



## DISTRIBUCION DE METALES EN SEDIMENTOS SUSPENDIDOS Y DE FONDO DE LA CUENCA DEL RÍO SALADO (BUENOS AIRES, ARGENTINA)

### METALS DISTRIBUTION IN SUSPENDED AND BED SEDIMENTS OF THE SALADO RIVER BASIN (BUENOS AIRES, ARGENTINA)

Tatone, Leandro<sup>1,2</sup>; Romero, Camila<sup>1,3</sup>; Skorupka, Carlos<sup>1</sup>; Colombo, Juan Carlos<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Química Ambiental y Biogeoquímica, FCNyM-UNLP, <sup>2</sup>Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), <sup>3</sup>Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT), <sup>4</sup>Comisión de Investigaciones Científicas (CIC)

[lm Tatone@fcnym.unlp.edu.ar](mailto:lm Tatone@fcnym.unlp.edu.ar)

#### Resumen

Con el objeto de evaluar la distribución espacial de metales mayoritarios y trazas en el Río Salado se colectaron muestras de aguas y sedimentos superficiales en 22 estaciones a lo largo de la cuenca. Se determinó el carbono orgánico total (combustión catalítica a alta temperatura) y el contenido de metales (espectrometría de absorción atómica). Las aguas son alcalinas (pH:  $8,8 \pm 0,4$ ), salobres ( $5,2 \pm 1,8$  mS/cm) y turbias ( $465 \pm 236$  NTU). El material particulado en suspensión está enriquecido en metales con respecto a los sedimentos superficiales, pero con concentraciones menores que las concentraciones medias mundiales. Las concentraciones de metales en sedimentos son inferiores a los valores guías de calidad de sedimentos y presentan una tendencia general de aumento hacia la desembocadura significativamente influenciada por la distribución de arcillas. En el Arroyo Chivilcoy, fuertemente impactado, se registraron elevadas concentraciones de Zn, Cu y Pb en ambas matrices.

**Palabras clave:** metales, material particulado en suspensión, sedimentos, Río Salado.

#### Introducción

El Río Salado es un río de llanura de ~600 km de extensión y suave pendiente (0,1 m/km) que nace en el sudeste de la Provincia de Santa Fe, drena una vasta región de la Provincia de Buenos Aires y desemboca en la Bahía Samborombón (sitio RAMSAR) en el Río de la Plata exterior (Figura 1). Su extensa cuenca de drenaje (150000 km<sup>2</sup>), ubicada en la zona agroganadera más importante de Argentina, se caracteriza por una elevada salinidad relacionada a la presencia de acuíferos con altas concentraciones de cloruro de sodio y por presentar un régimen hidrológico muy variable (<100-1500 m<sup>3</sup>/s; Gabellone et al., 2005; 2008). El objetivo de este trabajo es evaluar la distribución espacial de metales mayoritarios y trazas en el material particulado en suspensión y sedimentos a lo largo de la cuenca del Río Salado.



Figura 1. Área de estudio y estaciones de muestreo



## Materiales y Métodos

Los muestreos se realizaron entre agosto y septiembre de 2018 desde la naciente hasta la desembocadura en 22 estaciones (incluyendo el cauce principal, lagunas asociadas y principales tributarios; Figura 1). Se colectaron manualmente muestras de aguas superficiales en botellas de 1 L y muestras integradas de sedimentos superficiales con una draga de acero inoxidable tipo "van Veen". Simultáneamente se registró la profundidad y parámetros de calidad de agua (conductividad, pH, oxígeno disuelto y turbidez) mediante una sonda multi-paramétrica Horiba U-52.

El material particulado en suspensión (MPS) se obtuvo por filtración con filtros de acetato de celulosa de 0,45  $\mu\text{m}$  de poro. La determinación del carbono orgánico total (COT) se efectuó por combustión catalítica a alta temperatura con un analizador elemental Flash EA 1112 (Thermo Finnigan, CE Instruments). Las determinaciones de metales se realizaron por espectrometría de absorción atómica con llama de aire-acetileno y horno de grafito (Thermo Elemental Solaar M5) previa digestión con agua regia (3:1 v/v, HCl-HNO<sub>3</sub>) y H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. El control de calidad de los análisis incluyó la realización de blancos (n=8 <LD), duplicados (n=3 <10%) y análisis de material de referencia certificado (CRM020-050 RTC= 89 $\pm$ 27%).

## Resultados

### Parámetros de calidad de agua

En términos generales, las estaciones fueron muy someras (<1,5 m), con aguas alcalinas (pH: 8,8 $\pm$ 0,4), de elevada conductividad (5,2 $\pm$ 1,8 mS/cm) y turbidez (465 $\pm$ 236 NTU) y bien oxigenadas (9,8 $\pm$ 2,1 mg/L). Considerando el cauce principal, el pH y la turbidez presentan una tendencia decreciente significativa desde la cabecera a la desembocadura. El máximo de conductividad se registró en la Laguna de Bragado (11,2 mS/cm), una laguna somera situada aguas abajo de la ciudad de Bragado (~33000 habitantes). Los arroyos Chivilcoy y Las Flores presentaron los valores más bajos de turbidez (46 y 63 NTU, respectivamente) y la desembocadura del Salado un máximo atípico (784 NTU). Esto puede ser debido a la resuspensión del material depositado por la escasa profundidad y reducido cauce ya que en condiciones normales la mayor parte del agua fluye principalmente a través del canal aliviador y del Canal 15 (Carol et al., 2014; Figura 1).

### Contenido de COT y concentración de metales

El contenido de COT del MPS resultó significativamente superior y más homogéneo que el de los sedimentos (7,4 $\pm$ 2,5; coef. variación= 33% vs 1,4 $\pm$ 1,1%, coef. variación= 81%), con una tendencia decreciente hacia la desembocadura. El contenido de COT de los sedimentos presenta un incremento en el sector medio de la cuenca (2,3-3,9%; estaciones 7-12).

La tabla 1 presenta la concentración de metales en el MPS y sedimentos. Las concentraciones de metales pesados en el MPS son significativamente mayores que las registradas en sedimentos reflejando la naturaleza más fina del material transportado en suspensión respecto del material depositado en el fondo. Las concentraciones de metales pesados en el MPS son relativamente homogéneas (coef. variación <40%) y 1,5-9,6 veces más bajas que las concentraciones medias mundiales reportadas por Viers et al., 2009 (Tabla 1). La excepción fue el Arroyo Chivilcoy, donde se registraron concentraciones de Zn (102  $\mu\text{g/g}$ ), Cu (26  $\mu\text{g/g}$ ) y Pb (47  $\mu\text{g/g}$ ) que duplican los valores promedios de la cuenca.

Las concentraciones de metales en sedimentos superficiales son generalmente inferiores a los valores guías canadienses de calidad de sedimento para la protección de la vida acuática (CCME, 2001; tabla 1), consistentes con los valores reportados previamente por Tatone et al., 2015 en su desembocadura en la Bahía Samborombón. Coincidente con lo observado en el MPS, en los sedimentos del Arroyo Chivilcoy, se registraron concentraciones máximas de Zn (190  $\mu\text{g/g}$ ), Cu (64  $\mu\text{g/g}$ ) y Pb (29  $\mu\text{g/g}$ ) que son las únicas que superan en el caso del Zn y Cu los niveles guías de calidad de sedimentos (123 y 35,7  $\mu\text{g/g}$ , respectivamente; Figura 2).

Tabla 1. Concentración de metales en el MPS y sedimentos superficiales (µg/g, Fe: mg/g)

Estación	MPS							Sedimentos						
	Fe	Mn	Zn	Cu	Pb	Cr	Ni	Fe	Mn	Zn	Cu	Pb	Cr	Ni
1- Laguna El Chañar	21	1063	71	15	29	13	8.6	9.5	393	31	8.4	3.9	4.3	2.6
2- Laguna Mar Chiquita	17	946	62	10	22	12	7.6	6.8	125	15	3.4	2.1	3.1	1.8
3- Laguna de Gómez	17	873	64	10	23	11	7.3	12	178	22	6.2	3.6	4.2	2.7
4- Junín	18	953	45	11	21	11	7.2	12	135	26	8.9	4.0	3.9	3.4
5- Laguna Carpincho	18	963	65	10	24	11	7.7	15	231	33	8.7	6.3	5.8	3.4
6- RN7 O'Higgins	17	876	55	11	24	12	7.2	12	376	42	9.8	6.0	5.0	3.1
7- Laguna de Bragado	14	1153	33	9.4	25	9.2	5.9	16	909	42	12	5.4	6.1	4.8
8- RN5 Alberti	15	770	48	10	22	10	6.5	8.9	321	33	9.1	4.8	4.4	3.1
9- RP51 Chivilcoy	15	904	46	10	22	10	6.0	10	423	37	9.7	5.2	4.7	3.8
10- Arroyo Chivilcoy	18	1503	102	26	47	18	6.3	9.1	842	190	64	29	13	3.7
11- RP30 N. de la Riestra	16	860	48	10	22	10	6.2	16	497	47	12	6.6	6.4	5.2
12- RN205 Roque Pérez	15	787	47	10	20	11	6.1	13	391	38	10	6.1	5.6	4.1
13- Arroyo Saladillo	18	1099	40	11	15	11	6.6	11	270	28	7.0	4.6	4.1	2.9
14- Arroyo Las Flores	11	1704	15	8.5	10	7.6	3.8	17	386	31	11	4.8	5.8	4.6
15- RN3 Monte	21	926	47	13	20	15	7.8	18	297	33	12	5.5	5.7	5.0
16- General Belgrano	21	1057	49	12	20	14	7.9	18	305	34	12	5.7	5.4	5.2
17- RP57 Lezama	21	1161	37	12	18	13	7.5	22	393	44	15	6.3	6.0	6.3
18- RP2 Guerrero	21	1160	40	12	22	12	7.7	22	472	46	14	8.3	6.4	6.2
19- RP11 Río Salado	38	1756	57	18	38	34	15	32	734	63	20	14	13	13
20- RP11 Aliv. Río Salado	36	1427	57	16	34	33	15	36	830	72	22	15	14	14
21- RP11 Canal 15	23	1424	42	15	21	16	8.6	18	417	31	7.6	5.6	5.1	4.3
22- Canal 15 desemb.								36	622	70	22	15	14	14
Promedio	20	1112	51	12	24	14	7.8	17	434	46	14	7.7	6.6	5.4
DE	6.5	290	17	3.8	7.8	6.9	2.7	8.3	225	35	12	6.0	3.3	3.6
Promedio mundial <sup>1</sup>	58	1679	208	76	61	130	75							
Niveles guías <sup>2</sup>										123	35.7	35	37.3	

<sup>1</sup> Viers et al., 2009

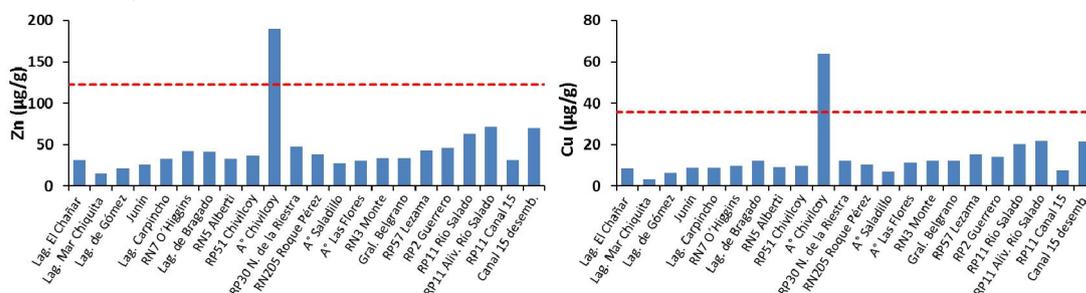


Figura 2. Concentración de metales en sedimentos superficiales (líneas punteadas horizontales indican valores guías de calidad de sedimento)

Todos los metales estudiados del cauce principal presentaron una fuerte correlación entre sí ( $r=0,82-0,99$ ) y con el contenido de arcillas de los sedimentos ( $r = 0,89-0,97$ ) indicando una distribución de metales similar, fuertemente influenciada por la distribución de arcillas. La concentración de metales mayoritarios y trazas en sedimentos presenta una tendencia general de aumento hacia la desembocadura, sin embargo, el gradiente de la textura de los sedimentos es inverso, con tamaños más finos en el mismo sentido (Figura 3). Al normalizar las concentraciones por el contenido de arcillas, las concentraciones son relativamente homogéneas, sin una tendencia espacial definida.

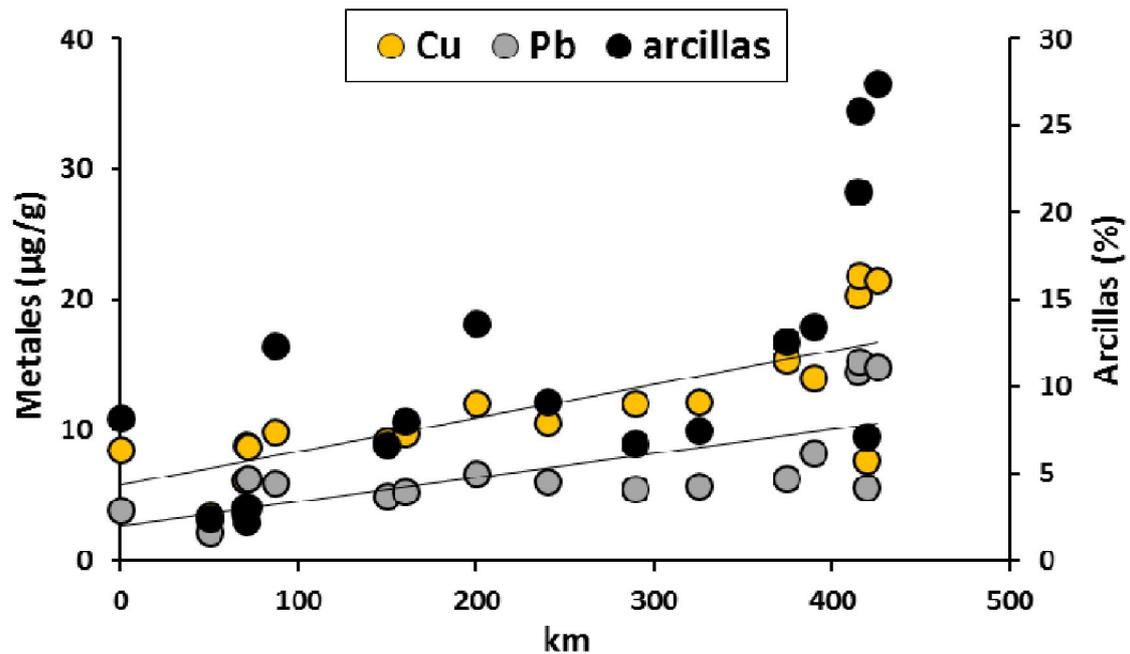


Figura 3. Variación de los metales y las arcillas desde la cabecera a la desembocadura del Río Salado

### Conclusiones

El material particulado en suspensión del Río Salado está enriquecido en metales respecto a los sedimentos superficiales pero con concentraciones más bajas que las concentraciones medias mundiales, sugiriendo un limitado impacto antrópico en la cuenca. Solo en el Arroyo Chivilcoy, ubicado aguas abajo de la ciudad de Chivilcoy (~55000 habitantes- importante parque industrial), se registraron elevadas concentraciones de Zn, Cu y Pb en ambas matrices, reflejando el fuerte impacto antrópico en este afluente del Río Salado. Las concentraciones de metales en sedimentos superficiales son inferiores a los valores guías de calidad de sedimentos y su distribución esta significativamente influenciada por la distribución de arcillas.

### Bibliografía

- Carol, E.S., Braga, F., Kruse, E.E., Tosi, L., 2014.** A retrospective assessment of the hydrological conditions of the Samborombón coastland (Argentina). *Ecological Engineering*. Volumen (67): 223–237.
- CCME, 2001.** *Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life: Summary tables*. In: Canadian environmental quality guidelines, 1999, Canadian Council of Ministers of the Environment, Winnipeg.
- Gabellone, N.A., Claps, M.C. Solari, L.C., Neschuk, N.C., 2005.** Nutrients, conductivity and plankton in a landscape approach to a Pampean saline lowland river (Salado River, Argentina). *Biogeochemistry*. Volumen (75): 455–477.
- Gabellone, N.A., Solari, L., Claps, M., Neschuk, N., 2008.** Chemical classification of the water in a lowland river basin (Salado River, Buenos Aires, Argentina) affected by hydraulic modifications. *Environmental Geology*. Volumen (53): 1353-1363.
- Tatone, L., Bilos, C., Skorupka, C., Colombo, J.C., 2015.** Trace metal behavior along fluvio-marine gradients in the Samborombón Bay, outer Río de la Plata estuary, Argentina. *Continental Shelf Research*. Volumen (96): 27-33.
- Viers, J., Dupré, B., Gaillardet, J., 2009.** Chemical composition of suspended sediments in World Rivers: New insights from a new database. *Science of the Total Environment*. Volumen (407): 853-868.