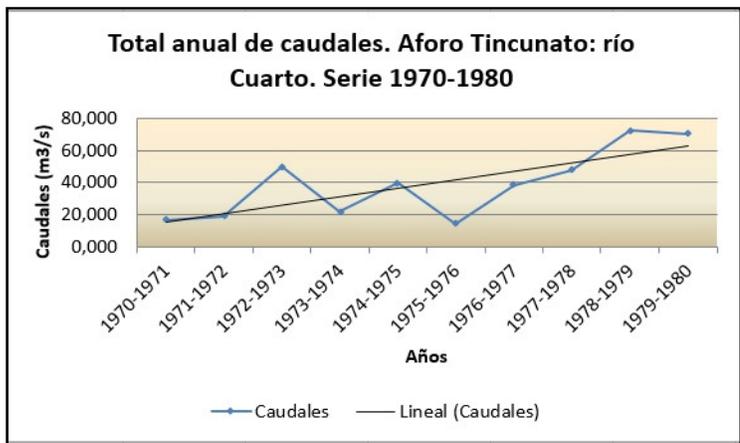


Figura N° 19: Elaboración propia en base a datos proporcionados por el Servicio Hidrológico Nacional (2014)

Para la serie 1989-2003 (Figura N° 20), se observa que los datos pluviométricos mantienen un comportamiento relativamente regular en toda la serie entre los 500 y 1100 mm anuales. Se destacan relativas variaciones de precipitaciones en los períodos de 1989 a 1994 y de 1997 a 2001, mientras que para los períodos 1994-1996 y 2001-2003 se registran descenso de precipitaciones. En el caso de los caudales, para esta misma serie de años no existen datos. Sin embargo, según estudios de correlación efectuada a través del Índice de Correlación de Spearman en la primera serie de años (1961-1980) y por análisis comparativo de precipitaciones entre diferentes períodos, que denotan una alta correlación entre ambas variables, el comportamiento de los caudales debe ser similar al de las precipitaciones en la serie 1989-2003. Por lo tanto, si las precipitaciones y los caudales mantienen un comportamiento relativamente regular en esta serie de años, el modelado de los lechos fluviales también debería mantenerse uniforme. Sin embargo, Degiovanni (2005) expresa: “...que en el segundo ciclo 1989-2005 la geometría cambia sustancialmente, sustituyéndose curvas mayores por meandros de bajo radio de cobertura y poca longitud de onda que indican el nuevo tren de migración...”. Por ende, se debe buscar las causas de este comportamiento en algún otro aspecto. Si nos remitimos a la Figura N° 15, donde se representa la evolución de los tramos meandricos, se observa que los mayores cambios en la geometría del lecho fluvial se producen en las zonas donde se ha rectificado el curso por acción humana. Esto es un aspecto importante a tener en cuenta, ya que si a un sistema natural se le modifica su trayecto natural, el río buscará su nivel de base en otros tramos del curso por lo que generará nuevos cambios en el trayecto del lecho fluvial. Degiovanni (1998), identifica algunas *intervenciones en la cuenca media del río Cuarto con detalles de los principales sectores modificados* (Figura N° 21). Comenta que en la mayoría de los casos fueron realizadas para disminuir el riesgo de erosión de márgenes y, en la base de los puentes, para proteger las pilas de los procesos de profundización. Entre las obras

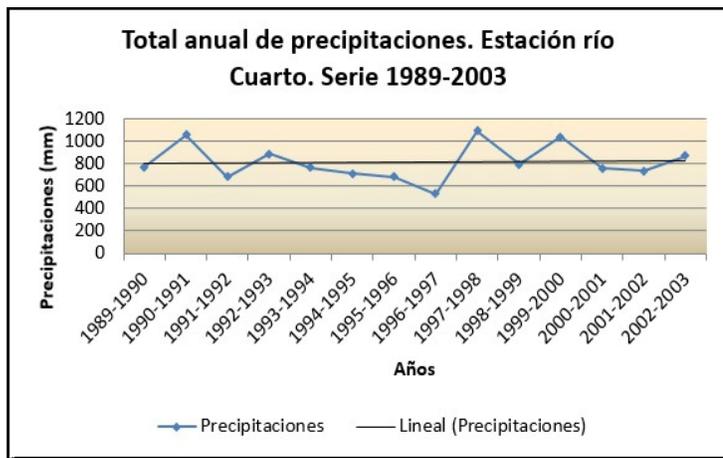
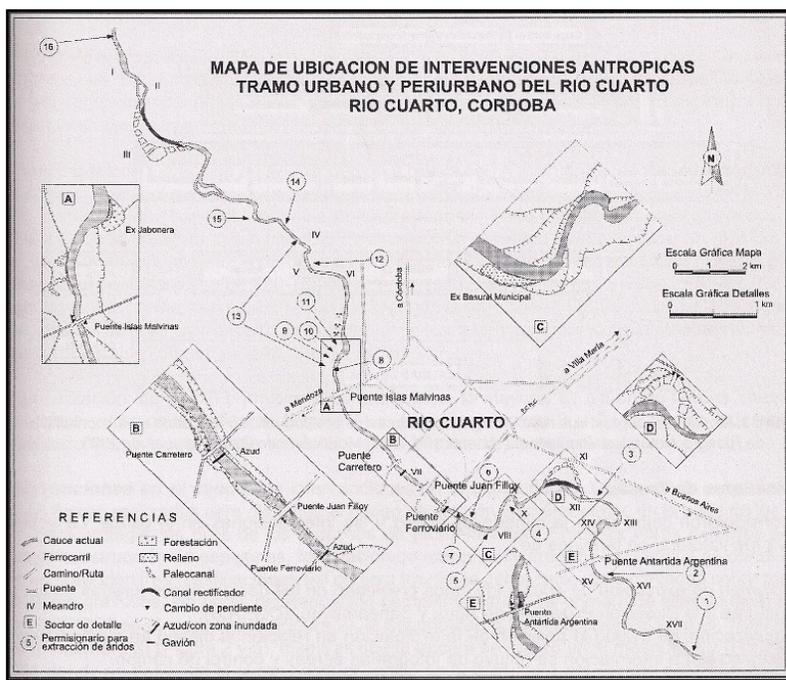


Figura N° 20: Elaboración propia en base a datos proporcionado por el Servicio Meteorológico Nacional y el Servicio de Agrometeorología de la FAyV-UNRC (2014)

Figura N° 21: Elaborado por Degiovanni *et al* (2005)



menores pueden citarse construcciones de espigones, forestaciones de márgenes y dragado del canal. Las obras mayores comprenden tres rectificaciones del curso a través de canalizaciones excavadas sobre materiales arenoso-gravosos, sin obras de atenuación complementarias. La primera de ellas se llevó a cabo en 1993/1994 (Figura N° 21) en el meandro III, la segunda se puso en funcionamiento en 1996 y rectifica el meandro XI, mientras que la tercera se realizó en el meandro XV en 1994 y se desplazó el curso hacia el centro de la estructura del Puente Antártida Argentina, mediante la construcción de un canal en tosca, de mayor pendiente y menor sección transversal que el canal original (Figura N° 15).

De esta manera se puede comprobar que también existe una relativa correlación entre el comportamiento de los meandros en el curso medio del río Cuarto y el comportamiento de las precipitaciones y caudales para la serie 1989-2003. Los fundamentos en los cambios significativos detectados en la geometría del cauce en el curso medio del río Cuarto para esta serie de años, se halla en las intervenciones sociales que se han generado sobre el lecho fluvial.

De acuerdo a su funcionalidad, el río Cuarto como ambiente posee diferentes “funciones ambientales” en su interacción con la sociedad. Las funciones ambientales corresponden a las relaciones existentes entre las actividades humanas y el medio ambiente. En éstas, el medio natural actúa aportando a la sociedad tres tipos de funcionalidades: fuente de recursos, soporte de actividades y servicios y sumidero de desechos (Cendrero Uceda, 1997). En el caso del curso medio del río Cuarto, estas tres funciones se observan claramente en las actividades que impactan sobre su dinámica natural, ya que de por sí es bastante compleja. En un relevamiento periodístico efectuado sobre los tipos de intervenciones (Figura N° 22) en el área de estudio (1987-2013) se puede identificar como única función de fuente de recurso a la extracción de áridos, con más de 45 casos, mientras que como soporte de actividades y servicios, se identifican una gran cantidad de intervenciones, tales como, la construcción de azudes, algunos acuerdos de mantenimiento, la construcción de puentes, la modificación del ambiente por diversas necesidades, todas situaciones con más de 28 y menos de 50 casos por tipo de intervenciones. Y como sumidero de desechos, se identifican casos de contaminación, tales como por el vertido de efluentes cloacales y la emergencia de microbasurales clandestinos con la mayor cantidad de casos, entre 40 y 50, mientras que la contaminación por poliducto, salinización y agroquímicos con menos de 10 casos por tipo.

De esta manera, se puede demostrar no sólo la importante dinámica y sensibilidad natural que posee el curso medio del río Cuarto sino también la significativa cantidad de intervenciones sociales que complejiza el estado de situación, y que además demuestra la escasa valorización del mismo como fuente de funciones ambientales tan beneficiosas para la ciudad.

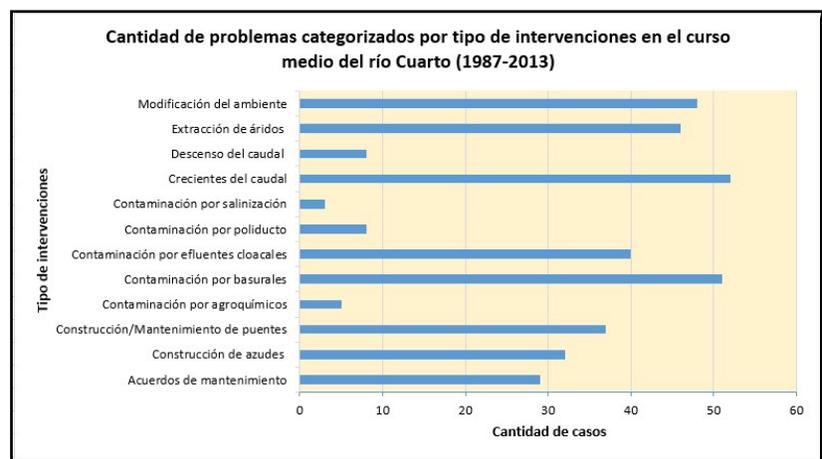


Figura N° 22: Elaboración propia en base al relevamiento de artículos periodísticos del diario local “PUNTAL” (2014)

## Consideraciones finales

Los resultados de este trabajo demuestran la alta sensibilidad que posee la geometría del curso medio del río Cuarto para ajustarse ante el comportamiento de las precipitaciones y los caudales en el medio involucrado. Además, se detecta una relativa alta correspondencia y correlación entre las conductas de las variables pluviométricas, caudales y el modelado geomorfológico del lecho fluvial. En consecuencia, considerando que el curso medio del río Cuarto es un sistema fluvial, en donde todos sus elementos se encuentran interrelacionados y con una importante articulación entre las variables hidrológicas y geomorfológicas, se infiere que ante cualquier suceso y/o evento que surja en alguna de sus partes, los impactos serán de gran magnitud. Además, este comportamiento es también atribuible a las actividades humanas en el medio natural del río producto de su alta intervención que se viene multiplicando en el tiempo.

Geográficamente, el sistema fluvial es un recurso muy importante y de gran valor para la sociedad, ya que el mismo se utiliza para satisfacer diferentes necesidades. Por lo tanto, el conocimiento de las variables analizadas es fundamental para la organización y planificación territorial de dos sistemas fuertemente interrelacionados y tan dinámicos como lo es el sistema natural y el sistema social.

## Bibliografía

AZCURRA, M., L. CAVIGLIA, L. GÓMEZ, F. GROSSO, R. MARCLÉ Y Y. PALMA. 2001. Informe final. Pasantía convenio EMOS-Dpto. de Geología. UNRC. Inédito.

AGUA Y ENERGÍA ELÉCTRICA S. E., 1967. Estudio proyecto para embalse Tincunaco

BLARASIN, M., S. DEGIOVANNI, M. CANTÚ, C. ERIC, A. CABRERA, M. VILLEGAS, N. DOFFO, A. BECKER, J. CISNEROS, J. GONZÁLEZ Y C. CHOLAKY. 1994. Diagnóstico global del funcionamiento hídrico de las cuencas que afectan las trazas de la ruta nacional N°7, entre Laboulaye y Villa Mercedes, y la ruta N°8, entre Canals y Villa Mercedes. Convenio UNRC y Empresa Caminos del Oeste. S.A. Inédito.

CASTILLO, F. E. y CATELVI S., 1996. Agrometeorología. Ed. Munid-Prensa. Madrid.

CENDRERO UCEDA, A. 1997. Indicadores de desarrollo sostenible para la toma de decisiones. En: Naturzale Cuadernos de Ciencias Naturales N°12. Donostia: Euskolkaskuntza. ISSN 1137-8603.

DEGIOVANNI, S., M. VILLEGAS Y N. DOFFO. 1995. Propuesta de ordenamiento territorial de las márgenes del río Cuarto entre el puente Islas Malvinas y puente Antártida Argentina. Río Cuarto, Córdoba. En: *Problemática geoambiental y desarrollo sustentable*. Tomo II: 447-467. Río Cuarto. ISBN 950-665-024-1

DEGIOVANNI, S., M. VILLEGAS Y N. DOFFO. 1998. Auditoría ambiental: efectividad de las obras de mitigación de procesos erosivos en el río Cuarto. En: II Reunión Nacional Geología Ambiental y Ordenación del Territorio. Vol. Único 56-63.

DEGIOVANNI, S., 2005. Geomorfología regional. En: *Aguas superficiales y subterráneas en el sur de Córdoba. Una perspectiva geoambiental*. Págs. 19-20.

DEGIOVANNI, S., M. VILLEGAS, N. DOFFO, N. CAVIGLIA Y Y. PALMA. 2002. La aplicación de geoindicadores en el monitoreo de sistemas fluviales. Dpto. de Geología. UNRC. X5804 ZAB. Río Cuarto, Córdoba, Argentina.

DEGIOVANNI, S., M. VILLEGAS Y N. DOFFO. 2005. Monitoreo del comportamiento del río Cuarto en un tramo del curso medio sometido a fuerte presión antrópica. Dpto. de Geología FCEFQyN. UNRC. En: *Aguas superficiales y subterráneas en el sur de Córdoba. Una perspectiva geoambiental*. Págs. 105-116. Ed. UNRC. Río Cuarto.

GIAI, S. 2008. Introducción a la hidrología. Ed. UNLPam. Santa Rosa, La Pampa.

PAOLI, C. 2003. Conceptos básicos sobre hidrología y recursos hídricos. Inédito. En: Seminario "Manejo de los recursos naturales". MGA. UNL. Santa Fe.

PEDRAZA GILSANZ, J. 1996. Geomorfología: principios, métodos y aplicaciones. Ed. Rueda. Madrid.

VILLEGAS, M., S. DEGIOVANNI, L. CAVIGLIA Y Y. PALMA. 2002. Monitoreo de sistemas fluviales: evaluación de la presión de la minería de áridos sobre el río Cuarto utilizando geoindicadores. En: *XIX Cong. Nac. del Agua. Carlos Paz*.

ZIMMERMANN, O., BASILE. 2000. Hidrología: Procesos y métodos. Ed. UNRC. Rosario.

## Evaluación de la aptitud ecológica con fines de uso rural de las tierras del partido de Hipólito Yrigoyen, provincia de Buenos Aires

NUÑEZ, Mariana Verónica<sup>1</sup>  
GONZALO MAYORAL, Eliana Soledad<sup>2</sup>

### Introducción

“Los ecosistemas conforman un escenario y una oferta de recursos donde el hombre satisface numerosas necesidades vitales, objetivas y subjetivas. La modalidad en que procesa respuestas a la satisfacción de sus necesidades tiende a adquirir formas geográficas que se manifiestan a través de diversas expresiones territoriales resultantes de la diversidad de intervenciones antrópicas. Lo cierto es que las formas modifican la estructura y las funciones del paisaje. Estos cambios son frecuentemente evaluados como impactos ecológicos negativos del desarrollo, de ahí la necesidad de que las intervenciones estén orientadas y reguladas por dimensionamientos adecuados de las potencialidades y restricciones ecológicas de los recursos” (Sánchez, 2001).

La idea central de la metodología para la evaluación agroecológica de la aptitud de las tierras es clasificar la tierra según su aptitud para tipos específicos de uso de las mismas en forma sostenida. Esto último implica prácticas de manejo conservacionistas.

En la planificación del desarrollo rural, la evaluación de tierras constituye un vínculo entre los levantamientos básicos de recursos naturales y la adopción de decisiones sobre la planificación y ordenación espacial del uso de la tierra (FAO, 1985).

En la “consulta de expertos” convocada por la FAO en 1972 (Proyecto Regional FAO/PNUD RLA 70/457a) se recalcó la importancia de la influencia del hombre sobre los atributos de la tierra. Este aspecto queda claramente reflejado en la definición aceptada desde entonces en relación al uso del término tierra, el cual fue conceptualizado en los siguientes términos: *“una porción de tierra, se define como un área específica de la superficie del planeta: sus características abarcan todo atributo razonablemente estable, o predicablemente cíclico, de la biosfera existente verticalmente, sobre y debajo de la superficie de este área, incluso aquellas de la atmósfera, el suelo, la geología subyacente, la hidrología, las poblaciones de plantas y animales y los resultados de la actividad humana en el pasado y en el presente, en la medida en que estos atributos influyen significativamente sobre los usos presentes y futuros que de ella hace el hombre”* (FAO, 1972).

Según esta definición, el concepto de tierra abarca todos sus atributos. Así definido, el concepto es de gran utilidad para dimensionar el espacio vinculado a los ecosistemas, fundamentalmente aquellos que han sido intervenidos por el hombre.

Siguiendo a Sánchez y Nuñez (2004), la conservación de la calidad de los recursos (biológicos, edáficos e hídricos) de una región conforma las bases para el sustento del desarrollo social y económico de la misma. Comprender la diversidad y distribución territorial de un área y conocer los suelos, sus características y propiedades, como así también sus potencialidades y limitaciones, es fundamental al momento de emitir juicios sobre el uso y manejo de la tierra.

---

<sup>1</sup> Laboratorio de Estudios Ecogeográficos. FCH. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires  
[nzmariana@yahoo.com.ar](mailto:nzmariana@yahoo.com.ar)

<sup>2</sup> Laboratorio de Estudios Ecogeográficos. FCH. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires  
[gonzaloeliana@gmail.com](mailto:gonzaloeliana@gmail.com)

El presente trabajo tiene por objetivo evaluar la aptitud agrícola, ganadera y forestal de las tierras del Partido de Hipólito Yrigoyen (PHY), analizando las potencialidades y restricciones ecológicas de las mismas, a escala cartográfica 1:500.000.

## Materiales y Métodos

La ordenación de los recursos edáficos del Partido de Hipólito Yrigoyen realizada por Gonzalo Mayoral y Nuñez (2013) fue tomada como base para el presente estudio. La misma se efectuó a escala cartográfica 1:500.000 y parte de la interpretación del Mapa de Suelos de la Provincia de Buenos Aires realizado por INTA (1989).

La metodología utilizada en la evaluación de la aptitud agrícola de las tierras tiene antecedentes, marcos teóricos y modalidades de aplicación (FAO, 1972; 1973; Ramalho Filho, et al 1979; INTA, 1990) que han sido oportunamente esquematizadas para el partido de Tandil (Sánchez, 2004) y la ecorregión Tandilia (Nuñez y Sánchez, 2006). En relación al PHY, la clasificación de la aptitud de la tierra para fines de uso rural fue centralmente concebida adoptando los criterios descriptos en los mencionados trabajos publicados por la FAO.

Los principios del método sugerido en las recomendaciones de la FAO (1973) consisten en interpretar inter-relaciones entre variables ecológicas y tecnológicas que permiten identificar y dimensionar restricciones y potencialidades de las tierras para la producción de diferentes tipos de biomasa en el medio rural.

Los tipos de uso a los que hace referencia el Sistema de Evaluación de la Aptitud las Tierras de Hipólito Yrigoyen son los siguientes: cultivos agrícolas anuales (Agricultura); cultivo de plantas forrajeras (Pecuaria intensiva/semi-intensiva); “cría” o “cría y recría” de ganado en pastizales nativos (Pecuaria extensiva/semi-extensiva) y silvicultura. Las tierras evaluadas como inaptas para dicho conjunto de tipos de uso rural son clasificadas como tierras que demandan políticas de protección.

Dado que las condiciones socio-económicas de los productores, así como el contexto técnico, social y económico de cada región, determinan su capacidad de incorporar insumos e implementar tecnologías adecuadas de producción, el Sistema de Evaluación de Tierras requiere, para su aplicación establecer, en primera instancia, el nivel tecnológico de manejo. Ramalho Filho et al (1979) definen los siguientes niveles de manejo: i. alto (aplicación intensiva de capital y de resultados de investigaciones para el manejo, mejoramiento y conservación de las condiciones de la tierra); ii. medio (modesta aplicación de capital y de resultados de investigaciones para el manejo, mejoramiento y conservación de las condiciones de la tierra) y iii. bajo (nula aplicación de capital y de resultados de investigaciones para el manejo, mejoramiento y conservación de las condiciones de la tierra). En este último nivel, las prácticas agrícolas dependen del trabajo manual, pudiendo ser utilizada la tracción animal o algún implemento agrícola simple.

Tomando como referencia los criterios metodológicos aplicados en Tandil (Sánchez, 2004), la evaluación de la aptitud en el PHY fue estructurada -en un primer nivel de clasificación utilitaria de las tierras- considerando cuatro **grupos de aptitud**. Los números 1, 2, 3 y 4 nominan y ordenan estos grupos que además de identificar atributos paisajísticos y ofertas ecológico-paisajísticas diferenciadas, definen niveles jerárquicos decrecientes en cuanto a la intensidad de uso de los respectivos sistemas de tierras. Los cuatro grupos de aptitud de las tierras se corresponden con los tipos de uso y símbolos cartográficos descriptos en el Cuadro N° 1.

Las tierras aptas para algún tipo de uso rural (Grupos 1, 2 y 3) fueron luego clasificadas -en un segundo nivel jerárquico- según **clases de aptitud** que hacen referencia al grado de las

limitaciones que afectan el uso de las tierras. Las clases de aptitud y los correspondientes símbolos cartográficos utilizados en el Mapa de Aptitud de las Tierras son descriptas en el Cuadro N° 2.

**Cuadro N° 1. Grupos de aptitud de las tierras, tipos de uso y símbolos cartográficos del partido de Hipólito Yrigoyen**

<i>Grupo de aptitud</i>	<i>Tipo de uso</i>	<i>Símbolo cartográfico</i>
Grupo 1	Agricultura (cultivos anuales de cosecha)	<b>A</b>
Grupo 2	Pecuaria asociada a herbivoría de plantas forrajeras cultivadas (pecuaria semi-intensiva o intensiva)	<b>P</b>
Grupo 3	Pecuaria asociada a herbivoría de plantas forrajeras Nativas (pecuaria extensiva o semiextensiva), y/o Silvicultura.	<b>N y/o S</b>
Grupo 4	Tierras inaptas para todo tipo de uso rural asociado a producción inducida de biomasa primaria o secundaria (son tierras eventualmente aptas para recreación y/o conservación de la vida silvestre).	<b>Ti</b>

Definido el nivel tecnológico, se interpretan -en primera instancia- las cualidades agroecológicas del recurso edáfico. Las unidades de tierra evaluadas como inaptas para la agricultura por razones edáficas (Tierras no pertenecientes al Grupo 1 de aptitud) se analizan seguidamente interpretando su aptitud para el cultivo de plantas forrajeras (Grupo 2). Si la tierra es también inapta para ese tipo de uso (Tierras no labrables, siquiera para la implantación pastos cultivados) se analiza el recurso “vegetación”, evaluando entonces la capacidad de uso de la diversidad de plantas asociadas a la correspondiente formación fisonómico-florística. En esos casos se evaluó la aptitud de los pastizales (naturales o seminaturales) para aprovechamiento ganadero sostenido de plantas forrajeras nativas y/o para la silvicultura (Grupo 3). Finalmente, las tierras clasificadas como inaptas para todo tipo de uso rural (Grupo 4) son indicadas, tal como ha sido anticipado, para recreación y –eventualmente- para conservación de la flora y la fauna.

Las limitaciones de las diferentes unidades de tierra fueron evaluadas en base a las siguientes variables: régimen de humedad; clase de drenaje; salinidad y/o alcalinidad; contenido de materia orgánica; estructura y textura del suelo; profundidad efectiva del suelo y pendiente. Dichas variables permiten analizar los indicadores de limitación sugeridos por la FAO (1972): deficiencia de fertilidad; deficiencia de agua; exceso de agua; susceptibilidad a la erosión; impedimentos para mecanización. El grado en que se manifiestan las limitaciones fue indicado a través de los términos siguientes: “*nulo a leve*”; “*moderado*” y “*fuerte*”.

**Cuadro N° 2. Descripción de las clases de aptitud de las tierras y su simbología cartográfica**

<i>Clase de aptitud</i>	<i>Descripción</i>	<i>Símbolo cartográfico</i>
<i>Buena</i>	Tierras sin limitaciones -o a lo sumo ligeras limitaciones- para usos sustentados.	<b>A</b> (tierras de buena aptitud para cultivos anuales) <b>P</b> (tierras de buena aptitud para pasturas) <b>N</b> y/o <b>S</b> (tierras de buena aptitud para el aprovechamiento de plantas forrajeras Nativas y/o Silvicultura)
<i>Regular</i>	Tierras que presentan limitaciones moderadas para la producción sustentada de biomasa (las limitaciones reducen la productividad o los beneficios en relación a la clase anterior, elevando considerablemente la necesidad de insumos con el fin de obtener beneficios razonables).	<b>a</b> (tierras de regular aptitud para cultivos anuales) <b>p</b> (tierras de regular aptitud para pasturas) <b>n</b> y/o <b>s</b> (tierras de regular aptitud para el aprovechamiento de plantas forrajeras nativas y/o silvicultura)
<i>Restringida</i>	Tierras que presentan limitaciones algo severas para la producción sustentada a través de un uso determinado (estos grados de limitación reducen la productividad o los beneficios; requieren una importante aplicación de correcciones y/o insumos, se las asume como tierras marginales)	<b>(a)</b> (tierras de aptitud restringida para cultivos anuales) <b>(p)</b> (tierras de aptitud restringida para pasturas) <b>(n)</b> y/o <b>(s)</b> (tierras de aptitud restringida para el aprovechamiento de plantas forrajeras nativas y/o silvicultura)
<i>Inapta</i>	Tierras que, al nivel tecnológico considerado en la evaluación, no aseguran la producción sustentada de biomasa con tipo alguno de uso rural	

### Área de estudio

El partido de Hipólito Yrigoyen se encuentra en el centro-oeste de la provincia de Buenos Aires donde ocupa una superficie de 166.300 hectáreas y concentra una población de 9.585 habitantes (INDEC, 2010). Al norte limita con el partido de Pehuajó, al este con San Carlos de Bolívar, al sur con Daireaux y al noroeste con el partido de Carlos Casares (Figura N° 1).

Henderson es la ciudad cabecera del Partido y junto a María Lucila, Herrera Vegas y Coraceros constituyen los núcleos urbanos del Partido. Tales localidades fueron fundadas a partir de la creación de estaciones ferroviarias de la antigua línea del ferrocarril Midland, hoy convertidas en un camino interno que conecta no sólo estas localidades del Partido, sino todas aquellas estaciones del antiguo (e inexistente) ferrocarril.

El clima es templado, con un temperatura media anual que ronda los 15° C, las precipitaciones se concentran durante el otoño y la primavera, registrándose una pluviosidad de 944 mm anuales. El viento predominante es el pampero del sudoeste, que se presenta normalmente y de forma violenta en el verano. Teniendo en cuenta la información brindada por GeoINTA, el promedio de días con heladas en el Partido son 30, mientras que la humedad relativa anual es del orden del 71,6%.

Hipólito Yrigoyen forma parte de la denominada Pampa Arenosa, la cual abarca el noroeste de la provincia de Buenos Aires, noreste de La Pampa, sur de Santa Fe y sudeste de Córdoba. En base a lo descripto por Moscatelli et.al. (1990) para la Pampa Arenosa, la topografía del PHY se caracteriza por presentar ondulaciones suaves y estables, con presencia de médanos de arena en algunos sectores. Estas formaciones medanosas son antiguas y actualmente se encuentran

estabilizadas por la vegetación. La red de drenaje está poco definida, y el escurrimiento superficial es paralelo a los antiguos cordones medanosos, siendo insuficiente para evacuar el exceso hídrico en épocas de abundantes precipitaciones. Tal situación conduce a la formación de encharcamientos superficiales que se mantienen por lapsos de tiempo considerables.

En las zonas planas y con bajos no anegables, los suelos suelen contener abundantes cantidades de arcilla, lo cual hace que en ciertas épocas se forme una falsa capa freática en los primeros centímetros del suelo, impidiendo y dificultando la percolación.

Desde sus comienzos, la principal actividad económica del Partido fue la agrícola. Las estadísticas publicadas por el Sistema Integrado de Información Agropecuaria (SIIA) del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, revelan que el 50% de las tierras del Partido (83.300 ha) se destinan a la agricultura<sup>3</sup>. En relación a la ganadería, la misma fuente de información indica que en el primer semestre de 2012, el número de cabezas de ganado ovino era de 55.406 animales, destacándose novillitos, vaquillonas y terneros.

### Resultados y Discusión

El término “aptitud agrícola de las tierras” expresa la adaptabilidad agroecológica de una porción de la superficie terrestre para un uso agrícola definido o bien la inaptitud de la misma para todo tipo de uso rural. En el presente trabajo el término “tierra” está siendo considerado en el sentido amplio e integrador, implícito en su conceptualización (FAO, 1972). Por lo tanto incluye todas las relaciones ecológicas y ambientales de los diversos sistemas de tierras involucrados en el análisis integrado del territorio, de acuerdo a la escala cartográfica del estudio.

En un primer nivel de percepción Gonzalo Mayoral y Nuñez (2013) manifiestan que la morfología superficial del PHY se expresa como una extensa llanura asociada a la Pampa Arenosa descrita por Moscatelli (1990; 93) o Pampa Plana según Soriano (1992; 374). La ordenación morfológica, realizada por las mismas autoras, fue concebida estableciendo un segundo nivel de percepción en base a interpretaciones de las relaciones relieve-suelo. Estas relaciones contemplan que el relieve es uno de los factores de formación de los suelos y que se percibe a través de técnicas de sensoriamiento remoto, siendo esa la estrategia utilizada en los levantamientos de suelos de la República Argentina para delimitarlos. Consecuentemente se hizo uso de esa estrategia para concebir una macro zonificación topográfica del PHY, escala 1:500.000 (Cuadro N° 3).

---

<sup>3</sup> La soja (57.400 ha), el maíz (16.400 ha) y el trigo (9.000 ha) constituyen los principales cultivos, ocupando un área considerablemente menor el sorgo, el girasol, la cebada y la avena (500 ha).

**Cuadro N° 3. Unidades Morfológicas del Partido de Hipólito Yrigoyen**

Unidad Morfológica (UM)	Descripción	Superficie en ha	
		ha	% del PHY
Llanura 1	Llanuras onduladas, con cordones arenosos orientados en sentido NE-SW y algunos sectores con médanos vivos.	110.623	66,5
Llanura 2	Llanuras onduladas con algunas áreas plano-cóncavas que ocupan poca extensión areal.	36.985	22,3
Llanura 3	Planicies amplias a muy amplias con cubetas y lagunas.	18.692	11,2

Fuente: Tomado de Gonzalez Mayoral y Nuñez, 2013

En el Cuadro N° 4 se aprecia el conjunto de suelos que difunden en el PHY clasificados a nivel de Subgrupo según la Taxonomía de suelos (Soil Survey Staff, 1975; 1999). La ordenación edáfica del PHY realizada por Gonzalo Mayoral y Nuñez (2013) revela que el Orden Molisol es el dominante (84,5% del PHY), junto al Suborden Udol (82,9%), el Gran Grupo Hapludol (82,9%) y el Subgrupo Hapludol éntico (46,2%).

**Cuadro N° 4. Unidades Morfológicas del Partido de Hipólito Yrigoyen**

Orden	Suborden	Gran Grupo	Subgrupo	Superficie	
				ha	% PHY
Molisol	Udol	Hapludol	Hapludol éntico	76.839	46,2
			Hapludol típico	49.178,4	29,58
			Hapludol tapto-árgico	8.132	4,89
			Hapludol tapto-nátrico	3.786,6	2,27
	Albol	Argialbol	Argialbol argiácuico	2.524,4	1,52
Entisol	Psamente	Udipsamente	Udipsamente típico	19.001,4	11,43
Alfisol	Alcualf	Natracualf	Natracualf típico	6.838,2	4,11

Fuente: Tomado de Gonzalo Mayoral y Nuñez (2013)

En la Figura N° 1 se aprecia el Mapa de ordenación edáfica del PHY. El mismo incluye una leyenda descriptiva donde se explicitan los atributos generales de los distintos tipos de suelos que difunden en el Partido. Tal leyenda se encuentra jerarquizada en dos niveles escalares, siendo que el primero de ellos corresponde a las UM delimitadas, mientras que el inferior corresponde a las unidades cartográficas de suelos presentes en el PHY.

El levantamiento de suelos constituye el antecedente básico de mayor jerarquía en lo que hace a la interpretación de indicadores que facilitan la evaluación de la aptitud agrícola de las tierras. Sin embargo, el concepto de “tierra” involucra el análisis de otros componentes e indicadores, cuyas interrelaciones con los indicadores edáficos posibilitó una mayor comprensión de las alternativas de uso de los ecosistemas asociados a las diferentes unidades de tierra. Consecuentemente el proceso de evaluación de las tierras del PHY para fines rurales, además de los cuerpos edáficos, incorpora el análisis de las variables geomórficas, morfo-edafoclimáticas y biológicas. Es así como “el relieve, la oferta pluvial y dinámica del agua en el paisaje, la deficiencia de oxígeno y

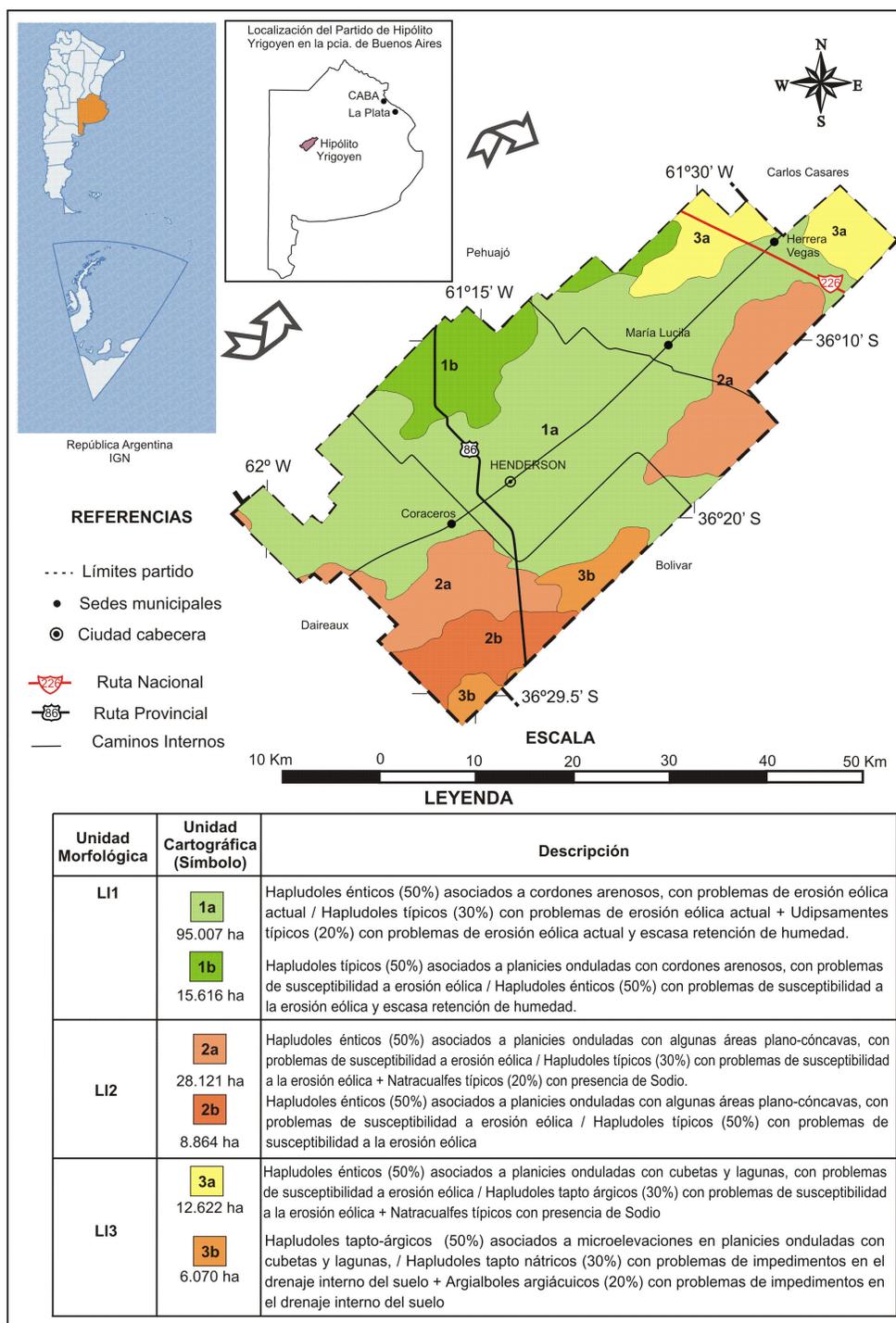
agua en el suelo, la susceptibilidad a la erosión y las posibles restricciones e impedimentos a la mecanización” conforman las principales cualidades de las tierras que deben ser interpretadas durante el proceso de evaluación (Sánchez, 2004; Sánchez y Nuñez, 2006).

Tal como fue anticipado en el presente trabajo, las unidades cartográficas delimitadas en la ordenación edáfica del PHY constituyen la unidad de tierra a partir de la cual se elaboró la evaluación de la aptitud de las tierras del Partido.

En ese sentido, en el Cuadro N° 5, se presentan las UM de Hipólito Yrigoyen y su composición edáfica, el grado en el que se manifiestan las limitaciones y la aptitud de los mismos para diferentes tipos de usos.

Los resultados obtenidos en el estudio fueron integrados en un mapa de aptitud de las tierras del Partido de Hipólito Yrigoyen para fines de producción rural (Figura N° 2). Dicha expresión geográfica de los resultados sintetiza, en términos de clasificación de la aptitud de las tierras, las potencialidades y limitaciones de carácter permanente para producción de diferentes tipos de biomasa en el medio rural. Dada la incidencia del nivel tecnológico en la evaluación de la aptitud de las tierras, los resultados, literalmente señalados en la leyenda descriptiva del Mapa (Cuadro N° 6), responden al siguiente criterio: un nivel tecnológico de manejo alto a medio en aquellas tierras que presentan probada vocación para producir sostenidamente cultivos anuales, pasturas perennes y verdes y un nivel tecnológico de manejo medio en las tierras asociadas a ambientes donde predominan prácticas de ganadería semiextensiva. Es destacable el hecho de que todas las unidades de tierras clasificadas como pertenecientes a los grupos 1 y 2 de aptitud son aptas para la silvicultura.

Figura N° 1. Ordenación Edáfica del Partido de Hipólito Yrigoyen



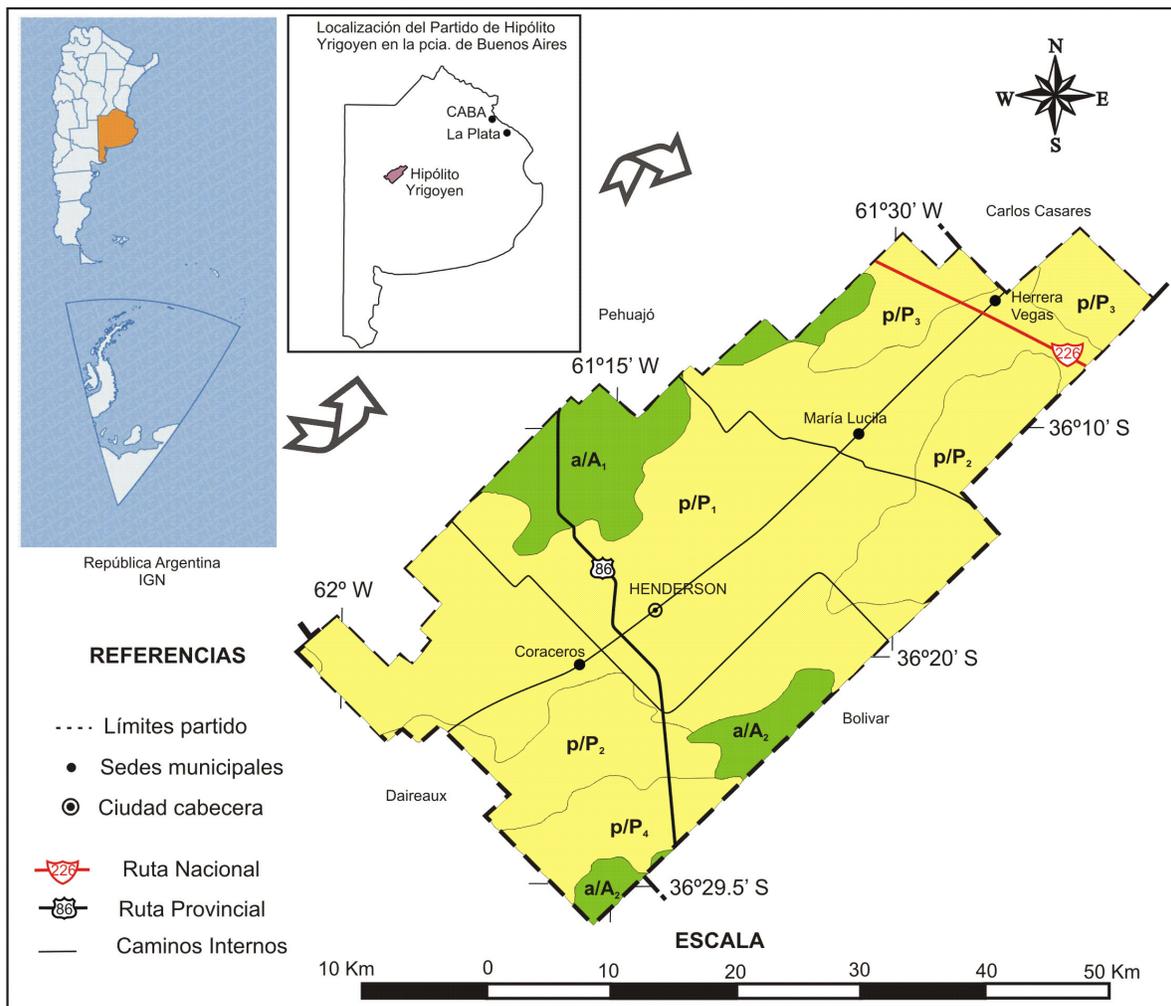
Cuadro N° 5. Composición edáfica, grado de las limitaciones y aptitud para diferentes tipos de uso de las tierras del Partido de Hipólito Yrigoyen

UM		Composición edáfica	Grado de las limitaciones							Aptitud(*)			
			Deficiencia de Fertilidad	Profundidad Efectiva	Deficiencia de Agua	Exceso de agua o Deficiencia de oxígeno	Salinidad y/o Sodicidad	Susceptibilidad a la erosión	Impedimentos a la mecanización	1	2	3	
Llanura 1	1a	Hapludoles énticos (50%)	Ligero	Nulo	Ligero	Nulo	Nulo	Nulo	Moderado	Nulo	(-)	-	-/+
		Hapludoles típicos (30%)	Ligero	Nulo	Nulo	Nulo	Nulo	Nulo	Moderado	Nulo	-	-/+	+
		Udipsamientos típicos (20%)	Moderado/Fuerte	Nulo	Moderada	Nulo	Nulo	Nulo	Moderado	Ligero/Moderado	(-)	(-)	-
	1b	Hapludoles típicos (50%)	Ligero	Nulo	Nulo	Nulo	Nulo	Nulo	Ligero	Nulo	-/+	-/+	+
Hapludoles énticos (50%)		Ligero	Nulo	Ligero	Nulo	Nulo	Nulo	Ligero	Nulo	-	-/+	+	
Llanura 2	2a	Hapludoles énticos (50%)	Ligero	Nulo	Nulo	Nulo	Nulo	Nulo	Ligero	Nulo	-/+	-/+	+
		Hapludoles típicos (30%)	Ligero	Nulo	Nulo	Nulo	Nulo	Nulo	Ligero	Nulo	-/+	-/+	+
		Natracualfes típicos (20%)	Nulo	Nulo	Nulo	Ligero/Moderado	Fuerte	Nulo	Nulo/Ligero	(-)	-	-/+	
	2b	Hapludoles énticos (50%)	Ligero	Nulo	Ligero	Nulo	Nulo	Nulo	Ligero	Nulo	-	-/+	+
Hapludoles típicos (50%)		Ligero	Nulo	Ligero	Nulo	Nulo	Nulo	Ligero	Nulo	-	-/+	+	
Llanura 3	3a	Hapludoles énticos (50%)	Ligero	Nulo	Nulo	Nulo	Nulo	Nulo	Ligero	Nulo	-/+	-/+	+
		Hapludoles tauto-árgicos (30%)	Ligero	Nulo	Nulo	Ligero	Nulo	Nulo	Ligero	Nulo/Ligero	-	-/+	-/+
		Natracualf típico (20%)	Nulo	Nulo	Nulo	Moderado	Ligero/Moderado	Nulo	Ligero	(-)	-	-/+	

3b	Hapludoles tapto-árgicos (50%)	Ligero	Nulo	Nulo	Nulo	Nulo	Nulo	Nulo	Nulo	-/+	+	+
	Hapludoles tapto-nátricos (30%)	Ligero	Nulo	Nulo	Moderado	Nulo	Nulo	Ligero		-	-	+
	Argialboles argi-ácuicos (20%)	Ligero	Nulo	Nulo	Moderad/Fuerte	Nulo	Nulo	Ligero/Moderado		-	-	+

(\*) 1. Agricultura; 2. Pecuaria asociada a herbivoría de plantas forrajeras cultivadas; 3 Pecuaria asociada a herbivoría de plantas forrajeras Nativas. Símbolos utilizados (-) “restringida”; (-)/- “restringida a regular”; - “regular”; -/+ “regular a buena”; + “buena”.

Figura N° 2. Aptitud de las tierras del partido de Hipólito Yrigoyen



Cuadro N° 6. Aptitud de las Tierras del Partido de Hipólito Yrigoyen (Leyenda descriptiva de la Figura N° 2)

UM		Composición edáfica	Descripción	Símbolo
Llanura 1	1a	<i>Hapludoles énticos</i>	Tierras de aptitud regular a buena para aprovechamiento ganadero de plantas forrajeras cultivadas (50%). Asocia tierras de aptitud regular a buena para cultivos anuales de renta (30%) y tierras de aptitud regular para aprovechamiento ganadero de plantas forrajeras nativas (20%).	p/P <sub>1</sub>
		<i>Hapludoles típicos</i>		
		<i>Udipsamentes típicos</i>		
	1b	<i>Hapludoles típicos</i>	Tierras de aptitud regular a buena para cultivos anuales de renta (50%). Asocia tierra de aptitud regular a buena para aprovechamiento ganadero de plantas forrajeras cultivadas (50%).	a/A <sub>1</sub>
<i>Hapludoles énticos</i>				
Llanura 2	2a	<i>Hapludoles énticos</i>	Tierras de aptitud regular a buena para aprovechamiento ganadero de plantas forrajeras cultivadas (50%). Asocia tierras de aptitud regular a buena para cultivos anuales de renta (30%) y tierras de aptitud regular para aprovechamiento ganadero de plantas forrajeras nativas (20%).	p/P <sub>2</sub>
		<i>Hapludoles típicos</i>		
		<i>Natracualfes típicos</i>		
	2b	<i>Hapludoles énticos</i>	Tierras de aptitud regular a buena para el aprovechamiento ganadero de plantas forrajeras cultivadas (50%). Asocia tierras de aptitud regular a buena para cultivos anuales de renta (50%)	p/P <sub>4</sub>
<i>Hapludoles típicos</i>				
Llanura 3	3a	<i>Hapludoles énticos</i>	Tierras de aptitud regular a buena para el aprovechamiento ganadero de plantas forrajeras cultivadas (50%). Asocia tierras de aptitud regular a buena para cultivos anuales de renta (30%), y tierras de aptitud regular a buena para el aprovechamiento ganadero de plantas forrajeras nativas (20%).	p/P <sub>3</sub>
		<i>Hapludoles tapto-árgicos</i>		
		<i>Natracualfes típicos</i>		
	3b	<i>Hapludoles tapto-árgicos</i>	Tierras de aptitud regular a buena para cultivos anuales de renta (50%). Asocia tierras de aptitud regular a buena para el aprovechamiento ganadero de plantas forrajeras nativas (50%).	a/A <sub>2</sub>
		<i>Hapludoles tapto-nátricos</i>		
<i>Argialboles argiácuicos</i>				

### Conclusiones

- En el PHY, los suelos aptos para cultivos anuales de renta difunden en el 34% del área estudiada, siendo que dicha aptitud varía de regular a buena; se trata de 56.000 ha en las cuales se presenta algún tipo de limitación. Un 48% del Partido, es decir 80.110 ha, presenta suelos de aptitud predominantemente regular a buena para el aprovechamiento ganadero de plantas forrajeras cultivadas; mientras que el 18% restante (30.190 ha.) se caracteriza por presentar suelos aptos para el desarrollo de la actividad pecuaria de plantas forrajeras nativas.
- A nivel de Unidades Morfológicas cabe destacar que en dos de las tres unidades predominan tierras con aptitud regular a buena para el aprovechamiento ganadero de plantas forrajeras cultivadas.

- En la Llanura 1 predominan tierras con aptitud regular a buena para el aprovechamiento ganadero de plantas forrajeras cultivadas (50% del área), un 33% de las tierras de la Unidad presentan aptitud regular a buena para cultivos anuales de renta, mientras que un 17% manifiesta aptitud regular para el aprovechamiento pecuario de pastos nativos.
- La Llanura 2 evidencia una situación semejante a la Llanura 1; en esta UM el 50% de las tierras presentan aptitud regular a buena para el aprovechamiento ganadero de plantas forrajeras cultivadas, mientras que el 35% poseen aptitud regular a buena para cultivos anuales de renta y un 15% evidencian aptitud para el aprovechamiento de pastos nativos.
- La Llanura 3 se diferencia de las otras UM ya que el 34% de sus tierras evidencia aptitud regular a buena para cultivos anuales de renta, un 33% de tierras con aptitud regular a buena para el aprovechamiento ganadero de plantas forrajeras cultivadas y un 30% de tierras con aptitud regular a buena para el aprovechamiento ganadero de pastos nativos.
- La cartografía resultante del presente estudio conforma bases geográficas e instrumentales centrales para concebir la ordenación ecológica y ambiental del PHY.

### **Bibliografía**

FAO. 1973. Evaluación de Tierras para la Planificación del Uso Rural - Un Método Ecológico. Boletín Latinoamericano sobre fomento de Tierras y Aguas. Proyecto Regional FAO/PNUD RLA 70/457. Oficina Regional para América Latina, Santiago, Chile. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

FAO. 1985. FAO Trade Yearbook 1984. Vol. 38. FAO Stat. Ser 63. Food and Agriculture Organization. Rome. 370 pp.

FAO; 1972. Background document; expert consultation on land evaluation for rural purposes. 110 Pp. AGL: LERP 72/1. Roma.

GONZALO MAYORAL, E. S. Y NUÑEZ, M. V. 2013. Ordenación edáfica del partido de Hipólito Yrigoyen, provincia de Buenos Aires. 4º Congreso de Ciencias Ambientales -COPIME 2013. Buenos Aires, 09 de Octubre de 2013.

INDEC, 2010. Censo Nacional de población y Vivienda. Provincia de Buenos Aires. <http://www.censo2010.indec.gov.ar/resultadosdefinitivos.asp>

INTA. 1989. Mapa de Suelos de la Provincia de Buenos Aires. PNUD-Argentina 85/019. Bs. Aires.

INTA. 1990. Atlas de Suelos de la República Argentina. Buenos Aires. Tomo I. Pp. 83-202. Proyecto PNUD Argentina 85/019.

MOSCATELLI, G. 1990. Regiones Naturales. Atlas de Suelos de la República Argentina. Provincia de Buenos Aires. Escala 1:500.000. Tomo I. Bs. As., Argentina. Secretaria de Agricultura, Ganadería y Pesca – INTA.

NUÑEZ, M. Y SÁNCHEZ, R.O. 2006. Hacia una mejor comprensión de las potencialidades y restricciones ecogeográficas de los sistemas de tierras asociados a Tandilia. 67º Semana de Geografía. San Salvador de Jujuy. Septiembre de 2006. Trabajo publicado en “Contribuciones Científicas”. Pp. 165-180. GAEA (Sociedad Argentina de Geografía), Volumen 67. ISSN: 03283194.

RAMALHO FILHO, A.; GUEDES PEREIRA, E. Y BEEK, K. J. 1979 Aptidão Agrícola das terras. Estudos Básicos para o Planejamento Agrícola. Ministerio da Agricultura. Secretaria Geral. Secretaría Nacional de Planejamento Agrícola. Brasília, DF.

SÁNCHEZ, R. O.; 2001. Bases y Criterios Metodológicos para la Zonificación Ecológica y el Ordenamiento Ambiental del Territorio: aplicaciones al Partido de Tandil (Provincia de Buenos Aires). En Primer Congreso Nacional sobre Problemáticas Sociales Contemporáneas, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe.

SÁNCHEZ, R.O., NUÑEZ, M. V. 2004. “El Sistema de Tandilia: una aproximación a la definición de su especialidad y compartimentación territorial”. En actas del “Segundo Congreso de la Ciencia Cartográfica. IX Semana Nacional de Cartografía”. Buenos Aires.

SOIL SURVEY STAFF: 1975. Soil Taxonomy, a basic system of soil classification for making an interpreting soil survey. Agric. Handbook N°. 436. Governrn Printing Office, Washington DC, USA.

SOIL SURVEY STAFF. 1999. Soil Taxonomy. Second Edition. NRCS-USDA, Agric. Handbook 436, U.S. Gov. Print. Office. Washington, D.C. USA.

SORIANO, A. 1992. Río de La Plata Grasslands. En: Ecosystems of the world. Natural Grasslands. Introduct and western hemisphere. Coupland, R.T. department of Crop Science and Plant Ecology. University of Saskatchewan. Canadá.

#### **Sitios web**

SIIA <http://www.sii.gov.ar/>

GeoINTA <http://geointa.inta.gov.ar/>

## La utilización de imágenes satelitales en Geografía Física: un aporte para el estudio del clima urbano en la ciudad de Tandil

PICONE, Natasha <sup>1</sup>

### Introducción

La disponibilidad de información ambiental generada por la teledetección, especialmente en las imágenes satelitales, ha permitido el desarrollo de estudios a distintas escalas y de manera multitemporal en los campos dominados por la geografía (Chuvieco, 2007). Algunos ejemplos son los trabajos sobre usos de suelo urbanos y rurales, o aplicaciones a la teledetección de humedales, isla de calor, cambios geomorfológicos, entre otros (García Rodríguez y Perez González, 2010).

El clima urbano es la modificación del clima regional provocado por una ciudad (Landsberg, 1981). El fenómeno más estudiado es la *isla de calor*, que hace referencia a la presencia de mayores temperaturas en el centro del área urbana. El mismo ha sido analizado con distintas metodología: estaciones fijas, a partir de mediciones a lo largo de transectas y con la banda térmica de las imágenes satelitales (Voogt y Oke, 2003).

El primer trabajo que utilizó imágenes satelitales para estudiar el fenómeno térmico urbano es el de Matson *et al.* (1978) que realizó un análisis de la intensidad de la *isla de calor* para varias ciudades de Estados Unidos con imágenes del sensor AVHRR del programa NOAA. Las ciudades de este país son las más estudiadas durante las décadas siguientes haciendo énfasis en la relación entre los comportamientos térmicos y los valores del Índice de Vegetación Estandarizado o NDVI (Gallo *et al.*, 1995) y en el análisis de la distribución espacial de la temperatura al interior de las ciudades (Aniello *et al.*, 1995). En la línea de análisis de los posibles causantes de la isla térmica urbana Ferrer Vidal y Solé-Sugrañes (1995) realizaron un estudio en la provincia de Barcelona el cual se focalizó en la relación entre áreas de contaminación térmica y establecimiento industriales a través de imágenes satelitales Landsat 5 TM.

Utilizando la misma metodología Carnahan y Larson (1990) fueron los primeros en documentar el fenómeno de *isla fría*, este consiste en menores temperaturas en el centro urbano con respecto a sus alrededores. El mismo fenómeno fue detectado por Pérez González y García Rodríguez (2002) y Pérez González *et al.* (2003) en varias ciudades españolas con distintos sensores. Peña (2009) encontró una *isla fría* en Santiago de Chile, asociada a las coberturas que dominan en cada área analizada. En todos los casos esta distribución térmica se detectó durante la mañana, según Carnahan y Larson (1990) esto se debe a que las zonas verdes presentan una menor diferenciación térmica a lo largo del día y muestran mayores temperaturas durante la mañana que las coberturas construidas las cuales durante la noche pierden la energía y la temperatura ganada durante el día previo.

En la Argentina el único trabajo que ha utilizado esta metodologías para el análisis de la isla de calor urbano es el realizado por Oltra-Carrijo *et al.* (2010) en San Miguel de Tucumán, en él se presentó la relación entre la distribución espacial de la temperatura, las coberturas de suelo y la vegetación. En Tandil no se han desarrollado estos estudios y es por ellos que el objetivo del trabajo es analizar la evolución de la isla térmica urbana (1989 - 2011).

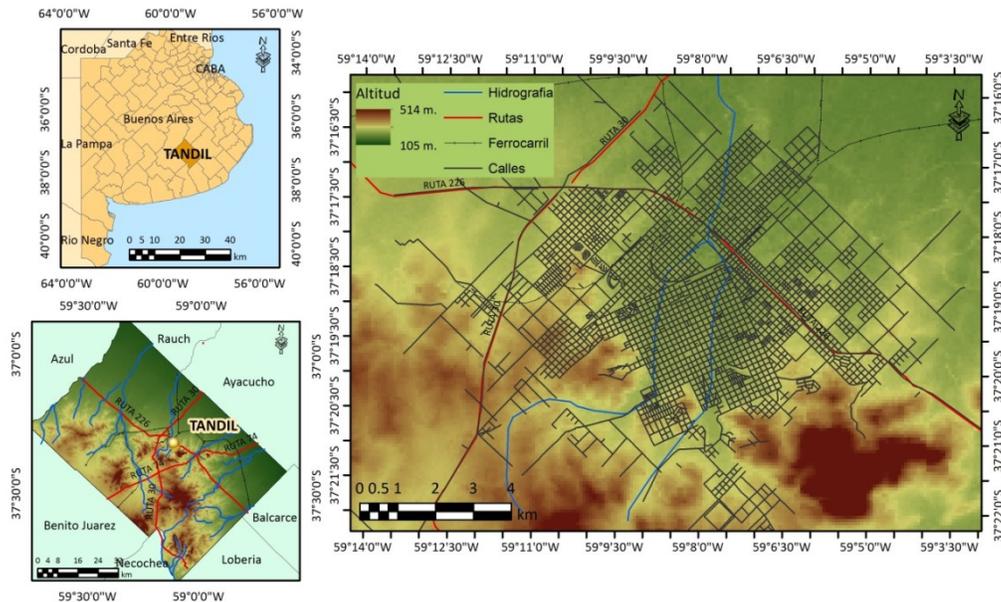
---

<sup>1</sup> Centro de Investigaciones Geográficas CIG-IGEHCs-FCH-CONICET/UNCPBA [natashapicone@gmail.com](mailto:natashapicone@gmail.com)

La ciudad de Tandil se ubica en el centro-sur de la provincia de Buenos Aires (Figura N° 1). Ocupa el sector central de las sierras del sistema de Tandilia, donde predominan los paisajes graníticos y se localiza sobre el cauce medio de los arroyos Blanco y Del Fuerte que discurren entubados de suroeste a noreste.

Según el último censo nacional la ciudad cuenta con 116.916 y representa el 94 % de la población total del partido (INDEC, 2010). El área urbana se ha convertido en un centro regional económico, social y cultural muy importante para los partidos aledaños (Lan *et al.*, 2010).

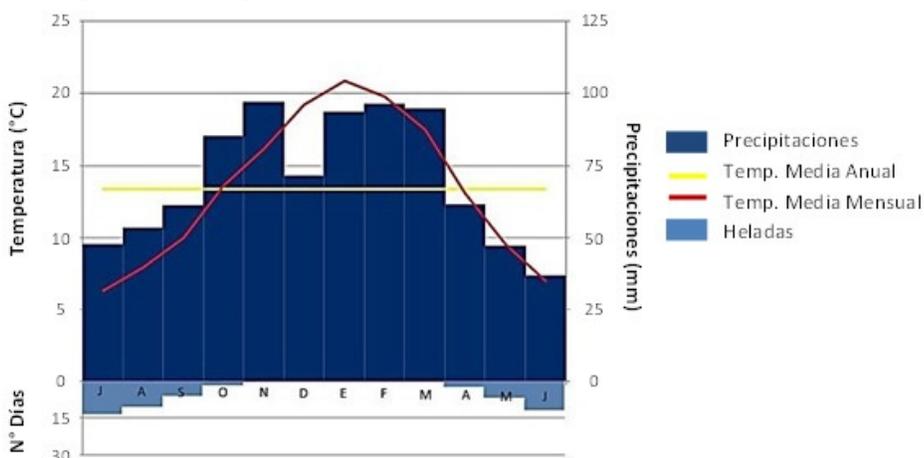
**Figura N° 1. Localización del área de estudio**



**Fuente:** Elaborado por Picone, 2014

Climáticamente tiene un clima templado de tipo chino, caracterizado por presentar dos estaciones marcadas por sus diferencias tanto térmicas como pluviales (verano e invierno) y dos estaciones de transición (otoño y primavera). La temperatura media anual de la ciudad es de 13,4 °C con una amplitud térmica anual de 14,6 °C. Las precipitaciones alcanzan los 845,2 mm anuales y se concentran entre los meses de enero y marzo con un máximo importante en octubre y noviembre, que supera los 85 mm mensuales. Siete de los doce meses del año presentan al menos un día con helada, lo que indica bajas temperaturas mínimas entre abril y octubre, pero entre junio y agosto dichas condiciones se acentúan ya que se superan los 10 días mensuales con heladas (Figura N° 2).

Figura N° 2. Diagrama ombrotérmico de Tandil. Período 2001 – 2010



Fuente: Servicio Meteorológico Nacional. Elaborado por Picone, 2014

### Metodología

Las imágenes utilizadas son del Landsat 5 TM, las mismas fueron descargadas de la página web del Servicio Geológico de Estados Unidos – USGS ([glovis.usgs.gov](http://glovis.usgs.gov)) y todas poseen una calibración radiométrica y geométrica previa. Las imágenes pertenecen al Path 225 Row 86 correspondientes al área de Tandil y fueron tomadas alrededor de las 10:30 a.m. Se utilizaron cuatro imágenes de primavera: 27/10/1989, 30/10/1996, 03/11/2003 y 24/10/2011. Estas fueron seleccionadas de modo que representen condiciones atmosféricas similares: todas corresponden a primavera, presentan valores meteorológicos parecidos e Índices de Precipitaciones Estandarizados entre 1 y -1.

Todas las bandas, excepto la seis, fue sometida a una corrección atmosférica a través del método de sustracción de objetos oscuros (Chávez, 1998), el mismo postula que la bruma atmosférica incrementa los ND en áreas de las imágenes de agua limpia, profunda y calma, donde por las características físicas deben presentar valores de reflectancia muy próxima a cero. Para ello se utilizó la siguiente fórmula:

$$\rho_k = \frac{D\pi(L_{sen,k} - L_{a,k})}{E_{o,k} \cos \theta_i \tau_{k,i}}$$

donde D es el factor corrector de la distancia Tierra-Sol,  $L_{sen,k}$  corresponde a la radiancia espectral recibida por el sensor en la banda k,  $L_{a,k}$  es la radiancia atmosférica debida a la dispersión y se estimaría a partir del valor mínimo o de un objeto de reflectividad nula,  $E_{o,k}$  es la irradiancia solar en el techo de la atmósfera (para esa banda del espectro),  $\theta_i$  es el ángulo cenital del flujo incidente y  $\tau_{k,i}$  es la transmisividad atmosférica que afecta al rayo incidente.

Por otro lado la banda seis de cada imagen fue sometida a calibración donde se convirtieron los valores de cada pixel (Número Digital) a un valor radiométrico para eliminar el ruido que generan los propios sensores (Chanderet *al.* 2009; Chuvieco, 2010). Para ello se utilizó la siguiente ecuación:

$$L_\lambda = \frac{DN \times (L_{max} - L_{min})}{255} + L_{min}$$

donde  $L_\lambda$  es el valor de radiancia del pixel, DN es el número digital del pixel,  $L_{max}$  y  $L_{min}$  de cada banda del sensor TM fueron obtenidos de Chandret *et al.* (2009).

La *temperatura de brillo* ( $T_b$ ) es la temperatura que el sensor remoto obtiene directamente, en el caso del Landsat 5 TM en su banda 6 (que captura el espectro solar entre  $10,45 \mu\text{m} - 12,42 \mu\text{m}$ ). La temperatura de brillo no posee corrección atmosférica como la temperatura de superficie, pero ambas muestran la misma distribución de la temperatura del suelo con variaciones en los valores obtenidos. Por lo tanto, la  $T_b$  es utilizada para conocer los patrones térmicos en la ciudad (Xu and Chen, 2003). Para obtenerla se utiliza la siguiente ecuación que se deriva de la inversa de la Ley de Planck:

$$T = \frac{K_2}{\ln\left(1 + \frac{K_1}{L_\lambda}\right)}$$

donde T es la temperatura en °K,  $K_1$  y  $K_2$  son constantes de calibración determinadas para cada sensor (en el sensor TM son:  $K_1 = 607.76 \text{ mW cm}^{-2} \mu\text{m}^{-1}$  y  $K_2 = 1260.56 \text{ °K}$ ) y  $L_\lambda$  es la radiación espectral expresada en  $\text{mW cm}^{-2} \mu\text{m}^{-1}$ .

El *build-up index* (He *et al.*, 2010) es un índice que permite analizar el área construida de una determinada zona. El mismo utiliza como insumos básicos el NDVI (Índice de Vegetación Estandarizado) y el NDBI (Índice de Áreas Construidas Estandarizado). El primero de ellos determina la cantidad y la calidad de la vegetación, a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{NDVI} = \frac{(\text{banda 4} - \text{banda 3})}{(\text{banda 4} + \text{banda 3})}$$

Por otro lado, el NDBI presenta las áreas construidas según la proporción de construcción en cada pixel. El mismo se obtiene calculando la fórmula:

$$\text{NDBI} = \frac{(\text{banda 5} - \text{banda 4})}{(\text{banda 5} + \text{banda 4})}$$

Por último el *built-up area index* se calcula restando el NDVI al NDBI, de esta manera se obtiene un mapa continuo de área construida en el que se representan las distintas proporciones de edificación y vegetación en cada pixel. A mayor valor de índice la construcción es más densa y posee menor proporción de área verde.

## Resultados

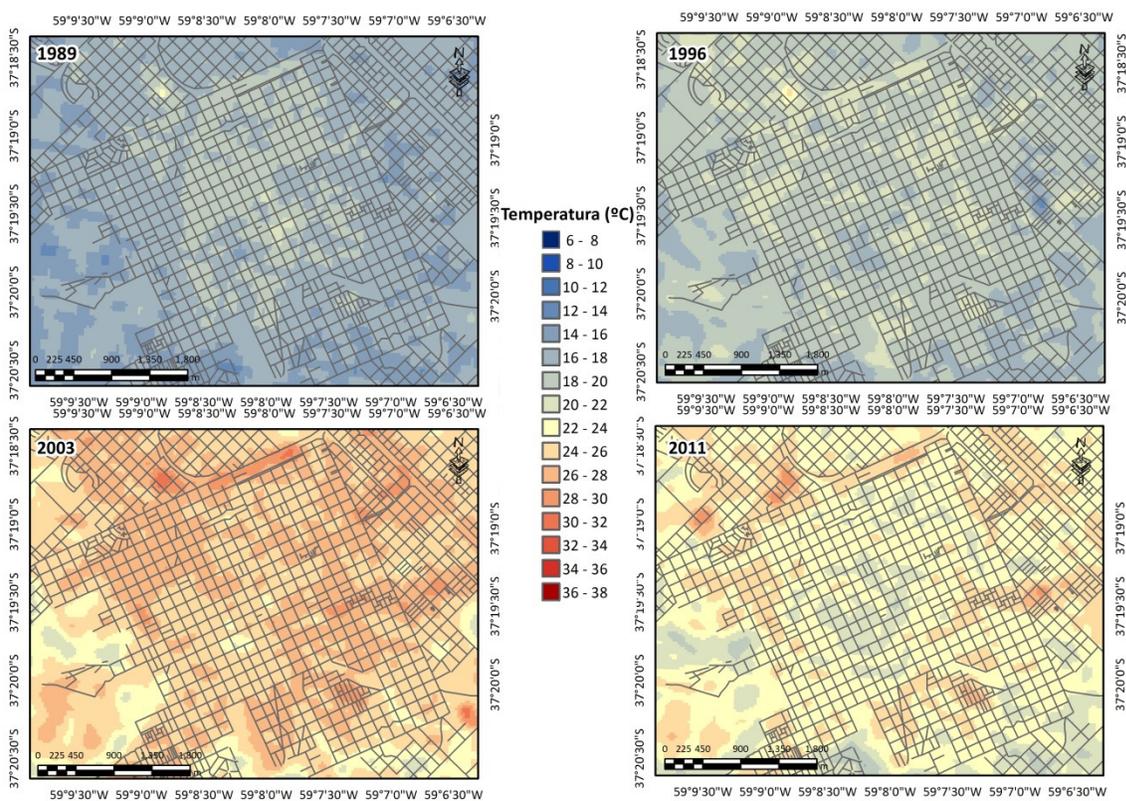
La Figura N° 3 muestra la evolución de la isla térmica urbana entre 1989 – 2011. Se puede observar que la amplitud térmica al interior de la ciudad se ha intensificado y que la distribución espacial de las temperaturas ha cambiado.

La intensificación de la amplitud térmica urbana es un fenómeno muy estudiado en las ciudades del mundo, ya que cada una de las coberturas de suelo presentes en ella tiene un comportamiento térmico determinado. Los cambios en dichas coberturas y la densificación de la ciudad aumentan las diferencias térmicas al interior de la misma. Entre 1989 y 2011 la amplitud térmica aumento  $10 \text{ °C}$  como resultado del incremento de la temperatura máxima. De esta manera en 1989 la diferencia térmica era de  $6 \text{ °C}$  mientras que en 2011 la misma se intensificó teniendo un valor de  $16 \text{ °C}$ . La temperatura mínima en ambos años fue de  $14 \text{ °C}$ , pero el aumento de la temperatura máxima de  $20 \text{ °C}$  en 1989 a  $30 \text{ °C}$  en 2011, marcó el aumento en dicho parámetro. Esto es

consecuencia del acrecentamiento de superficies construidas en detrimento de las áreas verdes, capaces de regular la temperatura. 1996 y 2003 presentaron situaciones intermedias con tendencias al aumento de las diferencias térmicas, 8 °C en 1996 y 14 °C en 2003.

En cuanto al segundo proceso, en 1989 se observó que el centro urbano presentó mayores temperaturas que sus alrededores, un claro efecto de *isla de calor*. Se destacó que al noroeste del centro existe un punto caliente que coincide con el asentamiento de Metalúrgica Tandil. El mapa de 1996 mostró que las mayores temperaturas se ubicaron en el noroeste de la ciudad y existieron algunas zonas cálidas por fuera del centro, pero ya no se observó una *isla de calor*. En el año 2003 el centro presentó menores temperaturas que sus alrededores, generado un fenómeno de *isla fría*. Los puntos calientes se concentraron en el norte. Por último, el mapa de 2011 exhibió un efecto de *isla fría* bien marcado con temperaturas bajas en el centro y puntos calientes en el norte y el este de la ciudad, los cuales coincidieron con grandes superficies de concreto (Estación de ferrocarril y ómnibus, hipermercados con grandes playas de estacionamiento y Metalúrgica Tandil).

Figura N° 3. Evolución de la isla térmica en la ciudad de Tandil (1989 - 2011)



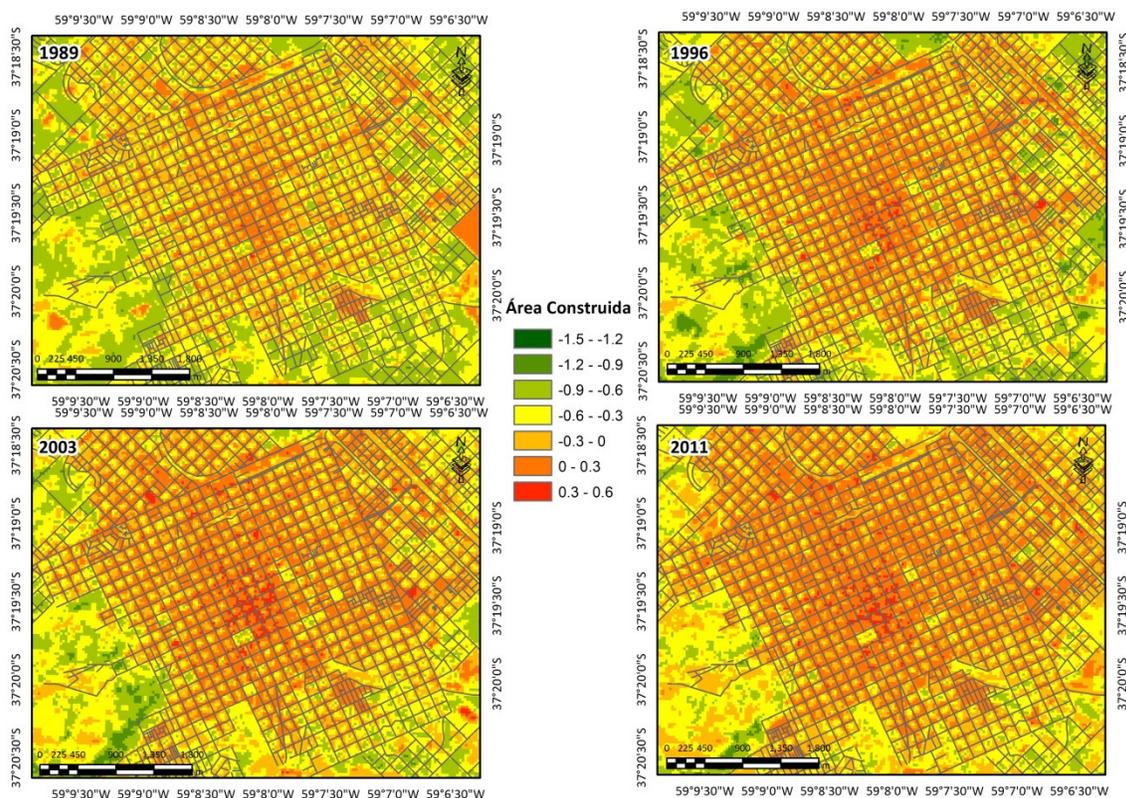
Fuente: Elaborado por Picone, 2014.

Los efectos de *isla fría* han sido muy estudiados a partir de imágenes satelitales. Según Carnahan y Larson (1990) dicho fenómeno tiene su máxima expresión durante la mañana, ya que los materiales que dominan en las construcciones urbanas ganan temperatura durante el día y la pierden a la noche, por lo que las primeras horas de la mañana están más frías que las áreas verdes que tiene el comportamiento opuesto por su carácter regulador. De esta manera se explican las distribuciones espaciales de temperatura que se presentaron en los mapas de los

últimos años analizados. Por otro lado, para entender el cambio en el signo de la isla térmica de la ciudad se deben estudiar los patrones de construcción que existía en cada año, para lo cual se utilizó el *built-up index*. Este índice permite conocer el doble proceso que se produce en las áreas urbanas, en primer lugar el aumento de la construcción y por otro lado, la reducción de las zonas verdes.

En la Figura N° 4 se observan los valores del *built-up index* para cada año analizado. En 1989 los valores positivos se encontraron en el área central, en algunas áreas del sureste y el norte de la ciudad y en los principales accesos. El resto del área urbana presentó valores cercanos al cero, pero la mayoría de los centros de manzana y las zonas alejadas del centro mostraron valores negativos, lo que indicó la predominancia de áreas verdes. 1996 presentó un incremento generalizado de las construcciones y una reducción en el área verde al interior de la ciudad. En el centro aparecieron pixeles con valores altos de construcción que no existía en el mapa anterior. El año 2003 continuó el proceso de densificación urbana sobre todo hacia el este del centro urbano, con algunas áreas puntuales de concentración alta de edificación en el centro, el este y el norte de la ciudad. Por último, en el año 2011 el aumento de los valores de construcción es llamativo, sobre todo en el centro donde desaparecieron casi por completo los centros de manzana con vegetación. En el área central de la ciudad sólo se destacaron como áreas verdes las plazas.

Figura N° 4. Evolución del *built-up index* en la ciudad de Tandil (1989 – 2011)



Fuente: Elaborado por Picone, 2014

El aumento de la amplitud térmica estuvo asociado a la reducción de áreas verdes cuyo comportamiento regulador permitía disminuir las diferencias térmicas al interior de la ciudad. Por otro lado, el cambio de signo en la isla térmica fue causado por el aumento de las superficies

densamente construidas en el área central de la ciudad, cuyos comportamiento térmicos son opuestos a las áreas verdes que siguieron presentes en los alrededores del centro.

### Conclusiones

Este trabajo presentó la evolución de la isla térmica de la ciudad de Tandil (1989 – 2011) utilizando como base imágenes satelitales del Landsat 5 TM. Las mismas fueron de gran importancia ya que suplieron la falta de información de base sobre el fenómeno en el área de estudio, permitiendo conocer los cambios del mismo en los últimos 25 años.

El análisis demostró que la isla térmica urbana aumento su intensidad en 10 °C como producto de la reducción de áreas verdes capaces de regular la temperatura. Por otro lado, se presentaron variaciones en la distribución espacial de las temperaturas. En 1989 se observó una *isla de calor* mientras que en 2011 el fenómeno fue una *isla fría*. Este cambio pudo ser atribuido al reemplazo en el área central de la ciudad de áreas vegetadas por construcciones densas cuyos comportamientos térmicos son opuestos.

Por último, la utilización del *built-up index* fue una herramienta muy valiosa para comprender los fenómenos térmicos. El hecho que dicho índice sea un resumen del proceso de urbanización permitiendo analizar el doble fenómeno de aumento de área construida y reducción de área vegetada ha sido fundamento para el análisis de las implicancias del proceso de urbanización en la temperatura.

### Bibliografía

ANIELLO, C., MORGAN, K., BUSBEY, A. Y NEWLAND, L. (1995) “*Mapping micro-urban heat islands using Landsat TM and GIS*” en **Computers & Geosciences**, 21,8. pp. 965-969.

CARNAHAN, W.H. Y LARSON, R.C. (1990) “*An Analysis of an Urban Heat Sink*” en **Remote Sensing of Environment**, 33. pp. 65-71.

CHANDER, G., MARKHAM, B.L. AND HELDER, D.L. (2009) “*Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+ and EO-1 ALI sensors*” en **Remote Sensing of Environment**, 11-3. pp. 893-903.

CHAVEZ, P. S. (1988). “*An improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction of multispectral data*” en **Remote Sensing of Environment**, 24. pp. 459-479.

CHUVIECO, E. (2007) “*Mirar desde el espacio o mirar hacia otro lado: tendencias en teledetección y su situación en la geografía española*” en **Documentos de Análisis Geográfico**, N° 50. pp 75 – 85.

CHUVIECO, E. (2010) **Teledetección Ambiental. La observación de la tierra desde el espacio**. Editorial Planeta, S. A. Barcelona. 591 pp.

FERRER VIDAL, V. Y SOLÉ-SUGRAÑES, U. (1995) “*Caracterización de emisiones térmicas en áreas suburbanas mediante imágenes Thematic Mapper*” en **Revista de Teledetección**, 5. pp. 1-5.

GALLO, K.P., TARPLEY, J.D., MCNAB, A.L. Y KARL, T.R. (1995) “*Assessment of urban heat islands: a satellite perspective*” en **Atmospheric Research**, 37. pp. 37-43.

- GARCÍA RODRÍGUEZ, M. P. Y PÉREZ GONZÁLEZ, M. E. (2010) “Aplicaciones de la teledetección en geografía física en la Universidad Complutense de Madrid” en **Serie Geográfica**, 16. pp. 9 – 18.
- HE, C., SHI, P., XIE, D. Y ZHAO, Y. (2010) “Improving the normalized difference built-up index to map urban built-up areas using semiautomatic segmentation approach” en **Remote Sensing Letters**, 1:4. pp 213 - 221.
- INDEC (2010). **Censo Nacional de 2010**. Instituto Nacional de Estadística y Censos. Buenos Aires, Argentina.
- LAN, D., LINARES, S., DI NUCCI, J Y LOPEZ PONS, M. M. (2010) “La lógica de la organización espacial de la ciudad de Tandil” en Elias, D. Beltrão Sposito, M. E. y Piberiro Soares, B. (Org): **Agentes Econômicos e restauração urbana regional. Tandil e Uberlândia**. Editora Expressão Popular, San Pablo, Brasil. pp. 29-155.
- LANDSBERG, H. E. (1981): **The Urban Climate**. Academic Press, INC. Nueva York, Estados Unidos. 275 pp.
- MATSON, M., MCCLAIN, E.P., MCGINNIS, D.F Y PRITCHARD, J.A. (1978) “Satellite detection of Urban Heat Island” en **Monthly Weather Review**, 106. pp. 1725-1734.
- OLTRA-CARRIÓ, R., SOBRINO, J. A., GUTIÉRREZ-ANGONESE, J., GIOIA, A., PAOLINI, L. AND MALIZIA, A. (2010) “Estudio del crecimiento urbano, de la estructura de la vegetación y de la temperatura de la superficie del Gran San Miguel de Tucumán, Argentina” en **Revista de Teledetección**, 34. pp. 69-76.
- PEÑA, M. (2009) “Examination of the land surface temperature response for Santiago, Chile” en **Photogrammetric engineering and remote sensing**, 75-10. pp. 1191-1200.
- PÉREZ GONZÁLEZ, M.E. Y GARCÍA RODRÍGUEZ, M. P. (2002) “Cartografía térmica del área metropolitana de Madrid a partir del sensor ERM del Landsat 7” en **Anales de Geografía de La Universidad Complutense**. Volumen extraordinario. pp. 377-386.
- PÉREZ GONZÁLEZ, M.E., GARCÍA RODRIGUEZ M. P. Y GUERRA ZABALLOS, A. (2003) “Análisis del clima urbano a partir de imágenes satélite en el centro de la península española” en **Anales de Geografía de la Universidad Complutense** 23. pp. 187-206.
- SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL (2011): *Estadísticas Climatológicas*. Serie 2001-2010.
- VOOGT, J. A. Y OKE, T.R. (2003) “Thermal remote sensing of urban climates” en **Remote Sensing of Environment**, 86. pp. 370-384.
- XU, H. Y CHEN, B. (2003) “An image processing technique for the study of Urban Heat Island changes using different seasonal remote sensing data” en **Remote Sensing Technology and Application**, 18-3. pp. 129-133.

## El agua y la diversidad de paisajes en los Esteros del Iberá

VALLEJOS, Víctor Hugo <sup>1</sup>

ZAMPONI, Analía <sup>2</sup>

ROGGIERO, Martha Florencia <sup>3</sup>

ZILIO, María Cristina <sup>4</sup>

### Introducción

Los Esteros del Iberá representan uno de los humedales más grandes del mundo. Atraviesan la provincia de Corrientes (Argentina) en forma diagonal, con rumbo noreste-sudoeste.

En palabras de Neiff (2001, 2004) constituyen un macro paisaje de humedales que combina bosques, pajonales, pastizales, lagunas, bañados y turberas gracias a un régimen de anegamiento de alta recurrencia estacional e interanual.

Esta diversidad de paisajes se origina en las complejas interrelaciones existentes entre las características geomorfológicas, climáticas, hidrológicas, biogeográficas y antrópicas. En los últimos años, los impactos generados por la presencia humana son cada vez mayores.

Este trabajo forma parte del proyecto “*Efectos de los cambios globales en los Esteros del Iberá y humedales adyacentes (Provincia de Corrientes)*” (CIG-FAHCE-UNLP) que se encuentra en etapa de realización. Para el mismo, se ha tomado como área de estudio (42.000 km<sup>2</sup>) a los siete departamentos que, en mayor o menor medida, comparten los esteros: San Miguel, Ituzaingó, Santo Tomé, San Martín, Mercedes, Concepción y San Roque (Figura N° 1).

---

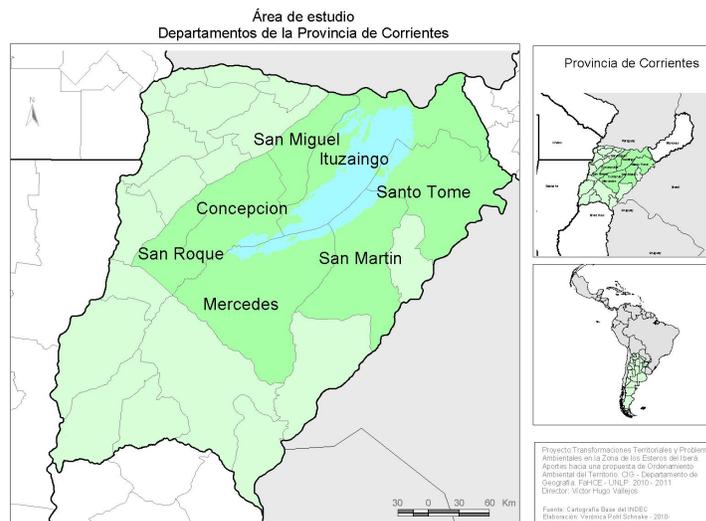
<sup>1</sup> Centro de Investigaciones Geográficas / Instituto de Investigaciones en Humanidades y Ciencias Sociales (UNLP - CONICET). Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación (FaHCE). Universidad Nacional de La Plata (UNLP).

[vhvallejos@gmail.com](mailto:vhvallejos@gmail.com).

<sup>2</sup> Centro de Investigaciones Geográficas / Instituto de Investigaciones en Humanidades y Ciencias Sociales (UNLP - CONICET). Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación (FaHCE). Universidad Nacional de La Plata (UNLP).

<sup>3</sup> Centro Parasitológico y de Vectores (UNLP-CONICET CCT La Plata), Facultad de Ciencias Naturales y Museo. (FCNyM). Universidad Nacional de La Plata (UNLP)

<sup>4</sup> Centro de Investigaciones Geográficas / Instituto de Investigaciones en Humanidades y Ciencias Sociales (UNLP - CONICET). Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación (FaHCE). Universidad Nacional de La Plata (UNLP).

**Figura N° 1. Área de estudio. Departamentos de la provincia de Corrientes. Fuente: Vallejos, V. y otros (2009)**

El propósito de esta contribución es describir los paisajes en el Iberá en función de la dinámica del agua e identificar los impactos más relevantes de las principales actividades económicas relacionadas con estos cuerpos de agua.

Desde el punto de vista metodológico, hemos realizado trabajo de campo, consistente en varias salidas al área de estudio. En las mismas se han efectuado entrevistas a distintos actores sociales, reconocimiento de los sistemas productivos preponderantes en el área y observación directa de algunos sectores. Se utilizó cartografía de la zona y bibliografía específica.

### **El papel preponderante del agua en la definición de los paisajes**

El concepto de paisaje tiene una amplia gama de interpretaciones: desde una connotación netamente natural, entendida como panorama o vista no exenta de una percepción de la realidad ambiental, con un valor estético y emocional de una porción del territorio, hasta los paisajes de fuerte intervención humana, como los ámbitos urbanos.

Desde la Geografía, el paisaje se ve como una estructura con características concretas, diferente de otros espacios. También el paisaje desde un punto de vista ecológico atiende a relaciones funcionales de los elementos que lo conforman, es decir como un sistema. Zonneveld (1984) lo define como *“una parte de la superficie terrestre reconocible, que es resultado y está mantenida por la mutua actividad de seres vivos y no vivos, incluyendo entre los primeros al hombre”* (citado por Alessandro de Rodríguez, 2013),

Barragán Muñoz (2003) también habla del paisaje como un sistema definido a partir de las interrelaciones entre los elementos que lo forman: componentes físico-naturales, socio-económico y jurídico-administrativos. A propósito, Funtowicz y De Marchi (2000) proponen una teoría de “sistemas complejos reflexivos”, en los cuales algunos elementos del sistema poseen algún grado de intencionalidad, conciencia, prospectiva, simbolismo y moralidad. Y agrega que lo relevante será identificar las relaciones entre subsistemas que construyen la complejidad en sus diversos aspectos.

Estos macrosistemas comprenden ambientes acuáticos permanentes, temporarios y sectores de tierra firme, dominando areal y funcionalmente los ambientes acuáticos temporarios (Neiff y

Malvarez, 2004). El agua es el componente fundamental de los humedales, ya que sin ella, éstos no existirían, y viceversa. El cuidado de los humedales es fundamental para garantizar la provisión de agua y, a su vez, el manejo racional del agua es esencial para preservar los humedales (Canevari, 1999).

Los Esteros del Iberá representan un ambiente ecológico con muy pocas analogías en el mundo (Bogado et al, 2012). Constituyen una región anegadiza salpicada de lagunas y dominada por vegetación palustre, de la cual emergen algunos islotes dispersos con vegetación arbórea.

Con 12.000 km<sup>2</sup> de superficie, hasta ahora, poco modificadas, el macrosistema Iberá, presenta ambientes terrestres y acuáticos “desdibujados” en grandes superficies de interfase (Canevari, 1999). El 60% de esta superficie, corresponde a ambientes de humedal (Ramsar, 2009). De ese total, el 90% representa esteros y bañados. Los esteros son depósitos de agua estancada poco profundos, con plantas acuáticas que surgen muchas veces desde su fondo. La descomposición de la materia orgánica, debido a las fluctuaciones en el nivel del agua, origina turberas –las únicas a nivel subtropical- (Neiff, 2003). Los bañados son cuerpos de agua temporarios que se acumulan en las zonas más bajas en las épocas de lluvias abundantes. Tienen vegetación acuática y anfibia y, en las zonas más altas, pastos hidrófilos.

El término humedal incluye a todos los ecosistemas en los que el agua posee un rol fundamental. La Convención sobre los Humedales los define en forma amplia como: “Las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de agua, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros” (Ramsar, 2009). Posee unas sesenta lagunas, las principales se localizan a lo largo del eje mayor de la depresión y se articulan entre sí y con los esteros a través de canales de variado desarrollo que drenan hacia el río Corriente. La laguna Iberá se destaca por su tamaño y le da su nombre al conjunto que, en guaraní, significa “aguas que brillan” o “aguas brillantes”.

Los humedales son valorados por los servicios ecológicos que brindan, es decir, por los beneficios que las personas obtienen de estos ecosistemas en su estado original (MEA, 2005, Ligier y Achinelli, 2008): *filtros* naturales de sustancias contaminantes y de sedimentos suspendidos, riego, recreación y turismo, pesca y caza, contenedor y sustento de la productividad biológica, fuente de vida para la biodiversidad a nivel local y regional, asiento de organismos migratorios, etc. (Neiff, 2003). Los esteros del Iberá constituyen la ecorregión argentina con mayor oferta de servicios ecológicos, por ende, su vulnerabilidad es muy alta (Carreño y Viglizzo, 2007).

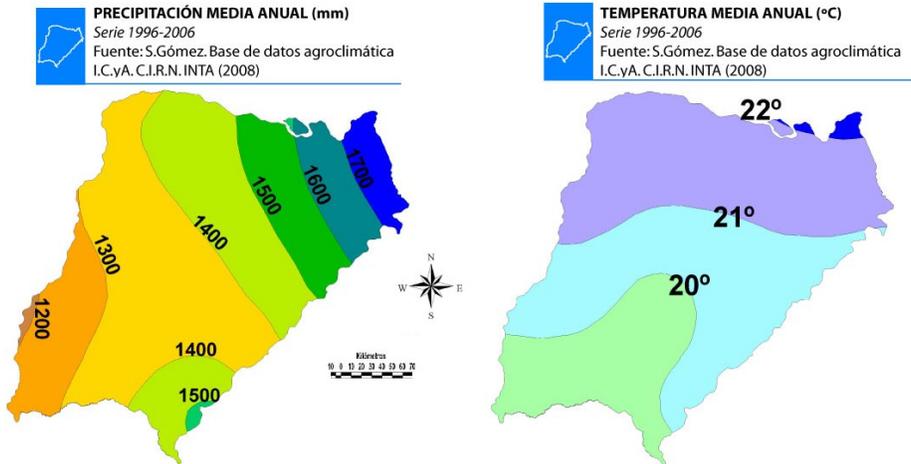
En 1971, se celebró en Ramsar (Irán), la Convención de Humedales de Importancia Internacional, considerando cuáles son los aspectos a tener en cuenta para establecer su importancia mundial. La Argentina es uno de los países que a partir del año 1992 adhirió a esta convención (ley 23.919), y en la actualidad posee catorce sitios. La declaración de un humedal como Sitio Ramsar señala la importancia del mismo e implica un compromiso por parte del Estado de garantizar su preservación a través de "su utilización sostenible en beneficio de la humanidad de manera compatible con el mantenimiento de las propiedades naturales del ecosistema" (Ramsar, 2009).

La laguna del Iberá forma parte de esa Lista de Humedales de Importancia Internacional desde 2002. El sitio propuesto abarca la laguna homónima, de 5.500 has., e incluye los esteros y bañados perimetrales que avanzan sin solución de continuidad para perderse en el resto del macrosistema. Fue elegido por su elevada biodiversidad. Presenta un número importante de especies endémicas así como especies de fauna vulnerable y amenazada, algunas de las cuales se encuentran protegidas por tratados internacionales como la CITES (Convención sobre el

Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres): yacaré overo, yacaré negro, anaconda amarilla o curiyú, pato crestado, lobito de río y ciervo de los pantanos, entre otras (Ramsar, 2009).

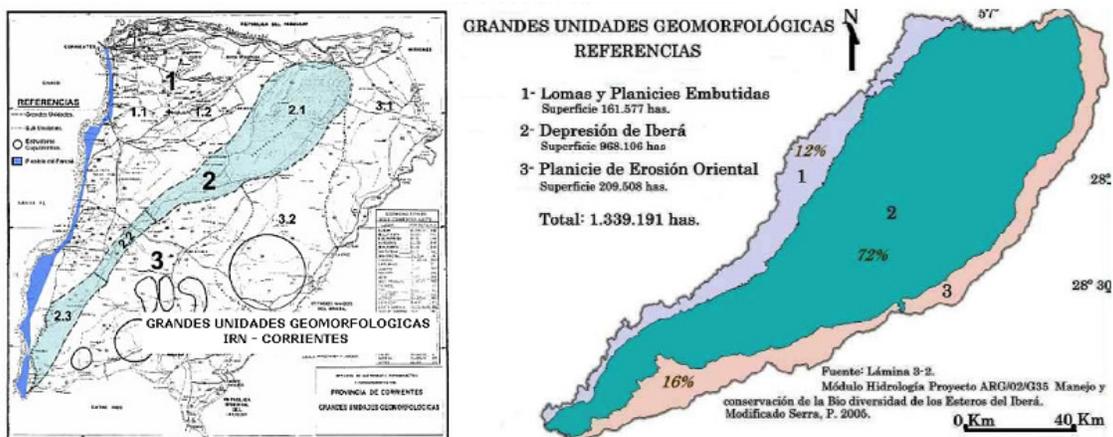
Como veremos a continuación, la interacción estructural es constante pero el hilo conductor es el agua. El clima es subtropical sin estación seca (Figura N° 2). Presenta 21°C de temperatura media anual. La humedad, proveniente del Atlántico, es elevada y aumenta en la proximidad de los espejos de agua. Las lluvias disminuyen, de este a oeste, de 1500 a 1300 mm anuales.

Figura N° 2. Precipitación media anual y temperatura media anual (tomado de Cruzate y Panigatti, 2008)



Geomorfológicamente (Figuras N° 3 y N° 4), el área se corresponde con el sector norte de la Depresión del Iberá. Está limitada, al este, por la Planicie de Erosión Oriental y, al oeste, por las Lomas y Planicies Embutidas. Esta depresión comprende tres sectores: al norte los esteros y lagunas del Iberá propiamente dichos; al centro el valle del río Corriente, y al sur la depresión del arroyo Sarandí.

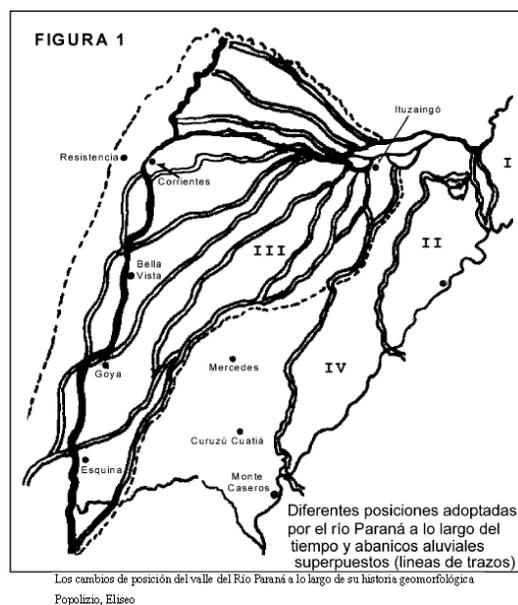
Figura N°3. Grandes Unidades Geomorfológicas. Fuente: IRN  
Figura N° 4. Grandes Unidades Geomorfológicas. Fuente: Serra (2006)



El borde oriental de la depresión se corresponde con una antigua falla geológica que, con rumbo nordeste-sudoeste divide a Corrientes en dos grandes bloques. Los esteros se encuentran sobre el bloque hundido. Su límite oriental, coincidente con la falla, está bien definido por un resalto topográfico, de unos 4 a 7 metros de altura, que constituye la divisoria de aguas entre las cuencas de los ríos Paraná y Uruguay. Su límite occidental es suave, difuso, en forma de extensos bañados (Roggiero et al, 2011,b).

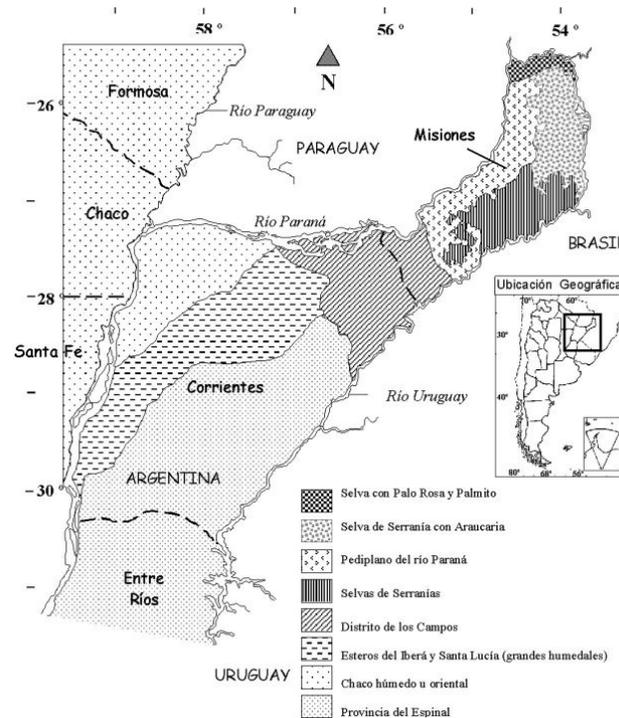
Sucesivas migraciones del cauce del río Paraná (Figura N° 5), en tiempos geológicos pretéritos, modelaron esta depresión, que no supera los 60 m snm. Esta extensa planicie tiene una pendiente muy escasa, ligeramente superior al 1/1000, con sentido noreste-sudoeste (Serra, 2006). Presenta una serie de lomadas arenosas o albardones, no mayores a 5-10 m de altura local, separadas por depresiones (Roggiero et al, 2011b).

Figura N° 5. Progresivo desplazamiento hacia el norte de la desembocadura del Paraná (Popolizio, 2001)



Según la tradicional clasificación de Cabrera, en el macrosistema de los esteros coexisten tres distritos fitogeográficas: el Distrito Oriental de la Provincia Chaqueña y el Distrito del Ñandubay, pertenecientes a la Provincia del Espinal, y el Distrito de los Campos, de la Provincia Paranaense (Zamponi et al., 2010). En términos de biomas coexisten respectivamente: el Parque Chaqueño, el Espinal y la Selva Misionera, con amplias zonas de transición o ecotonos. Girauo y Povedano (2004), resaltan que los esteros tienen una identidad propia (Figura N° 6). Todos los autores coinciden en que los límites entre las formaciones son aproximados ya que son graduales los cambios entre las formaciones (Vallejos et al 2012).

Figura N° 6. Formaciones fitogeográficas de Corrientes, según Giraudo y Povedano (2004)



Todos los suelos presentan limitaciones para su uso. Los cordones arenosos son ácidos y bien drenados, aptos para prácticas ganaderas. Los valles fluviales presentan problemas de salinidad. Los embalsados presentan un suelo joven, con materia orgánica poco descompuesta (Roggiero et al, 2011a).

La sutil inclinación del terreno determina que todas las aguas fluyan hacia el río Paraná, en forma continua pero muy lenta, a través del río Corriente, por ende, los esteros del Iberá forman parte de la Cuenca del Plata.

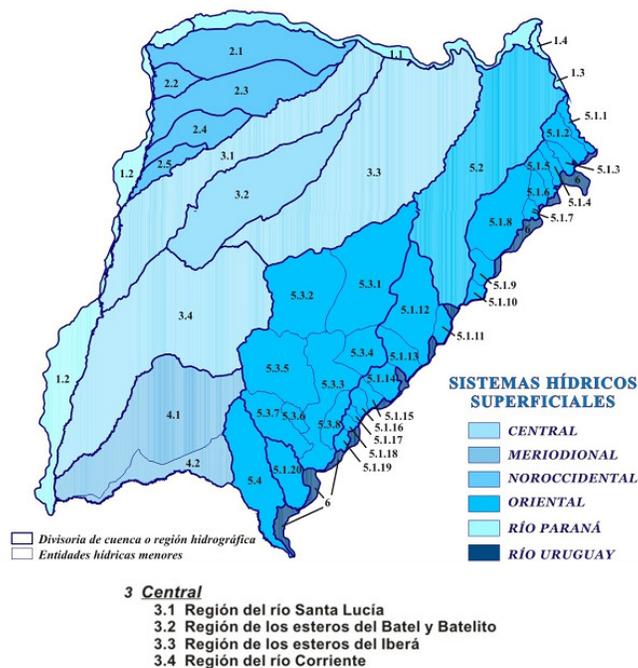
La disminución del caudal de lluvias en invierno determina que los escurrimientos superficiales prácticamente se estanquen y, en algunos sectores, se pueda observar el suelo.

En la temporada húmeda, las lagunas y esteros se comienzan a anastomosar, vinculándose y generando escurrimientos continuos en las direcciones de las pendientes (Zilio et al, 2013). El escurrimiento superficial fluctúa, así, al ritmo de las lluvias, en forma lenta y, en gran parte, subembalsado. Se habría producido una progresiva anegabilidad aguas arriba a lo largo del tiempo, pero no se conocen con certeza las causas (Serra, 2006).

Como se observa en el mapa de recursos hídricos superficiales de Corrientes (Figura N° 7), los dos grandes afluentes del Plata enmarcan la provincia:

- el Paraná, que constituye los límites norte y occidental y
- el Uruguay, que representa el límite oriental.

Figura N° 7. Mapa de recursos hídricos superficiales de Corrientes (ICAA, 2009)

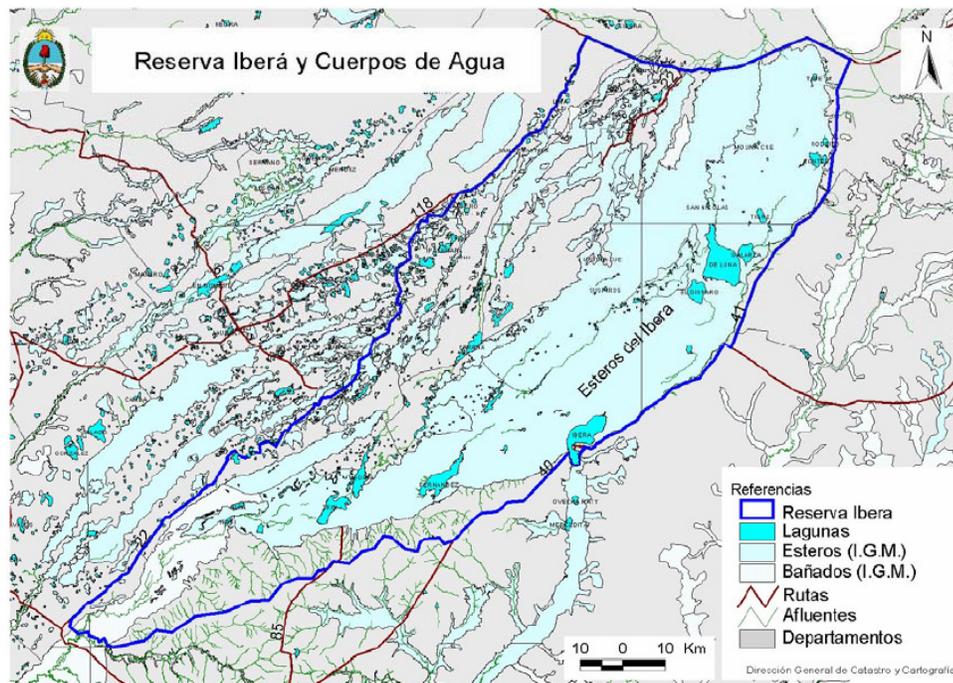


Seis sistemas hídricos alimentan a los dos grandes afluentes y, como ya se ha visto, el límite este de la depresión del Iberá marca la divisoria de aguas entre ambas cuencas. El área en estudio es coincidente con la región Central, que incluye a los subsistemas del río Santa Lucía, de los esteros Batel y Batelito, del Iberá y río Corriente.

El origen y el funcionamiento actual del Iberá está estrechamente vinculado con el Paraná. En el pasado, como se ha visto, la depresión fue modelada por el progresivo desplazamiento hacia el norte de la desembocadura del Paraná. En la actualidad, sus aguas drenan hacia éste gran río a través de un difuso sistema de avenamiento en el río Corriente, pero, en tiempo de crecidas, puede drenar hacia el río Uruguay a través del Miriñay. Este último, afluente del Uruguay, nace en el reborde oriental de los esteros, a la latitud de la laguna Iberá. En la actualidad, no tiene contacto permanente con los esteros pero, en las grandes crecientes se vinculan en un escenario difuso de humedales y áreas de interfase (Canevari, 1999). Asimismo, la localización de las precipitaciones puede invertir los sentidos de los flujos locales, generando transfluencias (Zilio et al, 2013).

Entre los esteros se destacan los del Iberá, Carambola, Batel y Batelito. Las lagunas hacia el norte son redondeadas, como Galarza y de Luna, y hacia el sur más alargadas, como Iberá y Fernández (Figura N° 8).

Figura N° 8. Ubicación de los principales ríos, esteros y lagunas



Fuente: Decreto N° 1440/09

El río Corriente nace, al sur de los esteros, como emisario de las aguas del Iberá hacia el Paraná. La depresión presenta un valle fluvial típico y una amplia planicie inundable. Su régimen es pluvial pero, también, se considera probable que tenga alimentación por aguas subterráneas (SsRH, 2013). Está controlado por un mecanismo hidrobiológico asociado a la vegetación flotante, permitiendo la autorregulación del sistema de escurrimiento de los esteros (Bogado et al, 2012).

La acción antrópica modifica marcadamente las áreas de escurrimiento de toda la región, por ejemplo, con la construcción de embalses, canales y terraplenes.

Todo este complejo sistema hidrológico se apoya sobre uno de los acuíferos más grandes del mundo, **Sistema Acuífero Guaraní (SAG)**, uno de los reservorios de agua potable más grandes del mundo y un recurso de importancia estratégica creciente. En términos geológicos, el SAG está formado por un conjunto de arenas continentales mesozoicas, con alta capacidad de almacenar y transmitir agua, y cubierto por rocas basálticas de la misma época (Gastmans et al, 2012). En relación con una posible descarga del acuífero Guaraní a los humedales de los esteros del Iberá, provincia de Corrientes, las investigaciones, en principio, descartaron esta hipótesis (Santa Cruz, 2009).

A diferencia de Brasil, que lo explota en cantidad y en diversidad de usos, Argentina limita su explotación a los fines recreativos -baños termales- (Santa Cruz, 2009). El mayor aprovechamiento subterráneo para otros fines proviene de napas más superficiales y jóvenes, que no pertenecen al SAG. Los sedimentos cenozoicos explotados, presentan buena calidad y son utilizados como fuente para consumo humano y para riego, aunque su extracción intensiva para el cultivo del arroz, ha producido un descenso significativo en sus niveles. (Auge et al, 2006).

La población es escasa y sus actividades económicas han estado, hasta hace poco tiempo, en armonía con la naturaleza (caza, pesca, ganadería extensiva). Hoy, diversos intereses confluyen en la apropiación del Iberá., los que comprometen su estado natural y afectan la población local (Vallejos, V. et al, 2009). Esta nueva modalidad de uso de los recursos, a través de la compra de campos de grandes extensiones, intensificación del cultivo del arroz, forestación con fines industriales y turismo, atenta contra la fragilidad ambiental y genera cambios acelerados en los paisajes.

Conservacionismo y productivismo son las dos categorías identificadas que diferencian los intereses y objetivos de estos actores que generan acciones confrontadas y manifestaciones territoriales que se hacen públicos por la apropiación -material o simbólica-, el control o gestión de los recursos. (Coppiarolo, 2011).

### **Impactos antrópicos sobre los recursos hídricos**

¿En qué aspectos impacta la actividad del hombre sobre los Esteros del Iberá? Las acciones que el hombre realiza en el área impactan sobre diferentes aspectos tanto funcionales como estructurales:

#### **Impactos sobre la disponibilidad de agua**

El aumento de la superficie forestada podría provocar, en el futuro, el descenso de la napa freática pudiendo reducir o hacer desaparecer algunos humedales (Zilio, 2013). Esto se debe al reemplazo de las comunidades naturales de pastizal por monocultivos de pino y eucaliptos. Las hojas de los árboles interceptan el agua de lluvia y favorecen la evapotranspiración en el dosel. A su vez, las raíces absorben agua subterránea a mayor profundidad que las raíces de los pastos, las cuales se desarrollan superficialmente. En el caso del cultivo del arroz, se utilizan grandes volúmenes de agua para inundar los campos, que regresan, en su mayor parte, a los esteros. La combinación de estos factores influye de manera negativa en la recarga tanto de las aguas de escorrentía como de los acuíferos. Este balance hídrico negativo se incrementaría en tiempos de sequía (Zilio, 2013).

#### **Impactos sobre la calidad de agua**

Las principales actividades que impactan sobre la calidad de agua son en orden decreciente de jerarquía: 1- Cultivo de arroz; 2- Forestación; 3- Turismo. El cultivo de arroz es de alto impacto porque necesita grandes volúmenes de agua que corre el peligro de contaminarse por el uso de agroquímicos. El impacto se ve agravado porque cuando se deriva el agua de las arroceras hacia los humedales, arrastra consigo excedentes de fertilizantes y herbicidas. (Vallejos, 2012). La forestación también trae aparejado descenso en la calidad del agua, aumento de material en suspensión y contaminación por el uso de agroquímicos. El desmonte (reemplazo de pastizal por bosque monoespecífico) sumado a los movimientos de tierra generan aumento de la erosión hídrica del suelo, siendo este material particulado arrastrado hacia los cuerpos de agua superficiales. Por último el turismo, en menor medida, puede contaminar el agua tanto superficial como subterránea por vertido de efluentes y residuos a los esteros. Actividades como la motonáutica favorecen este proceso.

**Impactos sobre la dinámica hídrica**

La dinámica hídrica interna del Iberá es muy compleja y no bien conocida. Si bien las lomadas arenosas, orientadas de noreste a sudoeste, separan los principales cursos de agua, la escasa pendiente influye para que éstos sean poco definidos y predomine el escurrimiento laminar que favorece la formación de bañados y cañadas. La baja energía del relieve hace que aún los más pequeños elementos situados en sentido transversal al escurrimiento, se conviertan en obstáculos, como las rugosidades del terreno, los alambrados o los terraplenes viales. Donde los terrenos resultan más planos se genera un escurrimiento mantiforme a través de la vegetación herbácea, retenido por la rugosidad de la misma; donde hay rugosidades menores, se generan pseudocauces de escurrimiento preferencial englobados dentro del manto de agua en movimiento (Zilio et al, 2013).

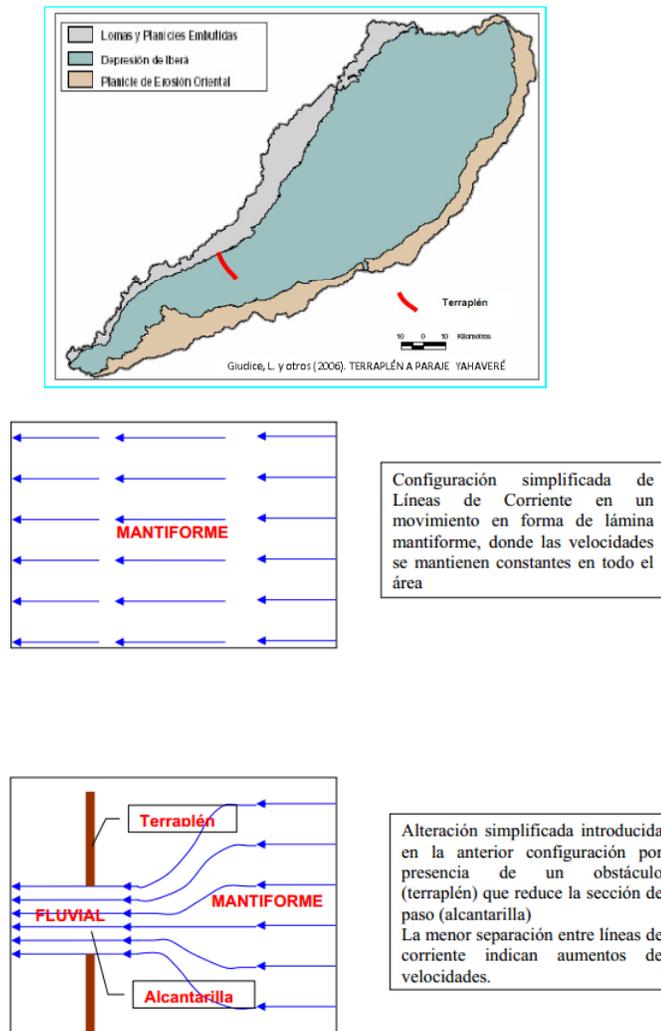
Otro factor de freno al escurrimiento es el transporte de biomasa flotante durante las crecientes. Al quedar atrapada ante los obstáculos (puentes, troncos, alambrados, pilares de puentes) se transforma por sí misma en un obstáculo para el drenaje (Serra, 2001).

La actividad arrocera también produce alteración hidrológica. Los movimientos de tierra para la construcción de embalses, terraplenes y canales afectan la escorrentía superficial y subterránea.

Un caso particular de alteración antrópica está representado por la construcción ilegal del terraplén de Yahaveré, que corta transversalmente la totalidad de la cuenca del Estero Gallo Sapucay y parte de las nacientes del río Corriente. Esta obstrucción del flujo natural acarrea una modificación fundamental en la configuración de los escurrimientos, particularmente aguas arriba. El efecto de endicamiento genera inundaciones en las lomadas bajas y una mayor permanencia del agua, con aislamientos de las viviendas, disminución de las pasturas y aumento de suelos improductivos. Aguas abajo, el aumento de la velocidad a la salida de las alcantarillas irá acompañado de un incremento de la erosión. En ambos casos, los cambios hidrológicos, a la vez, irán acompañados de pérdida de suelos y cambios en la vegetación (Giudice et al, 2006).

Por su parte, la represa de Yacyretá, afecta en forma indirecta en el volumen de agua de los esteros. Ubicado al norte de los esteros, el curso del río Paraná permanecía encauzado y desconectado del Iberá, desde el Pleistoceno pero, con la construcción de la represa, se elevó el nivel del agua unos pocos metros y la mayor carga hidráulica produjo filtraciones desde el embalse hacia los humedales. Luego de su construcción, el nivel del agua en Iberá aumentó más del 60% respecto de la media anual de los 30 años previos (Neiff, 2003).

Figura N° 8. Alteración simplificada del escurrimiento



Fuente: Giudice et al, 2006

## Conclusiones

El hombre impacta sobre los paisajes del Iberá tanto con obras de infraestructura como con actividades económicas que alteran la calidad, cantidad y dinámica hídrica. Terraplenes, canales, endicamientos, desmontes, introducción de especies exóticas, disminución de biodiversidad, etc., generan, en forma lenta, paisajes modificados. Hoy se observa esa paulatina transformación del paisaje natural de los esteros y parecería que está lejos el espíritu del compromiso asumido por parte del Estado, de garantizar su preservación a través de "su utilización sostenible en beneficio de la humanidad de manera compatible con el mantenimiento de las propiedades naturales del ecosistema", cuando este espacio fue declarado Sitio Ramsar, en el 2009.

## Bibliografía

- ALESSANDRO DE RODRÍGUEZ, M. (2013). *Complejidad de los ecosistemas del norte de Mendoza*. En: **Boletín de Estudios Geográficos** N° 101. Universidad Nacional de Cuyo. Facultad de Filosofía y Letras. Instituto de Geografía. Mendoza.
- AUGE, M., WETTEN, C., BAUDINO, G., BONORINO, G., GIANNI, R., GONZÁLEZ, N., GRIZINK, M., HERNÁNDEZ, M., RODRÍGUEZ, J., SISUL, A., TINEO, A. Y TORRES, C. (2006). *Hidrogeología de Argentina*. **Boletín Geológico y Minero**, N° 117 <http://revistas.igme.es/index.php/bgm/article/view/146/144> [consulta: 12 de enero de 2013].
- BARRAGÁN MUÑOZ, J.M. (2003). *Coastal zone management in Spain (1975-2000)*. En: **Journal of Coastal Research**, 19, 2, 2003.
- BOGADO, G., SOSA, M. Y RUJANA, MARIO (2012). *Obras Hidráulicas para el Riego de Cultivo de Arroz en la Provincia de Corrientes, Argentina*. ICAA. Primer encuentro de Investigadores en Formación de Recursos Hídricos, Ezeiza. En: [www.ina.gov.ar/pdf/ifrrhh/04\\_016\\_Bogado.pdf](http://www.ina.gov.ar/pdf/ifrrhh/04_016_Bogado.pdf) [consulta: 22 de noviembre de 2013].
- CANEVARI, P.; BLANCO, D.; BUCHER, E; CASTRO, G. Y DAVIDSON, I, (Eds.) 1999. **Los humedales de la Argentina**. Wetlands International, Publ. 46.
- CARREÑO, LORENA Y VIGLIZZO, ERNESTO (2007). **Provisión de servicios ecológicos y gestión de los ambientes rurales en Argentina**. Ediciones INTA, Buenos Aires. (consultado el 10/08/13). <http://inta.gov.ar/documentos/provision-de-servicios-ecologicos-y-gestion-de-los-ambientes-rurales-en-argentina/>
- COPPIAROLO, L. (2011). Informe final beca EVC-CIN convocatoria.
- Cruzate, G. y Panigatti, J. (2008). **Suelos y ambientes de Corrientes**. INTA. <http://www.inta.gov.ar/suelos/imagenes/Corrientes.jpg>
- FUNTOWICS, S. Y DE MARCHI, B. (2000). *Ciencia posnormal, complejidad reflexiva y sustentabilidad*. En: Leff, E. (coord.). **La complejidad ambiental**. Siglo XXI, México.
- GASTMANS, D., VEROSLAVSKY, G., KIANG CHANG, H., CAETANO-CHANG, M. Y NOGUEIRA PRESSINOTTI, M. (2012). *Modelo hidrogeológico conceptual del Sistema Acuífero Guaraní (SAG): una herramienta para la gestión*. En: **Boletín Geológico y Minero**, 123. <http://revistas.igme.es/index.php/bgm/article/viewFile/447/443> [consulta: 19 de enero de 2013].
- GIUDICE, L., TURINETTO, T., SANCHEZ, G. Y GIL, G. (2006). **Terraplén a paraje Yahaveré en propiedad de Forestal Andina S:A: análisis de los daños ambientales y propuestas de mitigación** (consultado el 12/5/13). [http://www.theconservationlandtrust.org/descargas/Terraplen\\_a\\_Yahavere\\_Analisis](http://www.theconservationlandtrust.org/descargas/Terraplen_a_Yahavere_Analisis)
- GIRAUDO, A. Y POVEDANO, H. (2004). *Avifauna de la región biogeográfica Paranaense o Atlántica Interior de Argentina: biodiversidad, estado de conocimiento y de conservación* (En: INSUGEO, Miscelánea 12: 5-12. (consultado el 12/11/12). [http://www.insugeo.org.ar/libros/misc\\_12/37.htm](http://www.insugeo.org.ar/libros/misc_12/37.htm)
- ICAA – Instituto Correntino del Agua del Ambiente (2013). Sitio web oficial. [consulta: 29 de octubre de 2013].

LIGIER, DANIEL Y ACHINELLI, MOIRA (2008). **Valoración de servicios ecológicos en la Provincia de Corrientes**. Grupo Recursos Naturales y Gestión Ambiental, INTA EEA Corrientes. 2008. Documento de divulgación. <http://inta.gob.ar/documentos/los-servicios-ambientales-y-el-ordenamiento-del-territorio/> (consultado el 10/08/13).

NEIFF J. J. (2001). “Humedales de la Argentina: sinopsis, problemas y perspectivas futuras”. En: **EL agua en Iberoamérica. Funciones de los humedales, calidad de vida y agua segura**.

NEIFF, J. Y MALVAREZ, A. (2004). *Grandes humedales fluviales*. En: **Documentos del Curso Taller “Bases ecológicas para la clasificación e inventario de humedales en Argentina”**. FCEyN-UBA, Ramsar, USFS, USWS-

NEIFF J. (2004). **El Iberá... ¿en peligro?** Fundación Vida Silvestre Argentina. Buenos Aires. 104 pp.

POPOLIZIO, E. (2001) **Los cambios de posición del valle del Río Paraná a lo largo de su historia geomorfológica**. Centro de Geociencias Aplicadas - Facultad de Humanidades - Facultad de Ingeniería- UNNE, Resistencia. <http://www1.unne.edu.ar/cyt/2001/7-Tecnologicas/T-082.pdf>

RAMSAR. The Ramsar Convention on Wetlands (2009). *Ficha Informativa de Ramsar sobre los Humedales de Importancia Internacional*. [http://www.ramsar.org/cda/es/ramsar-documents-info/main/ramsar/1-31-59\\_4000\\_2\\_](http://www.ramsar.org/cda/es/ramsar-documents-info/main/ramsar/1-31-59_4000_2_) (consultado el 13/11/13).

ROGGIERO, M., ZAMPONI, A. Y ZILIO, CRISTINA. (2011a). *Iberá: algunas consideraciones para un plan de manejo ecoturístico*. XIII Jornadas de Investigación. Centro de Investigaciones Geográficas y Departamento de Geografía. FaHCE, UNLP.

ROGGIERO, M., ZAMPONI, A. Y ZILIO, CRISTINA. (2011b). *Los paleocauces del Paraná y la diversidad de paisajes en los Esteros del Iberá*. III Congreso de Geografía de Universidades Públicas. Facultad de Humanidades y Ciencias, Universidad Nacional del Litoral, 12 a 15 de octubre de 2011, Santa Fe.

SANTA CRUZ, J. (2009). *Acuífero Guaraní: El conocimiento Hidrogeológico para su uso sostenible*. En: Revista Ciencia hoy, en línea. Volumen 19 N° 112 Agosto-Septiembre <http://www.icaa.gov.ar/Documentos/Ingenieria/sisacuiferogua-sostenible.pdf> [consulta: 19 de enero de 2013].

SERRA, P. (2001). **Características geomorfológicas e hidrográficas de la provincia de Corrientes y su incidencia en asentamientos humanos**. Tesis doctoral. USal.

[p3.usal.edu.ar/index.php/geousal/article/download/1558/1992](http://p3.usal.edu.ar/index.php/geousal/article/download/1558/1992)

SERRA, P (2006). **Valor de la fotointerpretación en el conocimiento del humedal del Iberá**. Instituto de Geografía (IGUNNE). Facultad de Humanidades. UNNE. Chaco. Año 3- N° 6. Julio-Diciembre 2006.

SsRH - Subsecretaría de Recursos Hídricos (2013).

<http://www.hidricosargentina.gov.ar/> [consulta: 22 y 27 de enero de 2013].

VALLEJOS, V.; BOTANA, M. Y POHL SCHNAKE, V. (2009). *Transformaciones territoriales y problemas ambientales en la zona de los Esteros del Iberá*. UNLP. FaHCE. Departamento de Geografía y Centro de Investigaciones Geográficas. X Jornadas de Investigación. La Plata

ZAMPONI, Analia, ZILIO María Cristina, ROGGIERO Marha Florencia (2010) Origen de los Esteros del Ibera como generador de ambientes XII Jornadas de Investigación de Geografía. CIG-Depto de Geografía FaCHE UNLP. ISSN 1850 – 0862.

ZILIO, Cristina, ZAMPONI, Analía, ROGGIERO, Martha, PUGA, Yamile (2013) *Problemáticas asociadas a la forestación en los Esteros del Iberá*. IV Congreso de Geografía de Universidades Públicas. Facultad de Filosofía y Letras Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza.

### Comentarios de la coordinación

Los trabajos presentados se centraron en la importancia que tiene el conocimiento de los procesos naturales y sus interacciones con la sociedad para poder intervenir en el espacio.

Estos trabajos se realizaron en distintas áreas de nuestro país a escala regional y local. Fue destacable la variedad de metodologías utilizadas para el abordaje de temáticas hidrográficas, geomorfológicas, climáticas, edafológicas y biogeográficas.

Principalmente se presentaron dos líneas de investigación, ambas aplicadas a mejorar los planeamientos territoriales existentes:

- La elaboración de zonificaciones
- El estudio de determinadas variables a través del análisis de cómo afectan y son afectadas por la sociedad.

Estuvieron presentes investigadores de la Universidad Nacional de La Plata, de la Universidad Nacional del Nordeste, de la Universidad Nacional de Río Cuarto y de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.

Se debe destacar que todas las ponencias se enmarcaron en la Geografía Física Aplicada, demostrando el interés en aportar herramientas a los tomadores de decisiones, para mejorar las condiciones de vida de la sociedad.