

**UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE**

**FACULTAD DE CIENCIAS EXPERIMENTALES**

**GRADO EN CIENCIAS AMBIENTALES**



**APLICACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN  
GEOGRÁFICA COLABORATIVOS PARA LA  
MONITORIZACIÓN DE INCIDENCIAS  
AMBIENTALES: NUEVAS ESTRATEGIAS PARA  
CIENCIA CIUDADANA**

**SEPTIEMBRE – 2024**



**CIENCIAS AMBIENTALES  
FACULTAD DE CIENCIAS EXPERIMENTALES**

---

**UNIVERSITAS Miguel Hernández**

**AUTOR**

**SERGIO GONZÁLEZ GÓMEZ**

**TUTOR**

**IGNACIO MELÉNDEZ PASTOR**

**DPTO. AGROQUÍMICA Y MEDIO AMBIENTE**

## **Aplicación de Sistemas de Información Geográfica colaborativos para la monitorización de incidencias ambientales: Nuevas estrategias para Ciencia Ciudadana.**

### **Resumen:**

El presente trabajo pretende hacer el uso de Sistemas de Información Geográfica colaborativos para monitorear incidencias ambientales en áreas urbanas, concretamente en el entorno urbano de la ciudad de Elche, haciendo uso del concepto de Ciencia Ciudadana. Este enfoque permite que los ciudadanos participen activamente en la recolección de datos sobre problemas ambientales mediante una aplicación móvil, soportada por el software de GISCloud, y así hacer frente a problemáticas ambientales que surgen hoy en día en nuestros entornos urbanos.

La investigación hace uso de diferentes procesos con sistemas informáticos de georreferenciación, *machine learning* y minería de datos para la extracción de datos e información sobre los mismos y poder sacar así las conclusiones pertinentes sobre el uso de la aplicación que se está desarrollando.

**Palabras clave:** Georreferenciación, Ciencia Ciudadana, *Machine Learning*, Incidencias Ambientales.

***Application of collaborative Geographic Information Systems for monitoring environmental incidents: New strategies for Citizen Science***

**Abstract:**

The present work aims to make use of collaborative Geographic Information Systems to monitor environmental incidents in urban areas, specifically in the urban environment of the city of Elche, making use of the concept of Citizen Science. This approach allows citizens to actively participate in the collection of data on environmental problems through a mobile application, supported by GISCloud software, and thus address environmental problems that arise today in our urban environments.

The research makes use of different processes with georeferencing computer systems, machine learning and data mining for the extraction of data and information about them in order to draw relevant conclusions about the use of the application being developed.

**Key words:** Georeferencing, Citizen Science, Machine Learning, Environmental incidents



## **Agradecimientos**

Al Departamento de Agroquímica y Medio Ambiente y al Vicerrectorado de Estudios (PIEU\_B-2023\_48), por facilitar los medios necesarios para desarrollar este trabajo de investigación.

A Ignacio Meléndez, mi tutor, por haberme permitido realizar este trabajo, y por todo el tiempo dedicado hacia mi persona.

A Bernat Botella, David Moya, Paula Andréu, Jose Navarro e Ignacio Gómez, por su inestimable colaboración como voluntarios para el desarrollo de este experimento de SIG colaborativo.

A mi familia por haberme apoyado siempre desde el primer minuto que decidí comenzar esta carrera universitaria, la que me ha permitido realizarme como persona y sobre todo formarme como el futuro profesional que voy a ser. En especial a mi padre, por haberme permitido entrar a la universidad y poder seguir mi sueño de estudiar en el ámbito de la ciencia. A mi hermana, por haber estado ahí en los momentos más difíciles a nivel académico y emocional. Pero sobre todo a mi madre, que a pesar de no haber podido compartir todo esto contigo, has estado siempre mi lado y ayudándome lo mejor que has podido.

Ya, por último, a todas las personas que han querido compartir conmigo la experiencia universitaria dentro y fuera de la universidad. Todas ellas que se den por aludidas me han aportado sobre todo enriquecimiento personal en todos los ámbitos

## Índice

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>5</b>
1.1. CIENCIA CIUDADANA Y TECNOLOGÍAS DE LA GEOINFORMACIÓN .....	7
<b>2. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS .....</b>	<b>9</b>
2.1. ANTECEDENTES .....	9
2.2. OBJETIVOS .....	9
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>11</b>
3.1. FUENTES DE DATOS GEOESPACIALES EMPLEADOS .....	12
3.2. CONSTITUCIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO Y PROPUESTA DE INDICADORES AMBIENTALES. ....	12
3.3. APLICACIÓN SIG COLABORATIVO EN DISPOSITIVOS MÓVILES .....	15
<b>4. RESULTADOS .....</b>	<b>20</b>
4.1. PRIORIZACIÓN DE ÍTEMS AMBIENTALES A ANALIZAR .....	20
4.2. ANÁLISIS ESPACIAL DE ACCESIBILIDAD A SERVICIOS AMBIENTALES, EDUCATIVOS Y DE SALUD. .....	26
4.3. APLICACIÓN DE SIG COLABORATIVOS MÓVILES PARA LA IDENTIFICACIÓN EN CAMPO DE INCIDENCIAS AMBIENTALES.....	31
<b>5. CONCLUSIONES Y PROYECCIÓN FUTURA.....</b>	<b>35</b>
<b>6. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>36</b>
6.1. PÁGINAS WEB CON RECURSOS UTILIZADOS .....	36

## 1. Introducción

Para empezar la contextualización del trabajo tenemos que tener en cuenta el concepto de lo que es un ecosistema, que se puede definir como la unidad básica de un análisis ecológico en la que están incluidas las variedades y poblaciones de formas de vida, que son independientes en un espacio determinado.

Aunque este concepto está ligado con el término de medioambiente, hay que dejar claro que no son el mismo concepto. Ya que el medio ambiente va más allá de lo que es un ecosistema, en el que va adherido la fracción biológica y el medio físico que lo contiene. Un ecosistema está más asociado a esa fracción biológica (seres vivos animales y vegetales) que se relacionan con el medio físico que les rodea. (Miller, 1998: 92).

Teniendo en cuenta ya los dos conceptos previos, podemos entender que, en las zonas urbanas, nosotros los seres humanos, somos parte de un ecosistema, es decir la parte que está viva y que la urbe es la parte inerte con la que interaccionamos en bases a nuestras diversas actividades del día a día, formando así nuestro medio, en este caso en un entorno urbano.

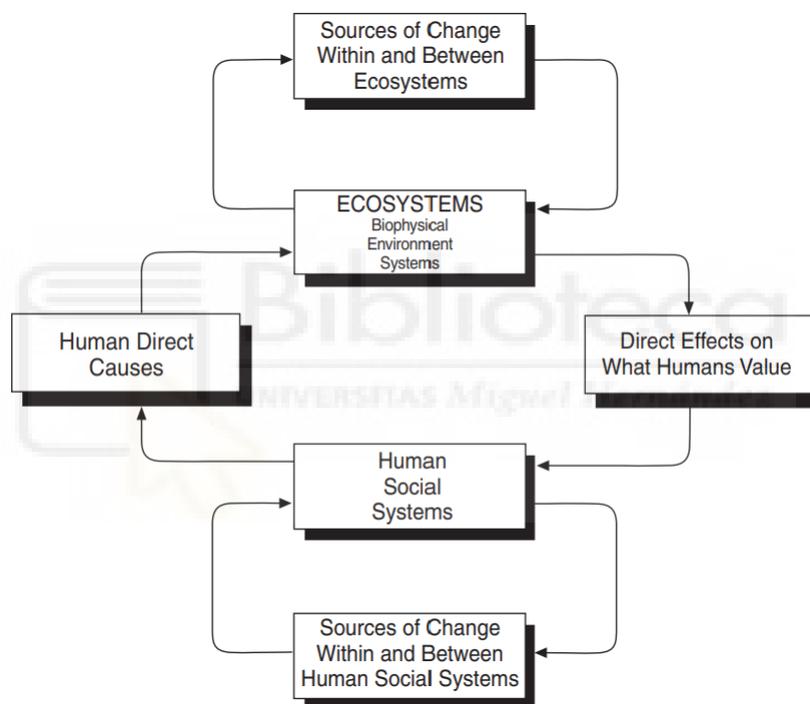
Hoy en día, en los entornos urbanos surgen diariamente numerosos y diversos problemas, tanto de las grandes ciudades como en los pequeños núcleos urbanos. Desde el mal estado de una vía de comunicación, ya sea una carretera o un camino de senda, hasta algo tan sencillo como el mal estado de los contenedores de residuos sólidos urbanos (RSU), pueden llegar a generar ciertas consecuencias negativas la relación medioambiente y ser humano.

La relación entre el ser humano y medioambiente está estrechamente ligada, ya que somos nosotros los humanos quienes ocupamos, realizamos nuestras actividades y conseguimos los recursos para llevarlas a cabo. Por ello, la mala práctica del desarrollo de nuestras actividades y la sobreexplotación, tanto de los recursos como del espacio que nos rodea, conlleva a la aparición de consecuencias negativas principalmente.

Estas consecuencias negativas son numerosas, sobre todo si hablamos dentro de un entorno urbano en el cual las diferentes actividades que se realizan llevan al deterioro directo o indirecto de múltiples aspectos, tales como la contaminación de las aguas, el suelo, la atmósfera, etc. Ya no son solo factores que perjudican al medioambiente, sino también a la salud de la ciudadanía. Como puede ser la mala gestión de los Residuos

Sólidos Urbanos, el tráfico rodado, la dejadez en el mantenimiento de las infraestructuras urbanas, etc.

De forma resumida, estas interacciones sociedad-medioambiente crean sistemas de conexión o de interacción. En la Figura 1 podemos observar cómo se enlazan las diferentes partes de un ecosistema en relación con el medio que los rodea generando diferentes interacciones entre sí. Por lo que, somos nosotros quienes modificamos el medio para la realización de nuestras actividades, provocando que se generen las diferentes consecuencias que perjudican tanto a las formas de vida en función de los cambios que se producen en nuestro entorno.



**Figura 1.** Interacciones entre ecosistemas y sistemas sociales humanos

Fuente: Stern *et al.* (1992: 34)

Tiene que haber cierto equilibrio para que estos sistemas no estén descompensados, para así amortiguar los impactos de nuestras actividades hacia el medioambiente, buscando la sostenibilidad en las diferentes conexiones, teniendo en cuenta por definición de sostenibilidad, según la Comisión Mundial sobre Medioambiente y Desarrollo de la Organización de las Naciones Unidas, como “*Satisfacer las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades*”.

## 1.1. Ciencia Ciudadana y tecnologías de la geoinformación

La Comisión europea redactó el documento *Green Paper on Citizen Science: Citizen Science for Europe, towards a better society of empowered citizens and enhanced research* en el que se habla sobre el concepto de Ciencia Ciudadana como: “*la participación del público en general en actividades de investigación científica cuando los ciudadanos contribuyen activamente a la ciencia, ya sea con su esfuerzo intelectual o con el conocimiento circundante o con sus herramientas y recursos*”. (Bonney *et al.*, 2009).

En la metodología, en la que se basa en este concepto, los participantes proporcionan datos experimentales e instalaciones para los investigadores, plantean nuevas preguntas y co-crean una nueva cultura científica. Al mismo tiempo que agregan valor, los voluntarios adquieren nuevos aprendizajes y habilidades, y una comprensión más profunda del trabajo científico de una manera atractiva. Como resultado de este escenario abierto, en red y transdisciplinario, se mejoran las interacciones entre ciencia, sociedad y política, lo que conduce a una investigación más democrática basada en la toma de decisiones y en la evidencia.

Todo esto dicho de otra forma y a modo resumen, implica la participación del público no especializado en colaboración tanto de científicos como de profesionales en una investigación científica. Por lo que sería la recopilación de datos, además de su análisis sistemático, desarrollo de la tecnología, pruebas de fenómenos naturales, y difusión, por parte de los investigadores, de estas actividades de manera vocacional. (Bonney *et al.*, 2009).

Debido a la creación y acuñación de este término, surgió en Europa el proyecto *Socientze* en el que publican el documento *White Paper on Citizen Science* en el año 2014 (Bonney *et al.*, 2009). En este documento se publicaron diferentes propuestas de acción, por la Unión Europea, para las diferentes áreas específicas, en las que se pueden incluir el uso de inteligencia artificial y la igualdad de condiciones en materia de subvenciones extranjeras.

Una de las grandes ventajas de la ciencia ciudadana, es que se basa en la colaboración de personas ubicadas en múltiples localizaciones, capaces de percibir problemáticas ambientales en su entorno inmediato. Desde el punto de vista de las tecnologías de la geoinformación, esto es de inestimable utilidad, dado que, a la hora de estudiar cualquier proceso o problemática ambiental, “*Casi todo lo que sucede, sucede en algún lugar*”

(Longley *et al.*, 2005). La ubicación geográfica es un atributo importante de las actividades, políticas, estrategias y planes. Los sistemas de información geográfica son una clase especial de sistemas de información que realizan un seguimiento no solo de eventos, actividades y cosas, sino también de dónde ocurren o existen estos eventos, actividades y cosas (Longley *et al.*, 2005).

Con el desarrollo de internet ha habido ampliaciones en los campos de estudio dentro de las tecnologías de la información, es por ello que hay una gran accesibilidad a estas herramientas para diferentes actividades gracias a los GPS (*Global Positioning Systems*) y los repositorios cartográficos que existen hoy en día que, además, permiten a cualquier ciudadano a la colaboración con las ideas principales del presente trabajo. (Goodchild, 2007).

La implementación de un sistema basado en la georreferenciación puede ser de gran utilidad para la sociedad, especialmente en la lucha contra los problemas medioambientales que surgen en diversos entornos. Este sistema puede desarrollarse tomando en cuenta una serie de indicadores ambientales en diferentes compartimentos del medio ambiente, como la atmósfera, el agua, el aire y el suelo. Estos indicadores podrían incluir distintos aspectos de la contaminación (atmosférica, sonora, térmica, etc.), factores socioeconómicos (demografía, actividades económicas, ordenación del territorio) y elementos ecológicos (biodiversidad de flora y fauna, espacios e infraestructuras verdes) (Donnelly *et al.*, 2006).

Por lo tanto, la integración de estos indicadores en un sistema de georreferenciación no solo permitiría un monitoreo más eficiente y preciso del entorno, sino que también facilitaría la toma de decisiones informadas para la protección y conservación del medio ambiente. Al comprender mejor la interacción entre factores ecológicos, socioeconómicos y ambientales, podríamos anticipar y mitigar los impactos negativos, promoviendo un desarrollo más sostenible y equilibrado que beneficie tanto a las comunidades humanas como a los ecosistemas

## 2. Antecedentes y objetivos

### 2.1. Antecedentes

El municipio de Elche comprende numerosas actividades socioeconómicas desglosándolo de forma breve en las siguientes categorías:

- En el sector primario está la agricultura, repartida por toda la zona denominada como Campo de Elche donde está la producción de cítricos, almendras, dátiles, hortalizas varias, etc.
- En el sector secundario prima el sector industrial del calzado. Por otro lado, también existe industria del metal, química, construcción, etc.
- Por último, en el sector terciario nos encontramos con el comercio y el turismo.

Estas actividades a veces se entrelazan espacialmente en el entramado urbano, en el que habita el conjunto de la ciudadanía, y percibe de primera mano las posibles problemáticas ambientales que le afectan en el día a día.

Resulta por tanto necesario poder eliminar o minimizar todas las incidencias o problemas de carácter medioambiental para poder mantener esa sostenibilidad expuesta anteriormente, pudiendo mantener o incluso mejorar la calidad de vida de la ciudadanía y del medio que nos rodea, haciendo uso de las novedosas herramientas de geoinformación colaborativas que se vienen desarrollando en los últimos años.

Todo esto teniendo en cuenta los diferentes factores que puedan llevar a cabo a ese desequilibrio en la sostenibilidad medioambiental: los residuos, las actividades socioculturales y socioeconómicas, las prácticas de la ciudadanía que perjudican de malas formas al medioambiente. Y para ello realizamos una relación simbiótica entre el equipo experto en la materia contando con la participación ciudadana para llevar a cabo estos ideales.

### 2.2. Objetivos

El principal objetivo de este trabajo es desarrollar experimentalmente una herramienta de geolocalización y análisis de incidencias ambientales, que sea accesible desde el punto de vista de la ciencia ciudadana, y permita visualizar para las administraciones los problemas ambientales que se desarrollan continuamente en las diferentes partes de un entorno urbano, a fin de actuar cuanto antes para minimizar su impacto ambiental y sobre

la salud de las personas. El núcleo urbano de Elche será nuestra zona de estudio a la hora de realizar este trabajo, concretamente el barrio de Altabix.

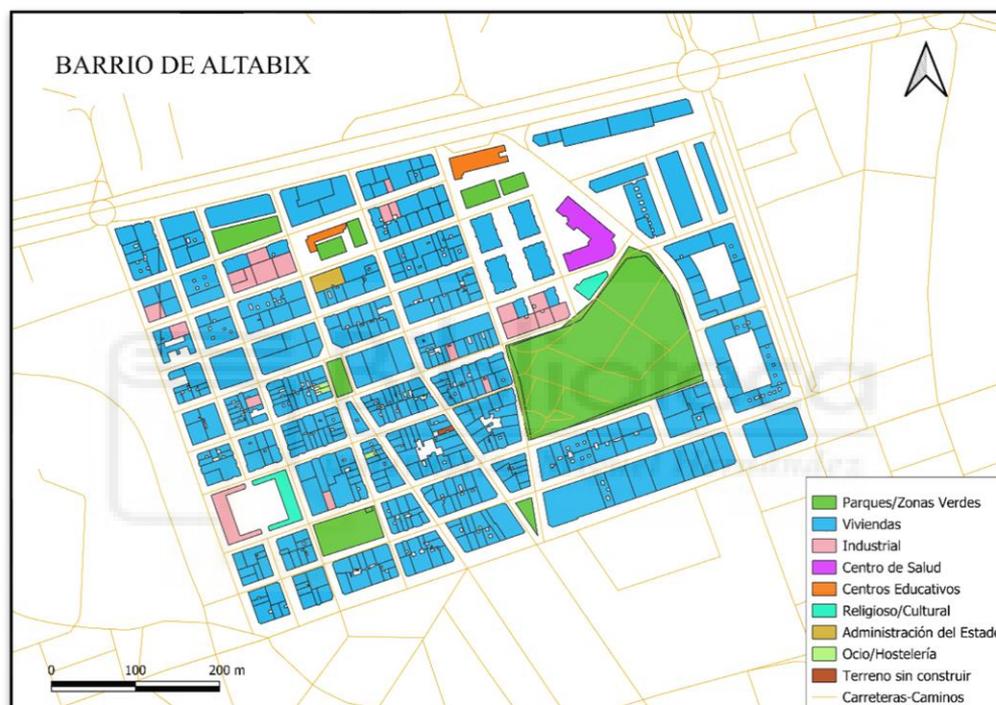
Entre otros objetivos específicos que se plantean en este trabajo son:

- Conseguir ese cambio de perspectiva y actitud en la ciudadanía, para hacer frente en la lucha a favor de la sostenibilidad ambiental, ya que el desequilibrio de esta nos perjudica severamente.
- Mejorar la calidad de vida de la ciudadanía y del entorno urbano de la ciudad de Elche.
- Hacer partícipes a los ciudadanos de la lucha a favor del equilibrio de la sostenibilidad ambiental.



### 3. Materiales y métodos

La zona acotada del entorno urbano de Elche, en la provincia de Alicante, se reduce al barrio de Altabix, cuya delimitación se basa en las siguientes vías de comunicación, Calle Francisco Vicente Rodríguez, Avenida de Alicante, Avenida Sucre y por último la Avenida de la Universitat d'Elx, como se puede mostrar en Figura 2, que comprende una extensión total de 34,89 km<sup>2</sup>. Es decir, para las coordenadas UTM: X: 702210 Y:4238125, X:703075 Y: 4238825.



**Figura 2.** Zona de estudio, Barrio de Altabix.

La morfología urbana es variada, cuenta con una mezcla de edificios, desde bloques de pisos modernos hasta viviendas unifamiliares más tradicionales, reflejando su evolución como zona periférica. Cuenta con parques y zonas ajardinadas, añadiendo un signo de naturaleza al entorno urbano, en las cuales los ciudadanos las utilizan para ocio y/o deporte. Además, es una zona tranquila y segura, para familias y estudiantes, dado a su cercanía con la Universidad Miguel Hernández de Elche y con el centro de la ciudad. Existe diversidad en los servicios existentes, ya que presenta colegios, centros de salud y supermercados, y por otro lado incluye tiendas cafeterías bares y restaurantes.

### 3.1. Fuentes de datos geoespaciales empleados

Para la elaboración de la base cartográfica, se ha recurrido a datos obtenidos de dos principales fuentes: El Instituto Geográfico Nacional (IGN) y el Plan Nacional de Ortografía Aérea (PNOA).

Del IGN se extrajeron datos detallados sobre los núcleos urbanos de Elche, Torrellano y El Altet a través de su centro de descargas. Proporcionando una base cartográfica precisa y actualizada de todas las zonas urbanas mencionadas.

Complementariamente, se utilizaron imágenes del PNOA, que son capturas obtenidas durante el vuelo realizado el 23 de noviembre de 2022. Estas imágenes tienen una resolución de 18 cm, lo que nos permite tener una visualización bastante detallada del terreno. El vuelo tiene el número de identificación 221133, y los datos se ajustan a las especificaciones técnicas del VUELO PNOA 35-22, garantizando su precisión y relevancia actual.

Una vez recogidos los datos de ambas fuentes, se emplearon diversas técnicas de elaboración cartográfica mediante el uso del software QGIS. En este proceso se incluyó la integración de las capas de información geoespacial, la realización de cortes para la delimitación de áreas de interés y otras modificaciones necesarias para adaptar los datos a los objetivos de interés de este proyecto. A final de todo este proceso, se desarrolló un mapa detallado donde queda reflejado toda la información geográfica actualizada y las representaciones aéreas precisas del terreno de la zona de estudio, pudiéndose ver en la figura 2.

### 3.2. Constitución del equipo de trabajo y propuesta de indicadores ambientales.

Para la continuación del proceso se procesó a la constitución de un equipo de 7 participantes con el objetivo de aportar ítems que se puedan evaluar dentro de un entorno urbano, así como dotar al proyecto de la integración de esa parte necesaria que abarca el trabajo como Ciencia Ciudadana y hacerles partícipes del uso de la aplicación que se está desarrollando y demostrar que funciona.

Seguidamente se elaboró un formulario de Google, que se envió a las personas participantes para que valorasen los diferentes ítems que se muestran en Tabla 1:

**Tabla 1.** Lista de posibles ítems que se pueden ser evaluables.

ID	Tipo de indicador	Ítem
1	Contaminación	Calidad del aire
2	Contaminación	Focos de emisión de calor
3	Contaminación	Ruido
4	Gestión de Residuos	Contenedores RSU (tipos, número, modalidad, etc.)
5	Gestión de Residuos	Limpieza viaria
6	Gestión de Residuos	Papeleras
7	Habitabilidad	Accesibilidad en aceras
8	Habitabilidad	Ancho de las aceras
9	Habitabilidad	Aspecto de conservación de los edificios.
10	Habitabilidad	Iluminación viaria (tipo farolas, altura, etc.)
11	Habitabilidad	Información calles (nombre y numeración)
12	Habitabilidad	Otro mobiliario urbano
13	Habitabilidad	Paradas de transporte público y número de líneas
14	Habitabilidad	Presencia/ausencia de puntos de acceso de agua potable y vegetación urbana.
15	Habitabilidad	Zonas de parques/juegos infantiles
16	Infraestructura urbana	Suelo sellado/no sellado
17	Infraestructura verde	Zonas verdes (m <sup>2</sup> /hab)
18	Infraestructura verde	Zonas verdes (m <sup>2</sup> /superficie total)
19	Infraestructura verde	Sumideros de aguas pluviales.
20	Infraestructura verde	Arbolado en aceras
21	Sociocultural	Actividades culturales y/o ambientales (huertos, talleres, conferencias, etc.)

ID	Tipo de indicador	Ítem
22	Sociocultural	Centros educativos
23	Sociocultural	Centros sanitarios
24	Sociocultural	Centros sociales/vecinales
25	Sociocultural	Servicios (comercios varios como mercerías, papelerías, bares, mercados, etc.)

De todos estos ítems, cada participante valorará del 1 al 5, siendo 1 nada importante y 5 muy importante, la importancia o relevancia que tenga el ítem para poder ser estudiado en relación al propósito principal del trabajo. Y, por otra parte, también deberán evaluar la dificultad como fácil, intermedio o difícil, que tendrán los participantes a la hora de proceder la toma de datos de esos ítems.

Una vez recogido todos los datos de los formularios de los participantes, se puso a cada uno de los ítems un número de identificación, se los categorizó en función de qué tipo de indicador fuese (contaminación, habitabilidad, infraestructura, etc) y posteriormente se sumaron las valoraciones, tanto de la importancia como de la viabilidad de cada uno de estos. Con el resultado final, se convertirán en puntos mediante un gráfico para determinar si son los más óptimos para desarrollarse en el trabajo en base a su viabilidad e importancia máxima, todo ello realizado mediante una hoja de cálculo de Excel. Consiguiendo de este modo extraer cierta información sobre que nos quieren decir los participantes con estas valoraciones.

Con los datos obtenidos dentro de Excel se procedió a la realización de un proceso basado en el *machine learning* y en la minería de datos usando el programa informático de Weka ([www.weka.io](http://www.weka.io)), en el cual clasificaremos esos datos obtenidos en diferentes categorías para poder hacer la selección de los ítems con mayor importancia y viabilidad, haciendo uso de una clasificación mediante el algoritmo *SimpleKmeans*, el cual clasifica los datos obtenidos de la importancia máxima y viabilidad máxima de cada ítem en diferentes conjuntos de datos en un número concreto de grupos o clusters en este caso se realizará con agrupaciones de 4, 5 y 6 clusters. Para cada conjunto, calcula un centroide al cual se van asignando cada uno de los datos dada su cercanía con el mismo, y así mismo su media para actualizar dicho centroide en base a esa media.

El algoritmo va repitiendo esos pasos de asignación y actualización llegando al punto el cual los centroides no cambian significativamente alcanzando la convergencia o el número máximo de interacciones de los datos.

De los resultados obtenidos se opta por la valoración de cuáles son los ítems que van a tener una máxima importancia y viabilidad a la hora de realizar los análisis pertinentes de los ítems escogidos finalmente.

Para tener mayor repositorio cartográfico y detalle de información sobre la zona de estudio, se realizaron también mapas de proximidad para los centros educativos y centro de salud para la zona de estudio en la que se realiza el trabajo. Haciendo uso del sistema de información geográfica QGIS ([www.qgis.org](http://www.qgis.org)), rasterizando una de las capas vectoriales para y haciendo uso del proceso de elaboración de mapas de proximidad. Esto como proceso de análisis para los ítems relacionados para los centros educativos y para el centro de salud presentes en la zona de estudio.

La metodología del análisis de los ítems 18, 22 y 23 se realizaron a través de diversos procesos de trabajo con SIG. Para el 22 y 23 se realizaron mapas de proximidad en QGIS para poder ver la cercanía tanto de los centros educativos como el centro de salud de Altavix, de forma radial, a la ciudadanía que reside dentro de la zona de estudio, como se puede reflejar en las figuras 6 y 7. Por otra parte, para el ítem 18 se realizó una unión de capas para comprobar que superficie abarcan las zonas verdes en la totalidad de superficie de la zona de estudio.

### 3.3. Aplicación SIG colaborativo en dispositivos móviles

Para el desarrollo del trabajo de campo se utilizaron diversas herramientas disponibles en el sistema de información geográfica GIS Cloud ([www.giscloud.com](http://www.giscloud.com)). GIS Cloud es una plataforma de mapeo en tiempo real para la recopilación de datos de campo, la gestión de operaciones y la colaboración. Funciona en línea, fuera de línea y en las instalaciones. Esto permite conseguir que el SIG sea una herramienta colaborativa con múltiples agentes implicados, tales como investigadores/trabajadores de campo, especialistas en SIG, gestores toma decisiones o público general. Las personas con roles específicos utilizan aplicaciones especializadas. En este sentido, se hizo uso de dos de las herramientas disponibles:

### **GIS Map Editor (Desarrolladores)**

Esta herramienta está focalizada en el desarrollo de cartografía base, gestión de equipos de trabajo y análisis de datos geoespaciales por parte de personal especializado. Este software permite desarrollar la base cartográfica en la que se va a trabajar el área de estudio seleccionada. Se puede personalizar al gusto el mapa una vez introducido los datos que correspondan. Se puede usar desde los navegadores de los ordenadores e incluso desde el navegador de dispositivos móviles y tablets.

### **GIS Cloud Mobile Data Collection**

La aplicación permite usar los mapas tanto online como offline. La información que se quiera reportar se recoge rellenando unos formularios con las características de dicha información, pudiendo adjuntar imágenes, pudiendo compartir esta información con los miembros del equipo. Permite implementar la información en la app en atributos puntuales, lineales y poligonales. Para el uso del equipo de trabajo cada participante usa un formulario para poder indicar diferentes descripciones, características, aspectos y condiciones en las que estarán los ítems que tienen trabajos de campo.

Se puede usar tanto con dispositivos móviles (Sistemas Operativos iOS y Android, disponible en la App Store y Google Play respectivamente) como desde el ordenador. Limitación de descarga en dispositivos Apple, ya que requiere como mínimo una versión de iOS 11.0 o posterior, en dispositivos iPhone, iPad y iPod Touch.

Por lo tanto, esta aplicación móvil será el soporte desde el cual se trabajará en los análisis de aquellos ítems que sea necesario el trabajo de campo.

Una vez listos estos dos programas se procedió a la realización de la toma de puntos a través de la app GIS Cloud Mobile Data Collection, asignando por grupos a los participantes para cubrir la mayor superficie de trabajo y con la misión de tomar punto por punto cada una de las estaciones donde se localizaban los contenedores en la zona de estudio siguiendo el formulario de la Tabla 2, ya que solo nos centramos en la muestra y análisis de este ítem en concreto.

### **Trabajo de campo**

En cuanto a los ítems 4, 7 y 19 se realizó trabajo de campo, en donde entra en juego el uso del equipo de trabajo. Los participantes se dividieron en equipos para la toma de muestras de la información requerida para el estudio a través de GIS Cloud Mobile Data Collection, en la que se quedarán reflejadas mediante la realización de una serie de formularios como los descritos en las tablas 2, 3 y 4, para que toda la información que se les solicita sea registrada.

**Tabla 2.** Formulario para los Contenedores de RSU en la app.

Formulario Contenedores RSU	
Tipos de Contenedores	Señale los que estén disponibles: <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Cartón y Papel.</li> <li><input type="radio"/> Vidrio.</li> <li><input type="radio"/> Orgánico.</li> <li><input type="radio"/> Restos.</li> <li><input type="radio"/> Envases ligeros.</li> </ul>
Estado de los Contenedores	Indique el estado en el que se encuentran (Marcar solo una). <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Muy mal estado.</li> <li><input type="radio"/> Mal estado.</li> <li><input type="radio"/> Aceptable.</li> <li><input type="radio"/> Buen estado.</li> <li><input type="radio"/> Muy buen estado.</li> </ul>
Observaciones	Escriba aquí las observaciones que considere pertinentes en relación a los contenedores.
Fotografía	Inserte una fotografía de los contenedores.

En el formulario de la tabla 2, los participantes deben indicar, en modo multiselección, los tipos de contenedores que están en la estación en la que se encuentran en ese momento como viene indicado en el formulario. De seguido hacer una valoración del estado general de la estación por si está sucio, hay residuos en las inmediaciones, hay desperfectos en

los contenedores, etc. Por último, escribirían en el apartado de observaciones escribirán aspectos a destacar de la estación como los comentados anteriormente en la evaluación del estado de la misma, además de adjuntar una foto de la estación para que quede registrado.

**Tabla 3.** Formulario para la accesibilidad en las aceras en la app.

Formulario Accesibilidad en las aceras	
Señalización	Indique el tipo de señalización.
Estado de la ubicación	Indique el estado de la ubicación en la que se encuentra encuentran (Marcar solo una): <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Muy mal estado.</li> <li><input type="radio"/> Mal estado.</li> <li><input type="radio"/> Aceptable.</li> <li><input type="radio"/> Buen estado.</li> <li><input type="radio"/> Muy buen estado.</li> </ul>
Observaciones	Escriba aquí las observaciones que considere pertinentes en relación a la ubicación en la que se encuentra.
Fotografía	Inserte una fotografía de la ubicación.

El formulario de la tabla 3 es el indicado para el registro de la accesibilidad que tienen las aceras en toda la zona de estudio. Empezando por la indicación de que tipo de señalización tiene la acera de la ubicación en la que se encuentren los participantes en ese momento. Se hará una evaluación de la misma por parte de los participantes, teniendo en cuenta si está mal señalizado, no está señalizado, etc. Los participantes finalmente añadirán, en el apartado de observaciones, las características a destacar de la ubicación y por último tomar una fotografía de la ubicación para adjuntarla.

**Tabla 4.** Formulario para los sumideros de aguas pluviales en la app.

Formulario Sumideros de Aguas Pluviales	
Estado de Sumidero	Indique el estado de la ubicación en la que se encuentra encuentran (Marcar solo una): <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Muy mal estado.</li> <li><input type="radio"/> Mal estado.</li> <li><input type="radio"/> Aceptable.</li> <li><input type="radio"/> Buen estado.</li> <li><input type="radio"/> Muy buen estado.</li> </ul>
Observaciones	Escriba aquí las observaciones que considere pertinentes en relación al sumidero de la ubicación.
Fotografía	Inserte una fotografía de la entrada al sumidero.

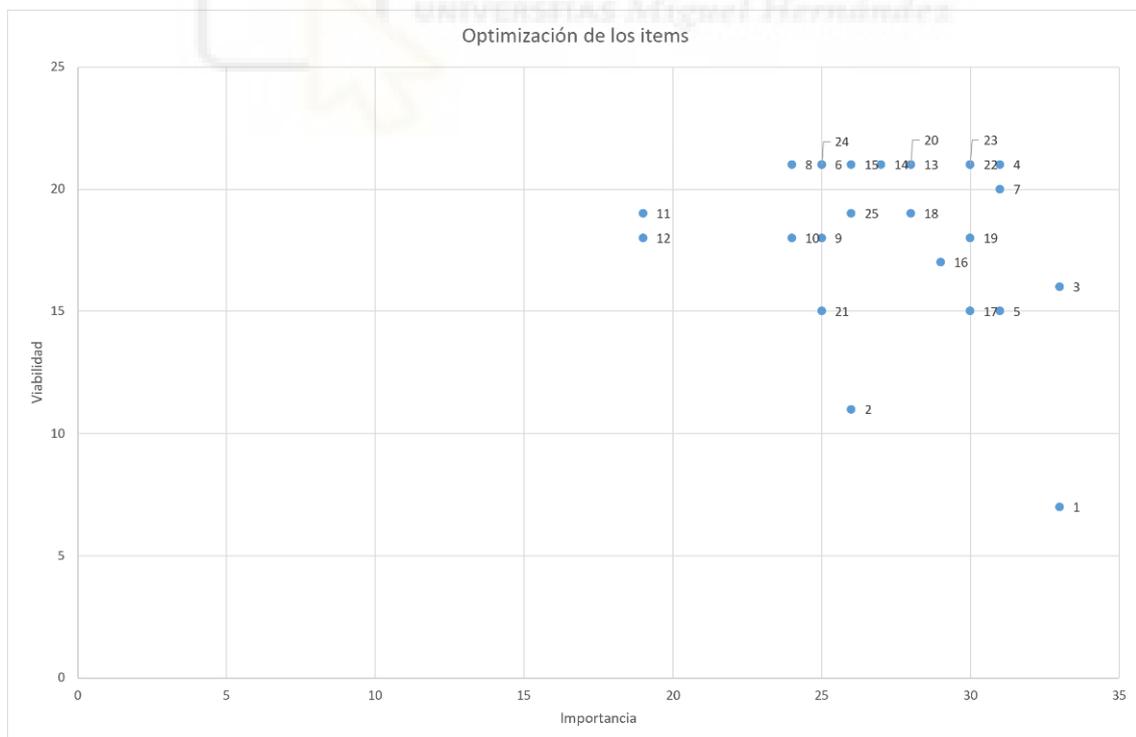
Por último, el formulario de la tabla 4 está destinado a el muestreo y registro de las entradas de los sumideros de las aguas pluviales. Indicando el estado del sumidero, por parte de los participantes, evaluando el estado en el que se encuentra la entrada del sumidero en la ubicación en la que se encuentra. Además de añadir ciertas observaciones que consideren en función de lo que se encuentren los participantes en dicha ubicación, adjuntando por último una imagen de la misma.

## 4. Resultados

Seguidamente se procede a la presentación de los resultados experimentales obtenidos en este trabajo. Se presenta en primer lugar cómo se emplearon técnicas de *machine learning* para priorizar los ítems a analizar en este estudio. Seguidamente, se muestran los resultados de diversos análisis espaciales acometidos para mejorar nuestro conocimiento sobre algunos de los ítems anteriormente seleccionados, pero cuya representación cartográfica ya estaba disponible. Finalmente, se muestran los resultados del procedimiento de toma de datos de campo mediante el SIG colaborativo, a cargo del equipo de trabajo voluntario que participó en esta iniciativa experimental.

### 4.1. Priorización de ítems ambientales a analizar

En base a los resultados que se pudieron recoger de los formularios para evaluar los ítems según la importancia y la viabilidad de los mismos por cada participante, para sacar información sobre esos resultados, se procedió a buscar cuáles de todos los ítems expuestos tienen una mayor importancia y viabilidad para poder ser desarrollados.



**Figura 3.** Representación de los ítems según su importancia y viabilidad.

La figura 3 muestra un pequeño grupo de todos los ítems, en concreto, los ítems 4, 7, 22 y 23, se pueden considerar los más aptos a simple vista, teniendo en cuenta que estamos evaluando la importancia máxima y la viabilidad máxima de cada uno de los ítems.

Una vez introducidos todos esos datos en el programa Weka, y tras el proceso de agrupación o clusterización de los datos en dicho programa, podemos ver como resultado de las diferentes clasificaciones que se han realizado en la tabla 5.

**Tabla 5.** Categorización de los ítems en función al número de los clusters.

ID	5 Clusters	4 Clusters	6 Clusters
1	3	3	5
2	2	3	2
3	3	3	3
4	1	1	1
5	3	3	3
6	0	0	0
7	1	1	1
8	0	0	0
9	0	2	0
10	0	2	0
11	4	2	4
12	4	2	4
13	0	1	1
14	0	0	0
15	0	0	0
16	1	1	3
17	3	3	3

ID	5 Clusters	4 Clusters	6 Clusters
18	1	1	1
19	1	1	1
20	0	1	1
21	2	2	2
22	1	1	1
23	1	1	1
24	0	0	0
25	0	0	0

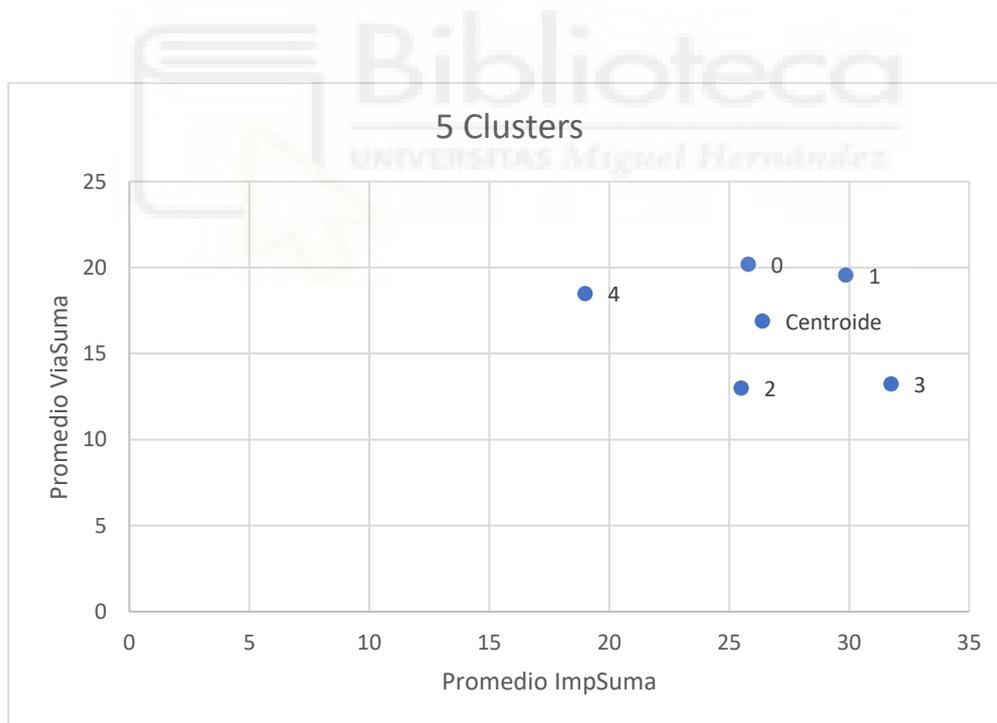
En los resultados obtenidos en el análisis de cluster del programa Weka se puede observar, según los datos de la Tabla 5, que cada ítem está asociado a un número de cluster en función de la clusterización realizada, con 4 clusters están categorizados de 0 a 3, con 5 clusters de 0 a 4 y con 6 clusters de 0 a 5. Mediante el uso del algoritmo *SimpleKmeans* todos los datos se han tratado de forma que se observan como un objeto que tiene una ubicación en el espacio. Estos resultados nos dejan ver cómo están clasificados todos los ítems que cumplen las mismas condiciones de importancia y viabilidad máxima, para poder determinar cuáles de todos esos ítems son más óptimos para poderse llevar a cabo un análisis.

En cuestión de los resultados en la tabla 6 sobre la clasificación con 5 clusters, se puede observar que, en la realización de la misma, los ítems que tienen una mayor importancia y viabilidad son los que están clasificados con el cluster nº 1, dado a que son los que más se ajustan por su mayor importancia y viabilidad que le han adjudicado cada uno de los participantes.

**Tabla 6.** Promedios de Suma y Viabilidad con 5 Clusters.

Nº de Cluster	Promedio de Suma de Importancia	Promedio de Suma de Viabilidad
0	25,80	20,20
1	29,86	19,57
2	25,50	13,00
3	31,75	13,25
4	19,00	18,50
<i>Total General</i>	<i>27,32</i>	<i>18,20</i>

Esto se puede apreciar gráficamente en la figura 4, donde los cluster del grupo 1 son los más óptimos en esta clasificación, seguido por los del grupo 0 que serían un poco menos óptimos.



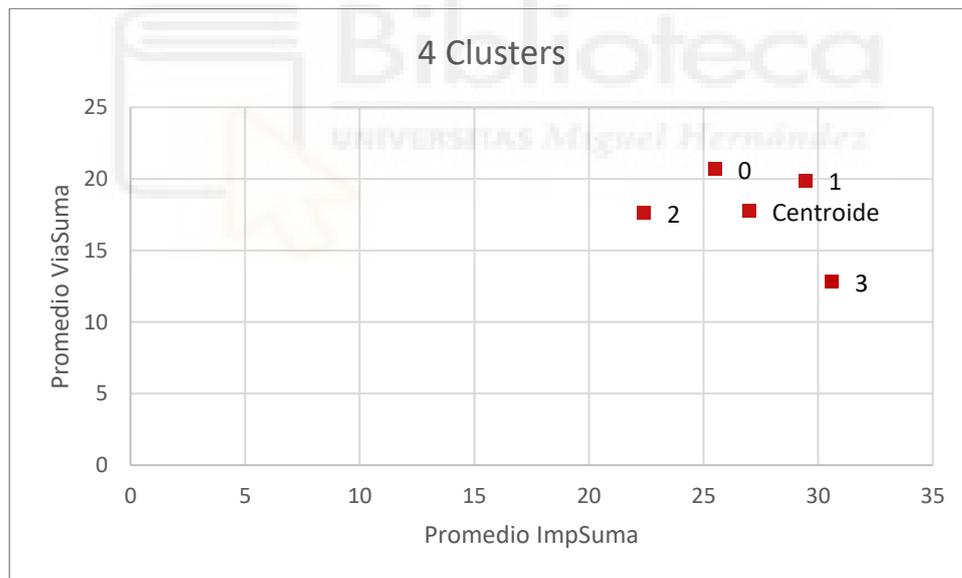
**Figura 4.** Disposición de la maximización de las variables en 5 clusters.

En cuanto a la clasificación de 4 clusters, los ítems más óptimos para poderse llevar a cabo siguen siendo los del grupo uno por su elevada importancia y viabilidad de poder

realizarse. Esto lo podemos ver tanto en tabla 6 de forma numérica, como de forma gráfica en la figura 5

**Tabla 6.** Promedios de Suma y Viabilidad con 4 Clusters.

Nº de Cluster	Promedio de Suma de Importancia	Promedio de Suma de Viabilidad
0	25,50	20,67
1	29,44	19,89
2	22,40	17,60
3	30,60	12,80
<i>Total General</i>	<i>27,32</i>	<i>18,20</i>

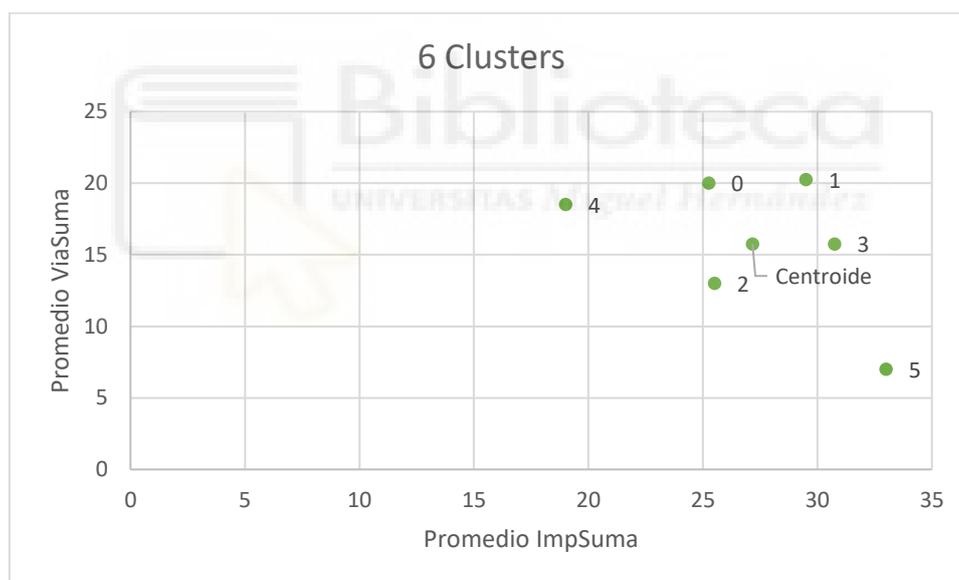


**Figura 5.** Disposición de la maximización de las variables en 4 clusters.

Por último, en la clasificación con 6 clusters, seguimos teniendo los mismos resultados que en la clasificación de 4 y 5 clusters, los ítems más óptimos son los que están clasificados en el grupo nº 1. Esto lo podemos ver tanto en tabla 7 de forma numérica, como de forma gráfica en la figura 6

**Tabla 7.** Promedios de Suma y Viabilidad con 6 Clusters.

Nº de Cluster	Promedio de Suma de Importancia	Promedio de Suma de Viabilidad
0	25,25	20,00
1	29,50	20,25
2	25,50	13,00
3	30,75	15,75
4	19,00	18,50
6	33,00	7
<i>Total General</i>	<i>27,32</i>	<i>18,20</i>



**Figura 6.** Disposición de la maximización de las variables en 6 clusters.

Así, y en base a los resultados anteriormente expuestos, se decidió seleccionar para este trabajo aquellos ítems que, tras los tres experimentos de clasificación no supervisada, más consistentemente eran incluidos en el clusters que maximizaba las variables importancia socioambiental y viabilidad de toma de datos desde el punto de vista del grupo de expertos participantes en este trabajo. En la Tabla 8 se muestra el listado de los

ítems seleccionados como prioritarios para una fase inicial del procedimiento experimentas.

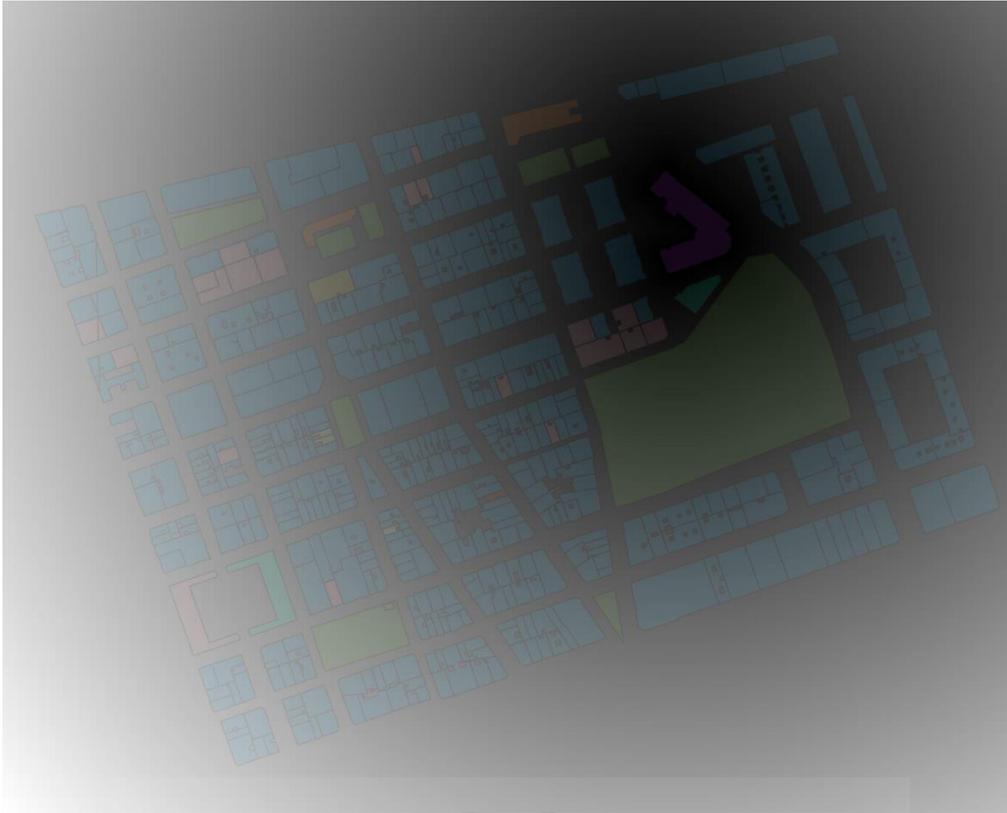
La cartografía de las variables 18, 22 y 23 es fácilmente accesible mediante cartografía oficial o digitalización en base a ortofotografías aéreas. Por ese motivo, estas tres primeras variables fueron analizadas directamente mediante un SIG, con la finalidad de conocer aspectos relativos a la accesibilidad por parte de la ciudadanía o distribución especial (ver apartado 4.2). Las variables 4, 7 y 19 no son fácilmente accesibles mediante cartografía oficial o digitalización en base a ortofotografías aéreas. Requieren un elevado esfuerzo de trabajo de campo utilizando un SIG móvil para la toma de datos in situ. Se priorizó la toma de datos del ítem 4, dado que la gestión de los residuos urbanos reviste una singular importancia por su impacto ambiental y el bienestar de la población. En el apartado 4.3 se muestran los resultados de la campaña de campo acometida durante julio de 2024 para la adquisición in situ de la ubicación, tipología y estado de conservación de los puntos de recogida selectiva de residuos del barrio de Altabix.

**Tabla 8.** Ítems de máxima importancia y viabilidad.

ID	Tipo de Indicador	Item
4	Gestión de Residuos	Contenedores RSU
7	Habitabilidad	Accesibilidad en aceras
18	Infraestructura verde	Zonas verdes (m <sup>2</sup> /superficie total)
19	Infraestructura verde	Sumideros de aguas pluviales
22	Sociocultural	Centros educativos
23	Sociocultural	Centros sanitarios

#### 4.2. Análisis espacial de accesibilidad a servicios ambientales, educativos y de salud.

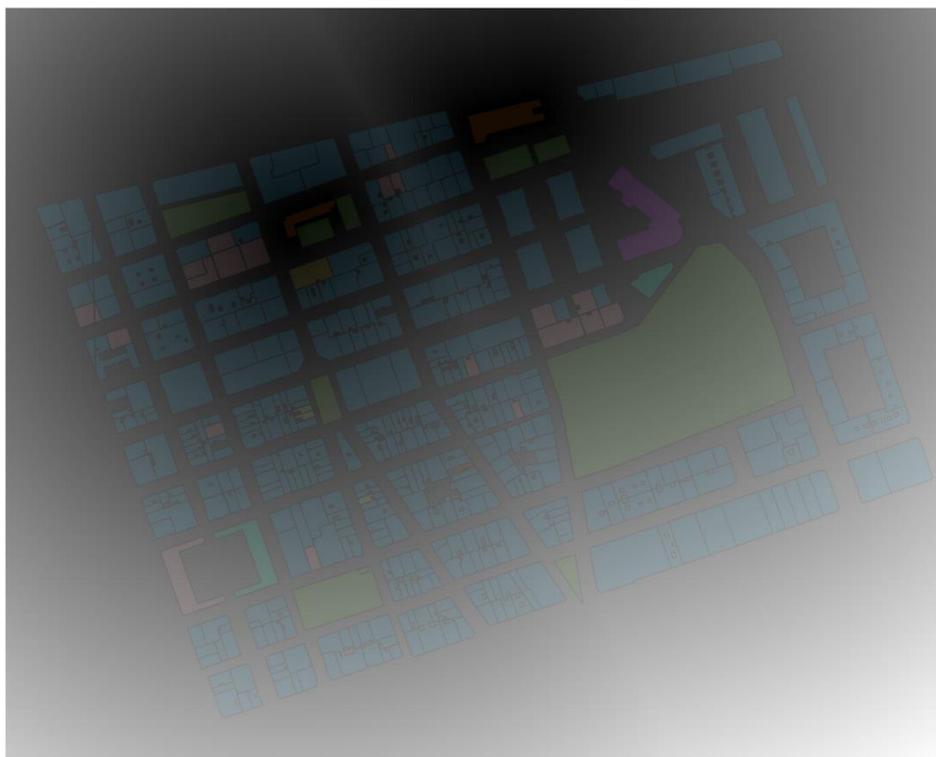
La figura 7 está relacionada con el estudio sobre los centros de salud existentes en la zona de estudio, en este caso solo hay existencia de uno y se puede apreciar en la imagen representado de color morado. Además, la figura nos representa un mapa de proximidad del centro de salud al resto de zonas de la zona de estudio, a medida que se torna de color negro más cerca del centro de salud se está.



**Figura 7.** Mapa de proximidad del Centro de Salud en la zona de estudio.

Esto nos indica, como se puede ver en la imagen, que hay muchas zonas del área de estudio que quedan, en cierto modo, poco accesibles a este tipo de servicio debido a su lejanía.

Lo mismo se hizo para el caso de los centros educativos en la zona de estudio. En la figura 8 los edificios educativos están representados de color naranja, y como se ha comentado, representa también un mapa de proximidad de los mismos al resto de zonas del área de estudio, pudiéndose interpretar de la misma forma que se interpreta la figura 7.



**Figura 8.** Mapa de proximidad de los Centros Educativos en la zona de estudio.

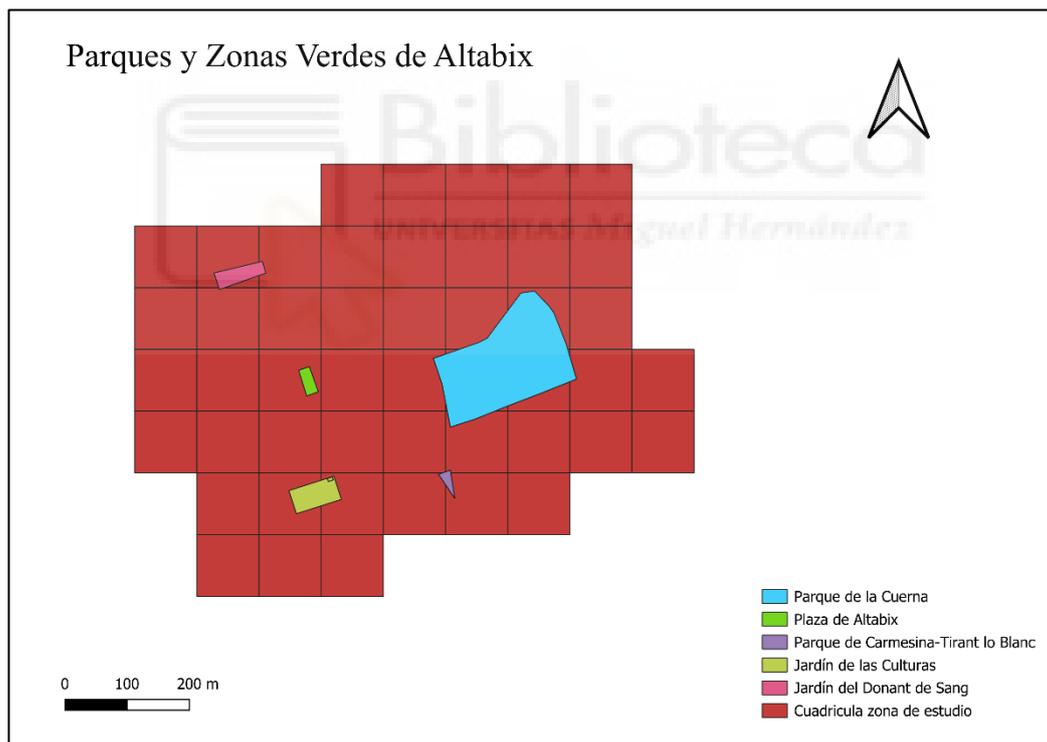
En este caso se puede sacar la misma conclusión, en relación con los centros de salud, hay zonas del área de estudio que no están tan cercanas a los servicios que proporcionan los centros educativos, debido a las distancias de estas zonas con los centros, habiendo una gran densidad poblacional que debería sufragar estos servicios.

**Tabla 9.** Superficies de las zonas verdes de la zona de estudio.

Zonas verdes y Parques	Áreas (m <sup>2</sup> )
Parque de la Cuerna	27.457m <sup>2</sup>
Jardín de las Culturas	2.999 m <sup>2</sup>
Plaza de Altabix	827 m <sup>2</sup>
Parque de Carmesina-Tirant lo Blanc	464 m <sup>2</sup>
Jardín Donant de Sang	1.912 m <sup>2</sup>
Superficie total de Zonas verdes	33.659 m <sup>2</sup>

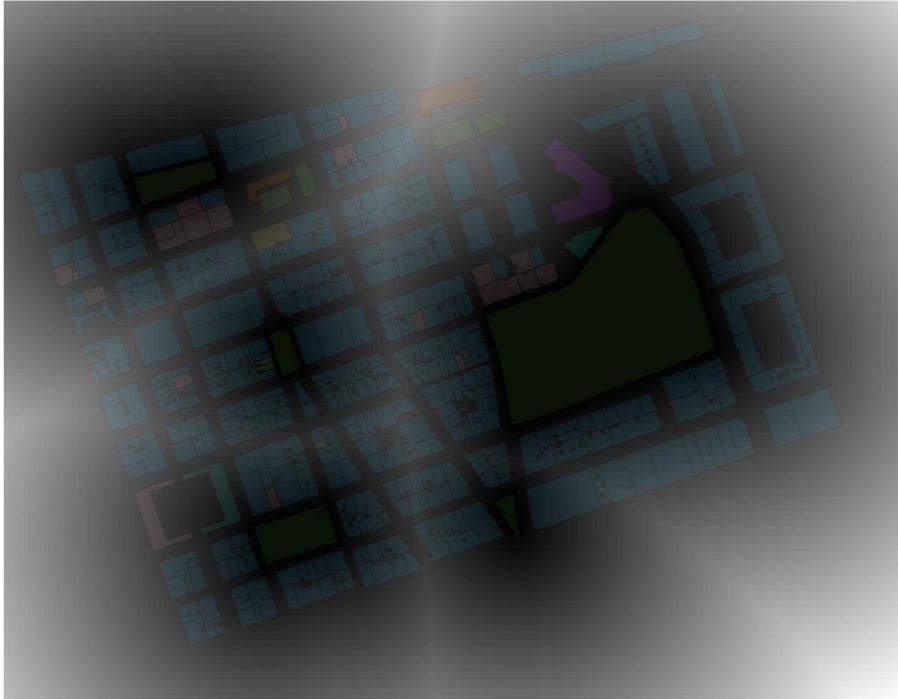
La tabla 9 es el resultado de los cálculos realizados en QGIS sobre las zonas verdes que están presentes en el área de estudio. Nos indica cuanto mide cada una individual junto con la suma de la superficie total que ocupan todas estas zonas en la totalidad del área de estudio. Siendo el Parque de la Cuerna la superficie más representativa de todas las existentes, ya que es la que abarca una mayor ocupación territorial respecto a las restantes.

Por otro lado, la figura 9 muestra la representación de todos los parques o zonas verdes que están incluidas en el área de estudio y su ocupación espacial respecto a la totalidad del área que ocupa el área de estudio. Apreciándose esa dispersión entre ellas y que cuatro de ellas no tienen una superficie significativa, dando a entender que no se podrá cubrir esas necesidades para la ciudadanía en comparación con la superficie urbanizada colindante.



**Figura 9.** Parques y zonas verdes de la zona de estudio.

La figura 10 es una representación de la proximidad de las zonas verdes y parques al resto del área de estudio, pudiendo se ver que en cierta manera todas las zonas del área de estudio están algo próximas a una zona verde o parque.



**Figura 10.** Mapa de proximidad de parques y zonas verdes de la zona de estudio.

Y teniendo en cuenta que se elaboró una división en cuadrantes de 1 hectárea cada uno en la zona de estudio, haciendo una suma total de la misma de 480000 m<sup>2</sup> como superficie total para la zona de estudio. Por lo tanto, la superficie de zonas verdes respecto a la superficie total representa el 7% de la superficie total de la zona de estudio.

$$\% \text{ Superficie Zonas Verdes } \left( \frac{m^2}{\text{superficie total}} \right) \times 100 = \frac{33640 m^2}{480000 m^2} \times 100 = 7 \%$$

Como se puede observar en la figura 11, las zonas verdes están concentradas en zonas muy concretas, por lo que se puede interpretar que no hay mucha representación de estas zonas en el área de estudio a causa de la gran densidad de urbanización existente en la zona. Esto provoca que muchas zonas del área de estudio no tengan tanto acceso a esos parques o zonas verdes, teniendo que acceder a partes más alejadas para su uso y disfrute.

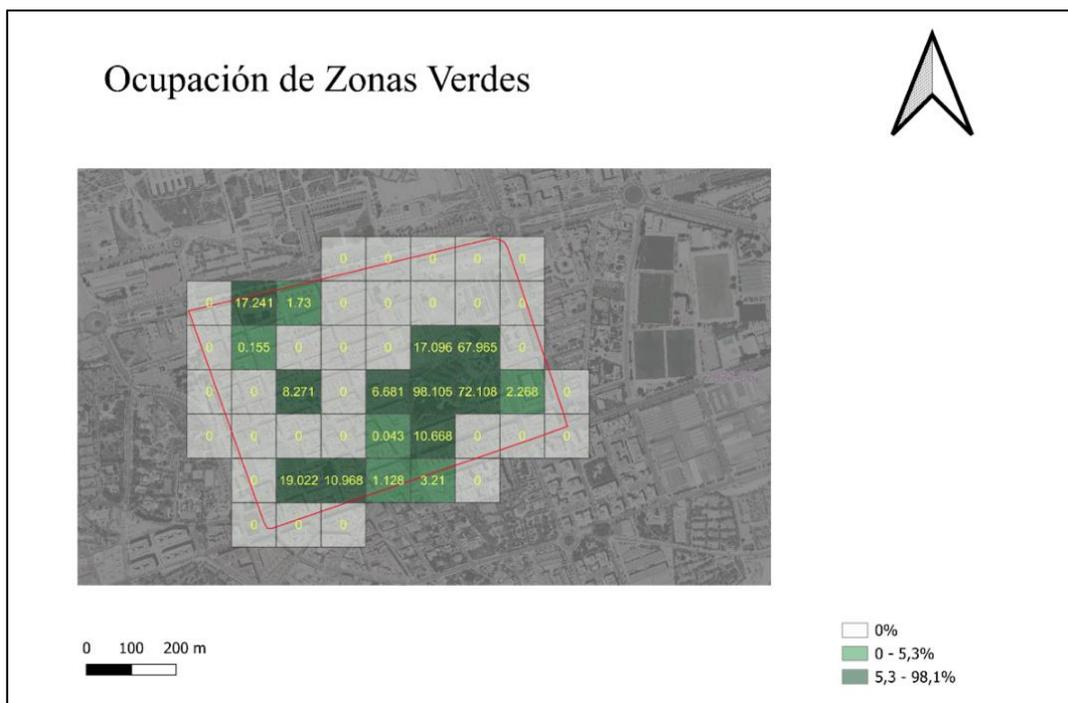
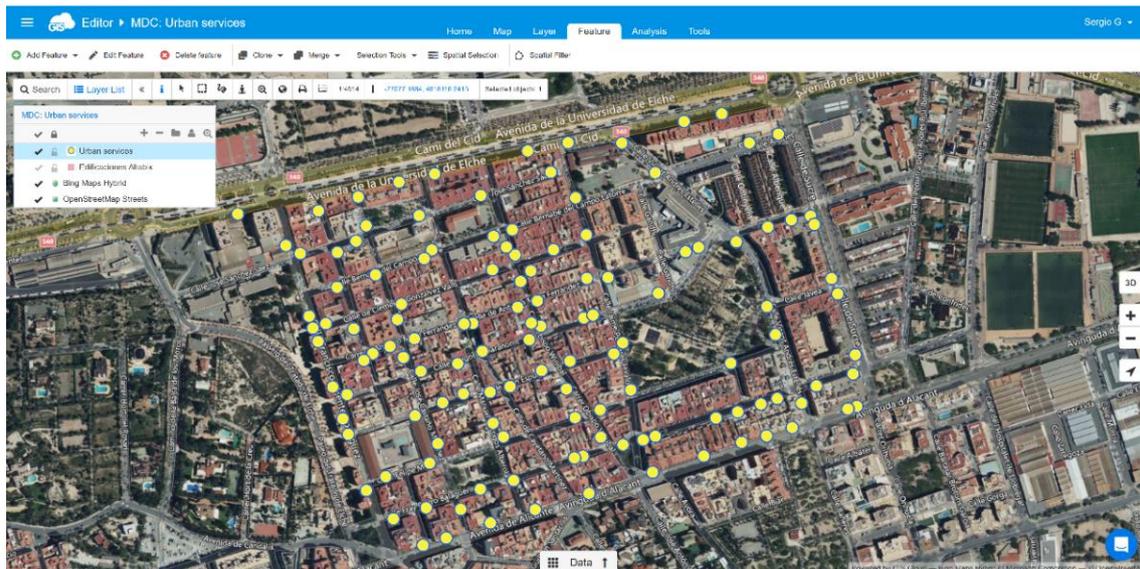


Figura 11. Porcentaje de ocupación de las zonas verdes sobre el área total de estudio.

### 4.3. Aplicación de SIG colaborativos móviles para la identificación en campo de incidencias ambientales

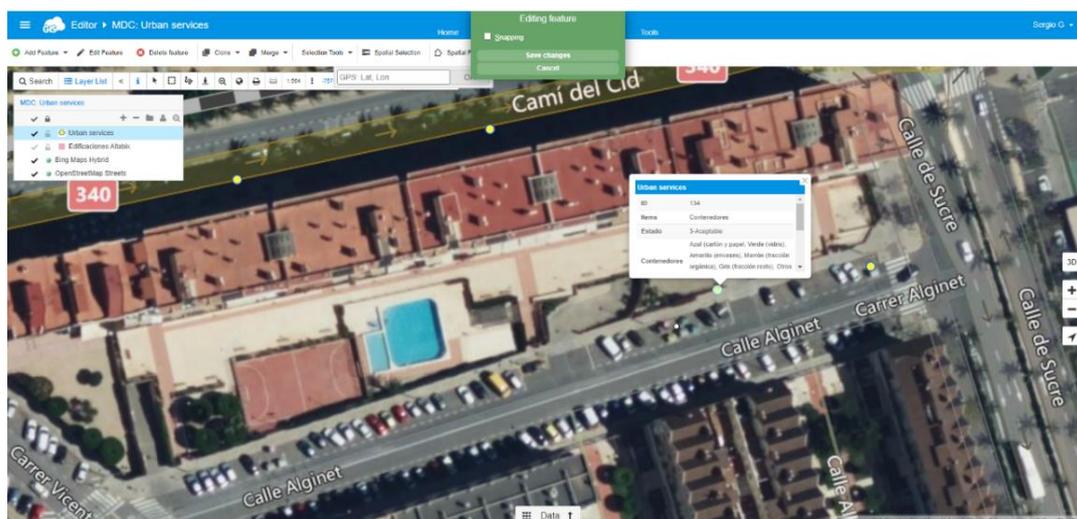
Los resultados obtenidos en el muestreo de las estaciones de contenedores de RSU, tras el proceso de toma de datos de los participantes se pueden observar en la figura 12. Cada punto representa una estación, esto significa que en un punto pueden haber de 1 a 8 contenedores aproximadamente. Además, los participantes se encontraron numerosos casos tales como: Residuos en las inmediaciones, contenedores con desperfectos y/o sucios, fuertes olores (estos de parte de los contenedores de la fracción orgánica o restos), etc.

Es el resultado final de la posición más o menos exacta de donde están ubicadas las estaciones. Sin embargo, se tuvo que hacer un previo tratamiento de la posición de los puntos ya que, como están registrados vía GPS, este tiene cierto margen de error a la hora de posicionar la ubicación.



**Figura 12.** Localización de las estaciones de contenedores de RSU en la zona de estudio.

Por lo que, a la hora de poder corregir este error de posicionamiento de las ubicaciones de las estaciones, se procedió a corregirlo de forma manual, tal y como está representado en la figura 13, el círculo amarillo indica cual fue la posición del punto cuando fue registrado, y más a la izquierda se pueden apreciar los contenedores gracias a la capa de visualización vía satélite que es su posición real.



**Figura 13.** Proceso de corrección de la ubicación de uno de los puntos.

En la figura 14 se puede apreciar como cada punto está asignado a un ID de identificación del mismo, y como se ha rellenado ese formulario para la evaluación y descripción de alguna de las características y observaciones que los participantes han tenido en cuenta para evaluar las estaciones de contenedores. Además, se adjuntan fotos de cada estación para dejar una evidencia de que esos datos que se proporcionan son tal y como los describen.

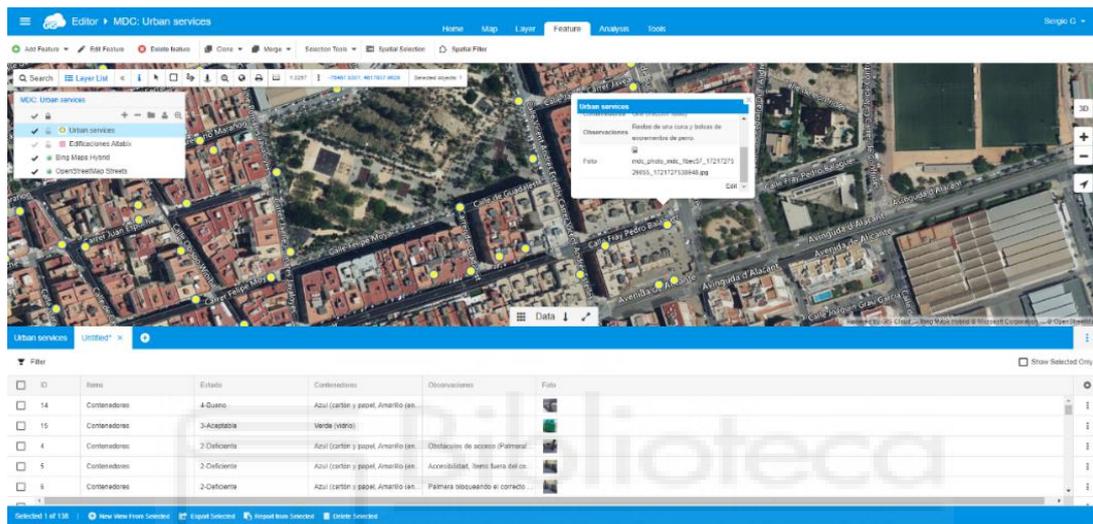
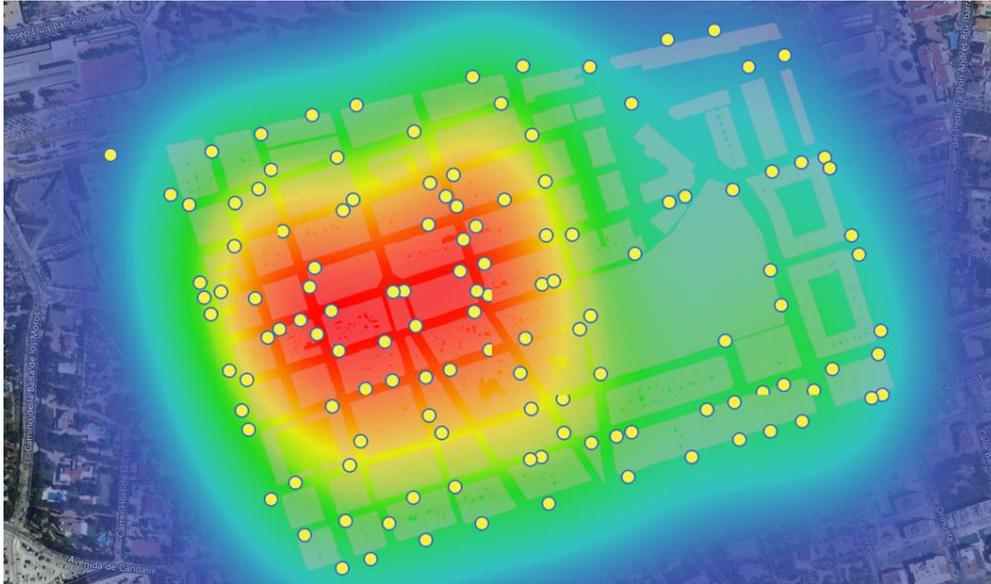


Figura 14. Representación de la interfaz de la app con su formulario correspondiente.

La siguiente imagen que podemos ver (figura 15), representa un mapa de calor que nos indica la densidad de los contenedores por unidad de superficie, cabe destacar que la mayor densidad de las estaciones está ubicada en la zona circundante a la plaza de Altabix, debido a que hay una mayor afluencia de población y por todas las actividades socioeconómicas que existen en dicha zona (bares, supermercados, zonas de restauración, entre otros).



**Figura 15.** Densidad de estaciones de contenedores en la zona de estudio.

Este tipo de patrón espacial de agrupamiento ha sido observado en estudios previos. Un ejemplo relevante de monitorización para la gestión de los residuos en zonas urbanas se realizó en Rumania (Aciubotăriței *et al.*, 2023). Dicho estudio estaba enfocado en la detección, identificación y monitorización de vertederos ilegales. Para ello utilizaban SIG, además de datos proporcionados por los satélites Copernicus Sentinel-2 para identificar y analizar cómo se distribuían dichos vertederos ilegales. Como conclusión sacaron que a pesar de las estrategias que se usaron los grupos de acción local no eran una prioridad ya que son insuficientes para poder hacer frente a las complicaciones que existen de saneamiento en estas zonas, reflejando un descuido importante dentro de la gestión de los residuos.

Es por ello que la utilización de estos sistemas, incluyendo la participación de la ciudadanía, podría despertar ese interés en la sociedad, independientemente en qué zona de nuestras urbes nos encontremos, de mantener en buenas condiciones los entornos urbanos que nos rodean. Además de que abre en mayor medida la eficacia con la que se puede cubrir las zonas donde se genera este problema, se reduce el tiempo para poder actuar y solventar el problema en la manera de lo posible.

Haciendo ese uso de los sistemas de información geográfica, adaptando estas herramientas a los ciudadanos en pos de una mejora en la sostenibilidad y en calidad de vida tanto para la ciudadanía como para el medio ambiente.

## 5. Conclusiones y proyección futura

La principal conclusión que se puede sacar es que, este formato de uso de los sistemas de información geográficos, tiene una gran utilidad para la lucha contra los problemas que se generan en el medio ambiente de las zonas urbanas. Esta herramienta en manos de la participación ciudadana abre un camino hacia una concienciación sobre el medio ambiente que hoy en día es necesaria, ya que, normalmente somos los primeros en hacer queja de que una calle está en buenas condiciones en todos los aspectos.

Se puede dar como conclusión también que no toda la ciudadanía puede tener acceso a todas las herramientas que se requieren para hacer ciertos análisis de los ítems propuestos para este trabajo. Sin embargo, muchos si los pueden realizar, como se ha podido ver en los resultados del análisis de la monitorización de las estaciones de residuos, que con un diseño sencillo y asequible en formato aplicación de móvil pueden participar en la monitorización de las estaciones. Pero como este ejemplo hay más, ya que el uso de un dispositivo móvil tiene más funciones, como la posibilidad de utilizarlo para detección de problemas de contaminación acústica.

El uso de este tipo de aplicaciones permite al mundo científico tener la oportunidad de un gran avance en la lucha contra los problemas ambientales que surgen en las zonas urbanas, ya que, no solo son los profesionales los que se encargan de detectar y poner remedio a estos problemas, sino que hace partícipe a las personas de a pie, aumentando esa sensibilización por el medio que nos rodea y lo que este contiene y el que nos incluye a cada uno de nosotros.

## 6. Bibliografía

Aciubotăriței, M., Zaharia, C., & Ioja, C. I. (2023). Towards Sustainable Modes for Remote Monitoring in Waste Management: A Study of Marginalized Urban Areas in Romania. *Sustainability*, 16(4), 2400.

Bonney, R., Ballard, H., Jordan, R., McCallie, E., Phillips, T., Shirk, J., & Wilderman, C. C. (2009). Public Participation in Scientific Research: Defining the Field and Assessing Its Potential for Informal Science Education (p. 58).

Bonney, R., Cooper, C. B., Dickinson, J., Kelling, S., Phillips, T., Rosenberg, K. V., & Shirk, J. (2009). Citizen Science: A Developing Tool for Expanding Science Knowledge and Scientific Literacy. *BioScience*, 59(11), 977–984.

Donnelly A. et al. (2007) *Environmental Impact Assessment Review*, 27: 161–175

Goodchild M. F., (2007) Citizens as sensors: the world of volunteered geography. *GeoJournal*, 69: 211-221.

Harper C., Sowden M. (2017) *Environment and Society, Human Perspectives on Environmental Issues*

Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J. and Rhind, D. W. (2005) *Geographical Information Systems and Science*. 2nd Edition. Chichester, England: John Wiley & Sons, Ltd.

Miller, G. T. (1998). *Living in the environment* (10th ed.)

Stern, P. (1992). Psychological dimensions of global environmental change. *Annual Review of Psychology*, 43, 269–302

### 6.1. Páginas web con recursos utilizados

Listado de páginas web de datos geospaciales y estadísticos utilizados en este trabajo:

- 2024. Especificaciones técnicas. Plan Nacional de Ortofotografía Aérea. Consultado en <https://pnoa.ign.es/web/portal/pnoa-imagen/especificaciones-tecnicas>
- 2024. Centro de descargas. Instituto Geográfico Nacional. Consultado en <https://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp>

- 2024. Datos Socioeconómicos. Ayuntamiento de Elche. Consultado en [https://www.elche.es/wpcontent/uploads/2022/07/5.IndicadoreSocioeconomicos\\_Balance-2021.pdf](https://www.elche.es/wpcontent/uploads/2022/07/5.IndicadoreSocioeconomicos_Balance-2021.pdf)

