



AJUNTAMENT
DE VALÈNCIA

Missions
València 2030

LAS NAVES



ESTUDIO FINAL
INNOVACIÓ
AMBIENTAL



AMBIENS





El problema de las basuras marinas se ha tratado desde la sociedad organizada como una de las amenazas más grandes de nuestro tiempo, acompañado en protagonismo a las consecuencias del cambio climático acelerado. La magnitud del impacto de los residuos se escala cuando descubrimos que algunos de los elementos encontrados en el litoral valenciano tienen su origen en otros países como consecuencia de su transporte mediante corrientes oceánicas por todo el mundo.

Teniendo en cuenta los numerosos informes realizados de diferentes delegaciones relacionadas con los océanos se puede ver que todas coinciden en que la síntesis de los datos no es posible debido al hecho de que cada entidad utiliza unos protocolos diferentes entre ellos. (UNEP, 2015). No obstante desde septiembre de 2018 el Ministerio de Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) publica una tabla de contenido diseñada junto al Grupo de Basuras Marinas del Congreso Nacional de Medio Ambiente (CONAMA), formado por agentes de diferentes ámbitos como organizaciones sin ánimo de lucro, administraciones y empresas relacionadas con el reciclaje, que intenta unificar criterios basándose en experiencias anteriores. Con esta herramienta nueva compartida con todas las iniciativas que participan en limpiezas de playa y voluntariados ambientales en ríos y lagos, se unifica la metodología para que los datos recogidos sean homogéneos pese a que la metodología de cada colectivo será diferente.

El muestreo de la zona de estudio está orientado a la mejora de la gestión por parte de los municipios para que se utilice como una herramienta adicional ya que es del interés de todos. Además se sabe que en los países que tienen un mayor desarrollo del turismo hay mayor cantidad de residuos y mayor variedad. (Palmer, 2007). Por esta razón es necesario entender qué tipo de residuos llegan a nuestra costa y de dónde vienen para ofrecer una solución de gestión a medio largo plazo.

Debido a esta problemática nuestras costas y los servicios que ofrecen se ven dañados y desvalorizados, pues el valor paisajístico se ha demostrado que es uno de los incidentes a la hora de elegir un destino u otro, al igual que la presencia de basuras marinas. (Mooser et al., 2018).

Existen precedentes que estudian el comportamiento de los residuos encontrados en la playa (Tudor et al., 2002), centrándose en solucionar el problema de conocer el origen de estas basuras para tratar de solucionar la dinámica de los flujos de los residuos antes de llegar a parar a nuestras costas. Todo este trabajo se ve respaldado por las iniciativas de gobiernos nacionales o municipales para aumentar el número de políticas relacionadas con el medio ambiente, pero en muchas de las ocasiones estas políticas no son efectivas pues tienen un nivel de complejidad que impide que la sociedad lo entienda.

A veces es más rentable y efectivo realizar campañas de concienciación dirigidas a reducir los residuos en el medio ambiente como se comenta en el artículo de la revista *Marine Policy* (Willis et al. 2018). El interés por estas campañas nace en España con la tragedia ambiental de vertidos de fuel, más conocido como “chapapote” en las costas de Galicia en el año 2002.

Entendemos el aumento de la preocupación de la población, y por ello es muy importante dotar las iniciativas políticas con recursos y herramientas que faciliten el entendimiento de las mismas para evitar errores del pasado (García Pérez, 2003).

Los residuos marinos se han estudiado desde diferentes perspectivas, tanto ecológicas como económicas. Como ejemplo, en la parte de Asia bañada por el océano Pacífico, se ha calculado que los daños relacionados por estos residuos han sido de 126.000 millones de dólares americanos en 2008 (McIlgorm et al., 2011). Otro ejemplo es en las Islas Goeje (República de Corea), los costes por basuras marinas en el sector del turismo en 2011 han sido de 29-37 millones de dólares (IEEP, 2015).

Si sumamos e integramos estas dos perspectivas podemos llegar a entender cómo de importante es estudiar el impacto de las limpiezas de playa como herramienta de gestión. Incluyendo además el valor educacional y de bienestar que promueven este tipo de actividades (Wyles et al., 2017).

El valor que le da cada país, cada ciudad, a sus entornos naturales determina varios factores que pueden beneficiar a medio largo plazo en otros factores no relacionados con el medio ambiente. Se ha dado el caso de un estudio en California donde la población otorga más credibilidad a la información sobre medio ambiente que reciben por los medios de comunicación que a la información transmitida por las campañas de educación y concienciación ambiental (Pendleton L. et al., 2001). Por esto la necesidad de entender el medio ambiente como un eje transversal que depende y del que dependen todas las otras ramas de nuestra sociedad. La apuesta por preservar y conservar nuestra calidad ambiental y el paisaje que lo acompaña puede ser clave para impulsar una economía más circular y conseguir mejor visibilidad internacional al comprometerse con temas ambientales (Kießling T. et al., 2017).

Sin olvidar la cantidad de estudios que reflejan las problemáticas inherentes a la biodiversidad marina y su impacto en delfines (González et. al., 2018), tortugas (Domènech et al., 2019) y en aves marinas (Delgado et al., 2017). El impacto de las basuras marinas, mayormente residuos de plástico en sus diferentes formas, es debido a las propiedades de degradación por la erosión provocada por radiación ultravioleta. Este material puede tardar cientos de años en degradarse a nivel microscópico y durante ese tiempo afecta a la fauna bentónica y pelágica.

Existen artes de pesca que se quedan enganchados en corales, rocas o que simplemente se desechan desde las embarcaciones y pueden generar impacto en la natación de grandes cetáceos provocando lo que se conoce como “ghost fishing” o pesca fantasma. Una vez alcanzan el tamaño microscópico, en cuanto al océano se refiere, pasan a ser parte de la composición química del agua y esto provoca que los animales filtradores puedan acumular estos materiales en sus cuerpos. Existen estudios sobre el impacto de estas partículas en la microfauna, encontrando 100.000 partículas/m³ (Wright et al., 2013).

Según Newman et al. (2015), el conocimiento del problema es fundamental para el desarrollo de métodos eficientes y efectivos para reducir los impactos potenciales de los residuos marinos. Con este principio el estudio se centrará en el área de la zona costera del Parque Natural de L'Albufera y con más exactitud en la playa Dehesa-Albufera, debido a que existe un trabajo previo por parte de dos asociaciones locales que realizan recogidas de residuos con voluntariado ambiental desde 2013 con una metodología similar y desde 2018 utilizan la nueva metodología del MITECO.

Es justo presentar a estas asociaciones para entender el contexto del trabajo. La Asociación BIOagradables es un colectivo de voluntarios activistas por el medio ambiente. La actividad principal es la organización mensual de limpiezas de playa, que entienden como una herramienta de concienciación directa sobre nuestro impacto en el entorno natural como ciudadanos y ciudadanas de la sociedad. Además realizan charlas y talleres de educación ambiental dirigidos a centros educativos y ponencias para todos los públicos. Desde el verano de 2012 recorren las playas valencianas desde El Saler hasta Sagunto, recogiendo basuras marinas de las playas todos los meses y cada día llegando a más gente a través de cada actividad. Promueven la acción individual de cada persona para repercutir en su entorno provocando una respuesta positiva de la sociedad.

La Asociación Ambiens nace a raíz de la inquietud por trabajar en la conservación de nuestros espacios naturales. Comprometiéndose a mostrar a los ciudadanos los beneficios de conservar el ecosistema en el cual y del cual vivimos, ofreciendo una vocación conservacionista y aportando una visión sostenible de nuestro entorno.

A parte de la ejecución de proyectos de conservación a pequeña escala, ofrecemos a la ciudadanía la posibilidad de participar de manera activa en los diferentes programas mediante la “ciencia ciudadana”, colaborando en talleres, charlas y voluntariados.

La metodología utilizada por las asociaciones está basada en las pautas de organización estipuladas por la asociación internacional Ocean Conservancy y su programa International Coastal Cleanup. Este programa nació hace más de 30 años en Estados Unidos y desde entonces miles de asociaciones se han sumado a contribuir con los datos recogidos en sus costas para participar en sus informes anuales (ICC Report, 2019). Esta metodología cataloga todos los residuos por su posible origen y materiales. Lo que pretende este método es que conforme introducimos los residuos a la bolsa sean anotados en la tablilla y así no tener que vaciar y contar al final de la actividad. Siendo una acción voluntaria, en cada evento participa un número diferente de “muestreadores” y además no siguen un transecto concreto por lo que no es replicable. La gran ventaja de este método es que permitirá recolectar muchos datos sobre una playa en el tiempo de una hora.

Las basuras marinas se enmarcan en los antecedentes legales europeos que se reflejan en la Directiva Marco sobre las Estrategias Marinas(2008/56/CE), de 17 de junio de 2008. Tres años antes de la publicación de esta directiva se reconoce en las Naciones Unidas con la publicación de “Océanos y Derechos del Mar” (CNUDM,2005), que existe un problema real con las basuras marinas como refleja Sara Acuña Romero en el Informe anual de 2017 del Área Marina de Ecologistas en Acción.

Es clara la necesidad de aterrizar iniciativas europeas e internacionales en el territorio valenciano con la debida investigación por parte de universidades y administraciones públicas. Para convertir el paisaje costero en un espacio donde la interacción de la naturaleza, de una economía basada en turismo sostenible y la visibilidad internacional facilite el compromiso de la ciudad con el medio ambiente. Conocer la tipología de residuos que se encuentran en nuestro litoral es clave para determinar su origen y su composición. De esta manera se podrá investigar de forma más concreta cada amenaza, según interese o sea más prioritario. Los tipos que se encuentran en este estudio se clasifican por las categorías de plástico, papel y cartón, vidrio, metal, residuos higiénicos, residuos médicos y varios. Esta última categoría incluye neumáticos, globos, material de construcción y textil. Los datos que más destacan según la información ofrecida por BIOagradables son los plásticos con un 61% del total de los residuos recogidos en La Patacona (2013-2019). En esta categoría destacarán los residuos higiénicos como las toallitas húmedas y los bastoncillos de oídos que están por debajo de los pedazos de plástico en la lista de lo más recogido.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se ha utilizado el motor de búsqueda Mendeley para las referencias bibliográficas que se utilizan en este artículo. Los comandos utilizados han sido:

Marine debris AND Spain

Coastal clean up AND Spain

Coastal clean up

Microplastics fauna

Han salido 102 resultados y se han elegido los artículos que estaban relacionados con la interacción de fauna y basuras marinas para contextualizar el impacto directo que existe entre la vida animal marina y los residuos con los que se ven obligados a convivir. En la segunda búsqueda se han encontrado 20 resultados de los cuáles han sido seleccionados los relacionados con residuos en las costas españolas. En la tercera búsqueda se ha encontrado información muy relevante, con 728 resultados, sobre estudios de las limpiezas de playa en todo el mundo que ayudarán a contextualizar el presente estudio. En la última búsqueda se pueden encontrar 66 artículos relacionados con la microfauna y el impacto de los microplásticos. Otra fuente bibliográfica ha sido la misma asociación que por su trabajo ha contactado y colaborado con diferentes entidades y publicaciones de otros estudios. Siendo el caso de Alexis Moore y la “PLAYAS Y PAISAJE- Guía de las 50 playas más atractivas de Andalucía”. Sara Acuña Romero es compañera de la Universidad de Cádiz y la Coordinadora del Área Marina de Ecologistas En Acción, con la que la asociación ha colaborado en diferentes proyectos anuales.

Se han visitado diferentes páginas web también para consultar el contexto de asociaciones, organizaciones y fundaciones relacionadas con el ámbito de concienciación y conservación marina. Al igual que los portales digitales del Ministerio de Costas, para consultar las actuales herramientas de comunicación en referencia al estado de las playas.



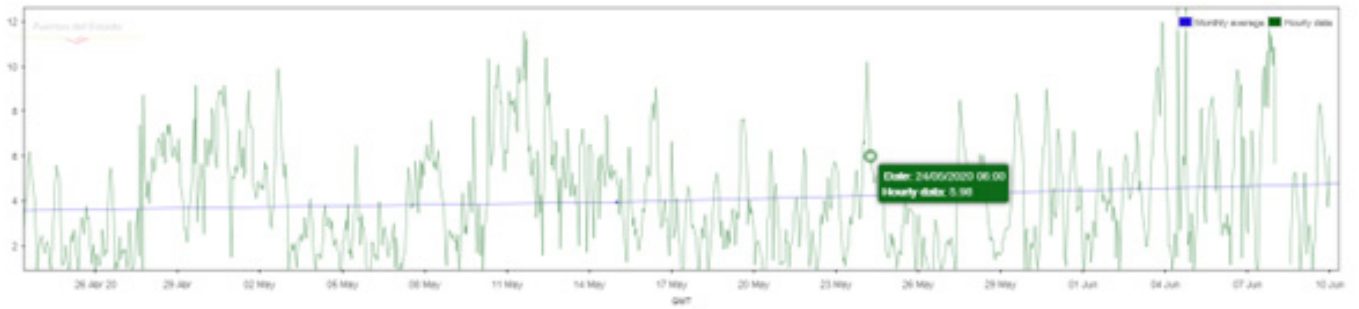
Área de estudio:

La playa Dehesa-Saler pertenece al municipio de Valencia. Cuenta con una longitud de 4950 metros de longitud y 35 metros de ancho, en la que presenta una arena fina con gran presencia del cordón dunar que se extiende por todo el litoral. Esta zona tiene un gran interés ecológico por sus hábitats diversos conteniendo zonas de lagunas y de vegetación en donde podemos disfrutar de pinos, palmitos, lentisco y madreselva, un bosque litoral muy denso y una vegetación dunar característica de las playas mediterráneas no urbanizadas. Sin olvidar que la zona de estudio tiene varias figuras de protección como ZEPA y LIC, a las que se suma su figura de parque natural y espacio protegido por el catálogo de zonas húmedas. Debido al oleaje y a la corriente sedimentaria del Golfo de Valencia podemos ver que la playa presenta una geomorfología muy variada según la afección de los fenómenos meteorológicos y el cambio de estaciones. Además la zona de estudio tiene la afección de tres golas que sirven como desembocadura del lago de la Albufera al mar, lo que aporta residuos de tipología agrícola. En esta área también se identifica un tráfico marítimo muy intenso al tener el puerto de Valencia al Norte y se pueden ver embarcaciones de transporte comercial durante días y semanas esperando en la entrada del puerto de Valencia.

Al haber una barrera arquitectónica como el puerto de Valencia, la playa se ve afectada con pérdida de sedimentos y un retroceso de su litoral de 100m en los últimos 60 años. Su dinámica costera es muy cambiante ya que los aportes sedimentarios de las golas del Norte no son suficientes para compensar el efecto sombra de la construcción del puerto.

Clima marítimo:

El viento, al igual que el oleaje y las corrientes, son agentes que afectan a la erosión de nuestro litoral al mismo tiempo que influyen en el transporte de los residuos marinos que se encuentran en superficie o en las inmediaciones. Se ha tenido en cuenta la velocidad del viento en los días que se realizó el muestreo para poder compararlo en líneas futuras de investigación. Los datos obtenidos han sido a través de la página web de Puertos del Estado (www.puertos.es). Estos datos se obtienen a partir de boyas oceanográficas que recogen información de régimen de vientos, oleaje, temperatura, corrientes, salinidad y variaciones en el nivel del mar. Son datos simulados y no proceden de medidas directas de la naturaleza.



Se ha realizado un muestreo científico por transectos en la playa Dehesa-Saler (Valencia), dónde se han celebrado muchas de las actividades de voluntariado de la asociación BIOagradables en los últimos 10 años. La asociación realiza actividades de voluntariado y educación ambiental desde Agosto de 2012 en la ciudad de Valencia y alrededores, sus eventos de limpiezas de playa tienen una gran participación y consiguen reunir cerca de 200 personas en cada evento. La Asociación Ambiens realiza actividades de divulgación y concienciación ambiental desde Septiembre de 2012 en relación a la importancia de la biodiversidad y de los hábitats como la Marjal de Rafalell i Vistabella y tienen custodia del territorio del río de Soneja desde el año 2016 donde hacen actividades de retirada de vegetación invasora y recuperación de rutas interpretativas para dar valor ecológico a la zona. Las asociaciones que han participado en este proyecto realizan un trabajo constante en el litoral valenciano desde 2013 y la consecuenterecopilación de datos mediante unam metodología común, esto ha facilitado el trabajo de los datos. Se ha llevado a cabo un muestreo con transectos en una zona de 100m y otra zona de 1.000m a lo largo de la línea de costa.

Muestreo por transectos:

Una vez caracterizada la playa se identifican las unidades de muestreo. Según el protocolo de muestreo de playas del MITECO, “una unidad de muestreo es una unidad fija de la playa que cubre el área completa entre el filo de agua y el final de la playa (el ancho de la playa)”. Se utilizará una unidad de muestreo:

- Una franja de 100 metros de largo donde se identificarán todos los objetos de basura que se encuentren.
- Una franja de 1.000 metros de largo donde se identificarán sólo los objetos visibles a primera vista, de un tamaño más grande.

Para facilitar el muestreo y asegurar que dentro de los 100 metros se muestrean todos los objetos, se definen subtramos. Dichos tramos serán de una toma de muestras cada 3 metros y estarán a una distancia de 10 metros cada uno. Dentro de estos subtramos se realiza la observación utilizando un cuadrante de 1m² siguiendo una trayectoria recta desde la línea del agua hasta la zona de vegetación, siguiendo el transecto en formas de zeta con lo que se tiene una mayor garantía de que no se pasa por alto ningún objeto.

Para contabilizar y poder trabajar los datos con el software ArcGIS (Esri) se ha diseñado un mapa con una base de datos dirigida para recoger los datos del muestreo con las mismas categorías que las tablillas proporcionadas por el MITECO (Anexo I). El mapa está compuesto por ocho capas (PLÁSTICO, VIDRIO, MADERA, MÉDICOS, HIGIÉNICOS, METAL, VARIOS, PAPEL y LIMPIO). Los campos añadidos a cada capa serán las subcategorías de cada material, se puede consultar en el anexo uno. Este procedimiento permitirá poder trabajar desde la aplicación Collector App, ESRI 2019. Con esta herramienta se ha generado una base de datos georreferenciada de basuras en la zona de estudio. Como consecuencia se obtiene un archivo shapefile con cada una de las capas con los datos de basuras que se han muestreado y así se podrá trabajar sobre el mapa de la zona de estudio. Teniendo en cuenta que la información que obtenemos está ubicada en el espacio se podrá generar un mapa a tiempo real de dónde se ha recogido cada residuo y abrir líneas futuras de investigación sobre densidades y flujos de basura.

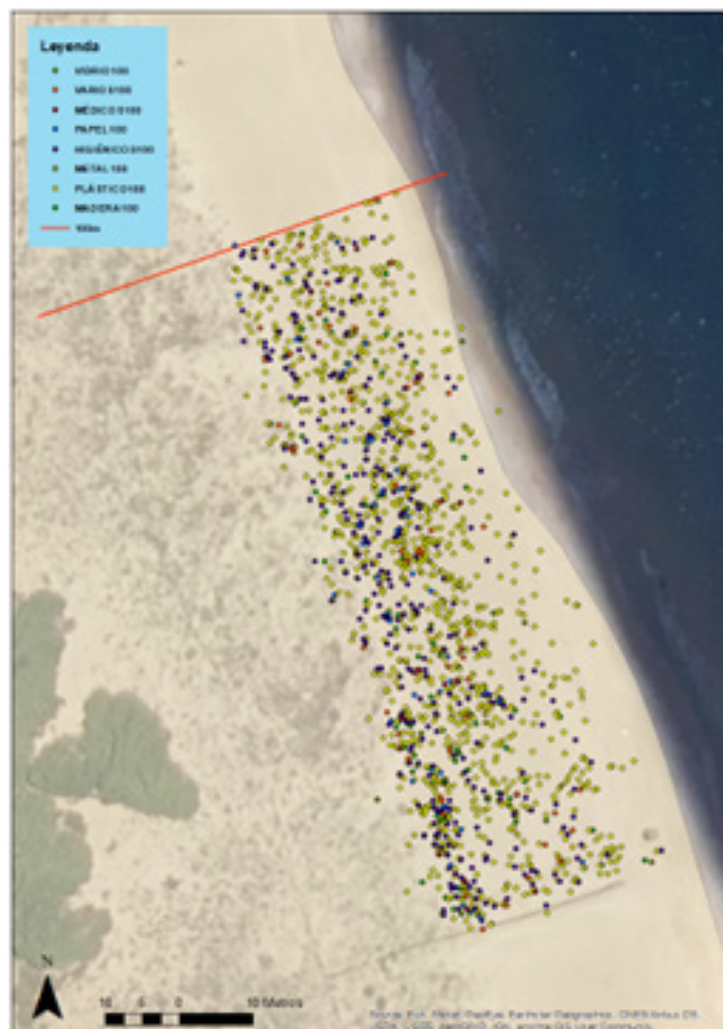
Resultados

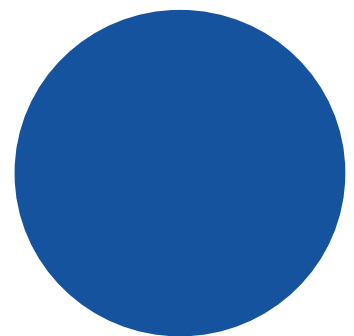
Cumpliendo el objetivo de clasificar y localizar las basuras encontradas en el litoral de la playa Dehesa-Saler desarrollamos una serie de mapas que dan la información deseada sobre la ubicación del residuo y su tipología y material de origen.



Se ha identificado que los residuos protagonistas en esta zona de estudio son los de origen plástico y coincidiendo con los posteriores resultados de los análisis químicos los objetos más frecuentes son los envoltorios de alimentos, fibras de plástico procedentes de textiles o aparejos de pesca, y objetos de goma.

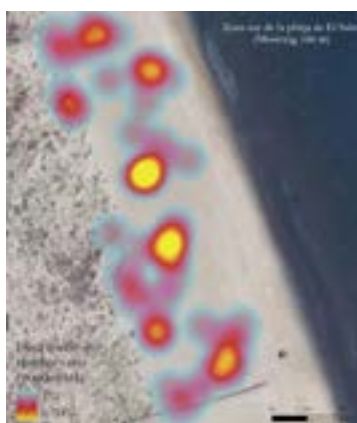
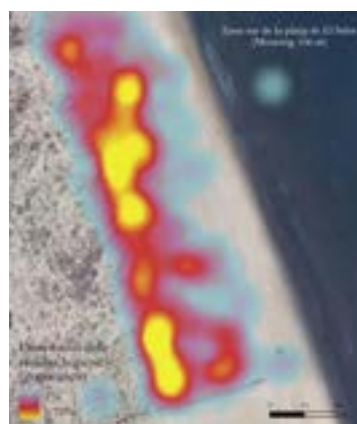
Otros resultados obtenidos de este estudio son los mapas por tipologías para así identificar qué material tiene mayor presencia y por consiguiente mayor impacto en la zona de estudio. Se puede apreciar la distribución y la concentración de residuos en las siguientes imágenes.

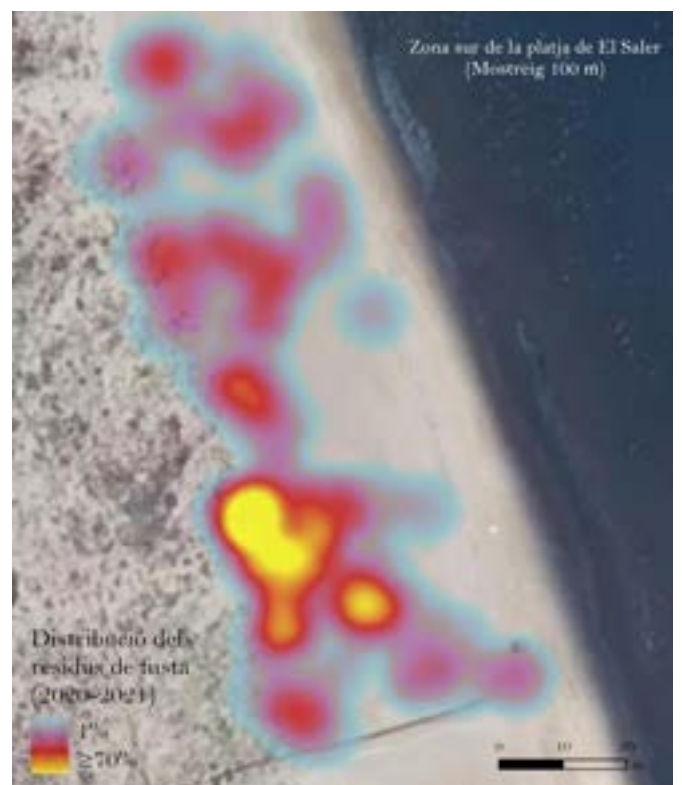
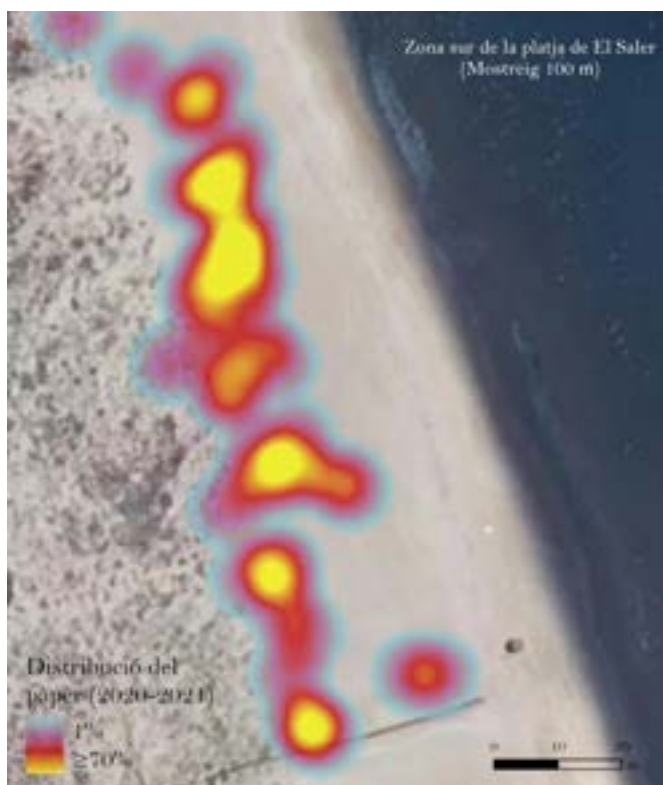
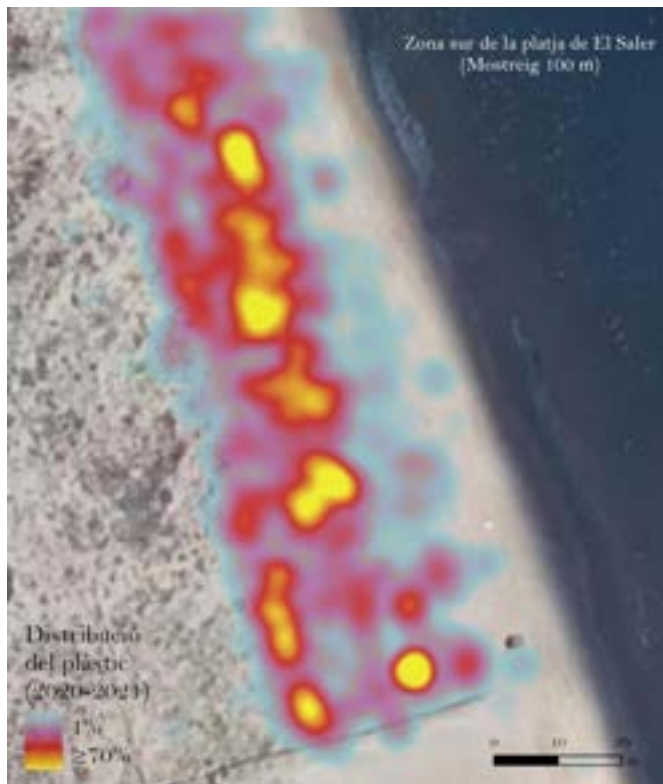




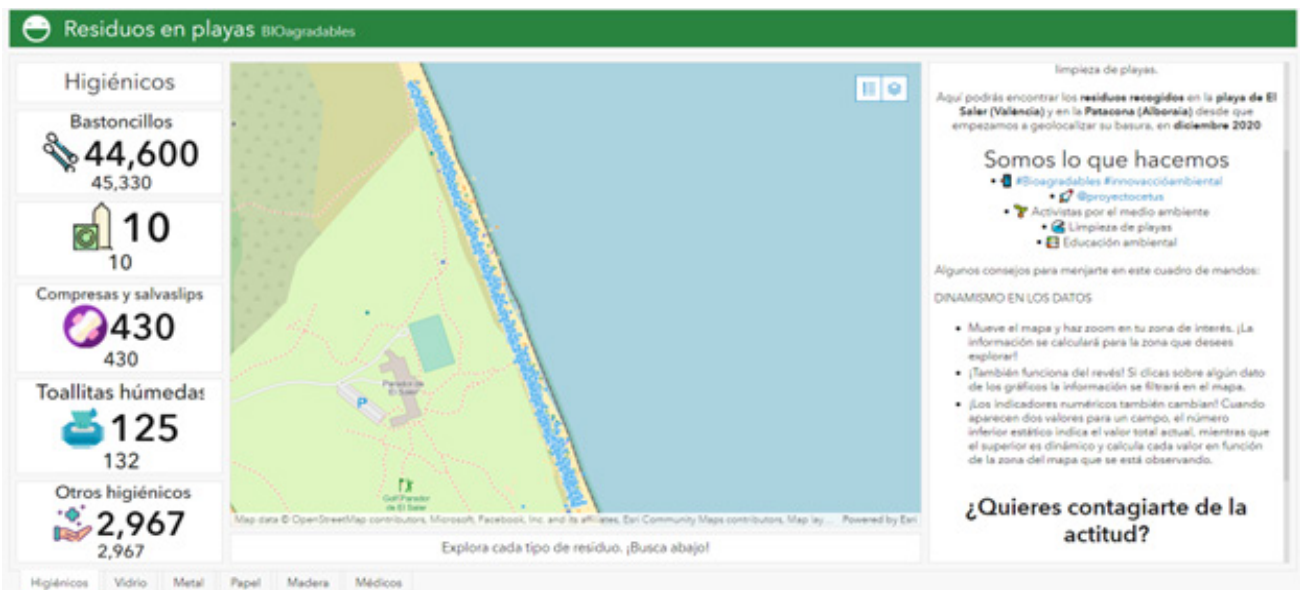
Con esta información obtenida de los muestreos bi mensuales realizados durante el proyecto se puede observar que toda la zona de estudio está afectada por uno o varios tipos de residuos. Enfatizando que el área estudiada es un Parque Natural y una zona protegida por la nidificación de aves en un estado frágil de conservación, los resultados obtenidos indican que la basura es un impacto negativo para la conservación del ecosistema y las especies que la habitan.

Otra forma de presentar los resultados es por concentración de residuos y para ello se han desarrollado mapas de calor en la zona de los 100m muestreados. Con este recurso se puede observar donde se concentran los residuos por tipología y de esta manera determinar la prioridad de las problemáticas a tratar según interese a las administraciones.





Para convertir este proyecto en un herramienta de concienciación y seguimiento de residuos se ha desarrollado un visor a tiempo real de las basuras de esta zona de estudio. Utilizando la herramienta Dashboards de ArcGIS se puede consultar el número de items que se encuentran en la playa y la tipología de cada uno. Durante el año 2022 se siguen haciendo muestreos bi mensuales por lo que el visor se alimenta de estos datos de forma directa.



Conclusiones:

El 95% de los residuos muestreados son de origen plástico y esto tiene un impacto mayor cuando se observan los resultados de los análisis químicos que determinan que el 99% de las muestras analizadas contienen microplásticos en forma de fragmentos o fibras. No solo la superficie del litoral está contaminada si no que la degradación del material plástico se ha convertido en parte de la composición del sedimento y ya es irreversible. Las campañas de sensibilización y educación ambiental son clave para mitigar esta problemática ya que el mayor impacto proviene del consumo de envoltorios de comida y en menor medida de los residuos con origen en productos higiénicos derivados de la mala gestión de los mismos desde su separación en origen.

ANÁLISIS QUÍMICO

Índice

1. Aspectos generales
2. Materiales
3. Características
4. Microanálisis SEM/EDX (Scanning Electron Microscopy/Energy Dispersive X-Ray Analysis)
5. Conclusiones

Abreviaturas de polímeros:

PE: polietileno

PET: polietileno tereftalato

HDPE: high density polyethylene (polietileno de alta densidad)

PP: polipropileno

EVOH: etileno vinil alcohol

1. ASPECTOS GENERALES

Consideramos microplásticos a aquellos plásticos que miden menos de 5 mm en su mayor dimensión. Estos contaminantes pueden dividirse en primarios o secundarios, según si se han fabricado directamente de este tamaño o si son productos de la degradación de plásticos más grandes. La presencia de microplásticos en las playas estudiadas, es ubicua. En todas las muestras se han detectado estas pequeñas partículas, ya sea en mayor o menor cantidad. Su deposición puede ser por vía directa, aunque dado su pequeño tamaño, pueden llegar a las playas por deposición atmosférica, por mar o a través de la desembocadura de los ríos próximos, en nuestro caso, el río Túria. En cuanto a la estacionalidad, se observa una tendencia a encontrar mayor cantidad de ellos hacia los meses de verano, seguido por un descenso en la cantidad encontrada a partir de septiembre (figura 1). En la figura 1 se observa, además, que en mayo en Rafalell, la cantidad de microplásticos encontrada fue muy elevada.

Este se trata de un valor atípico que no debe enmascarar la tendencia general. Es normal encontrar estos valores en este tipo de muestreos, ya que la concentración de partículas en el medio no es homogénea y, en ocasiones, se concentra en lugares concretos. Este fenómeno, además, puede darse también cuando una pieza de plástico más grande se degrada en un lugar más o menos fijo. Estos casos se pueden deducir cuando hay una elevada cantidad de microplásticos juntos con características muy similares de color, forma y tamaño. No obstante, no se puede confirmar que provengan del mismo objeto a nivel científico-técnico. La misma explicación podría tener también un segundo valor atípico encontrado también en Rafalell i Vistabella, pero en mayo. Dado que el valor de esta muestra no es tan elevado, sí se ha mantenido en la gráfica temporal presentada en la figura 1.

Tabla 1. Valores de microplásticos por kg (MPs/kg) en total, de enero a diciembre. DE: desviación estándar. *Intervalo de confianza calculado con un test Bootstrap con 10000 réplicas.

	Rafalell i Vistabella	El Saler
Media \pm DE	59.78 \pm 104	51.33 \pm 42.47
Mediana	24	36
Intervalo de confianza de la media (95%) *	33.9 - 168	36.4 - 100
Intervalo de confianza de la mediana (96.1%) *	20 - 114.67	14.67 - 106.67

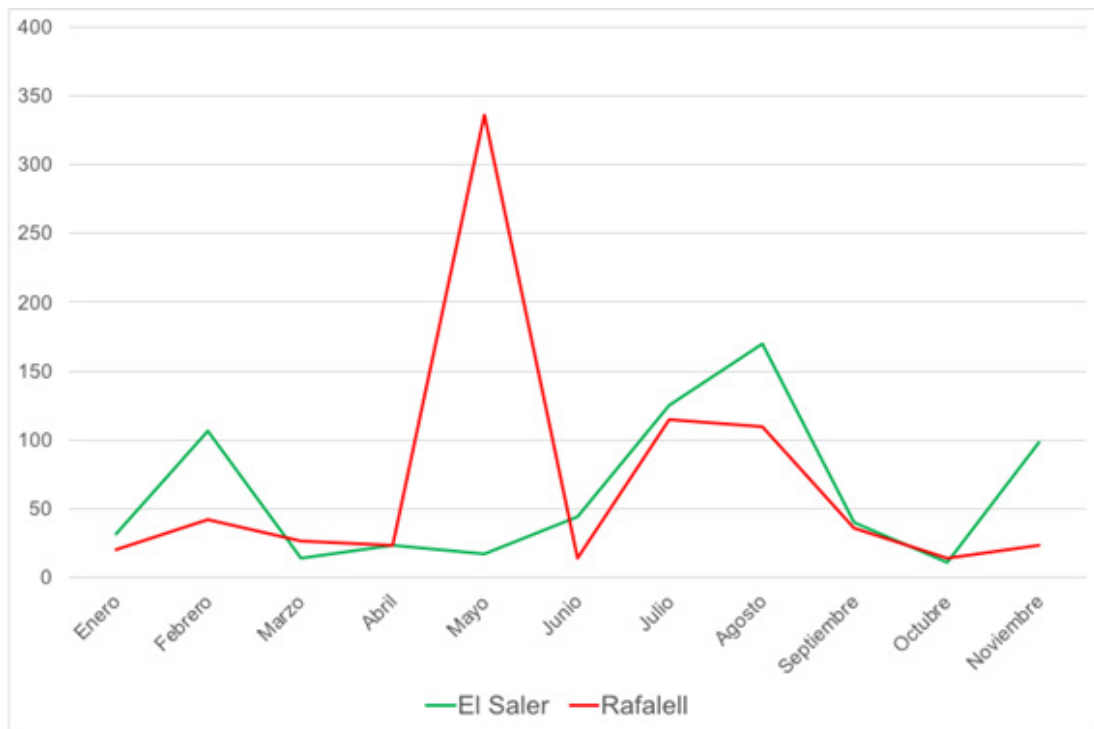


Figura 1. Evolución de la cantidad de microplásticos encontrados por mes en las playas de El Saler y de Rafalell i Vistabella, valor atípico más elevado excluido.

Tabla 2. Valores medios de microplásticos por kg (Media \pm DE, MPs/kg) por meses, de enero a diciembre. DE: desviación estándar

	El Saler	Rafalell
Enero	32 \pm 35.55	20 \pm 5.66
Febrero	106.67 \pm 143.24	42.67 \pm 20.53
Marzo	14.67 \pm 8.33	26.67 \pm 25.4
Abril	24 \pm 20	24 \pm 4
Mayo	17.33 \pm 9.23	336 \pm 467.76
Junio	44 \pm 6.93	28 \pm 28.28
Julio	125.33 \pm 107.8	15083 \pm 12422.03
Agosto	74.48 \pm 39.44	109.67 \pm 6.35
Septiembre	40 \pm 12	36 \pm 28
Octubre	10.67 \pm 8.33	25.33 \pm 15.14
Noviembre	98.67 \pm 43.14	25.33 \pm 15.14
Diciembre	66.22 \pm 20.19	28 \pm 22.63

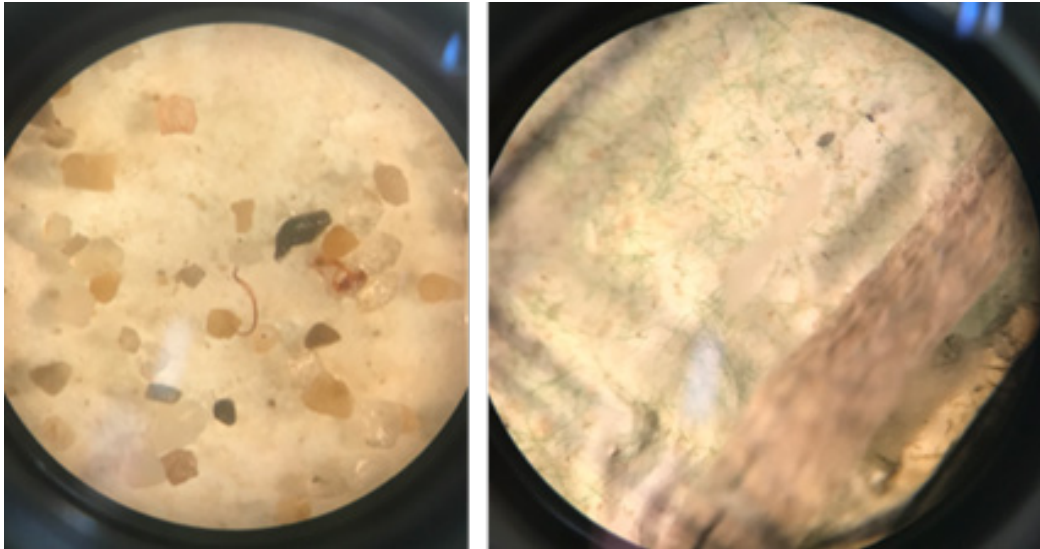


Figura 2. a) Filamento, 63x; b) filtro con fibras verdes pertenecientes al valor atípico encontrado en Rafalell i Vistabella, 45x. Leica Z16/DFC500.

2. MATERIALES

Los polímeros más abundantes encontrados (figura 3) se corresponden con aquellos más presentes en los bienes de consumo: polietileno de alta densidad (HDPE), polietileno tereftalato (PET) y polietileno (PE); en orden descendente. Estos tres polímeros se encuentran en multitud de objetos, incluyendo juguetes y envases de comida. Estos últimos, también son normalmente asociados al polipropileno (PP) y al EVOH.

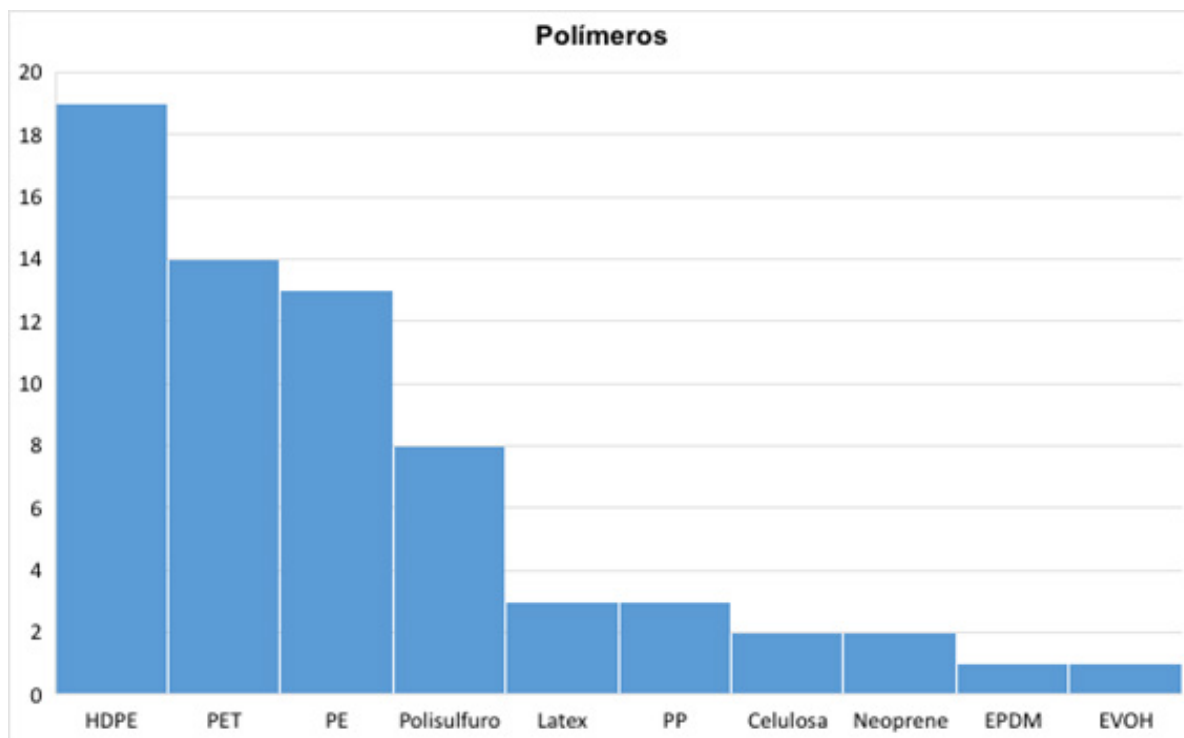


Figura 3. Polímeros resultantes en la muestra de microplásticos analizada por espectrometría infrarroja FT-IR (Fourier Transformed Infrared Spectrometry).

Como cuarta categoría encontramos polisulfuro, componente de elastómeros utilizados en materiales como los neumáticos, el neopreno (también encontrado en nuestras muestras) y la suela de los zapatos. También el EPDM, caucho de etileno, es considerado un elastómero con funciones de sellado e impermeabilizantes. Las gomas y los neumáticos ya han sido reconocidos como uno de los focos más importantes de microplásticos en el medio. Se producen sobre todo por el desgaste del material de origen cuando fricciona con el asfalto y otras superficies.

Por último, encontramos látex y celulosa, polímeros que, en principio, podrían indicarnos partículas de origen natural. No obstante, sólo hemos incluido en estos análisis, aquellos ítems que tuvieran un aspecto claramente no natural. Por ejemplo, el caso del látex lo incluimos también porque no es natural encontrarlo en estas playas y, los ítems de celulosa, los incluimos cuando estos tenían un aspecto claro de envase y no podían ser confundidos con material vegetal como, por ejemplo, algas.

Estos resultados están en línea con estudios realizados anteriormente en la zona y en otros lugares del Mediterráneo y del mundo.

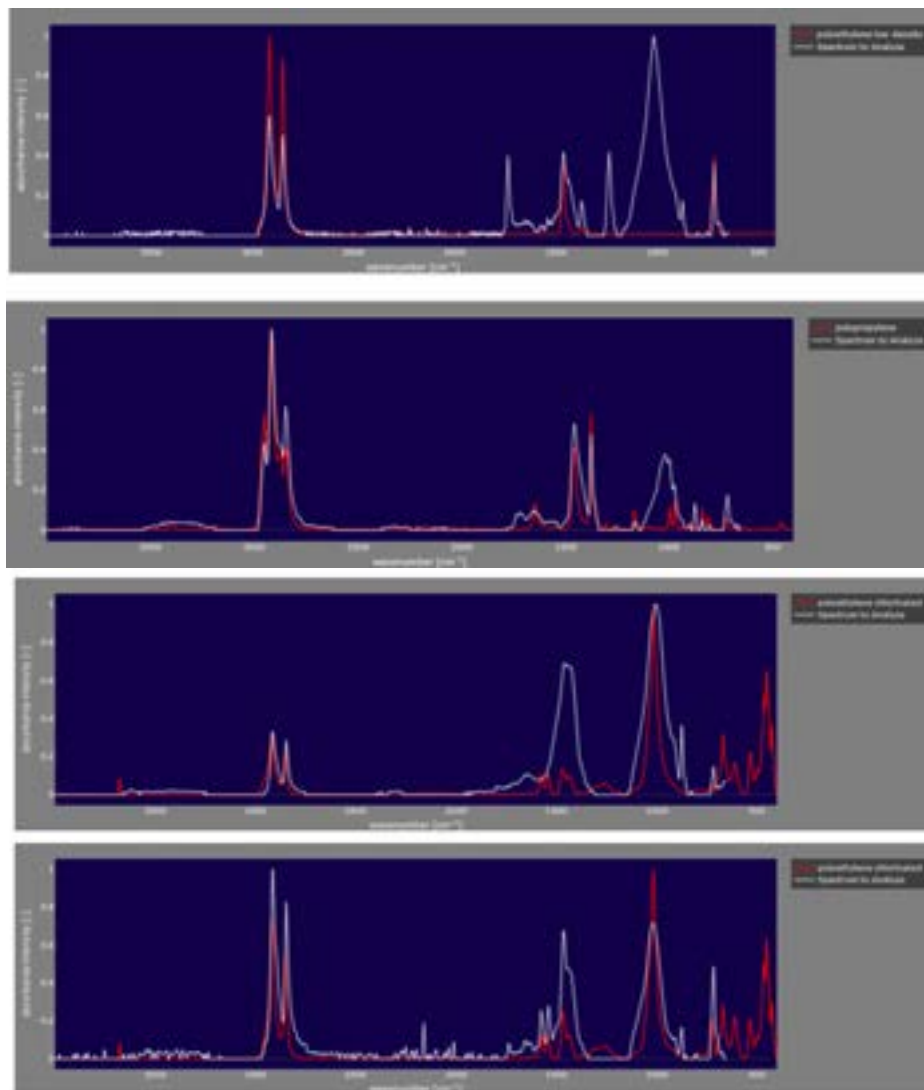


Figura 4. Espectros resultantes de la espectrometría FT-IR (Agilent Cary 630), analizados con OpenSpecy v. 0.9.3. (Cowger et al. 2021).

3. CARACTERÍSTICAS

La inmensa mayoría de microplásticos encontrados se encuentran en forma de fibras (99.61% en Rafalell i Vistabella y 87.01% en El Saler, figura 5). Por el contrario, tan sólo una pequeña parte de los microplásticos encontrados en estas playas, son de origen primario. Estos son los pellets, que constituyen el 0.01% de los microplásticos encontrados en Rafalell i Vistabella y el 6.75% de los microplásticos encontrados en El Saler (figura 5).

Estos datos van en concordancia con las actividades económicas y sociales de la zona estudiada. La provincia de Valencia es una región sostenida sobre todo por el sector terciario y por la agricultura. Concretamente, tiene un gran peso económico el turismo y la restauración, sectores que atraen a multitud de población a la costa. Además, estas playas son lugar de reunión también para los habitantes de la zona, sobre todo en verano. Estos factores concuerdan con el hecho de que la mayoría de microplásticos encontrados sean secundarios, es decir, resultado de la degradación de otros productos de consumo más grandes y no de vertidos industriales ni de plantas de producción de pre-producción de pellets o lugares en los que estos se utilizan.

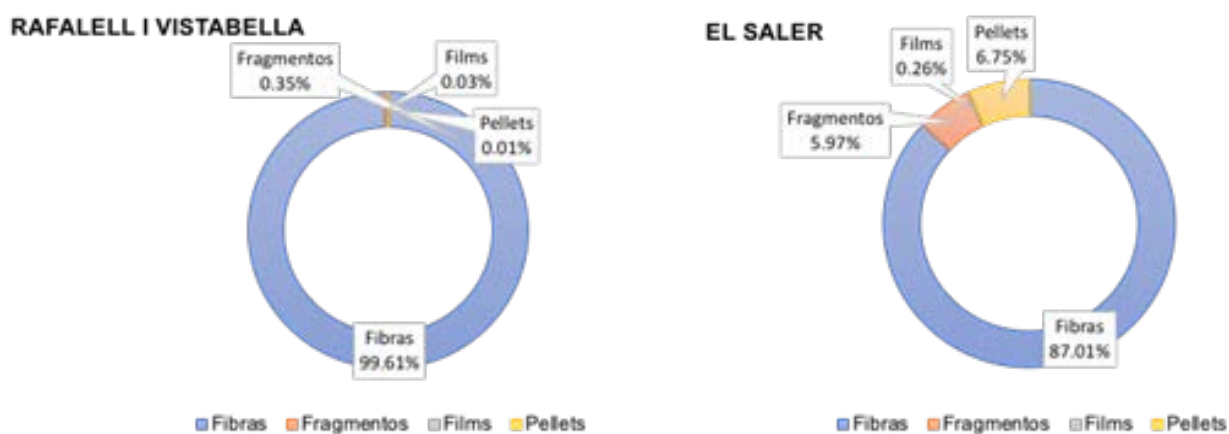


Figura 5. Tipo de microplásticos por forma encontrados en las playas de Rafalell i Vistabella y el Saler.

Gracias a las imágenes del SEM, pudimos también observar y aumentar el banco de imágenes sobre las fracturas y superficies características de los microplásticos presentes en el medio natural (figura 6). Estas imágenes ayudan a confirmar la naturaleza de la partícula y a la comunidad científica en general, al aumentar el número de referencias con las que comparar nuevas muestras.

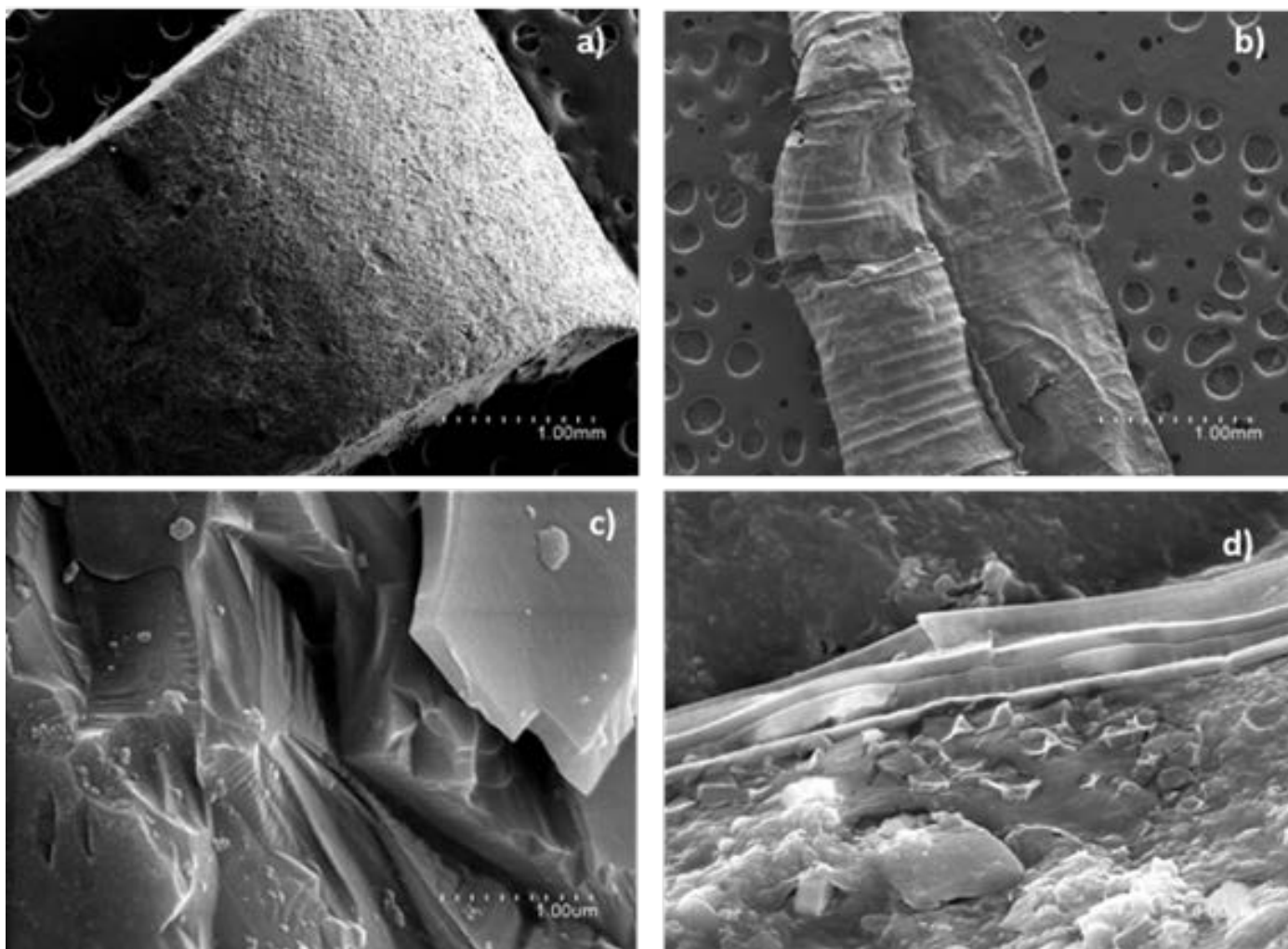


Figura 6. Microplásticos a diferentes aumentos por microscopía electrónica de barrido de emisión de campo (SEM/EDX). A) Microplástico a pocos aumentos (30x), b) microplástico perteneciente a una pajita (30x), c) detalle de la superficie de microplástico a grandes aumentos (30000x), d) detalle de la superficie de un microplástico a grandes aumentos (12000x). Hitachi S4800.

Además, en algunos microplásticos pudieron observarse algas unicelulares adheridas o restos de ellas. Entre ellas, encontramos diatomeas y fragmentos de cocolitoforos y radiolarios (figura 7). Su presencia ha sido palpable también a través del microanálisis elemental, ya que muchas muestras presentaban un pico indicador de silicio, característico de estos seres.

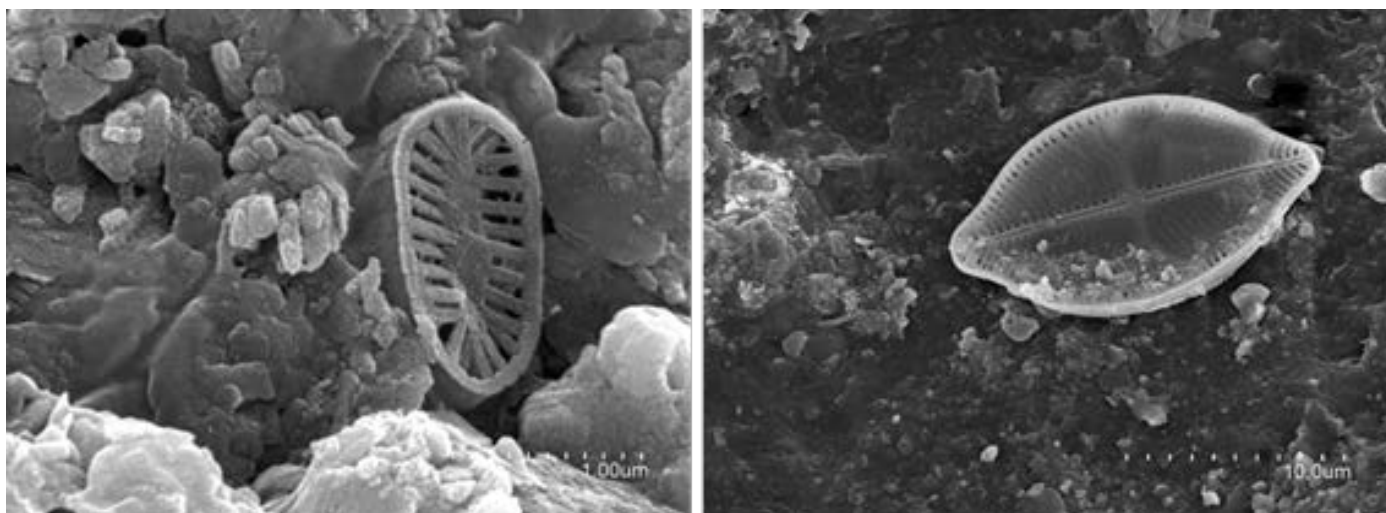


Figura 7. Detalles de algas unicelulares adheridas a las superficies de dos microplásticos por microscopía electrónica de barrido de emisión de campo (35000x y 4000x, respectivamente). Hitachi S4800, SEM/EDX.

En cuanto a los colores, los más abundantes son el negro y el azul (a y b, figura 8), similar a lo analizado en otras playas del Mediterráneo y del mundo. Si se tiene en cuenta el valor atípico encontrado en julio en Rafalell y Vistabella, el color verde verde enmascara la distribución real subyacente (c, figura 8).

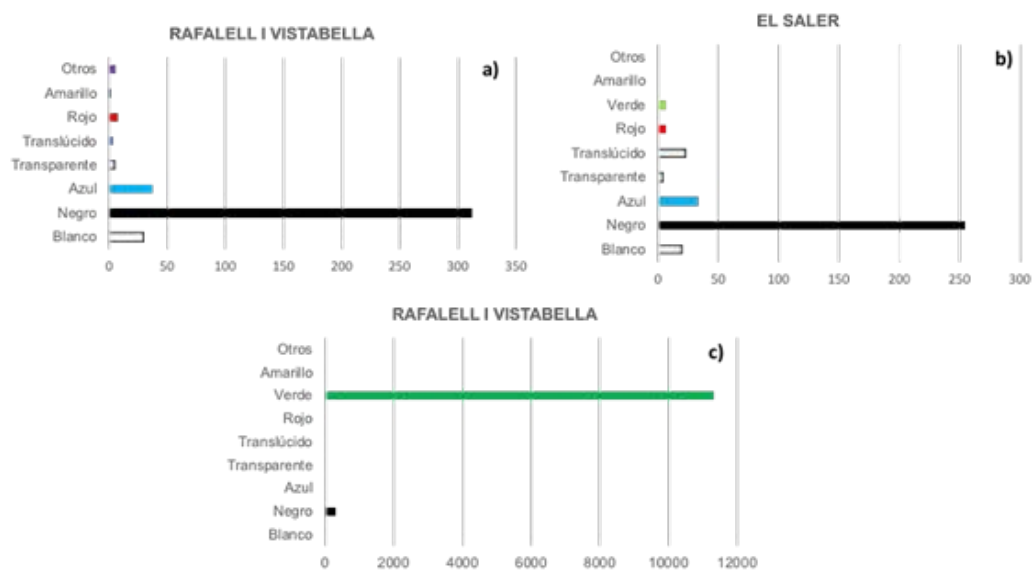


Figura 8. a) Distribución de los microplásticos por colores en: a) playa de Rafalell i Vistabella i, b) playa de El Saler; c) distribución por colores en Rafalell i Vistabella si se tiene en cuenta el valor atípico.

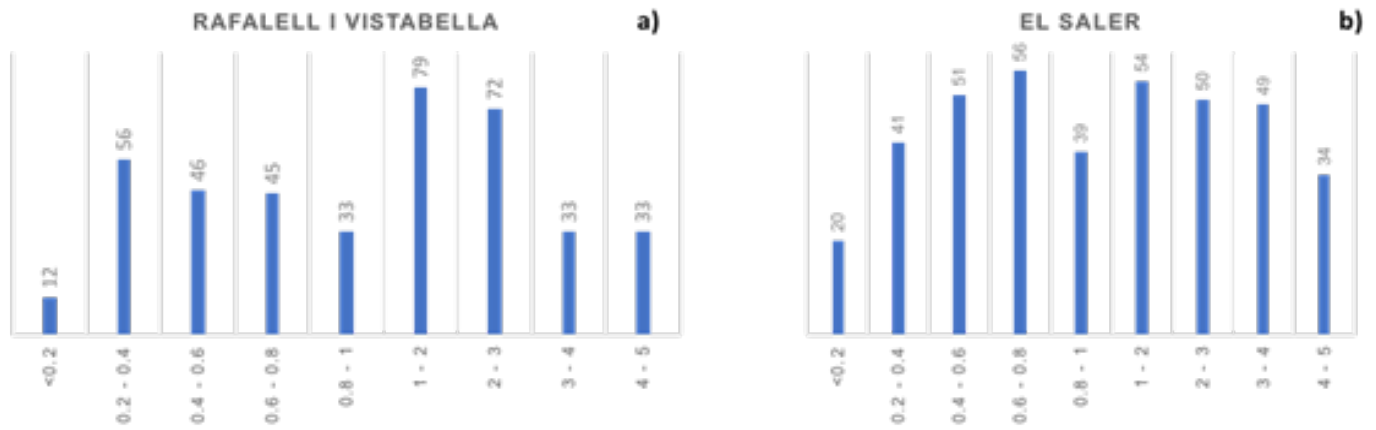


Figura 9. Distribución de los microplásticos encontrados por tamaños en: a) playa de Rafalell i Vistabella y, b) playa de El Saler.

La distribución por tamaños no sigue ningún patrón determinado en las muestras analizadas como para poder extraer conclusiones de su distribución.

4. MICROANÁLISIS SEM/EDX (Scanning Electron Microscopy/Energy Dispersive X-Ray Analysis)

El microscopio electrónico de barrido se utilizó para obtener imágenes a gran aumento de las partículas recolectadas y, a su vez, confirmar o descartar su naturaleza plástica de manera rápida y eficaz. Este proceso consiste en un microanálisis elemental que nos enseña los elementos de los átomos que componen el material. En nuestro caso, la clave de confirmación, a parte del examen visual, es que la muestra presente un alto contenido en carbono y oxígeno.

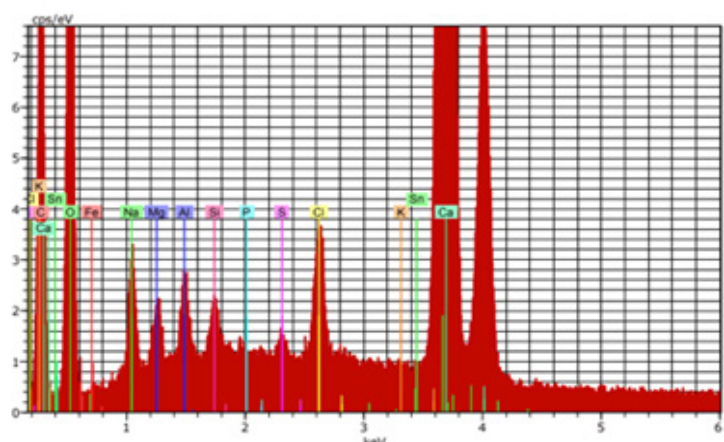


Figura 10. Imagen de una de las partículas encontradas en una muestra (30x) junto al espectro resultante del microanálisis elemental (SEM/EDX).

Por ejemplo, en la figura 10 se muestra una partícula vista al microscopio junto con su espectro. Sabemos, gracias a esta técnica, que la partícula no se trata de un microplástico aunque pueda parecerlo a simple vista. Podemos observar la gran cantidad de calcio, entre otros elementos, que nos indica con gran probabilidad, que la muestra se trata de una piedra calcárea.

A continuación, se presentan tres espectros de partículas identificadas como microplásticos, junto con su composición elemental (figura 11).

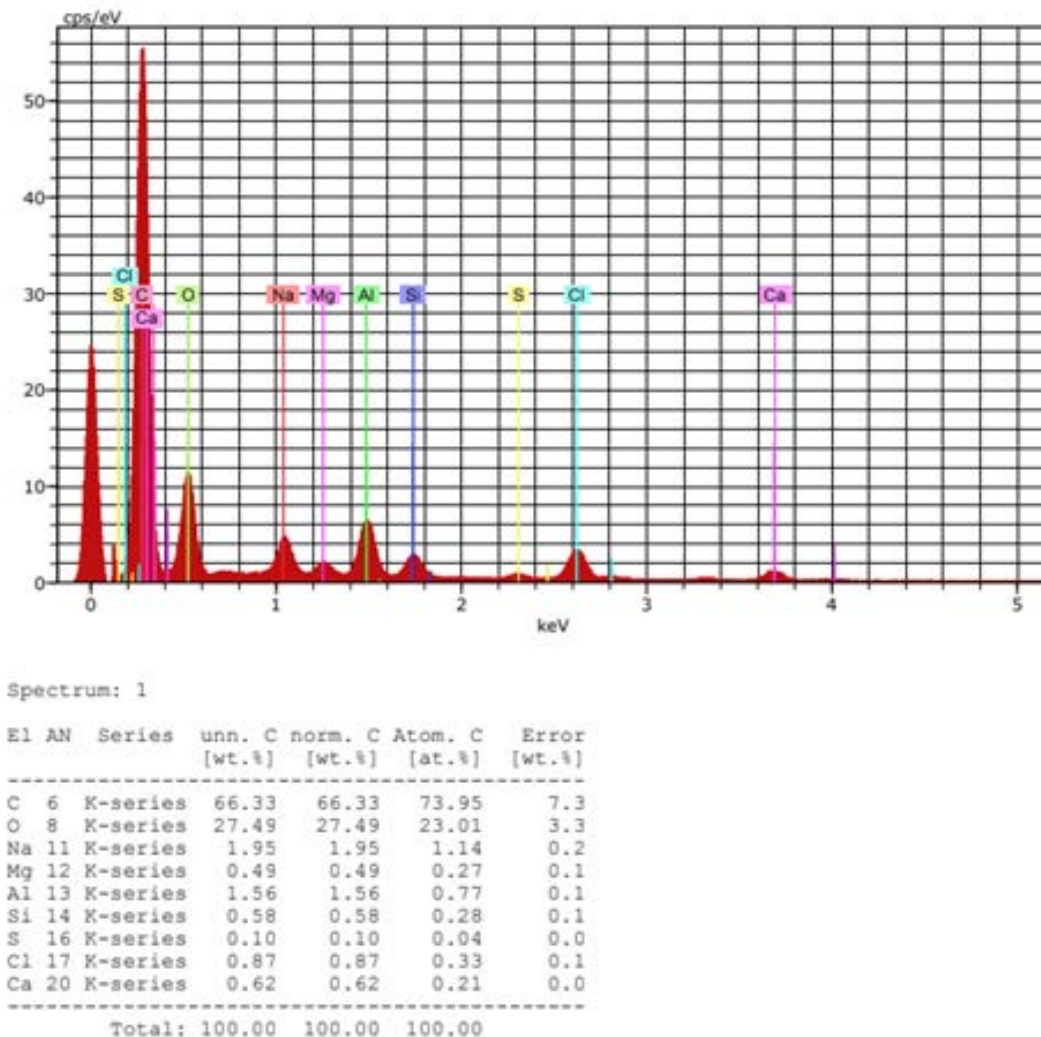
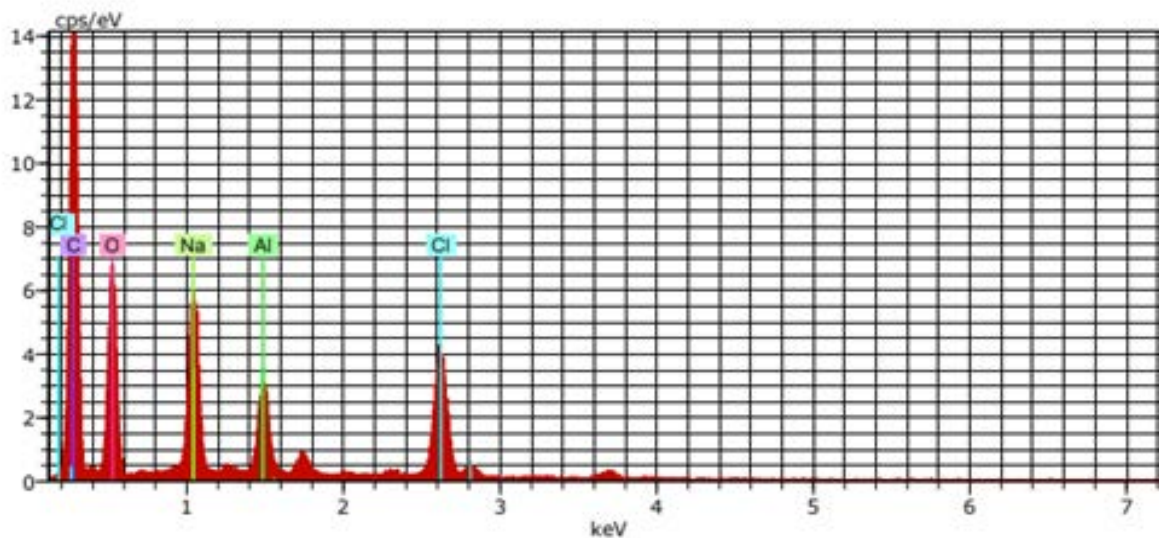
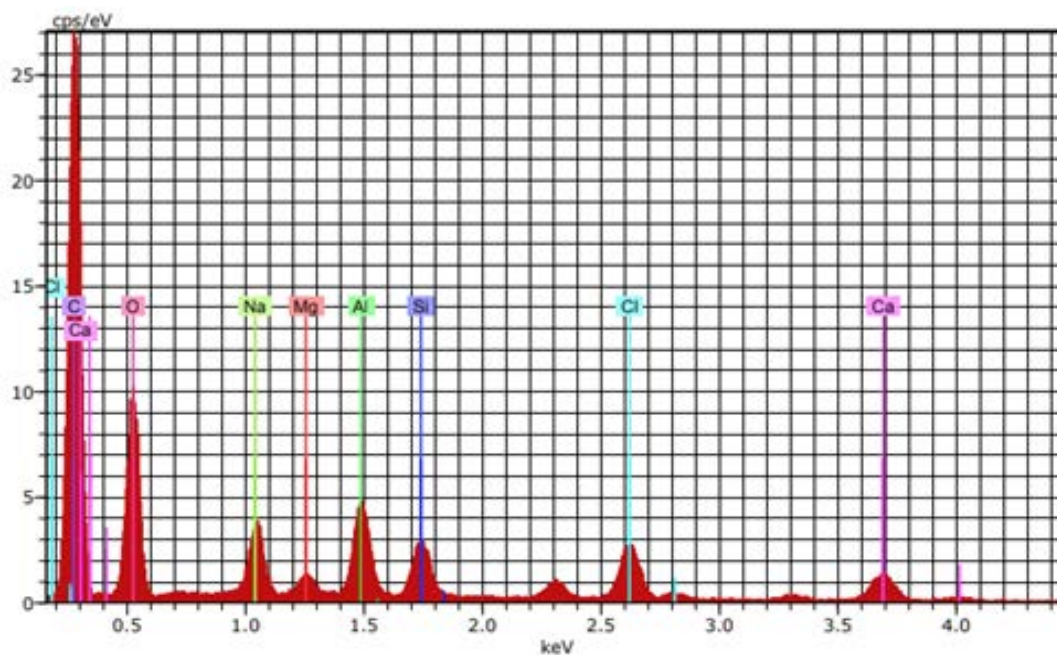


Figura 11. Espectros resultantes del microanálisis SEM/EDX de microplásticos junto con su composición elemental.



El	AN	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [wt.%]
C	6	K-series	66.13	56.98	66.39	8.2
O	8	K-series	37.44	32.26	28.22	5.1
Na	11	K-series	5.19	4.47	2.72	0.4
Al	13	K-series	1.73	1.49	0.77	0.1
Cl	17	K-series	5.57	4.80	1.90	0.2
Total:			116.07	100.00	100.00	



Spectrum: 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [wt.%]
Carbon	K-series	58.32	58.32	67.11	6.9
Oxygen	K-series	33.03	33.03	28.53	4.3
Sodium	K-series	2.65	2.65	1.59	0.2
Magnesium	K-series	0.56	0.56	0.32	0.1
Aluminium	K-series	2.01	2.01	1.03	0.1
Silicon	K-series	1.17	1.17	0.58	0.1
Chlorine	K-series	1.31	1.31	0.51	0.1
Calcium	K-series	0.96	0.96	0.33	0.1
Total:		100.00	100.00	100.00	

5. CONCLUSIONES

La presencia de microplásticos en ambas playas estudiadas es ubicua, es decir, están siempre presentes. No existen diferencias significativas entre ambas playas, pese a que en Rafalell i Vistabella se han encontrado dos muestras con valores más elevados, siendo uno de ellos, extremo. Los materiales encontrados provienen sobre todo de plásticos de uso cotidiano, como pueden ser envoltorios de alimentos, piezas de objetos de uso común o juguetes, fibras textiles y gomas. Además, su origen es mayormente secundario, es decir, que proviene de la degradación de materiales mayores de 5 mm.

