

### Niveles de contaminación en aire y agua

JORGE ESTEBAN COLMAN LERNER Y JORGE ENRIQUE SAMBETH<sup>31</sup>

En el marco del proyecto PIO UNLP-CONICET, “Estrategias para la Gestión Integral del Territorio. Vulnerabilidades y Procesos de Intervención y Transformación con Inteligencia Territorial. Métodos y técnicas científicas ambientales, sociales y espaciales: Dos, casos en el Gran La Plata”, durante el periodo 2014-2016 se procedió a monitorear la calidad del aire y el agua en las zonas de estudio (Gran La Plata).

Para la caracterización de la calidad del aire de la región se realizaron monitoreos de compuestos orgánicos volátiles (COVs) y material particulado, especialmente en partículas menores a 10 micrones ( $MP_{10}$ ) y partículas menores a 2.5 micrones ( $MP_{2.5}$ ), a su vez se analizaron contaminantes asociados al material particulado, tales como Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAPs) y metales. Respecto a la calidad del agua (y sedimentos) superficial analizada, se procedió a determinar el contenido de metales presentes.

Específicamente dentro del área del Gran La Plata se estudiaron las zonas (Figura 3) que involucran la cuenca del arroyo Maldonado, en Arana, San Lorenzo, Villa Elvira y El Carmen, así como la Cuenca

del Arroyo Zoológico y sus derivaciones hacia los Canales del Puerto, incluyendo al área de influencia de la Refinería YPF y el Polo Petroquímico en El Dique, Villa Arguello, Villa Nueva, Berisso Centro, Ensenada Centro y Barrio Mosconi o YPF.

### **Niveles de metales en agua superficial y sedimentos:**

El muestreo para la determinación de metales en las muestras líquidas y sólidas en los canales ubicados en la localidad de Berisso linderos a YPF y en la cuenca del Maldonado se llevó a cabo en recipientes plásticos según metodología estandarizada (1), almacenadas a 4°C. El tratamiento de las muestras (líquidas y sólidas) para su posterior análisis se llevó a cabo mediante digestión ácida, ácido nítrico y agua oxigenada al 30%, según SM3030D (2). El análisis de las digestiones obtenidas se realizó mediante Espectrometría de Masas con Plasma Acoplado Inductivamente "ICPMS", según SM3125B (3), siendo los metales analizados Plomo (Pb), Cadmio (Cd), Cromo (Cr), Níquel (Ni), Manganeseo (Mn), Hierro (Fe), Arsénico (As), Mercurio (Hg), Cobalto (Co) y Zinc (Zn). En la cuenca del Maldonado pudo determinarse la presencia de Mercurio, Cadmio y Cromo (Figuras 89 y 90) en concentraciones crecientes hacia la zona del bañado del Maldonado (calle 126 y 90 Berisso). Mientras que en esta zona se detectaron en los sedimentos metales como Cromo, Arsénico y Zinc, entre otros, aunque en concentraciones por debajo de los valores guía de Canadá. La presencia de mercurio en agua podría ser originada por vertidos clandestinos, residuos y pequeñas industrias en la zona. En la zona aledaña a la Refinería YPF en el agua superficial la concentración de metales pesados tales como Cromo, Hierro, Manganeseo y Zinc se encuentra por debajo de los límites. De acuerdo con grupos de investigación de la UNLP y del CONICET la mejora observada en las aguas de los canales es debida a la presencia de camalotes y juncos. Con respecto a los sedimentos se observa que a nivel superficial se

detectan Hierro, Níquel, Manganeso, Zinc, Cadmio y Plomo, todos ellos en valores por debajo de los niveles guías de Canadá. Sin embargo, el estudio de los mismos a una profundidad de 25 cm arrojó la presencia de Vanadio, Níquel, Cobalto, Manganeso, Plomo, Cerio y Arsénico en valores que en algunos casos superan los valores límites de toxicidad para los parámetros de Canadá. Estos metales tienen origen en la Refinería de YPF.



Figura 88. Georreferenciación de los puntos donde se obtuvo agua para muestreo. Fuente: Proyecto PIO UNLP-CONICET

	$\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$									
	Pb	Cd	Cr	Ni	Mn	Fe	As	Hg	Co	Zn
<b>126 y 90</b>	0,0049	0,000003	0,000009	0,00095	ND	0,0854	0,000003	0,00194	0,000006	0,0038
<b>7 y 84</b>	0,0324	ND	ND	0,00022	ND	0,0655	ND	0,00163	ND	0,0020
<b>91 y 116</b>	0,00657	ND	ND	0,00011	0,01918	0,0300	ND	0,00130	ND	0,0015

16 y 96	0,00166	ND	ND	0,00018	ND	0,0359	ND	0,00123	ND	0,0014
137 y 96	0,0131	ND	ND	0,00020	ND	0,0694	ND	0,00112	ND	0,0022

Figura 89. Niveles de metales en agua de la cuenca Maldonado. ND = no detectable

	$\mu\text{g g}^{-1}$									
	Pb	Cd	Cr	Ni	Mn	Fe	As	Hg	Co	Zn
13 y 96	0,0063	ND	0,0167	0,0121	17,57	22,24	0,0027	ND	0,0083	0,1367
91 y 116	0,0200	ND	0,015	0,0096	13,29	17,36	0,0019	ND	0,0062	0,1668
137 y 96	0,01627	ND	0,0252	0,0124	14,77	24,063	0,0031	ND	0,0092	0,139

Figura 90. Niveles de metales en sedimentos de la cuenca Maldonado. ND= no detectable

	$\mu\text{g L}^{-1}$									
	Pb	Cd	Cr	Ni	Mn	Fe	As	Hg	Co	Zn
Canal Este/60	<0,100	<0,100	1,164	<0,100	<0,100	165,0	< 5,00	<1,000	<10,00	45,00
Garay y Lavallo	<0,100	<0,100	1,096	2,783	0,433	154,0	< 5,01	<1,001	<10,01	30,00
126 y 50	<0,100	<0,100	0,411	<0,100	<0,100	121,0	< 5,02	<1,002	<10,02	20,00
Canal 49	<0,100	0,376	1,014	1,652	<0,100	265,0	< 5,03	<1,003	<10,03	51,00
Canal Vía Tren	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	178,0	< 5,04	<1,004	<10,04	52,00

Figura 91. Niveles de metales en agua de los canales. ND = no detectable

	$\mu\text{g g}^{-1}$									
	Pb	Cd	Cr	Ni	Mn	Fe	As	Hg	Co	Zn
Canal Este/60	4,7	1,00	9,9	1,2	0,8	55,6	<0,25	<0,05	<0,5	19,8

Canal 49	5,5	6,7	11,5	39,9	0,9	64,5	<0,25	<0,05	<0,5	22,1
-------------	-----	-----	------	------	-----	------	-------	-------	------	------

Figura 92. Niveles de metales en sedimentos de los canales. ND = no detectable

## Niveles de contaminación en aire

### *Compuestos orgánicos volátiles*

Se desarrolló un monitoreo colocando equipos monitores pasivos (3M 3500) en ambientes extramuros en las regiones bajo estudio. El período de muestreo fue de 30 días, lapso que permite alcanzar la sensibilidad adecuada, y obtener una muestra integrada de la concentración de exposición para quienes habitan en ese lugar (4,5). En todos los casos se dispusieron a cubierta de la lluvia, entre 1,5 a 2 metros de altura. Fue utilizado un método de separación y cuantificación para 20 VOCs (n-hexano, n-decano, n-dodecano, ciclohexano, metilciclohexano, tricloroetileno, tetracloroetileno, metiletilcetona, metilisobutilcetona, 2-hexanona, benceno, tolueno, etilbenceno, m-xileno, p-xileno, o-xileno, estireno, naftaleno, cumeno y limoneno), mediante el uso de soluciones estándares de los mismos y la optimización de las condiciones cromatográficas de modo de obtener un tiempo de análisis razonable. El equipamiento y las condiciones óptimas establecidas para la realización de los análisis, son las siguientes: cromatógrafo gaseoso Agilent serie 6890N, columna zebron ZB-624 de 30 m x 320  $\mu\text{m}$  x 1,80  $\mu\text{m}$ , detección FID (4,5).

Los niveles de los mismos en la zona industrial duplican los niveles de la zona residencial y urbana (Figuras 93 y 94)

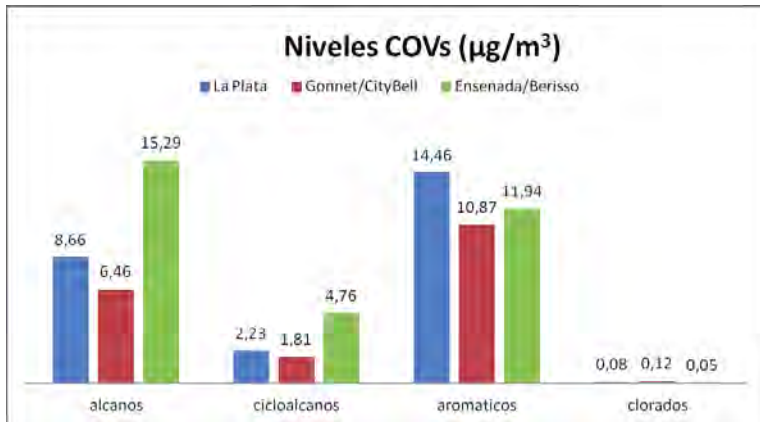


Figura 93. Niveles de COVs (media) expresados en  $\mu\text{g m}^{-3}$

	Gonnet/City Bell			La Plata			Ensenada/Berisso		
	media	min	max	media	min	max	media	min	max
<b>Compuestos Orgánicos Aromáticos</b>	10.81	0.54	176.80	14.45	4.64	571.11	11.94	2.42	47.35
<b>Alcanos</b>	6.46	0.40	109.65	8.66	2.16	324.60	15.29	2.50	148.4
<b>Cicloalcanos</b>	1.81	0.05	15.05	2.23	0.46	47.05	4.78	0.32	41.47
<b>Compuestos Orgánicos Clorados</b>	0.12	0.01	9.56	0.08	0.01	0.05	0.05	0.01	20.45

Figura 94. Niveles de COVs en las zonas de estudio ( $\mu\text{g m}^{-3}$ )

### Material Particulado

Las muestras de material particulado fueron recolectadas mediante el muestreador de bajo volumen MiniVol Airmetrics (5). En este, por medio de una bomba, el aire es forzado a pasar a través de un separador de tamaños de partículas (mediante impactadores) y luego a través de un medio filtrante, donde queda depositado el material parti-

culado a analizar. Un aspecto crítico para la recolección y separación de las partículas es la programación de un caudal correcto a través del impactador, que debe mantenerse constante a lo largo de cada muestreo. Para el MiniVol, la tasa real de flujo volumétrico debe ser de 5 L  $\text{min}^{-1}$ . Los muestreos fueron efectuados por un tiempo aproximado de entre 5 y 6 días para cada muestra de  $\text{MP}_{2.5}$  y de entre 2 y 3 días para cada una de  $\text{MP}_{10}$  en cada sitio de muestreo. Como medio filtrante se utilizaron filtros de politetrafluoroetileno (PTFE) y de fibra de vidrio de 46.2 mm de diámetro. Los mismos son pesados antes y después del muestreo en condiciones estabilizadas y la concentración del material particulado en cada muestra se determina mediante la razón de esta diferencia gravimétrica y el volumen total de aire que pasó a través del filtro.

Para la determinación de metales en material particulado se realizó una digestión ácida asistida por microondas (SW-846 Method 3015) y análisis mediante AA-horno de grafito (SM 3113-A), rotulándose las muestras como Industrial (60 y 126), Urbano (65 y 26) y residencial (Camino Centenario y 508), analizados filtros  $\text{MP}_{10}$  y filtros  $\text{MP}_{2.5}$ .

Para el análisis de HAPs (acenafteno, acenaftileno, antraceno, benzo[a]antraceno, benzo[b]fluoranteno, benzo[k]fluoranteno, benzo[ghi]perileno, benzo[a]pireno, criseno, dibenzo[a,h]antraceno, fluoranteno, fluoreno, indeno [1,2,3-cd]pireno, naftaleno, fenantreno y pireno) sobre las muestras de material particulado se procedió siguiendo la norma NIOSH 5506 (5,6). Para la extracción de los HAPs de cada filtro se utilizaron 5 ml de hexano y se sonicó en baño ultrasónico (TESTLAB TB10, Potencia = 400 W, frecuencia = 40kHz) durante 60 minutos. Luego se llevó a sequedad y se le añadió 1 mL de acetonitrilo (J. Baker, calidad HPLC). Los extractos fueron analizados por cromatografía líquida de alta resolución (UHPLC Nexera, Shimadzu) con detectores de PDA (arreglo de diodos) y fluorescencia (5,6).

Del análisis del MP (Figura 95) se detectó que los niveles presentes en Ensenada son del mismo orden que los valores encontrados en el casco urbano de La Plata, tanto en MP<sub>10</sub> como en MP<sub>2.5</sub>.

	$\mu\text{g m}^{-3}$	
	MP <sub>10</sub>	MP <sub>2.5</sub>
<b>Industrial</b>	35.60	12.10
<b>Urbano</b>	31.60	11.16

Figura 95. Niveles de MP en las zonas de estudio

Se detectó (Figuras 96, 97 y 98) la presencia de antraceno, fluoreno, benzo(k)fluoranteno, benzo(b)fluoranteno, benzo(a)pireno, dibenzo(ah)antraceno y benzo(ghi)perileno. Es importante destacar que algunos de estos compuestos son considerados peligrosos para la salud.

	$\mu\text{g m}^{-3}$				
	Pb	Cd	Cr	Ni	Mn
<b>Industrial</b>	0,0225	<0,0001	0,0278	<0,0001	0,0174
<b>Urbano</b>	0,0071	<0,0001	0,0132	<0,0001	0,0073
<b>Residencial</b>	0,0146	<0,0001	0,0105	<0,0001	0,0071

Figura 96. Niveles de metales en MP10 en las zonas de estudio

	$\mu\text{g m}^{-3}$				
	Pb	Cd	Cr	Ni	Mn
<b>Industrial</b>	0,0100	0,0003	0,0148	<0,0001	0,0016
<b>Urbano</b>	0,0138	<0,0001	0,0094	<0,0001	0,0003
<b>Residencial</b>	0,0044	<0,0001	0,0047	<0,0001	0,0016

Figura 97. Niveles de metales en MP<sub>2.5</sub> en las zonas de estudio



Compuesto	La Plata		Ensenada-Berisso	
	MP <sub>2,5</sub>	MP <sub>10</sub>	MP <sub>2,5</sub>	MP <sub>10</sub>
Naftaleno	<15.47	<15.47	<15.47	<15.47
Acenaftileno	<15.91	<15.91	<15.91	<15.91
Acenafteno	<17.96	<17.96	<17.96	0.854
Fluoreno	0.860	<2.84	0.605	0.858
Fenantreno	<0.969	4.442	4.553	6.486
Antraceno	9.625	0.530	12.715	1.190
Fluoranteno	<0.053	<0.053	0.009	0.078
Pireno	<0.81	<0.81	<0.81	<0.81
Benzo[a]antraceno	0.001	0.015	0.223	0.126
Criseno	<0.660	<0.81	0.128	0.193
Benzo[b]fluoranteno	0.140	0.149	1.036	0.439
Benzo[k]fluoranteno	0.019	0.049	0.363	0.262
Benzo[a]pireno	0.024	0.037	0.177	0.187
Dibenzo[a,h]antraceno	0.010	0.005	0.150	0.053
Benzo[ghi]perileno	0.173	0.211	1.109	0.748
Indeno [1,2,3-cd]pireno	6.991	<1.02	6.311	2.227

Figura 98. Niveles de HAPs en MP en las zonas de estudio (ng m-3)

## Bibliografía

- Bird., R. B., Beaton, A. D., Rice, E. W. (2017). “SM3010B”, “SM3030D. Preliminary treatment of samples” y “SM3125. Metals by inductively coupled plasma-mass spectrometry” en Bird., R. B., Beaton, A. D., Rice, E. W (Eds.) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 23° edithion. Washington DC: American Public Health Association.
- Colman Lerner J.E, (2013). *Contaminación ambiental: análisis y mitigación/remoción de material particulado (MP) y compuestos*

*orgánicos volátiles (COVs) y semivolátiles (COSVs)*, Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Exactas, UNLP. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/27002>

Colman Lerner, J. E., Kohajda, T., Aguilar, M. E., Massolo, L. A., Sánchez, E. Y., Porta, A. A., ... & Mueller, A. (2014). "Improvement of health risk factors after reduction of VOC concentrations in industrial and urban areas". *Environmental Science and Pollution Research*, 21(16), 9676-9688.