Investigación para el fomento de la concienciación ambiental y conducta sostenible para mejorar la calidad del suelo urbano mediante herramientas TIC y Ciencia Ciudadana

TICSoil

Análisis de plataformas de ciencia ciudadana para la protección del suelo

Arantzazu Blanco Bernardeau

Programa para la Promoción del Talento (Plan GenT 2021/2023, proyecto *INNTA2/2021/9)*

Fondo Europeo de Desarrollo Regional

Una manera de hacer Europa

UNIÓN EUROPEA

Actuación cofinanciada por la Unión Europea a través del Programa Operativo del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) de la Comunitat Valenciana 2014 - 2020

GENERALITAT VALENCIANA

AVI AGÈNCIA VALENCIANA DE LA INNOVACIÓ

Contenido

1 Lista de acrónimos 3
2 Resumen 4
3 Antecedentes 5
4 Metodología 6
5 Resultados 8
6 Conclusiones: diseño de un proyecto de ciencia ciudadana orientado a suelos urbanos 13
6.1 Objetivo del proyecto 13
6.2 Cómo participar en el proyecto 13
6.3 Selección de indicadores 14
6.4 Aspectos éticos 15
6.5 Reclutamiento y mantenimiento de la comunidad 15
6.6 Recogida de datos 16
6.7 Uso de los datos 20
6.8 Monitoreo y evaluación del proyecto 21
7 Referencias 21

1 Lista de acrónimos

AVI	Agencia Valenciana de Innovación
ECSA	European Citizen Science Association
KPI	Key Performance Indicator (Indicador de desempeño)
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OSC	Organizaciones de la Sociedad Civil
SECS	Sociedad Española de Ciencia del Suelo
SIG	Sistema de Información Geográfica
TIC	Tecnologías de la Información y la Comunicación

2 Resumen

Este entregable representa el resultado de la investigación de gabinete sobre Plataformas de ciencia ciudadana en el ámbito nacional y europeo, enmarcada en la actividad 2 del proyecto "Investigación *para el fomento de la concienciación ambiental y conducta sostenible para mejorar la calidad del suelo urbano mediante herramientas TIC y ciencia ciudadana (TICSOIL)".*

El objetivo principal de este documento es analizar de forma sistemática las características de diferentes plataformas TIC de ciencia ciudadana, con el fin de seleccionar la opción que ofrezca la mejor posibilidad en el diseño de un proyecto o iniciativa para fomentar la participación pública en relación con los suelos, sus propiedades y sus funciones y más particularmente, a los suelos urbanos en el entorno mediterráneo.

La metodología utilizada para la recogida de información ha consistido inicialmente en una búsqueda de plataformas, repositorios de literatura científica en abierto (Open Access), y literatura gris procedente de proyectos ya llevados a cabo, atendiendo a diferentes criterios de inclusión. Para sistematizar la información recogida sobre las diferentes plataformas, se ha elaborado una tabla.

Como resultado de la investigación, se han podido comprobar que todas las plataformas analizadas tienen una interfaz sencilla, con poco texto y uso de iconos e imágenes y algunas además permiten buscar los proyectos por palabras clave y otras categorías (dificultad de la tarea, edad de participación, rama de estudio). También la mayoría disponen de elementos de interactuación para generar comunidades, entre las personas participantes y también con las entidades promotoras; algunas, incluso, pueden recompensar a les cientifiques ciudadanes con reconocimientos de su nivel de contribución o credenciales digitales. Varias de ellas disponen de diferentes métodos de inclusión de datos, a través de navegador o aplicación móviles, y facilitan la introducción a través de campos con desplegables o listas de comprobación, aunque la flexibilidad de los datos que pueden introducirse varía entre las plataformas evaluadas. La calidad de los datos y el análisis solamente se puede analizar en algunas de estas plataformas, mientras que otras solamente permiten visualizarlos y una de ellas tampoco hace posible la visualización. Destaca en algunas de las plataformas la inclusión de páginas de ayuda, recursos para generar un nuevo proyecto, tutoriales, manuales y páginas de ayuda o guías educativas, además de secciones y eventos de formación con ejemplos visuales.

Los resultados obtenidos permiten concluir que Natusfera es la plataforma más adecuada para el proyecto TICSOIL, y el apartado de conclusiones incluye un diseño de proyecto completo teniendo en cuenta sus ventajas y limitaciones.

3 Antecedentes

La explosión de proyectos e iniciativas de ciencia ciudadana en los últimos años ha hecho necesario el desarrollo de infraestructuras o plataformas digitales que den soporte a la recogida a gran escala, almacenamiento, gestión y representación de los datos, desde sensores a aplicaciones móviles a plataformas web (Liu et al., 2021; Stein et al., 2023). Por otro lado, el propio término de plataforma de ciencia ciudadana resulta también ambiguo, por la aplicación de la palabra "plataforma" en una amplia variedad de campos, por lo que para este documento, consideramos que una plataforma de ciencia ciudadana como infraestructuras basadas en la web diseñadas para ejecutar una o más aplicaciones de recogida y almacenamiento de datos e información (Sturm et al., 2017); estas plataformas pueden también diseñarse para posibilitar la participación y la interacción con los datos (añadiendo o verificando datos, mapeándolos o compartiéndolos), ofrecer guías y herramientas para apoyar las actividades de ciencia ciudadana (recursos, metodologías de control de calidad de los datos, etc.), presentar ejemplos de buenas prácticas, y ofrecer resultados para las personas interesadas en la ciencia ciudadana (Liu et al., 2021). Por otro lado, existen también aplicaciones móviles, que pueden ser una plataforma en sí, o parte de ella. La elección entre una plataforma móvil o para ser usada en el ordenador depende de su finalidad: si es necesario capturar observaciones en el campo, o si la plataforma debe ser accesible por las personas usuarias con asiduidad, es generalmente preferible una aplicación móvil, mientras que si es necesario un gran volumen de análisis de datos, una aplicación web será más adecuada (Lemmens et al., 2021)

Sin embargo, la utilización de las TIC no solamente representa ventajas en la implementación de los proyectos de ciencia ciudadana, sino que puede conllevar diversos inconvenientes tales como los costes adicionales relacionados con el desarrollo de una plataforma específica para los datos que queramos recoger, como el mantenimiento del hosting, o la necesaria revisión para resolver problemas o "bugs" relacionados con la usabilidad (Lemmens et al., 2021). Además, la proliferación de plataformas digitales de apoyo a la ciencia ciudadana puede complicar la interoperabilidad de las mismas, por la propia heterogeneidad de sus estructuras y también de los datos utilizados (particularmente en el caso de los datos cualitativos), dificultando a su vez el control de la calidad de los datos y su reutilización (Deloitte et al., 2021; Göbel et al., 2017; Kolinkova, 2017). Este problema depende también de los datos que se pretende recoger, aplicándose especialmente a datos cualitativos. Esto podría ayudar a la adopción más amplia de los resultados de la ciencia ciudadana, por ejemplo, para el desarrollo de recomendaciones políticas o planes de gestión (Sturm et al., 2017).

Por otro lado, y dado que muchas iniciativas de ciencia ciudadana tienen recursos limitados (tanto económicos, como de los perfiles técnicos e infraestructuras necesarios para la creación de estas plataformas), existe la posibilidad de adopción de plataformas TIC ya existentes y genéricas, una alternativa que adoptan un número creciente de proyectos (Baudry et al., 2022); no obstante, el uso de estas plataformas puede implicar problemas de usabilidad o falta de funcionalidades necesarias para nuestro proyecto (Wald et al., 2016; Wiggins, 2013).

Otro aspecto que debemos tener en cuenta el balance entre la protección de datos personales de las personas participantes. Así, autores como Bowser et al. (2017), Scheibner et al. (2021); o Suman & Pierce (2018) destacan la aparición de personas reconocibles en una fotografía, o geolocalización, o dirección IP entre los metadatos aportados al subir datos o incluso el nombre de la persona participante, mostrándola de forma inmediata en la plataforma web de observaciones como aspectos a considerar, frente el reconocimiento de estas en los resultados del proyecto, de acuerdo con los principios de la ciencia ciudadana (Gold, 2022). En este sentido, se ha sugerido que las aplicaciones y plataformas deben ser diseñadas con atribución, y que no siempre la anonimización es necesaria (Skarlatidou etal., 2019) aunque sí es

recomendable que les usuaries puedan editar las opciones de privacidad en cualquier momento de la actividad.

Finalmente, debemos tener en cuenta aspectos relacionados con la diversidad (edad, entorno sociocultural, idioma, género, raza, discapacidad, etc.) a la hora de diseñar o seleccionar una plataforma de ciencia ciudadana: así, por ejemplo podemos encontrar una "brecha digital" en las personas participantes, por ejemplo debido a la edad o la pertenencia a colectivos vulnerables sin acceso a estas tecnologías, que generan sesgos a la hora de reclutar a los participantes ya que limitan el alcance a personas con alto nivel educativo y previamente interesadas por la ciencia (Giardullo, 2023; Mazumdar et al., 2018); por este motivo, puede ser aconsejable diversificar los métodos de recolección de datos y facilitar el uso de hojas impresas con formularios y guías e instrucciones para rellenarlos a mano. De forma similar, participantes en determinados grupos de edad o con distintos orígenes culturales, que hablan idiomas diferentes idiomas, con diferentes motivaciones o conocimientos sobre la ciencia ciudadana, o que precisan adaptaciones de accesibilidad pueden revelar aspectos relevantes para el diseño y funcionalidad, tales como actividades de gamificación, o de comunicación como la necesidad de utilizar texto alternativo o subtítulos; es por ello que se recomienda llevar a cabo actividades de concreción para entender y adaptar elementos de las plataformas, favoreciendo la usabilidad, la retención de los participantes, la privacidad y en definitiva, la confianza en las herramientas utilizadas (Skarlatidou et al., 2019).

En el caso específico de la ciudad de Valencia, se han llevado a cabo diferentes iniciativas y proyectos orientados a la transformación urbana sostenible, incluyendo herramientas de información y participación ciudadana e innovación social, como el proyecto MatchUP (https://www.matchup-project.eu/) financiado bajo el programa H2020 en el cual participa la Ciudad de Valencia y enfocado al ámbito de la energía y la movilidad a través de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC); sin embargo, este proyecto no incluye la recogida de datos abiertos orientados a la conservación de los suelos. Otras iniciativas de participación ciudadana y generación de datos abiertos han sido recogidas por entidades valencianas (Fent Estudi Coop. V et al., 2018), pudiendo destacarse L'Observatori Ciutadá de L'Horta (Per L'Horta 2017) que, sin embargo, tiene una extensión geográfica limitada de la Comunidad (Horta Sud) y solo contempla suelos de huerta. Además, estas iniciativas no pueden considerarse como "ciencia ciudadana" tal y como se define en el entregable "Iniciativas de ciencia ciudadana de protección del suelo" desarrollado en el Proyecto TICSOIL.

Por consiguiente, el presente trabajo pretende analizar algunas plataformas de ciencia ciudadana utilizadas en el ámbito europeo, comparando sus ventajas e inconvenientes a través de una tabla resumen, que permita extraer lecciones y conclusiones sobre su uso en un potencial proyecto de ciencia ciudadana orientado a suelos urbanos de la ciudad de Valencia, cuyas características se definirán en este documento.

4 Metodología

Para la selección de las plataformas de ciencia ciudadana, se ha realizado inicialmente una revisión de la literatura existente, incluyendo libros, revistas científicas, páginas web y aplicaciones (específicamente para Android, al ser la plataforma más extendida). Se han considerado únicamente los artículos y documentos publicados con Open Access.

Se han explorado las funcionalidades existentes en diferentes plataformas de ciencia ciudadana

- SciStarter (https://scistarter.org). Plataforma iniciada por la North Carolina State University y Arizona State University que reúne a los diferentes agentes de los Proyectos de Ciencia ciudadana, desde la ciudadanía a investigadores, organizaciones o empresas,

ofreciendo recursos y servicios para realizar ciencia ciudadana. Se incluyen diferentes proyectos (que pueden ser filtrados por diferentes criterios) y formación, ayudando a las entidades que promueven los Proyectos a dinamizarlos y difundirlos

- iNaturalist (https://www.inaturalist.org/) es una iniciativa de la Academia de Ciencias de California y National Geographic Society. A través de la web o aplicación móvil, permite crear iniciativas de ciencia ciudadana, y formar parte de ellas generando datos en diferentes proyectos.
- Natusfera (https://natusfera.gbif.es/) es una adaptación de iNaturalist, coordinada, gestionada y mantenida a través de ICM (Institut de Ciencies del Mar), y Bineo consulting (una empresa de software especializada). Aloja un gran número de proyectos e iniciativas de ciencia ciudadana, particularmente en España aunque algunos son internacionales, y permite también organizarlas.
- Epicollect5 (https://five.epicollect.net/) es una plataforma que proporciona aplicaciones tanto para web como para móvil (iOs y Android) para generar formularios, hospedar proyectos de recolección de datos, y exportarlos con diferentes formatos para su análisis y elaboración de mapas.
- Zooniverse (https://www.zooniverse.org). Es la mayor plataforma de ciencia ciudadana, con alcance mundial, teniendo actualmente más de un millón de personas usuarias. La plataforma genera resultados y bases de datos que son publicadas sobre proyectos en una amplia gama de aspectos, desde naturaleza a ciencias sociales.
- SPOTTERON (https://www.spotteron.net/) Se trata de una plataforma fundada en 2014 que proporciona el servicio de crear aplicaciones y herramientas web para la ciencia ciudadana, con un enfoque importante en el diseño, la profesionalidad, la calidad de los datos y la interacción, incluyendo herramientas de visualización y análisis de datos. Es una plataforma de pago, por lo que el análisis en este caso se ha basado en la versión demo facilitada por la web.

Para evaluar las plataformas, además de los idiomas (que estuvieran disponibles en inglés o castellano), se han tenido en cuenta criterios de funcionalidad del proyecto, criterios estéticos, relacionados con la gestión de comunidades de Ciencia ciudadana, los estándares de datos usabilidad de la Plataforma y la posibilidad de incluir datos de apoyo, basados en la revisión de Stein et al (2023) (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Tabla 1. Criterios de evaluación de las plataformas de ciencia ciudadana

Dimensión	Aspectos a considerar	
Estética	A	Reducción de texto para evitar saturación de información
	B	Términos estandarizados y con lenguaje sencillo
Organización de la comunidad	C	Permite la comunicación entre participantes
	D	Permite la comunicación entre participantes e investigadores
	E	Valida la credibilidad de las personas participantes
Estándares de datos	F	Permite el manejo seguro de datos privados
	G	Valida datos generados por participantes
	H	Facilita la introducción de datos generados por participantes
	I	Permite el análisis de datos y su visualización
Información de apoyo	J	Proporciona páginas de apoyo separadas
	K	Proporciona materiales de apoyo complementarios
	L	Proporciona tutoriales e información interactivos

Dimensión	Aspectos a considerar	
Usabilidad de la plataforma	M	Proporciona páginas o apartados simples y claros
	N	Facilita la entrada eliminando barreras
	O	Informa sobre los objetivos del proyecto
Utilización de la plataforma	P	Permite la creación sencilla de proyectos
	Q	Permite la reutilización de componentes

5 Resultados

La Tabla 2 muestra una comparativa de las plataformas analizadas, en función de los criterios establecidos en la metodología.

	Nombre de la plataforma	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	Scistarter																	
2	iNaturalist																	
3	Natusfera																	
4	Epicollect5																	
5	Zooniverse																	
6	SPOTTERON																	

Tabla 2. Análisis de las plataformas según los criterios de la tabla 1

En función de estos criterios, la tabla muestra las ventajas e inconvenientes de cada una de las plataformas analizadas.

En relación con la estética, todas las plataformas analizadas tienen en común una interfaz sencilla, con poco texto y uso de iconos e imágenes; además, el texto es expandible o colapsable para evitar la saturación en la primera vista. En el caso de iNaturalist, Natusfera y SPOTTERON, el idioma se puede configurar, mientras que en Zooniverse hay que solicitar a la administración de la plataforma que ponga esa opción, facilitándoles los textos en castellano. En Scistarter y Epicollect5, la plataforma solo está disponible en inglés lo que puede suponer una barrera lingüística para participantes que no conocen el idioma. Zooniverse es la plataforma más visual, proporcionando gran cantidad de elementos gráficos como imágenes o iconos para facilitar la participación. Los términos están estandarizados y son sencillos (evitando conceptos técnicos específicos) en todas las plataformas analizadas. En varias plataformas como Epicollect5, iNaturalist, Natusfera, SciStarter, y Zooniverse se puede buscar los proyectos en los que se desea participar usando palabras clave; esta funcionalidad está más desarrollada en SciStarter donde además se puede buscar por la edad de los participantes, la dificultad de las tareas, si estas se realizan en interior o exterior o son solamente online. Por el contrario, SPOTTERON solo permite buscar categorías (a nivel mundial, financiados por Horizon o proyectos regionales).

Respecto la organización de la comunidad, importante a la hora de comunicar y reclutar a las personas participantes, cabe destacar que todas las plataformas evaluadas incluyen algún mecanismo para la interactuación con los participantes del proyecto. En el caso de Zooniverse, este incluye la posibilidad de chatear entre participantes y promotores de los proyectos, mientras que en Epicollect5 hay una comunidad en la que, a través de un foro, se realizan

preguntas y respuestas tanto para promotores de proyectos, como para los participantes. En el caso de SciStarter, se pueden realizar comentarios y puntuar los proyectos, existiendo también la posibilidad de enviar un correo a la entidad o persona promotora y generar una sección de preguntas y respuestas. iNaturalist y Natusfera permiten mandar mensajes a los promotores y participantes. Además de la comunicación, en este apartado se valoró la posibilidad de evaluar la credibilidad de las personas participantes. En iNaturalist y Natusfera, se pueden validar o corregir las contribuciones y además, en iNaturalist, se puede clasificar el tipo de observación en tres niveles: grado de investigación (correctamente identificada por 2 o tres personas identificadoras); observación verificable (si tiene fecha, está georreferenciada, tiene fotografía o sonido asociado, y la especie no es doméstica o cultivada), a partir de lo cual se considera que necesita identificación y puede elevar su categoría a "grado de investigación"; y casual, si no cumple con los requisitos descritos (la fecha o localización no están, o no son exactas, si no hay fotografía o sonido). En SciStarter se pueden conseguir "acreditaciones" si se completan ciertos aprendizajes en algunos proyectos, mientras que en Spotteron y Zooniverse se puede acreditar a la persona participante como experte. Por el contrario, Epicollect5 no tiene ninguno de estos mecanismos de verificación.

Respecto la gestión de datos privados, las diferentes plataformas varían a la hora de registrar a las personas participantes y visualizar sus perfiles. En Epicollect5, Scistarter, iNaturalist, Natusfera y Zooniverse solamente hace falta un alias y una dirección de correo electrónico, mientras que en Spotteron solamente precisa de un nombre de usuario. Destaca en este sentido que en el caso de iNaturalist se requiere aceptar que los datos puedan ser transferidos a Estados Unidos. En Epicollect5, el perfil de otras personas no puede ser visualizado, mientras que en Zooniverse el usuario se asocia a información sobre sus contribuciones para poder ser referenciadas en publicaciones. En el resto de plataformas, se pueden visualizar otros datos como el nivel educativo o las contribuciones, aunque en el caso de Scistarter se puede seleccionar si esos datos son públicos o privados. Para la recogida de datos, excepto Scistarter que solamente da enlaces a otras aplicaciones o páginas, todas las plataformas evaluadas facilitan la introducción a través de diferentes mecanismos como desplegables o casillas verificables, selección en calendario o uso de la ubicación en el GPS del móvil para evitar errores. Spotteron permite guardar una observación si no se tienen datos, para ser completada y enviada cuando esté completa. Además, Zooniverse tiene menús de ayuda o claves visuales. En relación con la validación, solamente 4 plataformas ofrecen mecanismos: Zooniverse solamente permite incluir el dato si todos los campos requeridos están completos, pudiendo seleccionarse a la hora de generar el proyecto cuantas personas deben ratificar la clasificación; en Spotteron, también se deben completar todos los campos, teniendo la opción de marcar las contribuciones o reportarlas a través de la comunidad, mientras que como se ha indicado, en iNaturalist y Natusfera es necesario que otros miembros de la comunidad ratifiquen la clasificación (mínimo dos o tres), calificándola en niveles. En relación con el análisis de datos, Spotteron y Zooniverse integran herramientas con esta finalidad, mientras que Epicollect5, iNaturalist y Natusfera se enfocan en la visualización de los datos que pueden descargarse en diferentes formatos (Excel, csv, KMZ, JSON) para su análisis. Scistarter no permite el análisis de datos. iNaturalist, Natusfera, Spotteron y Zooniverse permiten también recoger datos sobre el avance del proyecto, y las dos últimas recogen datos sobre la comunidad participante, algo que también hace SciStarter.

Respecto la información de apoyo, todas las plataformas tienen páginas de ayuda y recursos para generar un nuevo proyecto; sin embargo, todas menos Epicollect ofrecen páginas o manuales de ayuda para participantes. Scistarter y Zooniverse permiten enlazar tutoriales, manuales y páginas de ayuda o guías educativas, además de secciones y eventos de formación con ejemplos visuales. En Spotteron, iNaturalist y Natusfera, la ayuda se puede crear y colgar en otra web y enlazar en la descripción del proyecto.

En relación con la usabilidad, se puede destacar que en todas las plataformas, excepto Spotteron, el diseño es igual para cualquier proyecto. En iNaturalist, Natusfera, Zooniverse y Spotteron, se puede ver el número de participantes que colaboran en el proyecto. Natusfera, iNaturalist, Epicollect y Zooniverse se puede participar a través de navegador web o aplicación, mientras que Spotteron solamente permite participar a través de la aplicación del proyecto que debe ser descargada, y en el caso de Scistarter depende del proyecto (algunos permiten participar desde la web, otros requieren ir a la web o app de la iniciativa). Zooniverse proporciona información sobre las tareas a realizar y permite crear manuales o protocolos, indicando además la dificultad de la tarea, al igual que Scistarter que además incluye el coste orientativo de los materiales y el tiempo que puede requerir llevar a cabo la actividad. En el caso de Scistarter dispone además de una red de bibliotecas que facilitan talleres y materiales, para abordar la posibilidad de que estos no estén al alcance de las personas participantes, aunque dicha red está desarrollada para Estados Unidos y en Europa, muy pocas bibliotecas están asociadas a la plataforma. Finalmente, en el caso de Natusfera se incluye un apartado de descripción en cada campo para indicar los valores que se pueden introducir.

Respecto al uso de las plataformas, Epicollect5, iNaturalist, Natusfera, Scistarter y Zooniverse permiten crear los proyectos de forma autónoma. Mientras que Spotteron es una plataforma de pago que requiere solicitar la creación y mantenimiento del proyecto a demanda. En cuanto a la reutilización de los datos, Epicollect5, iNaturalist, Natusfera y Zooniverse están basados en código abierto, mientras que en el caso de Scistarter son accesibles pero no de código abierto y en Spotteron se trata de un servicio de pago. En el caso de iNaturalist y Natusfera, las contribuciones pueden ser utilizadas para diferentes proyectos.

Tabla 3. Ventajas e inconvenientes de las plataformas analizadas

Nombre de la plataforma	Ventajas	Inconvenientes
SciStarter	Se puede clasificar el proyecto (edad de participantes, tipo de organización, si dispone de materiales formativos, si se lleva a cabo en casa o en exteriores, etc.). Flexibilidad a la hora de recoger datos. Se pueden incluir hojas de texto, links a aplicaciones… Se pueden generar proyectos y eventos en la sección de promotores Permite interactuar con otros participantes y con proyectos, realizando comentarios y a través de preguntas/respuestas". Reclutamiento y mantenimiento de participantes: la plataforma ofrece "credenciales digitales" en algunos proyectos. Gestión de datos: las personas participantes pueden seleccionar si sus datos son públicos o privados. Guías de como iniciar un proyecto, materiales para participantes., permite enlazar videotutoriales y otros recursos. Informa sobre la dificultad de las tareas a llevar a cabo. Colaboraciones con bibliotecas y centros públicos que ofrecen kits para algunos proyectos	Barrera lingüística: plataforma solo disponible en el idioma inglés La plataforma no ofrece un enlace o sistema de recogida de datos propia. No permite analizar o visualizar los datos No hay bibliotecas colaborando a través de la provisión de kits en España (solo 3 en toda Europa).
iNaturalist	El idioma se puede personalizar (disponible en castellano) Permite subir datos a través de la App y de navegador web Evita excesivo texto y utiliza iconos y lenguaje sencillo Permite buscar proyectos por palabras clave, lugares y taxones detectados Permite interactuar con investigadores y participantes a través de chat	La plataforma está orientada principalmente a la observación de especies y los filtros y requisitos de datos son para esta finalidad. No permite incluir otro tipo de datos. No permite incluir materiales de apoyo y tutoriales- Privacidad: la plataforma requiere permitir el uso de datos personales y que estos se transfieran a Estados Unidos.
Natusfera	En castellano Permite subir datos a través de la App para iOS y Android y de navegador web Evita excesivo texto y utiliza iconos y lenguaje sencillo Permite buscar proyectos por palabras clave, lugares, especies detectadas Permite incluir campos personalizados para recogida de datos Permite reutilizar componentes	La plataforma está orientada principalmente a especies Requiere permitir el uso de datos personales No permite incluir guías o manuales de apoyo

Nombre de la plataforma	Ventajas	Inconvenientes
Epicollect5	Permite personalizar los campos con gran variedad de tipos de datos Iconos y lenguaje sencillo, términos estandarizados Permite clasificar los proyectos en categorías Se pueden introducir datos en navegador o en aplicación Dispone de una comunidad para resolver preguntas entre las personas usuarias Permite visualizar, analizar y descargar datos. Protección de datos personales (GPDR de Reino Unido)	Barrera lingüística: plataforma solo disponible en el idioma inglés No permite incluir tutoriales, guías o materiales de apoyo para las personas participantes
Zooniverse	Permite búsqueda de categorías Dispone de chat para comunicarse entre participantes y con investigadores Asocia nombre de usuario a contribuciones Facilita introducción de datos a través de desplegables, casillas de verificación, información sobre posibles errores, etc. Incluye guías para crear proyectos, FAQs para participantes, tutoriales y ejemplos interactivos Información sobre participantes (número) y datos recogidos Se puede introducir la información a través de navegador web Incluye información sobre el avance del proyecto y nivel de dificultad de las actividades Permite elegir en qué actividades se va a participar en cada proyecto Software libre, permite la reutilización de componentes	Barrera lingüística: La plataforma solo está disponible en inglés; se puede contactar con la plataforma para ser traducido al castellano u otros idiomas. La plataforma se basa en clasificación de imágenes. Requiere la preparación de gran cantidad de materiales y ejemplos visuales de forma que las personas participantes solamente tengan que elegir la opción más adecuada al resultado obtenido.
SPOTTERON	Idioma cambiable a la configuración del móvil Flexibilidad en la recogida de datos (se pueden configurar los campos a recoger). Las funciones pueden adaptarse a demanda Flexibilidad en los roles de personas usuarias (individual o colectivo) Permite establecer contacto entre participantes e investigadores y dejar comentarios. Ofrece recompensas por participación (obtención de puntos, rankings) Permite elegir el grado de privacidad de los participantes Permite la validación de datos por los promotores del proyecto.	Plataforma de pago (solo acceso a demo gratuita para usuario). Solo ofrece de material de apoyo un manual general de la app para todos los proyectos. No ofrece ayuda o material de apoyo sobre el proyecto concreto o explicaciones emergentes. No permite reutilizar datos entre diferentes proyectos.

6 Conclusiones: diseño de un proyecto de ciencia ciudadana orientado a suelos urbanos

A partir de los resultados obtenidos, se ha concluido que la plataforma que mejor se adapta a los objetivos de un proyecto de ciencia ciudadana orientado a suelos urbanos es Natusfera.

6.1 Objetivo del proyecto

El objetivo del proyecto es concienciar a la ciudadanía, sobre las funciones y la importancia de los suelos en los entornos urbanos: sostén para la vida (plantas, animales, hongos, microorganismos), favorecer la infiltración y la retención de agua, amortiguar contaminantes como metales pesados, combustibles, pesticidas, etc. Además, el proyecto pretende informar a las administraciones, responsables de políticas ambientales y del territorio, al sector privado (particularmente relacionado con la arquitectura, promoción inmobiliaria, jardinería) y organizaciones civiles sobre los problemas que sufre el suelo en ambientes urbanos (tales como vegetación deficiente, sellado, contaminación, salinización, erosión).

La pregunta de investigación será: ¿Cuál es el estado de salud del suelo en este alcorque, parque o solar? Ya que las personas participantes serán reclutadas para realizar estos pequeños experimentos en estos espacios, desde los alcorques que rodean los árboles en las aceras, a huertos urbanos, medianas de calles, parques o solares en desuso.

Se trata de un proyecto con orientación intermedia entre la científica y la resolución de un problema concreto. Por un lado, el proyecto permitirá obtener datos y conocimiento sobre suelos urbanos, que son los menos estudiados, a través de mecanismos de verificación de calidad de los datos (ver Recogida de datos), fomentando a la vez el interés por la Ciencia del suelo entre personas y colectivos con diferentes niveles de conocimiento (ciudadanía, alumnado de secundaria, grado, Formación profesional en jardinería y gestión de Recursos naturales). Por otro lado, el proyecto está orientado a la resolución de un problema, ya que los suelos urbanos suelen estar afectados por problemas como el sellado y la compactación, que reducen la infiltración y por tanto favorecen la escorrentía y las inundaciones; además, el suelo compactado impide la respiración de las plantas y otros organismos del suelo, debilitando las plantas. La reducción de la vegetación produce a su vez una desprotección del suelo frente a la erosión, y una pérdida de materia orgánica, que da una idea del potencial del suelo para capturar carbono y por tanto ayudar a mitigar el cambio climático. Además, en los últimos años hay un creciente interés por la horticultura urbana, que podría verse afectada por contaminantes como sales solubles, basuras, combustibles o metales pesados (aunque esta última variable no será determinada en el experimento por la necesidad de infrastructura y perfiles especializados). De este modo, los datos recogidos en el proyecto contribuirán a empoderar a la ciudadanía a la hora de demandar medidas para la protección de la salud del suelo y la correcta gestión de zonas verdes a las administraciones públicas y responsables de la ordenación del territorio, basándose en datos confiables.

6.2 Cómo participar en el proyecto

Para participar en el proyecto, las personas interesadas solo deben crear un perfil en la Plataforma. En el caso de menores de edad para evitar el uso de datos personales, se pueden crear perfiles colectivos para un centro educativo o aula, que compartirá toda la clase. Dado que la Plataforma no incluye instrucciones o manuales de ayuda, Kveloce creará materiales formativos, guías y protocolos que faciliten a las personas y colectivos participantes el desarrollo de los experimentos que hacen falta para generar los datos necesarios. Estos

experimentos se podrán llevar a cabo con material sencillo agrupado en un kit, con productos y objetos que pueden encontrarse en cualquier hogar. Una propuesta de kit incluiría los siguientes materiales:

- Una pala plana, para sacar una muestra de suelo en la determinación de macrofauna y lombrices
- Un cilindro (diámetro 10 cm) y martillo para la determinación de la infiltración.
- Una varilla (8 mm de diámetro) y un metro para medir la compactación
- Un rollo de papel medidor de pH, un vaso de precipitado de plástico y una botella de agua oxigenada, para medir acidez y cantidad de materia orgánica
- Una botella de agua destilada para determinar textura.
- Una botella de vinagre para estimar contenido en carbonatos.
- Una guía de campo: incluyendo una guía de color del suelo, una clave para la determinación de la textura usando el método visual, una guía de macrofauna y lombrices más frecuentes en la zona, protocolo para la determinación de materia orgánica (estimación por observación de burbujas), reacción (pH), compactación e infiltración, y observación de signos de erosión, tipos de estructura y contaminantes.
- Ficha de campo: se proporcionarán tablas de datos impresas que pueden ser rellenadas a mano, en el caso de participantes sin acceso a dispositivos electrónicos o internet.

Con el fin de facilitar la participación a personas vulnerables o que no tengan acceso a los materiales, se prepararán kits disponibles para ser distribuidos en organizaciones de la sociedad civil (asociaciones ambientales, de familias de alumnado en centros educativos, vecinales) o en los propios centros educativos para ser utilizados por estudiantes. Del mismo modo, se facilitará la subida de datos a través de la plataforma web en talleres específicos.

6.3 Selección de indicadores

La selección de indicadores vendrá determinada por reuniones y talleres con diferentes grupos de actores (investigación, administración pública, Sociedad civil y entidades privadas) con el fin de explorar los intereses y preocupaciones, decidir sobre indicadores relevantes y posibles barreras a la hora de realizar las determinaciones. No obstante, se ha seleccionado a priori algunos indicadores:

- Cobertura vegetal: determinación visual, con categorías (suelo desnudo, suelo urbanizado, bosque, matorral, hierbas)
- Estimación de materia orgánica: a través del burbujeo por reacción con agua oxigenada, estableciendo 3 categorías (sin burbujeo o escaso burbujeo, burbujeo medio y abundantes burbujas). A través de colaboración con centros de investigación, se podría llevar a cabo una toma de muestra para determinación más precisa.
- Color del suelo: facilitando guías de color similares a las de Munsell simplificadas, para estimar el color de materia orgánica, acumulación de agua, presencia de óxidos de hierro, acumulación de sales solubles.
- Textura: a través del método del tacto (Thien, 1979)
- Estructura (clasificación visual)
- Contenido en carbonatos (estimación visual, con vinagre y clasificando el burbujeo en escaso, medio o abundante)
- Compactación: Utilizando una varilla de 8 mm de diámetro y clavándola en el suelo en tres puntos diferentes,

- Infiltración: utilizando un trozo de tubería de 10 mm de diámetro clavado en el suelo en la que se introduce una cantidad de agua y se calcula el tiempo que tarda en infiltrarse.

6.4 Aspectos éticos

La ciencia ciudadana implica el reconocimiento de una serie de principios éticos que los proyectos deben respetar para ser considerados como tales (Gold, 2022). En este proyecto, se tendrán en cuenta los siguientes de forma específica

- **Honestidad**: Se prestará atención a la forma en que las metodologías y los resultados de la investigación se comunican a las personas participantes y actores, a través de eventos interactivos, webinarios, seminarios, conferencias, y talleres. Estas actividades también permitirán acercar a la ciudadanía a la investigación científica (formulación de hipótesis, cómo se obtienen los datos, discusión, conclusiones).
- **Independencia:** se debe tener en cuenta que la gestión de los suelos urbanos está sujeta a intereses comerciales y políticos (urbanización, potencial de gentrificación verde en barrios vulnerables).
- **Responsabilidad**: a la hora de implementar el proyecto, se tendrán en cuenta prácticas de Ciencia Abierta y se reconocerán las contribuciones de la ciudadanía en la recogida de datos y su discusión. Los datos serán alojados en repositorios públicos (ZENODO). Se debe tener en cuenta que la plataforma utilizada facilita el nombre de las personas participantes, por lo que se recomendará al comienzo la selección de un alias que impida la identificación (no poniendo nombre completo o real).
- **Relevancia social:** a través de revisiones de literatura existente y de talleres y seminarios iniciales con organizaciones de la sociedad civil y centros educativos, se recopilará información sobre cuáles son los temas relevantes para la comunidad local. Se pondrá especial énfasis en barrios vulnerables que suelen tener menos áreas verdes y estar sujetos a procesos de gentrificación; también a aquellos construidos en zonas con riesgo de inundación, para evaluar sus conocimientos iniciales y detectar necesidades de formación, así como de empoderamiento (desarrollo de capacidades para implantar huertos urbanos, exigencia de mejoras a la administración competente).
- **Balance coste-beneficio y no explotación:** se tendrá en cuenta la compensación a las personas participantes, no solamente a través de su reconocimiento en publicaciones, sino también del nivel de formación adquirido a través de microcredenciales que puedan ser usadas para facilitar el empleo o acceder a espacios de huerto ciudadano. Con relación al principio de evitar el daño, se tendrá en cuenta que las mejoras en barrios vulnerables relacionadas con los espacios verdes pueden suponer como contrapartida el desplazamiento de la comunidad por el aumento de los precios del alquiler.

6.5 Reclutamiento y mantenimiento de la comunidad

Aunque cualquier persona podrá participar en el proyecto, se hará un mayor énfasis en centros educativos (secundaria, formación profesional, universidad, educación de personas adultas, centros de desempleo, etc.). Se tratará de integrar los contenidos en asignaturas existentes (relacionadas con el conocimiento del medio) de forma que la participación en el proyecto pueda incluir recompensas académicas. Además, las organizaciones de la sociedad civil (tales como asociaciones de familias de alumnado, ecologistas, de barrio) representan un potencial multiplicador.

Se elaborarán formularios de consentimiento informado con explicaciones sobre el proyecto, incluyendo la hoja informativa, en el que explicitarán los objetivos, tratamiento de los datos y difusión, derecho a abandonar el proyecto y otros aspectos de la regulación de protección de datos. Se pondrá especial cuidado en el caso de menores.

La participación será mantenida a lo largo del proyecto basándonos en dos mecanismos

- Motivación intrínseca: las personas participantes serán conscientes de su papel de colaboradores con la ciencia, reforzada en la sección de agradecimientos de las ponencias y documentos que se generen. Las personas más concienciadas tendrán el refuerzo de estar colaborando con el mantenimiento de suelos sanos en su barrio
- Motivación extrínseca: se realizarán actividades como eventos de recogidas de datos colectivas, talleres, concursos, pequeños premios como tazas o camisetas, aparte de las credenciales mencionadas anteriormente para reconocer la educación formal e informal.

6.6 Recogida de datos

La recogida de datos de suelos por las personas científicas ciudadanas se hará a través de la plataforma Natusfera, para lo cual se ha iniciado un proyecto llamado TICSOIL Ciencia ciudadana para suelos urbanos, que actualmente está oculto y solo disponible por invitación hasta su implementación . A continuación se muestran algunas capturas del proyecto en esta plataforma.

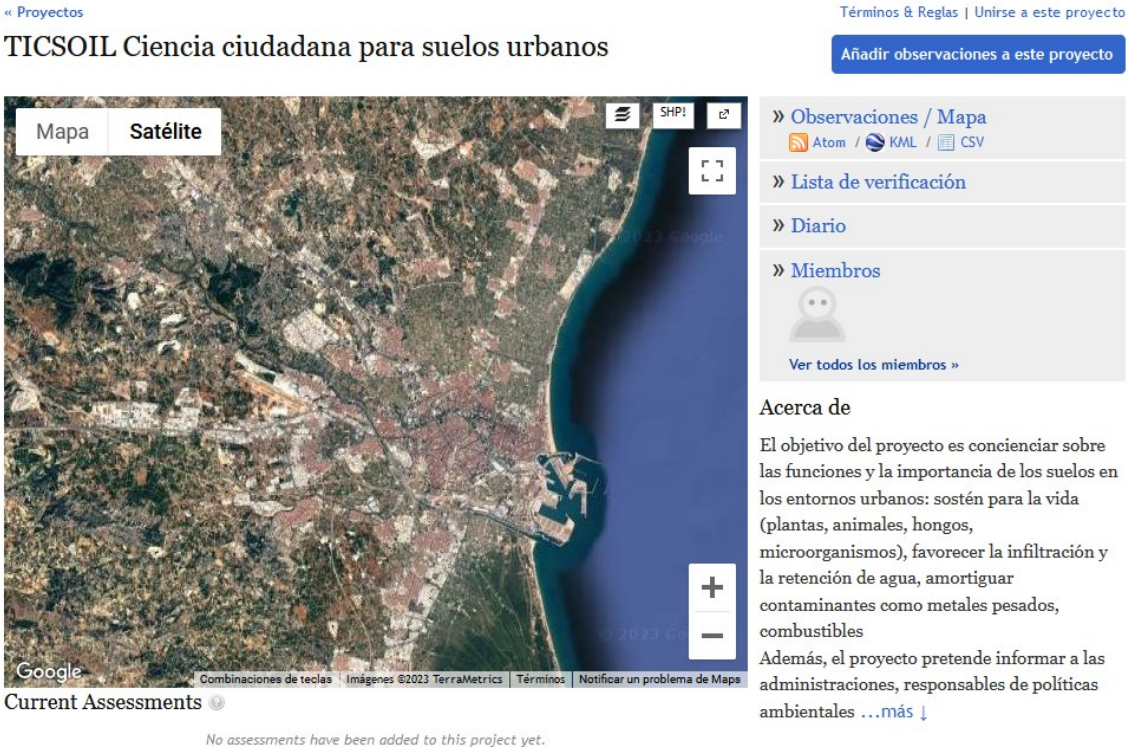


Figura 1. Ámbito geográfico del proyecto TICSOIL en la plataforma Natusfera

En primer lugar (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) se ha establecido el ámbito espacial del proyecto, en el área urbana de Valencia pero cubriendo desde Alboraya (Huerta Norte), La Cañada (zona industrial) y Agullent (Huerta Sur) coincidiendo con el PAT de la Huerta de Valencia (Figura 2).

La selección de este ámbito territorial está justificada por la importante transformación de suelos fértiles en suelo urbano que ha tenido lugar desde la última mitad del siglo XX y que ha puesto de manifiesto la urgente necesidad de implementar de forma efectiva políticas de planificación urbana que protejan el suelo ((Valera Lozano et al., 2019) considerando éste como parte de una infraestructura urbana, y la Huerta como un "sistema productivo, ambiental y cultural integrado" ((DECRETO 219/2018, de 30 de noviembre, del Consell, por el que se

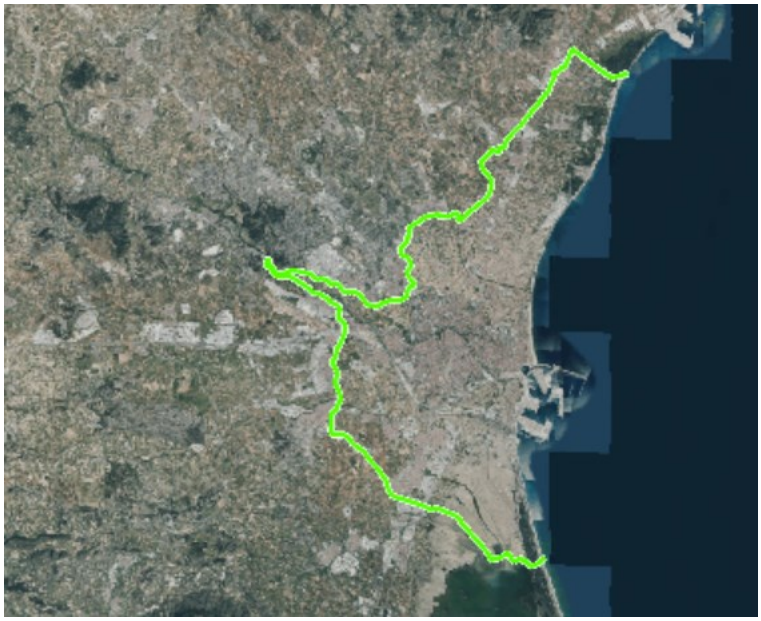


Figura 2. Extensión del Plan de Acción Territorial de la Huerta de Valencia

aprueba el Plan de acción territorial de ordenación y dinamización de la Huerta de València, 2018) que se debe proteger como un espacio vivo, productivo, rentable .y sostenible desde la triple dimensión económica, ambiental y social. Así, los suelos urbanos pueden secuestrar carbono en diferentes formas, tales como materia orgánica, o como carbonatos; también pueden contribuir al almacenamiento de agua reduciendo el riesgo de inundaciones (Gómez-Baggethun & Barton, 2012); y pueden atenuar la contaminación local y difusa, como la producida por metales pesados (plomo, zinc, cadmio), metaloides (Arsénico), o alquitrán, con potenciales efectos sobre la salud por contacto directo o a través de los alimentos cultivados sobre suelos urbanos (Defoe et al., 2014; World Health Organization, 2000; Ziss et al., 2021). Tampoco se debe olvidar que los suelos sirven de sostén para actividades recreativas y culturales, tales como el turismo, siendo precisamente la presión demográfica la que ha generado la urbanización y consiguiente sellado de una gran superficie de suelos agrícolas y naturales en el Levante peninsular (Jódar-Abellán et al., 2018; Peñas-Castejon & Medina, 2013).

Se han definido en la plataforma como campo obligatorio que la muestra o punto de observación esté georreferenciada para comprobar que se ajusta al ámbito territorial (Figura 3)

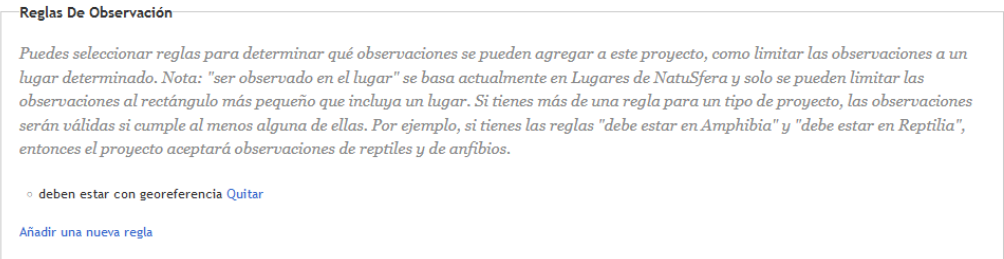


Figura 3. Regla de observación

A continuación se han definido los campos de observación que las personas participantes deben rellenar en la plataforma o aplicación Natusfera (disponible para iOs y Android, enlaces en apartado Resultados). Estos campos no se han definido como obligatorios en esta primera aproximación al diseño del proyecto pero serán revisados con los agentes implicados en futuros talleres, por lo que podrían incluirse campos adicionales. Además, se ha incluido una descripción de cada campo para facillitar la tarea de las personas participantes, y en algunos de ellos se han incluido categorías cerradas para evitar errores en la introducción.

Los primeros campos se consideran contextuales (Figura 4). Consisten en la identificación de la persona que ha tomado la observación (lo que permitirá poder referenciarla o acreditarla en publicaciones, además de otros incentivos que puedan diseñarse para fomentar la participación); la fecha de la observación (que permitirá contrastar los resultados con las condiciones metereológicas) ya que es recomendable que estas se realicen cuando el tiempo es

relativamente estable, sin extremos de temperatura o humedad; y la vegetación circundante (en la que se han definido como categorías suelo desnudo o sin vegetación, hierba, matorral o Se ha proporcionado una descripción para cadaarbusto, cultivos y bosque) que proporcionará información sobre las condiciones de contorno y permitirá detectar errores o outliers en otros campos.

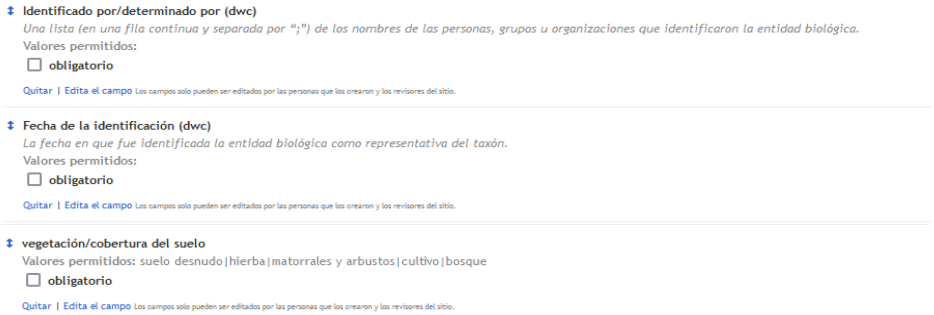


Figura 4. Campos de contexto: persona identificadora de la muestra, fecha de la identificación

Seguidamente, se han incluido las variables física. En primer lugar, la textura, medida de forma visual (las instrucciones se incluyen en la guía de campo adjunta y se pueden ver en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) que da información sobre el tamaño de las partículas y las condiciones de drenaje.

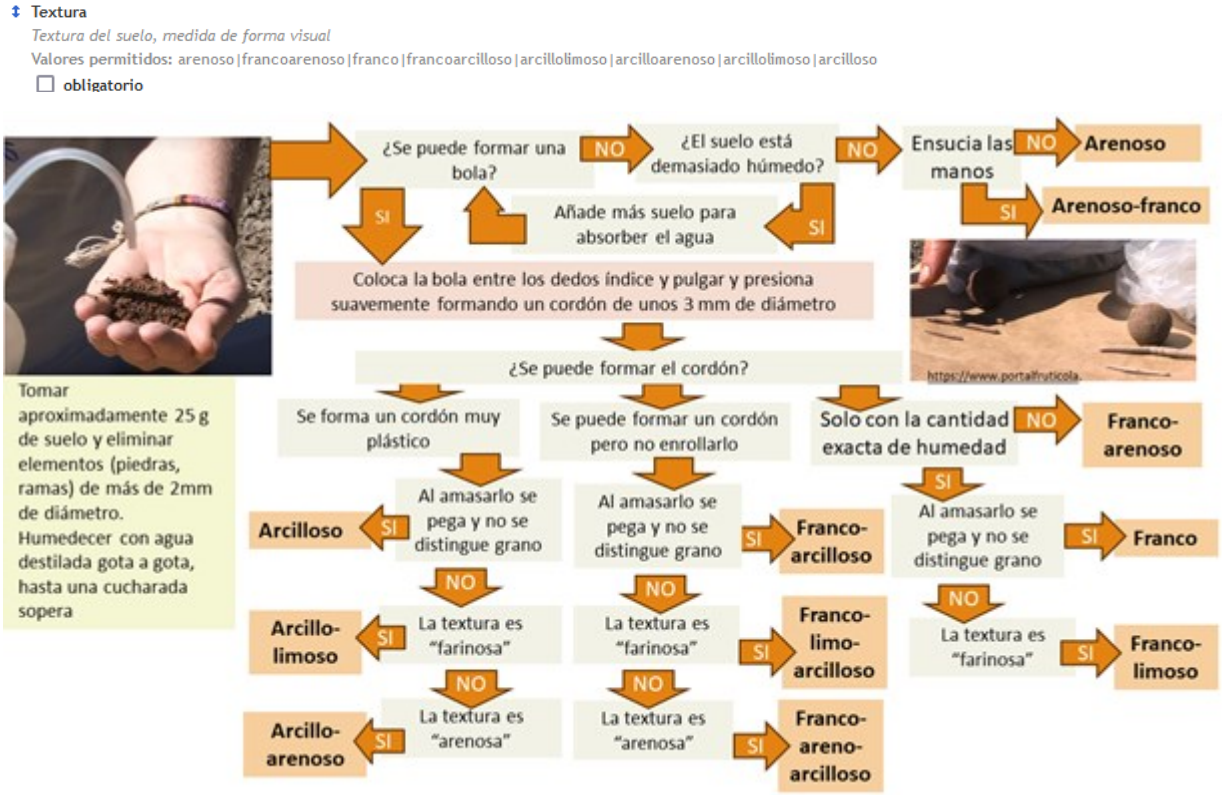
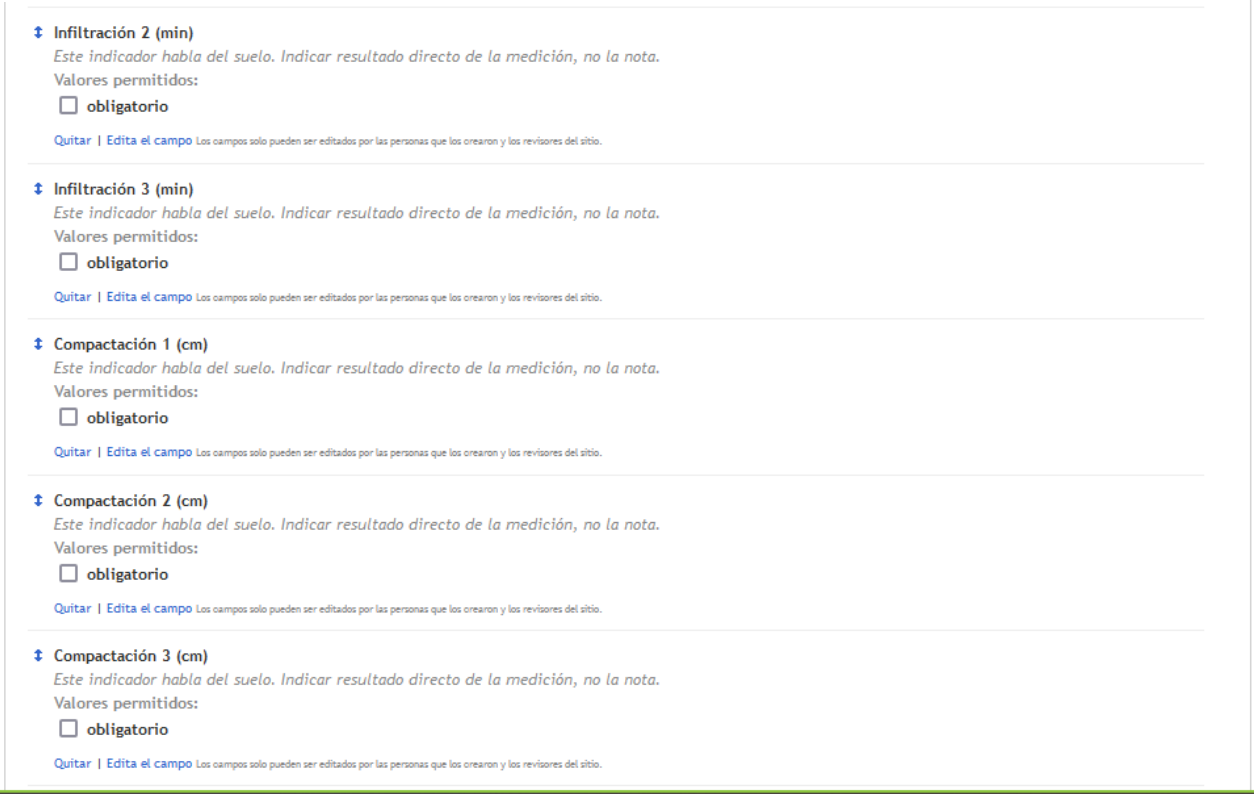


Figura 5. Método para la determinación de la textura por el tacto (adaptado de Thien, 1979)

Figura 6 Medida de la infiltración

También se medirán la compactación (3 medidas en diferentes puntos con varilla de 8 mm de diámetro clavada en el suelo con la mano) y la infiltración (3 medidas en diferentes puntos del suelo con tubería de 10 cm de diámetro, se mide el tiempo que tardan en infiltrarse 200 cm^3 de agua en un suelo tras haber dejado pasar anteriormente otros 250 cm^3)



Infiltración 2 (min)
Este indicador habla del suelo. Indicar resultado directo de la medición, no la nota.
Valores permitidos:
☐ obligatorio
Quitar | Edita el campo Los campos solo pueden ser editados por las personas que los crearon y los revisores del sitio.

Infiltración 3 (min)
Este indicador habla del suelo. Indicar resultado directo de la medición, no la nota.
Valores permitidos:
☐ obligatorio
Quitar | Edita el campo Los campos solo pueden ser editados por las personas que los crearon y los revisores del sitio.

Compactación 1 (cm)
Este indicador habla del suelo. Indicar resultado directo de la medición, no la nota.
Valores permitidos:
☐ obligatorio
Quitar | Edita el campo Los campos solo pueden ser editados por las personas que los crearon y los revisores del sitio.

Compactación 2 (cm)
Este indicador habla del suelo. Indicar resultado directo de la medición, no la nota.
Valores permitidos:
☐ obligatorio
Quitar | Edita el campo Los campos solo pueden ser editados por las personas que los crearon y los revisores del sitio.

Compactación 3 (cm)
Este indicador habla del suelo. Indicar resultado directo de la medición, no la nota.
Valores permitidos:
☐ obligatorio
Quitar | Edita el campo Los campos solo pueden ser editados por las personas que los crearon y los revisores del sitio.

Figura 7. Infiltración y compactación

En cuanto al color, la medida se realizará indicando tres valores posibles (claro, medio y oscuro). Los colores oscuros indican una mayor cantidad de materia orgánica incorporada en el suelo, y por tanto, mayor captura de carbono atmosférico.

Además de estas variables fisicas, se ha planeado la estimación de variables químicas y biológicas:

- Reacción del suelo: a través de pH, poniendo en un vaso de precipitados una cucharada de agua (aprox 10 gr) y añadiendo agua destilada (unos 25 ml), en la que tras remover 5 minutos se introduce el papel de pH y se anota el valor obtenido.

- Contenido en materia orgánica: a través del método del burbujeo. Sobre una cucharada de suelo se vierte aproximadamente una cucharada de agua oxigenada (110 vol) y se

observa cuantas burbujas se producen al remover. Esta variable se introduce en forma cualitativa (sin burbujeo o muy poco burbujeo; burbujeo medio; burbujeo abundante). También se incluye una variable de tiempo de burbujeo (unos segundos, hasta dos minutos, más de dos minutos) ya que una materia orgánica estable dará una reacción más lenta que una materia orgánica fresca.

- Carbonatos ($CaCO_3$): pueden producir cementación (reduciendo el drenaje y la capacidad de penetración de las raices) y bloquear determinados nutrientes que precisan las plantas. Se añaden unas gotas de ácido clorhídrico (se puede encontrar en comercios como salfumán o agua fuerte) y se anota el grado de burbujeo: Nula (no se ve ni se oye reacción alguna, suelo muy pobre en $CaCO_3$ y problemas de acidez probables); Leve (se oye pero no se ve reacción, suelo pobre en $CaCO_3$ y problemas de acidez posibles; Media (se ve un cierto burbujeo, indica riqueza media en $CaCO_3$; Fuerte (burbujeo intenso pero poca espuma, se trata de un suelo rico en $CaCO_3$ con posibles problemas de basicidad);Muy fuerte (burbujeo violento con espuma, suelo con abundante $CaCO_3$). Esta medida requiere cierta precaución por el uso de salfumán, que es corrosivo al contacto con la piel.

- Actividad biológica: número de lombrices y raíces. Con la pala proporcionada, se levanta un cuadrado de 25 cm x 25 cm y unos 30 cm de profundidad, y cuenta las lombrices que ves. Repite la operación en dos cuadrados más para obtener un valor medio. Multiplica el valor medio por cuatro y tendrás el número de lombrices por metro cuadrado. Esta medida hay que tomarla con rapidez para que las lombrices no escapen. En los mismos trozos de suelo que hemos extraido, podemos apuntar si hemos encontrado una cantidad de raices baja, media o alta.

Para facilitar la introducción de datos, además del navegador web y la app se incluirán hojas Excel (para imprimir o descargar) que las personas participantes podrán rellenar y enviar por correo electrónico a la persona promotora del proyecto. Se realizarán talleres en los que todos estos experimentos serán explicados, así como el uso de la Plataforma Natusfera. Los usuarios con mayor número de muestras correctamente medidas obtendrán puntos de credibilidad a través de la Plataforma, y pueden obtener credenciales educativas.

6.7 Uso de los datos

Los datos se compartirían en línea, a través de la web del Proyecto y se subirán a un r repositorio Abierto (Zenodo) pseudoanonimizando a las personas participantes. Hay que tener en cuenta que la propia Plataforma ofrece los datos de cada participante por lo que se ofrecerá la posibilidad de usar alias o cuentas colectivas.

Estos datos serán analizados de forma colectiva en diferentes eventos o talleres, fomentando el aprendizaje social sobre las propiedades del suelo y los procesos con los que se relacionan, o pensar en medidas para mejorar la salud del suelo. Estos se anunciarían (diferentes medios de comunicación) y se invitaría a diferentes partes interesadas (ONG, responsables políticos, medios de comunicación).

Para asegurar la calidad de los datos:

a) El uso de la aplicación y el formulario web incluirá explicaciones y campos con máscaras (desplegables, checks) para evitar errores y guiar al usuario a través del llenado de datos.

b) la persona promotora del Proyecto analizará que las determinaciones realizadas por las personas participantes son consistentes con las condiciones edafoclimáticas. A través de convenios con centros educativos, se podrá comprobar algún dato (al tener las coordenadas).

c) si surgen dificultades con alguna de las metodologías, detectadas en talleres, o a través del análisis de datos, se buscarían alternativas junto con los agentes involucrados (ciudadanía, investigadores, profesorado etc.).

6.8 Monitoreo y evaluación del proyecto

Con el fin de asegurar el cumplimiento de los objetivos del proyecto, se han establecido una serie de indicadores o resultados que serán continuamente monitorizados

Objetivos	**Resultados esperados**
Proceso de colaboración eficaz y sostenible con les científiques ciudadanes	3 tipos de científiques ciudadanes que recopilan datos (nivel avanzado, medio, bajo): número de escuelas/OSCs reclutadas. Número de observaciones evaluadas; Número de barrios cubiertos/tipos de zonas verdes. Satisfacción de les científiques ciudadanes con las plataformas/métodos de recolección de datos (encuestas)
Recogida y comprensión de los datos	Número de talleres organizados/número y tipo de participantes en los talleres (nivel de conocimientos, sexo, edad...) Número de personas que aprenden sobre el suelo (cuestionarios, concursos) Número de participantes que obtienen insignias o credenciales Número de ponencias en congresos/artículos de revistas/tesis doctorales o de maestría (reconociendo a les participantes)
Acción individual	Participación en otras actividades para la CS (encuestas) Cambio de comportamientos: disminución de la basura, participación en campañas de huertos urbanos o forestación... (encuestas, entrevistas, grupos focales)
Acción colectiva y cambio de políticas	Consolidación de la comunidad: Incremento de acciones colectivas para pedir huertos urbanos, infraestructuras verdes (a través de alegaciones de asociaciones, resguardos o justificantes anonimizados) Acuerdos con las partes interesadas Cambio en las políticas de planificación urbana, más participativo; Mejora de la protección del suelo

7 Referencias

Baudry, J., Tancoigne, É., & Strasser, B. J. (2022). Turning crowds into communities: The collectives of online citizen science. *Social Studies of Science*, *52*(3). https://doi.org/10.1177/03063127211058791

Bowser, A., Shilton, K., Preece, J., & Warrick, E. (2017). Accounting for Privacy in Citizen Science: Ethical Research in a Context of Openness. *Proceedings of the 2017 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work and Social Computing*, 2124-2136. https://doi.org/10.1145/2998181.2998305

Defoe, P. P., Hettiarachchi, G. M., Benedict, C., & Martin, S. (2014). Safety of Gardening on Lead- and Arsenic-Contaminated Urban Brownfields. *Journal of Environmental Quality*, *43*(6), 2064-2078. https://doi.org/10.2134/jeq2014.03.0099

Deloitte, Directorate-General for Communications Networks, C. and T. (European C., Directorate-General for Informatics (European Commission), & KU Leuven. (2021). *Proposal for a European Interoperability Framework for Smart Cities and Communities (EIF4SCC)*. Publications Office of the European Union. https://data.europa.eu/doi/10.2799/816559

DECRETO 219/2018, de 30 de noviembre, del Consell, por el que se aprueba el Plan de acción territorial de ordenación y dinamización de la Huerta de València, Pub. L. No. 2018/11893 (2018). https://mediambient.gva.es/auto/planes-accion-territorial/PATHorta/00%20Decreto%20219-2018%20aprobaci%c3%b3n%20PAT%20Huerta.pdf

Giardullo, P. (2023). Non-experts' participation in processes of scientific knowledge creation: The case of Citizen Science. *Sociology Compass*, *17*(9), e13100. https://doi.org/10.1111/soc4.13100

Göbel, C., Martin, V., & Ramirez-Andreotta, M. (2017). *Stakeholder Analysis: International Citizen Science Stakeholder Analysis on Data Interoperability. Final Report*. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.26124.92802

Gold, M. (2022). *ECSA 10 Principles of Citizen Science*. https://doi.org/10.17605/OSF.IO/XPR2N

Gómez-Baggethun, E., & Barton, D. N. (2012). *Classifying and valuing ecosystem services for urban planning*. 11.

Jódar-Abellán, A., Valdes-Abellan, J., Pla, C., & Castillo, F. (2018). Temporal evolution of urban growth and its impact on runoff rates generation. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, *13*, 975-984. https://doi.org/10.2495/SDP-V13-N7-975-984

Kolinkova, E. (2017, enero 30). *European Interoperability Framework (EIF)* [Text]. ISA^2 - European Commission. http://webserver:8080/isa2/library/european-interoperability-framework-eif-0_en

Lemmens, R., Antoniou, V., Hummer, P., & Potsiou, C. (2021). Citizen Science in the Digital World of Apps. En K. Vohland, A. Land-Zandstra, L. Ceccaroni, R. Lemmens, J. Perelló, M. Ponti, R. Samson, & K. Wagenknecht (Eds.), *The Science of Citizen Science* (pp. 461-474). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58278-4_23

Liu, H.-Y., Dörler, D., Heigl, F., & Grossberndt, S. (2021). Citizen Science Platforms. En K. Vohland, A. Land-Zandstra, L. Ceccaroni, R. Lemmens, J. Perelló, M. Ponti, R. Samson, & K. Wagenknecht (Eds.), *The Science of Citizen Science* (pp. 439-459). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58278-4_22

Mazumdar, S., Ceccaroni, L., Piera, J., Hölker, F., Berre, A., Arlinghaus, R., & Bowser, A. (2018). *Citizen science technologies and new opportunities for participation* (pp. 303-320). https://doi.org/10.2307/j.ctv550cf2.28

Peñas-Castejon, J., & Medina, M. (2013, septiembre 16). *Exploring the relationship between new urban soils and soil sealing as indicator of sustainable tourism planning.* th International Conference of the Urban Soils Working Group, SUITMA 07, Toruń Poland. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.17776.66565

Scheibner, J., Jobin, A., & Vayena, E. (2021). Ethical Issues with Using Internet of Things Devices in Citizen Science Research: A Scoping Review. *Frontiers in Environmental Science*, *9*. https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenvs.2021.629649

Skarlatidou, A., Hamilton, A., Vitos, M., & Haklay, M. (2019). What do volunteers want from citizen science technologies? A systematic literature review and best practice guidelines. *Journal of Science Communication*, *18*(1), A02. https://doi.org/10.22323/2.18010202

Stein, C., Wittmer, A., Fegert, J., & Weinhardt, C. (2023). *CITIZEN SCIENCE AS A SERVICE? A REVIEW OF MULTI-PROJECT CITIZEN SCIENCE PLATFORMS*. e-Society 2023 conference,

Lisbon, Portugal. https://www.esociety-conf.org/wp-content/uploads/2023/03/3_ES2023_F_085_Stein.pdf

Sturm, U., Schade, S., Ceccaroni, L., Gold, M., Kyba, C., Claramunt, B., Haklay, M., Kasperowski, D., Albert, A., Piera, J., Brier, J., Kullenberg, C., & Luna, S. (2017). Defining principles for mobile apps and platforms development in citizen science. *Research Ideas and Outcomes*, *3*, e21283. https://doi.org/10.3897/rio.3.e21283

Suman, A. B., & Pierce, R. (2018). Challenges for Citizen Science and the EU Open Science Agenda under the GDPR. *European Data Protection Law Review*, *4*(3), 284-295. https://doi.org/10.21552/edpl/2018/3/7

Thien, S. J. (1979). A flow diagram for teaching textureby feel analysis. *Journal of Agronomic Education*, *8*, 54-55.

Valera Lozano, A., Añó Vidal, C., & Sánchez Díaz, J. (2019). *Urban growth (1956-2012) and soil sealing in the metropolitan area of Valencia (Eastern Spain)*. https://doi.org/10.3232/SJSS.2019.V9.N2.03

Wald, D. M., Longo, J., & Dobell, A. R. (2016). Design principles for engaging and retaining virtual citizen scientists. *Conservation Biology*, *30*(3), 562-570. https://doi.org/10.1111/cobi.12627

Wiggins, A. (2013). Free as in puppies: Compensating for ict constraints in citizen science. *Proceedings of the 2013 conference on Computer supported cooperative work*, 1469-1480. https://doi.org/10.1145/2441776.2441942

World Health Organization. (2000). *Contaminated soil in cities—Children playing outside*. https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0003/119829/E69408.pdf

Ziss, E., Friesl-Hanl, W., Götzinger, S., Noller, C., Puschenreiter, M., Watzinger, A., & Hood-Nowotny, R. (2021). Exploring the Potential Risk of Heavy Metal Pollution of Edible Cultivated Plants in Urban Gardening Contexts Using a Citizen Science Approach in the Project "Heavy Metal City-Zen". *Sustainability (Basel, Switzerland)*, *13*(15), Article 15. https://doi.org/10.3390/su13158626