# Incidencia del micro-plástico en las zonas costero-marinas: normativa y gestión para mitigar los impactos de esta “nueva” contaminación en Uruguay

Federico Weinstein

2016

Licencciiatura en Gestión Ambiental Opciiónón
Manejo de Ecosistemas
Monografía

Foto: colectivo Aulamar, Uy. Tomada de Facebook.

Tutores:
Juan Pablo Lozoya
Centro Interdisciplinario para el Manejo Costero Integrado del Cono Sur (MCISur)
Franco Teixeira de Mello
Grupo de Investigación Ecología y Rehabilitación de Sistemas Acuáticos

CENTRO UNIVERSITARIO REGIONAL DEL ESTE
MALDONADO

# Resumen

Su baja densidad, alta durabilidad, sus excelentes propiedades de barrera y su relativo bajo costo, hacen del plástico un material ideal para una amplia gama de productos y aplicaciones de embalaje.El 80% de los alimentos a nivel mundial se transportan en envases de plástico.A nivel mundial se producen unas 300 Millones de Toneladas de plástico por año y se calcula que más del 10% termina cada año siendo basura en el ambiente marino.Una vez en el oceáno, la distribución geográfica de estos desechos está fuertemente influenciada por la hidrodinámica, la geomorfología y los factores humanos.Durante la última década, distintos trabajos han centrado su foco de atención sobre los plásticos de menor tamaño (microplásticos<5mm) y los efectos que estos causan sobre la biota.Asi mismo, las zonas costeras han sido consideradas como zonas “generadoras” de estas partículas.Elmicroplástico que se encuentran flotando en los sistemas acuáticos ha sido identificado como un buen sustrato para la adhesión de contaminantes organicos persistentes (COPs).Se ha demostrado como los plásticos absorben COPs presentes en el agua del océano, presentando concentraciones considerablemente superiores(en órdenes de magnitud) que en el agua circundante. Existe evidencia, a partir de experimentos enlaboratorio, que estos productos químicos pueden ser transferidos del plástico a los organismos una vez son ingeridos. Interactuando de esa maneracon las cadenas tróficas marinas.En ese sentido, fue objetivo de esta monografía analizar la incidencia del microplástico en las zonas costeras, y analizar para Uruguay la normativa y la actual gestión para mitigar los impactos de esta “nueva” contaminación.A pesar que en nuestro país la normativa vigente se encuentra en un proceso de crecimiento, en lo que refiere a normas ambientales y manejo de residuos ya se cuenta con un marco legal definido.No obstante, resulta necesariala generación de conocimiento y la discusión sobre alternativas de gestión que contemplen tanto la escala local como global, incluyendo todo el ciclo de "vida"del plástico, considerando tanto su condición de acumulador de los COPscomo su capacidad de transferencia dentro de las redes trófica. En ese sentido, actualmente en Uruguayse estagenerando información de relevancia científica sobre la ocurrencia y distribución de residuos microplásticos a lo largo de la costa, así como su interacción con la biota local.



**Palabras claves:**microplástico, entorno costero-marino, normativa

# Introducción

Los plásticos son un grupo diverso de polímeros sintéticos que tienen su origen a finales del siglo XIX (Derraik, 2002; Ríos et al., 2007; Thompson et al., 2009), cuando se empezaron a desarrollar nuevos compuestos semisintéticos maleables a base de plantas para sustituir materiales naturales escasos como el marfil. Otros autores sitúan la fecha en 1907, cuando se inventó la baquelita[1], el primer polímero totalmente sintético, compuesto enteramente de moléculas que no se encontraban en la naturaleza. Sin embargo, el verdadero inicio de la era del plástico se ubica a mediados del siglo XX (Dubois, 1972; Freinkel, 2011). Fue desde entonces que la mayoría de los plásticos que conocemos en la actualidad (e.g. nylon, polietileno, acrílico, espuma de poliestireno) comenzaron a producirse de forma masiva (Thompson, et al. 2009). Hoy en día cualquier escenario futuro donde el plástico no juegue un rol importante en la vida humana parece irreal (Andrady&Neal,2009).

Su baja densidad, alta durabilidad, sus excelentes propiedades de barrera y su relativobajo costo, hacen del plástico un material ideal para una amplia gama de productos y aplicaciones de embalaje (Ryan et al., 2009; Thompson et al., 2009). Desde mediados del siglo pasado el plástico se ha transformado en un material de uso corriente e indispensable para nuestros días. Poco a poco el plástico ha suplantando materiales másconvencionalescomo el vidrio, el metal y el papel,principalmente debido al alto costo comparativode estos últimos y las limitaciones enel diseño(Andrady, 2011). De alguna manera la evolución histórica de la producción mundial de plástico avala esta afirmación, pasando de 1,5 millones de toneladas(MT) por año enla década de 1950, a 299 MT por año en 2014 (incremento del 4% anual) (Lechner et al., 2014;PlasticEruope, 2015).

Este auge de la industria del plástico se debe en parte a su estrecha relación con la industria petroquímica.Desde las décadas de 1920 y 1930 muchas de las grandes multinacionales petrolíferas trabajan las 24 horas del día los 365 días del año generando, además de fueloil, nafta y gasoil, una serie de productos derivados de los cuales deben deshacerse. El gas etileno, por ejemplo, luego de diferentes procesos químicos, puede convertirse en el polímero polietileno[2], el cual es muy utilizado para la fabricación de envases y envoltorios plásticos. Otro de los derivados del petróleo es el propeno, producto de partida para la síntesis del polipropileno, un polímero muy utilizado para fabricar desde pañales hasta automóviles (Freinkel, 2011).El hecho de haberleencontradoutilidadaalgunos gases de desecho de una de las industrias más

[1]Nombrada así en honor a su creador, el belga ganador del Premio Nobel en Química Leo Baekeland.

[2]Más de un tercio de todos los plásticos que se producen y se venden a nivel mundial pertenecen a esta familia de plásticos, e.g: envases, envoltorios, tuberías (Freinkel, 2011).

importantes a nivel mundial, permitió que el plástico se transformase en una oportunidad muyatractivaparalas economías de todo el mundo,favoreciendo la masificación de este material (Freinkel, 2011).

Si bien son indiscutibles los beneficios que el plástico ha generado a nivel mundialen el campo de la medicina, el transporte y las comunicaciones, también es innegable el problema de contaminación a escala global que sus residuos han generado.

Muchos de los plásticos que consumimos a diario se han diseñado para ser utilizados solo una vez (e.i. artículos de embalaje, envases, cosméticos), convirtiéndolos en artículos desechables luego del primeruso. Tal es así, que casi un tercio de la producción de resina de plástico, se convierte en material de consumo para artículos de un solo uso (Thompson et al., 2009).

Si bien esta contaminación comenzó siendo principalmenteun problema "estético", la actual acumulación de residuos plásticos constituye un problema global con serias consecuencias tanto para la biota, como para los ecosistemas y las comunidades costeras, cuyos efectos negativos son evidentes (Derraik,2002; Ivar do Sul& Costa, 2007; Coleet al., 2011).Actualmentelos desechos de plásticos son contaminantes ubicuos, encontrándose incluso en las zonas más remotas del mundo (Barnes et al., 2009).En este sentido, los mares y océanos del mundo no escapan a esta amenaza, ymás del 10% del plástico producido anualmente termina siendo basura en el ambiente marino (Thompson et al.,2004; Jambeck et al., 2015).

**Principales vías de ingreso del plástico al océano**

Los centros poblados se ubican históricamente cerca o sobre los cursos de agua, que tarde o temprano desembocan en los Océanos y Mares del mundo. Recibiendo durante su viaje el aporte de distintos afluentes y descargas de diversa índole (e.g. efluentes industriales, urbanos, escorrentías), el volumen y la frecuencia de aporte de residuos plásticos a los cursos de agua es muy variable(Ryan et al., 2009; Critchell&Lambrechts, 2016).En muchos casos este aporte depende de condicioneslocales, como el clima (e.g. lluvias intensas que arrastran residuos a los cursos de agua), la topografía, la vegetación, el grado de urbanización e impermeabilización del suelo, la ubicación de los sitios de deposición final de residuos, las políticas de barrido municipal, y los dispositivos de captación de aguas pluviales (Jambeck et al., 2015).

La generación de residuos sólidos a nivel urbano ocurre en relación directa con el aumento o disminución poblacional y el nivel de actividad económica (Terraza, 2009). En ese sentido, América Latina es una de las regiones con mayor nivel de urbanización del planeta. En promedio, el 78% de sus 569 millones de habitantes viven en ciudades,

mayormente grandes, lo que produce una alta concentración dela generación de desperdicios, y al mismo tiempo un problema difícil de controlar desde el punto de vista ambiental y social (Terraza, 2009).En este sentido, cuando se carece de una adecuada gestión de los residuos, gran parte de la basura “escapa” delos sistemas de gestión, y fluye tarde o temprano hacia un gran sumidero común: el océano (Moore, 2008). Según Jambeck et al. (2015), los 2 billones de personas que viven a menos de 50km de la costa alrededor del mundo, generan 99,5 millones de Toneladas (MT) de residuos plásticos al año, de los cuales un 30% (i.e. unos 31 MT) no es gestionado adecuadamente, provocando que en promedio 8 MT de plástico entren al océano cada año.

En Uruguay encontramos que en los Departamentos linderos a los principales cuerpos de agua (i.e. Río Uruguay, Río de la Plata y Océano Atlántico) viven aproximadamente 2,3 millones de habitantes (70% de la población del país) (Censo INE, 2011)(figura 1).Enpromedioestos habitantes generan 0,79 kgde basura por día (CEMPRE-UNIT, 2015), de los cuales un 22% son residuos plásticos (ver Anexo I y II). Por lo tanto, esta población de Uruguay genera en promedio unas 400 T de residuos plásticos por día, totalizando unas 12 mil Tpor mes (verAnexo I y II).

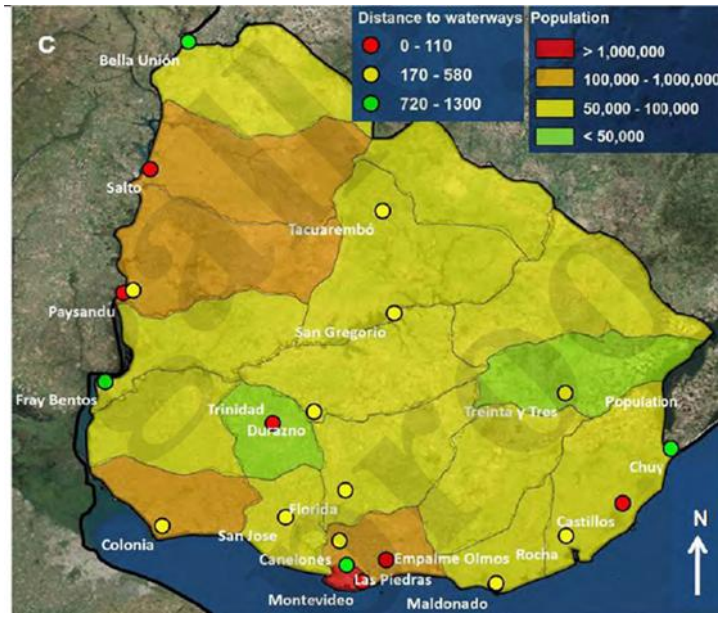



Figura 1: Localización de los basureros urbanos de las principales ciudades de Uruguay, detallando la distancia al curso de agua más próximo, y el número de habitantes de los distintos Departamentos (tomado de Lozoya et al., 2015).

Los plásticos no sólo ingresan a los mares y océanos desde la tierra. El tráfico de buques y la actividad pesquera son otra fuente importante de desechos marinos (e.g. Galil et al., 1995;Galgani et al., 2000; Ribic et al., 2010). Se estima que las actividades pesqueras son responsables del 20% de los desechos plásticos que se encuentran en

los océanos (Andrady, 2011). Estos plásticos se vierten al océano de manera intencional o por pérdidas o abandono de las artes de pesca (e.g. redes, palangres) (e.g. Bullimore et al., 2001; Tschernij&Larsson, 2003). En relación al tráfico de buques, el aporte ocurre debido al vertido accidental de mercadería al océano por condiciones del oleaje, o por negligencia de los operadores de los buques de carga (Macfadyen et al., 2011). Esta fuente de ingreso se ha convertido en una vía importante de contaminación, particularmente de pequeños gránulos de resina de poco tamaño (<5mm) denominado pellets, utilizados en productos de plástico (Mato et al., 2001; Moore, 2008).

Esta multiplicidad de factores y vías de ingreso, combinados con las corrientes marinas, hacen que la contaminación por plástico esté presente en todos los océanos y mares del mundo (Laist, 1997; Derraik, 2002; Baulch&Perry, 2014) (Figura 2).

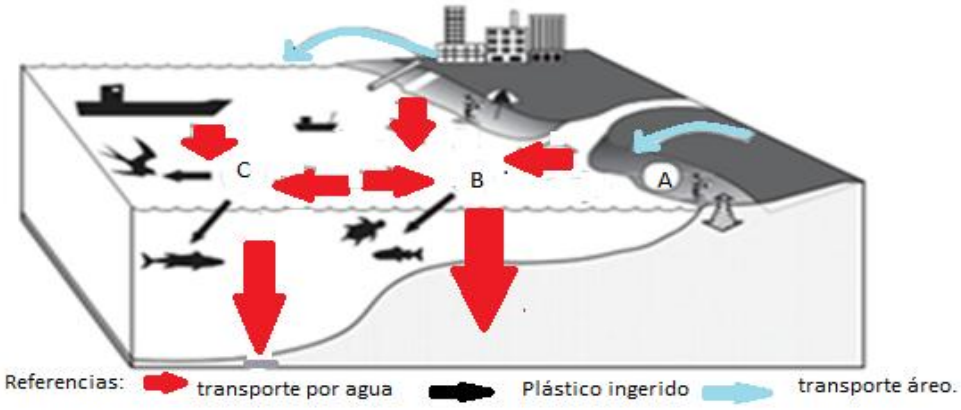



Figura 2. Diagrama esquemático de las principales fuentes de ingreso y vías de movimiento de los plásticos en el medio marino. Se detallan los posibles destinos finales: (A) playas, (B) zonas costeras (columna de agua y sedimento), y (C) océano abierto (columna de agua y sedimento) (modificado de Ryan, P. et al., 2009).

Una vez en el medio marino, los residuos plásticos pueden flotar en la superficie por largos periodos de tiempo, siendo transportados largas distancias desde su fuente originaly sufriendo diferentes procesos y transformaciones antes de depositarse en las zonas costeras o los fondos marinos (e.g. Galgani et al., 2000; Martínez et al., 2009; Bravo et al., 2011).De esta manera, la distribución geográfica de estos desechos está fuertemente influenciada por la hidrodinámica, la geomorfología y los factores humanos (Pham et al., 2014).

Como consecuencia de esto, la ocurrencia de interacción con la biota y el ambiente es cada vez más frecuente. Ya sea a través de la ingestión (Bond et al. 2013; Setala et al., 2014), el enredo (Kershaw et al., 2011; Baulch& Perry, 2014) o la dispersión de especies asociadas a los plásticos(Thiel&Gutow, 2005; Barnes &Milner, 2005; Bravo et al., 2011). Efectos que suelen dar lugar a lesión o alteración del movimiento (Barnes et al., 2009), a la transferencia de productos químicos tóxicos para la vida silvestre

(Setalaet al., 2014) y en última instancia pueden dar como resultado la muerte (Gregory, 2009).

**El origen de los microplásticos**

Durante la última década, distintos trabajos han centrado su foco de atención sobre los plásticos de menor tamaño (microplásticos<5mm) y los efectos que estos pueden causar (e.g. Betts, 2008; Barnes et al., 2009; Hidalgo-Ruz &Thiel et al., 2013; Ivar do Sul et al., 2014).Debido a la gran incidencia de los microplásticosen los ambientes marino-costerosyal desconocimiento real de sus múltiples posibles consecuencias ecológicas, su estudio se ha convertido en un tema de gran actualidad y creciente preocupación a nivel mundial (e.g. Thompson et al., 2009;Wright et al., 2013; Katnelson, 2015).

Los microplásticos pueden originarse de varias formas, pero la fragmentación de residuos más grandes (macroplásticos>20mm y megaplásticos>50mm, e.g. Ryan et al., 2009; Thompson et al., 2009) es probablemente la principal fuente al medio marino (Fendall&Sewell, 2009; Ryan et al., 2009) (figura 3).En este proceso de fragmentaciónsecombinan la foto-degradación inducida por la radiación UV por la exposición a la luz solar, la termo-oxidación debida a la larga exposición a altas temperaturas, la propia hidrólisis de los polímeros que afecta la integridad estructural del material, y la abrasión directa por la fricción con la arena o las rocas (Critchell&Lambrechts, 2016). Los plazos y condiciones en que ocurre esta degradación varía sin embargo según la composición de los plásticos, ya que en su fabricación se emplean diversos aditivos que mejoran su durabilidad y por lo tanto los hacen más resistentes a la corrosión (Talsness et al., 2009).

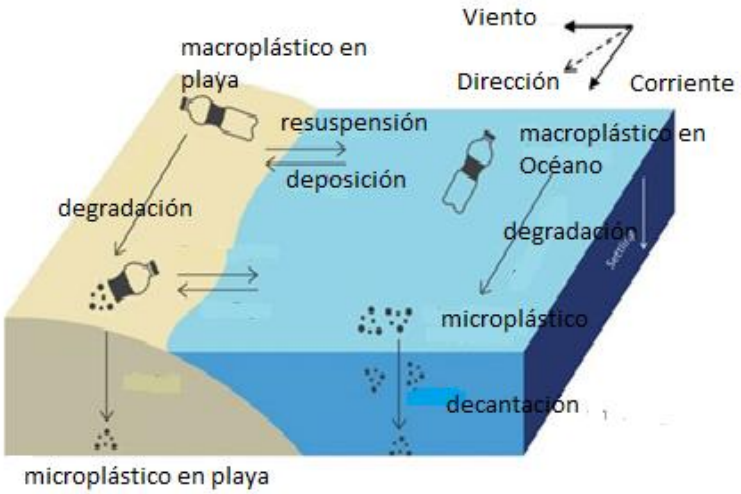



Figura. 3: Ilustra la fragmentación del plástico una vez en el medio marino. Adaptado de Critchell&Lambrechts, 2016.

Pero los microplásticos también son utilizadosdirectamenteen productos de cosmética (micro-esferas, e.g. Žitko&Hanlon, 1991; UNEP, 2015), o como materia prima para la producción de envases y otros materiales (e.g. pellets de resina).En el caso de las microesferas, son partículas de plástico amorfas o esféricas muy utilizadas como ingredientes en productos de cuidado personal y cosméticos (e.g.desodorante, shampoo, gel de ducha, lápiz de labio, cremas antiarrugas y cremas hidratantes, máscaras faciales). Estas microesferas y otros ingredientes plásticos están presentes en estos productos en diferentes porcentajes, constituyendo desde el 1% a más del 90%según el caso. Estos ingredientes plásticos no se descomponen en los sistemas de aguas residuales, por lo tanto se transportan a través de éstas a los cuerpos de agua donde desembocan(Ammala, 2013; UNEP, 2015).En cuanto a los pellets, estos son gránulos plásticos vírgenes (típicamente de 2-5 mm de diametro)muy utilizados como materia prima para la producción de envases y otros materiales plásticos (Andrady et al., 2011).

Se ha demostrado la ingestión de microplásticos en diversos organismos marino-costeros con diferentes estrategias de alimentación (Verlis et al., 2013; Jantz et al., 2013;Burgues et al., 2014;Avio et al., 2015). La ingestión de estos residuos afecta negativamente la capacidad de ingerir alimentos, producto de la falsa saciedad (von Moos et al., 2012; Browne et al., 2008), particularmente en aquellas especies que no logran discriminar su fuente de alimento (Browne et al., 2008). Esta implicancia, ha evidenciado a su vez, un potencial efecto emergente considerando a los microplásticos como vectores de contaminantes órganicos persistentes (COPs) presentes en el océano (Ríos, 2007; Teuten et al., 2009; Engler, 2012;Avio et al., 2015).Diferentes estudios han evidenciado la capacidad de los microplásticos de absorber COPs del medio marino (Wan et al., 2010; Bakir et al., 2012; Bakir et al., 2014), mientras otros estudios hacen hincapié en la capacidad de estos COPs de quedar biodisponibles una vez son ingeridos por los animales (Avio et al., 2015).

Teniendo en cuenta que en Uruguay actualmente no existe información científica sobre la ocurrencia y distribución de residuos microplásticos a lo largo de la costa, investigadores del Centro Interdisciplinario de Manejo Costero Integrado (CURE-MCISur) y del Grupo de Investigación en Ecología y Rehabilitación de Sistemas Acuáticos del Centro Universitario de la Región Este (CURE), junto con estudiantes de la Licenciatura en Gestión Ambiental, han iniciado una línea de investigación referida al análisis de estos residuos en playas del Uruguay. En este sentido, esta monografía apunta a analizaresta problemática en los ecosistemas costeros, haciendo especial énfasis en los microplásticos.

## Objetivo General

Analizar la incidencia del microplástico en las zonas costeras, así como la normativa y actual gestión en Uruguay para mitigar los impactos de esta “nueva” contaminación.

## Objetivos específicos

a) Relevar la incidencia de los microplásticos en los ambientes costeros.

b)Caracterizar la carga de contaminantes orgánicos persistentes (COPs) en microplásticos como un indicador de la contaminación en ambientes costero-marinos.

c) Analizar la normativa y la actual gestión de residuos a nivel nacional, desde la perspectiva de los plásticos y microplásticos.

# Metodología

La estrategia de investigación se basó en dos aproximaciones, por un lado en la búsqueda de bibliografía acerca de las principales implicancias asociadas a los residuos de microplástico en el entorno marino-costero, y por otro, en la revisión de normativas y políticas de gestión a escala internacional y nacional acerca de los residuos antrópicos marinos. A su vez, se indagó sobre los principales proyectos nacionales e internacionales, que hoy en día se llevan a cabo para atacar esta problemática.

En relación a los primeros dos objetivos, se sistematizó la información recabada de revistascientíficasinternacionales arbitradas y especializadas, a través del acceso al PortalTimbó (Trama Interinstitucional Multidisciplinaria de Bibliografía Online, http://www.timbo.org.uy/). Asimismo, se analizaron recopilaciones bibliográficas realizadas por integrantes delgrupo de investigación“Plásticos y otros residuos en ecosistemas acuáticos del Uruguay” (CSIC-882452). Dicho grupo está compuesto por investigadores, académicos, técnicos y estudiantes pertenecientes a distintas dependencias públicas (e.g. DINARA), centros de investigación o universitarios (e.g. CURE, Facultad de Ciencias, INTA-CSIC-España,MNHN-MEC, CICMAR, Averaves), e investigadores independientes. El trabajo como parte de este grupo permitió acceder adiversasinvestigaciones desarrolladas en Uruguay vinculadas a la temática, así como interactuar con otros investigadores y técnicos con experiencia en el tema.

El tercer objetivo implica una revisiónexhaustivasobre la normativa existente, tanto a nivel internacional como nacional en relación a losinstrumentos para hacer frente a

los problemas de los desechos marinos. Esta búsqueda se realizó recabando información en páginas web de instituciones de gobierno,organizaciones internacionales y el buscador 'Google Schoolar'. Ya que el objetivo fue buscar lasnormativasexistentesen relación a las herramientas legales e institucionales diseñadas para mitigar el impacto de los residuos plásticos en los espacios marino-costeros, las palabras clave de búsqueda en Timbó y Google Schoolar fueron: "Legal tools/ institucional; mitigate; plasticpollution".Mientras que a nivel nacional se exploraron las principales leyes concernientes a la protección del medio ambiente. Como resultado, se analizaron distintos textos que comprenden convenciones, acuerdos, reglamentos, estrategias, acciones, planes, programas, leyes y directrices.Dichas normativas fueron analizadas y clasificadas según la escala geográfica de alcance (i.e. internacional y nacional) y se identificaron además medidas específicas de gestión, tanto de índole obligatoriascomo voluntarias.

# RESULTADOS

**Incidencia de los microplásticos en los ambientes costeros**

Las zonas costeras podrían ser consideradas como una zona "generadora" de micro plástico (Cole et al., 2011),dondelos macro y mega plásticos se ven expuestos a la radiación solar y a la fricción constante debido a la dinámica mar/arena (Hidalgo-Ruz et al., 2012). Así mismo estas zonas constituyen el destino final de los denominados microplásticos"primarios", como ser los pellets y las microesferas(Žitko&Hanlon, 1991).Los microplásticos se han reportado en sedimentos marinos de playas en todo el mundo (Moore et al., 2001; Thompson et al., 2004; Claessens et al., 2011), como por ejemplo en Brasil (Tourinho et al., 2010), Portugal (Matins& Sobral, 2011), Chile (Thiel et al., 2011), Turquía (Topu et al., 2013), Corea del Sur (Lee et al., 2013), e India (Jaysairi et al., 2013) entre otros.La fácil accesibilidad y menores costos en el esfuerzo de muestreo, han convertido a las playas en un sitio de ideal para el estudio de esta problemática(De Witte et al., 2014).

En ese sentido, se han desarrollado estudios sobrela abundancia, distribución de los microplásticosen zonas costeras, así como el grado de interacción con la biota (Wright et al., 2013; Van Cauwenberghe&Janssen, 2014; Lima et al., 2014; Setala et al., 2016).
En relación a este último punto, estos desechos representan una amenaza para la fauna marina que habita estas zonas (e.g. Setala et al., 2016), debido a que su pequeño tamaño los hace proclives de ser ingeridos por distintos organismos a lo largo de la cadena alimenticia (Betts, 2008; Thompson et al., 2009; Tourinho et al., 2010; Wright et al., 2013; Machin et al., 2014).Se ha demostrado la ingestión de microplásticos en diversos organismos marino-costeros con diferentes estrategias de alimentación

(Verlis et al., 2013; Jantz et al., 2013; Avio et al., 2015), como ser invertebrados marinos (Thompson et al.,2004; Murray &Cowie, 2011; Goldstein&Goodwin, 2013), peces (Boerger et al., 2010; Davison&Asch, 2011) y aves marinas (Ryan et al., 2009; Thompson et al., 2009; Jiménez et al., 2015; Lenzi et al., 2016).

Los distintos efectos de la ingestión de microplásticos para estos grupos de organismos implican generalmente consecuencias negativas para su salud (e.g. Ivar do Sul & Costa, 2014; Avio et al., 2015; Neves et al., 2015; Nadal et al., 2016). Algunos de estos efectos son la reducción de la capacidad de ingerir alimentos producto de la falsa saciedad (von Moos et al., 2012; Browne et al., 2013), alteraciones patologicas intestinales (Pedà et al., 2016),el agotamiento de las reservas energéticas y la disminución de la función eco-fisiológica (Cole et al., 2013; Avio, 2015) como resultado tanto de una lesión física como del estrés fisiológico (Rochman et al., 2013; Wright et al., 2013).

Una vez en el aparato digestivo estos fragmentos microplásticos resultan indigeribles, por lo tanto tienden a acumularse en sus sistemas digestivos, afectando la sobrevida de los individuos (e.g. van Franeker, 1985; Bjorndalet al., 1994; McCauley&Bjorndal, 1999, Posattoetal., 2011; Bond et al., 2013). Se ha registrado además, que estos fragmentos una vez dentro del organismo logran ingresar al sistema circulatorio (Browne et al., 2008), y una vez estos son consumidos por otro animal, lograrían entrar en las redes tróficas (e.g. Ivar do Sul & Costa, 2014) con consecuencias que resultan poco predecibles hasta el momento (e.g. Tanaka et al., 2013; Rochman et al., 2014).

En el caso de los invertebrados marinos, estos organismos cumplen un papel clave en las cadenas tróficas acuáticas y la productividad de estos ecosistemas (Wright et al.,2013; Calado & Leal, 2015). En este sentido, un caso emblemático es el del mejillón azul (*Mytilusedulis*) (Thompson et al., 2004; Browne et al., 2008; von Moos et al., 2012; Ivar do Sul & Costa, 2014), una especie ampliamente consumida por el ser humano (e.g. Wegner et al., 2012).En el año 2008 Browne et al., realizaronuna serie de experimentos enlaboratoriocon el objetivo de estudiar la ingestión, translocación y acumulación de microplásticos en este bivalvo. Los resultados mostraron que al cabo de 12 horas de exposición delos mejillones a un medio acuático conmicroplásticos, presentaron presencia y acumulación de estas partículas en su sistema digestivo. Dentro de los primeros 12 días, se comprobó la presencia de éstas en su hemolinfa (sistema circulatorio).De esta manera, en este estudio se pudo determinar que los microplásticos trasladados desde el estómagoal sistema circulatorio persistieron durante más de 48 días en el organismo. Según los investigadores, la mayor concentración de microplástico dentro de los individuos ocurrió al cabo de los 12 días de exposición al medio.Por su parte, von Moos et al. (2012) detectaronla presencia de partículas de microplástico en las branquias y en el sistemadigestivo de *M. edulis* al cabo de 96 horas de exposición en el medio contaminado, sugiriendo que los

microplásticoshabrían sido transferidos de un sistema a otro. En cuanto a la transferencia de microplásticosa través de los distintos niveles tróficos, ya ha sido registrado al menos la transferencia desde *M. edulis* a niveles tróficos superiores como ser el cangrejo *Carcinusmaenas* (Farrell&Nelson, 2012; Bakir et al., 2014).

A diferencia de estos ensayos en condiciones simuladas, en el medio natural los organismos pueden estar expuestos a microplásticos durante toda su vida, por lo que la ingestión continua y la acumulación de estas partículas podrían tener un impacto significativo en la seguridad alimentaria y la salud humana(Wright et al., 2013;Critchell&Lambrechts, 2016).

**Caracterización del microplástico como indicador de la contaminación porContaminantesOrgánicos Persistentes (COPs) en ambientes costero-marinos**

La problemática de los microplásticos tiene a su vez otra dimensión, vinculada a la bioacumulaciónde sustancias tóxicas como los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs). Estos contaminantes pueden ser de origen natural, pero en la mayoría de los casos son creados por el hombre y viajan por aire, sedimento y agua, llegando a los océanos de todo el mundo (Jambeck et al., 2015). Provenientes de las más variadas industrias y actividades productivas (e.g. agricultura, refinerías), estos compuestos resisten en gran medida la degradación debido a sus propiedades físico-químicas (lo que los hace persistentes), y en su mayoría no son solubles en agua (hidrófobos) (Moore, 2008; Wan et al., 2010; Bakir et al., 2012).

Las partículas de microplástico que se encuentran flotando en los sistemas acuáticos han sido identificadas como un sustratofaborable/adecuado/proclive para la adhesión de estos compuestos (e.g. Boonyatumanond et al.,2006; Engler, 2012;Tanaka et al., 2013; Gauquieetal., 2015). Diversos COPs(e.g. policlorobifenilos comoPCBs, HAPs y PBDEs; otras sustancias bio-acumulables persistentes y tóxicas como PBTs, retardadores de llama halogenados, o diversos pesticidas como DDT) han sido identificadosenasociación con partículas demicroplástico,en costas de todo el mundo: Chile (Thiel et al., 2011), Corea del Sur (Lee et al., 2013), India (Jayasiri et al., 2013), Inglaterra (Sadri&Thompson, 2014), Escocia (Lusher et al., 2014), Australia (Verlis et al., 2014), Brasil (Possatto et al., 2015) (figura5, Mapa registro COPs mundial-Pellet wacht).

Compuestos tales como el PCB (Bifenilpoliclorado), HAP (Hidrocarburos aromáticos policíclicos), PBDE (Difeniléterpolibromado) y el PBT (Polibutilenotereftalato) son muy empleados por ejemplo, en la industria tecnológica como fluidos hidráulicos, dado su capacidad refrigerante, aislante y lubricante en transformadores y otros equipos eléctricos (Sun et al., 2015). A su vez son muy empleados en la industria plástica como

aditivos, para mejorar tanto la sensibilidad a los rayos UV como las propiedades de inflamabilidad (Bakir et al., 2014;gopolymers.com,2016).Algunos de estos compuestos, en particular DDTs, Dioxinas y PCBs, son considerados disruptoresendocrinos, es decir sustancias químicas capaces de alterar la producción o la actividad de las hormonas en el sistema endocrino. Por este motivo, la exposición de seres vivos a los COPs puede causar efectos congénitos que afectan el sistema nervioso, endocrino, reproductivo e inmunitario (Setala et al., 2016).

En el Laboratorio de Takada[3] (Tokyo) descubrieron que los microplásticos contenían concentraciones de contaminantes orgánicos tales como las dioxinas, los bifenilospoliclorados (PCB), y diclorodifeniltricloroetano, un millón veces mayor que sus concentraciones en el agua de mar.

En 2013, el investigador de salud acuática de la Universidad de California, Chelsea Rochman, midio las cantidades de PCB y HAP que fueron adsorbidos por los cinco tipos más comunes de plásticos producidos en el mundopolietileno (PE), polipropileno (PP), polivinilico clorado (PVC), poliestireno (PS) y tereftalato de polietileno (PET)(Andrady&Neal, 2009). Rochman desplegó muestras de plástico en cinco localidades de la Bahía de San Diego por un máximo de 12 meses, y se encontró que el polietileno y polipropileno (los más ampliamente producidos y consumidos) lograban acumular aproximadamente 10 veces más de contaminantes que otros tipos de microplásticos.Esto hace suponer, que el grado de concentración de estos COPs sobre los desechos de plástico varía según el tipo de polímero y la sustancia química.Una razón de estas diferencias es el mecanismo por el cual los productos químicos se acumulan en el plástico, diferencias que están relacionadas con la estructura de cada tipo de polímero (Rochman, 2015). Para algunos plásticos (e.g. polietileno y polipropileno), los productos químicos orgánicos se adsorben en la matriz polimérica (que proporciona una mayor área de superficie para que los productos químicos se acumulen), mientras que para otros plásticos, las sustancias químicas se adsorben solo en la superficie (Karapanagioti&Klontza, 2008).

Es importante señalar que durante el proceso de fragmentación y degradación se puede alterar la estructura de los plásticos, aumentando el área de su superficie expuesta al medio, y favoreciendo que se adhieran COPs disueltos presentes en el medio(Holmes et al., 2012; 2014). Los desechos plásticos marinos se asocian con un "cóctel de sustancias químicas", que incluyen desde los productos químicos añadidos o producidos durante la fabricación alos compuestos presentes en el medio marino circundante(Bergmann et al., 2015).

[3] Impulsada por el Prof. HideshigeTakada del Laboratorio de GeoquiímicaOrgáanica, de la Universidad de Agricultura y Tecnología de Tokyo, Japón.

Esto le otorga un nuevo rol a los desechos plásticos marinos y genera interrogantes sobre los efectos tóxicos que pueden resultar de éstos fragmentos, una vez logran ingresar alos organismos (Browne et al., 2008; van Cauwenberghe&Jenssen, 2014; Katsnelson., 2015) y por ende a las cadenas tróficas con consecuencias menos predecibles. La biodisponibilidad de estos productos favorecen que puedan ingresar a los tejidos, penetrar en las células e interactuar químicamentecon moléculas biológicamente importantes (Van Cauwenberghe&Janssen,2014). Esto podría provocar efectos adversos que incluyen desde cambios en el comportamiento animal (Browne et al., 2008), toxicidad hepática (Rochman et al., 2014) hasta alteraciones endocrinas (Teuten et al., 2009; Rochman et al., 2014).

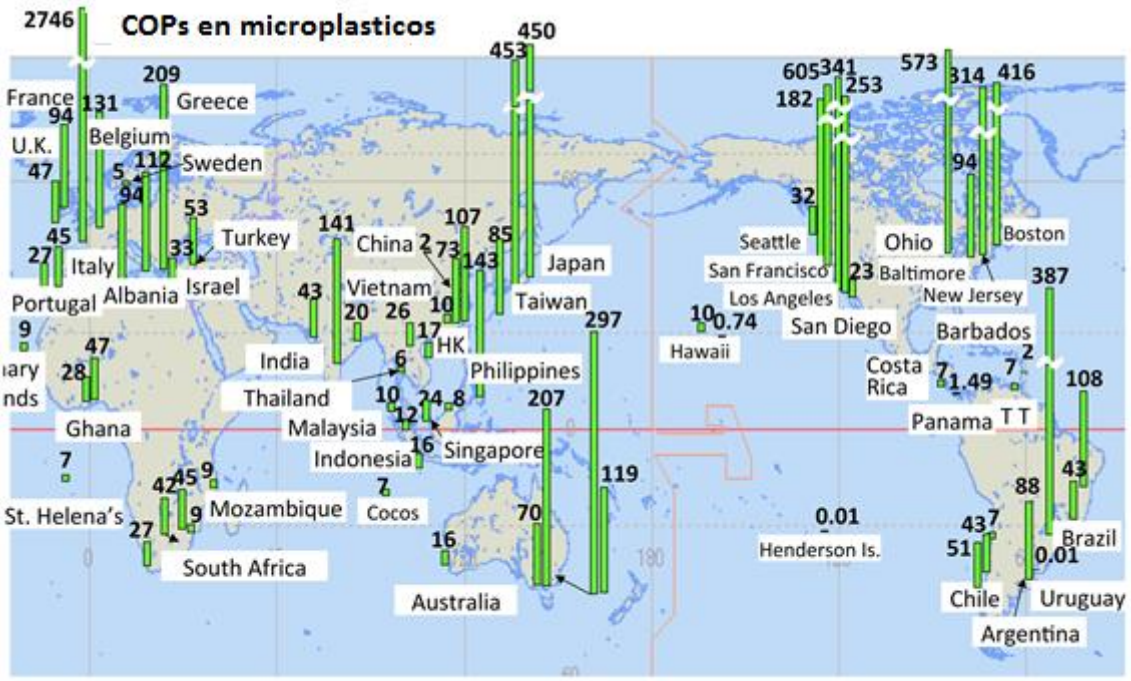
Hay ejemplos bien documentados de transferencia de COPs dentro de las redes alimentarias marinas (Bakir et al., 2014), por ejemplo PCB y PBDE, muchos de los cuales han sido reportados asociados con microplásticos presentes en el océano (Ogata et al., 2009) y algunos de los cuales pueden biomagnificarse (Wright et al., 2013).En relación a este aspecto, Avio et al. (2015) encontraron una gran transferencia de COPs desde los microplásticos contaminados a los mejillones *Mytilusgalloprovincialis*. En este caso se observó una marcada acumulación de COPsenlas branquias y los tejidos digestivos. Los efectos celulares que se comprobaron incluyen: alteraciones de las respuestas inmunológicas, del compartimento lisosomal y del sistema antioxidante, proliferación de peroxisomas, efectos neurotóxicos, aparición de genotoxicidad expresada en cambios en el perfil de expresión génica.

La evaluación de los riesgos asociados con el microplástico en los hábitats acuáticos no es sencilla. Requiere de conocimientos en relación a losorganismos que puedan estar expuestos, las concentraciones de exposición, los tipos de polímeros que componen los plásticos, el período de tiempo que los mismos estuvieron presentes en el medio ambiente acuático, y los lugares por donde hayan transcurrido (Rochman, 2015). Richard Thompson, uno de los pioneros en el estudio de la inicidencia de los microplásticos en el ambiente marino (Thompson et al., 2004; 2009;Sadri& Thompson, 2014), destaca el rol de los microplasticos y sus COPs asociados, en las cadenas tróficas marinas y su potencial incidencia en los humanos, como uno de los temas de mayor relevancia para la ciencia en este momento (Katsneslon, 2015).

En este sentido, resulta importante establecer los orígenes, trayectoria y tasas de acumulación demicroplastico en el ambiente para mitigar efectos futuros (Ogata et al., 2009). Comprender la dinámica de transporte de largo alcance y la persistencia, son aspectos clave para entender el destino final del plástico y cualquier posible impacto de éstos desechos en los ecosistemas marinos (Wan et al., 2010). Identificada esta nueva matriz de contaminación, resulta imprescindible medir la concentración de COPs asociada a microplasticos en playas. Insumo clave para gestionar los contaminantes

químicos ambientales y de esa manera contribuir en futuros modelos de gestión ambiental (Lusher et al., 2014; Bergamann et al., 2015) que permitan comprender la real dimensión de esta problemática y poder analizar medidas tendientes a minimizar los efectos de esta problemática ambiental (Lozoya et al., 2015).

Los denominados  microplásticos, son ahora utilizados para examinar el patrón global de COPs (Takadaet al., 2006; Ogata et al., 2009; Wan et al., 2010), proporcionando información de base en relación a este tipo de contaminación en el océano. Para entender mejorla evolución de esta problemática, en función de cómo varía la distribución de microplasticos y sus contaminantes asociados en las costas de todo el mundo, surge en el año 2001el programa Pellet Watch. Impulsado por el Prof. HideshigeTakada del Laboratorio de Geoquímica Orgánica (Universidad de Agricultura y Tecnología de Tokyo, Japón), esta iniciativa está orientada a generar un monitoreo global, midiendo la concentración de COPs asociados a microplasticos recolectados en playas (ver figura 4).Al día de hoy se han analizado muestras extraídas de sedimentos de 35 países costeros correspondientes a los 5 continentes, actualizando la información de forma periódica, a medida que reciben muestras (Pelletwatch.org, 2016). Confirmando la viabilidad de esta herramienta en comparación con el monitoreo en aguas abiertas o muestras biológicas, dado el bajo costo que implica la recolección.




**Concentraciones de PCB obtenidas de microplasticos muestredos en playa (ng/g)**

Figura4. Tomado de http://www.pelletwatch.org/maps/.se ilustra un mapa de monitoreo global de concentraciones de COPsassociados a microplasticos, los mismos son muestreados en playas de todo el mundo. El proyectoInternational Pellet Watch (IPW), con sede en la Unversidad de Tecnología y Agricultura de Tokyo,recibe muestras de distintas playas para construir este índice. Esta herramienta

revela la magnitud y la variabilidad espacial de los COP en plásticos marinos para la evaluación de riesgos.

Una ventaja adicional de este programa es que la metodología de recolección no requiere ningún instrumento especial o capacitación técnica, por lo que puede ser llevada a cabo por los propios pobladores y usuarios de las playas. Ya son varias las Organizaciones no Gubernamentales (ONG) de distintas partes del mundo (Cientificos de la Basura,Chile;5Gyres, Estados Unidos) orientadas a generar conciencia sobre esta problématica,educandoy generando información útil para gestionar la problemática. Uno de los principales proyectos referentes a nivel mundial en investigación de acumulación de plásticos y basura marina, se lleva a cabo en el sureste del Océano Pacífico en Chile. Dicho proyecto se denomina Científicos de la Basura (http://www.cientificosdelabasura.cl), y trabajael método científico junto con escolares y profesores para investigar el problema de la basura en la zona costera.

**B) Análisis de la normativa y planes de gestión de residuos a nivel nacional, desde la perspectiva del plástico**

La problemática ambiental asociada a los residuos plásticos se plantea como un sistema complejo, abordando connotaciones sociales, políticas, económicas y ecológicas (Téllez-Maldonado, 2005). Los sistemas complejos se entienden en términos de dinámicas no-lineales, es decir, todo problema tiene más de una solución y una causa posible, y por lo tanto, se refiere a comportamientos y procesos no deterministas, emergentes y auto-organizativos que dan lugar a sistemas de complejidad (Kareiva et al., 2011). En ese sentido, los impactos de los residuos plásticos no se deben exclusivamente a una sola causa y no tienen una única solución.

El plástico es uno de los inventos más versátiles de nuestro tiempo y dispone de una amplia gama de aplicación como material. Sin embargo, se ha hecho evidente que en ausencia de una gestión adecuada de sus residuos, la probabilidad de que cada vez más plásticos alcancen el océano es alta (Jambeck et al., 2015). Siendo el componente más numeroso de los desechos marinos, el plástico se ha constituido en uno de los principales problemas ambientales, con diferentes impactos a nivel global, regional y local. Se estima que el océano actualmente contiene cerca de 150 MT de plástico, basándose en la producción mundial de este material desde 1950. Esto sugiere que, en ausencia de intervenciones significativas en materia de gestión de estos residuos, para el año 2050 los océanos contendrán, por cada tonelada de peces una tonelada de plástico,en términos de peso(WorldEconomicForum, 2016). Es por ello que el control de esta contaminación y sus implicancias han sido identificados como una necesidad inmediata para la gestión y la conservación de este ecosistema marino (Bergmann et al., 2015).

Según Eriksen et al. (2013) la manifestación visible del problema de plástico es muy pequeña. Los residuos plásticos que se encuentran habitualmente durante las jornadas anuales de limpieza de playas de todo el mundo, son probablemente menos del 5% del plástico que se estima ingresa al océano cada año (Eriksen et al., 2014). El restante 95% no está en la superficie y sería esencialmente imposible de extraer una vez que ha entrado en el océano (Mc Kinsey& Company, 2015). Esto sugiere que los esfuerzos para controlar este problema deben estar fundamentalmente orientados a las propias fuentes de esta contaminación, es decir a los lugares donde se generan.En ese sentido, las medidas preventivas y de comportamiento son particularmente importantes en el tratamiento de los desechos marinos en su origen (PNUMA, 2009). Donde las campañasde educación y actividades de sensibilización son particularmente importantes en su contribución a transformar los hábitos de los usuarios en relación al uso del plástico.

Se estima que una importante proporción del plástico que llega a los océanos desde fuentes terrestres (i.e. 55-60%) proviene de cinco economías emergentes (China, Indonesia, Filipinas, Tailandia y Vietnam). Sin embargo, también se observó que más del 25% de estos aportes se originan fuera de Asia, por lo que la lucha para reducir la entrada de plástico al océano sigue implicando un esfuerzo global(Jambeck et al., 2015).

Así, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente reconoce la contaminación de los mares como un desafío global, el cual requiere de los esfuerzos de todos los países y especialmente de los costeros (PNUMA, 2005; 2009). Las medidas de gestión vinculadas a los desechos marinos, ya sean obligatorias o voluntarias, se pueden dividir en cuatro grandes categorías: (1) de prevención, considerando medidas o disposiciones que se toman de manera anticipada para evitar que suceda una actividad o evento considerado negativo; (2) de mitigación, cuyo principal propósito es la reducción o atenuación de los potenciales daños o consecuencias; (3) de remoción, que en este caso hacen referencia a todas las actividades dirigidas a quitar o remover los residuos; y (4) aquellas orientadas a generar cambios de comportamiento (Chen et al., 2015).

En este sentido, existe una extensa normativa tanto a nivel internacional como nacional, orientada a prevenir y mitigar las consecuencias de las deficiencias y malas prácticas de la gestión de residuos tanto a nivel marino como terrestre. Estas políticas públicas son una herramienta fundamental para modificar conductas desfavorables para el ambiente. La generación de residuos desmedida tiene que ser considerada como problemática para que haya regulación o intervención gubernamental (Carman et al., 2015).En esesentido, identificar los distintos orígenes de la basura

potencialmente marina, parece ser un buen punto de partida (Galgani et al., 2015; Browne, 2015; Jambeck et al., 2015).

**Principales Normativas Internacionales dirigidas a la regulación del aporte de basura al Océano**

Existen diversos instrumentos de regulación y gestión desarrollados a nivel internacional, para hacer frente al problema de los desechos marinos. A partir de la revisión exhaustiva realizada en este trabajo se identificaron convenciones (e.g. UNCLOS, MARPOL), acuerdos, reglamentos, planes de acción en instalaciones portuarias de recepción, programas (e.g. Mares Regionales del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente-PNUMA, 2009) y directrices sobre artes de pesca abandonadas, pérdidas o descartadas, entre otras.
A continuación se detallan algunos de los instrumentos normativos internacionales más relevantes para la gestión de los residuos marinos, incluyendo los residuos plásticos.

*Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (UNCLOS)*
Esta Convención, que entró en vigor en 1994 y consta de 320 artículos y 9 anexos, es uno de los acuerdos más importantes relacionados con el uso del océano. En ella se establece un régimen global para el derecho del mar, regulando todos los aspectos de los océanos relacionados con cuestiones de delimitaciones geopolíticas y control del medioambiente, la investigación científica, las actividades económicas y comerciales, la tecnología y la solución de controversias relacionadas con los asuntos oceánicos (Roberts, 2010). Esta convención tiene un particular hincapié en la protección y preservación del medioambiente marino. Más allá que las disposiciones no se refieren específicamente a los desechos marinos, sí imponen una obligación general a los Estados de proteger y preservar el medio marino, lo que perfectamente aplica al contexto de la regulación y gestión de los desechos marinos.

*Anexo V del MARPOL 73/78*
Este convenio, creado en el año 1973 y modificado por el Protocolo de 1978, es el principal instrumento internacional relativo a la prevención de la contaminación de basura por parte de los buques. Su Anexo V fue revisado recientemente (2011) y entró en vigor en 2013, proporcionando una actualización marco para el control de la basura generada por los buques. Este documento desarrollado por la Organización Marítima Internacional (OMI), estableció normativas internacionales donde se impone una prohibición general sobre vertidos de toda clase de basura en el mar, a excepción de algunas circunstancias claramente definidas (i.e. ciertos tipos de basura pueden ser eliminados, pero con especificaciones en cuanto a las distancias de la costa, en determinadas zonas y de una determianda manera). Las principales disposiciones de

este Convenio incluyen (a) la obligación de proporcionar un Libro Registro de Basuras (GRB por sus siglas en inglés, Garbage Record Book,) para los buques de más de 400 GT de arqueo bruto (GT por sus siglas en inglés,grosstonnage) o buques autorizados a transportar más de 15 personas a bordo; y (b) la provisión de instalaciones de recepción de residuos adecuadas en los puertos de destino. Estos libros deben registrar cada descarga realizada en el mar o en una instalación de recepción, o bien cada incineración realizada, incluyendo la fecha, hora, posición geográfica del barco, categoría de la basura y cantidad estimada descargada o incinerada. Este GRB está sujeto a inspección por parte de la autoridad competente como parte en el Convenio MARPOL 73/78 cuando el buque se encuentra en puerto.

*Plan de acción para abordar las deficiencias de las instalaciones portuarias de recepción (complemento convenio MARPOL 73/78)*

En 2006, el Comité de Protección del Medio Marino de la Organización Marítima Internacional (OMI) aprobó el Plan de acción para hacer frente a la insuficiencia de las instalaciones portuarias de recepción de residuos (PRF por sus siglas en inglés, Port ReceptionFacilities). El plan fue desarrollado para contribuir a la aplicación efectiva del Convenio Marpol 73/78 y para promover la calidad y la conciencia ambiental entre las administraciones y la industria naviera. Este Plan abarca la normalización de los informes, la información sobre instalaciones portuarias de recepción, la tecnología de los equipos, tipos y cantidad de residuos, aspectos regulatorios, la cooperación técnica y el asesoramiento.

*Programa sobre Mares Regionales del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, 2009)*

Este programa surgió en los últimos 25 años como un ejemplo en la elaboración de un enfoque regional para la protección del medio ambiente y la gestión de los recursos naturales. El programa se inició a partir de la premisa de que los problemas ambientales que se plantean en los diferentes océanos y zonas costeras pueden abordarse de mejor manera con un enfoque regional que con uno mundial. Esta iniciativa ha tenido éxito en la organización y ejecución de actividades regionales sobre desechos marinos en todo el mundo. En relación a este aspecto, este programa ha desarrollado en colaboración con la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI), directrices sobre la topografía de los fondos marinos y el seguimiento de los desechos marinos, a fin de proporcionar una plataforma a largo plazo para la supervisión científica. En este marco, se desarrollaron pautas en cuatro áreas de investigación, evaluaciones integrales de playa, basura bentónica, basura flotante y evaluaciones de sedimento en playa. Este programa se dirige a la recopilación de datos altamente confiables para apoyar el desarrollo y/o evaluación de estrategias de mitigación, así como apuntar a elevar la conciencia pública sobre la problemática y educar sobre temas de desechos marinos (Cheshire et al., 2009).

Dichas investigaciones fueron organizadas a través de acuerdos individuales en 12 regiones oceánicas de todo el mundo. Sin embargo, Sudamérica no está contemplada aún en ninguna de ellas (ver www.unep.ch/seas). Las principales actividades incluyen (1) revisión y evaluación de la situación de los desechos marinos en la región, (2) la organización de una reunión regional de autoridades nacionales y expertos en desechos marinos, (3) la preparación de un plan de acción regional para la gestión de los desechos marinos, y (4) la participación en una jornada de limpieza regional en el marco de la Campaña Internacional de Limpieza en Costas. Estas iniciativas regionales proporcionan también una plataforma para el establecimiento de asociaciones, cooperaciones y la coordinación de actividades para el control y la gestión sostenible de los desechos marinos. Los principales socios llevan adelante Convenios marinos regionales y Planes de acción, donde participan representantes de gobiernos, agencias de Naciones Unidas, órganos competentes, los organismos donantes, el sector privado, y organizaciones no gubernamentales.

*Directrices sobre artes de pesca abandonados, perdidos o descartados (PNUMA/FAO, 2011)*

Las artes de pesca abandonadas, perdidas, o descartadas (ALDFG, por sus siglas en inglés) son un problema de creciente preocupación a nivel mundial. La Asamblea General de las Naciones Unidas, a través del PNUMA y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) acordaron realizar un estudio en relación a los ALDFG con el fin de fomentar la concientización respecto al alcance de este problema. A su vez, estas directrices buscan generar recomendaciones específicas para los estados miembros, los organismos y las organizaciones regionales e internacionales vinculadas a la gestión de pesquerías (Macfadyen et al., 2009).

Actualmente, existen diversas medidas puestas en práctica para reducir los ALDFG. Algunas son preventivas y otras son de recuperación. Hasta ahora se ha puesto gran énfasis en las medidas de recuperación, como los programas de retirada de artes de pesca y de limpieza de los desechos de las playas. En relación a las medidas preventivas, este informe incluye varias recomendaciones para acciones futuras Algunos ejemplos incluyen: localización y presentación de informes por artes de pesca perdidas, pago por redes recuperadas y campaña de sensibilización con diferentes actores involucrados en los esquemas de pesca (Macfadyen et al., 2009).

En cuanto a las normativas internacionales y su alcance en Uruguay, la Ley N°14.885 del año 1979, en su Artículo 1, aprueba la adhesión del estado uruguayo al convenio

Marpol 73/78. En este sentido, conforme a lo que establece la Regla 9 del Anexo V de dicha convención, la disposición marítimo uruguaya N°80 establece “reglas para prevenir la contaminación por vertidos de residuos procedentes de los buques que naveguen en aguas bajo la jurisdicción nacional”. En tanto, cada operación de descarga o incineración que se realice en aguas jurisdiccionales uruguayas deberá estar registrada. No obstante, el 10 de Noviembre de 1982 Uruguay firmó la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (UNCLOS, que luego fue incorporada a la legislación nacional a través de las Leyes N°16.287/92 y N°16.688/94). Este marco jurídico establece un régimen global regulatorio en aspectos que abarcan delimitaciones geopolíticas, el cuidado del medioambiente y la investigación científica.

A escala regional, al día de hoy existen dos tratados binacionales relevantes con Argentina, uno relativo al Río Uruguay, que se ocupa de los usos del río y temas de contaminación, y otro sobre el Río de la Plata y su Frente Marítimo. Este último se ha incorporado como Ley Nacional N° 14.145 el 25 de enero de 1974. En esta ley, específicamente en el capítulo IV en su artículo 49, se obliga a las partes (Argentina y Uruguay) a evitar la contaminación del agua. En esta línea, la Orden Ejecutivo N° 100/991 (1991) a través del "Reglamento de uso de espacios acuático costero y portuario" (artículos 38 y 118) faculta a la Autoridad Marítima Nacional para imponer multas por la contaminación causada por la basura.

Particularmente en el caso de los residuos plásticos, más allá de las potenciales brechas existentes para abordar esta problemática a nivel marino como terrestre, los principales límites radican en los instrumentos legales existentes. Las deficiencias en la legislación y la falta de aplicación de los reglamentos, así como la pobre cooperación entre países en temas de desechos marinos, esto sumado a los insuficientes datos sobre esta problemática dificultan significativamente su gestión (Chen et al., 2015).
Llenar estos vacíos, requiere generar nuevos instrumentos internacionales y regionales dirigidos al problema de la basura marina plástica, que combinen los instrumentos existentes para generar nuevos consensos y clarificar la aplicación de normas, estableciendo un programa de basura marina regional, con una mejor participación y cooperación del Estado con respecto a la iniciativa internacional/regional, y elaboración de medidas para prevenir los desechos marinos (Lozoya et al., 2015).

**Análisis de la normativa nacional y los planes de gestión de residuos plásticos**

A pesar que la normativa vigente en Uruguay se encuentra en un proceso de crecimiento, en lo que refiere a normas ambientales y manejo de residuos ya se cuenta con un marco legal definido (Ver Anexo III,Cempre -UNIT, 2015).
En el año 2000 se crea la Ley N° 17.283 denominada “Protección del Medio Ambiente”, la cual declara de interés general lo que refiere a la protección del medio ambiente,

incorporando de manera expresa la conservación de la diversidad biológica y de la configuración y estructura de la costa, así como el adecuado manejo de las sustancias tóxicas o peligrosas y de los desechos cualquiera sea su tipo. Esta Ley crea un marco jurídico ambiental, estableciendo como deber fundamental del Estado y de las entidades públicas en general, el propiciar un modelo de desarrollo ambientalmente sostenible.

En el 2004 se creó la Ley N° 17.849, denominada "Ley de envases y residuos de envases", donde se establece la responsabilidad extendida al fabricante o importador, y la necesidad de contar con planes de gestión de envases usados, residuos de envase y envoltorios de plástico. Dicha ley reconoce que el principal problema de los plásticos es su adecuada gestión (es decirla recolección, la disposición final y el reciclaje), y los costos económicos asociados a ello (Lozoya et al., 2015). En el artículo primero de esta Ley se declara de interés general la protección del ambiente contra toda afectación que pudiera derivarse del manejo y disposición de los residuos cualquiera sea su tipo. Del mismo modo, le designa al Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA) la capacidad de dictar y aplicar las medidas necesarias para regular la generación, recolección, transporte, almacenamiento, comercialización, tratamiento y disposición final de los residuos.

Esta norma se refiere a los envases y residuos de envases puestos en el mercado o generados en Uruguay, incluyendo plástico importado. Los responsables tanto de la ejecución como del control de esta ley son el MVOTMA, la Aduana Nacional (Ministerio de Economía y Finanzas), y los Gobiernos departamentales, los cuales en el ámbito de su competencia, dictarán las normas complementarias que aseguren el cumplimiento de la ley. El MVOTMA por su parte establecerá términos y condiciones para la implementación de los mandatos de la ley. Por lo tanto, la ley ofrece espacio para el desarrollo de la futura gestión, facultando al MVOTMA para refinar la ley, en términos de adecuación de plazos y eficacia. Vale aclarar que en el artículo 2 se especifica que no quedan comprendidos bajo esta ley los envases o residuos de envases de uso exclusivo de actividades industriales, comerciales o de actividades agrícolas. Estos últimos están sujetos a regulaciones específicas, como ser el Decreto N° 152/2013 de Envases Agroquímicos, y la Reglamentación de residuos industriales, agroindustriales y de servicios (182/13).

En el año 2007, el poder ejecutivo aprueba el Decreto 260/007, donde en función de determinados grupos de interés que comprenden la cadena de reciclaje se establecen obligaciones. Se entiende que las políticas deben estar dirigidas a actores que componen esta cadena, incluyendo consumidores, fabricantes, importadores y envasadores. Visto que de esa manera se puede mitigar el problema de los residuos.

En este marco jurídico, los fabricantes no sólo son responsables de los residuos generados por la actividad industrial, sino también de los desechos generados por productos fabricados y vendidos. Este decreto comprende, a todos los actores, actividades o acciones relacionadas con el plástico, con el fin de mejorar la eficiencia en el manejo de este tipo de residuo. Este instrumento busca identificar todos los eslabones de la cadena vinculada a la comercialización del plástico en nuestro país. En tal sentido, es necesario estar registrado en la MVOTMA para vender y comprar productos de plástico y/o materia prima para su fabricación. Adicionalmente, los fabricantes, importadores y envasadores registrados serán responsables de implementar un plan de manejo en la gestión de sus residuos para garantizar la eliminación adecuada de los plásticos una vez puesto en el mercado. Los que no estén registrados, o no tengan aprobado un plan de gestión, donde se demuestre el cumplimiento de los objetivos establecidos en la normativa (reducir la generación de envases,y aumentar la reutilización y reciclaje) no serán habilitados para comercializar sus productos en el mercado.

*Un ejemplo de gestión de residuo plástico urbano, potencialmente marino*

Quizás el residuo plástico de uso diario más común sea la bolsa plástica, siendo uno de los principales componentes de los residuos plásticos urbanos. Según cifras del año 2008, en Uruguay ingresan al mercado alrededor de 1.400 millones de bolsas plásticas por año y se utilizan alrededor de 117 millones por mes, de las cuales 1.100 millones son de fabricación nacional y 300 millones son importadas. Esto implica un consumo promedio de 432 bolsas por persona por año, considerando una población de 3.241.003 habitantes (CEMPRE, 2008). Según datos de la Asociación de Recicladores de plástico del Uruguay, en nuestro país se reciclan unas 650 toneladas de este material por mes. Estas bajas tasas de recuperación y reciclado se deben en gran parte a un mal manejo de los residuos sólidos en nuestro país, sumado a la inadecuada infraestructura en los sitios de disposición final (Terraza, 2009).

En este sentido, los sitios de disposición final en Uruguay son principalmente vertederos a cielo abierto (CEMPRE-UNIT, 2015). Dependiendo de su distancia a los cursos de agua, estefactorpuede constituir uno de los principales focos de aporte de plástico a dichos los cursos (Jambeck et al., 2015). Esta situación género que el MVOTMA a través de la DINAMA propusiera el Plan de Acción Estratégico para la Gestión Sustentable de Bolsas Plásticas, puesto en práctica el 24 de noviembre de 2009. Este plan cuenta con una serie de metas y medidas concretas a ser desarrolladas conjuntamente con los distintos actores involucrados en la temática. A su vez, se apoya en cinco líneas estratégicas: 1) reducción del consumo promedio de bolsas plásticas por habitante, 2) promoción del re-uso y reciclado de bolsas plásticas, 3)

sustitución de materiales tradicionales por otros de más fácil degradación, 4) mejora de la gestión de residuos sólidos urbanos, y 5) promoción de un cambio cultural en la población hacia un uso responsable y racional de las bolsas plásticas (MVOTMA, 2009). Para dar cumplimiento a las metas propuestas el MVOTMA cuenta con el apoyo de los establecimientos comerciales de grandes superficies, con el trabajo conjunto de los comercios minoristas a través del Centro de Almaceneros Minoristas, Baristas, Autoservicistas y Afines del Uruguay (CAMBADU), y de los fabricantes de plástico (MVOTMA, 2009). Estas iniciativas delimitan el ámbito de responsabilidad, estableciendo las obligaciones a las que, mediante el correspondiente desarrollo reglamentario, pueden quedar sometidos los productores y generadores de residuos. Esto abarca tanto en la fase de diseño y producción de sus productos, como la gestión de los residuos que deriven de su uso, incluyendo los mecanismos para hacer frente a estas obligaciones tanto de manera individual como colectiva (CEMPRE, 2009).

En relación a la sustitución de materiales tradicionales por otros de fácil degradación, en Uruguay desde hace años se comercializa en las principales cadenas de supermercados y algunos supermercados minoristas, las bolsas denominadas oxi-biodegradables. La oxi-biodegradación consiste en la utilización de aditivos químicosempleados durante la fabricación del plástico. EstosAditivos Plásticos Totalmente Degradables (TDPA™[4] por su sigla en inglés), estandiseñados para que el material sufra un cambio significativo en su estructura química bajo ciertas condiciones ambientales (Epi-global, 2016). La degradación se inicia cuando se desecha la bolsa y se le expone a los siguientes agentes: calor, luz ultravioleta (luz solar) y estrés mecánico.Dependiendo del grado de exposición de la bolsa a estos factores, en una primera etapa comenzará a fragmentarse en pedazos cada vez más pequeños (degradación) y en una segunda etapa (biodegradación), cuando los fragmentos han alcanzado un tamaño bastante pequeño,estos pueden ser consumidos por microorganismos(Jacobo, 2009).

Este proceso de fragmentación y descomposiónyaocurre en el ambiente sin necesidad de los aditivos, pero de una manera más lenta.La tecnología TDPA™ permite que productos fabricados con polietileno (PE), polipropileno (PP) y poliestireno (PS) se degraden y conviertan, en pocos meses o en el término de un par de años, en fragmentos microplásticos (Epi-global, 2016). Este tipo de tecnología permite por tanto mitigar la contaminación visual que generan este tipo de resiudos(Jacobo,2009). Sin embrago, al mismo tiempo provoca que los fragmentos plásticos, producto de la degradación, estén más rápidamente disponibles en el ambiente.Aunque hay una gran cantidad de informes que demuestran el potencial de los microorganismos por

[4] Estas siglas fueron patentadas por la empresa canadiense que desarrollo dichos aditivos, denominada EPI (EnvironmentalProducts Inc.). Actualmente en Uruguay DAFYLMAR S.A. fabrica bolsas de plástico con esta tecnología incorporada.

degradar el plástico, existe una fuerte necesidad de detectar organismos eficientes y el desarrollo de tecnologías capaces de degradar el plástico de manera eficiente sin afectar el medio ambiente (Kaleet al.,2015).

*Plan de gestión que comprende los residuos plásticos, el anteproyecto de la Ley Nacional de Residuos (MVOTMA, 2012).*

Este proyecto de Ley busca implementar un instrumento normativo que regule la gestión de residuos a nivel nacional, genreando un ámbito de articulación entre los distintos departamentos. Pretende establecer los lineamientos de la política para la gestión de los residuos y su integración con la política ambiental, disponiendo de una Ley específica más allá de una Ley Marco o una Ley General. Vale aclarar que en Uruguay, los responsables de la recolección de residuos y la deposición final de los mismos son los gobiernos departamentales (Ley Orgánica Departamental N° 9.515).
Asimismo busca orientar el comportamiento de los generadores (población y otros generadores) en la gestión de residuos, y clarificar las responsabilidades que le corresponden a cada uno de ellos. Pretende también humanizar e incorporar formalmente el trabajo de los clasificadores de residuos, promover su desarrollo social y laboral, y su efectiva inclusión social. Esta Ley de residuos será una ley que aborde el tema de la disposicón final en forma concreta, y tendrá como alcance todos los grupos de residuos a excepción de los radiactivos (MVOTMA, 2012).
Este proyecto de Ley reconoce el manejo en la disposición final de los resiudos, como una problemática a nivel nacional en la cual trabajar. Tal como se observa en la Figura 1, en nuestro país la mayoría de los sitios de disposición final son a cielo abierto. Ocurre a su vez, que la mayoría de ellos seencuentran aproximadamente a menos de 500metros de un curso de agua. A su vez, este tipo de manejo favorece la interacción que se genera con la fauna, e.g. gaviotas (Lenzi et al., 2016).
Este proyecto plantea la necesidad de contar con un marco de política nacional parala gestión ambientalmente segura de los residuos sólidos con atención a los requerimientos y necesidades departamentales y municipales.
En ese sentido, se propone una regionalización como solución al destino final. Procurando que las soluciones se aborden desde un encare nacional, promoviendo la integración regional y los acuerdos entre departamentos en el territorio nacional.
Este nuevo escenario plantea un desafío a nivel de competencias, roles y responsabilidades de los organismos de la Administración Central y de las Intendencias, en la gestión de Residuos Sólidos Urbanos.

# DISCUSIÓN

La contaminación por microplásticos ha sido reconocida como uno de los principales problemas ambientales en los sistemas tanto de agua dulce como marinos en el mundo (Derraik, 2002; Andrady, 2011; Koelmans et al., 2014). A pesar del conocimiento actual sobre las cantidades de basura en el medio marino y los esquemas existentes que regulan dicha contaminación, el conocimiento actual sobre la degradación del plástico presente en los ambientes marinos y los posibles impactos físicos y químicos en la vida marina es escaso (Galgani et al. 2013).

Existen muchos tipos de polímeros y varios miles de aditivos plásticos, por lo que la combinación de estos hace que exista una gran diversidad en la composición química de los productos de plástico. Dicha combinación hace algunos tipos de plásticos sean potencialmente más peligrosos que otros, cuando sus componentes químicos son biodisponibles para los organismos marinos(Rochman, 2015). Generando una mezcla compleja de contaminantes químicos asociados a los residuos microplásticos marinos.La concentración de éstos en muchos casos depende de la ubicación donde se descarta el material y el tiempo que perdura en el medio marino.

La comprensión acerca de los factores que afectan la distribución de microplásticos en los océanos es un tema en constante desarrollo (Galgani et al. 2015). Aún sisedejaran de producir residuos plásticos de un día para otro, parece inevitable que la cantidad de microplasticos se siga incrementando en el ambiente, dado que la fragmentación a partir de plásticos más grandes ya dispersos en los océanos u entornos costeros seguirá ocurriendo. Los datos existentes indican que estos fragmentos se distribuyen ampliamente tanto en aguas superficiales, aguas poco profundas (Browne et al 2011; Hidalgo-Ruz et al 2012), en los fondos de los océanos, en los sedimentos de las playas (Van Cauwenberghe, et al., 2013) así como en el tracto digestivo de un amplio rango de organismos que viven en estos hábitats (Lusher, 2015).Este último aspecto, es una de las principales preocupaciones en la actualidad (Wright, 2014; Thompson et al., 2015). Se ha demostrado como los plásticos absorben COPspresentes del agua del océano, presentando en algunos casos ordenes de magnitud superior que en el agua circundante(Mato et al., 2001; Ogata et al., 2009; Teuten et al., 2009; Holmes et al., 2012).Existe evidencia, a partir de estudios de laboratorio, que estos productos químicos pueden ser transferidos del plástico a los organismos una vez son ingeridos (Teuten et al., 2009; Browne et al., 2013; Rochman et al., 2013; Wright et al., 2013).En ese sentido, los microplásticosjuegan un papel importante desde la acumulación de COPs disueltos en el ambiente hasta su posterior transferencia y bioacumulación en los organismos.

Los efectos de la ingestión de microplásticos a escala poblacional, su relativa importancia y los efectos en las redes tróficas es un tema cuya comprensión aún es escasa. No obstante ya se ha demostrado el potencial de transferencia en las redes tróficas (Farrel& Nelson, 2013).Hasta la fecha, la mayoría de los estudios de laboratorio, donde sesometen organismos "limpios" a un medio con microplástico contaminado, han demostrado serutilesparaevidensiar el proceso mecanico de su digestión. Pero hay que tener en cuenta que en estos ensayos, el mediopresentaunaelevada concentración de microplásticos muchas veces mayor a las que probablemente se encuentren en el medio natural (Browne et al., 2008;2013; Rochman et al., 2013; Wright et al., 2013). Este aspecto es una cuestióndiscutida, tal como señala Thompson (2015), los resultados deben ser tratados con cautela. Al día de hoy existe una gran variabilidad en el número de partículas plásticas encontradas en muestras de tejidos de especies con interés comercial. En parte ésta variabilidad se explica en función del gradiente de fugacidad química entre el plástico y el tejido del organismo que lo ingiere(Koelmans, 2015). En ese sentido, los efectos observados sobre la bioacumulación en el campo resultaron en muchos casos inferiores en significancia a las investigaciones realizadas en cautiverio. Por tanto, la literatura sobre la sistematización de estos modelos es limitada y se requiere más trabajo experimental para limitar mejor los parámetros de estos modelos, sobre todo para inferir sobre la amplia gama de organismos y productos químicos que actúan en el medio acuático (Koelmans,2014).

Al igual que con otros problemas ambientales, el problema de la basura marina es complejo, ya que tiene sus raíces en nuestros patrones de producción y consumo imperantes y en la gestión local y global que reciben los residuos (Newman et al., 2015). Abordar este problema requiere la inclusión de una gran cantidad de actividades, sectores y fuentes que no pueden resolverse con una sola medida.La naturaleza transfronteriza de esta contaminación, hace que medidas nacionales o locales por sí solas no sean suficientes para controlar los desechos marinos. Por tanto, se requiere la cooperación tanto internacional como regional.En ese sentido, se han desarrollado una variedad de instrumentos normativos a nivel internacional, regional y nacional. Estas medidas, ya sea de forma obligatoria o voluntaria, enfrentanlagestiónenfunción a: prevención, mitigación,eliminación y educación. Una de las medidas más aplicada y aceptada internacionalmente, adoptada por Uruguay en el año 2004, es la que extiende la responsabilidad sobre la producción de resiudos plásticos al productor/importador. Este tipo de instrumentos buscan mejorar la participación y la cooperación de los distintos sectores involucrados frente a la gestión de los resiudos plásticos.

Identificar y mitigar las fuentes de generación y aporte de plásticos a los hábitats marinos es crucial para reducir los impactos sociales, ambientales y económicos de este tipo de desechos. El diseño de estrategias de gestión eficaces para mitigar cualquier impacto derivado, repercutirá en una mayor comprensión sobre la importancia de los desechos plásticos como sumidero y fuente de contaminantes globales. El papel de los microplásticos debe entenderse tanto en su rol en el transporte mundial de sustancias químicas, la bioacumulación de los ingredientes de plástico y contaminantes químicos en la vida silvestre, hasta su importancia como un mecanismo para la contaminación de la red alimentaria.Resulta necesario la generación de conocimiento y alternativas de gestión adaptativas, que contemplen tanto la escala local como global, incluyendo todo el ciclo de "vida"del plástico, considerando tanto su condición de acumulador como su capacidad de transferencia dentro de las redes trófica de los COPs (USEPA, 2011) .

Hoy en día, mientras distintas investigaciones alrededor del mundo continúan expandiendo la base de conocimientos sobre la incidencia de los microplásticos en el ambiente, los formuladores de políticas puede empezar a actuar con la información actual disponible (Thompson et al., 2015). Ya que no hay señales de que la cantidad de desechos de plástico que entra en el medio marino este disminuyendo (Law et al.,2010; Goldstein et al., 2012), sobre todo si tenemos en cuenta que para el 2050 se prevé alcancen producciones de 33 mil millones de toneladas de plástico por año (Rochman 2013; Browne et al., 2013).

# CONCLUSIONES

La basura plástica en los entornos costero-marinos es un problema de gobernabilidad transfronteriza y de naturaleza multifactorial, ya que atraviesa las escalas, los sectores y las divisiones sociales (Hastings &Potts, 2013).Para resolver este problema, es necesario desarrollar esquemas de gestión orientados a monitorear y mitigar esta problemática. Existe la necesidad de generar esquemas de gestión que comprendan el abordaje desde una perspectiva integral y adaptativa. Involucrando las diferentes escalas espaciales y temporales que dicha problemática implica.Los programas no sólo deben tener como objetivo reducir la basura, sino también cuantificar las fuentes de basura tanto en tierra como en mar, y promover un cambio cultural con el fin de tener en cuenta "los residuos como recurso" (Chen et al., 2015). Esto constituiría un compromiso político de alto nivel, que podría ser un insumo para concretar las acciones pertinentes y adaptadas que deban realizarse (EPA, 2011), dado que los desechos marinos y sus implicancias se reflejan en problemas que incumben a distintos niveles socio-ambientales. Para asegurar su aplicación efectiva, estos

programas deben tener objetivos claros, desarrollar un sistema de regulación y la gestión eficiente e integrada, implementando acciones relacionadas con la fiscalización e investigación, involucrando desde la infraestructura, la educación, los sistemas de incentivos, hasta la participación de la comunidad (Chen et al., 2015).

# Bibliografía


Ammala, A. (2013). Biodegradable polymers as encapsulation materials for cosmetics and personal care markets. International Journal of Cosmetic Science, 35(2), 113-124.

Andrady, A. L.& Neal, M. A. (2009).Applications and societal benefits of plastics. Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences, 364(1526), 1977-1984.

Andrady, A. L. (2011). Microplastics in the marine environment.Marine Pollution Bulletin, 62(8), 1596-1605.

Avio, C. G., Gorbi, S., Milan, M., Benedetti, M., Fattorini, D., d'Errico, G.,Pauletto,M., Bargellon, &Regoli, F. (2015). Pollutants bioavailability and toxicological risk from microplastics to marine mussels. Environmental Pollution, 198, 211-222.

Bakir, A., Rowland, S. J.& Thompson, R. C. (2012).Competitive sorption of persistent organic pollutants onto microplastics in the marine environment. Marine Pollution Bulletin, 64(12), 2782-2789.

Bakir, A., Rowland, S. J.& Thompson, R. C. (2014).Transport of persistent organic pollutants by microplastics in estuarine conditions. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 140, 14-21.

Barnes, D. K. A.& Milner, P. (2005).Drifting plastic and its consequences for sessile organism dispersal in the Atlantic Ocean. Marine Biology, 146(4), 815-825.

Barnes, D. K., Galgani, F., Thompson, R. C.&Barlaz, M. (2009).Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences, 364(1526), 1985-1998.

Baulch, S.& Perry, C. (2014).Evaluating the impacts of marine debris on cetaceans. Marine Pollution Bulletin, 80(1), 210-221.

Bergmann, M., Gutow, L.&Klages, M. (Eds.).(2015). Marine Anthropogenic Litter.Springer International Publishing.

Betts, K. (2008). Why small plastic particles may pose a big problem in the oceans. Environmental Science & Technology, 42(24), 8995-8995.

Bjorndal, K. A., Bolten, A. B.&Lagueux, C. J. (1994). Ingestion of marine debris by juvenile sea turtles in coastal Florida habitats. Marine Pollution Bulletin, 28(3), 154-158.

Bond, A. L., Provencher, J. F., Elliot, R. D., Ryan, P. C., Rowe, S., Jones, I. L. & Wilhelm, S. I. (2013). Ingestion of plastic marine debris by Common and Thick-billed Murres in the northwestern Atlantic from 1985 to 2012.Marine pollution bulletin, 77(1), 192-195.

Boerger, C. M., Lattin, G. L., Moore, S. L.& Moore, C. J. (2010). Plastic ingestion by planktivorous fishes in the North Pacific Central Gyre. Marine Pollution Bulletin, 60(12), 2275-2278.

Boonyatumanond, R., Wattayakorn, G., Togo, A.& Takada, H. (2006).Distribution and origins of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in riverine, estuarine, and marine sediments in Thailand.MarinePollutionBulletin, 52(8), 942-956.

Bravo, M., Astudillo, J. C., Lancellotti, D., Luna-Jorquera, G., Valdivia, N.&Thiel, M. (2011). Rafting on abiotic substrata: properties of floating items and their influence on community succession. Marine Ecology Progress Series, 439, 1-17.

Browne, M. A., Dissanayake, A., Galloway, T. S., Lowe, D. M.& Thompson, R. C. (2008). Ingested microscopic plastic translocates to the circulatory system of the mussel, Mytilus edulis (L.). Environmental Science & Technology, 42(13), 5026-5031.

Browne, M. A., Niven, S. J., Galloway, T. S., Rowland, S. J.& Thompson, R. C. (2013).Microplastic moves pollutants and additives to worms, reducing functions linked to health and biodiversity. Current Biology, 23(23), 2388-2392.

Browne, M. A. (2015). Sources and pathways of microplastic to habitats.In M. Bergmann, L.

Burgues, M.F.; Machín, E.; Teixeira de Mello, F.; Carrizo, D. &Lenzi, J. (2014) Consumo de plásticos por la gaviota cocinera (Aves, Laridae, Larusdominicanus) en Isla de las Gaviotas(Montevideo, Uruguay). Proceedings of the Tercer Congreso Uruguayo de Zoología "Prof. Dr. Raúl Vaz-Ferreira [Resúmenes], pp.42, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay. Available on-line at http://cuz.szu.org.uy/Libro%20resumenes%20IIICUZ.pdf.

Bullimore, B. A., Newman, P. B., Kaiser, M. J., Gilbert, S. E. & Lock, K. M. (2001).A study of catches in a fleet of" ghost-fishing" pots.Fishery Bulletin, 99(2), 247-247.

Gutow& M. Klages (Eds.), Marine anthropogenic litter (pp. 229–244). Berlin: Springer.

Carman, V. G., Machain, N.&Campagna, C. (2015).Legal and institutional tools to mitigate plastic pollution affecting marine species: Argentina as a case study. Marine PollutionBulletin, 92(1), 125-133.

CEMPRE 2009.Curso "Residuos y Reciclaje" dictado por CEMPRE (Compromiso Empresarial Para el Reciclaje) y el Instituto Uruguayo de Normas Técnicas - UNIT. Mayo – Junio 2009.

Chen, C. L.& Liu, T. K. (2013). Fill the gap: Developing management strategies to control garbage pollution from fishing vessels. Marine Policy, 40, 34–40.

Chen, C.-L.(2015). Regulation and management of marine litter. In M. Bergmann, L. Gutow, M.

Cheshire, A. C., Adler, E., Barbière, J., Cohen, Y., Evans, S. &Jarayabhand, S. (2009).
UNEP/IOC guidelines on survey and monitoring of marine litter. UNEP Regional Seas
Reports and Studies, No. 186; IOC Technical Series No. 83.
Klages (Eds.), Marine Anthropogenic Litter. Springer, Berlin.

Claessens, M., De Meester, S., Van Landuyt, L., De Clerck, K.& Janssen, C. R. (2011). Occurrence and distribution of microplastics in marine sediments along the Belgian coast. Marine Pollution Bulletin, 62(10), 2199-2204.

Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C.& Galloway, T. S. (2011). Microplastics as contaminants in the marine environment: a review. Marine Pollution Bulletin, 62(12), 2588-2597.

Critchell, K.&Lambrechts, J. (2016). Modelling accumulation of marine plastics in the coastal zone; what are the dominant physical processes?Estuarine, Coastal and Shelf Science, 171, 111-122.

Davison, P.& Asch, R. G. (2011).Plastic ingestion by mesopelagic fishes in the North Pacific Subtropical Gyre. Marine Ecology Progress Series, 432, 173-180.

Derraik, J. G. (2002). The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. Marine Pollution Bulletin, 44(9), 842-852.

De Witte, B., Devriese, L., Bekaert, K., Hoffman, S., Vandermeersch, G., Cooreman, K.&Robbens, J. (2014). Quality assessment of the blue mussel (Mytilus edulis): Comparison between commercial and wild types. Marine Pollution Bulletin, 85(1), 146-155.

do Sul, J. A. I. & Costa, M. F. (2007). Marine debris review for Latin America and the wider Caribbean region: from the 1970s until now, and where do we go from here? Marine Pollution Bulletin, 54(8), 1087-1104.

do Sul, J. A. I.& Costa, M. F. (2014). The present and future of microplastic pollution in the marine environment. Environmental Pollution, 185, 352-364.

DuBois, J. H. (1972). Plastics History USA.Cahners Books.

Engler, R. E. (2012). The complex interaction between marine debris and toxic chemicals in the ocean. Environmental Science & Technology, 46(22), 12302-12315.

Eriksen, M., Maximenko, N., Thiel, M., Cummins, A., Lattin, G., Wilson, S. &Rifman, S. (2013). Plastic pollution in the South Pacific subtropical gyre. Marine Pollution Bulletin, 68(1), 71-76.

Eriksen, M., Lebreton, L. C., Carson, H. S., Thiel, M., Moore, C. J., Borerro, J. C. &Reisser, J. (2014). Plastic pollution in the world's oceans: more than 5 trillion plastic pieces weighing over 250,000 tons afloat at sea. Plos One, 9(12), e111913.

EPA [US Environmental Protection Agency]. (2011). Marine debris in the North Pacific: A summary of existing information and identification of data gaps. Retrieved August 15, 2014, fromhttp://www.epa.gov/region9/marine-debris/pdf/MarineDebris-NPacFinalAprvd.pdf

Farrell, P.& Nelson, K. (2013). Trophic level transfer of microplastic: Mytilus edulis (L.) to Carcinusmaenas (L.). Environmental Pollution, 177, 1-3.

Fendall, L. S.& Sewell, M. A. (2009).Contributing to marine pollution by washing your face: Microplastics in facial cleansers. Marine Pollution Bulletin, 58(8), 1225-1228.

Freinkel, S. (2011). Plastic: a toxic love story. Houghton Mifflin Harcourt.

Galgani, F., Leaute, J. P., Moguedet, P., Souplet, A., Verin, Y., Carpentier, A., &Mahe, J. C. (2000). Litter on the sea floor along European coasts. Marine Pollution Bulletin, 40(6), 516-527.

Galil, B. S.,Golik, A.&Türkay, M. (1995). Litter at the bottom of the sea: a sea bed survey in the Eastern Mediterranean. Marine Pollution Bulletin, 30(1), 22-24.

Gauquie, J., Devriese, L., Robbens, J. & De Witte, B. (2015). A qualitative screening and quantitative measurement of organic contaminants on different types of marine plastic debris. Chemosphere, 138, 348-356.

Goldstein, M. C., & Goodwin, D. S. (2013). Gooseneck barnacles (Lepas spp.) ingest microplastic debris in the North Pacific Subtropical Gyre. PeerJ, 1, e184.

Goldstein, M. C., Rosenberg, M.& Cheng, L. (2012). Increased oceanic microplastic debris enhances oviposition in an endemic pelagic insect. Biology Letters, 8(5), 817-820.

Gregory, M. R. (2009). Environmental implications of plastic debris in marine settings—entanglement, ingestion, smothering, hangers-on, hitch-hiking and alien invasions. Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences, 364(1526), 2013-2025.

Hastings, E.& Potts, T. (2013). Marine litter: Progress in developing an integrated policy approach in Scotland. Marine Policy, 42, 49-55.

Hidalgo-Ruz, V.&Thiel, M. (2013).Distribution and abundance of small plastic debris on beaches in the SE Pacific (Chile): A study supported by a citizen science project. Marine Environmental Research, 87, 12-18.

Holmes, L. A., Turner, A.& Thompson, R. C. (2012). Adsorption of trace metals to plastic resin pellets in the marine environment. Environmental Pollution, 160, 42-48.

Holmes, L. A., Turner, A.& Thompson, R. C. (2014). Interactions between trace metals and plastic production pellets under estuarine conditions. Marine Chemistry, 167, 25–32.

Jacobo, F. 2009. Jornadas de Intercambio.Plan de acción estratégico para la gestión sustentable de bolsas plásticas. “Producción de bolsas oxobiodegradables” - JASCA ROU (AUIP).

Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., &Law, K. L. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. Science, 347(6223), 768-771.

Jantz, L. A., Morishige, C. L., Bruland, G. L., &Lepczyk, C. A. (2013). Ingestion of plastic marine debris by longnose lancetfish (Alepisaurusferox) in the North Pacific Ocean.MarinePollution Bulletin, 69(1), 97-104.

Jayasiri, H. B., Purushothaman, C. S., &Vennila, A. (2013).Quantitative analysis of plastic debris on recreational beaches in Mumbai, India. Marine Pollution Bulletin, 77(1), 107-112.

Jiménez, S., Domingo, A., Brazeiro, A., Defeo, O. &Phillips, R.A., (2015).Marine debris ingestion by albatrosses in the southwest Atlantic Ocean. Marine Pollution Bulletin 96, 149-154

Karapanagioti, H. K., &Klontza, I. (2008). Testing phenanthrene distribution properties of virgin plastic pellets and plastic eroded pellets found on Lesvos island beaches (Greece). Marine Environmental Research, 65(4), 283-290.

Katsnelson, A. (2015). News Feature: Microplastics present pollution puzzle. Proceedings of the National Academy of Sciences, 112(18), 5547-5549.

Laist, D. W. (1997). Impacts of marine debris: entanglement of marine life in marine debris including a comprehensive list of species with entanglement and ingestion records. In Marine Debris (pp. 99-139).Springer New York.

Law, K. L., Morét-Ferguson, S., Maximenko, N. A., Proskurowski, G., Peacock, E. E., Hafner, J., & Reddy, C. M. (2010).Plastic accumulation in the North Atlantic subtropical gyre. Science, 329(5996), 1185-1188.

Leal, M. C., Ferrier-Pagès, C., Calado, R., Thompson, M. E., Frischer, M. E., &Nejstgaard, J. C. (2014). Coral feeding on microalgae assessed with molecular trophic markers. Molecular Ecology, 23(15), 3870-3876.

Lechner, A., Keckeis, H., Lumesberger-Loisl, F., Zens, B., Krusch, R., Tritthart, M. &Schludermann, E. (2014). The Danube so colourful: a potpourri of plastic litter outnumbers fish larvae in Europe's second largest river. Environmental Pollution, 188, 177-181.

Lee, J., Hong, S., Song, Y. K., Hong, S. H., Jang, Y. C., Jang, M.& Shim, W. J. (2013). Relationships among the abundances of plastic debris in different size classes on beaches in South Korea.MarinePollution Bulletin, 77(1), 349-354.

Lenzi, J., Burgues, M. F., Carrizo, D., Machín, E., & Teixeira-de Mello, F. (2016).Plastic ingestion by a generalist seabird on the coast of Uruguay.MarinePollution Bulletin.

Lozoya, J. P., Carranza, A., Lenzi, J., Machín, E., Mello, F. T. D., González, S., &Sciandro, J. (2015). Pesquisas e manejo de descartes plásticos em sistemas aquáticos uruguaios: atualização e perspectivas. Revista de Gestão Costeira Integrada, 15(3), 377-393.

Lima, A. R. A., Costa, M. F., & Barletta, M. (2014). Distribution patterns of microplastics within the plankton of a tropical estuary. Environmental Research, 132, 146-155.

Lusher, A. L., Burke, A., O'Connor, I., & Officer, R. (2014).Microplastic pollution in the Northeast Atlantic Ocean: validated and opportunistic sampling. Marine PollutionBulletin, 88(1), 325-333.

Machin, E.; Lenzi, J.; Hernández, D.; Teixeira de Mello, F. (2014) - Primeros antecedentes de consumo de plástico por peces de agua dulce. Proceedings of the Tercer Congreso Uruguayo de Zoología "Prof. Dr. Raúl Vaz-Ferreira [Resúmenes], pp.44, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay. Available on-line at http://cuz.szu.org.uy/Libro%20resumenes%20IIICUZ.pdf

Martinez, E., Maamaatuaiahutapu, K.& Taillandier, V. (2009). Floating marine debris surface drift: convergence and accumulation toward the South Pacific subtropical gyre. Marine Pollution Bulletin, 58(9), 1347-1355.

Martins, J.&Sobral, P. (2011). Plastic marine debris on the Portuguese coastline: A matter of size?. Marine Pollution Bulletin, 62(12), 2649-2653.

Mato, Y., Isobe, T., Takada, H., Kanehiro, H., Ohtake, C.&Kaminuma, T. (2001). Plastic resin pellets as a transport medium for toxic chemicals in the marine environment. Environmental Science & Technology, 35(2), 318-324.

McCauley, S. J. &Bjorndal, K. A. (1999). Conservation Implications of Dietary Dilution from Debris Ingestion: Sublethal Effects in Post-Hatchling Loggerhead Sea Turtles. Conservation Biology, 13(4), 925-929.

Macfadyen, G., Huntington, T.&Cappell, R. (2009). Abandoned, lost or otherwise discarded fishing gear. UNEP Regional Seas Reports and Studies, No. 185; FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, No. 523.

Moore, C. J. (2008). Synthetic polymers in the marine environment: a rapidly increasing, long-term threat. Environmental Research, 108(2), 131-139.

Murray, F.& Cowie, P. R. (2011).Plastic contamination in the decapod crustacean Nephropsnorvegicus (Linnaeus, 1758).Marine Pollution Bulletin, 62(6), 1207-1217.

MVOTMA. (2009). Plan Estratégico hacia el uso responsable de las bolsas plásticas. mvotma.gub.uy

MVOTMA. (2012). Bases de política para una ley de residuos. Innovación tecnológica, diseño y operación de sistemas de tratamiento de residuos. Mvotma.gub.uy

Nadal, M. A., Alomar, C.&Deudero, S. (2016). High levels of microplastic ingestion by the semipelagic fish bogue Boopsboops (L.) around the Balearic Islands.Environmental Pollution, 214, 517-523.

Neves, D., Sobral, P., Ferreira, J. L.& Pereira, T. (2015). Ingestion of microplastics by commercial fish off the Portuguese coast. Marine Pollution Bulletin, 101(1), 119-126.

Newman, S., Watkins, E., Farmer, A., Ten Brink, P.& Schweitzer, J.-P. (2015). The economics of marine litter. In M. Bergmann, L. Gutow, & M. Klages (Eds.), Marine Anthropogenic Litter (pp. 371–398). Springer, Berlin.

Ogata, Y., Takada, H., Mizukawa, K., Hirai, H., Iwasa, S., Endo, S. & Murakami, M. (2009). International Pellet Watch: Global monitoring of persistent organic pollutants (POPs) in coastal waters. 1. Initial phase data on PCBs, DDTs, and HCHs. Marine Pollution Bulletin, 58(10), 1437-1446.

Pedà, C., Caccamo, L., Fossi, M. C., Gai, F., Andaloro, F., Genovese, L. &Maricchiolo, G. (2016). Intestinal alterations in European sea bass Dicentrarchuslabrax (Linnaeus, 1758) exposed to microplastics: Preliminary results. Environmental Pollution, 212, 251-256.

Pham, C. K., Ramirez-Llodra, E., Alt, C. H., Amaro, T., Bergmann, M., Canals, M.&Huvenne, V. A. (2014).Marine litter distribution and density in European seas, from the shelves to deep basins.PlosOne, 9(4), e95839.

PNUMA. (2005). Perspectivas del medio ambiente urbano: GEO Lima y Callao.

PNUMA. (2009). Avances y progresos científicos en nuestro cambiante medio ambiente. Editores: Mc Mullen &Mayden, T. Programa de las naciones unidas para el medio ambiente. ISBN: 978-92-807-2987-0

Possatto, F. E., Barletta, M., Costa, M. F., do Sul, J. A. I. & Dantas, D. V. (2011). Plastic debris ingestion by marine catfish: an unexpected fisheries impact. Marine Pollution Bulletin, 62(5), 1098-1102.

Rochman, C. M., Browne, M. A., Halpern, B. S., Hentschel, B. T., Hoh, E., Karapanagioti, H. K.& Thompson, R. C. (2013). Policy: Classify plastic waste as hazardous. Nature, 494(7436), 169-171.

Rochman, C. M., Kurobe, T., Flores, I.&Teh, S. J. (2014). Early warning signs of endocrine disruption in adult fish from the ingestion of polyethylene with and without sorbed chemical pollutants from the marine environment. Science of the Total Environment, 493, 656-661.

Rochman, C. M. (2015).The Complex Mixture, Fate and Toxicity of Chemicals Associated with Plastic Debris in the Marine Environment. In M. Bergmann, L

Ribic, C. A., Sheavly, S. B., Rugg, D. J.& Erdmann, E. S. (2010).Trends and drivers of marine debris on the Atlantic coast of the United States 1997–2007.Marine Pollution Bulletin, 60(8), 1231-1242.

Rios, L. M., Moore, C.& Jones, P. R. (2007). Persistent organic pollutants carried by synthetic polymers in the ocean environment. Marine Pollution Bulletin, 54(8), 1230-1237.

Ryan, P. G., Moore, C. J., van Franeker, J. A., &Moloney, C. L. (2009).Monitoring the abundance of plastic debris in the marine environment. Philosophical Transactions of the Royal

Sadri, S. S., & Thompson, R. C. (2014).On the quantity and composition of floating plastic debris entering and leaving the Tamar Estuary, Southwest England. Marine Pollution Bulletin, 81(1), 55-60.

Setälä, O., Fleming-Lehtinen, V.&Lehtiniemi, M. (2014).Ingestion and transfer of microplastics in the planktonic food web. Environmental pollution, 185, 77-83.Society of London B: Biological Sciences, 364(1526), 1999-2012.

Setälä, O., Norkko, J.&Lehtiniemi, M. (2016). Feeding type affects microplastic ingestion in a coastal invertebrate community. Marine Pollution Bulletin, 102(1), 95-101.

Sun, R. X., Luo, X. J., Tan, X. X., Tang, B., Li, Z. R., &Mai, B. X. (2015). An eight year (2005–2013) temporal trend of halogenated organic pollutants in fish from the Pearl River Estuary, South China. Marine Pollution Bulletin, 93(1), 61-67.

Talsness, C. E., Andrade, A. J., Kuriyama, S. N., Taylor, J. A., &vomSaal, F. S. (2009). Components of plastic: experimental studies in animals and relevance for human health. Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences, 364(1526), 2079-2096.

Tanaka, K., Takada, H., Yamashita, R., Mizukawa, K., Fukuwaka, M. A., &Watanuki, Y. (2013).Accumulation of plastic-derived chemicals in tissues of seabirds ingesting marine plastics.MarinePollution Bulletin, 69(1), 219-222.

Terraza, H. (2009). Manejo de Residuos Sólidos: Lineamientos para un servicio integral, sustentable e inclusivo (No. IDB-TN-101). Inter-American Development Bank.

Téllez Maldonado, A. (2012). La complejidad de la problemática ambiental de los residuos plásticos: una aproximación al análisis narrativo de política pública en Bogotá (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia).

Teuten, E. L., Saquing, J. M., Knappe, D. R., Barlaz, M. A., Jonsson, S., Björn, A.&Ochi, D. (2009). Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife. Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences, 364(1526), 2027-2045.

Thiel, M. A. R. T. I. N.&Gutow, L. A. R. S. (2005).The ecology of rafting in the marine environment. I. The floating substrata. Oceanography and Marine Biology: an annual review, 42

Thiel, M., Hinojosa, I. A., Joschko, T.&Gutow, L. (2011).Spatio-temporal distribution of floating objects in the German Bight (North Sea). Journal of Sea Research, 65(3), 368-379., 181-264.

Thompson, R. C., Olsen, Y., Mitchell, R. P., Davis, A., Rowland, S. J., John, A. W.& Russell, A. E. (2004). Lost at sea: where is all the plastic? Science, 304(5672), 838-838.

Thompson, R. C., Swan, S. H., Moore, C. J. &VomSaal, F. S. (2009).Our plastic age. Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences, 364(1526), 1973-1976.

Topçu, E. N., Tonay, A. M., Dede, A., Öztürk, A. A.&Öztürk, B. (2013).Origin and abundance of marine litter along sandy beaches of the Turkish Western Black Sea Coast. Marine Environmental Research, 85, 21-28.

Tourinho, P. S., do Sul, J. A. I.,&Fillmann, G. (2010). Is marine debris ingestion still a problem for the coastal marine biota of southern Brazil? Marine Pollution Bulletin, 60(3), 396-401.

Tschernij, V.& Larsson, P. O. (2003).Ghost fishing by lost cod gill nets in the Baltic Sea. Fisheries Research, 64(2), 151-162.

Kale, S. K., Deshmukh, A. G., Dudhare, M. S.&Patil, V. B. (2015). Microbial degradation of plastic: a review. Journal of Biochemical Technology, 6(2), 952-961.

Kareiva, P., Tallis, H., Ricketts, T. H., Daily, G. C., &Polasky, S. (Eds.). (2011). Natural capital: theory and practice of mapping ecosystem services. OUP Oxford.

Kershaw, P., Katsuhiko, S., Lee, S., Samseth, J., Woodring, D., & Smith, J. (2011). Plastic debris in the ocean. UNEP Year Book, 20-33.

Koelmans, A. A., Besseling, E., &Foekema, E. M. (2014).Leaching of plastic additives to marine organisms. Environmental Pollution, 187, 49-54.

Koelmans, A (2015). Modeling the Role of Microplastics in Bioaccumulationof Organic Chemicals to Marine Aquatic Organisms.A Critical Review. In M. Bergmann, L

UNEP. 2015. Plastic in Cosmetics. UNEP, 38p. ISBN: 978-92-807-3466-9.

Van Cauwenberghe, L., Vanreusel, A., Mees, J. & Janssen, C. R. (2013).Microplastic pollution in deep-sea sediments. Environmental Pollution, 182, 495-499.

Van Cauwenberghe, L.& Janssen, C. R. (2014).Microplastics in bivalves cultured for human consumption. Environmental Pollution, 193, 65-70.

Van Franeker, J. A. (1985). Plastic ingestion in the North Atlantic fulmar. Marine Pollution Bulletin, 16(9), 367-369.

Verlis, K. M., Campbell, M. L.& Wilson, S. P. (2013).Ingestion of marine debris plastic by the wedge-tailed shearwater Ardennapacifica in the Great Barrier Reef, Australia. Marine Pollution Bulletin, 72(1), 244-249.

Von Moos, N., Burkhardt-Holm, P., &Köhler, A. (2012). Uptake and effects of microplastics on cells and tissue of the blue mussel Mytilus edulis L. after an experimental exposure. Environmental Science & Technology, 46(20), 11327-11335.

Wan, Y., Jones, P. D., Holem, R. R., Khim, J. S., Chang, H., Kay, D. P.&Giesy, J. P. (2010). Bioaccumulation of polychlorinated dibenzo-p-dioxins, dibenzofurans, and dioxin-like polychlorinated biphenyls in fishes from the Tittabawassee and Saginaw Rivers, Michigan, USA. Science Of The Total Environment, 408(11), 2394-2401.

Wegner, A., Besseling, E., Foekema, E. M., Kamermans, P., &Koelmans, A. A. (2012).Effectsofnanopolystyrene on the feeding behaviour of the blue mussel (*Mytilus edulis* L.).Environmental Toxicology and Chemistry, 31, 2490–2497.

Wright, S. L., Thompson, R. C., & Galloway, T. S. (2013). The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review. Environmental Pollution, 178, 483-492.

Zitko, V. & Hanlon, M. (1991). Another source of pollution by plastics: skin cleaners with plastic scrubbers. Marine Pollution Bulletin, 22(1), 41-42.

## Páginas web


EPI EnvironmentalProducts Inc. 2016.http://www.epi-global.com/es/additive-research.php

Foro Economico Mundial. Davos 2016.https://www.weforum.org/agenda/2016/01/a-recap-of-davos-2016/

gopolymers.com – 2016

Instituto Nacional de Estadística. Censo 2011. http://www.ine.gub.uy/censos-2011

McKinsey & Company (2015). Understanding the evolution of the global economy.http://www.mckinsey.com/

PlasticsEurope.(2015). Plastics—the Facts 2014/2015. http://www.plasticseurope.fr/Document/ plastics—the-facts 2013.aspx?Page=DOCUMENT&FolID=2, http://issuu.com/plasticseuro peebook/docs/final_plastics_the_facts_2014_19122.

Pellet wacht.org .Global Monitoring of POPs using Beached Plastic Resin Pellets. http://www.pelletwatch.org/

RECICLAJE–CEMPRE, C. E. P. (2008). Disponible en: www. cempre. org. uy

Red nacional de investigación escolar: científicos de la basura. "Escolares y ciencia, frente al problema de la basura". http://www.cientificosdelabasura.cl/

The largest cleanup in history.http://www.theoceancleanup.com/

The 5 gyres Institute. http://www.5gyres.org/

Trama InterinstitucionalMultidisciplinaria de Bibliografía Online. www.timbo.org.uy

United Nations Environment Programme. RegionalSeas Programme. http://www.unep.ch/regionalseas/legal/conlist.htm

## ANEXOS

**Anexo I**

| Dpto | Ciudad | Poblacion | Ton./día | Kg/hab/día |
|---|---|---|---|---|
| Artigas | Artigas | 40.658 | 34 | 0.92 |
| | Bella Union | 12.200 | 14 | 1.18 |
| Canelones | Todo dpto. Canelones | 520.187 | 407 | 0.78 |
| Cerro Largo | Melo | 51.830 | 45 | 0.87 |
| | Río Branco | 14.604 | 8 | 0.53 |
| Colonia | Colonia del Saramento | 26.231 | 22 | 0.82 |
| | Carmelo | 18.041 | 11 | 0.6 |
| Durazno | Durazno | 34.372 | 21 | 0.6 |
| Flores | Todo el Departamento | 25.050 | 20 | 0.8 |
| Florida | Florida | 33.640 | 26 | 0.78 |
| Lavalleja | Minas | 38.446 | 30 | 0.78 |
| Maldonado | Todo el Dpto | 164.300 | 150 | 0.91 |
| Montevideo | Montevideo | 1.319.108 | 1428 | 1.08 |
| Paysandú | Paysandú | 76.429 | 50 | 0.65 |
| Río Negro | Fray Bentos | 24.406 | 14 | 0.57 |
| | Young | 16.756 | 13 | 0.75 |
| Rivera | Rivera | 64.485 | 39 | 0.59 |
| Rocha | Rocha | 25.422 | 17 | 0.66 |
| | Chuy | 9.675 | 8 | 0.79 |
| Salto | Salto | 104.028 | 54 | 0.51 |
| San José | San José y otros centros poblados | 72.080 | 50 | 0.69 |
| Soriano | Mercedes | 44.098 | 30 | 0.68 |
| | Dolores | 17.174 | 14 | 0.78 |
| Tacuarembó | Tacuarembó | 54.757 | 40 | 0.73 |
| | Paso de los Toros | 12.985 | 8 | 0.62 |
| Treinta y Tres | Treinta y Tres | 25.477 | 13 | 0.49 |

Fuentes:

- Información de base para el diseño de un plan estratégico de residuos sólidos- Uruguay Integra- CSI Ingenieros- Estudio Pittamiglio- Agosto 2011.
- Datos actualizados de generación de residuos suministrados por algunos departamentos, en base a pesadas de camiones de recolección- Marzo- Junio 2012.
- Datos de población del INE – Censo 2011.
- Curso Residuos y Reciclaje CEMPRE-UNIT.

**Anexo II**

| Material | Composición |
|---|---|
| Papel y cartón | 14.55% |
| Pañales y apósitos | 5.65% |
| Multilaminados | 0.60% |
| Metales | 2.93% |
| Plásticos y film | 11.21% |
| Plasticos Botellas | 2.15% |
| Plasticos Otros | 3.04% |
| Vidrio | 3.46% |
| Textiles | 3.45% |
| Materia Organica | 41.76% |
| Goma, cuero y corcho | 1.67% |
| Madera y jardinería | 3.35% |
| Escombros | 1.59% |
| Materiales compuestos | 0.69% |
| Residuos Peligrosos | 0.32% |
| Inertes pétreos | 3.59% |
| **Total** | **100%** |

Fuente: Estudio caracterización de RSU-DNE-ALUR-2013

**Anexo III**

| N° norma | Nombre | Alcance/Tema | Año |
|---|---|---|---|
| Ley 17.283/000 | Ley general de Protección del Ambiente | Declara de interés general la protección del ambiente contra toda afectación que pudiera derivarse del manejo y disposición de residuos. | 2000 |
| Ley 9.515/935<br><br>(art. 35 num.24, lit.e) | Digesto Municipal: residuos domiciliarios y residuos urbanos | Le otorga a los gobiernos departamentales la potestad de la gestión de los residuos urbanos. | 1935 |
| Ley 16. 221 y 17.220/99 | Convenio de Basilea e ingreso de residuos peligrosos | Adhesión de Uruguay al Convenio de Basilea y prohibición del ingreso de residuos peligrosos al país. | 1999 |
| Decreto 499/992 del 13/10/1992 (arts. 1 a | Deshechospeligrosos | Designase autoridad competente al | 1992 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 5) | | Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente para la aplicación del Convenio de Basilea sobre el Movimiento Transfronterizo de los Desechos Peligrosos y su eliminación | |
| Decreto 252/989 del 30/05/1989 | Deshechos peligrosos | Se prohíbe la introducción a las zonas sometidas a jurisdicción nacional, de cualquier tipo de desecho peligroso | 1989 |
| Ley 16.320 (art.29) de 11 de Noviembre de 1992 | Residuos Radioactivos | Prohibe –sin excepción alguna- el tranasito y la disposición final de residuos radioactivos provenientes de terceros países, en todo el territorio nacional | 1992 |
| 261/993 de 4 de Junio de 1993 | COTAMA | Creacion de la COTAMA. Comision Técnica Asesora de la Proteccion del Medio Ambiente | 1993 |
| Decreto 586/009 | Residuos Sanitarios | Establece la necesidad de contar con gestión adecuada de los centros de atención a la salud, modifica decreto del año 1999 (135/1999). | |
| Decreto 373/003 | Baterias Usadas | Establece la responsabilidad extendida al fabricante/importador y la necesidad de contar con planes de gestión para las baterías plomo -ácido | 2003 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Ley 17.849/004 | Ley de Envases y Residuos de Envases | Establece la responsabilidad extendida al fabricante/importador y la necesidad de contar con planes de gestión de envases post – consumo. | 2004 |
| Decreto 260/007 | Reglamento de Ley de Envases | Establece límites, formas de gestión y criterios para la elaboración de los planes de gestión de envases es y establecidos por la Ley 17.849. | 2007 |
| Decreto 541/007 | Gestión Sanitaria de Residuos Sólidos de Puertos, Aeropuertos, Terminales Internacionales de Carga de Pasajeros y Puntos de Frontera del MERCOSUR | Aprueba la resolución 30/02 del Grupo Mercado Común del Sur/Mercosur respecto a los Criterios para la Gestion Sanitaria de Resiudos Solidos de Puertos, Aeropuertos, Terminales Internacionales de Carga de Pasajeros y Puntos de Frontera del Mercosur. | 2007 |
| Ley 16.466/94 | Ley de Evaluación de Impacto Ambiental | Define el régimen de evaluación de impacto ambiental que regirá para nuevos emprendimientos de determinada tipología. | 1994 |
| Decreto 349/005 | Reglamento de Ley 16.466 de Evaluación de Impacto Ambiental. | Reglamenta el régimen de evaluación de impacto ambiental y determina que emprendimientos deberán contar con la Autorización Ambiental | 2005 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | Previa. Quedan incluidos emprendimientos asociados a la instalación de plantas de tratamiento de residuos solidos, y la apertura de nuevos sitios de disposición final de resiudos o la ampliación de los existentes. | |
| Ley 18.308/08 | Ley de Ordenamiento territorial y desarrollo (LOT) | Establece los principios rectores de ordenamiento territorial y sostenible en el contexto nacional | 2008 |
| Ley 18.719/11 (art. 610) | Ley de Presupuesto Nacional 2010-2012 | Interpreta el num.4 art.39 de la LOT excluyendo de las prohibiciones de uso del suelo rural entre otros la disposición de resiudos | 2011 |
| Decreto 411/011 de 30 de Noviembre de 2011 | Promoción de Inversiones | Declara promovida la actividad de tratamiento y disposición final de resiudossolidos industriales | 2011 |
| Decreto 152/013 | Envase agroquimicos | Decreto reglamentario de la Ley General de protección del medio ambiente respecto a la gestión ambientalmente adecuada de residuos derivados del uso de productos químicos o biológicos en producción animal y vegetal. | 2013 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Decreto 182/013 | Reglamentación de residuos industriales, agroindustriales y de servicios. | Decreto reglamentario de la Ley General de protección del medio ambiente respecto a la gestión ambientalmente adecuada de residuos derivados de actividades industriales y asimilables. | 2013 |