

## LITTERDRONE: MONITORIZACIÓN DE BASURAS MARINAS EN PLAYAS MEDIANTE DRONES Y ANÁLISIS DE IMAGEN

**Autores:** Pérez, J.P.; Dopico, A.; González, G.; López, M.J.; López-Samaniego, E.; Martín, F.; Martínez, G.; Mier, S.; Mojón, O.; Otero, C.; Zorzo, P.

### 1. Introducción

Los residuos abandonados en nuestros mares y costas son un problema creciente. Para combatir este y otros tipos de contaminación, la Unión Europea aprobó en 2008 la Directiva Marco sobre la Estrategia Marina, que tiene como objetivo alcanzar o mantener el buen estado ambiental del medio marino para el año 2020, siendo las basuras marinas uno de sus 11 descriptores.

Por este motivo los Estados miembros, deben llevar a cabo programas de seguimiento de cara a obtener información para el establecimiento de medidas de mitigación adecuadas. El proyecto LitterDrone (<http://litterdrone.eu>) trata de desarrollar una solución tecnológica a las tareas de seguimiento de las basuras marinas en playas.

### 2. Objetivo

LitterDrone tiene como objetivo el desarrollo de una herramienta innovadora para el control y gestión de la basura marina, aplicando para ello nuevas tecnologías a la monitorización ambiental, como los vehículos aéreos no tripulados (popularmente conocidos como “drones”) equipados con cámaras de alta resolución, y software especializado para el procesado de las imágenes obtenidas por los drones, de cara a la detección y caracterización de los residuos detectados en las playas.



Figura 1.- Dron multirrotor empleado en el trabajo de campo del proyecto LitterDrone

A través de la metodología desarrollada por LitterDrone será posible evaluar remotamente la presencia de basura marina en costas, así como su composición en fracciones e ítems. Será posible asimismo monitorizar áreas remotas y/o inaccesibles que actualmente no pueden ser supervisadas.

Con la información recogida los puntos de acumulación de basuras serán más fácilmente detectados y los tipos de basura prevalentes en un área particular se conocerán mejor, de cara a enfocar actividades de prevención y mitigación.

En general, se espera que esta herramienta innovadora pueda contribuir a la lucha

contra el reto global que plantea la basura marina, y pueda así contribuir a la conservación de los ecosistemas marinos y costeros, apoyando a las autoridades públicas como parte del componente de Vigilancia Marítima integrada de la estrategia de Crecimiento Azul.

A través de esta Comunicación se busca el informar sobre la actividad desarrollada en el marco del proyecto, así como sus posibles aplicaciones y la visión comercial futura.

### 3. El Proyecto

El proyecto LitterDrone, financiado por la Comisión Europea por medio del programa Blue Labs de soluciones innovadoras para retos marítimos, está siendo desarrollado por un consorcio constituido por la Universidad de Vigo, coordinadora del proyecto, la empresa Grafinta S.A. y la Asociación Española de Basuras Marinas (AEBAM).

El proyecto cuenta para su desarrollo con el apoyo de ECOEMBES y con la colaboración del Parque Nacional Marítimo-Terrestre de las Islas Atlánticas de Galicia (PNIAG).

LitterDrone comenzó su trabajo en Febrero de 2017, y finalizará en Enero de 2019.

### 4. Trabajo de campo

Para desarrollar la herramienta de detección e identificación de basuras marinas en playas, el proyecto LitterDrone llevó a cabo durante los años 2017 y 2018 cuatro campañas en las Islas Cíes del Parque Nacional Marítimo-Terrestre de las Islas Atlánticas de Galicia.

El motivo por el que se eligieron las Islas Cíes como zona de estudio es que la playa de Rodas forma parte del programa oficial de seguimiento de basuras marinas en playas del Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO). De esta manera, las campañas de trabajo de campo se llevaron a cabo en paralelo a muestreos oficiales realizados dentro de este programa de seguimiento, con el fin de poder comparar resultados. El trabajo de campo se desarrolló replicando los muestreos oficiales mediante drones y, a mayores, en zonas especialmente delimitadas a modo de control en las que se repartieron muestras de los residuos más significativos hallados en playas.



Figura 2.- Trabajo de campo del proyecto LitterDrone en la playa de Rodas  
Durante las campañas de campo se monitorizaron mediante drones equipados con

cámaras RGB, multiespectrales y térmicas en diversas combinaciones dos playas del archipiélago de las islas Cíes, la playa de Rodas y la playa de Nosa Señora.

En Rodas se cubrieron dos tramos, uno de 100 metros de longitud, y otro de 1000 metros, equivalentes a los tramos monitorizados por el MITECO dentro del programa oficial de seguimiento de basuras marinas en playas, y en Nosa Señora se cubrió únicamente un tramo de 100 metros, extensión máxima de la playa.



Figura 3.- Áreas de estudio en las playas de las Islas Cíes, con los tramos de muestreo señalados.

## 5. Trabajo de gabinete

### a. Metodología de captura de imágenes. Georreferenciación. Ortomosaico. Productos finales.

La metodología empleada se ha desarrollado con el objetivo de obtener la respuesta espectral de los objetos que aparecen en la zona de estudio. Las imágenes de los residuos se han tomado en 5 bandas del espectro radiométrico, tres de ellas correspondientes al espectro visible, (Rojo, verde y azul) y dos a la zona infrarroja del espectro (red edge y NIR). Para ello se ha instalado en un UAV (Vehículo Aéreo no Tripulado) dos sensores con capacidad de captura de imágenes en las bandas anteriormente mencionadas.

Las imágenes se obtienen con una plataforma tipo UAV volando con auto-piloto sobre el tramo de interés. Se han probado diferentes combinaciones plataforma-cámara siendo las más útil la combinación de dron Multirrotor con un sensor tipo Cámara RGB (modelo SONY ILCE QX1). Se han empleado asimismo otro modelo de dron de ala fija, más indicado para cubrir grandes distancias y cámaras multiespectrales (Micasense RedEdge)

Los vuelos con el UAV se realizan a baja altura (10-20 metros para el multirrotor en el tramo de 100 metros) y en varias pasadas de acuerdo con un plan de vuelo preestablecido, que comprende la totalidad de la zona de estudio (Figura 4).

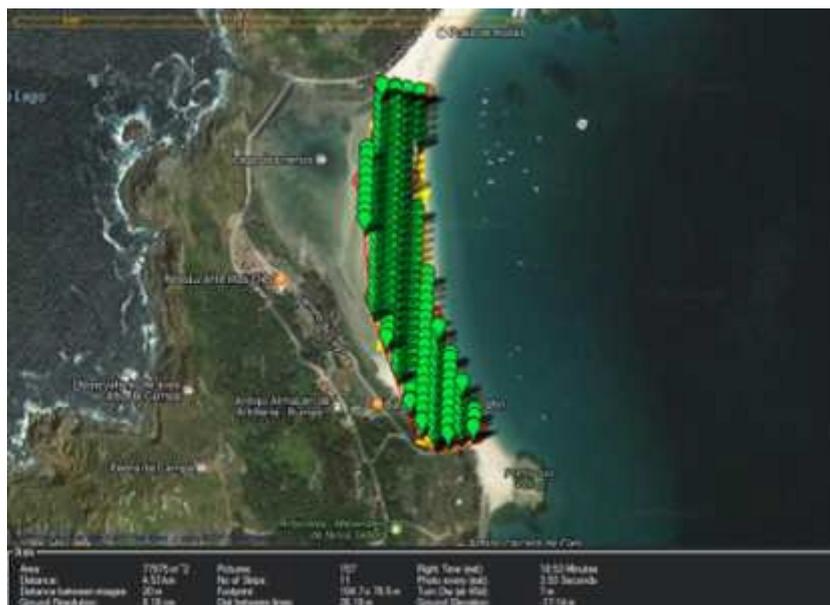


Figura 4.- Ejemplo de vuelo real. Cada punto verde se corresponde con una fotografía tomada durante el vuelo.

El objetivo es contar con suficientes datos (imágenes) para la posterior creación de un ortomosaico georreferenciado de alta definición. Se dispone así de una imagen para cada una de las bandas espectrales, que al estar georreferenciada respeta las propiedades métricas de los elementos en ella representados, así como la posibilidad de su localización geográfica temporal. Este producto aporta información sobre la forma y tamaño de los objetos, además de la propia información radiométrica del sensor.

Previamente a la realización de los vuelos de seguimiento, se diseñó una cuadrícula de pruebas en las que, se dispersaron muestras de diferentes tipologías de residuos. Sobre esta retícula de pruebas se realizaron vuelos con distintas cámaras, sensores y alturas, para que permitieran obtener las distintas respuestas espectrales de cada residuo. El objetivo de esta acción fue realizar capturas de datos verdad-terreno para identificar el comportamiento espectral de los residuos y facilitar la detección de los mismos.

El procesado de las imágenes para obtener el correspondiente ortomosaico se realiza mediante técnicas fotogramétricas, ajustando las imágenes finales compuestas por todos los fotogramas mediante técnicas GNSS (Sistema Global de Navegación por Satélite), al sistema de referencia ETRS89, sistema de referencia geodésico oficial en España para la referenciación geográfica y cartográfica en el ámbito de la Península Ibérica y las Islas Baleares. Así, esta información puede ser integrada en un Sistema de Información Geográfica que multiplica las posibilidades de uso de los datos obtenidos y con ello el interés del proyecto.

#### **b. Análisis y procesado de imágenes.**

Una vez obtenidas las ortofotos, se continúa con su procesado para obtener un informe detallado de los residuos presentes en la zona de estudio.

La conclusión obtenida hasta el momento se ha visto que resulta más adecuado trabajar sobre las imágenes procesadas (ortomosaicos) que contienen toda la información con resolución suficiente y no presenta variaciones artificiales de iluminación y/o color que aparecen en las imágenes individuales.

Se ha desarrollado una aplicación gráfica en MATLAB para realizar esta función.

Además, gracias al “MATLAB Compiler”, es posible trabajar con la aplicación sin disponer de licencia de MATLAB.

Lo ideal sería que el sistema localizase e identificase todos los residuos presentes de forma completamente autónoma. Sin embargo, esto es prácticamente imposible dada la diversidad de residuos y formas en las que aparecen (semienterrados, degradados...). El planteamiento actual es lograr que el sistema localice los residuos y realice una primera clasificación (distinguir las principales categorías de residuos), y que éstos sean revisados por un humano técnico con ayuda del software.

Actualmente, ya se detectan residuos utilizando un clasificador basado en diferentes espacios colorimétricos [2]. Primero se elimina el fondo arenoso, consiguiendo detectar objetos sobre la arena (Figura 4). Este algoritmo se modifica en función del fondo a eliminar: arena seca/mojada, roca, vegetación, etc.

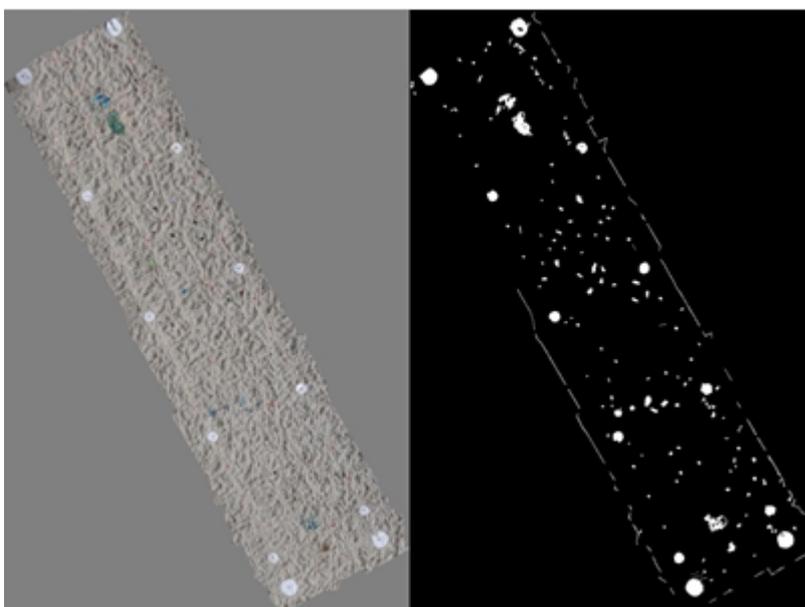


Figura 4.- Detección de objetos sobre el ortomosaico correspondiente a la zona de estudio.

Una vez realizada la localización, el software recorre los objetos uno a uno para presentárselos al usuario (Figura 5).

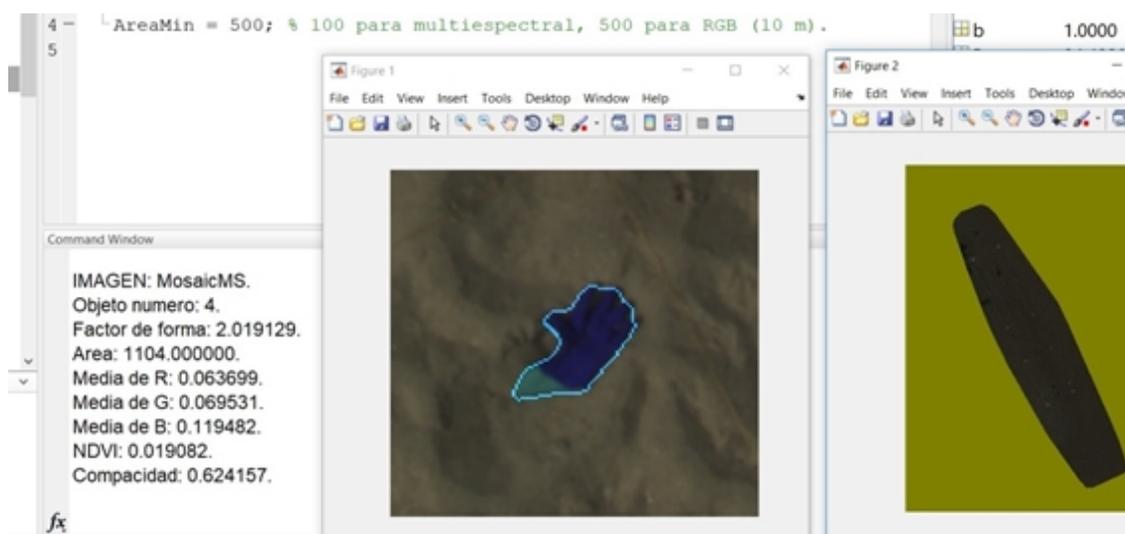


Figura 5.- Modo de presentación de los objetos detectados por el software.

Debido a que las componentes ópticas dependen directamente del color de los objetos más que del material, se han realizado pruebas con cámaras térmicas (IR) y con sistemas RF activos, con conclusiones aún por definir.

El resultado final es un fichero con formato CSV (formato texto con separadores) que consiste en un listado de residuos encontrados, su posición y su clasificación. Se utilizan los códigos de categoría (material) y subcategoría (tipo de residuo) definidos por OSPAR [3]. Este informe se obtiene directamente en forma digital y sustituye al informe manuscrito generado en los muestreos a pie, que aún debe ser transcrito manualmente.

## 6. Visión comercial del proyecto

LitterDrone se posiciona como un mecanismo con potencial utilidad para mejorar y facilitar la identificación y el seguimiento de las basuras marinas, permitiendo a los gestores del territorio tener mejor información de cara a diseñar actuaciones de prevención y mitigación. El valor comercial del proyecto radica además en la posibilidad de comercializar los resultados extraídos (información) tratando de convertir esta información en un input clave del desarrollo del denominado crecimiento azul en Europa.

En particular, el proyecto se orienta a formar parte de la cadena de valor de diversas industrias/sectores aportando este valor a través de la información para, entre todos, reducir el impacto ambiental, social, económico y sobre la salud humana asociado a los residuos existentes en la costa.

La información ofrecida por LitterDrone es un recurso útil para el aprovechamiento del material identificado (residuos) en otras industrias como materia prima. Además, la responsabilidad social, institucional y empresarial en materia de medio ambiente es de todos, puesto que el crecimiento de las basuras marinas es un problema global y creciente del que tanto instituciones como empresas debemos responsabilizarnos por nuestro papel en la economía y en el desarrollo.

Suponiendo que se alcancen los resultados previstos en el proyecto, la gestión de datos ofrecida por LitterDrone serviría de puente, desde el ámbito de la Responsabilidad Social y/o de la economía circular, aportando información útil, valiosa y eficaz a aquellas empresas, organismos y/o instituciones relacionadas con el medio ambiente, el turismo, el reciclaje y la gestión de residuos, entre otras. Nuestro reto es contribuir al desarrollo

del concepto de economía circular, desarrollando la base de nuevos modelos de negocio más sostenibles

## 7. Conclusiones

LitterDrone es un proyecto que intenta mejorar los procesos de monitorización y control de la basura marina en las playas europeas. Está diseñado conociendo los principios del protocolo OSPAR [1], que es el que siguen los países de la UE, incluida España. El proyecto consiste en el desarrollo de nuevas metodologías basadas en la captura de imágenes aéreas mediante plataformas no tripuladas (drones) y diferentes tipos de cámara.

La captura se realiza utilizando tecnología conocida basada en software de fotogrametría.

El análisis de las imágenes se realiza a través de software de procesamiento de imagen desarrollado en entorno MATLAB.

Los métodos son sencillos y basados en técnicas de visión artificial. Sin embargo, los resultados son útiles y originales ya que no existe, hoy día, otro software capaz de un proceso similar.

El proyecto ha permitido obtener, por el momento, los siguientes resultados provisionales:

- Selección de los modos de detección (tipo de cámara) más adecuados.
- Creación de un software funcional.
- Posible aumento de las áreas de estudio en los trabajos de monitorización, cubriendo zonas remotas e inaccesibles, así como estudiar grandes tramos de costa para detectar áreas de acumulación de basuras.
- Nuevas posibles aplicaciones en otros medios (p.ej. basuras flotantes en el mar), en otras plataformas (p.ej. Satélites) y con otros sensores (p.ej. Cámaras hiperespectrales).

Quedan pendientes todavía aspectos como la integración de imágenes obtenidas por otro tipo de sensores (cámaras multispectrales y térmicas), así como la mejora y perfeccionamiento del reconocimiento de imagen, añadiendo nuevos patrones al sistema actual y/o probando otros métodos. No se descarta el uso de técnicas más avanzadas como las redes neuronales convolucionales, aunque de momento la base de datos existente no es lo suficientemente amplia para poder llevar a cabo este tipo de entrenamiento.

## 8. Referencias

[1] <https://es.mathworks.com/products/matlab.html>

[2] Color science: concepts and methods, quantitative data and formulae, Günter Wyszecki, W.S. Stiles

[3] Convenio OSPAR: <https://www.ospar.org/>.