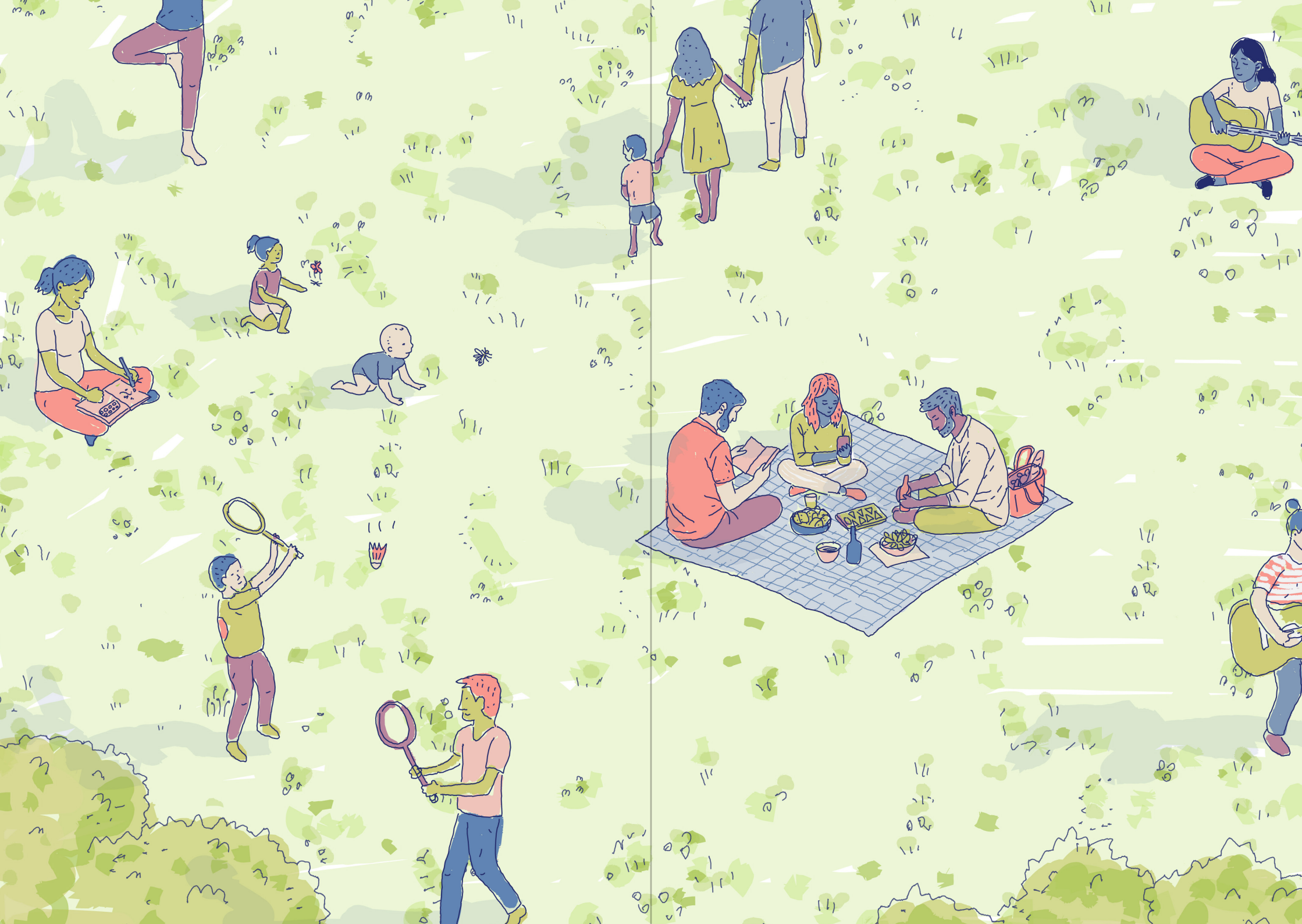


DigiWaGu

Mejora de la eficiencia en el uso del agua en entornos verdes urbanos a través de herramientas digitales





Raquel Salvador Esteban ^{1,2}, **M^a Auxiliadora Casterad Seral** ¹, **Mónica Guillén Castillo** ¹, **Marta Barba Recreo** ³, **Juan José Barriuso Vargas** ⁴

(1) Dpto. de Sistemas Agrícolas, Forestales y Medio Ambiente (Unidad asociada a EEAD-CSIC Suelos y Riegos), Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA).

(2) Instituto Agroalimentario de Aragón-IA2 (CITA-Universidad de Zaragoza), Zaragoza, España.

(3) Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón - Teruel (CITA).

(4) Universidad de Zaragoza, Escuela Universitaria Politécnica de Huesca.

El proyecto **DigiWaGu** es una iniciativa del Centro de Investigación Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA), y cuenta entre sus socios con el Ayuntamiento de Huesca, el Ayuntamiento de Teruel, la Universidad de Zaragoza y el Instituto Politécnico de Viana do Castelo (IPVC).



DigiWaGu cuenta con el apoyo de la Agencia Estatal de Investigación en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), financiado por la Unión Europea – NextGenerationEU.

La publicación es parte del proyecto TED2021-131666A-I00, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea “NextGenerationEU”/PRTR.



Introducción

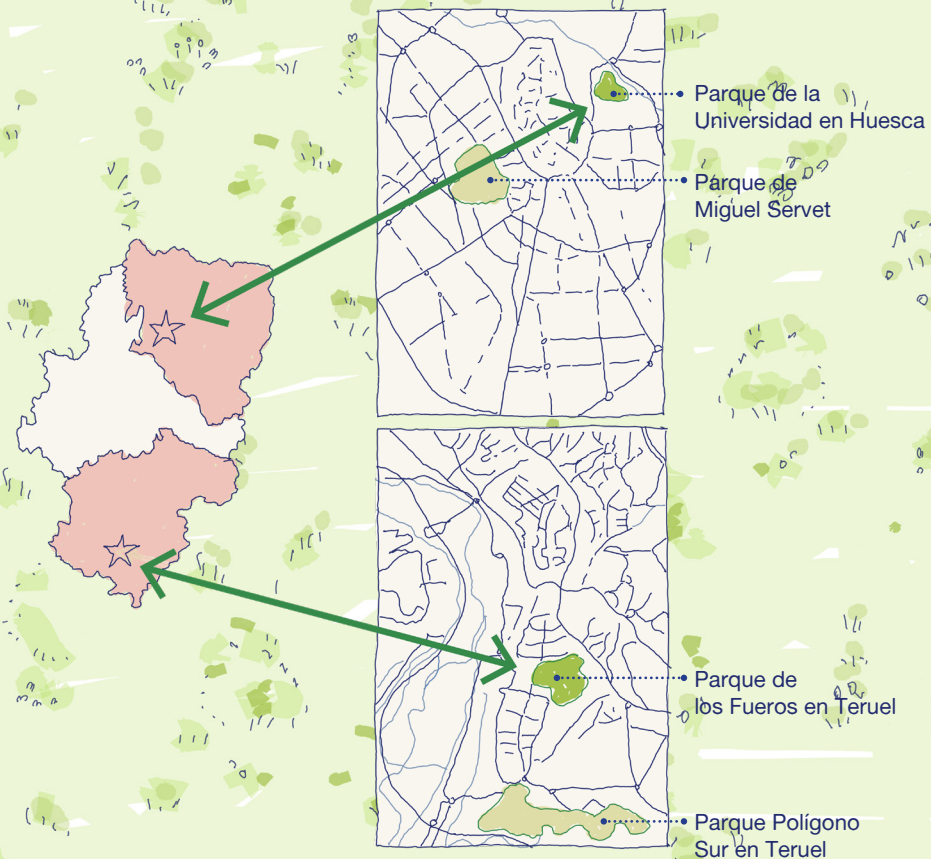
¿Se pueden mantener las zonas verdes de nuestras casas y ciudades con un consumo ajustado de agua? ¿Cuánta agua es necesaria para que un jardín esté en buen estado?

Actualmente existe un grave **problema de escasez de agua** y, sin embargo, contamos con muy **poca información** sobre cómo la empleamos. La cantidad de agua aplicada en el riego de una zona verde urbana y su distribución temporal y espacial sigue siendo una incógnita en muchas de nuestras ciudades.

El objetivo de este trabajo es **identificar metodologías adecuadas para analizar la gestión del agua de riego** y evaluar el estado de las zonas verdes piloto. El proyecto busca conocer mejor las necesidades hídricas de las zonas verdes para mejorar la eficiencia en el uso del agua, todo ello mediante herramientas digitales. Estas herramientas requieren una gran cantidad de datos que deben recopilarse tanto in situ como de fuentes de información diversas.

Zonas piloto

En este proyecto se ha trabajado con dos zonas verdes piloto para estimar la calidad del riego en términos de uniformidad y eficiencia



- El **Parque Universidad**, en la ciudad de Huesca.

- El **Parque de los Fueros**, en la ciudad de Teruel.

En otras zonas verdes se ha estudiado lo siguiente:

- En el **Parque Miguel Servet** en la ciudad de Huesca se está relacionando la humedad del suelo a varias profundidades con el riego.

- En el **Parque del Polígono Sur** en la ciudad de Teruel se ha evaluado la eficiencia del riego por goteo.

Necesidades hídricas



***Necesidad hídrica:** cantidad de agua que requiere una planta, cultivo o zona verde para mantener su desarrollo óptimo y saludable en unas condiciones ambientales específicas.

Para optimizar el uso del agua de una zona verde es necesario primero estimar las necesidades hídricas de esa zona

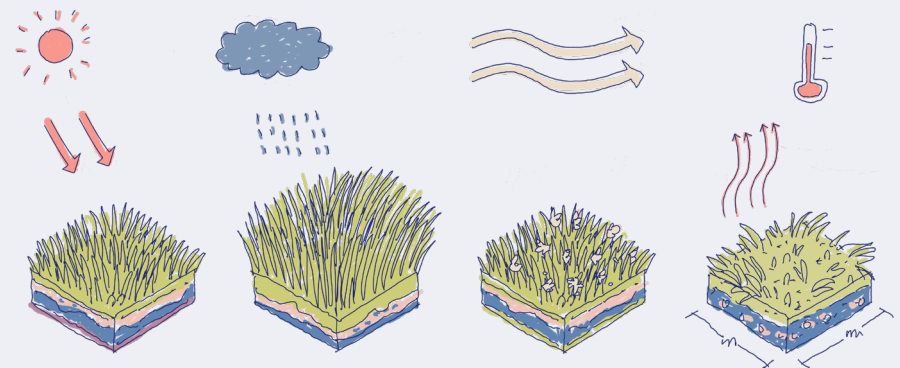
Para estimar las necesidades hídricas de una zona verde urbana se ha utilizado el **método WUCOLS** (Water Use Classification of Landscape Species), un sistema que clasifica las necesidades hídricas de una zona verde en función de las especies de plantas y las características del parque.

Para hacer el cálculo de las necesidades hídricas también se tiene en cuenta si **la zona está muy expuesta o protegida frente a las condiciones meteorológicas y la densidad o niveles de vegetación**. Además, se han instalado equipos de medida en especies leñosas, sensores de humedad del suelo y cámaras de seguimiento en zonas verdes. Esta información permite plantear mejoras tanto en las instalaciones como en la programación de riego existentes.

A continuación se explican las herramientas empleadas, los datos obtenidos y el uso que se hace de dicha información.

Herramientas y metodología de obtención de datos

Para determinar cuánta agua necesitan las plantas, el proyecto estudia las necesidades hídricas mediante el **análisis de la evapotranspiración, las precipitaciones, las especies existentes, la superficie que ocupan y su grado de exposición al sol y al viento, entre otros factores**. Además, para caracterizar el estado hídrico de las plantas se han analizado datos de sensores de planta y suelo en especies leñosas y de índices de verdor en césped. Para ello se han utilizado las siguientes herramientas.



HERRAMIENTA

Bases de datos y observaciones en campo

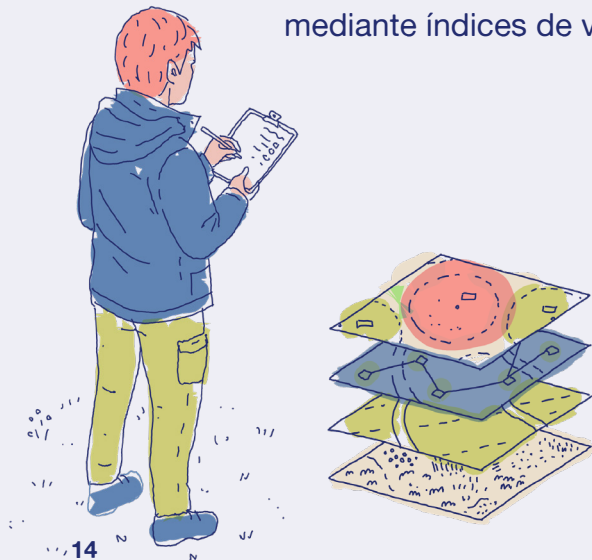
INFORMACIÓN QUE PROPORCIONA

Identificación de especies y superficies ocupadas.

USO DE LA INFORMACIÓN

Las necesidades hídricas son calculadas para cada zona de riego. Dependen de las especies, superficies ocupadas por cada una de ellas y la densidad de plantación o estratos de vegetación.

El estado hídrico del césped se ha evaluado mediante índices de verdor.



HERRAMIENTA

Imágenes de drones

INFORMACIÓN QUE PROPORCIONA

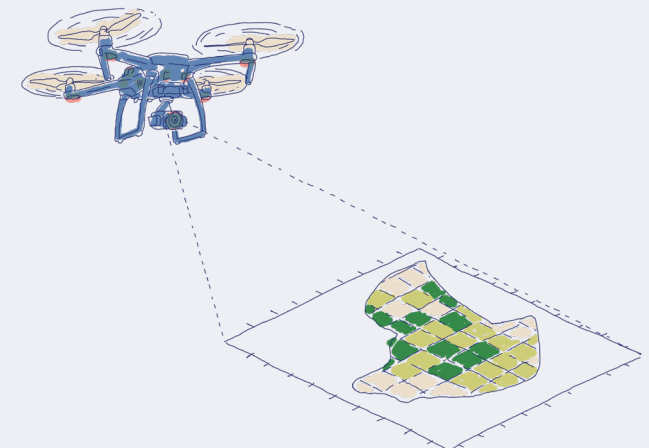
Cuantificación superficies ocupadas y densidad especies.

Determinación de índices de verdor del césped.

USO DE LA INFORMACIÓN

Las necesidades hídricas son calculadas para cada zona de riego. Dependen de las especies, superficies ocupadas por cada una de ellas y la densidad de plantación o estratos de vegetación.

El estado hídrico del césped se ha evaluado mediante índices de verdor.



HERRAMIENTA

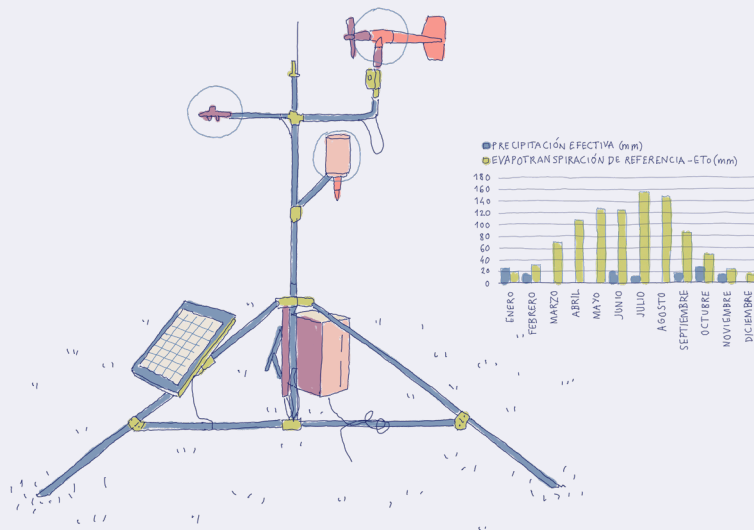
Estaciones agrometeorológicas

INFORMACIÓN QUE PROPORCIONA

Proporcionan valores de precipitación y evapotranspiración de referencia.

USO DE LA INFORMACIÓN

Las variables meteorológicas son necesarias para calcular las necesidades hídricas. Las necesidades hídricas no sólo varían en función de las especies, densidad y exposición. Existe una gran variabilidad dentro de cada campaña de riego y entre diferentes campañas.



HERRAMIENTA

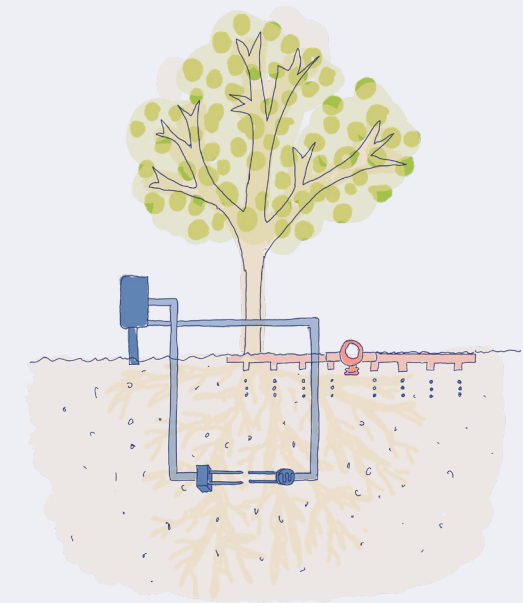
Sensores de humedad del suelo

INFORMACIÓN QUE PROPORCIONA

Ayudan a estimar el agua disponible en el suelo para las plantas a distintas profundidades.

USO DE LA INFORMACIÓN

Las medidas de humedad y potencial hídrico en suelo permiten ajustar la dosis y frecuencia de riego a los distintos tipos de suelo y/o especies que hay implantadas en las zonas verdes.



HERRAMIENTA

Sensores de potencial hídrico en suelo

INFORMACIÓN QUE PROPORCIONA

Indican la fuerza de succión que deben ejercer las plantas para obtener el agua a distintas profundidades.

USO DE LA INFORMACIÓN

Las medidas de humedad y potencial hídrico en suelo permiten ajustar la dosis y frecuencia de riego a los distintos tipos de suelo y/o especies que hay implantadas en las zonas verdes.



HERRAMIENTA

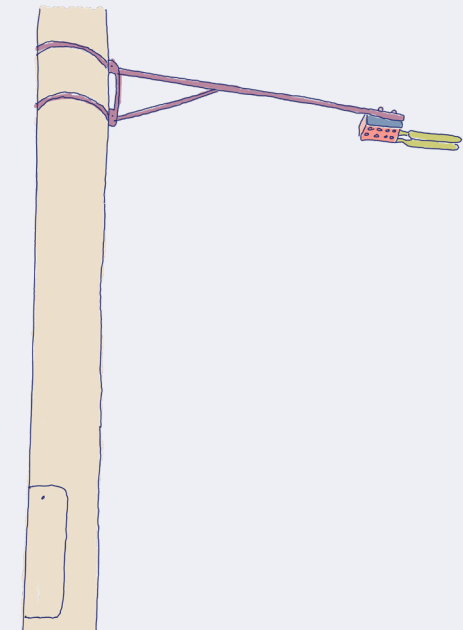
Cámaras seguimiento especies cubierta

INFORMACIÓN QUE PROPORCIONA

Proporcionan información sobre el estado de la vegetación mediante los cambios en el tiempo del color y la cobertura vegetal.

USO DE LA INFORMACIÓN

Las imágenes se analizan con software específico y se elaboran índices de cambio de color.



HERRAMIENTA

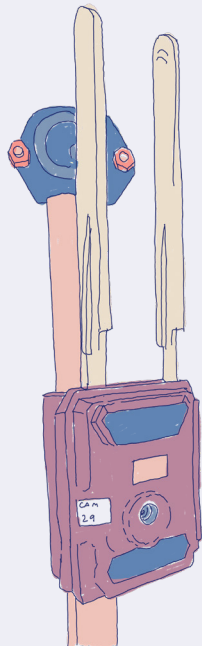
Cámaras de seguimiento fenológico

INFORMACIÓN QUE PROPORCIONA

Proporcionan información sobre la fenología de las especies y sobre su estado general.

USO DE LA INFORMACIÓN

El seguimiento visual permite ajustar las necesidades de riego, determinar el estado general de la vegetación y detectar el estrés.



HERRAMIENTA

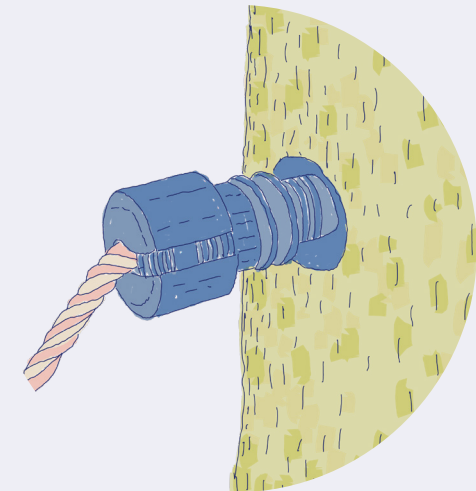
Microtensiómetros

INFORMACIÓN QUE PROPORCIONA

Los microtensiómetros se instalan directamente en el tronco de los árboles. Indican la “fuerza” que tiene que ejercer el árbol para obtener el agua del suelo proporcionando información directa sobre el estrés hídrico de la planta.

USO DE LA INFORMACIÓN

El microtensiómetro proporciona información muy detallada y útil para la **programación de riego**, aunque necesita interpretación posterior.



Calidad del riego



La calidad del riego se establece mediante la combinación de dos parámetros: eficiencia y uniformidad.

EFICIENCIA DE RIEGO

La eficiencia de riego es el ajuste entre la cantidad de agua aplicada y las necesidades hídricas.

La **cantidad de agua aplicada** se mide a través de un contador situado en las zonas piloto, además de una estimación en función de los aspersores instalados y la presión de trabajo.

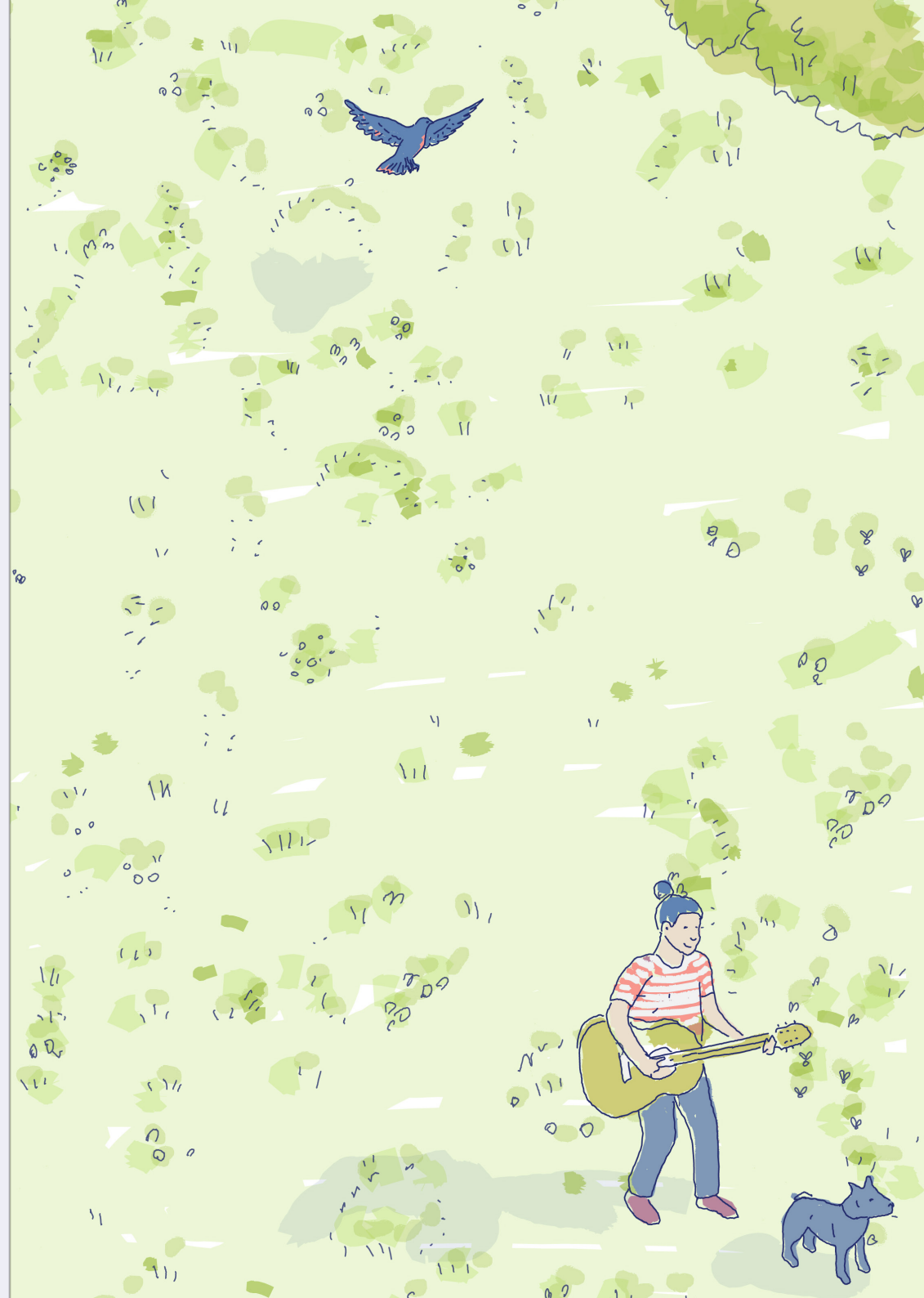
Las **necesidades hídricas** de la zona verde se estiman con el método WUCOLS considerando tanto las especies implantadas como las condiciones meteorológicas de cada zona.

UNIFORMIDAD DEL RIEGO

La uniformidad de riego es la capacidad de un sistema para aplicar la misma cantidad de agua en todos los puntos de la zona regada.

Se estima a través del modelo de simulación creado en el proyecto que representa la cantidad de agua que cae en cada punto del área regada y se valida mediante evaluaciones de riego en campo.

Una vez calibrado, el modelo puede utilizarse en otras zonas para conocer y mejorar la uniformidad de riego sin necesidad de un trabajo de campo exhaustivo.



Conclusiones

- 1.** La combinación de diferentes tipos de sensores, metodologías y herramientas de análisis proporciona información imprescindible para el conocimiento de las necesidades hídricas y el estado general de las zonas verdes urbanas.
- 2.** El apoyo a la toma de decisiones que ofrecen estas herramientas resulta indispensable para mejorar la eficiencia en el uso del agua en las zonas verdes existentes y futuras.
- 3.** El diseño de hidrozonas adecuadas (combinando especies, suelo y tipo de riego) es imprescindible para una correcta utilización del agua de riego.
- 4.** Es necesario ajustar con frecuencia los calendarios de riego teniendo en cuenta las condiciones meteorológicas de cada período.
- 5.** Se requiere adaptar la frecuencia de riego en función del tipo de suelo y del sistema de aplicación utilizado.

BIBLIOGRAFIA

Costello, L.R. and Jones, K.S. (1994). WUCOLS Water Use Classification of Landscape Species. Univ. CALIFORNIA, Coop. Ext. [www document]. <https://ucanr.edu/sites/WUCOLS>. Accessed 05/01/2022.

