

# Aporte de las imágenes satelitales a la prospección subterránea de agua en las inmediaciones de la localidad de Médanos, provincia de Buenos Aires

Claudio Hernández<sup>1</sup>, Edgardo Navarro<sup>2,4</sup> y Jorge Caló<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup> Aguas Bonaerenses S.A., 14 de Julio 3639, (8000) Bahía Blanca.

<sup>2</sup> Comisión Investigaciones Científicas (CIC), calle 526 e/ 10 y 11. La Plata

<sup>3</sup> INGEOSUR (Instituto Geológico del Sur). UNS, Departamento de Geología, San Juan 670, (8000) Bahía Blanca. (0291) 4595101.

<sup>4</sup> Universidad Nacional del Sur (UNS), Departamento de Geología, San Juan 670, (8000) Bahía Blanca.

Mail de contacto: [claudiojavierhernandez@hotmail.com](mailto:claudiojavierhernandez@hotmail.com)

## RESUMEN

El área de estudio se localiza en las inmediaciones de la localidad de Médanos (provincia de Buenos Aires). El contexto geológico en el cual se enmarca este área se corresponde con un antiguo delta del río Colorado. Mediante técnicas de tratamiento digital de imágenes satelitales se reconocieron diferentes rasgos morfológicos. Entre los mismos se destacan paleovalles fluviales asociados al sistema fluvial del río Colorado y hacia el norte, una depresión arenosa de dirección noroeste-sureste, la cual conformaría un importante corredor eólico. Esta última unidad permitió la acumulación de los mantos arenosos más modernos, constituyendo una importante área de captación del agua de precipitación de la región. Morfologías lineales de notable continuidad longitudinal, asociadas a paleocanales que se prolongan hacia la zona de planicie intermareal fueron reconocidas como elementos importantes en la prospección del agua subterránea.

Palabras claves: Imágenes Landsat y Spot, filtros direccionales, paleocanales, prospección de agua subterránea, localidad de Médanos.

## ABSTRACT

The area of the project is located near the town of Médanos (Buenos Aires Province, Argentina). This area corresponds to an ancient delta of the Colorado River. Through digital processing of satellite imagery different morphographic patterns were recognized. Towards the north in the study area, a depression trending northwest-southeast with longitudinal paleochannels of a remarkable continuity and extending eastward into an intertidal plain area was found. This feature is associated to the ancient Colorado River system. This major paleovalley was filled with sand deposits conforming an aeolian dune field representing a major wind corridor. This last unit constitute an important area of rain water catchment that collects in the paleochannels being a promising source of groundwater exploration.

Keywords: Landsat and Spot Imagery, directional filters, paleochannels, groundwater exploration, Médanos town.

## Introducción

El área de estudio se ubica en las inmediaciones de la localidad de Médanos (provincia de Buenos Aires) entre los 38° 47' y 38° 55' de latitud sur y 62° 41' y 62° 50' de longitud oeste, extendiéndose su análisis con el propósito de observar el desarrollo geológico general, hasta aproximadamente 39° 00' S y 63° 37' O (Fig. 1).

Procurando establecer áreas de mayor factibilidad de prospección hidrogeológica (zonas de captación y de almacenamiento de agua), y teniendo presente que los cauces

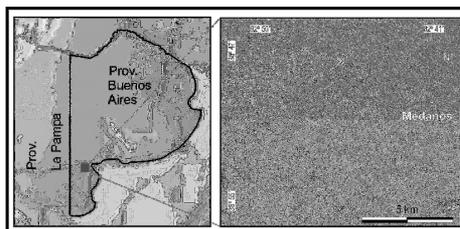


Figura 1. Ubicación del área de estudio

fluviales por lo común contienen materiales más permeables respecto del entorno de la llanura de inundación, se trata de identificar mediante técnicas de tratamiento digital de imágenes satelitales, rasgos morfológicos asociados a paleocanales que geológicamente habrían estado vinculados con la evolución del paleodelta del río Colorado.

### **Modelo geológico conceptual**

El área de estudio se enmarca en un contexto geológico que se corresponde con un antiguo delta del río Colorado (González Uriarte 1984, Spalletti e Isla 2003). Un delta se define como un sistema fluvial con un canal principal que distribuye los sedimentos (en este caso el río Colorado), que en proximidades del mar, en sectores de escaso gradiente de terreno, se abre en distintos canales secundarios desarrollando un lóbulo o frente deltaico. Tiene la particularidad de desplazarse a lo largo del tiempo (migrar), y al quedar estos rasgos morfológicos desactivados, constituyen por su relativa mayor permeabilidad, potenciales lugares de acumulación de agua dulce y en consecuencia de interés para su prospección. Geomorficamente, el sector de estudio está relacionado con Niveles de planación y Planicies estructurales que resultan las formas más antiguas de este sector (Mioceno tardío) (Folguera y Zarate 2012), representadas principalmente por cerros testigos con planos que se ubican en aproximadamente los 100 metros sobre el nivel del mar (msnm). Depresiones endorreicas, cuyos fondos se encuentran aproximadamente a 50 metros bajo el nivel del mar (mbnm), son reconocidas en el sector oeste - noroeste del área.

### **Metodología de trabajo**

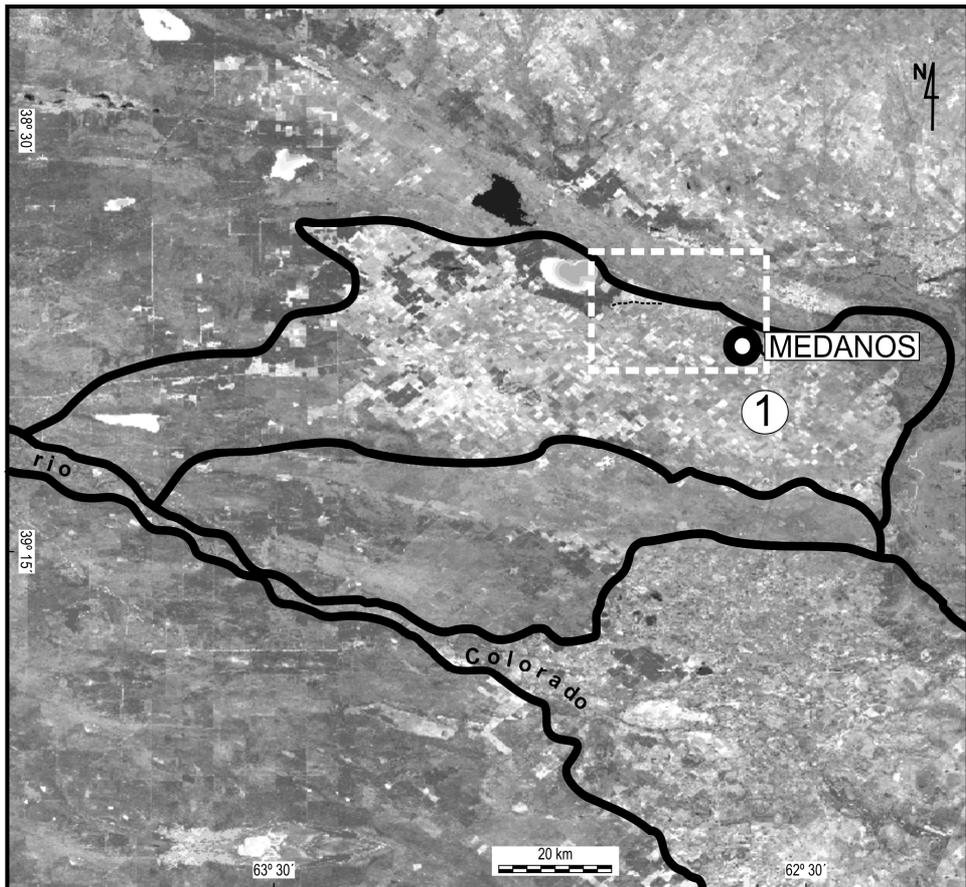
Con el propósito de llevar adelante las tareas correspondientes al tratamiento digital de las imágenes raster, se operó fundamentalmente con dos sistemas de información geográfica (SIG): Idrisi Selva (Clark Labs 2011) y Global Mapper 13 (Blue Marble Geographics 2010), utilizando el Corel Draw como software de apoyo. Para el análisis e interpretación a escala regional se emplearon imágenes Landsat 7 captadas por el sensor ETM+, multitemporales, de fechas 6/01/2001 y 22/12/2003, path 227 row 87 con resolución espacial de 30m y una banda 8 pancromática de 15m de resolución espacial. Las

consideraciones altimétricas se realizaron a partir de los Modelos Digitales de Elevación (MDE) de SRTM y ASTER de 90 y 30m de resolución espacial respectivamente. Todos estos datos fueron evaluados y procesados de acuerdo a técnicas propuestas por Richards (1995) y Chuvieco (2000), mediante los menús de Idrisi correspondientes a Principal Component Analysis y Create Color Composite, que permitieron reconocer diferentes rasgos morfológicos a nivel regional. En la combinación de bandas se usó en particular, los filtros azul para la banda 2, verde para la banda 3 y rojo para la banda 4. La figura 2 representa la composición falso color compuesto en niveles de gris.

El estudio a nivel local, se llevo a cabo empleando como base una imagen Spot B&W, de 5 m de resolución espacial, cuya combinación con las otras imágenes facilitó reconocer los rasgos de interés a esta escala. Para el procesamiento de la información digital a esta escala, se utilizaron diferentes menús de Idrisi, principalmente aquellos asociados a filtros direccionales y filtros resaltadores de borde. Entre los empleados se destacan el Laplaciano, Edge Analysis y Variability, habiéndose ensayado con diferentes matrices (3x3, 5x5 y 7x7), procurando reconocer y resaltar desde estas imágenes, diferentes tipos de rasgos lineales que pudieran vincularse con el modelo conceptual.

### **Resultados**

Del tratamiento digital de las imágenes satelitales en particular, pudieron destacarse diferentes elementos de interés a los fines de la exploración subterránea de agua. A escala regional, los hechos de cobertura permitieron delimitar parte de los lóbulos deltaicos que Spalletti e Isla (2003) reconocieron y asociaron a la evolución del río Colorado en los tiempos geológicos más modernos (Fig. 2). En particular los tonos más claros generados por la emisividad de los cultivos en el infrarrojo cercano y los oscuros, asociados fundamentalmente a los depósitos arenosos debido a la mayor absortividad de esa longitud de onda por su mayor contenido de humedad, permitieron delimitar parte de esos lóbulos deltaicos. En particular, el área de estudio está asociada al más antiguo, identificado con el 1 en la figura 2.



**Figura 2.** Combinación de bandas 2, 3 y 4 asociadas a los filtros azul, verde y rojo respectivamente del Landsat 7, sensor ETM+. Se destacan los lóbulos asociados al paleodelta, en particular el lóbulo 1 de Spalletti e Isla (2003), en el que se encuentra enmarcada el área de estudio (recuadro blanco punteado).

El análisis individual de las bandas y la valoración morfométrica a través del MDE SRTM de la región, facilitó el reconocimiento y delimitación de las unidades morfográficas a una escala de semidetalle (Fig. 3). Se destaca un paleovalle fluvial (Pf) que llega a conformar en esta región, un plano que se localiza en aproximadamente los 35 msnm.

Dentro de esta unidad Pf, a su vez tiene lugar el desarrollo de una cubierta sedimentaria arenosa, que enmascara parcialmente los rasgos infrayacentes, en particular aquellos asociados a los elementos más importante a detectar desde la imagen y motivo de investigación, los paleocanales.

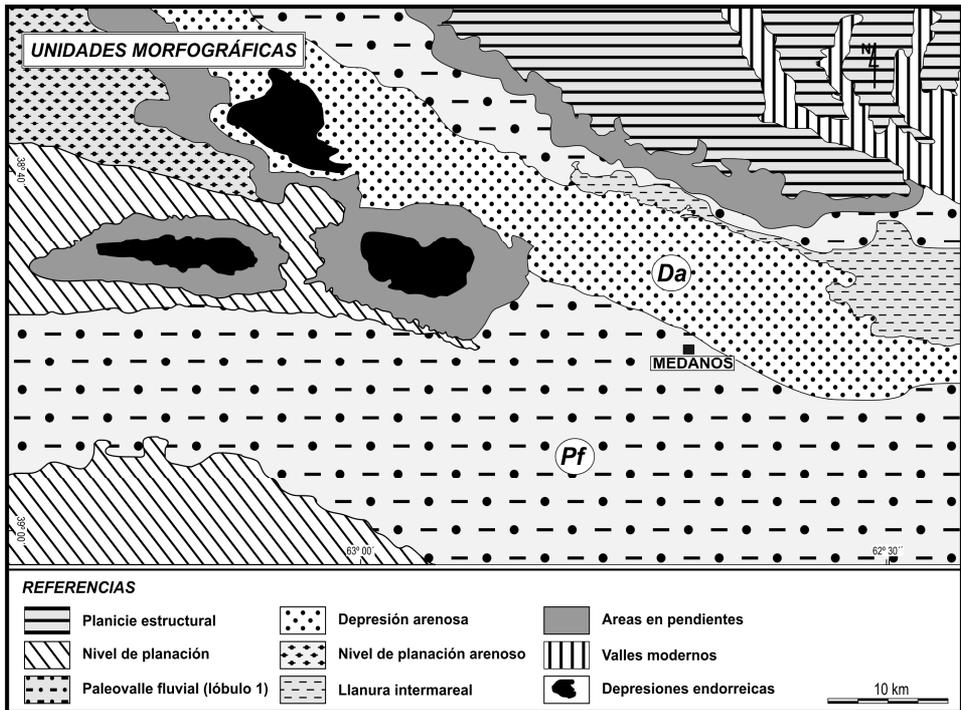


Figura 3. Unidades morfológicas reconocidas en el área de la localidad de Médanos.

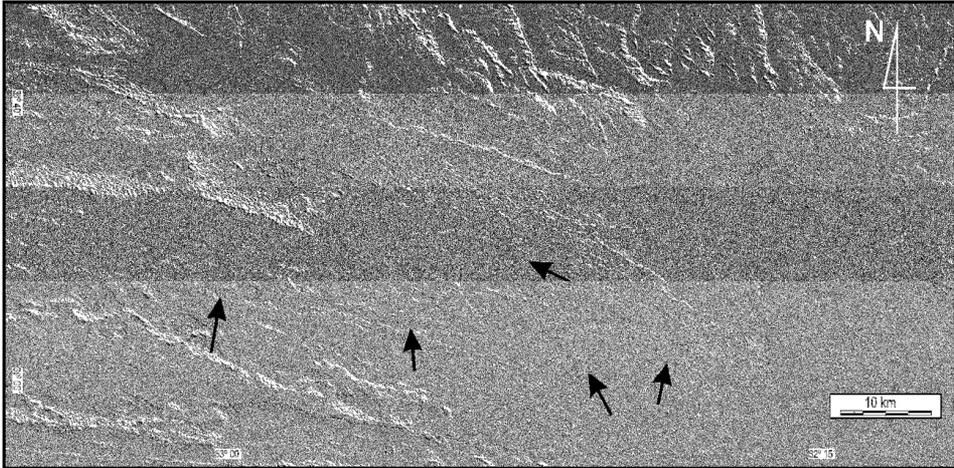
Hacia el norte, la unidad (Pf) se encuentra limitada por una importante depresión tectónica, de dirección aproximada noroeste-sureste, reconocida morfológicamente como Depresión arenosa (Da). Esta unidad resulta no sólo un importante corredor eólico, sino también un sector de interés hidrogeológico ya que contiene un espeso manto de acumulación arenosa, como puede observarse en la Fig. 3, que representa una significativa área de recarga para toda esta zona.

En cercanías de la localidad de Médanos, y a partir del análisis a una escala de mayor detalle (1:10000 o mas grande), se profundizó la evaluación sobre aquellas unidades morfológicas previamente identificadas,

permitiendo delimitar lugares de interés de manera más precisa.

Se reconocieron dos tipos morfológicos principales:

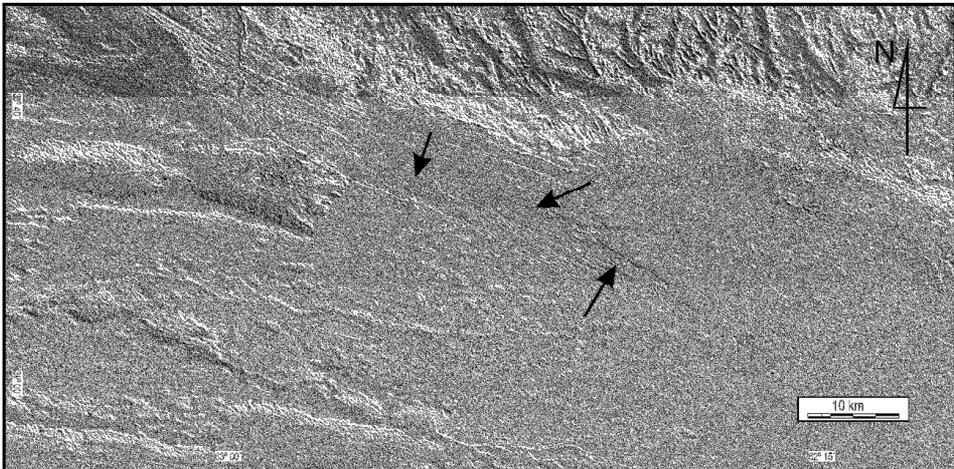
a) Dentro de las unidades morfológicas asociadas a sectores de la *Depresión arenosa* y *Paleovalles fluviales*, fueron identificadas a partir del uso de diferentes filtros de realce, en especial resaltadores de borde y direccionales, **morfologías lineales sinuosas**, por lo común continuas, evidenciando una trayectoria general de dirección oeste-este. En oportunidades se las reconoce de manera parcial aunque su trayectoria puede ser claramente identificada (Fig. 4 y 5).



**Figura 4.** Combinación de bandas del Landsat 7 ETM+ con imagen Spot. Imagen procesada con resaltadores de bordes y direccionales sur-suroeste en la que se reconocen paleocanales labrados en la unidad morfológica **Pf**. Las flechas negras identifican esos paleocanales.

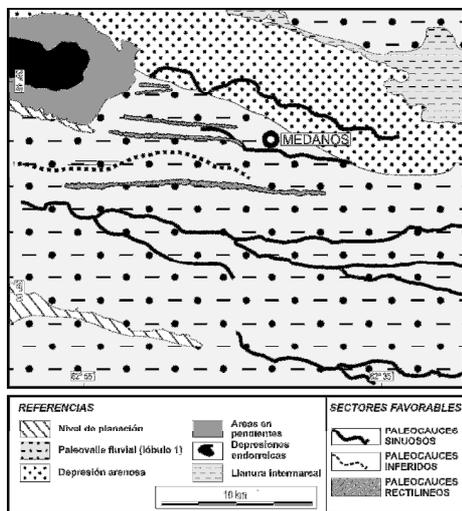
**b) Rasgos morfológicos lineales con un desarrollo más recto y ancho** que en el caso anterior. Orientados también en un sentido general oeste-este, fueron identificados a partir de texturas de imágenes obtenidas por el

procesamiento individual de la imagen Spot con apoyo de diferentes combinaciones de bandas de las imágenes Landsat. Se destacan por estar cubiertos por una delgada capa eólica.



**Figura 5.** Combinación de bandas del Landsat 7 ETM+ con imagen Spot, procesada con filtros resaltadores de bordes y direccionales del noreste en la que se reconocen paleocanales labrados en la unidad morfológica **Da**. Las flechas negras identifican esos paleocanales que se prolongan hacia el mar.

Con el propósito de asociar estos elementos de detalle con las unidades morfológicas reconocidas en la figura 3, fueron dispuestos de manera georreferenciada, siendo representados de manera cartográfica en la figura 6.



**Figura 6.** Sector de la figura 3 en el que se muestra los paleocanales y depresiones topográficas asociadas a las unidades morfológicas.

## Conclusiones

En el área de estudio, la unidad morfológica identificada como Depresión arenosa (Da), constituye una importante área de captación de agua de precipitación para esta región, en tanto que aquella unidad identificada como Planicie fluvial (Pf) representa un sector en el que se puede dar el almacenamiento de agua de la unidad anterior, al disponer de rasgos morfológicos con una mayor permeabilidad relativa que su entorno.

Dentro de la unidad morfológica Planicie arenosa (Da) y fluvial (Pf), los rasgos lineales sinuosos identificados mediante el tratamiento digital de imágenes, se corresponden con paleocanales fluviales del delta del río Colorado, que se prolongan hacia el este, dentro de la zona de planicie intermareal.

En la Planicie fluvial (Pf), los elementos lineales de menor longitud, rectilíneos, se

corresponderían con paleocanales de este sistema, aunque con una capacidad de migración lateral más baja.

Todos estos rasgos morfológicos de escala de detalle, constituyen puntos de factibilidad de existencia de agua en el subsuelo, dado que presentan mayor permeabilidad que su entorno. Sin embargo, su presencia no garantiza necesariamente la existencia de agua como tampoco su calidad, pero permite planificar y acotar con gran exactitud, teniendo presente el manejo georreferenciado de la información, la localización de las áreas favorables para la prospección subterránea de agua.

## Agradecimientos

Agradecemos al Ing. Antonio Ferrara, Gerente de ABSA Bahía Blanca por su apoyo en el desarrollo de este proyecto y por su ayuda para presentarlo.

A la Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires por la colaboración en este trabajo.

Al Dr. Rivas cuyas críticas contribuyeron al mejoramiento del presente manuscrito.

## Referencias

- Blue Marble Geographics. 2010. Global mapper 13. Software, Portland, USA.
- Clark Labs. IDRISI SELVA. 2011. Software, Clark University, USA.
- Chuvieco, E. 2000. Fundamentos de teledetección espacial. 3ra ed. revisada, RIALP, Madrid.
- Folguera, A. y Zárate, M. 2012. La planicie estructural del centro de la Provincia de la Pampa: Características y génesis. En: V Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología, Córdoba. 72-73. Río Cuarto.
- González Uriarte, M. 1984. Geomorfología del área interfluvial de los cursos inferiores de los ríos Colorado y río Negro (Pcia. de Buenos Aires). 1as. Jornadas Geológicas Bonaerenses. Actas: 713-730. Bahía Blanca.
- Richards, J. A., 1995. Remote sensing digital image analysis. Springer-Verlag 2 Ed, Campbell, Australia.
- Spalletti, L. y Isla, F. 2003. Características y evolución del delta del río Colorado ("Colú-Leuvú"), Provincia de Buenos Aires, República Argentina. Asociación Argentina de Sedimentología, Revista, vol. 10 (1): 23-37.