

¿De dónde proceden las basuras marinas que encontramos en las playas? Un nuevo método de evaluación

Where Does the Beach Litter Come From? A New Assessment Method

José L. Buceta Miller^{1*}, Juan L. Gil Gamundi², Marta Martínez-Gil Pardo de Vera³, Pilar Zorzo Gallego⁴

Resumen

Dentro del proceso de implementación de las estrategias marinas españolas, establecidas por la Ley 41/2010 de Protección del medio marino, desde 2013 se viene monitorizando la cantidad de basuras marinas que aparece en un conjunto seleccionado de playas en el marco del programa de seguimiento oficial BM-1 de basuras en playas. Fruto de este trabajo se ha conseguido un buen conocimiento de los diferentes objetos que suelen aparecer en las playas, ya sea por abandono en las mismas o por aportes desde tierra o desde el mar, por la acción del viento o lluvias en el primer caso, o por mareas y oleaje en el segundo. Así, se conoce que prácticamente el 70 % de los objetos que aparecen en las playas españolas son de plástico o que los fragmentos de objetos de plástico y las colillas son, en número de unidades, los objetos que aparecen con mayor frecuencia (Buceta *et al.*, 2017).

Hasta el momento se ha venido evaluando anualmente la procedencia de estas basuras marinas mediante un método elaborado por el Convenio OSPAR para la Protección del Atlántico Noreste que consideraba 4 posibles orígenes y asignaba a la categoría denominada “otro” todos aquellos objetos que podían tener más de una fuente o no estaba clara su procedencia. De esta manera, tal categoría aparece como mayoritaria en todas las anualidades analizadas desde el inicio del programa de seguimiento (MAGRAMA, 2014a, 2014b, 2016; MAPAMA, 2016, 2017; MITECO, 2018a, 2018b).

En el presente trabajo se aplica un nuevo método para evaluar las fuentes de las basuras marinas que aparecen en las playas españolas denominado *Matrix Scoring Technique* (Tudor y Williams, 2004) que consiste en una matriz de puntuación basada en la probabilidad de que un objeto determinado se asocie con una fuente concreta, considerando que un determinado tipo de objeto puede tener orígenes diferentes. Aunque existen algunos datos adicionales de basuras marinas en playas procedentes de diferentes entidades, se han utilizado los datos del programa BM-1 de basuras en playas del periodo 2013-2018 correspondientes al transecto de 100 m. Este conjunto de datos incluye los resultados de 604 campañas de muestreo, realizadas en 26 playas con una periodicidad de 4 campañas por año y en las que se han contabilizado un total de 204.350 objetos.

Palabras clave: basuras marinas, fuentes, playas, residuos, seguimiento.

Abstract

As part of the implementation process of the Spanish Marine Strategies, established by the Act 41/2010 for the Protection of the Marine Environment, since 2013 the amount of marine litter that appears in a selected set of beaches has been monitored within the framework of the official monitoring programme BM-1 on marine litter on beaches. As a result, a good deal of knowledge has been achieved on the different items that usually appear on the beaches, either by abandonment there or by transportation from land or from the sea, due to the action of the wind or rain in the first case, or by tides and waves in the second. Thus, it's known that practically 70 % of the items found on Spanish beaches are made of plastic, or that fragments of plastic items and cigarette butts are, in number of units, the items that appear most frequently (Buceta et al., 2017).

So far, the sources of these marine litter have been assessed on a yearly basis by means of a method developed by the OSPAR Convention for the Protection of the Northeast Atlantic, which considered 4 possible origins, applying the category “other” to all items with more than a source or whose origin was not clear. In this way, this category appears as the most frequent every year since the beginning of the monitoring programme (MAGRAMA, 2014a, 2014b, 2016; MAPAMA, 2016, 2017; MITECO, 2018a, 2018b).

In the present work, a new method, called Matrix Scoring Technique (Tudor & Williams, 2004), is used to evaluate the sources of marine litter found on Spanish beaches. Such method consists of a scoring matrix based on the probability that a given item is associated with a specific source, considering that a certain type of item may have different origins. Although there are some additional data on marine litter on beaches from different organisations, the results of the official BM-1 programme on litter on beaches for the period 2013-2018, corresponding to the 100 m transect, have been used. This data set includes the results of 604 surveys, carried out on 26 beaches with a periodicity of 4 surveys per year, having counted a total number of 204,350 objects.

Keywords: marine litter, sources, beaches, waste, monitoring.

* Autor de contacto: Jose.L.Buceta@cedex.es

¹ Licenciado en Ciencias Biológicas. Centro de Estudios de Puertos y Costas (CEPYC), del CEDEX.

² Capitán de la Marina Mercante. Subdirección General para la Protección del Mar. Dirección General de la Costa y el Mar. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

³ Licenciada en Ciencias Ambientales. Subdirección General para la Protección del Mar. Dirección General de la Costa y el Mar. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

⁴ Licenciada en Ciencias Biológicas. Centro de Estudios de Puertos y Costas (CEPYC), del CEDEX.

1. INTRODUCCIÓN

Las basuras marinas son un problema global que afecta a todos los océanos del mundo, con efectos ambientales, económicos, sobre la salud y estéticos debidos a malas prácticas en la gestión de residuos sólidos, infraestructuras, actividades y a comportamientos humanos indiscriminados y una insuficiente concienciación ciudadana sobre las consecuencias potenciales de sus acciones (UNEP, 2009).

Se definen como cualquier material sólido, de origen antropogénico, manufacturado o procesado, independientemente de su tamaño, descartado, desechado o abandonado en el medio marino, incluyendo todos los materiales descartados en el mar o la costa o llevados indirectamente al mar por medio de ríos, alcantarillado, aguas pluviales o vientos (UNEP - NOAA, 2012).

Los objetos más comunes que se encuentran en las playas están compuestos por papel, madera, material textil, metal, vidrio, cerámica, goma y plástico descartado por el ser humano (UNEP, 2005). Entre el 60 y el 90 % (a menudo hasta el 100 %) de las basuras marinas que se acumulan en la costa, en la superficie del mar o sobre el fondo marino están constituidas por una combinación de diferentes polímeros plásticos. En el caso de las playas españolas, los resultados obtenidos por el programa BM-1 entre 2013 y 2018 indican que el 71,5 % del total de objetos contabilizados eran de plástico o poliestireno (MITECO, 2018b). A nivel internacional, de la basura depositada en las playas, los objetos más comunes, que constituyen más del 80 % de los objetos contabilizados, están constituidos por colillas de cigarrillo, bolsas de plástico, restos de redes de pesca y envases de comida y bebida de plástico (Andrady, 2015). En el caso español, los objetos que se han contabilizado en el programa de seguimiento parecen ser mucho más diversos, ya que para alcanzar el 80 % de la basura existente habría que listar hasta 18 tipos de objetos, siendo los más frecuentes los fragmentos de plástico, cabos y cuerdas de plástico de pequeño tamaño, colillas de cigarrillo, tapas y tapones de plástico y bastoncillos de algodón. En conjunto, estos 6 tipos de objetos representan el 62,5 % de las basuras contabilizadas en las playas del litoral español en el periodo 2013-2018 (MITECO, 2018b).

El conocimiento de que las basuras marinas suponen uno de los principales problemas ambientales a los que se enfrenta la humanidad es relativamente reciente, ya que hasta las décadas de los 60 y 70 del pasado siglo no comienzan a aparecer algunos artículos científicos centrados sobre todo en los efectos físicos de las basuras marinas sobre la biota y en la ingestión de plásticos. A partir de los años 90, el crecimiento de artículos científicos sobre todos los aspectos relacionados con las basuras marinas ha sido prácticamente exponencial (Ryan, 2015) y sirvieron de base para que la legislación internacional comenzara a tenerlo en cuenta hasta llegar a ser resaltado por la Organización de las Naciones Unidas en la Conferencia sobre Océanos celebrada en Nueva York en 2017 en la que se alcanzaron 178 compromisos específicos para tratar de combatir este problema.

En el ámbito de los Convenios Internacionales para la Protección del Medio Marino, las primeras acciones

específicas, tendentes a conocer y valorar adecuadamente el problema se dieron en el Convenio OSPAR para la Protección del Atlántico Noreste con el Proyecto piloto de Seguimiento de Basuras Marinas en Playas, que se desarrolló entre 2000 y 2006 e incluyó el muestreo periódico de 51 playas en 8 países, entre ellos España (OSPAR Commission, 2007).

Los resultados de los trabajos de investigación y la toma de datos en la naturaleza iban poniendo de manifiesto la importancia real de este problema y su incremento casi en paralelo al aumento en la producción y consumo de plásticos a nivel mundial. Consciente de esta realidad, la Comisión Europea incluyó las basuras marinas en la Directiva Marco sobre la estrategia marina (2008/56/CE) como uno de los 11 descriptores del estado ambiental de los mares europeos. Se trata, concretamente del Descriptor 10: Las propiedades y las cantidades de desechos marinos no resultan nocivas para el medio litoral y el medio marino. Fruto del desarrollo de esta Directiva, en mayo de 2017 se aprueba la Decisión 2017/848/UE sobre los criterios y las normas metodológicas aplicables al buen estado medioambiental de las aguas marinas y se deroga la Decisión 2010/477/UE. En esta nueva Decisión se establece que, para el criterio D10C1 la composición, cantidad y distribución espacial de las basuras en la costa, en la capa superficial de la columna de agua y en el fondo marino se sitúan en niveles que no causan daño en el medio ambiente costero y marino y se recogerá información sobre las fuentes de las basuras, siempre que sea posible.

Las fuentes de las basuras marinas pueden localizarse en el mar (pesca, navegación comercial o recreativa, industria offshore, etc.), o en tierra firme, sin tener forzosamente que estar relacionada con actividades que se desarrollan en la costa sino a muchos kilómetros tierra adentro y ser transportados los objetos a través de escorrentía en época de lluvias, de los ríos o por el viento. El Grupo de Expertos sobre los aspectos científicos de la contaminación marina (GESAMP) estimó que las fuentes terrestres son responsables de hasta un 80 % de la basura marina mientras que el resto es debida a actividades en el mar (Sheavly, 2005). Estas fuentes en tierra están asociadas con actividades antropogénicas como el uso cada vez más frecuente de materiales sintéticos, la industrialización y urbanización de áreas costeras, en las que la gestión de residuos es inadecuada (Chen, 2015).

2. ORIGEN DE LAS BASURAS MARINAS EN LAS PLAYAS

La procedencia de la basura marina que llega a las playas es, en general, difícil de evaluar ya que si bien muchos de los objetos que se han contabilizado pueden asociarse de manera inequívoca con un determinado origen, por ejemplo, un sedal con la pesca o un bastoncillo de algodón con las aguas residuales urbanas, otros muchos pueden no tener un origen único o, incluso, ser imposible de identificar, como es el caso de los objetos fragmentados.

De acuerdo con UNEP (2005) las principales fuentes de basuras marinas, agrupadas en función de si su origen son fuentes terrestres o actividades en el mar, son las que se resumen en la tabla 1.

Tabla 1. Principales fuentes de basuras marinas según UNEP (2005)

Principales fuentes marinas	Principales fuentes terrestres
- Navegación comercial, ferris y líneas de cruceros	- Vertederos municipales en la costa
- Barcos pesqueros	- Transporte de residuos a través de los ríos
- Flota militar y barcos de investigación	- Descarga de aguas residuales urbanas no tratadas y aguas de tormenta
- Navegación de recreo	- Instalaciones industriales
- Plataformas <i>off-shore</i> de petróleo y gas	- Turismo
- Instalaciones de acuicultura	

Dentro del proceso de aplicación de las estrategias marinas españolas, el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD) viene desarrollando desde 2013 el Programa de vigilancia de basuras marinas en playas (Programa BM-1) que incluye muestreos periódicos estacionales en 26 playas de nuestra geografía (Buceta *et al.*, 2017), cuyos resultados son objeto de informes anuales. Hasta el momento, el método empleado por el MITERD en tales informes es el desarrollado por el Convenio OSPAR que se describe con detalle más adelante y que, básicamente, consiste en asignar a cada uno de los 115 tipos de objetos contabilizados una de las siguientes fuentes:

- Pesca (19 tipologías de objeto)
- Transporte marítimo (21 tipos de objeto)
- Turismo (31 tipologías de objeto)
- Instalaciones sanitarias (10 tipos de objeto)
- Otro (34 tipos de objeto)

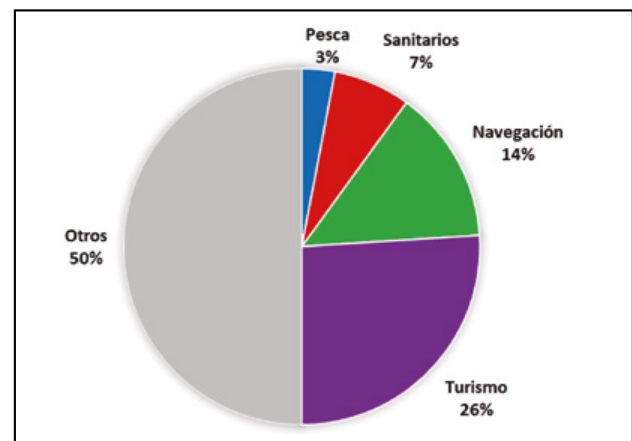
No obstante lo anterior, desde 2017 se incluyeron en el formulario de muestreo utilizado en España (no así en OSPAR) 4 nuevas tipologías de objeto relacionadas con las actividades agrícolas por lo que, desde entonces, en los informes anuales del Programa BM-1 se considera una nueva fuente adicional a las anteriores constituida por la “Agricultura”.

A modo de ejemplo, las nasas o las cajas de pescado se asignan a la pesca; los bastoncillos de algodón, compresas, tampones, etc. a instalaciones sanitarias; las colillas, botellas de plástico o latas de bebida al turismo; y palés, bidones de aceite o cintas de embalaje al transporte marítimo. Dentro de la categoría “Otro” se incluyen aquellos objetos cuyo origen no pueda ser asignado a alguna de las anteriores categorías o aquellos que puedan corresponderse con más de una fuente.

Aplicado este enfoque a los datos disponibles para el periodo 2013-2018, resulta que, tal y como se refleja en la figura 1, la basura de origen desconocido o que se corresponde con más de una fuente resulta ser mayoritaria (50%). La mayor parte de las basuras de origen conocido que se encuentran en las playas españolas están relacionadas con las actividades turísticas (26%) y, en bastante menor medida, con el transporte marítimo o la navegación (14%), o procedente de instalaciones sanitarias (7%), resultando mucho más escasa la presencia de los residuos procedentes de las actividades pesqueras (3%) (MITECO, 2018b).

Si este mismo análisis de fuentes de las basuras se hace con los datos desagregados a nivel de demarcación marina, tal y como puede observarse en la tabla 2 existen

significativas variaciones regionales. Así, en las demarcaciones sudatlántica y canaria los residuos que con más frecuencia aparecen son los atribuibles al uso turístico de las playas, mientras que en las otras tres demarcaciones (noratlántica, Estrecho y Alborán y levantino-balear) lo son los objetos de la categoría “otros”. Resulta asimismo interesante destacar la significativa presencia de residuos relacionados con el transporte marítimo y la navegación en la Demarcación sudatlántica, lo que posiblemente esté relacionado con la gran intensidad de tráfico marítimo que soporta el golfo de Cádiz.

**Figura 1.** Fuentes de las basuras marinas. Total España para el periodo 2013-2018 (Fuente: MITECO, 2018b).**Tabla 2.** Procedencia de las basuras marinas de las playas por demarcación marina (%)

Demarcación marina	Turismo	Navegación	Pesca	Inst. Sanit	Otros
Noratlántica	19	17	4	6	54
Sudatlántica	36	26	4	2	32
Estrecho y Alborán	26	18	1	7	48
Levantino-balear	29	10	3	9	49
Canaria	48	5	1	3	43

(Fuente: MITECO, 2018b)

3. METODOLOGÍA DEL CONVENIO OSPAR PARA LA EVALUACIÓN DE FUENTES DE BASURAS MARINAS EN LAS PLAYAS

El Programa Piloto del Convenio OSPAR para el Seguimiento de Basuras Marinas en Playas se inició en 1999 mientras que el protocolo de muestreo a utilizar fue probado y acordado durante el 2000 y, finalmente, los muestreos comenzaron en enero de 2001. España contribuyó desde su inicio a este programa piloto con muestreos en la playa de A Lanzada (Pontevedra) y a los pocos meses se incorporó la de Baldaio (A Coruña). Con el paso del tiempo se incorporaron al programa otras tres playas: Valdevaqueiros (Cádiz) en 2004, O Rostro (A Coruña) en 2007 y Laga (Bizkaia) en 2008. Dentro del desarrollo de este programa, en 2005 se elaboró una metodología para evaluación de las posibles fuentes de basuras marinas, basado en indicadores que representan cada una de las fuentes tenidas en consideración (OSPAR Commission, 2007). Este método, en lugar de asignar a un determinado origen cada uno de los objetos incluidos entonces en el listado, utiliza únicamente

un conjunto restringido de tales objetos que pueden considerarse indicadores de cada una de las fuentes definidas. Las características de los objetos seleccionados como indicadores serían:

- Típicos de la fuente que representan
- Comunes y frecuentes en el área de muestreo
- Fáciles de identificar
- Fáciles de localizar
- Fáciles de ser contabilizados

Se decidió contemplar únicamente 5 posibles orígenes de las basuras marinas, que se consideraban los más frecuentes en el Atlántico noreste, asignándose a cada uno de los mismos los indicadores incluidos en la tabla 3.

El uso de este método no proporciona información sobre la importancia relativa de las diferentes fuentes responsables de la contaminación por basura en una región dada, porque solo una pequeña selección de los objetos realmente registrados en la costa se utiliza como indicador. Tal como puede observarse en la tabla 3, el sistema utiliza un total de 37 objetos diferentes (13 para pesca, 6 para vertidos no operacionales, 4 para sanitarios, 7 para vertidos operacionales y 7 para turismo), mientras que el formulario utilizado para el muestreo del transecto de 100 metros incluía en aquel entonces 110 objetos diferentes. Es decir, en la evaluación de fuentes se utilizaban únicamente el 34 % de los tipos de objeto que se contabilizaban en las campañas y con un reparto proporcional muy desigual entre los diferentes posibles orígenes. Sin embargo, esta metodología puede dar una indicación de qué fuentes están involucradas, es decir, si se detecta un indicador asociado a una de las fuentes, entonces dicha fuente es responsable de una cierta cantidad de la basura que aparece en esa costa y se puede usar para calcular tendencias en los aportes de las fuentes consideradas (Veiga *et al.*, 2016).

Si bien el programa piloto tuvo una duración de 6 años (2001-2006), a la vista de los resultados obtenidos se decidió su continuación, en esta ocasión ya no como acción piloto sino como una acción voluntaria para las Partes Contratantes del Convenio OSPAR que se fue renovando en diferentes periodos (OSPAR Agreements 2007-07, 2010-06 y 2011-01). Finalmente, en 2014 mediante el OSPAR Agreement 2014-02, se incorporó al JAMP (*Joint Assessment and Monitoring Programme*), dejando entonces de

ser voluntario para pasar a ser obligatorio para los países que forman parte del Convenio.

Dentro del periodo en que fue un acuerdo voluntario, se introdujeron en el formulario de muestreo una serie de cambios y adaptaciones. Consistieron, fundamentalmente, en una modificación en el criterio para clasificar las cuerdas o cabos, pasando de la longitud a su grosor, la introducción de algunos nuevos tipos de objeto así como la eliminación de otros y algunas pequeñas matizaciones en la definición de alguno de ellos. Estas modificaciones originaron que el formulario de muestreo utilizado a partir de enero de 2010 (que es en el que se basa el programa español BM-1) contenga un total de 115 tipos de objeto diferentes.

Con los datos recogidos en el programa se han llevado a cabo diversas evaluaciones, una a la finalización del programa piloto, una segunda para su inclusión en el *Quality Status Report* de 2010 y una tercera para el *Intermediate Assessment* realizado en 2017 con todos los datos del Convenio OSPAR. En la preparación de esta última evaluación se consideraron dos metodologías para el tratamiento de los datos existentes, una propuesta por Alemania (Schulz *et al.*, 2013) y otra por los Países Bajos (Van Franeker, 2013). El método aplicado por el MITERD y cuyos resultados se han resumido anteriormente es el desarrollado por los Países Bajos. En ambos enfoques el análisis de fuentes asumía que los objetos contabilizados han sido utilizados en un sector particular (por ejemplo, pesca o navegación) o son liberados al medio marino a través de una fuente específica (por ejemplo, el vertido de aguas residuales). Así, cada tipo de objeto se atribuye a una fuente determinada. Sin embargo, la aplicación de este método planteaba tres problemas fundamentales:

- Algunas de las tipologías de objetos no resultan identificables, bien por no estar específicamente particularizados en el listado (categorías de “otros objetos” que existen para cada tipo de material) o bien por estar constituidos por fragmentos que hacen imposible reconocer de qué tipología de objeto concreto proceden.
- Hay varios tipos de objetos que pueden proceder de más de una de las fuentes consideradas. Por ejemplo, las colillas de cigarrillos que son tan frecuentes en las playas, provienen en su gran mayoría del uso

Tabla 3. Fuentes e indicadores asociados utilizados en el Programa Piloto de OSPAR de Seguimiento de Basuras Marinas en Playas (OSPAR Commission, 2007)

Fuente	Indicadores
Pesca, incluyendo acuicultura	Bidones de plástico con asa; Cajas de pescado; Sedales; Pesos de pesca; Guantes de goma; Cuerdas y redes menores de 50 cm; Cuerdas y redes mayores de 50 cm; Fragmentos de redes y cuerdas enmarañadas; Nasas (nécoras, langostas...); Nasas para pulpos; Redes o bolsas para el cultivo de ostras y mejillones; Cestas para el cultivo de ostras; Tahitianas (láminas plásticas usadas en el cultivo de mejillón).
Residuos no operacionales procedentes de la navegación comercial y pesquera y las actividades <i>off-shore</i> (residuos no operacionales)	Tetrapaks o envases de cartón; Envases de productos de limpieza; Envases de aerosoles; Latas de conservas; Guantes de plástico; Cajas de plástico.
Sanitario y relacionado con las aguas residuales	Preservativos; Bastoncillos de algodón; Compresas, toallitas higiénicas, etc.; Tampones (incluidos los aplicadores).
Navegación, incluyendo actividades <i>off-shore</i> (residuos operacionales)	Cintas de embalaje; Embalajes industriales; Cascos protectores; Palés de madera; Bidones de aceite; Bombillas y Fluorescentes; Tubos de silicona y selladores.
Turismo y actividades recreativas	Cintas portatalas; Bolsas de plástico; Botellas y garrafas de plástico; Latas de bebida; Envases de alimentos de plástico; Botellas de vidrio; Bolsas, envoltorios, palos de chucherías.

turístico de las mismas pero también, en menor proporción, podrían haber sido aportados a la playa por el propio mar donde llegaron por vertido desde una embarcación, puertos, aguas de escorrentía, etc.

- El método aplicado únicamente permite la asociación de cada tipo de objeto del listado con una fuente concreta, asignándose a la fuente “otros” aquellos objetos irreconocibles, no catalogados o que pueden tener más de un origen.

En 2014 se procedió a unificar ambas aproximaciones y adoptar una única metodología consensuada para la evaluación de los datos, que se aprobó en la reunión del Comité de Actividades Humanas (EIHA) del Convenio OSPAR correspondiente a 2015. Fue entonces cuando se reconoció la necesidad de mejorar el método para aumentar la fiabilidad de los resultados, así como analizar la atribución de fuente(s) para cada objeto del listado a nivel subregional dado que, por las características geográficas, culturales o socioeconómicas, para un mismo tipo de objeto, la fuente (o vía de entrada) puede variar de unos países a otros. Se establece que la evaluación de fuentes debe hacerse por país, por subregión y a nivel de toda el área OSPAR con los datos recogidos en la totalidad de las playas durante un ciclo de 6 años.

La metodología adoptada propone distinguir entre las siguientes fuentes principales:

- Navegación
- Pesca
- Turismo
- Aportes desde tierra (incluidos ríos)
- Dudosa

La fiabilidad para asignar un tipo de objeto a una fuente determinada debe ser de media a alta. Se propone utilizar la clasificación “dudosa” para aquellos objetos en que no se pueda estar seguro de su procedencia, contándose con grupos de expertos y resultados de estudios previos sobre asignación de fuentes (Tudor *et al.*, 2002; Tudor y Williams, 2004; Van Franeker, 2013; Williams *et al.*, 2003).

Una vez elaborada a nivel nacional o subregional la lista de asignación de fuentes, la evaluación de las mismas se puede realizar utilizando la técnica conocida como *Matrix Scoring Technique* (Tudor y Williams, 2004) desarrollada posteriormente en el marco de la implementación de la Directiva Marco sobre la estrategia marina (ARCADIS, 2012 y ARCADIS, 2013).

4. NUEVA METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE FUENTES DE BASURAS MARINAS DE LAS PLAYAS

Tudor y Williams (2004) desarrollaron la metodología conocida como *Matrix Scoring Technique* (MST) basándose en los métodos propuestos por Whiting (1998) y Earll *et al.* (2000) para determinar las fuentes de basuras marinas en una playa del Canal de Bristol. La técnica utiliza una clasificación por probabilidades que incluye las 6 categorías que se recogen en la tabla 5 en lugar de las cinco propuestas por Earll *et al.* (tabla 4). En ambos casos, cada categoría se asocia a una probabilidad de que el objeto proceda de una determinada fuente.

A cada una de las probabilidades se le asigna una puntuación que permite el cálculo de la proporción sobre el total de las basuras marinas contabilizadas que procede de las diferentes fuentes consideradas. Tudor y Williams (2004) analizaron 5 sistemas de puntuación diferentes de acuerdo con lo reflejado en la tabla 5, consistentes en una mayor diferencia numérica entre las diferentes categorías. Además, el sistema E incorpora la posibilidad de que una determinada fuente sea imposible que origine la aparición de un objeto determinado, en cuyo caso, la puntuación otorgada a la misma será cero.

Tabla 4. Probabilidad según Earll *et al.* (2000)

Probabilidad	Puntuación según probabilidad	Distribución porcentual
Muy Improbable (UU)	0,001%	0
Improbable (U)	0,001 – 10%	0 al 10%
Posible (P)	10 – 50%	10 al 90%
Probable (L)	> 90%	Más del 90%
Muy Probable (LL)	100%	100%

Esta última circunstancia junto con los resultados obtenidos de la aplicación de los diferentes sistemas de puntuación llevó a los autores a considerar el sistema E como el más recomendable.

Al aplicar este método sobre la base de datos (ya sea la española o la del Convenio OSPAR) organizada como número de observaciones de cada tipo de objeto, a cada tipología se le asigna una de las 6 puntuaciones. Se resuelve de esta manera el problema anteriormente descrito de poder asignar únicamente un origen a cada tipo de objeto. Se trata, pues, de un enfoque de probabilidad que, con el juicio experto, debe responder a la pregunta ¿Cómo de probable es que un tipo de objeto proceda de una fuente determinada?

Tabla 5. Sistemas de puntuación (A-E) para la probabilidad de que un objeto proceda de una fuente particular (Tudor y Williams, 2004)

Probabilidad	A	B	C	D	E
Muy Probable	4	9	16	16	16
Probable	3	7	8	4	4
Posible	2	5	4	2	2
Improbable	1	3	2	1	1
Muy improbable	0	1	1	0,25	0,25
No considerado como fuente					0

Un elemento fundamental de la metodología son las fuentes que deben tenerse en consideración para la evaluación según se discute más adelante. Partiendo de las fuentes que se han venido evaluando por el MITERD (Turismo, Pesca, Navegación y Vertido de aguas residuales) para cada uno de los tipos de objetos incluidos en el formulario de muestreo (excepto fragmentos no reconocibles y aquellos no singularizados, para los que es imposible atribuir un origen) se debe analizar la probabilidad de que proceda de una de tales fuentes y asignarle la puntuación correspondiente.

A modo de ejemplo, de acuerdo con el informe de resultados para el periodo 2013-2018 uno de los objetos reconocibles que ha resultado más frecuente fueron las colillas de cigarrillo, con 19.413 unidades registradas,

que representan un 9,5 % sobre el total de objetos contabilizados. Debido a su utilización, este tipo de objeto es “muy probable” que proceda de los usuarios de las playas (Turismo) por lo que se asigna la puntuación 16 a esta fuente, pero también es “probable” que pudieran proceder de las aguas residuales, chiringuitos y terrazas (Comercio y Hostelería) o cualquier otra actividad en tierra donde concurren personas fumadoras por lo que se asignará la puntuación 4 a cada una de estas tres fuentes. Se le asigna la puntuación 2, considerando que es posible que procedan de personas que trabajan en la pesca, la acuicultura, la navegación o la construcción y demolición. Sería “improbable” que tales colillas procedieran de otras actividades en el mar por lo que se asignaría la puntuación 1 a tal fuente y, por último, sería “muy improbable” que su origen fuesen las personas que trabajan en tareas agrícolas por lo que se le asignaría la puntuación 0,25 a esta fuente. La puntuación total asignada para las colillas (cada objeto del listado tendrá una que puede ser diferente) resulta ser $2+2+4+16+2+0,25+2+4+4+1= 37,25$.

Así se llegará a concluir que la proporción de objetos procedentes de la fuente “X” debidos exclusivamente a esta tipología de objeto (colillas de cigarrillo) será:

$$\frac{\text{Puntos fuente X}}{\text{Puntos total de fuentes}} * \text{Frecuencia aparición del objeto (\%)} = 4,1\%$$

Es decir, que para el caso del Turismo en playa:

$$\frac{16}{37,25} * 9,5 = 4,1\%$$

O, para las fuentes Aguas residuales, Comercio y hostelería u Otras actividades en tierra:

$$\frac{4}{37,25} * 9,5 = 1,0\%$$

Idéntico procedimiento debe repetirse para cada uno de los objetos incluidos en el formulario de muestreo exceptuando aquellos no reconocibles (fragmentos y tipos “otros”). La proporción total de objetos procedente de cada fuente vendrá dada por la suma de los porcentajes obtenidos para cada objeto individual.

Un aspecto que no aparece explicado en la metodología original ni en la bibliografía consultada es el número

máximo de veces que se puede repetir una misma probabilidad para un objeto determinado, es decir, que si a una determinada fuente se le asigna el valor 16 por ser muy probable que esa tipología de objeto proceda de la misma ¿Es posible asignar tal valor a otra de las fuentes?; optándose en el presente trabajo porque si una fuente determinada resultaba “muy probable” (puntuación 16) ninguna otra fuente podría ser también “muy probable”. La puntuación 4, correspondiente a “probable” podría repetirse cuatro veces, la 2 seis veces, la puntuación 1 ocho veces y la 0,25 no tendría límite de veces de poderse repetir para el mismo objeto.

5. FUENTES DE BASURAS MARINAS A CONSIDERAR

Un tema clave en la aplicación del método MST es el número y tipo de posibles fuentes de basuras marinas que se consideran. En principio, la lista de fuentes podría estar abierta para considerar, dependiendo de su importancia en el área geográfica de aplicación, cualquier tipo de origen, pudiéndose ser tan específico como se desee. No obstante, la dificultad proviene de la posibilidad de diferenciar tales orígenes entre sí. Por ejemplo, en el estudio de ARCADIS (2012) se distingue entre navegación comercial y navegación recreativa o entre pesca y pesca recreativa. En tales casos resulta de gran dificultad asignar unas determinadas probabilidades diferentes para estas fuentes que son, en realidad, muy similares en cuanto a la generación de un tipo específico de residuo.

En el extremo opuesto, planteamientos demasiado conservadores en cuanto al número de fuentes a considerar, entre los que se encuentran los del Convenio OSPAR que considera únicamente unas fuentes de carácter muy general, presenta la gran desventaja de que un significativo número de objetos no puedan ser asignados a fuente alguna, razón que contribuye al alto porcentaje con el que aparece la categoría “otros” en todas las evaluaciones realizadas.

La tabla 6 incluye las fuentes consideradas en los estudios más relevantes realizados hasta la fecha, utilicen o no el método MST.

Teniendo en consideración la tipología de los objetos que aparecen habitualmente en las playas españolas, el enfoque que parece más adecuado es una selección de

Tabla 6. Fuentes de basuras marinas consideradas en los estudios recientes más relevantes

Estudio	Nº de fuentes consideradas	Fuentes
OSPAR Commission, 2009	5	Pesca y acuicultura; Residuos no operacionales procedentes de actividades marítimas; Sanitario; Residuos operacionales de navegación y Turismo y actividades recreativas.
Van Franeker, 2013	5	Pesca; Navegación; Sanitario; Turismo y Otros.
ARCADIS, 2012	15	Agricultura, Acuicultura, Turismo en playa, Construcción y demolición, Vertidos y vertederos, Pesca, Residuos domésticos, Otras industrias en tierra, Otras industrias marinas, Actividades portuarias, Navegación recreativa, Pesca recreativa, Navegación Aguas residuales, Recogida y transporte de residuos.
Vlachogianni <i>et al.</i> , 2018	8	Actividades en la costa, Pesca y acuicultura, Navegación, Vertidos incontrolados, Aguas residuales, Residuos médicos, Agricultura y Sin fuente conocida.
Pieper <i>et al.</i> , 2019	8	Turismo; Escorrentía; Aguas residuales; Construcción; Vertidos accidentales; Comportamiento inadecuado; Pesca y Navegación; Transportado desde larga distancia.
Schäfer <i>et al.</i> , 2019	10	Pesca; Turismo y actividades recreativas; Navegación comercial; Instalaciones y operaciones portuarias; Comercio e Industria terrestre; Navegación recreativa; Otras industrias marítimas (campos eólicos, plataformas de gas y petróleo); Acuicultura; Recogida y vertido de residuos domésticos; Vertidos de aguas residuales y escorrentía.

las fuentes de mayor relevancia, sin entrar a segregar en fuentes secundarias que pudieran estar encuadradas en las anteriores. Así, diferenciar residuos procedentes de la navegación comercial o la navegación recreativa, además de resultar bastante complejo, no aportaría información relevante.

Así, las fuentes que se han seleccionado para la aplicación del método MST en el presente trabajo han sido las siguientes:

- Pesca
- Acuicultura
- Aguas residuales
- Turismo en playa
- Navegación
- Agricultura
- Construcción y demolición
- Comercio y Hostelería
- Otras actividades en tierra
- Otras actividades en el mar

Los sectores incluidos en cada una de las anteriores fuentes son los que, de manera resumida, se incluyen en la tabla 7.

6. ASIGNACIÓN DE PROBABILIDADES

Una vez decididas las fuentes que se iban a considerar, la totalidad de objetos incluidos en el formulario de muestreo fueron objeto de análisis de manera individual por cada uno de los autores del presente artículo. Posteriormente se elaboró, de manera consensuada, una valoración completa y la asignación de los valores correspondientes a la probabilidad establecida de acuerdo con el sistema E de la tabla 5.

En una segunda fase, el MITERD convocó dos talleres de especialistas en materia de basuras marinas a los que fue sometida la propuesta llegándose a una tabla final de probabilidades. En los mencionados talleres participaron especialistas procedentes del sector académico (Universidad Autónoma de Madrid), Centros de investigación

(Instituto Español de Oceanografía), Administración periférica (Demarcación de Costas de Murcia), organizaciones de ámbito internacional (Centro de Acción Regional para la Producción y Consumo Sostenibles de UNEP/MAP), Organizaciones no gubernamentales (Asociación Ambiente Europeo, Surfrider Foundation, SUBMON, Paisaje Limpio, Asociación Vertidos Cero) y otras instituciones (Cruz Roja Española).

En la discusión tenida en estos talleres, además de la propia asignación de probabilidades para todos los objetos que se incluyen en el Top X y representan más del 80 % de la basura encontrada en nuestras playas, se llegó a dos importantes conclusiones que presentan repercusión para la aplicación de esta metodología. Por una parte, se detectó que, sobre todo para determinados tipos de objeto, la probabilidad podía resultar diferente dependiendo de la zona o demarcación marina en la que se aplicase. Así, determinados objetos que en el Atlántico pueden ser más probables que procedan de una fuente, en el Mediterráneo, sin embargo, pueden proceder con mayor probabilidad de otra fuente diferente debido, por ejemplo, al régimen pluvial torrencial en épocas de gota fría o a costumbres y usos diferentes. Teniendo en cuenta que los resultados del presente trabajo se van a utilizar en el ámbito del Convenio OSPAR se decidió asignar las probabilidades asumiendo su aplicación práctica inmediata a las demarcaciones noratlántica y sudatlántica y que cuando se aplique específicamente al Mediterráneo o a Canarias posiblemente haya que proceder a su revisión para algunos objetos. Por otra parte, se coincidió en que esta metodología no podría ser utilizada para todas las tipologías de objeto incluidas en el listado, sino que se deberían eliminar en la evaluación los objetos no identificados (fragmentos y otros objetos correspondientes a las categorías de material) aunque se podrían mantener en la misma los otros objetos correspondientes a usos (otros objetos higiénico-sanitarios u otros residuos médicos) por cuanto su origen más probable sí puede ser conocido. Así, se procedió a eliminar de la evaluación los objetos con identificación OSPAR 117, 46, 47, 48, 53, 59, 67, 74, 75, 89, 90, 93 y 96.

Tabla 7. Fuentes de basuras marinas en las playas seleccionadas y detalle de las actividades que incluyen

Fuente seleccionada	Actividades que incluye
Pesca	Todas las actividades pesqueras, comerciales o recreativas y la generación de basuras en puertos pesqueros. Incluye las actividades de marisqueo en la naturaleza con o sin embarcación y también la pesca con caña u otros artes desde la costa.
Acuicultura	Todas las actividades de cultivo de vertebrados e invertebrados de origen marino (tanto peces como crustáceos o moluscos) así como cultivo de algas para alimentación o industria. Se incluyen todas las instalaciones de cría y engorde tanto en el mar como en la zona costera (por ejemplo cetáreas), así como las infraestructuras que pudieran utilizar (por ejemplo depuradoras).
Aguas residuales	Basura procedente de emisiones desde estaciones depuradoras de aguas residuales o redes de alcantarillado incluyendo los reboses.
Turismo en playa	Turismo y actividades recreativas cerca de la costa, deportes acuáticos en la playa (por ejemplo surf o esquí náutico).
Navegación	Tráfico de buques de transporte de viajeros o mercancías, así como la navegación recreativa. Se incluyen también las instalaciones portuarias.
Agricultura	Todas las operaciones relacionadas con el cultivo en la zona terrestre de cualquier tipo de vegetal a cielo abierto o en invernaderos.
Construcción y demolición	Todos los residuos generados en las obras de edificación, urbanización, demolición, reforma y mantenimiento de edificaciones o infraestructuras, así como obras públicas.
Comercio y Hostelería	Mercadillos, venta ambulante, comercios del paseo marítimo y terrazas y chiringuitos en la playa y sus proximidades.
Otras actividades en tierra	Residuos generados por cualquier otra actividad humana que se desarrolle en la zona terrestre diferente a las anteriormente consideradas, por ejemplo, industria o gestión de basuras urbanas. Incluye toda la basura generada en tierra que pueda ser transportada al mar por los ríos.
Otras actividades en el mar	Residuos generados por cualquier otra actividad humana que se desarrolle en la zona marina diferente a las anteriormente consideradas (por ejemplo generación de energía, extracción de recursos minerales, arrecifes artificiales, etc.).

Tabla 8. Probabilidades por fuente para los objetos más frecuentes

OBJETO										
	Pesca	Acuicultura	Aguas residuales	Turismo en playa	Navegación	Agricultura	Construcción y demolición	Comercio y Hostelería	Otras actividades en tierra	Otras actividades en el mar
Cabitos/Cuerdas/ Cordeles de plástico (diámetro menor de 1 cm)	16	4	0,25	1	4	1	0	0,25	2	2
Colillas	2	2	4	16	2	0,25	2	4	4	1
Tapas, Tapones y corchos de plástico	2	2	4	4	2	0,25	0,25	4	4	0,25
Bastoncillos de algodón	0	0	16	0,25	2	0	0	0,25	4	0,25
Botellas y garrafas de bebida de plástico	2	2	4	4	2	0,25	0,25	4	16	0,25
Bolsas patatas fritas, envoltorios, palos de chucherías y helados	1	0	4	4	2	0	0	4	4	0,25
Espumas sintéticas (p. ej. trozos de poliuretano)	4	4	0	0	4	0	16	0	4	2
Bolsas de la compra (o trozos reconocibles)	2	1	4	4	2	0,25	0	4	4	0,25
Cabos y Cuerdas de plástico (diámetro mayor de 1 cm)	4	4	0	1	4	0,25	0,25	0,25	1	4
Pajitas, Cubiertos y platos de plástico	2	0	1	4	2	0	0	4	4	0,25
Envases de comida (yogures, mantequilla, comida rápida, etc.)	2	0	1	16	2	0	0	4	4	0,25
Latas de bebida	2	1	2	16	2	0,25	1	4	4	0,25

Resulta necesario resaltar que entre los tipos de objeto descartados se encuentran 5 de los 18 tipos que integran el Top X por lo que su eliminación supone no tener en cuenta un total de 73.661 objetos o, lo que es lo mismo, un 36 % del total de la basura contabilizada.

La tabla 8 incluye, a título de ejemplo, las probabilidades asignadas a cada fuente para el caso de algunos de los objetos más frecuentes.

7. RESULTADOS

El procedimiento metodológico ha sido aplicado a los datos correspondientes al Programa BM-1 recopilados para el primer ciclo de aplicación de las estrategias marinas, es decir, 2013-2018. Tales datos se encuentran recopilados en un informe de síntesis elaborado por la Dirección General de la Costa y el Mar y disponible a través de la página web del Ministerio (MITECO, 2018b).

Teniendo en consideración exclusivamente los objetos identificables y aplicando el método MST con el sistema E de valoración de probabilidades resulta que, para el conjunto de datos correspondiente a la totalidad de playas incluidas en el Programa BM-1, las cuatro principales fuentes de basuras marinas son, por este orden, el turismo en playa, la pesca, otras actividades en tierra y las aguas residuales (figura 2).

Si el método se aplica por separado tomando los datos correspondientes a cada demarcación marina, los resultados son los que se incluyen en la tabla 9 que, a juicio de los autores, resultan de una gran coherencia y vienen a indicar la bondad de este método. Así, por ejemplo, es en las playas de Canarias en las que el uso turístico de las mismas es el mayor responsable de la aparición de basura marina y, sin embargo, en las de la Demarcación noratlántica dicho uso es el que origina una menor aparición de basura en las playas. Los residuos derivados de la pesca aparecen como la

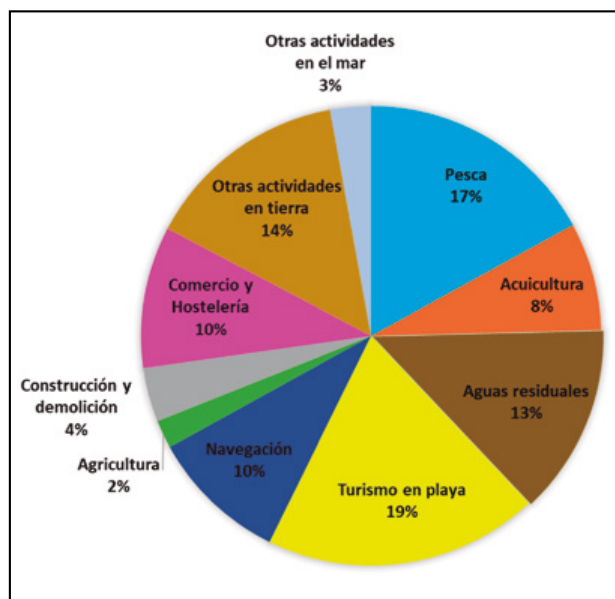


Figura 2. Resultado de la aplicación del *Matrix Score Technique* para el total de España del periodo 2013-2018.

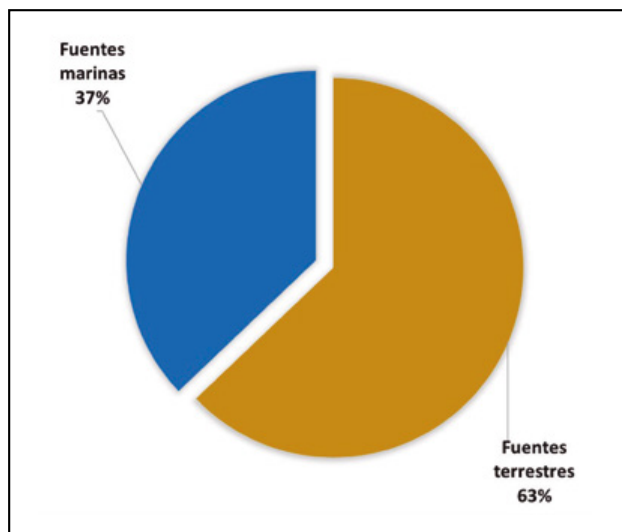
principal fuente de basuras en playas del Atlántico, pero no así en el Mediterráneo ni en Canarias. La acuicultura supone una fuente significativamente mayor en la Demarcación noratlántica respecto a las demás. El comercio y la hostelería aparecen como responsables de un mayor aporte de basuras en las demarcaciones sudatlántica, levantino-balear y canaria respecto de la noratlántica o, en menor medida, Estrecho y Alborán lo que pudiera estar relacionado con la desigual distribución de chiringuitos playeros. En lo que a la agricultura se refiere, existe una muy significativa diferencia entre la Demarcación del Estrecho y Alborán y el resto. Por último, cabe destacar también interesantes diferencias en la basura procedente de las aguas residuales si bien, como anteriormente se ha apuntado, esta es una

Tabla 9. Porcentaje de basura marina que procede de cada fuente por demarcación marina

	Pesca	Acuicultura	Aguas residuales	Turismo en playa	Navegación	Agricultura	Construcción y demolición	Comercio y Hostelería	Otras actividades en tierra	Otras actividades en el mar
Demarcación marina										
Noratlántica	18,8	10,1	12,6	15,3	10,3	1,8	4,2	8,8	14,9	3,2
Sudatlántica	21,9	7,2	7,4	18,0	10,0	1,9	3,3	12,1	15,0	3,1
Estr. y Alborán	16,8	6,5	12,6	17,8	9,0	8,9	2,5	9,0	14,0	2,8
Levantino-balear	14,6	5,7	15,4	21,4	9,1	2,8	3,7	10,5	14,3	2,4
Canaria	10,6	5,5	10,6	32,1	7,6	1,3	4,6	11,4	13,9	2,4

fuentes en la que se debería tener en cuenta el régimen de pluviosidad a la hora de asignar probabilidades por lo que resulta necesario un análisis más detenido.

Tal y como se apuntó en la introducción del presente artículo, comúnmente se hace referencia al “hecho” de que el 80 % de la basura en los océanos del mundo proviene de tierra, y, por lo tanto, el 20 % proviene del mar. Esta estadística frecuentemente citada no parece estar soportada por datos, artículos científicos o informes técnicos (GESAMP, 2020). Los resultados alcanzados en el presente trabajo, aun cuando resultan representativos exclusivamente de la realidad existente en las playas españolas, podrían contribuir a validar esta estimación.

**Figura 3.** Procedencia de la basura marina de acuerdo con los resultados de este trabajo.

Considerando que de las fuentes seleccionadas, pesca, acuicultura, navegación y otras actividades en el mar se corresponderían con fuentes marinas y el resto con fuentes terrestres, para el conjunto de España se verificaría, tal y como se refleja en la figura 3, que las actividades en tierra representan el origen del 63 % de la basura mientras que las fuentes marinas resultan responsables del 37 % de la basura contabilizada en las playas, resultados que resultan significativamente diferentes de las estimaciones a nivel mundial reseñadas anteriormente.

8. AGRADECIMIENTOS

Se agradece a todo el personal técnico de las unidades periféricas de la Dirección General de la Costa y el Mar, y al resto de personal encargado de la realización de las campañas, su esfuerzo en la recopilación de los datos utilizados en el presente artículo. Asimismo, resulta necesario agradecer a todas las instituciones y personas que participaron en los talleres de expertos para validar la asignación de probabilidades, con cuyo esfuerzo se mejoró de manera notable el resultado obtenido.

9. REFERENCIAS

- Andrady, A.L. (2015). Persistence of plastic litter in the oceans. En Bergmann, M., Gutow, L., y Klages, M. (eds.), *Marine Anthropogenic Litter* (pp. 57-72). Heidelberg: Springer.
- ARCADIS, EUCC, MILIEU (2012). Pilot project ‘4 Seas’ – plastic recycling cycle and marine environmental impact: Case studies on the plastic cycle and its loopholes in the four European regional seas areas. European Commission Project number BE011102328.
- ARCADIS, EUCC (2014). Marine litter study to support the establishment of an initial quantitative headline reduction target, SFRA0025, European Commission-DG for Environment, Project number BE0113.000668. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Buceta, J.L., Gil Gamundi, J.L., y Martínez-Gil, M. (2017). Seguimiento de basuras marinas en playas españolas. *Ingeniería Civil*, nº 188, pp. 81-93.
- Chen, C.L. (2015). Regulation and Management of Marine Litter. En Bergmann, M., Gutow, L., y Klages, M. (eds.), *Marine Anthropogenic Litter* (pp. 395-428). Heidelberg: Springer.
- Earll, R.C., Williams, A.T., Simmons, S.L., y Tudor, D.T. (2000). Aquatic litter, management and prevention. The role of measurement. *Journal of Coastal Conservation*, 6(1): pp. 67-78. <https://doi.org/10.1007/BF02730470>
- European Commission (2013). *Guidance on Monitoring of Marine Litter in European Seas. A guidance document within the Common Implementation Strategy for the Marine Strategy Framework Directive*. Ispra (VA/Italy): Joint Research Centre/Institute for Environment and Sustainability.
- GESAMP (Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection) (1991). *The State of Marine Environment*. London (UK): Blackwell Scientific Publications.

GESAMP (Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection) (2020). *Second Interim Report of GESAMP Working Group 43 on sea-based sources of marine litter. A review of current knowledge and assessment of data gaps*. London (UK): International Maritime Organization (IMO).

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA) (2014a). *Programa de seguimiento de basuras marinas en playas. Informe de resultados 2013*. Madrid: MAGRAMA.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA) (2014b). *Programa de seguimiento de basuras marinas en playas. Informe de resultados 2014*. Madrid: MAGRAMA.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA) (2016). *Programa de seguimiento de basuras marinas en playas. Informe de resultados 2015*. Madrid: MAGRAMA.

Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA) (2016). *Programa de seguimiento de basuras marinas en playas. Informe de resultados 2016*. Madrid: MAPAMA.

Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA) (2017). *Programa de seguimiento de basuras marinas en playas. Informe de resultados 2017*. Madrid: MAPAMA.

Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA) (2017). *Programa de vigilancia de basuras marinas en playas. Protocolo de muestreo*. Madrid: MAPAMA.

Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO) (2018a). *Programa de seguimiento de basuras marinas en playas. Informe de resultados 2018*. Madrid: MITECO.

Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO) (2018b). *Programa de seguimiento de basuras marinas en playas. Informe de resultados Periodo 2013-2018*. Madrid: MITECO.

OSPAR Commission (2007). *OSPAR Pilot Project on Monitoring Marine Beach Litter. Monitoring of marine litter in the OSPAR region*. London (UK): OSPAR.

OSPAR Commission (2009). *Marine litter in the North-East Atlantic Region. Assessment and priorities for response*. London (UK): OSPAR.

OSPAR Commission (2010). *Guideline for Monitoring Marine Litter on the Beaches in the OSPAR Maritime Area*. Publication number 526/2010. London (UK): OSPAR.

Pieper, C., Amaral-Zettler, L., Law, K.L., Loureiro, C.M., y Martins, A. (2019). Application of Matrix Scoring Techniques to evaluate marine debris sources in the remote islands of the Azores Archipelago. *Environ Pollut*, June 2019, pp. 666-675. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.03.084>

Ryan, P.G. (2015). A Brief History of Marine Litter Research. En Bergmann, M., Gutow, L., y Klages, M. (eds.), *Marine Anthropogenic Litter* (pp. 1-25). Heidelberg: Springer.

Schäfer, E., Scheele, U., y Papenjohann, M. (2019). Identifying sources of marine litter: Application of the Matrix Scoring Technique to the German North Sea region. Report commissioned by Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Kü-

ten- und Naturschutz (NLWKN) and Landesbetrieb für Küstenschutz. Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein (LKN. SH) (2019), p. 65.

Schulz, M., Neumann, D., Fleet, D.M., y Matthies M. (2013). A multi-criteria evaluation system for marine litter pollution based on statistical analyses of OSPAR beach litter monitoring time series. *Marine Environmental Research*. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2013.08.013>

Sheavly, S.B. (2005). Marine debris. An overview of a critical issue for our oceans. *Sixth Meeting of the UN Open-ended Informal Consultative Process on Oceans & the Law of the Sea*. New York, June 6-10, 2005.

Tudor, D.T., Williams, A., Randerson, P., y Ergin, A. (2002). The use of multivariate statistical techniques to establish beach debris pollution sources. *Journal of Coastal Research*, 36, pp. 716-725. <https://www.researchgate.net/deref/http%3A%2F%2Fdx.doi.org%2F10.2112%2F1551-5036-36.sp1.716>

Tudor D., y Williams A.T. (2004). Development of a 'Matrix Scoring Technique' to determine litter sources at a Bristol Channel beach. *Journal of Coastal Conservation*, 10, pp.119-127. [https://doi.org/10.1652/1400-0350\(2004\)010\[0119:DOAMST\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1652/1400-0350(2004)010[0119:DOAMST]2.0.CO;2)

United Nations Environment Programme (UNEP) (2005). *Marine Litter. An Analytical Overview*. Nairobi (Kenia): UNEP.

United Nations Environment Programme (UNEP) (2009). *Marine Litter. A Global Challenge*. Nairobi (Kenia): UNEP.

United Nations Environment Programme (UNEP)-National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) (2011). *The Honolulu Strategy. A Global Framework for Prevention and Management of Marine Debris*. Honolulu (HI/EE UU): UNEP-NOAA.

Van Franeker, J.A. (2013). Survey of methods and data analyses in the Netherlands OSPAR Beach Litter Monitoring program. <https://www.researchgate.net/deref/http%3A%2F%2Fdx.doi.org%2F10.13140%2FRG.2.2.16144.02567>

Veiga, J.M., Fleet, D., Kinsey, S., Nilsson, P., Vlachogianni, T., Werner, S., Galgani, F., Thompson, R.C., Dagevos, J., Gago, J., Sobral, P., y Croning, R. (2016). *Identifying Sources of Marine Litter*. MSFD GES TG Marine Litter Thematic Report; JRC Technical Report; EUR 28309. <http://dx.doi.org/10.2788/018068>

Vlachogianni, Th., Fortibuoni, T., Ronchi, F., Zeri, Ch., Mazzotti, C., Tutman, P., Varezić, D.B., Palatinus, A., Trdan, S., Peterlin, M., Mandić, M., Markovic, O., Prvan, M., Kaberi, H., Prevenios, M., Kolutari, J., Kroqi, G., Fusco, M., Kalampokis, E., y Scoullou, M. (2008). Marine litter on the beaches of the Adriatic and Ionian Seas: An assessment of their abundance, composition and sources. *Marine Pollution Bulletin*, 131(A): pp. 745-756. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.05.006>

Whiting, S.D. (1998). Types and sources of marine debris in Fog Bay, Northern Australia. *Marine Pollution Bulletin*, 36(11): pp. 904-910. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(98\)00066-6](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(98)00066-6)

Williams, A.T., Tudor, D.T., y Randerson, P. (2003). Beach litter sourcing in the Bristol Channel and Wales, U.K. *Water, Air, and Soil Pollution*, 143: pp. 387-408. <https://doi.org/10.1023/A:1022808908500>