

IMPACTO DE LAS PRECIPITACIONES SOBRE LA DISTRIBUCIÓN DE CONTAMINANTES EN ARROYOS PAMPEANOS

**Dra. Carina Apartin⁽¹⁾, Dra. Lucila Elordi⁽²⁾, Lic. Federico Berisso⁽³⁾,
Lic. Sol Martorell⁽¹⁾, Tcn. Rossi José⁽³⁾, Dr. Leonrado Cano⁽²⁾,
Lic. Karina Balbi⁽²⁾, Dr. Dario Andrinolo^(1, 2, 4), Dra. Nora Sabbione⁽³⁾,
Dra. Alicia Ronco^(1,4)**

¹Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata.
Centro de Investigaciones del Medio Ambiente.

²Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata.
Programa Ambiental de Extensión Universitaria.

³Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas. Departamento de Sismología
e Información Meteorológica. Universidad Nacional de La Plata.
CIMA, calle 47 y 115.

⁴CONICET

apartin@quimica.unlp.edu.ar

Resumen

La problemática urbana frente al creciente aumento de las precipitaciones ha generado escenarios críticos de inundación, constituyendo un riesgo para los habitantes de las ciudades de la región de La Plata, Berisso y Ensenada. Ante la necesidad de contar con información adecuada surgió el marco del proyecto de investigación orientado a la emergencia hídrica: "Las inundaciones en La Plata, Berisso y Ensenada, análisis de riesgos y estrategias de intervención. Hacia la construcción de un observatorio ambiental". Se ha instalado la Red Universitaria HIDROMETEORológica que tiene como objetivos fundamentales crear una base de referencia ambiental necesaria para la planificación del desarrollo regional. Esta red ha contemplado la instalación de sensores meteorológicos de registro continuo y transmisión en tiempo real (de precipitación, temperatura, presión, irradiancia, humedad, velocidad y dirección del viento) y el monitoreo en los arroyos del Gato y Maldonado de parámetros de calidad (temperatura, pH, conductividad y oxígeno disuelto, dureza, alcalinidad, sólidos disueltos totales, DBO₅, nitratos, amonio, fósforo total y reactivo soluble, bacterias coliformes totales y fecales) y la aplicación del índice WQI. Se evidencia un sitio en el arroyo Maldonado con agua de mala calidad, fundamentalmente con contaminación de origen cloacal (elevadas concentraciones de bacterias coliformes fecales, amonio y bajo porcentaje de saturación de oxígeno), ubicados en sectores de la cuenca clasificados como de alto peligro de inundación por precipitaciones, con una dinámica que depende del régimen de las mismas y las características de la utilización del suelo, como es la elevada concentración de nitratos en épocas de fertilización. Otro aspecto encontrado es el impacto de una obra de encausamiento en parte del arroyo del Gato en la concentración de nutrientes, modificando la calidad del agua. El control de la ocupación de planicies de inundación de arroyos y ríos es de vital importancia, a ser considerado en la planificación urbana y el uso del suelo, teniendo en cuenta no sólo la posibilidad de anegamiento, sino el riesgo de contraer enfermedades de origen hídrico. Esto se ve incrementado en procesos de cambio climático que agravan los episodios de inundación debido a

precipitaciones más intensas. El desafío es lograr medidas que mitiguen los efectos adversos para la población vulnerable en un marco conceptual holístico de protección de la calidad ambiental.

Palabras clave: monitoreo ambiental * meteorología * contaminación hídrica

Objetivo

La urbanización y los sectores productivos asentados en el territorio han venido generando conflictos por problemas de contaminación de diversa índole, afectando la calidad de aguas, sedimentos, suelos y el aire por múltiples fuentes y tipos de contaminantes. Ello, junto al creciente aumento de las precipitaciones ha generado escenarios críticos de inundación, constituyendo un riesgo para los habitantes de las ciudades de la Región de La Plata, Berisso y Ensenada (PNUD, 2012; Sabbione et al, 2015).

Estudios previos son ejemplo de la complejidad del problema en cuencas superficiales a lo largo de las últimas décadas, que muestran un extremo grado de deterioro (AA, AGOSBA, ILPLA, SHN, 1997; Catoggio, 1990; Colombo et al., 1990; Ronco et al., 1993, 2001, 2008). Adicionalmente, la fragmentación de las cuencas por diversas obras civiles, como por ejemplo el entubamiento, dragado inadecuado, entre otros, aniquila los humedales y transforma los cursos en meros conductos, destruyendo el ecosistema y sus funciones (Hernandez et al., 2003; Dangavs, 2005)

En el partido de La Plata y en el marco del proyecto de investigación orientado a la emergencia hídrica: “Las inundaciones en La Plata, Berisso y Ensenada, análisis de riesgos y estrategias de intervención. Hacia la construcción de un observatorio ambiental”, se han instalado dos estaciones meteorológicas que, sumadas a otras tres existentes, conforman una red que, junto al monitoreo de la calidad de agua superficial en los arroyos, han permitido la generación de la Red Universitaria HIDROMETEORológica.

Esta Red tiene como objetivos fundamentales: ampliar la cobertura geográfica del monitoreo de variables meteorológicas y combinado con el monitoreo de calidad del agua superficial, permitir la caracterización tanto climática como de la salud ambiental de la región.

Los datos generados permiten la creación de una base de referencia ambiental necesaria para la planificación del desarrollo regional a corto y mediano plazo, de frente a la adaptación a la variabilidad de nuestro medio natural y construido. También aportan información hacia los tomadores de decisión en la construcción y aplicación de medidas de prevención y en situaciones de emergencia hídrica, teniendo en consideración que se cuenta con datos en formato digital en tiempo real de las condiciones meteorológicas, como la caracterización de la calidad del agua superficial de los arroyos.

Materiales y métodos

Cada estación meteorológica automática (EMA) cumple con los estándares que establecen la Organización Meteorológica Mundial y el Servicio Meteorológico Nacional. Al mismo tiempo son adecuadas por sus características de

comunicación, obtención y resguardo de datos, así como la visualización de los mismos a través de su *software*. Esta red ha contemplado la instalación de sensores meteorológicos de registro continuo y transmisión en tiempo real (de precipitación, temperatura, presión, irradiancia, humedad, velocidad y dirección del viento). Las estaciones se encuentran ubicadas en (Fig 1):

- Agronomía: Cuenca del A°. del Gato, cabeceras de la cuenca del A° Pérez, afluente,
- LAYHS: Cuenca del Arroyo Don Carlos,
- Observatorio: Cuenca del Arroyo del Zoológico
- Parque Sicardi: Cuenca del Arroyo del Pescado
- Aeródromo: Cuenca del Arroyo Maldonado.



Figura 1: Red Hidrometeorológica Universitaria. En la imagen se muestra en sombreado la cobertura de cada estación y en blanco los sitios de muestreo de calidad de agua.

Se realizaron monitoreos de calidad de aguas en los arroyos del Gato y Maldonado (Fig 1) (tramos de los partidos de La Plata y Ensenada) entre los años 2014-2016, con una frecuencia quincenal a mensual. Se tomaron muestras puntuales de agua a 0,5 m de profundidad, se registró temperatura, pH, conductividad y oxígeno disuelto *in situ*, utilizando un instrumento multiparamétrico (Digital Instruments, marca Lutron y serie WA- 2017SD). En laboratorio se realizó la determinación de dureza, alcalinidad, sólidos disueltos totales, DBO₅, nitratos, amonio, fósforo total y reactivo soluble, bacterias coliformes totales y fecales de acuerdo a métodos estandarizados (APHA, 1998). Con los datos analizados se aplicó el índice Water Quality Index (WQI,

contaminación de origen cloacal) (NSF, 2007) que atribuye un valor de calidad a un grupo de parámetros medidos, designa una categoría por intervalos.

Resultados

Respecto a la caracterización fisicoquímica y microbiológica de los arroyos, se observa en la mayoría de los casos que los resultados obtenidos siguen el comportamiento similar al de otros arroyos de la región, dentro de los cuales se encuentran el Arroyo Pereyra y los ríos Luján y Reconquista (Pizarro y Alemanni, 2005; PNUD, 2012; Rigacci et al., 2013). Sin embargo, se evidencian sitios con calidad de agua de media a mala según el índice WQI, debido al bajo porcentaje de saturación de oxígeno, los elevados niveles de bacterias coliformes fecales, materia orgánica y fósforo, que evidencian descargas de origen cloacal en el curso de agua con concentraciones por encima de los niveles de referencia para diferentes usos de calidad de agua nacionales (Secretaría de Recursos Hídricos de la Nación 2003 y 2007) e internacionales (World Health Organization 2009).

En el sitio de estudio M3 del Arroyo Maldonado (Fig 1), se destaca una diferencia de temperatura del agua entre 1-2 °C por encima de los puntos de muestreo aguas arriba, indicio del aporte de aguas servidas (Metcalf & Eddy, 2013), con elevadas concentraciones de coliformes fecales (7×10^5 NMP/100 mL), fósforo (1,2 mg/L) y amonio (5,6 mg/L) y baja concentración de oxígeno disuelto (30% de saturación).

Pertenece a una región sin cobertura de red cloacal y atraviesa una urbanización informal. Según la clasificación del WQI, el sitio de muestreo M3 tiene mala calidad de agua, mientras que los sitios M1 y M2 tienen calidad de agua media.

Todos se encuentran ubicados en sectores de la cuenca clasificados como de alto peligro de inundación por precipitaciones, según se pudo corroborar en la inundación del mes de abril de 2013. Por ejemplo, el agua en el sitio M3 llegó a sobrepasar los 2 m de altura, y es el más crítico de la cuenca (UNLP, 2013).

Esto adquiere gran importancia en relación a la evidente contaminación encontrada, particularmente la microbiológica, visualizable de manera más sencilla con el WQI.

El contacto directo de la población aledaña en escenarios de inundación con el agua del arroyo ingresando a viviendas y calles, determina impactos adversos incrementables por exposición a los contaminantes presentes en el agua (Fig 2).

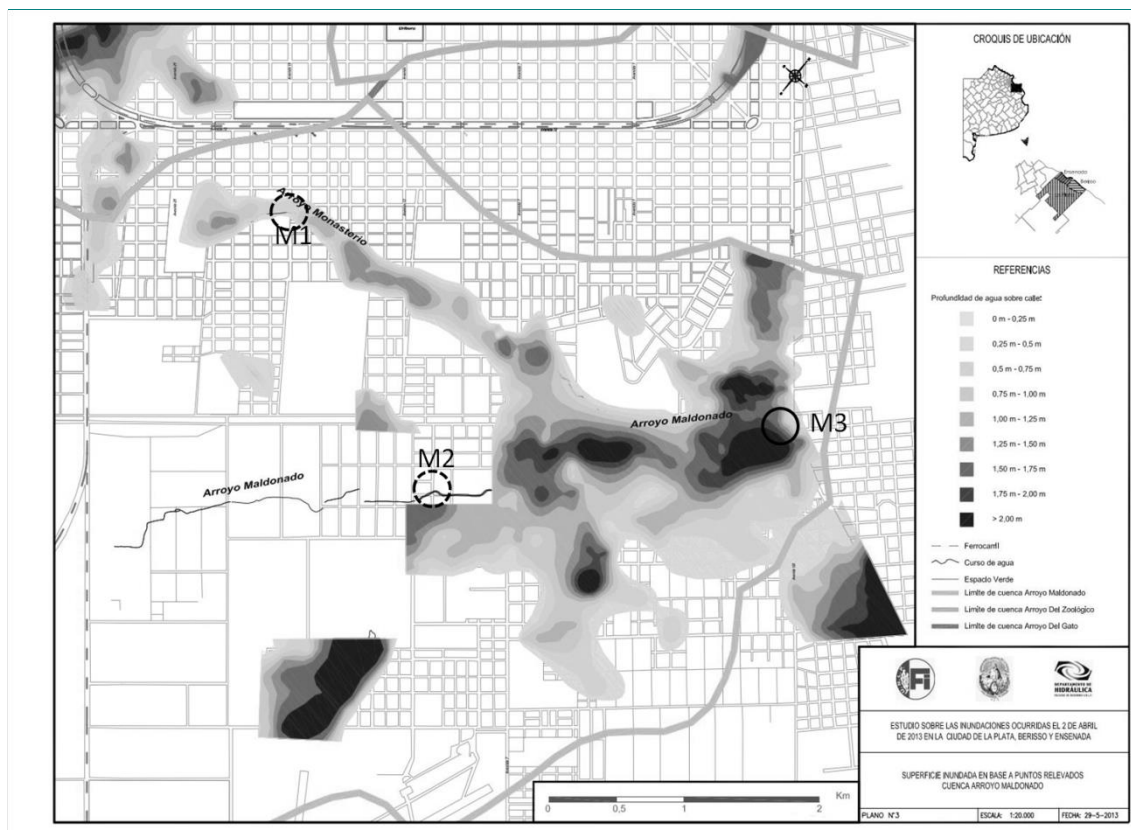


Figura 2. Arroyo Maldonado. Riesgo de inundaciones a través de un modelado (Fuente UNLP, 2013). La intensidad muestra la altura de agua alcanzada. Se indican los sitios de muestreo, calidad de agua a través del índice WQI (--- calidad media, — calidad mala)

Sobre la base de las diferencias significativas en los valores de conductividad entre el sitio 143 y el sitio 3 del A° del Gato, se realizó la evaluación del comportamiento en función de la acumulación de precipitaciones 7 y 15 días previos a la fecha de muestreo (Fig 3). Se observa que para ambos sitios la conductividad disminuyó en función de los mm de agua caída cuando se consideraron 7 días previos al muestreo, y el más variable fue el sitio 3. Debido a que la conductividad es un parámetro que mide la concentración de iones de diverso origen, tanto asociados a descargas pluviales como por escorrentía, se puede considerar que el efecto de dilución que provocan las precipitaciones se registraría en forma más inmediata.

Por otra parte, el análisis de los valores de concentración de nitratos en los tres sitios de muestreo del Arroyo del Gato en función de las precipitaciones acumuladas indicó que durante la primavera, época en la que se aplicaron nutrientes nitrogenados en las zonas de cultivo, la concentración de nitratos aumentó y se correspondieron con la cantidad de mm de agua caídos 15 días antes a la fecha de muestreo. Considerando que la incorporación de los nitratos al curso de agua, se produce por escorrentía desde el cordón productivo hortícola-florícola, deben considerarse períodos más prolongados de precipitaciones para poder observar el efecto en el tramo medio o inferior del

curso de agua. Además se detectó el impacto de la canalización del arroyo (Fig 4), verificando que antes de producida la obra, la distribución de la concentración de este compuesto disminuía a lo largo del curso. Cuando se analizaron los resultados en la etapa posterior a la obra, se detectó la presencia de nutrientes con transferencia directa a la cuenca inferior.

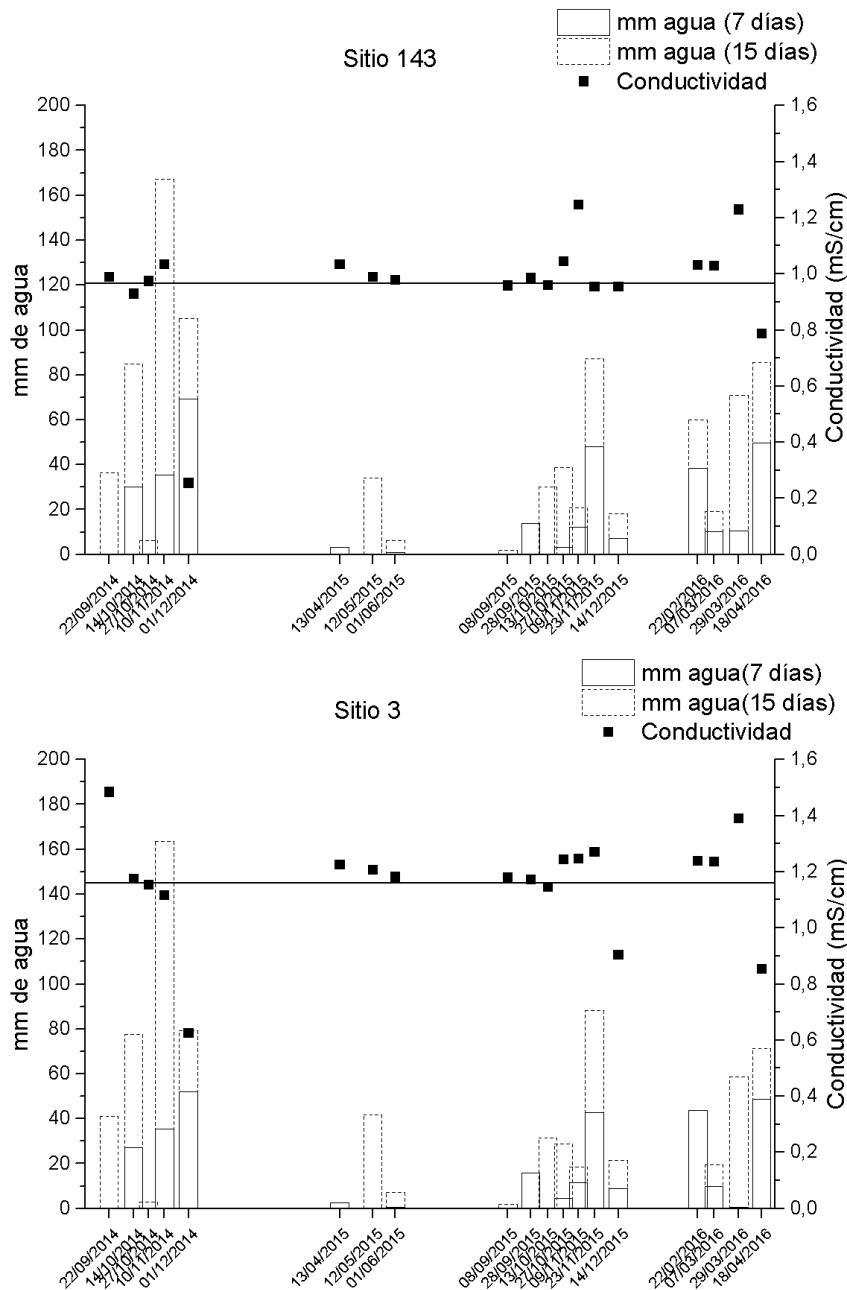


Figura 3 - Variabilidad de la conductividad en función del régimen de lluvias 7 y 15 días previos a la toma de muestra. La línea indica el valor medio de la conductividad.

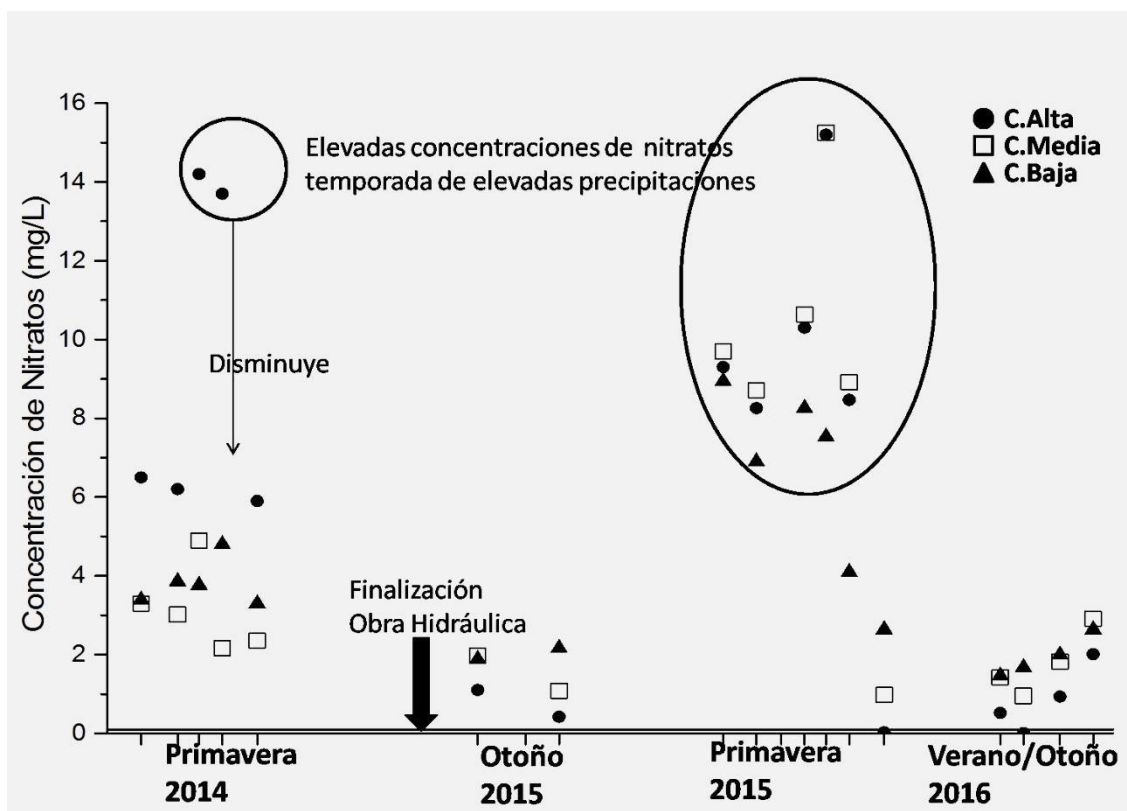


Figura 4.- Concentraciones de nitrato por escorrentía en función del tiempo. Se observa el impacto de las precipitaciones sobre el suelo y la realización de la obra hidráulica

Conclusiones

El estudio planteado en la región costera del Río de la Plata y planicie interior, destaca la relevancia de la necesidad de ampliar la red meteorológica en la región. Teniendo en cuenta el radio de influencia de cada estación, es importante plantear como tema prioritario la extensión de la Red HIDROMETEORológica, que permitirá una mejor caracterización de la precipitación en el área, además de un adecuado seguimiento de variables que sean sensibles a los cambios en la atmósfera, junto a variables de calidad en los cuerpos de agua superficial y potenciales impactos ambientales y en la salud de la población por agravamiento en escenarios de inundación.

Las modificaciones estructurales de los cursos de agua conllevan un cambio en la calidad del recurso imprescindible de tener en cuenta a la hora de la toma de decisiones de la realización de este tipo de obras. La preservación de funciones ecosistémicas, entre las que se encuentra el reciclado de contaminantes o el ciclo de nutrientes, suele ser afectada, hecho que incide en la calidad de los recursos. Las consecuencias de la impermeabilización asociada a canalizaciones en obras civiles han sido evidenciadas en este estudio.

El control de la ocupación de planicies de inundación de arroyos y ríos es de vital importancia a ser consideradas en la planificación urbana y el uso del suelo, teniendo en cuenta no sólo la posibilidad de anegamiento, sino el riesgo

de contraer enfermedades de origen hídrico. Esto se ve incrementado en procesos de cambio climático que agravan los episodios de inundación debido a precipitaciones más intensas. El desafío es lograr medidas que mitiguen los efectos adversos para la población vulnerable en un marco conceptual holístico de protección de la calidad ambiental.

Agradecimiento

El presente trabajo se llevó a cabo bajo el proyecto de investigación orientado a la emergencia hídrica: “Las inundaciones en La Plata, Berisso y Ensenada, análisis de riesgos y estrategias de intervención. Hacia la construcción de un observatorio ambiental”, financiado por la UNLP-CONICET.

Bibliografía

- AA AGOSBA, ILPLA, SHN. Consejo Permanente para el monitoreo de las Aguas de la Franja Costera Sur del Río de la Plata, Buenos Aires. 119 p. 1997.
- APHA American Public Health Association - American Water Works Association - Water Pollution Control Federation, Maryland. 1998.
- Cattogio JA. Fundación JE. Roulet-Fundación Nauman, Buenos Aires, p. 137-155. 1990.
- Colombo JC, Khalil MF, Horth AC, Cattogio JA. ESTechnology, 1990 24: 498-505,
- Dangavs NV. En: Barrio RE, Etcheverry RO, Caballé MF, Llambías E. (Editores), Recursos Minerales de la Provincia de Buenos Aires. Geología y Relatorio XVI Congreso Geológico Argentino, La Plata, 2005; p. 219-36.
- Hernández M, González N, Cabral M, Giménez JE, Hurtado M. Capítulo 9, en: Inundaciones en la región pampeana, Ed. UNLP y HCD PBA. 16p. 2003.
- NSF, 2007. National Sanitation Foundation. Disponible en www.nsf.org
- Pizarro H, Alemanni ME. Ecología Austral, 2005; 15:73-88.
- PNUD. Proyecto PNUD - FREPLATA No. ARG/09 G46. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. La Plata. 252p. 2012.
- Rigacci L., Giorgi A., Vilches C., Ossana N., Salibian A. Environmental Monitoring & Assessment, 2013;. 185:9161.
- Ronco A, Sobrero C, Bulus Rossini G. Bull Environ Contam Toxicol, 1993; 51:657-64.
- Ronco AE, Camilion C, Manassero M. Environmental Geochemistry and Health, 2001; 23: 89-103.
- Ronco A, Carriquiriborde P, Natale GS, Martin ML, Mugni H, Bonetto C. En: Ecosystem Ecology Research, Nova Publishers. 2008. ISBN 978-1-604561-83-8, p. 209-39.
- Sabbione N, Apartin C, Sarochar R, Andrinolo D, Rodríguez G, Cano L el al. IV Simposio sobre Métodos Experimentales en Hidráulica La Plata, Argentina. 2015.
- UNLP. Estudio sobre la inundación ocurrida los días 2 y 3 de abril de 2013 en las Ciudades de La Plata, Berisso y Ensenada. Depto de Hidráulica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata. La Plata. 68 p. y anexos.