



RESIDUOS PLASTICOS EN ARGENTINA. SU IMPACTO AMBIENTAL Y EN EL DESAFIO DE LA ECONOMIA CIRCULAR

EDITOR

Norma Sbarbati Nudelman

PUBLICADO POR



ANCEFN

Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

RESIDUOS PLASTICOS EN ARGENTINA. SU IMPACTO AMBIENTAL Y EN EL DESAFIO DE LA ECONOMIA CIRCULAR

EDITOR

Norma Sbarbati Nudelman

**PUBLICADO POR**

Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales [ANCEFN]

SERIE: PUBLICACIONES CIENTIFICAS N° 16 (2020)

Sbarbati Nudelman, Norma

Residuos plásticos en Argentina : su impacto ambiental y en el desafío de la economía circular / Norma Sbarbati Nudelman ; editado por Norma Sbarbati Nudelman. - 1a ed volumen combinado. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : ANCEFN - Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 2020.

Libro digital, PDF - (Publicaciones científicas ; 16)

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-4111-15-9

1. Cuidado del Medio Ambiente. 2. Reciclaje de Residuos. 3. Desarrollo Sustentable. I. Título.

CDD 363.728

Fecha de catalogación: diciembre de 2020

Esta publicación es propiedad de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

ISBN 978-987-4111-15-9

Primera edición, Buenos Aires,

Copyright © by Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

Toda la correspondencia referida a esta publicación debe dirigirse a:

All enquires regarding this publication should be addressed to:

Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

Av. Alvear 1711, 4° piso, (1014) Buenos Aires.

E-mail: biblio@ancefn.org.ar

Sitio web: www.ancefn.org.ar

Queda hecho el depósito previsto por la Ley 11.723

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta obra puede ser reproducida o transmitida en cualquier forma o por cualquier medio electrónico o mecánico, incluyendo fotocopiado, grabación o cualquier otro sistema de archivo y recuperación de información, sin el previo permiso por escrito de la Academia.

INDICE

PREFACIO	1
LISTADO DE AUTORES	3
CAPÍTULO 1	
Maria F.Ríos, Federico Márquez, Melissa Gatti, David Galván, Gonzalo Bravo, Gregorio Bigatti y Martín Brogger: Microplásticos: Macroproblemas	8
CAPÍTULO 2	
Alejandro Merlo, José Güiraldes y José Poma: La Generación de Residuos Plásticos en la Actividad Agropecuaria y la implementación de la ley nacional N 27.270 de envases Vacíos de Fitosanitarios en la Provincia de Buenos Aires	23
CAPÍTULO 3	
Laura Ribba, Oswaldo Ochoa-Yepes, Darío Diaz, Silvia Goyanes: Alternativas a los Plásticos Convencionales, las dos caras de los plásticos verdes	42
CAPÍTULO 4	
Marcelo Garriga, Norberto Mangiacome: Una mirada económica sobre los Residuos Plásticos Urbanos	58
CAPÍTULO 5	
Juan José Paladino y Daniel W. Berman: Nación, Provincia de Buenos Aires y Municipios. Misiones y funciones, situación ambiental, política, económica y social.....	71
CAPÍTULO 6	
José Luis Picone y Giada Seraffini: La industria del Reciclado del Plástico en Argentina	85
CAPÍTULO 7	
Andrés Arias, Ana Ronda, Nora Gómez, Rocío Pazos, Javier Amalvy, Rosana Dimauro, Paola Ondarza, Karina Miglioranza y Jorge Marcovecchio: El impacto de los desechos plásticos y los microplásticos en la costa bonaerense	103

CAPÍTULO 8

Alejandro Cittadino, Carlos Fontán, Marcela De Luca y Marcelo Rosso: Los plásticos en los Residuos Sólidos Urbanos. Tipos y cantidades en las estadísticas de CEAMSE 127

CAPÍTULO 9

Jorge E. Marcovecchio, Ana C. Ronda, Andrés H. Arias: Las consecuencias de la sobrecarga de plásticos en el ambiente: la zona costera marina como receptor final 140

CAPÍTULO 10

Roberto Sánchez. Rolando García Valverde: Perspectiva empresarial en la producción y sustentabilidad de plásticos 150

CAPÍTULO 11

Catalina Asiain y Agustín Harte: Avances y desafíos en la agenda global, regional y nacional para el manejo ambiental de los plásticos en todo su ciclo de vida a fin de mitigar el impacto generado por los residuos plásticos y microplásticos sobre los ecosistemas acuáticos 165

CAPÍTULO 12

Verónica García, Mayra Milkovic, Daniela Gomel, Sol Gonzalez y Fernando Miñarro: Contaminación por plásticos en el mar: desafíos y oportunidades 181

CAPÍTULO 13

Martín C. M. Blettler, Elie Abrial, Luis Espinola y Clara Mitchell: El derrotero de la basura plástica en el río Paraná Medio 193

CAPÍTULO 14

Ricardo Kindsvater, Eliana Munarriz y N. Sbarbati Nudelman: Desafíos que presentan algunos aditivos químicos para el reciclado de residuos plásticos. Industria plástica argentina y situación internacional 208

CAPÍTULO 15

María Paz Caruso, Claudia Gabriela Isaurralde, Gisela Daniele: Políticas Públicas a largo plazo para una correcta gestión de residuos sólidos urbanos. Estrategias para sostener las políticas ambientales en las ciudades 225

CAPÍTULO 16

**Guadalupe Díaz Costanzo, Daniela Badra, Delfina Berberian,
Martina Uthurralt, Verónica Ramos, María Emilia Alvarez y N.
Sbarbati Nudelman: Relevancia de la Educación para la
Concientización de buenas prácticas de uso, consumo, reutilización
y descarte de materiales plásticos 238**

EL IMPACTO DE LOS DESECHOS PLÁSTICOS Y LOS MICROPLÁSTICOS EN LA COSTA BONAERENSE

Andrés H. Arias*¹, Ana C. Ronda¹, Nora Gómez²,
Rocío Pazos², Javier Amalvy³, Rosana Dimauro³, Paola M. Ondarza⁴,
Karina S.B. Miglioranza⁴, Jorge Marcovecchio¹

¹ IADO – CONICET/UNS

² ILPLA – CONICET/UNLP

³ INIDEP

⁴ IIMyC – CONICET/UNMdP

⁵ CITEMA – UTN/CIC

*corresponding author = aharias@iado-conicet.gob.ar

RESUMEN

La investigación en torno a la basura plástica y los microplásticos (MPs) en zonas costeras/marinas ha generado un gran interés por parte de la comunidad científica y los organismos tomadores de decisiones, debido a los alcances globales que presenta este tipo de contaminación y al aumento casi constante la presencia en el medio ambiente. Los MPs están presentes en diferentes matrices abióticas (marinas y costeras) y accesibles para la ingestión por una gran variedad de organismos. La provincia de Buenos Aires extiende su línea costera de más de 1200 Km desde el Río de la Plata hasta la desembocadura del Río Negro, constituyéndose en un área de gran importancia para el sector productivo costero (pesca y turismo) que incluye regiones prioritarias en cuanto a su conservación, playas turísticas, cinco puertos comerciales y un puerto militar que no escapan a la problemática de los desechos plásticos y MPs. En este contexto, el presente capítulo propone revisar el estado de esta problemática para las costas de la provincia (ocurrencia, distribución, dinámica y transferencia al componente biótico) identificando sus potenciales vulnerabilidades y oportunidades que enfrenta la región.

Palabras clave: basura plástica, costas, microplásticos, Provincia de Buenos Aires

ABSTRACT

Plastic litter and micriplastics impacts at Buenos Aires province coastal environments. LASTIC. Research on marine litter and microplastics (MPs) at coastal/marine areas has gained a great interest from the scientific community and policymakers, due to the global outreach and growing reports showing dramatic increasing levels. MPs have been shown at both abiotic and biotic matrices and they became accessible for ingestion by a wide variety of organisms. The Buenos Aires province extends its coastline along more than 1200 km from the Río de la Plata to the mouth of

the Río Negro, becoming an area of great productive relevance (fishing industry and tourism) that includes protected areas, tourist beaches, five commercial ports and a military port which in overall do not escape from the plastic threat. In this scenario, this chapter will revisit the state of the art focused on the area of study (occurrence, distribution, dynamics, bioaccumulation and transfer to the biotic component), outlining the potential vulnerabilities and opportunities that the area faces.

Keywords: marine litter, coasts, microplastics, Buenos Aires province

INTRODUCCIÓN

Los plásticos en los ecosistemas costeros (como desechos plásticos, macro o microplásticos) pueden provocar daño físico y mortalidad a la vida marina y las comunidades marítimas. El enredamiento de aves, peces y especies migratorias como tortugas y mamíferos en aparejos de pesca abandonados y envases de plástico puede provocar inanición y ahogamiento. En forma adicional, la ingestión de plásticos y microplásticos puede causar estrés fisiológico, daño toxicológico e inanición en plancton, moluscos y otros invertebrados, peces, aves marinas, tortugas y mamíferos marinos [1]. Al mismo tiempo, los desechos plásticos contienen muchos compuestos orgánicos tóxicos y cancerígenos que pueden desprenderse del plástico para magnificar los impactos dañinos [2, 3]. Es así que, durante el proceso de fabricación de plásticos, una diversidad de compuestos químicos son agregados para alterar las características finales del material: retardantes de llama, plastificantes, antioxidantes, estabilizadores UV y pigmentos. Entre estos, algunos con propiedades de alteración endocrina pueden estar presentes a niveles de 1000 - 500,000 mg/kg (ppm); por ej.: los éteres de difenilo polibromados (PBDEs) utilizados como retardantes de llama en plásticos, espumas de poliuretano, textiles y juguetes [4]; tetrabromobisfenol A (TBBPA) utilizado como retardante de llama en resinas epoxi, vinil ésteres y policarbonatos; y hexabromociclododecano (HBCDD) utilizado en espumas de poliestireno (EPS) o ftalato de di-2-etilhexilo (DEHP) en PVC [5, 6]. A modo de ejemplo, en envases plásticos (aproximadamente el 40% de la producción anual total de plásticos en el mundo) se han identificado una variedad de 906 compuestos químicos. Sobre esta inmensa variedad de aditivos y compuestos químicos que los plásticos pueden acarrear en su constitución, las partículas plásticas pueden además adsorber contaminantes desde la columna de agua, constituyéndose tanto en un medio de transporte como una fuente potencial de productos químicos tóxicos en el medio marino [7, 8]. Los procesos de adsorción-desorción son complejos y dependen de diversos factores tales como la hidrofobicidad del contaminante, el tipo de polímero y tiempo de permanencia en el medio, el tipo de medio (agua, suelo, sedimento, etc.), temperatura, presión, salinidad, entre otros [9]. En estos procesos, tanto los sedimentos como la materia orgánica son competidores en cuanto a la adsorción de contaminantes, resultando en un sistema complejo en el cual los plásticos no serán los únicos agentes de exposición a dichos contaminantes [10]. Los microplásticos en particular son capaces de adsorber diversos contaminantes orgánicos persistentes (COPs), tales como los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs), los bifenilos policlorados (PCBs) y el

diclorodifeniltricloroetano (DDT) [3]. De forma similar, estos también pueden adsorber trazas de metales (por ej.; cobre o plomo) [2, 8]. Descendiendo en el rango de tamaños de los plásticos, los nanoplásticos, dada su alta relación de superficie/volumen presentan afinidades de sorción excepcionalmente altas, hecho que cambia la exposición y el riesgo asociado a los mismos, aumentando aún más su importancia como contribuyentes a la exposición química general [11]. En este sentido, Koelmans [12] y colaboradores concluyen que, dada su alta relación de superficie específica, es posible que los nanoplásticos adsorban contaminantes a concentraciones más altas que los microplásticos; hecho que unido a su mayor accesibilidad y distribución en los organismos probablemente conduzca a una combinación de riesgos que hoy desconocemos.

1.2. Fuentes, vectores y rutas de transporte

El contenido actual de plástico en los océanos se estima entre 75 y 199 millones de toneladas, el 80% de las cuales proviene de fuentes terrestres a partir una deficiente gestión de disposición de residuos sólidos urbanos (RSU) [13]. En este sentido, se calcula que hasta una tercera parte de los desechos plásticos gestionados se encuentra llegando a los océanos, con la principal contribución de las ciudades localizadas hasta 50 Km de la costa [14]. Las contribuciones de residuos plásticos que aporta cada continente al océano se encuentran desigualmente distribuidas; así por ejemplo, Asia aporta 42 a 58 millones de toneladas (MTon); África, 10 - 20 MTON; América Latina y el Caribe, 6,7- 8,3 MTON; Europa, 1,3 - 9,1 MTON; América del Norte, 0,03 - 0,3 MTON; y Oceanía, 0,05 - 0,32 MTON [14]. Estos valores fueron actualizados recientemente por [15], quienes hallaron que aproximadamente el 47% de los residuos plásticos generados municipalmente en una escala anual y global (entre 60 y 90 MTON) son inadecuadamente manejados y poseen una alta probabilidad de culminar en los océanos.

Latinoamérica genera el 4% de la producción y el 8% del consumo total de plásticos a nivel mundial [16]. Los microplásticos en Latinoamérica se caracterizan por el predominio de las fibras (62 %), seguidas de fragmentos (17 %) y pellets (9 %), y los tipos de polímeros predominantes son PE (polietileno, 80 %), PP (polipropileno), PET (tereftalato de polietileno) y PS (poliestireno) [17]. Particularmente en Argentina se generan más de 2,7 millones Tonelada/día de residuos plásticos, lo cual significa 183 g/persona/día [18].

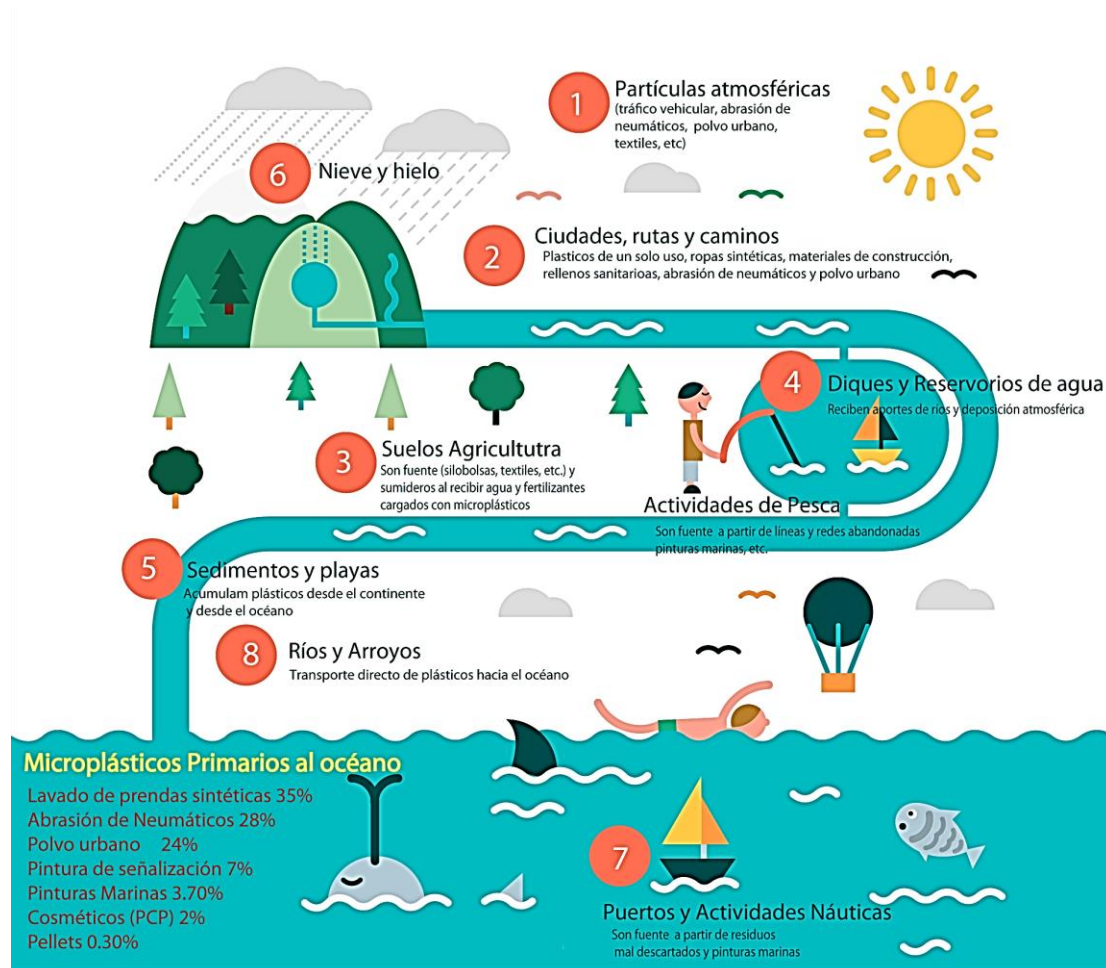


Fig.1. Rutas y fuentes principales de plásticos hacia el océano (Imagen: elaboración propia, información numérica de Boucher y Friot [19] y diseño Freepik.com)

Las rutas del plástico hacia los océanos son múltiples y variadas e incluyen el lavado de tierras, ríos, arroyos, escorrentías, vertido de aguas de desecho, transporte por vía atmosférica y vuelcos directos (Fig.1). También, los eventos como tormentas y desastres naturales se constituyen en puntos de ingreso de grandes cantidades de plástico hacia los océanos [1]. La mayor cantidad de plásticos que ingresan al océano provienen de fuentes terrestres, con 2% de ingresos provenientes de actividades oceánicas [20]. Un modelo sobre microplásticos primarios indica que cerca de dos tercios (63,1%) de las contribuciones se deben al lavado de ropa (textiles sintéticos, 34,8%) y a la abrasión de neumáticos (28,3%). La tercera contribución importante (24,2%) proviene del polvo urbano. Los productos para el cuidado personal solo representan el 2% de la contribución de microplásticos primarios al océano mundial [19].

La velocidad a la que la basura y los plásticos se mueven a lo largo de las diversas vías de transporte, o residen en diferentes compartimentos del medio marino, se encuentra en función de sus propiedades químicas y físicas, así como de su flotabilidad, las propiedades de la superficie y tamaño de partícula. Lebreton y

col. [20] concluyen que hay un intervalo de tiempo significativo, del orden de varios años a décadas, entre las deposiciones terrestres y su llegada al océano (2019). Más aun, sus resultados indican que la generación actual de microplásticos secundarios en el océano es el resultado de la degradación de los objetos producidos en la década del noventa o antes.

1.3. Rutas del plástico hacia la costa de la Provincia de Buenos Aires

Río de la Plata

El estuario del Río de la Plata recibe las aguas de los ríos Paraná y Uruguay aportando caudales aproximados del orden de los 17.000 y 6.000 m³/seg, respectivamente, siendo el colector final de la cuenca del Plata. Este ecosistema presenta una superficie de 35.000 km², una profundidad media de 5 m y una máxima de 25 m en la desembocadura. Teniendo en cuenta su geomorfología y dinámica, se lo divide en dos sectores: uno interior y otro exterior, separados por una barrera geomorfológica denominada Barra del Indio (que se extiende a lo largo de una línea que une Punta Piedras con Montevideo, a una profundidad de 6,5-7 m) [21]. La isohalina de 0,5 UPS (1000 µS/cm) y la Barra del Indio constituyen el límite entre el agua dulce, que ocupa el 37 % de la superficie del estuario, y la zona salobre [22]. La región interna tiene un régimen fluvial y una fuerte influencia de las mareas, mientras que la región externa es principalmente mixohalina [23]. Este estuario es considerado un importante recurso hídrico que brinda diferentes servicios ecosistémicos para la provincia de Buenos Aires y el país. Entre ellos se reconocen la regulación del clima, de la calidad del agua y de los sedimentos, la provisión de agua, alimentos y materiales, transporte y actividades recreativas, entre otros.

En el sector de agua dulce y sobre la Franja Costera Sur del estuario se desarrolla una intensa actividad vinculada a los centros urbanos más importantes de Argentina como lo es la Ciudad autónoma de Buenos Aires y el área metropolitana que la circunda (Fig.2). En ella se desarrollan actividades productivas (destilerías, puertos de embarque, astilleros, plantas generadoras de energía eléctrica, agricultura, etc.), constituyendo la principal fuente de agua potable de las ciudades de Buenos Aires, La Plata y sus alrededores. También es receptor de efluentes cloacales escasamente tratados, entre los que se destaca el ubicado en la localidad de Berazategui, que vierte a 2500 m de la costa (proveniente de la ciudad de Buenos Aires y el conurbano) y el cercano a la ciudad de La Plata que derrama en la costa de la localidad de Berisso (Fig.2). También el sector costero es receptor de ríos, arroyos y canales, que transportan efluentes de origen industrial y urbano, además de la escorrentía provocada por las precipitaciones sobre las áreas urbanizadas. Las cuencas más contaminadas de este sector corresponden a los ríos Luján que recibe las aguas del río Reconquista, y Matanza-Riachuelo, los canales Sarandí y Santo Domingo y el arroyo del Gato, que desagua en el río Santiago [21]. Por otra parte, cabe destacar que en sectores cercanos a la costa del estuario del Río de la Plata se encuentran numerosos basurales informales a cielo abierto que aportan distintos tipos de desechos, entre ellos los plásticos.

De acuerdo con estudios realizados por Acha y colaboradores [24], a partir de muestreos del lecho de la desembocadura y en el sector costero del frente salino

del estuario, se constató que las bolsas plásticas y otros tipos de productos plásticos fueron los principales residuos encontrados en ambas zonas. En el área costera, los plásticos representaron el 44 % del total de los residuos pesados, mientras que las bolsas plásticas el 30 %. En tanto en el fondo del estuario, en el sector del frente, el 55 % fueron bolsas plásticas y 22 % otro tipo de productos plásticos. La concentración de basura encontrada aguas arriba del frente de salinidad de fondo (Punta Piedras - La Plata) fue significativamente superior a la hallada aguas abajo del mismo (Punta Piedras - Punta Rasa); demostrando que el frente de salinidad de fondo actúa como una barrera de acumulación de residuos. Asimismo, se ha señalado que una buena parte de esos residuos plásticos, por acción de las mareas y los vientos, se acumulan en las playas del sector ribereño que se encuentran aguas arriba del frente (entre Punta Piedras y La Plata). La presencia de residuos en la línea de costa en este último sector también fue evaluada por Gómez y Cochero [25] en un estudio de carácter cualitativo, el cual reveló residuos tales como plásticos, vidrio, metal, papel, tela, goma, desechos orgánicos domésticos y de higiene personal, entre otros. Por otra parte, los autores advirtieron que las modificaciones de la zona ribereña suelen favorecer los procesos de acumulación de los contaminantes y de la basura. Entre las principales causas mencionan el desmonte para establecer rellenos costeros, áreas de recepción de residuos domiciliarios y para el avance de la urbanización. Estudios recientes también han demostrado la correspondencia entre el deterioro del hábitat costero y la concentración de MPs [26].

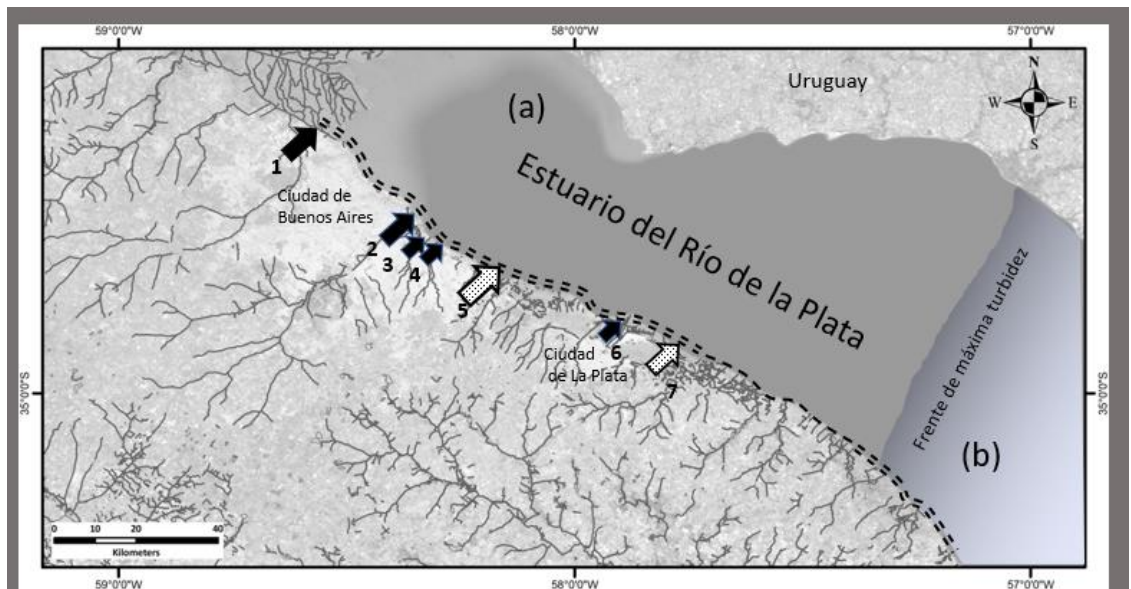


Fig.2. Sector de agua dulce (a) y parte de la zona mixohalina (b) en donde se ubica el Frente de Máxima Turbidez del estuario del Río de la Plata. Se señalan los principales cursos de agua que aportan contaminación al sector costero (flechas negras: 1-río Luján, 2-Matanza-Riachuelo, 3-canal Sarandí, 4-Santo Domingo, 6-A° del Gato y río Santiago) y los principales efluentes de las descargas de aguas residuales (flechas blancas: 5- Descarga cloacal en la costa de la localidad de Berazategui, proveniente de la ciudad de Buenos Aires y alrededores, y 7 -Descarga

cloacal en la localidad de Berisso, proveniente de la ciudad de La Plata) En línea de punteado doble se señala la zona más afectada por la presencia de MPs en agua y sedimento [26].

Mar del Plata y costas aledañas

La costa atlántica del sudeste bonaerense abarca los partidos de Pinamar, Villa Gesell, Mar Chiquita, General Pueyrredón, General Alvarado, Lobería y Necochea, en los cuales se encuentran ciudades importantes como Mar del Plata, Miramar, Necochea y Quequén (Fig 3. y Tabla 1).



Fig 3. Mapa de las principales localidades de la costa atlántica del sudeste bonaerense.

Como principales fuentes de residuos plásticos en esta zona podemos mencionar:

Agricultura: es el segundo sector en importancia del país en cuanto a producción frutihortícola, tanto en superficie como en volumen (mayor a 1300 hectáreas (ha) y mayor a 300000 Ton). Los sistemas de producción son diversos e incluyen cultivos a cielo abierto (9500 ha), invernáculos (750 ha) y sistemas de sombreado, tales como kiwi y frutillas (560 ha) [27]. Esta actividad genera residuos plásticos por el uso de invernáculos y sistemas de sombreado, escorrentía del riego con agua de efluentes, aplicación de abonos y fertilizantes orgánicos.

Sector Industrial: El *parque industrial “General Savio”*: establecido sobre la Ruta Provincial 88 que conecta a Mar del Plata con Necochea, es el quinto parque del país en superficie (310 ha) con infraestructura completa. Los rubros de las empresas establecidas son alimenticias, textiles, polímeros, metalúrgica, químicas y farmacéuticas, maderas, gráfica e informática (<http://pimdq.com.ar/#!/bienvenido/>, acceso 23/10/2020).

Puertos: la ciudad de Mar del Plata posee un puerto de 220 ha aproximadamente, cuyas operaciones comerciales están relacionadas a la carga de cereales y a la pesca que incluye procesamiento de productos de mar y producción de harina y aceite de pescado (<https://puertomardelplata.net/>, acceso 23/10/2020). Considerando que el puerto de Mar del Plata es el segundo más importante del país, representa una fuerte presión antropogénica sobre su línea de costa y los residuos que se generan están en contacto directo con el mar. Por su parte, la ciudad de Quequén posee uno de los puertos cerealeros más importantes del país que comercializó más de 14.000.000 Ton. (2016/2017).

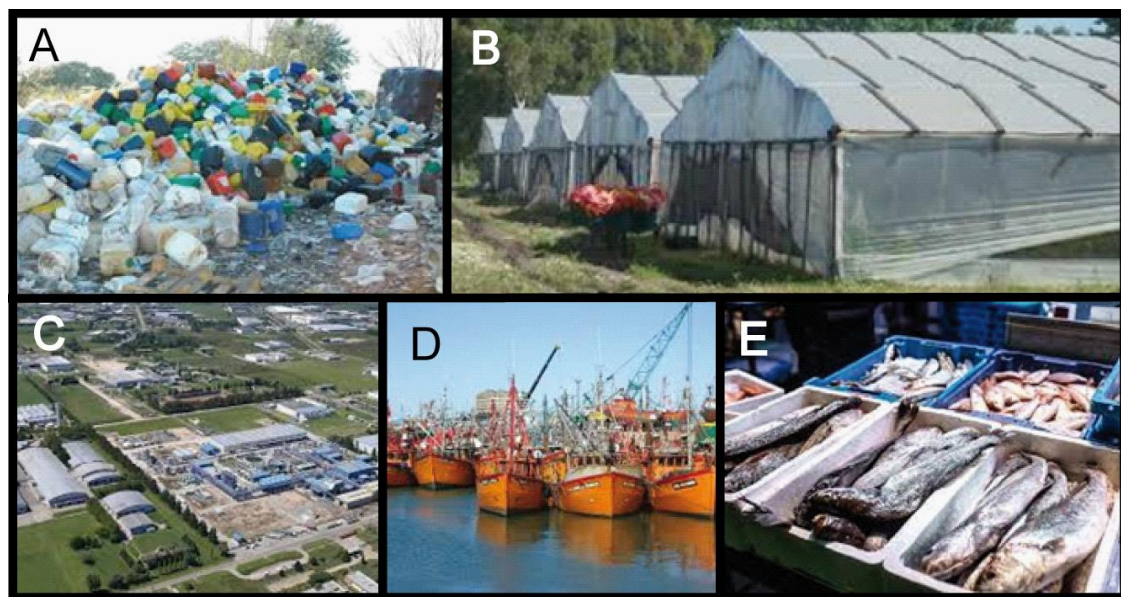


Fig 4. AyB: Áreas de producción hortícola y frutícola de la ciudad de Mar del Plata, C: *Parque Industrial “General Savio”*, DyE: *Puerto de Mar del Plata*

Urbanización: las principales ciudades son Mar del Plata (Gral. Pueyrredón), Necochea, Miramar (Gral. Alvarado), Villa Gesell y Pinamar en los municipios homónimos destacándose, además, una importante densidad poblacional (Tabla 1) Mar del Plata es la principal ciudad de la región con 618.989 habitantes (Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas, 2010).

Tabla 1. Resumen de principales actividades relacionadas al ingreso de residuos plásticos en la ciudad de Mar del Plata y zonas aledañas.

Municipios / fuentes	General Alvarado	Mar del Plata	Mar Chiquita	Necochea	Lobería	Villa Gesell	Pinamar
Población (habitantes)	39.594	618.989	21.279	92.933	17.523	31.730	25.728
Densidad poblacional (hab/km ²)	23,6	424	6,8	20,9	3,7	111,3	408,4
GPC (Kg/hab x día)	0,694	1,007	0,694	0,716	0,694	0,694	0,694
Generación de residuos (Ton/día)	27,5	623,4	14,6	66,5	12,2	22,0	17,9
Disposición final de RSU	Relleno sanitario	Relleno sanitario	Basural a cielo abierto	Basural a cielo abierto	Basural a cielo abierto	Basural a cielo abierto	Basural a cielo abierto

Hab: habitantes. Ton: toneladas. GPC: generación per capita de residuos. RSU: residuos sólidos urbanos. Fuentes: Asociación de Residuos Sólidos (ARS), relevamiento de datos de la OPDS y recopilación de información periodística de diferentes medios locales

Turismo y recreación: esta región cuenta con más de 200 km de costa de playas de arena y médanos, las cuales, junto a otras actividades recreativas y culturales, representan un significativo recurso económico. En particular, Mar del Plata posee 7 km de costas y constituye el primer centro turístico de la Costa Argentina. Durante la temporada estival (diciembre a marzo) arriban más de 2,5 millones de turistas a la región, y a lo largo del año 8,5 millones, incrementando el potencial impacto adverso sobre las playas.



Fig.5. A, B y C: Desarrollo urbano de la ciudad de Mar del Plata. Fuente [https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Mar del Plata..jpg](https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Mar_del_Plata..jpg). D Turismo de verano en Playa Grande, una de las playas más populares de la región.

Residuos urbanos: Mar del Plata es una ciudad costera con una alta densidad urbana (98.9%), cuya generación de residuos supera las 600 toneladas diarias que se disponen en un relleno sanitario.



Fig.6. Sitio de disposición final de residuos urbanos de la ciudad de Mar del Plata y recolección de basura en playas

Redes de drenaje pluviales: Tanto en la ciudad de Mar del Plata como en diferentes zonas urbanas, la presencia de basura en la vía pública genera grandes inconvenientes en el correcto escurrimiento de las aguas de lluvia. En tal sentido, los residuos son arrastrados por la escorrentía hacia las bocas de tormenta, produciendo un retardo e incluso impidiendo el ingreso de agua al sistema pluvial. Cada vez que se registra una tormenta aparecen los mismos problemas donde cientos de botellas, cartones, envoltorios de golosinas y otros residuos mezclados son arrastrados, provocando anegamientos en diferentes puntos de las ciudades con la consecuente posibilidad de inundaciones. En las playas de Mar del Plata, los residuos también pueden alcanzar el océano por el sistema de alcantarillas que desagota la ciudad, directamente al mar (Fig.7B), sin sistemas de retención que impida que los residuos sólidos urbanos lleguen a la costa quedando a merced del alcance de las mareas y los vientos.

En Playa Constitución (Fig.7A), por el desagüe pluvial ubicado en ese sector, desagota gran parte del agua que cae en la ciudad. Este hecho genera no solo un impacto estético negativo, sino que pone en peligro a muchos organismos acuáticos costeros que pueden interactuar físicamente con los residuos, e incluso ingerir accidentalmente pequeños pedazos de plásticos [28].

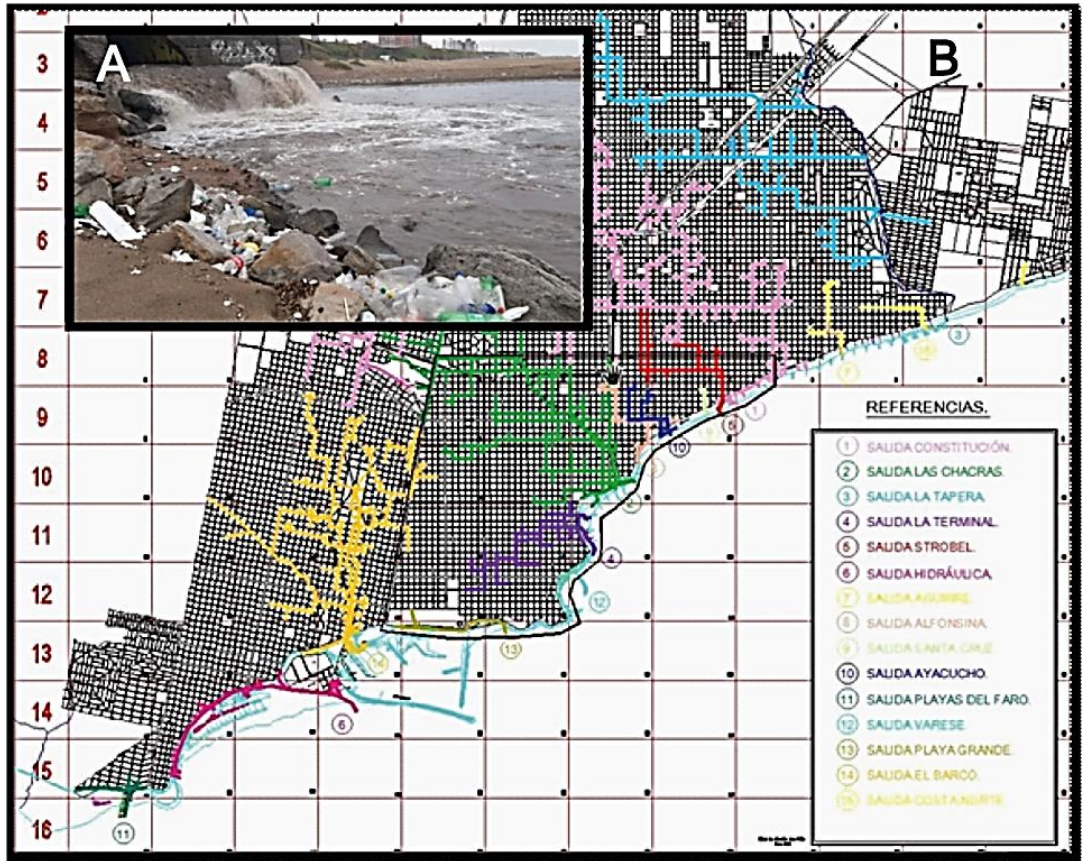


Fig.7. De la ciudad al mar. A: Red de desagüe pluvial de la ciudad de Mar del Plata. B: Acumulación de residuos plásticos a la salida del desagüe pluvial de Constitución. (Foto: @dronmardelplata, Pablo Funes)

Las playas de Mar del Plata no sólo están expuestas a la carga de residuos antropogénicos generados localmente, sino que también suelen llegar residuos exógenos arrastrados con las corrientes. Esta situación se hace más evidente luego del impacto de las tormentas sobre las costas, cuando suelen aparecer una variedad de residuos, que abarca desde elementos de plástico duro limpio, agregaciones de juncos y macrófitas con restos de plásticos, restos de redes de pesca, e incluso elementos plásticos colonizados por organismos, que es indicativo de su permanencia en el medio marino (Fig.8).

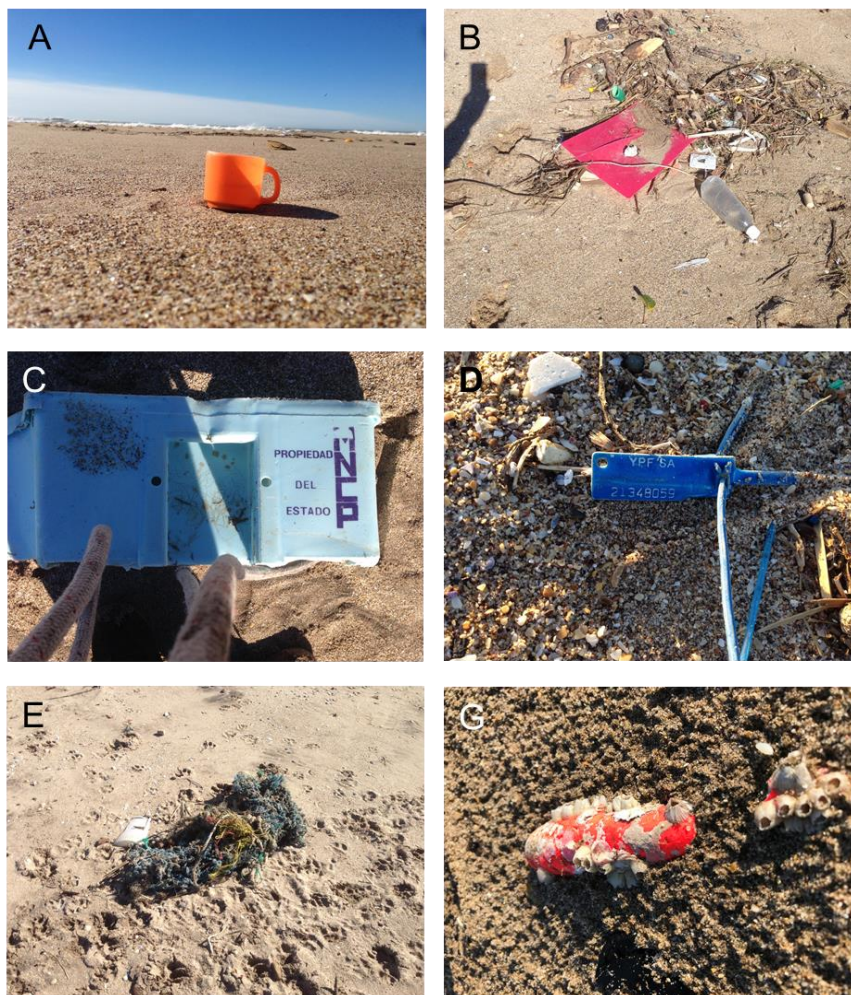


Fig.8: Algunos tipos de elementos y residuos plásticos encontrados en playas del sur de Mar del Plata luego de una tormenta. A) Elementos de plástico limpio, B) residuos urbanos y restos de plástico mezclados con macrófitas y juncos, C) restos de elementos de la actividad pesquera, D) restos de elementos de actividad industrial, E) restos de redes de pesca, G) elementos de plástico colonizados por organismos marinos.

El problema fundamental con todo elemento o residuo plástico varado en las playas, es que al estar expuesto prolongadamente a radiación UV, y demás factores ambientales, se convierten en una fuente de generación de microplásticos, lo cual implica un problema de contaminación aún mayor, ya que también aumenta el espectro de tamaños de organismos marinos y costeros que pueden interactuar con residuos de este material.

Bahía Blanca

En el caso del estuario de Bahía Blanca (EBB) los plásticos en el ambiente marino pueden tener su origen a partir de residuos generados en la ciudad de Bahía Blanca, y centros urbanos menores como General Daniel Cerri, Ingeniero White y Punta Alta, que en su conjunto reúnen aproximadamente 370.000 habitantes. Según

el último censo en el año 2010, la ciudad de Bahía Blanca posee 301.572 habitantes, con una generación de residuos sólidos urbanos de 0,971 kg/hab/día y un total de 292,8 toneladas diarias, de las cuales se estima que el 15,22% es plástico (<https://www.indec.gov.ar/indec/web/Nivel4-CensoProvincia-999-999-06-056-2010>). Estas localidades, arrojan sus aguas residuales al estuario, y en la actualidad, el 75% de los efluentes de Bahía Blanca son previamente derivados a una planta depuradora con tratamiento primario y secundario, inaugurada en septiembre del 2019. Sin embargo, aún existe una gran proporción de efluentes de aguas residuales que desembocan en el estuario sin ningún tipo de tratamiento. Aún con el tratamiento mencionado, las aguas residuales de los centros urbanos son importantes vectores de contaminación por micro y nanoplásticos primarios presentes en algunos productos abrasivos de limpieza y micro y nanoplásticos secundarios provenientes del lavado de la ropa sintética y el desgaste de desechos plásticos mayores [29].

Según Rochman [30], los ríos y efluentes continentales también se han identificado como vías importantes de fuentes terrestres de desechos plásticos que llegan al mar. Por ello, otros aportes de desechos plásticos en EBB podrían provenir de las contribuciones de agua dulce que recibe el Canal Principal. El río Sauce Chico, con un curso de 140 km de longitud y un caudal de 1,46 m³/seg, y el arroyo Napostá Grande, con un curso de 130 km de longitud y un caudal medio menor de 1 m³/seg, tienen su origen en el sistema serrano de Ventania, Sierra de la Ventana, al suroeste de la provincia de Buenos Aires. Mientras el Río Sauce Chico desemboca en cercanías de la ciudad de Gral. Daniel Cerri, el arroyo Napostá Grande atraviesa la ciudad de Bahía Blanca en su curso inferior, para desembocar 1 km aguas abajo del puerto de Ing. White [31, 32]. El curso de estas aguas desde su inicio en las montañas serranas podría recibir entradas de desechos plásticos terrestres provenientes de los pueblos y actividades aledañas a estos tributarios, y, dado que se consideran como los principales aportes de agua dulce al EBB [33], dichos desechos pueden llegar eventualmente al Canal Principal. El influjo desde otros afluentes menores como por ejemplo el canal Maldonado y el arroyo Saladillo de García es intermitente por lo que las entradas de desechos plásticos en el EBB a partir de estos cursos de agua, pudrían ser significativa durante períodos de elevadas precipitaciones locales.

En el límite norte del EBB se ubican varias industrias conformando el polo industrial que se compone en su mayoría de refinerías, plantas petroquímicas y fábricas de productos sintéticos (incluyendo plásticos), además podemos encontrar otras industrias asentadas en la región como lavaderos de lanas, plantas textiles, silos y molinos cerealeros, curtiembres y frigoríficos e industrias relacionadas que arrojan sus efluentes al estuario, sumando otras posibles entradas de desechos plásticos al EBB. Asimismo, este estuario representa el sistema portuario de aguas profundas más importante de Argentina donde se ubican los puertos Ing. White, Galván, Rosales y la Base Naval Puerto Belgrano; por lo que su Canal Principal es constantemente navegado por barcos pesqueros, grandes cargueros y transportadores de combustible y cereales que pudrían aportar más desechos plásticos a este cuerpo de agua [34].

Plataforma bonaerense y zona “El Rincón”

La zona costera de la Provincia de Buenos Aires conocida como El Rincón presenta 8 áreas marino-costeras, reservas naturales y refugios [35]. Se encuentra localizada entre los 38°30' S y 41°30' S con un área continental de 1100 km² y un área marina de 47000 km². Hacia la costa, esta área presenta ecosistemas compuestos por humedales, marismas y planicies de marea, con playas de arena y playas rocosas. Desde el 2014 se ha reconocido formalmente esta zona como Área Marina Protegida “El Rincón” (AMP-ER), (Ley Argentina N°27037), en función de proteger y conservar espacios marinos representativos de hábitats y ecosistemas bajo objetivos de política ambiental. Toda esta zona marítima está altamente influenciada por la actividad antropogénica del EBB y la descarga del Río Colorado, los que podrían contribuir a entradas significativas de desechos plásticos en esta zona.

Durante la época de primavera, el área de El Rincón es una importante zona de desove multiespecífica y de concentración de juveniles de varias especies de peces óseos y cartilaginosos de interés comercial. En el área operan distintas flotas procedentes de los puertos de Quequén y Mar del Plata (del Norte de la provincia de Buenos Aires), además de los pescadores artesanales de las localidades como Monte Hermoso, Pehuen-có y Claromecú [36]. La pesca deportiva, artesanal y de altura son las actividades marítimas de mayor generación de residuos plásticos, por lo que podrían originar residuos a partir del desgaste de redes de pesca, flotadores, líneas de pesca, equipamiento general utilizado en actividades marítimas, incluyendo la ropa [37].

Río Negro

Delimitando el sur de la Provincia de Buenos Aires, se encuentra la cuenca del Río Negro (RN) siendo una de las cuencas más importantes del sistema hidrográfico de la República Argentina. Nace en la Región Andina de las provincias de Neuquén y Río Negro, a partir de los Ríos Limay y Neuquén (más de 500 Km cada uno), atravesando un amplio valle (de 637 Km) antes de desembocar finalmente en el Atlántico [38]. En todo su extenso recorrido, el río puede tener entradas significativas de residuos plásticos provenientes de la actividad antropogénica. Los ríos Neuquén y Limay, recorren diferentes departamentos: Minas, Chos Malal, Ñorquín, Loncopué y Añelo que suman aproximadamente 480.000 habitantes. Por otro lado, el río Limay recorre los departamentos de Los Lagos, Lacar, Collón Curá y Picún Leufú, con una población de aproximadamente 64.000 habitantes. En la intersección de estos ríos, el departamento de Confluencia, concentra una población aproximada de 220.000 habitantes. A partir de allí, el RN pasa por los departamentos de General Roca, El Cuy, Pichi Mahuida, Avellaneda, Conesa y Adolfo Alsina sumando otros 470.000 habitantes. La mayoría de las plantas cloacales de todos estos centros urbanos están desbordadas en su capacidad de tratamiento de líquidos y vierten directamente el crudo al río. Las plantas de tratamiento existentes se encuentran en la ciudad de Choele Choel, cuyos líquidos resultantes no se derivan al río y son reutilizados en el Parque Industrial; en General Conesa donde el agua es reutilizada para el riego de forestación; y en la ciudad de Viedma donde se encuentra superada en un 15% de su capacidad. Además, las ciudades de Viedma y Carmen de Patagones, tienen una infraestructura de desagües pluviales que descargan

directamente en la cuenca y en episodios de lluvias torrenciales, desbordan llevando consigo una considerable cantidad de residuos [39]. En cuanto a las actividades económicas, en toda la cuenca se desarrolla una gran diversidad de actividades relacionadas con el petróleo, grandes, medianas y pequeñas industrias, como así también las actividades agrícola-ganaderas y en especial la actividad frutihortícola. Asimismo, a lo largo de todo su recorrido, el RN presenta varios lugares que son utilizados para la recreación y el turismo. Todas estas actividades pueden sumar más residuos plásticos que llegan a este cuerpo de agua y posteriormente al océano Atlántico.

2.2. Evidencias de impacto sobre sistemas costeros/marítimos bonaerenses

Río de la Plata

En el estuario del Río de la Plata los estudios sobre MPs se centraron en el sector de agua dulce-mixohalino, entre las localidades de San Isidro-Punta Indio, abarcando aproximadamente 150 km de costa. En este sector se analizó la distribución de los MPs en la columna de agua, en el sedimento y en la biota, considerando la influencia de los distintos usos del suelo. Los resultados demostraron que las mayores concentraciones de este contaminante en el agua se localizaron en las áreas más urbanizadas, particularmente en zonas influenciadas por las descargas de aguas residuales y en cercanías del Frente de Máxima Turbidez del estuario. La abundancia promedio fue de 139 MPs/m³, lo que posiciona al Río de la Plata en una situación intermedia en comparación con otros estuarios a nivel mundial [26]. En cuanto a los tipos de MPs hallados, las fibras de color azul y el tamaño entre $500 \leq 1000 \mu\text{m}$ fueron los más frecuentes y abundantes. Una vez que los MPs ingresan a la columna de agua estos comienzan a integrar la comunidad planctónica. El estudio comparativo de formas y tamaños de los MPs reveló el solapamiento de estas características con las de los microorganismos [26]. Esto alerta sobre la peligrosidad de este contaminante en el medio, al camuflarse como una fuente de alimento más a partir del recubrimiento con un biofilm constituido por microorganismos incluidos en una matriz de polisacáridos. En el mismo sentido la presencia de indicadores fecales sobre MPs procedentes del sedimento intermareal del estuario, demuestra la capacidad de este contaminante en el transporte de organismos de riesgo sanitario para la salud (*Escherichia coli* y Enterococos) [40].

En relación con la distribución de los MPs en el sedimento, se observó que ésta fue variable. La abundancia promedio fue de 278 MPs/m², influyendo en su distribución la marea, la dirección de los vientos y el uso del suelo en la costa. La diversidad de los tipos de MPs hallados en el sedimento fue mayor que la hallada en la columna de agua (fragmentos, pellets, fibras, film y espumas). Sin embargo, el predominio de fibras, fragmentos, el color azul y el tamaño fueron características comunes en ambos compartimentos. El análisis de los MPs mediante la técnica de espectroscopía de infrarrojo (IR) en su modalidad de reflectancia total atenuada (ATR) evidenció que los principales polímeros fueron el polietileno (PE) y polipropileno (PP) (Com. Pers. Amalvy J.) Estos son ampliamente utilizados en la fabricación de productos con una vida útil relativamente corta como botellas, tapas,

envases y embalajes de alimentos, bolsas, tuberías, muebles de exterior, entre otros [1].

La presencia y abundancia de MPs en peces costeros de diferentes hábitos alimentarios y en mejillones de la especie *Limnoperna fortunei* demostró la diseminación de este contaminante en la biota del estuario. En los ensambles de peces costeros, se comprobó la presencia de MPs en todos los ejemplares analizados, siendo su abundancia significativamente mayor en los individuos capturados en cercanías de una descarga cloacal. Por otra parte, no se observó una relación entre la abundancia de MPs y los hábitos alimentarios de los peces [41]. En el caso de los mejillones también se observó que los individuos localizados en cercanías de las descargas de aguas residuales y en el Frente de Máxima Turbidez contenían una mayor cantidad de MPs. También se observó que los MPs de mayores tamaños, se encontraron en los mejillones de tallas más grandes [42].

Mar del Plata

Existen una gran variedad de interacciones entre los desechos marinos y los ecosistemas marinos costeros, mostrando efectos secundarios negativos sobre la biota a diferente escala, tales como laceraciones y mortalidad asociada a tortugas, delfines, aves marinas, entre otros [43, 44].

Evidencias de estos eventos fueron informados por Denuncio y colaboradores [45], donde se examinó la ingestión de desechos plásticos en 106 delfines Franciscana (*Pontoporia blainvillei*) capturados incidentalmente en pesquerías artesanales de la costa norte de Argentina. Los resultados alertaron sobre la presencia de residuos plásticos en 28 % de los delfines muestreados. Es importante destacar que la frecuencia de detección fue mayor en ambientes estuarinos (34,6 %) que en marinos (19,2 %) si bien los residuos de plásticos fueron similares, encontrándose celofán, bolsas y bandas elásticas en el 64,3 % de los delfines, mientras que el 35,7% estuvo dado a expensas de fragmentos de artículos de pesca tales como líneas de nylon monofilamento, cuerdas y redes [45].

Los residuos urbanos como papeles, colillas de cigarrillos y plásticos conforman el 86 % de los residuos registrados en las calles de la ciudad, cuya persistencia en el ambiente favorece a su acumulación [46]. Incluso, estos ítems conforman los principales residuos generados por las actividades nocturnas de la ciudad [47]. Coincidentemente, en Playa Grande, una de las playas más populares y concurridas de la ciudad, los residuos plásticos (fragmentos de plástico duro, botellas de bebidas y tapas, juguetes, descartables, etc.), colillas de cigarrillos y el papel fueron los más frecuentes y abundantes, indicando una alta incidencia directa de contaminación por residuos de empaquetamiento, actividades recreativas y actividades náuticas [48].

Becherucci y colaboradores [49] compararon los desechos plásticos en playas de Mar del Plata y Villa Gesell, considerando abundancia y peso. En general, las playas de Mar del Plata presentaron un número significativamente mayor de residuos plásticos que Villa Gesell, 7394 y 2226 ítems, respectivamente. Además, las playas céntricas presentaron la mayor cantidad de desechos en ambas localidades.

Respecto del peso de los desechos, los autores encontraron un patrón opuesto al mencionado donde, las playas de Villa Gesell presentaron 46,2 Kg y sólo 8,15 Kg las playas marplatenses. Colillas de cigarrillos, plásticos y papel predominaron en las playas, mientras que la actividad recreativa, la pesca, las industrias y el empaque fueron identificadas como las principales fuentes de residuos en ambas ciudades. Por otro lado, estudios llevados a cabo en la zona de la Laguna costera de Mar Chiquita, 30 km al norte de la ciudad de Mar del Plata revelaron que los plásticos constituyen el desecho marino más común encontrado en la laguna, sirviendo como la principal fuente de sustrato duro para las especies incrustantes, tales como algas, moluscos, poliquetos, e hidrozooos, entre otros [50]. El predominio del plástico como principal sustrato abiótico se debe en parte a la combinación de su baja tasa de degradación y alta persistencia. Si bien los efectos sobre algunas especies pueden ser positivos (posibles sustratos), la presencia de especies incrustantes en materiales antropogénicos produce un impacto negativo en los ecosistemas acuáticos, favoreciendo potencialmente la propagación de especies invasoras y arrastrando estos contaminantes al lecho marino, lo que podría modificar la estructura natural de las aguas marinas limpias [51].

Durante las temporadas de verano, Mar del Plata sigue siendo uno de los principales destinos del país elegidos para vacacionar. En tal sentido, la ciudad recibe aproximadamente 4 millones de turistas anualmente, pero además de los beneficios, la actividad turística genera altos niveles de contaminación ambiental, principalmente reflejado por la contaminación por plásticos en las playas. Asimismo, el propio oleaje marino y los desagües pluviales exacerbaban estos efectos, convirtiéndose los plásticos en los residuos protagónicos de las costas marplatenses. De esta manera la playa recibe y aporta plásticos al medio marino, dejándolos disponibles para las diferentes especies con el riesgo que ello implica. Los principales factores modeladores en la hidrodinámica litoral son las olas, las corrientes litorales y las mareas, siendo las olas el factor modelador dominante en costas abiertas. En la costa marplatense existen las conocidas “sudestadas”, tormentas particulares con fuertes vientos hacia la playa que pueden elevar el nivel del agua varios metros, produciendo movilización de arenas arrastrando a su regreso los residuos que permanecen en las playas e incorporándolos al ambiente marino. Asimismo, la construcción de defensas costeras y en particular, de escolleras, aumenta la persistencia de la basura y de la turbidez [52], concentrando contaminantes precisamente en las playas que se desea preservar. En tal sentido, disminuyen las potencialidades de los servicios ecosistémicos de las playas.

Bahía Blanca

Para Argentina, el EBB ha sido el escenario de las primeras evidencias del impacto por microplásticos (MPs) en el medio marino [53]. Específicamente, se ha determinado la presencia de estas partículas en el tracto gastrointestinal de la especie *Micropogonias furnieri*, conocida como corvina rubia, una especie comercial para la zona. Los estudios de dicho trabajo se focalizaron en dos áreas del estuario y demostraron que todos los ejemplares presentaron al menos una partícula de microplástico, observándose más partículas en los ejemplares capturados en la zona más interna (Puerto Cuatros) que en los ejemplares capturados en la zona media

del estuario (Canal del Embudo). Aunque la abundancia de MPs ingeridos podría reflejar variaciones en la cantidad y tipo de alimento consumido entre individuos de la misma especie y entre diversas especies, el hecho de que la misma especie y clase de talla haya sido analizada, podría señalar una presión antrópica humana diferente a lo largo del EBB respecto a este contaminante.

En cuanto a los sedimentos, Ronda y colaboradores [54] informaron microfibras plásticas sobre la cabecera del estuario, en concentraciones de hasta 360 ítems/Kg sedimento (peso seco) para la zona entre Pehuen-Co y Monte Hermoso, en un rango de 0,15 a 5 mm de longitud (mediana 2.4 mm). Estos valores son superiores a otros hallados en ambientes marinos similares; por ejemplo, en costas belgas (74-237 ítems/Kg, p.s.; [55]) o el Mar Báltico (4-45 ítems/Kg, p.s., Zobkov & Esiukova, 2017). Recientemente estos altos valores fueron confirmados para sedimentos costeros de la zona interna del EBB, para los cuales se reportaron valores en promedio de 685 ítems/L p.s. abarcando áreas de marismas y planicies de marea que incluyeron Isla Cantarelli, Arroyo Parejas, Puerto Galván y Baterías [56].

En cuanto a la columna de agua, las primeras mediciones de partículas plásticas para el EBB se registraron sobre la cabecera del mismo [54] hallando bajas concentraciones (0,24 ítems/m³) y preeminencia de microfibras plásticas. Estos resultados fueron replicados más tarde para la zona interna del estuario [57], en la cual se halló nuevamente una preeminencia de microfibras y en bajas concentraciones (6,5 ítems/L en promedio).

En cuanto a la transferencia de microplásticos hacia la matriz biótica, además de las corvinas rubias también se ha evidenciado la presencia de MPs en otros organismos menores como el cangrejo *Neohelice granulata* [58], hecho que plantea la necesidad de continuar realizando investigaciones que no solo evalúen la presencia y distribución de estas partículas, sino también los posibles efectos ecotoxicológicos y ecológicos que podrían tener sobre el ecosistema. En este sentido, sólo el trabajo de Arias y colaboradores [53] ha demostrado una relación directa entre el índice hepatosomático de *M. furnieri* y la cantidad de MPs en su tracto gastrointestinal, sin verse afectada la condición general de los peces. Este índice ha sido ampliamente utilizado como biomarcador de exposición a contaminantes [59] y su aumento puede ser indicativo de hipertrofia (aumento en el tamaño), hiperplasia (aumento en el número de hepatocitos) o de ambos procesos en simultáneo como consecuencia de un aumento en los mecanismos de detoxificación hepática.

Plataforma bonaerense y zona “El Rincón”

En la actualidad, existe un solo trabajo que versa sobre las investigaciones del impacto de la basura plástica para esta zona. Se trata del trabajo publicado por Ronda y colaboradores [54], en el que se demuestra la presencia y distribución de microfibras sintéticas no sólo en la superficie del agua (concentración promedio $0,14 \pm 0,08$ partículas/m³), sino también en el sedimento asociado de fondo ($182,85 \pm 115,14$ partículas/kg). La mayor proporción de fibras resultaron ser menores a 1 mm de diámetro y de color negro. Los autores no encontraron una relación entre la concentración de microfibras del agua superficial y la hallada en el sedimento, demostrando que diferentes factores podrían estar influyendo en la

distribución de los MPs en ambas matrices. De acuerdo con sus propiedades químicas y composición, los MPs pueden ser más o menos densos que el agua de mar, lo que puede condicionar su distribución en los diferentes estratos marinos. Sin embargo, aún con una flotabilidad positiva, muchas de estas partículas pueden volverse más densas al adherirse a otras partículas u organismos [60], convirtiéndose el lecho sedimentario en el destino final de este contaminante. De hecho, los resultados de Ronda y colaboradores [54] demuestran una relación inversa entre la cantidad de microfibras halladas y la profundidad del sedimento. Si bien en El Rincón, aún no hay evidencias del impacto de partículas plásticas sobre organismos, los resultados obtenidos demuestran la urgente necesidad de seguir realizando investigaciones para dilucidar los mecanismos de transporte de MPs en la zona, evaluar sus posibles efectos tóxicos sobre la biota y sentar las bases para futuras medidas de protección contra estos contaminantes emergentes en una zona de reserva marina.

Río Negro

Las microfibras plásticas son el tipo de microplástico más abundante en los ambientes naturales [61] e inconfundibles en cuanto a su reconocimiento visual entre otras microestructuras naturales del entorno, dada su gran relación longitud/radio y torsión tridimensional [62]. Con frecuencia, a lo largo del planeta, se han identificado en primer lugar a estas partículas para luego continuar con un análisis más exhaustivo de la problemática. Estudios preliminares en la cuenca baja del RN, demuestran la ocurrencia y distribución de microfibras en el agua superficial de cinco puntos en la desembocadura del RN. La mayor concentración de estas partículas se encontró en la localidad de El Cóndor (1,63 partículas/m³) mientras que la más baja se evidenció propiamente en la desembocadura (0,71 partículas/m³). Las microfibras plásticas más abundantes fueron de 1-2 mm y el color más prevalente fue el negro [63]. Estos resultados preliminares demuestran el impacto de la basura plástica en la cuenca baja del RN y la necesidad de seguir profundizando en estas investigaciones para mejorar el manejo de los residuos de plástico y sus derivados en esta cuenca.

CONCLUSIONES. Vulnerabilidades y oportunidades para la Provincia de Buenos Aires

Frente a la amenaza de los desechos plásticos en el ambiente, la provincia de Buenos Aires enfrenta una serie de oportunidades y al mismo tiempo vulnerabilidades en su estructura y constitución urbano/ambiental. La mitigación, por ejemplo mediante la prohibición de artículos de plástico de un solo uso, el tratamiento avanzado y adecuado de aguas residuales y el control de las emisiones domésticas para eliminar los microplásticos, son (y serán) hitos que ayudan a reducir la contaminación plástica, al mismo tiempo que visibilizan y pueden tener un efecto concientizador; sin embargo, es necesario remarcar que estas acciones por sí solas son insuficientes para reducir la producción de plásticos, así como el flujos de sus desechos hacia los océanos

Sin duda, las modificaciones de las zonas ribereñas (desmontes, rellenos sanitarios o land-fills y nuevas urbanizaciones no reguladas) favorecen los procesos de acumulación de los contaminantes, incluyendo los desechos plásticos. En este sentido, para la Provincia de Buenos Aires se halla una correspondencia entre el deterioro del hábitat costero y la concentración de desechos plásticos incluyendo microplásticos.

Los puertos y pesquerías pueden ser una fuente de introducción directa de plásticos al océano: cajones, líneas, redes, bolsas, films y otros desechos propios de la faena pueden ser introducidos directamente al mar. En este sentido, la provincia posee una riqueza en pesquerías que requiere el establecimiento de planes de concientización (buenas prácticas) y difusión masiva, así como de reciclado de productos pesqueros obsoletos (principalmente redes y cajones) incluyendo embarcaciones.

Los resultados relevados sobre el Área Marina Protegida “El Rincón” demuestran la urgente necesidad de seguir realizando investigaciones para dilucidar los mecanismos de ingreso de MPs hacia dicha zona, revisando y actualizando sus medidas de manejo desde esta óptica (acceso a pesca, acceso de turismo, etc.). Además, se plantea la necesidad de explorar la definición de nuevas áreas de reserva costera y Áreas Marinas Protegidas a fin de preservarlas -con adecuadas medidas de manejo- del avance de los procesos degradatorios por introducción de partículas plásticas.

Se hará necesario el establecimiento de procesos participativos (estado-ciencia-sociedad-empresas) en orden a establecer censos, mapas temáticos de desechos, establecimiento de áreas en peligro, etc. a partir de iniciativas en torno a la cuantificación y mitigación de fuentes. Este proceso será aplicable tanto a costas marinas, playas como a los principales cursos fluviales (Río de La Plata, Luján, Matanza Riachuelo, Río Negro) los cuales ya demuestran cantidades significativas de microplásticos en sus aguas y desembocaduras.

REFERENCIAS

- [1] GESAMP, *Sources, Fate and Effects of Microplastics in the Marine Environment: A Global Assessment*, 2015, pp 98.
- [2] K. Pozo, W. Urbina, V. Gómez, M. Torres, D. Nuñez, P. Přibyllová & Y. Guida, *Mar. Poll. Bull.* **151**, 110786 (2020).
- [3] O. H. Fred-Ahmadu, G. Bhagwat, I. Oluyoye, N. U. Benson, O. O. Ayejuyo & T. Palanisami, *Sci. Total Environ.*, **706**, 135978 (2020).
- [4] S. J. Chen, Y. J. Ma, J. Wang, D. Chen, X. J. Luo & B. X. Mai, *ES&T*, **43**, 4200 (2009).
- [5] M. Rani, W. J. Shim, G. M. Han, M. Jang, N. A. Al-Odaini, Y. K. Song & S. H. Hong, *AECT*, **69**, 352 (2015).

- [6] R. E. Dodson, L. J. Perovich, A. Covaci, N. Van den Eede, A. C. Ionas, A. C., Dirtu & R. A. Rudel, *ES&T*, **46**, 13056 (2012)
- [7] F. Gallo, C. Fossi, R. Weber, D. Santillo, J. Sousa, I. Ingram & D. Romano, *Environ. Sci. Eur.*, **30**, 13 (2018).
- [8] X. Guo, & J. Wang, *Mar. Poll. Bull.*, **149**, 110511(2019).
- [9] F. Wang, M. Zhang, W. Sha, Y. Wang, H. Hao, Y. Dou & Y. Li, *Molecules*, **25**, 1827 (2020).
- [10] J. C. Prata, J. P. da Costa, I. Lopes, I., A. C. Duarte & T. Rocha-Santos, *Sci. Total Environ.*, **702**, 134455 (2020).
- [11] F. Yu, C. Yang, Z. Zhu, X. Bai & J. Ma, *Sci. Total Environ*, **694**, 133643 (2020).
- [12] A. A. Koelmans, N. H. M. Nor, E. Hermsen, M. Kooi, S. M. Mintenig, & J. De France, *Water Res.*, **155**, 410 (2019).
- [13] L. Lebreton, M. Egger & B. Slat, *Sci. Rep*, **9**, 1 (2019).
- [14] J. R. Jambeck, R. Geyer, C. Wilcox, T. R. Siegler, M. Perryman, A. Andrady, & K. L. Law, *Science*, **347**, 768 (2015).
- [15] L. Lebreton, A. & Andrady. *Palgrave Commun*, **5**, 1(2019).
- [16] UNEP, *Waste Management Outlook for Latin America and the Caribbean*, 2018.
- [17] G. Kutralam-Muniasamy, F. Pérez-Guevara, I. Elizalde-Martínez & V. C. Shruti, *Environ. Pollut.*, **267**,115463 (2020).
- [18] D. Klingelhöfer, M. Braun, D. Quarcoo, D. Brüggmann & D. A. Groneberg, D.A., *Water Res.*, **170**, 115358 (2020).
- [19] J. Boucher & D. Friot. *Primary microplastics in the oceans: a global evaluation of sources*, Gland, Switzerland: IUCN, 2017, pp. 2017-002.
- [20] L. C. Lebreton, J. Van Der Zwet, J. W. Damsteeg, B. Slat, A. Andrady & J. Reisser. *Nat. Commun*, **8**, 15611 (2017).
- [21] FREPLATA, *Análisis Diagnóstico Transfronterizo del Río de la Plata y su Frente Marítimo*. Protección Ambiental del Río de la Plata y su Frente Marítimo: Prevención y Control de la Contaminación y Restauración de Hábitats. Montevideo, Uruguay, 2005.
- [22] C. M. Urien, *Geol. Soc.*,**133**, 213 (1972).
- [23] H. Mianzan, C. Lasta, E. Acha, R. Guerrero, G. Macchi & C. Bremec, The Río de la Plata Estuary, Argentina-Uruguay, en *Coastal Marine Ecosystems of Latin America. Ecological Studies (Analysis and Synthesis)*, U. Seeliger & B. Kjerfve (Eds), Vol 144. Springer, Berlin, Heidelberg, 2001.

- [24] E. M. Acha, H. W. Mianzan, O. Iribarne, D. A. Gagliardini, C. Lasta & P. Daleo, *Mar. Pollut. Bull.*, **46**, 197 (2003).
- [25] N. Gómez & J. Cochero, *Ecol. Austral.*, **23**, 18 (2013).
- [26] R. S. Pazos, D. E. Bauer & N. Gómez, *Environ. Pollut.*, **243**, 134 (2018).
- [27] E. Adlercreutz, E., *Descripción del Cinturón Hortícola de Mar del Plata*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Oficina de Información Técnica Mar del Plata, 2020.
- [28] Derraik, J.G.B., *Mar. Pollut. Bull.*, **44**, 842 (2002).
- [29] J. Q. Jiang, *Sustain. Prod. Consum.*, **13**, 16 (2018).
- [30] C. M. Rochman, *Science*, **360**, 28 (2018).
- [31] D. E. Pérez & G. M. E. Perillo, *Lat. Am. J.*, **9**, 189 (2002).
- [32] M. P. Torrero, & A. M. Campo, *Revista geográfica*, 95 (2010).
- [33] L. Calvo-Marcilese & P. Pratolongo, *Rev. Esp. Micropaleontol.*, **41**, 315(2009).
- [34] G. M. E. Perillo, M. C. Piccolo, E. Parodi, & R. H. Freije. The Bahía Blanca Estuary, Argentina. In *Coastal marine ecosystems of Latin America*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2001, pp. 205-217.
- [35] V. Falabella, C. Campagna & S. Krapovickas. *Faros del Mar Patagónico: Áreas relevantes para la conservación de la biodiversidad marina*. Resumen ejecutivo. - 1a ed. - Foro para la Conservación del Mar Patagónico y Áreas de Influencia. Buenos Aires: Fundación Vida Silvestre Argentina; Wildlife Conservation Society Argentina – WCS (2013).
- [36] M. Pérez & C. Ruarte (2013). *MAFIS*, **22**, 59 (2013).
- [37] T. de Jesus Piñon-Colin, R. Rodriguez-Jimenez, M. A. Pastrana-Corral, E. Rogel-Hernandez & F. T. Wakida, *Mar. Pollut. Bull.*, **131**, 63 (2018).
- [38] J. L. Valicenti (2001). *Cuenca del río Neuquén. Análisis de fenómeno Precipitación-Escorrentía*. Secretaría de planificación y desarrollo Autoridad Interjurisdiccional de las Cuencas de los ríos Limay, Neuquén y Negro (AIC).
- [39] N. Migueles, M. Abrameto, P. Macchi & P. Solimano. *Informe del estado ambiental del Río Negro*. Universidad Nacional del Río Negro (2019).
- [40] R. S. Pazos, J. C. Suárez & N. Gómez, *Ecosistemas*, en prensa.
- [41] R. S. Pazos, T. Maiztegui, D. C. Colautti, A. H. Paracampo & N. Gómez, *Mar. Pollut. Bull.*, **122**, 85 (2017).
- [42] R. S. Pazos, F. Spaccesi & N. Gómez, *Reg. Stud. Mar. Sci.*, **38**, 101360 (2020).

- [43] S. Kühn, E. L. Bravo Rebolledo & J. A. van Franeker, *Deleterious effects of litter on marine life*. In: Bergmann, M., Gutow, L., Klages, M. (Eds.), *Marine Anthropogenic Litter*, first ed. Springer International Publishing, New York, 2015, pp. 75–116.
- [44] L. Roman, B. D. Hardesty, M. A. Hindell & C. Wilcox, *Sci. Rep.*, **9**, 3202 (2019).
- [45] P. Denuncio, R. Bastida, M. Dassis, G. Giardino, M. Gerpe & D. Rodríguez, *Mar. Pollut. Bull.*, **62**, 1836 (2011).
- [46] J. P. S. Pon & M. E. Becherucci, *Waste Manag.*, **32**, 343 (2012).
- [47] M. E. Becherucci & Pon J. P. S., *Waste Manag.*, **34**, 1351 (2014).
- [48] P. Denuncio & R. Bastida, *Waste Manag.*, **34**, 837 (2014).
- [49] M. E. Becherucci, A. F. Rosenthal & Pon J. P. S., *Mar. Pollut. Bull.*, **119**, 299 (2017).
- [50] C. Rumbold, G. O. García & J. P. S. Pon, 2020. *Mar. Pollut. Bull.*, **154**, 111103 (2020).
- [51] D. K. A. Barnes, F. Galgani, R. C. Thompson & M. Barlaz, *PTRBAE*, **364**, 1985 (2009).
- [52] F. I. Isla & M. C. Villar. *Ambiente costero. Pacto Ecológico*. Universidad Nacional de Mar del Plata - Senado de la Provincia de Buenos Aires (1992).
- [53] A. H. Arias, A. C. Ronda, A. L. Oliva & J. E. Marcovecchio, J. E. *BECT*, **102**, 750 (2019).
- [54] A. C. Ronda, A. H. Arias, A. L. Oliva & J. E. Marcovecchio, *Mar. Pollut. Bull.*, **149**, 110618 (2019).
- [55] M. Claessens, S. De Meester, L. Van Landuyt, K. De Clerck & C. R. Janssen, *Mar. Poll. Bull.*, **62**, 2199-2204.
- [56] G. Alvarez, M. Peryra. *Detección y monitoreo de microplásticos en sedimentos costeros de marsimas de la costa norte del Estuario de Bahía Blanca*. En prensa.
- [57] A. F. López, D. M. Truchet, G. N. Rimondino, L. Maisano, C. V. Spetter, N. S. Buzzi & M. F. Severini, *Sci. Total Environ.*, **754**, 142413 (2020).
- [58] D. M. Villagran, D. M. Truchet; N. S. Buzzi, A. D. F. Lopez & M. F. Severini. *Mar. Pollut. Bull.*, **150**, 110686 (2020).
- [59] S. Sadekarpawar & P. Parikh, *J. Zool.*, **8**, 110 (2013).
- [60] D. Lobelle & M. Cunliffe, *Mar. Pollut. Bull.*, **62**, 197-200 (2011).
- [61] M. A. Browne, P. Crump, S. J. Niven, E. Teuten, A. Tonkin, T. Galloway & R. Thompson, *ES&T*, **45**, 9175 (2011).

- [62] A. L. Lusher, M. Mchugh & R. C. Thompson, *Mar. Pollut. Bull.*, **67**, 94 (2013).
- [63] A. L. Oliva, A. C. Ronda, M. C. Menéndez, A. H. Arias, V. Perillo & M. C. Picollo, *Libro de Resúmenes, XVIII Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar - COLACMAR*, 2019 pp. 646.

Páginas web

<http://pimdq.com.ar/#!/-bienvenido/>, acceso 23/10/2020

<https://puertomardelplata.net/>, acceso 23/10/2020

<https://www.mardelplata.gob.ar/Contenido/cooperativa-cura>, acceso 23/10/20

<https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-CensoProvincia-999-999-06-056-2010>