

IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS ANEGABLES Y SU VINCULACIÓN CON EL CRECIMIENTO URBANO EN LA CUENCA DEL RÍO SAMBOROMBÓN

*Borzi Guido Esteban
Carol Eleonora Silvina*

Cátedra de Hidrología General, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP. CONICET
gborzi@fcnym.unlp.edu.ar

Palabras clave: *inundación, ordenamiento territorial, desarrollo urbano, planes de contingencia.*

Resumen

El objetivo del trabajo es realizar una identificación de las áreas anegables en la cuenca del río Samborombón vinculando la distribución de las mismas con el desarrollo urbano actual y futuro. Esto permitirá generar planes de contingencia de las zonas ya antropizadas y pautas de ordenamiento territorial que tiendan a preservar la hidrología de la cuenca.

Para ello, en función de los registros históricos de precipitaciones, se seleccionó el evento de lluvias extremas ocurrido en mayo de 2000 en donde se contaba con imágenes satelitales seriadas que permitían visualizar la evolución de las áreas anegadas. La delimitación de las áreas inundadas se efectuó mediante una combinación de bandas en falso color 452 a partir de imágenes satelitales LandSat 5.

Por otra parte, se utilizaron imágenes satelitales de alta definición desde el año 2004 a la actualidad para ver la evolución de los centros urbanos. Esta última información junto con la evaluación de áreas anegadas se utilizó para determinar el riesgo de inundación de los centros poblados existentes y proyectados, así como zonas para usos diversos.

Los resultados obtenidos muestran que además de la llanura de inundación, algunas zonas de la cuenca que son naturalmente anegables en periodos extremos de lluvias están actualmente urbanizadas y presentan un riesgo alto de padecer inundaciones recurrentes. Asimismo, las obras de ingeniería desarrolladas en estas urbanizaciones alteran la morfología natural de la planicie de inundación modificando la hidrodinámica superficial de la cuenca. Los resultados obtenidos a partir de la identificación y mapeo de las áreas naturalmente inundables permitirán generar pautas de ordenamiento territorial a considerar en futuros proyectos de urbanización que se desarrollen en la cuenca.

Introducción

La recurrencia de las inundaciones en la llanura pampeana constituye uno de los principales temas de estudio de la región, ya que afecta el desarrollo socioeconómico de la misma (Barbagallo 1983, Canziani *et al.* 1983). Los registros de precipitaciones desde 1900 a la actualidad evidencian un aumento desde la década del 70 (Deschamps *et al.* 2003, Kruse *et al.* 2005), lo cual se ve reflejado en la inundación de zonas anteriormente no anegables. Los análisis y cuantificación de áreas anegables realizados con imágenes satelitales se remontan a la aparición de los sensores remotos (Dominguez *et al.* 1983, Marlenko *et al.* 1983) y continúan hasta la actualidad. Esta perspectiva dio una mayor comprensión y cuantificación de las áreas que se acerca más a la realidad, dejando gran parte de la subjetividad en un segundo plano (Marlenko *et al.* 1983, Quiroz Londoño *et al.* 2013).

La cuenca del río Samborombón tiene un área aproximada de 5400 km² (Figura 1) ocupando parte de diez partidos del noreste de la provincia de Buenos Aires. El mayor desarrollo poblacional ocurre en el área de cabeceras de cuenca en los partidos de Brandsen, La Plata, Presidente Perón y San Vicente. El crecimiento de las áreas urbanas tiende a ocupar zonas más alejadas, entre las que se encuentran la planicie aluvial del río o cursos efímeros los cuales se reactivan en los eventos de precipitaciones extremas.

El objetivo del trabajo es realizar una identificación de las áreas anegables en la cuenca del Río Samborombón vinculando la distribución de las mismas con el desarrollo urbano actual y futuro. Dado a que no siempre se está un paso adelante en lo que refiere a la planificación o planes de contingencia, el presente trabajo es una primera aproximación a las principales problemáticas de anegamientos en dicha cuenca.

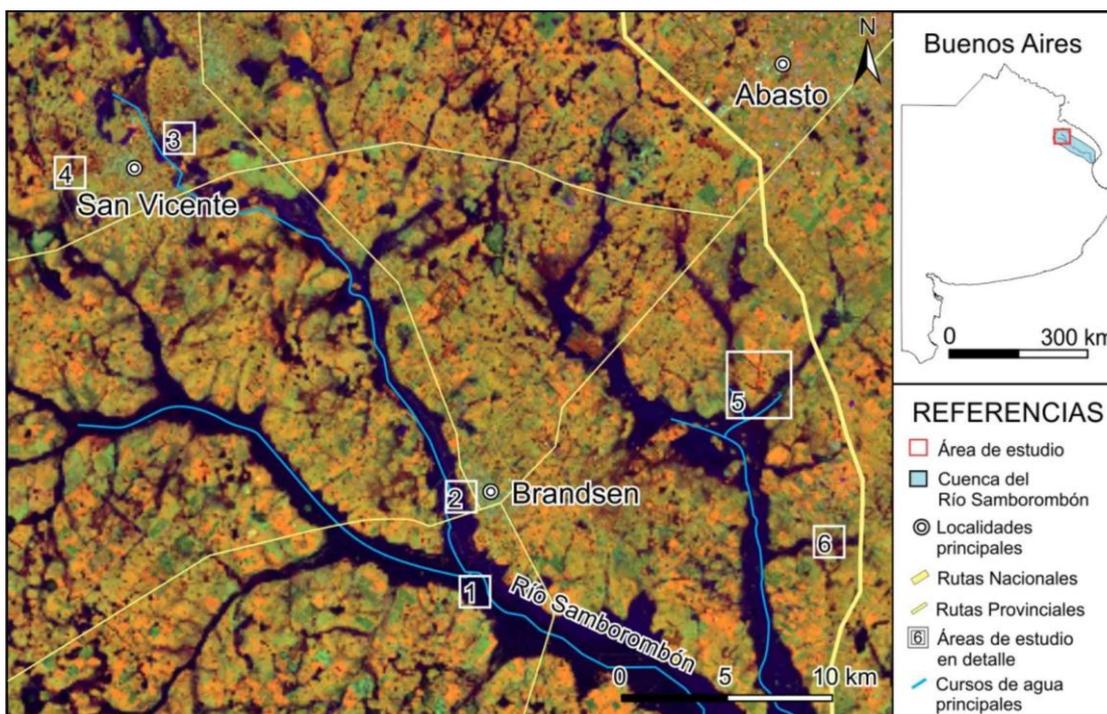


Figura 1. Ubicación de las áreas de estudio. Imagen del Satélite LandSat 5, tomada el 18 de mayo del 2000 en combinación de bandas 452.

Materiales y métodos

Un análisis de los eventos de precipitaciones extremas para el periodo 1900-2014 se realizó en base a registros diarios, semanales y mensuales cedidos por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) de 5 estaciones meteorológicas (Buenos Aires, Dolores, Ezeiza, La Plata, Las Flores) ubicadas próximas a los bordes de cuenca.

Considerando los eventos de precipitaciones extremas reconocidos y con el fin de identificar las áreas anegadas se efectuó un relevamiento de las imágenes satelitales de la serie LandSat, desde sus comienzos (1972) a la actualidad. En función de las imágenes disponibles se seleccionó el evento lluvioso ocurrido el 16 de mayo de 2000 y la imagen del satélite LandSat 5 tomada dos días después. La elección de esta imagen fue debido a una baja cobertura nubosa y a que el área cubierta por agua fue mayor en contraste con otras imágenes disponibles. Para evaluar la importancia de dicho evento en las precipitaciones anuales se realizó un análisis de los registros diarios de lluvias de las estaciones de Ezeiza y Dolores.

Un procesamiento de la imagen satelital se realizó mediante la combinación de bandas 452, la cual permite realzar las áreas anegadas en color azul y las zonas secas más elevadas y con cultivos en color anaranjado. Las zonas con contenidos de agua intermedios presentan tonos verdosos, los centros poblados una coloración turquesa y las áreas con una vegetación más frondosa como arboles tienden a un rojizo. La topografía de la cuenca y en particular de áreas anegadas fue valorada a partir de las cartas topográficas a escala 1:50.000.

Dado que los principales centros urbanos se ubican en la cuenca alta del río, seis áreas dentro de este sector de la cuenca fueron seleccionadas para su estudio en detalle (Figura 1). Estas áreas abarcan zonas de la cuenca con barrios cerrados, áreas urbanas actuales y áreas urbanas proyectadas o en crecimiento. En cada una de ellas se delimitaron las superficies anegadas mediante polígonos (indicados en las figuras 3 a 8 en líneas de trazo verde) con una clasificación supervisada en el Software Arcgis 10.0.

Posterior a este procesamiento se utilizaron imágenes satelitales de alta resolución tomadas del Google Earth (Satélite QuickBird) para los años 2004 y 2013-2014 con el fin de ver el crecimiento urbano y la ocupación de las áreas de estudio en detalle a lo largo de 14 años.

Resultados

El análisis de las precipitaciones diarias para el año 2000 de las estaciones de Ezeiza (ubicada próxima al límite izquierdo de cuenca alta) y Dolores (ubicada próxima al límite derecho de la cuenca media a baja) muestra en ambas estaciones valores acumulados próximos a 1000 mm anuales (Figura 2). En Dolores la curva acumulada presenta una tendencia lineal con escalonamientos inferiores a 50 mm, mientras que en Ezeiza entre fines de abril y mayo se observa un marcado aumento con escalonamientos superiores a 100 mm, producto de las fuertes precipitaciones ocurridas en este periodo. Para el evento de precipitaciones extremas analizado en este trabajo ocurrido desde el 14 al 17 de mayo, los registros muestran la caída de 157,6 mm de agua en la estación de Ezeiza y 34 mm de agua en la estación de Dolores. Este evento extremo ocurrido en cabeceras hace que la curva acumulada de Ezeiza supere a la de Dolores, la cual presentaba anteriormente valores acumulados mayores a los de Ezeiza.

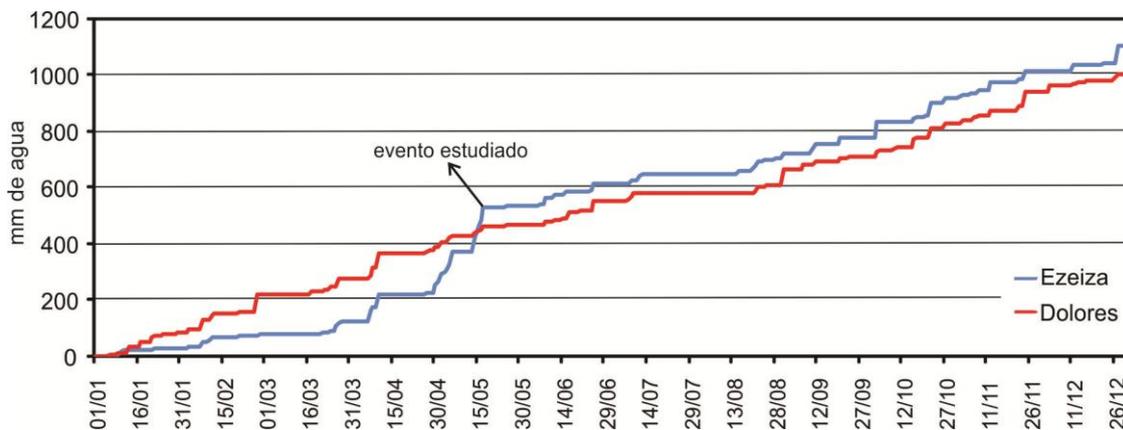


Figura 2. Precipitación acumulada de las Estaciones Meteorológicas de Dolores y Ezeiza para el año 2000 (SMN).

Este evento de precipitación extrema ocurrido en la zona de cabecera de cuenca es el responsable del anegamiento observado en esta zona de la cuenca en a imagen LandSat del 18/05/2000. De la comparación de la imagen del 18/05/2000 donde se

identificaron las áreas anegadas en respuesta del evento extremo de precipitaciones ocurrido el 16/05/2000 con las imágenes del 2004 y 2013-2014 un importante crecimiento urbano es registrado en los sectores anegables. En el área 1 (Fig. 1) ubicada en un barrio cerrado localizado al sur de la localidad de Brandsen puede observarse que el predio de dicho barrio fue totalmente cubierto por agua en la inundación del 2000 (Figura 3a). En la imagen del 2004 el predio loteado tiene los caminos de acceso y escasas edificaciones (Figura 3b), mientras que para 2013 la edificación del barrio aumenta cerca del 40 % (Figura 3c).



Figura 3. Imágenes satelitales del a) 2000, b) 2004 y c) 2013 para el área 1 ubicada en un barrio cerrado al sur de la localidad de Brandsen en la planicie aluvial del Río Samborombón.

La localidad de Brandsen se ubica próxima a la margen izquierda del río (Figura 1. Área 2), y presenta un crecimiento poblacional hacia el oeste el cual tiende a ocupar espacios próximos a la planicie aluvial del río que sufrieron inundaciones en el año 2000 (Figura 4a). Para el año 2004 loteos escasamente poblados se observaban en esta zona (Figura 4b), los cuales tienden a densificarse en 2013 ocupando la totalidad de las áreas loteadas en 2004 así como también ampliando el área urbana hacia sectores propensos a anegarse (Figura 4c).

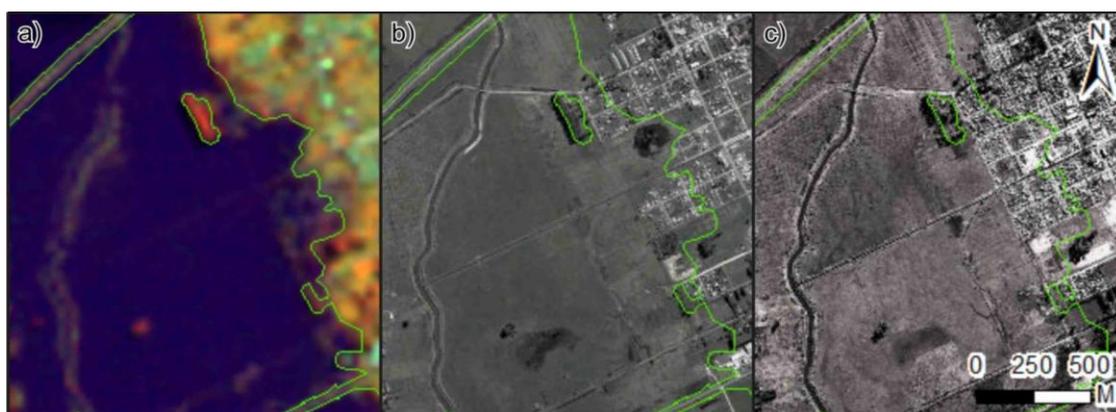


Figura 4. Imágenes satelitales del a) 2000, b) 2004 y c) 2013 para el área 2 ubicada al oeste de la localidad de Brandsen en la planicie aluvial del Río Samborombón

El partido de San Vicente (Figura 1. Área 3) ubicado en la cabecera de la cuenca, evidencia que las zonas anegadas en el año 2000 poseen un trazado de calles poco marcado y la ocupación del área es escasa a nula (Figura 5a). Para el periodo 2014 el trazado de calles es más visible y la ocupación en la planicie de inundación de los dos arroyos es mayor (Figura 5c), encontrándose para el periodo 2004 una situación intermedia (Figura 5b).



Figura 5. Imágenes satelitales del a) 2000, b) 2004 y c) 2014 para el área 3 ubicada al noreste de la localidad de San Vicente y al Norte de la Ruta Provincial 6, en la planicie aluvial de dos arroyos.

La imagen del año 2000 (Figura 6a) del área 4 (Figura 1) muestra un arroyo efímero que se comporta como afluente del río en épocas de precipitaciones. La ocupación en este periodo es nula. En la imagen 2004 se evidencia un incipiente trazado de calles (Figura 6b), mientras que para el periodo 2013 (Figura 6c) la ocupación del afluente es notoria y el trazado de calles se extiende hacia el sur para una posible futura ocupación de los loteos.

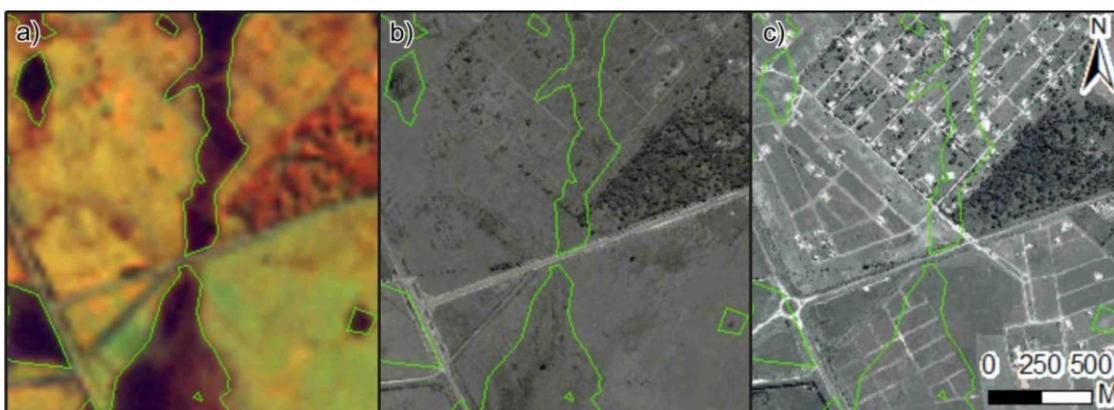


Figura 6. Imágenes satelitales del a) 2000, b) 2004 y c) 2013 para el área 4 ubicada al oeste de la localidad de San Vicente y al Norte de la Ruta Provincial 6

Los barrios cerrados que se encuentran al oeste de la Ruta Nacional 2 en el partido de Brandsen (Figura 1. Área 5), son urbanizaciones que ocupan la planicie aluvial de afluentes del río. En la Figura 7a, se observa que el barrio ocupaba principalmente la zona de divisorias entre los dos afluentes y que la inundación no afectó áreas edificadas. Para 2004 la urbanización se mantiene en el sector elevado de divisorias (Figura 7b) mientras que para 2013 se registra una gran expansión del área loteada o edificada, la cual se extiende hasta la margen de los afluentes ocupando la llanura de inundación de los mismos (Figura 7c).



Figura 7. Imágenes satelitales del a) 2000, b) 2004 y c) 2013 para el área 5 donde se observa un barrio cerrado ubicado al noreste de la localidad de Brandsen lindante con el partido de La Plata.

En el área 6 (Figura 1) se observa un afluente del Río Samborombón de características intermitente el cual se activa en los periodos de precipitaciones extremas (Figura 8a). Para el año 2004 la zona no muestra urbanización, reconociéndose en este sector sólo un pequeño casco de estancia (Figura 8b). Para el año 2013, la zona comienza a urbanizarse con un barrio cerrado el cual es loteado y urbanizado sobre la planicie de inundación y cauce del arroyo interceptando perpendicularmente el drenaje superficial (Figura 8c).

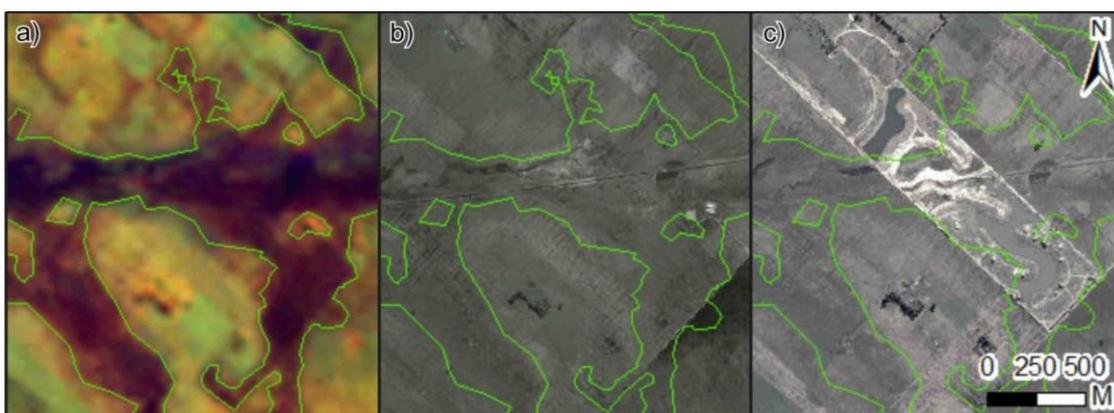


Figura 8. Imágenes satelitales del a) 2000, b) 2004 y c) 2013 para el área 6 donde se observa un barrio cerrado ubicado al este de la localidad de Brandsen lindante a la Ruta Nacional 2.

Conclusiones

La utilización de imágenes satelitales en relación a los eventos de precipitaciones extremas constituye una herramienta de importancia en la planificación territorial. Los resultados obtenidos muestran que la expansión urbana alrededor de los grandes centros poblacionales o el desarrollo de urbanizaciones en zonas rurales (barrios cerrados) presentan serios problemas de anegamientos, lo que clasifica a parte de estas áreas como riesgosas. Esto evidencia una falta de planificación, o una planificación fundada en escasos estudios de base. El menor valor de los terrenos ubicados en zonas topográficamente deprimidas frecuentemente anegables determina en la gran parte de los casos un mayor crecimiento poblacional hacia estas zonas de la cuenca. En muchos casos la habilitación de loteos con escasos estudios repercute directamente en la recurrencia de las inundaciones de un asentamiento ya instaurado. Por otra parte, los emprendimientos de barrios cerrados,

en donde se realizan obras sobre parte de la llanura de inundación del río, traen aparejadas otras consecuencias. Estas son la elevación del terreno mediante terraplenes, reflejándose en el desplazamiento de agua hacia el área aledaña, además de la recurrencia de las inundaciones mencionadas. Lo descrito anteriormente, sumado al leve aumento de las precipitaciones, contribuye a que los anegamientos en las áreas urbanas sean cada vez más comunes.

El estudio realizado constituye una base para la elaboración de planes de contingencia, los cuales requieren para su implementación de estudios más exhaustivos de fenómenos de recurrencia y eventos extremos de tormenta. El monitoreo de las estaciones del SMN en tiempo real sumado a la instalación de estaciones en la cuenca ubicadas aguas arriba de las urbanizaciones, son medidas de importancia a la hora de crear un alerta de contingencia a la población.

El planeamiento urbano tiene que realizarse con estudios que integren la topografía, geomorfología, tipos de suelo, eventos de tormenta e inundaciones, pudiendo solo así adjudicar las zonas más aptas para la edificación. La identificación de la llanura de inundación o cauces efímeros son el rasgo principal que se debería reconocer para determinar las áreas de la cuenca que no tendrían que ser ocupadas por asentamientos poblacionales. La modificación de la morfología natural del terreno es un tema de relevancia a considerar a nivel de cuenca. Cambios mínimos en la red de drenaje o planicie de inundación se reflejan en alteraciones hidrológicas no solo a nivel local, sino a escala regional de cuenca, tanto aguas arriba como debajo de la modificación, por lo que deberían evitarse para mantener el equilibrio natural del sistema.

Bibliografía

DESCHAMPS, J. R., OTERO O.E., TONNI, P. 2003. Cambio climático en la pampa bonaerense: las precipitaciones desde los siglos XVIII al XX. Documento de Trabajo N° 109, Universidad de Belgrano.

http://www.ub.edu.ar/investigaciones/dt_nuevos/109_deschamps.pdf

BARBAGALLO J. F. 1983. Las áreas anegables de la Pampa Deprimida, un planteo agrohidrológico para su solución. Hidrología de las grandes llanuras. Actas del Coloquio de Olavarría, Vol II, 787-864.

CANZIANI O. F., FORTE LAY J. A., QUINTELA R. M., TROHA A. 1983. Estudio de grandes tormentas en la Pampa Deprimida de la Provincia de Buenos Aires (Argentina) y su incidencia en el balance hidrológico. Hidrología de las grandes llanuras. Actas del Coloquio de Olavarría, Vol II, 899-922.

DOMINGUEZ O., CARBALLO S. M. 1983. Uso de imágenes satelitarias en el estudio de los procesos de anegamiento y/o inundación de llanuras. Hidrología de las grandes llanuras, Actas del Coloquio de Olavarría, Vol II, 1089-1041

KRUSE E., LAURENCENA P. 2005. Aguas superficiales. Relación con el régimen subterráneo y fenómenos de anegamiento. Relatorio del XVI Congreso Geológico Argentino, Geología y Recursos Minerales de la Provincia de Buenos Aires. 313-326.

QUIROZ LONDOÑO O.M., GRONDONA S., MASSONE H., FARENGA M., MARTINEZ G; MARTINEZ D. 2013. Modelo de anegamiento y estrategia de predicción-prevención del riesgo de inundación en áreas de llanura: el sudeste de la Provincia de Buenos Aires como caso de estudio. GEOFOCUS, 76-98.

MARLENKO N., PIATTI L. M., REDONDO F. 1983. Problemas de drenaje e inundaciones en los bajos submeridionales santafecinos. Hidrología de las grandes llanuras, Actas del Coloquio de Olavarría, Vol II, 611-640.