

En la elaboración de este capítulo han participado: Natalia Barrientos, Raquel Vaquer-Sunyer, Servei de Coordinació de Neteja de Litoral (ABAQUA), Montserrat Compa, Carme Alomar y Salud Deudero.

Número de embarcaciones de limpieza de litoral y abundancia de residuos flotantes recogidos en el mar

Se define como residuo marino «cualquier material sólido persistente (manufacturado o procesado) que termina siendo descartado, depositado o abandonado en el ambiente marino y costero» (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente).

Estos residuos afectan negativamente a las especies y a los hábitats marinos.¹ Por ejemplo, los plásticos suponen una de las mayores amenazas para la biodiversidad, ya que causan degeneraciones fisiológicas y biológicas en los organismos marinos por ingesta y/o impactos físicos externos. Además, ya se ha demostrado la incorporación de los plásticos en la cadena alimentaria², cuyas repercusiones son objeto de estudio.

No solo los plásticos tienen efectos negativos sobre los organismos marinos, ya que también hay que considerar los contaminantes que se añaden a estas partículas durante su manufacturación o los que se absorben o adhieren a ellos en el medio marino,³ los cuales pueden causar disrupciones endocrinas, daños celulares, alteraciones histológicas y/o tumores.⁴

Se tiene constancia de que el 80 % de la basura marina tiene un origen terrestre (ciudades y ríos), mientras que el 20 % restante proviene de actividades relacionadas con el mar como la pesca, la acuicultura y el transporte marítimo, entre otros.⁵ Sin embargo, las corrientes, la hidrografía y el clima pueden transportar las basuras a zonas alejadas de su fuente de origen.⁶ En el litoral balear se han identificado zonas más propensas a la acumulación de residuos y zonas aparentemente sin residuos, en función de los vientos y de las corrientes superficiales oceánicas.⁷ En la actualidad, se están dirigiendo esfuerzos de investigación a monitorear los patrones de distribución de los residuos marinos en el mar Balear. Un estudio sobre los patrones espacio-temporales de residuos flotantes recogidos en aguas costeras de las Islas Baleares durante 11 años ha demostrado una distribución heterogénea, con mayores concentra-

ciones en el litoral balear principalmente durante el mes de agosto.⁸ Adicionalmente, se ha observado que las condiciones de mar en calma facilitan la recogida y el monitoreo de los residuos marinos flotantes.

Aunque la solución directa a la contaminación marina reside en las buenas prácticas de la sociedad en materia de gestión de residuos, el sistema de recogida de residuos flotantes con embarcaciones es altamente efectivo a la hora de retirar contaminantes del litoral balear⁸, contribuyendo así a paliar los diversos impactos marinos que originan.

METODOLOGÍA

En el año 2004, la Administración balear inició un plan pionero de limpieza del litoral en el Mediterráneo, llamado Coordinació de Neteja del Litoral (CNL), gestionado por el departamento de la Agència Balear de l'Aigua i la Qualitat Ambiental (ABAQUA) del Govern de les Illes Balears. El equipo de CNL se encarga del sistema de recogida de residuos flotantes mediante embarcaciones para mejorar la calidad y el aspecto de las playas y el mar Balear. En 2019, el equipo dispone de alrededor de 40 personas y 30 barcos de recogida de residuos.

En 2015, 2018-2019, la temporada de recogida se ha ampliado del 15 de mayo al 30 de septiembre, mientras que en el resto de años se llevaba a cabo de junio a septiembre. Entre los años 2004-2007 el número de embarcaciones se reforzaba durante los meses de julio y agosto.

Los residuos se clasifican en seis categorías: aceites (gasóleo, alquitrán, limpieza de sentinas), materia orgánica

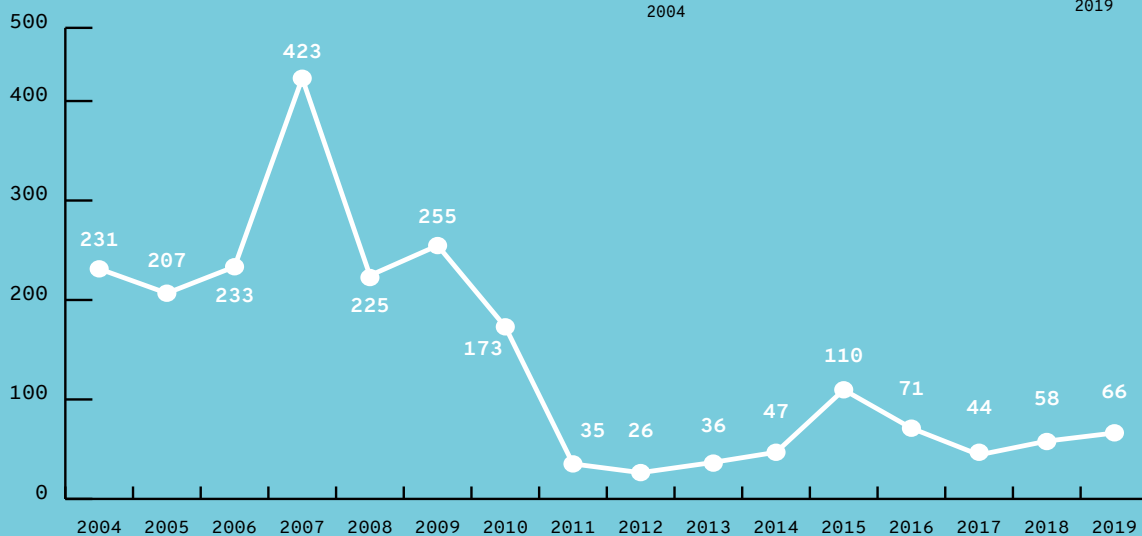
¿QUÉ ES?

El servicio de embarcaciones de recogida de residuos flotantes es un plan pionero en el litoral balear encargado de pesar y clasificar los materiales encontrados durante la temporada estival. Los residuos se pesan y se clasifican entre las siguientes sustancias: plásticos, maderas, vegetación, materia orgánica y otros.

METODOLOGÍA

Desde 2004, el servicio de Coordinació de Neteja de Litoral (CNL) del ente público ABAQUA (Agència Balear de l'Aigua i la Qualitat Ambiental) se encarga de recoger residuos flotantes del litoral balear entre los meses de mayo y septiembre.

El equipo está compuesto por diferentes tipos de embarcaciones en función de su capacidad de recogida (de mayor a menor: litoral, semilitoral y playa), lo que condiciona la cantidad total de residuos que puede ser recogida. En el año 2019, existen en las Islas Baleares 26 embarcaciones de tipo playa (recogen residuos en primera línea de mar) y 4 embarcaciones de tipo semilitoral (más rápidas que las anteriores).



Evolución temporal de la cantidad de residuos flotantes recogidos en todas las Islas Baleares por embarcaciones de limpieza de litoral. FUENTE: CNL (ABAQUA).

RESULTADOS

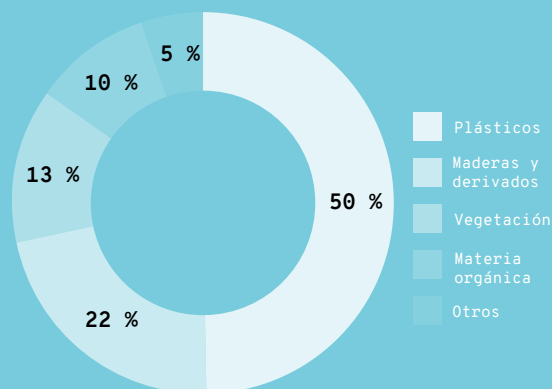
Desde 2004 hasta 2019, el servicio de CNL ha recogido 2.240 t de residuos, lo que supone una media de 140 t al año. Estas cantidades recogidas no son homogéneas a lo largo de los años, ya que la cantidad disminuye notablemente a partir de 2011 (≤ 110 t) debido a la eliminación de las embarcaciones tipo litoral.

En la temporada de 2019, 30 embarcaciones de limpieza han recogido un total de 66 t de residuos flotantes: 42 t en Mallorca, 13 t en Menorca, 10 t en Ibiza y 2 t en Formentera. De estos, la mitad de la cantidad en peso recogida del litoral balear es plástico. Le siguen las maderas y derivados (22 %), vegetación (13 %), materia orgánica (10 %) y otros. No se han recogido cantidades significativas de vertidos de aceites (0,1 %).

¿POR QUÉ?

La información sobre el número de embarcaciones de limpieza de litoral y la cantidad en peso y tipo de material recogidos permite obtener un seguimiento de los residuos marinos que frecuentan el mar Balear. La extracción de estos residuos es de gran importancia, ya que generan impactos negativos medioambientales y económicos (especialmente en el sector pesquero y turístico). Estos datos contribuyen a definir mejoras en la gestión de residuos marinos y a conocer mejor los modelos de distribución de los mismos en el litoral balear.

LOCALIZACIÓN



Porcentaje en peso de tipo de residuo recogido del litoral balear por las 30 embarcaciones operativas de 2019. FUENTE: CNL (ABAQUA).



Figura 1. Imagen de embarcación de tipo litoral (Pelicà) recogiendo residuos. FUENTE: CNL (ABAQUA).

(medusas, restos de animales y alimentos), maderas (troncos naturales, palés, tabloneros y derivados), vegetación (hojas, frutos o restos de *Posidonia oceanica* mezclados con material orgánico o plástico), plásticos (botellas, bolsas, fragmentos) y otros.

Las embarcaciones de recogida se propulsan con gas propano y carga solar. Existen tres tipos de embarcaciones, en función de su tamaño, que han ido variando a lo largo de los años, lo cual afecta a la cantidad de residuos y la zona desde donde se recogen:

- 1) Embarcaciones tipo playa o tipo Virot (2004-2019): pequeñas y capacitadas para recoger residuos acumulados en la primera línea de mar. Forman la mayoría de la flota.
- 2) Embarcaciones tipo litoral o tipo Pelicà (2004-2010) o tipo Esquit (2009-2010): tienen una eslora ≥ 10 m y 2 tripulantes. Están capacitadas para trabajar mar adentro y solapan las zonas de costa de las embarcaciones tipo playa.
- 3) Embarcaciones tipo semilitoral (2017-2019): eslora de 6-9m y 1 solo tripulante (Minipelicà, Virot, Corb Marí). Trabajan en la primera línea de costa, pero son más rápidas que las de tipo playa, lo que permite realizar mayor número de desplazamientos en menos tiempo.

RESULTADOS

Para poder comparar los datos entre años hay que considerar las variaciones en el tipo y cantidad de embarcaciones, ya que ello condiciona la cantidad total de peso recogida para cada año (Tabla 2). Entre 2004-2010 operaban barcas tipo playa y litoral; entre 2011-2016 únicamente se disponía de barcas

de limpieza tipo playa coincidiendo con el periodo de crisis económica; y entre 2017-2019 se vuelve a disponer de las barcas tipo playa y semilitoral.

El peso de recogida total por año muestra una tendencia de decrecimiento en la cantidad de residuos flotantes recogidos (Figura 2). Esto se debe a dos motivos principales: (i) una disminución de embarcaciones del servicio (entre 37-40 embarcaciones durante 2004-2010) y (ii) la eliminación de la flota de tipo litoral en 2011 (Tabla 1, Figura 2).

En el año 2007, debido al hundimiento en Ibiza del barco Don Pedro, se muestra el mayor peso de residuos recogidos por vertidos de aceite. La disminución en la cantidad de residuos recogidos a partir del año 2011 se manifiesta claramente como respuesta a la eliminación de las embarcaciones de tipo litoral (Pelicà). En 2015 se observa un incremento en la cantidad recogida de residuos (110 t). Este aumento se vio propiciado por el buen tiempo de vientos térmicos (conocido como *embat*) alrededor de todas las Islas, prácticamente durante los 5 meses de recogida. Ello originó una mayor recogida de residuos, ya que el servicio de limpieza pudo trabajar durante más horas. Por último, entre 2018-2019 se observa un ligero aumento gradual en la cantidad recogida, a pesar de reducirse en 3 el número de embarcaciones, posiblemente debido a que se implantaron las embarcaciones de semilitoral (Tabla 1, Figura 2).

El peso total de recogida de residuos por Islas disminuye a partir del 2011 hasta la actualidad (Figura 3) debido de nuevo a la disminución en el número de embarcaciones (Tabla 1). Mallorca reduce sus recogidas un 79 %; Menorca, un 73 %; Ibiza, un 80 % (valor alto debido al vertido del 2007); y Formentera, un 72 %. La isla que presenta una mayor

NÚMERO DE EMBARCACIONES

AÑO	DE PLAYA					DE LITORAL					DE SEMILITORAL					Total
	Mallorca	Menorca	Ibiza	Formentera	Total	Mallorca	Menorca	Ibiza	Formentera	Total	Mallorca	Menorca	Ibiza	Formentera	Total	
2004	10	5	4	2	21	8	3	3	1	15						36
2005	12	6	5	2	25	8	3	3	1	15						40
2006	12	6	5	2	25	8	3	3	1	15						40
2007	12	6	5	2	25	8	3	3	1	15						40
2008	11	5	5	2	23	9	3	3	1	16						39
2009	11	5	5	2	23	9	3	4	1	17						40
2010	11	5	5	2	23	9	3	4	1	17						40
2011	12	5	4	2	23											23
2012	9	6	6	2	23											23
2013	9	6	6	2	23											23
2014	15	8	8	2	33											33
2015	15	8	8	2	33											33
2016	15	8	8	2	33											33
2017	13	6	6	1	26						1	1	1	1	4	30
2018	13	6	6	1	26						1	1	1	1	4	30
2019	13	6	6	1	26						1	1	1	1	4	30

Tabla 2. Número de embarcaciones de recogida de residuos por año (2004-2019) y por tipo (playa, litoral y semilitoral). Se ha señalado el número de máximo de embarcaciones en servicio por temporada. FUENTE: CNL (ABAQUA).

disminución en la recogida de residuos es Mallorca, pasando de > 100 t de residuos recogidos entre los años 2004-2010 a < 50 t entre 2011-2019 (a excepción del año 2015, alcanzando las 65,3 t).

En Mallorca se recoge mayor cantidad de residuos, sobre todo durante 2004-2010 (> 100 t), cuando se utilizaban las embarcaciones de tipo litoral, 8 embarcaciones en Mallorca frente a 3 en Menorca e Ibiza y 1 en Formentera (Figura 3, Tabla 1). En Mallorca se recoge una media del 58 % del total recogido, en Menorca un 20 %, en Ibiza un 18 % y en Formentera un 4 %. Las excepciones se encuentran en el año 2007, cuando se recogieron más residuos

del tipo aceites en Ibiza debido al hundimiento del barco Don Pedro. Otras dos excepciones se encuentran en Ibiza en los años 2015 y 2016, que superan el peso de recogida de Menorca.

Datos anuales desde el 2004 muestran que, en general, el tipo de residuo con mayor porcentaje en peso es plástico, seguido de maderas y derivados, vegetación, materia orgánica, otros y aceites (Figura 4). La mayor excepción ocurre en 2007, cuando los aceites se convierten en el residuo más recogido debido al hundimiento del barco Don Pedro en Ibiza. Desde 2015 hasta 2019, alrededor de la mitad del % en peso recogido es plástico (49,6 %).

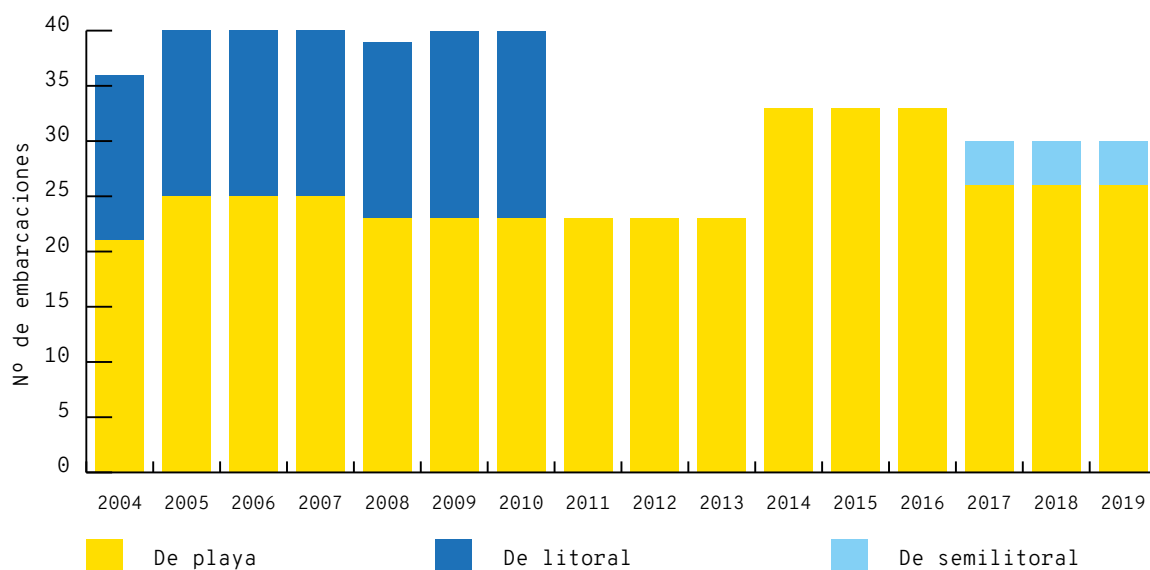


Figura 2. Peso total recogido en toneladas (línea naranja) y número de embarcaciones de limpieza de litoral por tipo (playa, litoral y semilitoral) entre los años 2004-2019. FUENTE: CNL (ABAQUA).

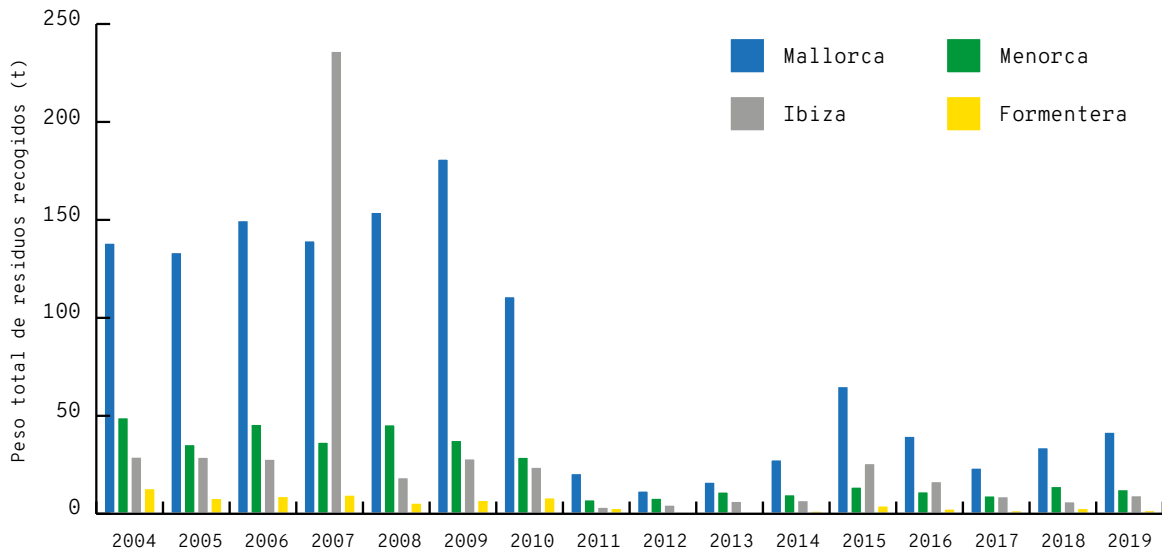


Figura 3. Peso total de recogida de residuos flotantes en toneladas por Islas entre los años 2004-2019. FUENTE: CNL (ABAQUA).

POSIBLES IMPLICACIONES

Los residuos marinos tienen diversas implicaciones para los ecosistemas marinos. Por un lado, pueden provocar que algunos organismos queden enredados y sufran ahogamiento, pueden dañar ecosistemas frágiles como corales o praderas de plantas marinas, también pueden ser vectores de especies invasoras y, finalmente, pueden ser ingeridos por animales marinos.

En el mar Balear se ha documentado la ingesta de microplásticos tanto en especies pelágicas como demersales, con valores medios que oscilan entre $0 \pm 0,00$ y $3,75 \pm 0,25$ microplásticos/individuo (Tabla 1)⁹⁻¹². No solo la ingesta de plásticos es una realidad en esta zona, sino que se ha observado la activación de ciertas enzimas, concretamente la Glutition-S-Transferasa (GST), como respuesta de especies ícticas (peces) a la exposición de plásticos en el medio marino.¹² Además, existen predicciones de exposición a la contaminación por plásticos

que señalan que la biodiversidad de la zona costera de estas islas está sometida a un mayor riesgo por contaminación por plásticos que otras zonas del Mediterráneo.¹³

CONCLUSIONES

- El tipo de embarcación utilizada en el servicio de limpieza de litoral condiciona la cantidad de toneladas recogidas anualmente. Las embarcaciones de tipo litoral (Pelicà) son las más efectivas, ya que se recogió mayor peso anualmente (173-423 t) durante los años en que fueron operativas (2004-2010). Posteriormente (años 2011-2019), la cantidad recogida no supera las 110 t anuales.
- En 2011 se observa una reducción en la recogida de residuos de todas las Islas, debido a la desaparición de las embarcaciones tipo litoral de la flota.

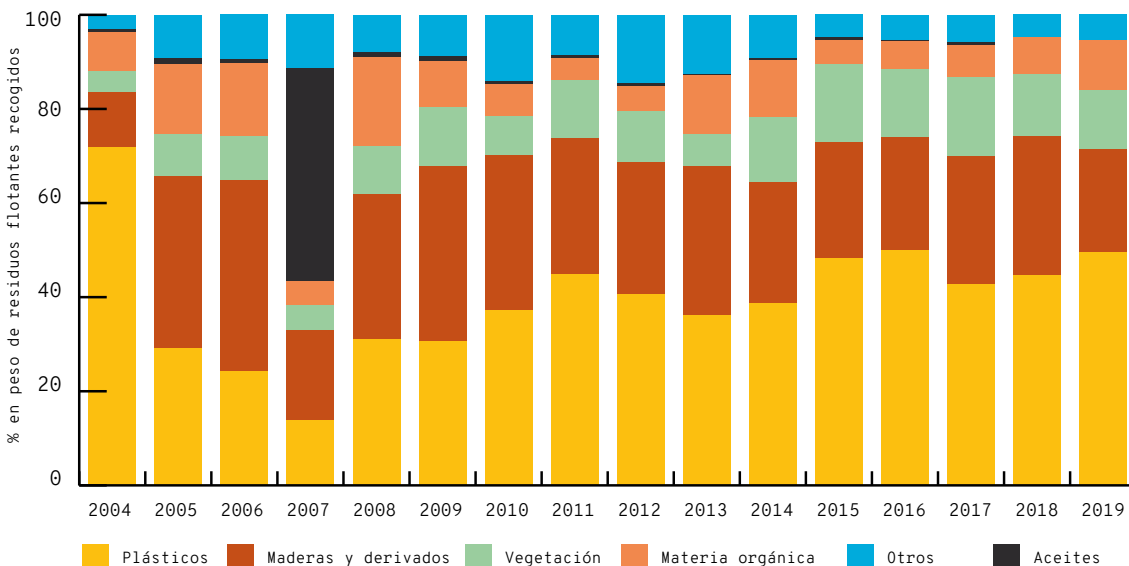


Figura 4. Porcentaje en peso de residuos flotantes recogidos por tipo (plásticos, maderas y derivados, vegetación, materia orgánica, otros y aceites) durante los años 2004-2019. FUENTE: CNL (ABAQUA).

Tabla 1. Ocurrencia y valor medio de microplásticos por individuo encontrados en 6 especies de peces analizadas en el mar Balear con la referencia correspondiente.

Especie	Número de individuos analizados	Ocurrencia microplásticos (%)	Ingestión de microplásticos	Referencia
Boga (<i>Boops boops</i>)	337/24	57,80/16,67	3,75 ± 0,25/0,33 ± 0,87	Nadal <i>et al.</i> , 2016 ⁹ / Ríos-Fuster <i>et al.</i> , 2019 ¹⁰
Pintarroja (<i>Galeus melastomus</i>)	125	16,80	0,34 ± 0,07	Alomar, Deudero, 2017 ¹¹
Salmonete (<i>Mullus surmuletus</i>)	417	27,30	0,42 ± 0,04	Alomar <i>et al.</i> , 2017 ¹²
Sardina (<i>Sardina pilchardus</i>)	7	14,29	0,14 ± 0,38	Ríos-Fuster <i>et al.</i> , 2019 ¹⁰
Boquerón (<i>Engraulis encrasicolus</i>)	24	0	0	Ríos-Fuster <i>et al.</i> , 2019 ¹⁰

→ La cantidad de residuos recogidos por isla muestra que el servicio recoge de media un 58 % de los residuos en Mallorca, un 20 % en Menorca, un 18 % en Ibiza y un 4 % en Formentera.

→ El mayor componente de residuo recogido es el plástico (~ 50 %), seguido de maderas y derivados (~ 30 %).

REFERENCIAS

¹ DEUDERO, S.; ALOMAR, C. (2015). «Mediterranean marine biodiversity under threat: reviewing influence of marine litter on species». *Marine Pollution Bulletin*, 98 (1-2), 58-68, DOI: 10.1016/j.marpolbul.2015.07.012.

² FARRELL, P.; NELSON, K. (2013). «Trophic level transfer of microplastic: *Mytilus edulis* (L.) to *Carcinus maenas* (L.)». *Environmental Pollution*, Vol. 177, 1-3.

³ ROCHMAN, C. M. *et al.* (2013). «Ingested plastic transfers hazardous chemicals to fish and induces hepatic stress». *Nature, Scientific Reports* 3 (3263), DOI: <http://doi.org/10.1038/srep03263>.

⁴ WRIGHT, S. L. *et al.* (2013). «The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review». *Environmental Pollution*, 178, 483-492.

⁵ JAMBECK, J. R. *et al.* (2015). «Plastic waste inputs from land into the ocean». *Science*, 347, 768-777, DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1260352>.

⁶ LIUBARTSEVA, S. *et al.* (2019). «Are Mediterranean Marine Protected Areas sheltered from plastic pollution?». *Marine Pollution Bulletin*, 140, 579-587, DOI: 10.1016/j.marpolbul.2019.01.022.

⁷ RUIZ-OREJÓN, L. F. *et al.* (2019). «Quarterly variability of floating plastic debris in the marine protected area of the Menorca Channel (Spain)». *Environmental Pollution*, 252, 1.742-1.754, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.06.063>.

⁸ COMPA, M. *et al.* (2019). «Spatio-temporal monitoring of coastal floating marine debris in the Balearic Islands from sea-cleaning boats». *Marine Pollution Bulletin*, 141, 205-214, DOI: 10.1016/j.marpolbul.2019.02.027.

⁹ NADAL, M. A. *et al.* (2016). «High levels of microplastic ingestion by the semipelagic fish bogue *Boops boops* (L.) around the Balearic Islands». *Environmental Pollution*, 214, 517-532.

¹⁰ RÍOS-FUSTER, B. *et al.* (2019). «Anthropogenic particles ingestion in fish species from two areas of the western Mediterranean Sea». *Marine Pollution Bulletin*, 144, 325-333. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.04.064>.

¹¹ ALOMAR, C.; DEUDERO, S. (2017). «Evidence of microplastic ingestion in the shark *Galeus melastomus* Rafinesque, 1810 in the continental shelf off the western Mediterranean Sea». *Environmental Pollution*, 223, 223-229. DOI: 10.1016/j.envpol.2017.01.015.

¹² ALOMAR, C. *et al.* (2017). «Microplastic ingestion by *Mullus surmuletus* Linnaeus, 1758 fish and its potential for causing oxidative stress». *Environmental Research*, 159, 135-142. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.07.043>.

¹³ COMPA, M. *et al.* (2019). «Risk assessment of plastic pollution on marine diversity in the Mediterranean Sea». *Science of The Total Environment*, 678, 188-196.

CITAR COMO

BARRIENTOS, N.; VAQUER-SUNYER, R.; SERVEI DE COORDINACIÓ DE NETEJA DE LITORAL (ABAQUA); COMPA, M.; ALOMAR, C.; DEUDERO, S. (2020) «Recogida de residuos flotantes». En: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2020* <<https://www.informemarbalear.org/es/respuesta-social/imb-residus-flotants-esp.pdf>>