



MAYO DE 2021

EVALUACIÓN DE LOS SERVICIOS  
ECOSISTÉMICOS DEL ARBOLADO  
URBANO DE LA URBANIZACIÓN ZULEMA  
(VILLALBILLA)

SDL, INVESTIGACIÓN Y DIVULGACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE, S.L  
[www.sdlmedioambiente.com](http://www.sdlmedioambiente.com)



## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	2
1. ¿QUÉ SON LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS? .....	3
1.1. Definición del concepto .....	3
1.2. Identificación y clasificación.....	3
2. CARACTERIZACIÓN DEL ARBOLADO .....	6
3. HERRAMIENTA I-TREE ECO.....	8
3.1. Parámetros medidos .....	10
3.2. Toma de datos en campo .....	10
4. RESULTADOS OBTENIDOS .....	13
4.1. Eliminación de partículas contaminantes .....	13
4.2. Almacenamiento y secuestro de carbono.....	14
4.3. Producción de oxígeno.....	16
4.4. Valores estructurales y funcionales .....	17
4.5. Valor de importancia ( <i>I.V – “Importance Value”</i> ) .....	18
4.6. Discusión de Resultados.....	20
5. CONCLUSIONES .....	24
6. BIBLIOGRAFÍA.....	26
7. ANEXOS .....	27
7.1. ANEXO I - Resumen de los beneficios ecosistémicos por especie .....	27

## INTRODUCCIÓN

Los espacios verdes urbanos han sido y son una parte fundamental en el desarrollo de ciudades y en la formación de sociedades, pues aportan múltiples beneficios, siendo indispensables para alcanzar el máximo bienestar humano en este tipo de entornos. Cada vez este aspecto tiene una importancia mayor, actualmente el 54% de los habitantes a nivel mundial viven en áreas urbanas y, según la ONU, se espera que esta cifra continúe aumentando progresivamente y se estima que alcanzará un 66% para 2050.

La correcta gestión del arbolado urbano constituye una herramienta imprescindible con la que alcanzar el equilibrio en este tipo de ecosistemas. El desarrollo sostenible está íntimamente ligado a la calidad de vida, pues un ecosistema sostenible es aquel que ofrece servicios ambientales, sociales y económicos a todos los integrantes de una comunidad, sin poner en peligro la viabilidad de los entornos naturales de los que dependen los servicios ofrecidos. Es decir, la sostenibilidad implica un aumento en la calidad de vida y bienestar humano. A continuación, se muestran algunos beneficios derivados de los árboles:

- Incrementan el valor paisajístico de pueblos y ciudades.
- Proporcionan sombra, zonas más frescas en verano.
- Aportan refugio y alimento a la vida silvestre existente.
- Fijan polvo y partículas contaminantes.
- Producen un impacto positivo en la salud física y mental de las personas.
- Reducen los efectos de inundaciones repentinas.
- Amortiguan las condiciones meteorológicas: “efecto isla de calor urbano”, viento...

En el presente estudio, se ha realizado el inventario de arbolado de la Urbanización de Zulema con el correspondiente análisis del estado de los árboles, así como el desarrollo de un plan de gestión con directrices sobre las que trabajar en el futuro para subsanar las carencias detectadas y alcanzar los objetivos propuestos. En este inventario se han añadido datos adicionales relativos al estado de la copa para poder incorporar una valoración de los servicios ecosistémicos que aportan el conjunto de árboles inventariados. La mayoría de los beneficios derivados de los árboles son intangibles aparentemente, y no por ello, son menos importantes. Con este informe, se ha realizado una cuantificación de los beneficios ecosistémicos, con lo que se pretende demostrar su importancia de una forma más visible y cuantificable. Entender la estructura, función y valor del arbolado urbano es fundamental para promover un desarrollo con el que mejorar la calidad del entorno.

Dicha valoración se ha realizado utilizando el modelo i-Tree Eco, un modelo que, en base a ciertos datos y parámetros obtenidos a partir del inventario, permite la cuantificación de estos valores para que sean fácilmente interpretables.

## 1. ¿QUÉ SON LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS?

### 1.1. Definición del concepto

Existen diversas definiciones que hacen referencia a los servicios ecosistémicos o servicios ambientales. Una de las más extendidas y aplicadas es la propuesta en el informe “La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio” (MEA. 2005) documento en el que se describen los servicios ecosistémicos como el conjunto de condiciones y aportaciones directas e indirectas de los ecosistemas naturales y las especies que éstos albergan al bienestar humano.

### 1.2. Identificación y clasificación

Existe una amplia gama de servicios ambientales, algunos de los cuales son fácilmente identificables y cuantificables en términos de mercado, como el turismo asociado a espacios naturales protegidos o las materias primas obtenidas directamente de los bosques. Debido a esta característica, este tipo de servicios ecosistémicos tienen mayor peso en los planes de gestión y en los procesos de toma de decisiones, quedando otros elementos ambientales de vital importancia relegados a un segundo plano por presentar mayor complejidad en su valoración.

La gran variedad de servicios proporcionados por los bosques dificulta su clasificación. Pudiéndose realizar una primera división general en dos grandes grupos de servicios: directos e indirectos.

- Directos: Son más fácilmente cuantificables y evidentes, la obtención de provisiones. Alimentos, materias primas, medicinas son algunos ejemplos.
- Indirectos: Se encuentran relacionados con los procesos propios del ecosistema, como es la fijación de carbono y producción de oxígeno a través de la fotosíntesis de las especies vegetales.

Por otra parte, basándose en el beneficio producido por los servicios generados se propone la siguiente diferenciación en la tipología de los servicios ambientales.

- Aprovisionamiento: Referidos a aquellos bienes o materias primas que produce el ecosistema, tales como alimentos, combustibles renovables, agua...
- Regulación: Aquellos derivados de los procesos naturales de los ecosistemas y amortiguan impactos locales y globales, como por ejemplo el control de la erosión, la regulación del clima o la mejora en la calidad del aire.
- Culturales: Relacionados con los beneficios no materiales, como es el enriquecimiento personal o espiritual, los placeres estéticos que brindan los propios ecosistemas. También están relacionados con el ocio y uso del tiempo libre del ser humano. Los valores naturales tienen una incidencia directa sobre el estado de ánimo, relaciones interpersonales, patrimonio cultural o sobre el arraigo que se experimenta hacia un determinado entorno.
- Soporte: Engloban el conjunto de procesos naturales que garantizan el desarrollo de los anteriores servicios. Estos procesos generan beneficios al ser humano de forma indirecta a través de largos lapsos de tiempo. Por ejemplo: el ciclo de nutrientes, el ciclo del agua o la fotosíntesis.

Los servicios ambientales cobran especial importancia en las ciudades, siendo los bosques urbanos fundamentales para maximizar el bienestar humano de una manera sostenible. Entre los beneficios producidos se pueden destacar los siguientes:

- **Eliminación de partículas contaminantes.** Las áreas urbanas presentan significativos problemas de contaminación. Según la OMS la contaminación supone un importante riesgo medioambiental para la salud. Se han publicado varios informes donde se expone que más del 90% de la población vive en lugares donde no se cumplen las condiciones mínimas de calidad de aire. Esta situación genera un aumento de enfermedades cardíacas, respiratorias y de cáncer de pulmón (Kampa y Castanas, 2008; Calderón-Garcidueñas y Villarreal-Ríos, 2017).

Dada la magnitud del problema se hace evidente la necesidad de tomar medidas al respecto, siendo el arbolado urbano una herramienta indispensable para subsanar dicha problemática.

Los árboles eliminan elementos contaminantes a través de los estomas o reteniendo las partículas en la superficie de hojas y tallos, disolviéndose de forma posterior con la lluvia.

- **Sumideros de carbono.** El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) es un gas de efecto invernadero, cuya concentración se ha visto incrementada exponencialmente en las últimas décadas debido a actividades antrópicas. La emisión de estos gases contribuye al calentamiento global y a acelerar el proceso de cambio climático, constituyendo una de las mayores problemáticas de la época. Los bosques contribuyen enormemente a controlar los niveles de CO<sub>2</sub> pues actúan como sumideros de carbono.

El secuestro de carbono realizado por los árboles se produce a través de la fotosíntesis, proceso en el que se fija CO<sub>2</sub> atmosférico y se desprende oxígeno (O<sub>2</sub>) como gas residual.

Además, los árboles actúan como almacenes de carbono, pues este compuesto queda integrado en sus tejidos. El conjunto de carbono almacenado por un árbol es liberado de nuevo cuando el árbol muere y se descompone, de ahí la importancia de mantener en buen estado de salud el arbolado existente. Por otra parte, la utilización de madera en la fabricación de productos permite mantener el carbono retenido fuera de la atmósfera durante la vida útil del producto.

- **Producción de oxígeno (O<sub>2</sub>).** El oxígeno es un gas presente en la atmósfera y es indispensable para el desarrollo de la vida. Las especies vegetales producen oxígeno mediante una reacción química conocida como fotosíntesis, proceso metabólico en el cual se libera oxígeno a la atmósfera como gas residual.
- **Reducción de la temperatura.** En los núcleos urbanos las temperaturas son más elevadas que las existentes en las zonas periféricas, es un fenómeno que se conoce bajo la denominación de isla de calor urbana (ICU). La aparición de este fenómeno se debe a la expansión de las ciudades y a la progresiva sustitución de especies vegetales y zonas

verdes por espacios asfaltados u hormigonados, es decir un cambio en el uso del suelo. Estos materiales propios de las ciudades absorben y retienen mucho más calor que los terrenos forestales, por tanto, se produce un incremento en la temperatura de estos núcleos. Además, la concentración de edificios dificulta el flujo de viento, impidiendo la disipación de calor.

Los bosques urbanos son unos grandes aliados para mitigar este fenómeno, pues reducen las temperaturas mediante la evapotranspiración, proporcionan sombra y limpian el aire.

- **Valores no cuantificables.** La presencia de vegetación o zonas verdes en las ciudades tiene un impacto directo sobre la calidad de vida de sus habitantes. Existe un componente estético que hace el territorio más atractivo para vivir, pues armoniza el paisaje y mejora la salud física y mental de las personas, siendo el eje sobre el que se vertebran la mayoría de relaciones interpersonales. Se favorece el desarrollo de actividades de ocio y uso recreativo de las zonas verdes, siendo puntos de encuentro y reunión. Además, los espacios verdes impulsan el desarrollo personal, pudiendo ser lugares de reflexión e inspiración.

## 2. CARACTERIZACIÓN DEL ARBOLADO

Con el objetivo de realizar una mejor interpretación de los resultados obtenidos respecto a los servicios ecosistémicos es necesario recordar las características principales del arbolado inventariado.

Las principales características del arbolado de Zulema son las siguientes:

- Presenta una **escasa diversidad específica**, dominando claramente dos especies (*Pinus pinea* - 20% y *Ulmus pumila* - 24%) sobre el resto que se encuentran representadas en un porcentaje muy inferior, llegando a ser testimonial en especies concretas.

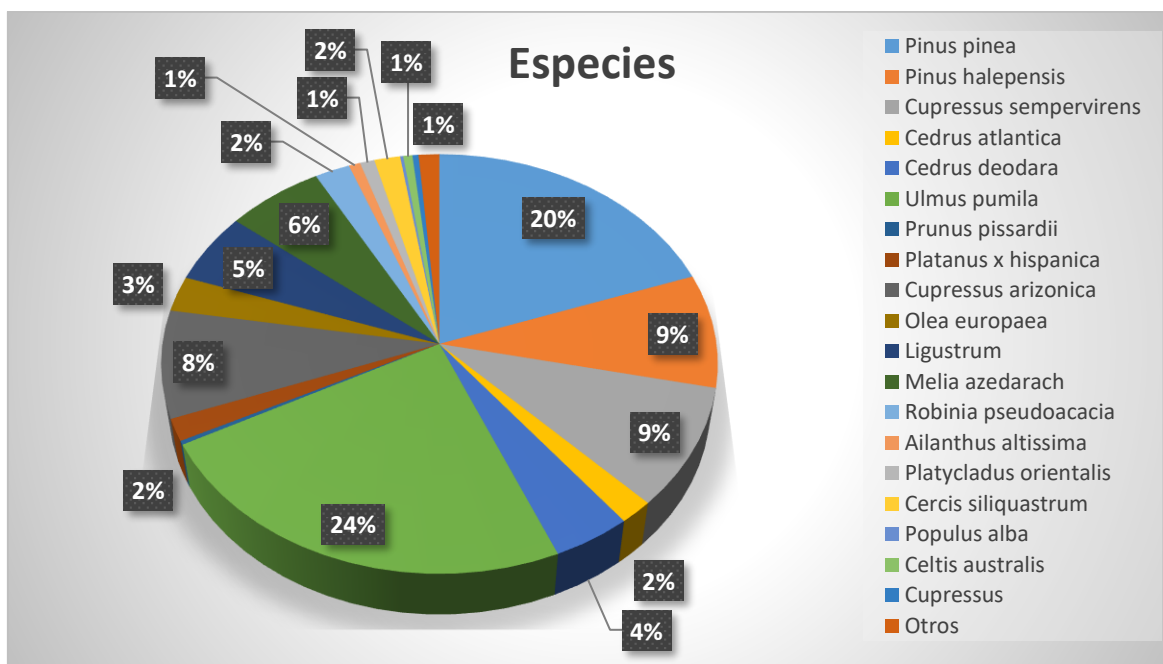


Gráfico 1. Representación por especies del arbolado analizado.

- **Distribución muy heterogénea** del arbolado a lo largo del territorio objeto de estudio, existiendo áreas con una densidad de arbolado tan elevada que dificulta el correcto desarrollo de los ejemplares, pues entran en competencia por la falta de espacio.
- **El tamaño medio** de los árboles es reducido, la mayoría de ejemplares son árboles jóvenes o que no han conseguido desarrollarse completamente. Apenas el 5% de los árboles tienen un diámetro superior a 50 centímetros y de forma análoga ocurre con la altura, donde únicamente el 8% alcanzan una dimensión superior a los 12 metros.

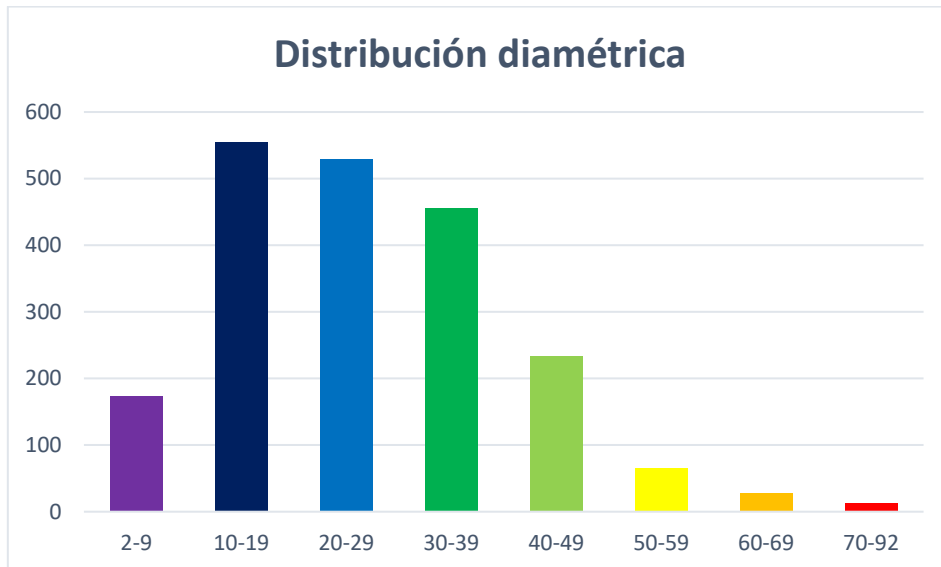


Gráfico 2. Ejemplares clasificados por clase diamétrica (cm).

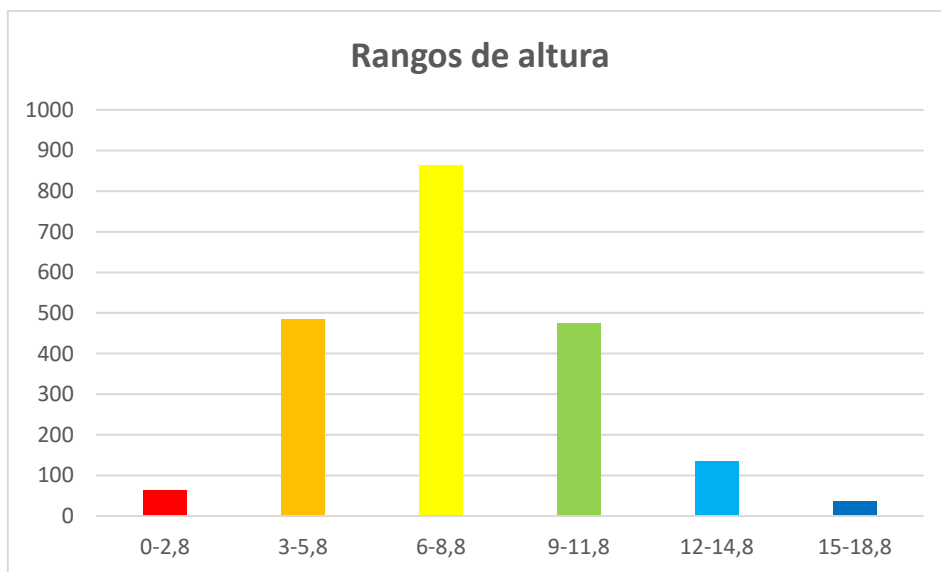


Gráfico 3. Ejemplares clasificados por intervalos de altura (m).

Las mencionadas características hacen evidente la falta de una planificación estratégica que facilite un correcto desarrollo de los árboles, que permita obtener árboles sanos de mayor porte y se vean maximizados los beneficios que estos generan.

Los ejemplares con escaso desarrollo presentan menos valores ambientales para los ciudadanos del territorio, siendo un factor determinante en el análisis de los servicios ecosistémicos en Zulema.



### 3. HERRAMIENTA I-TREE ECO

En el presente estudio se ha utilizado como herramienta para el cálculo de los servicios ecosistémicos el modelo *i-tree eco*, desarrollado por el Servicio Forestal del USDA (Departamento de agricultura de los Estados Unidos). Se trata de una potente herramienta diseñada para realizar una mejor gestión de los bosques urbanos, pues cuantifica la estructura del bosque, función y valor económico que proporcionan a la sociedad.

Este software permite realizar una valoración cuantitativa de los servicios ambientales generados por un árbol o conjunto de árboles a partir de ciertos datos de inventario de arbolado tomados en campo, junto a datos de clima y contaminación del aire.

El software se basa en los siguientes supuestos:

- Para datos en Estados Unidos, el valor predeterminado de la eliminación de la contaminación del aire se calcula con base en la incidencia local de los efectos adversos a la salud y en los costos nacionales de externalidades promedio.
- El número de efectos adversos a la salud y el valor económico asociado se calcula para ozono, dióxido de sulfuro, dióxido de nitrógeno y material particulado menor a 2.5 micras usando datos del Programa de Asignaciones y Análisis de Beneficios Ambientales (BenMAP) de la Agencia de Protección Ambiental de EEUU (Nowak et al 2014)
- Para los trabajos fuera de EEUU, se utilizan valores de contaminación local definidos por el usuario. En caso de no obtener los valores locales, las estimaciones se basan en valores de externalidad media europea (van Essen et al 2011) o BenMAP ecuaciones de regresión (Nowak et al 2014) que incorporan estimaciones de población definidas por el usuario. Los valores son entonces convertidos a moneda local con tasas de cambio definidas por el usuario.
- Los valores oficiales de contaminación se basan en el costo social estimado del contaminante en términos de impacto en la salud humana, daños a edificios y cultivos (sin tener en cuenta los daños a los ecosistemas, ni acidificación, ni eutrofización)
- Se asume que el beneficio para la sociedad de una tonelada de gas eliminado es el mismo que el costo de una tonelada del mismo gas emitido.
- Para el cálculo del almacenamiento de carbono se calcula la biomasa de cada árbol usando ecuaciones de la literatura y los datos de los árboles medidos. Los árboles maduros con mantenimiento tienden a tener menos biomasa que la predicha por las ecuaciones de biomasa derivadas del bosque (Nowak 1994). Para ajustar la diferencia, los resultados de la biomasa para árboles urbanos maduros se multiplicaron por 0.8. La biomasa del peso seco de los árboles se convierte a carbono almacenado multiplicándola por 0.5.
- El valor estructural es el valor de un árbol en base al propio recurso físico. Los valores estructurales se basan en los procedimientos de valoración del Consejo de Tasadores de Árboles y el Paisaje, que usa la información de especie, diámetro, condición y lugar del árbol (Nowak et al 2002a; 2002b).

\*NOTA IMPORTANTE: i-tree Eco utiliza predicciones y fórmulas estudiadas en la literatura científica pero los datos se deben tomar como una estimación aproximada pero nunca como un estudio preciso de los valores ambientales del bosque urbano\*

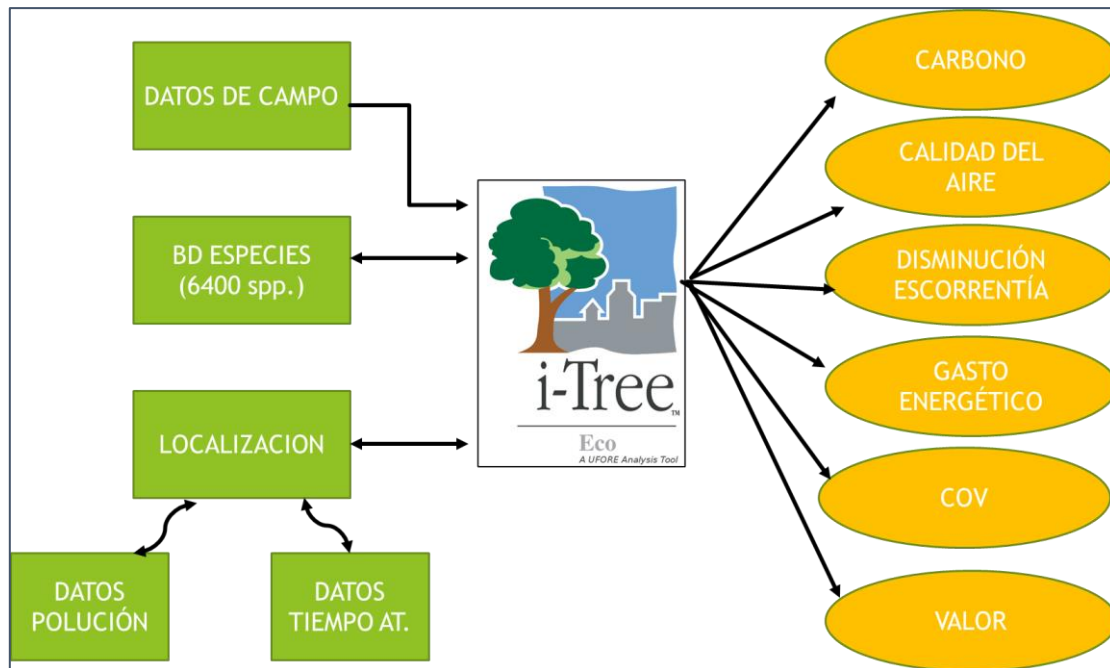


Figura 1. Información que se recopila (izquierda) y valoraciones que saca el programa i-tree (derecha)

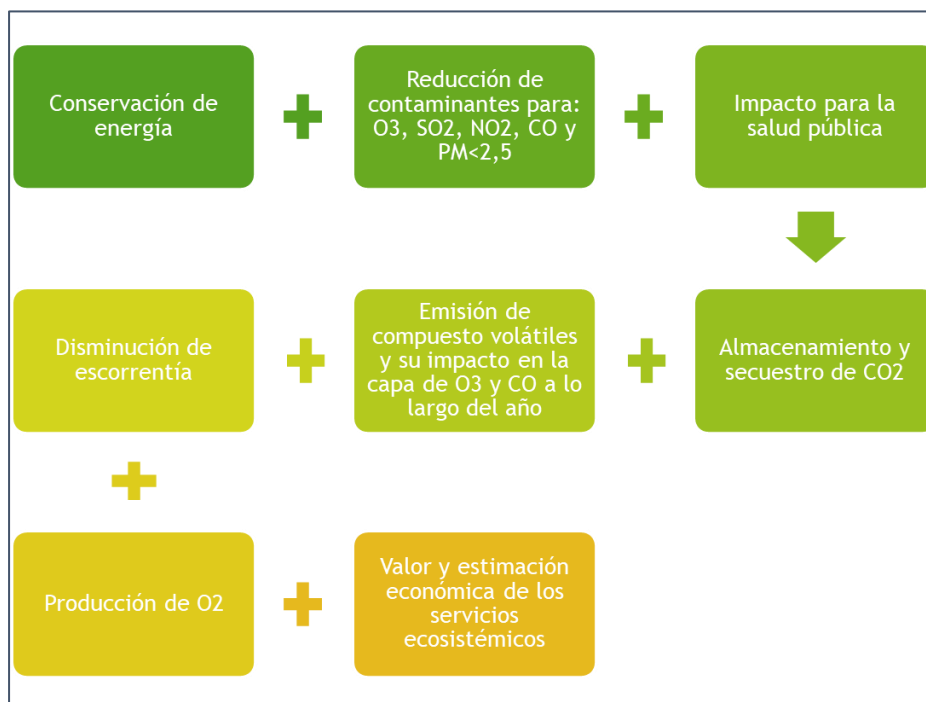


Figura 2. Valores ecosistémicos que puede cuantificar la herramienta i-tree ECO

### 3.1. Parámetros medidos

Esta herramienta permite calcular una gran variedad de servicios ecosistémicos, cada uno tiene diferentes especificaciones durante la toma de datos. En este caso se ha priorizado el análisis de 5 parámetros fundamentales:

- **Partículas contaminantes.**  
El modelo utilizado realiza los cálculos para las partículas contaminantes más habituales y nocivas: ozono (O<sub>3</sub>), monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y material particulado menor a 2,5 micrones (PM<sub>2.5</sub>).
- **Secuestro y almacenamiento de carbono.**  
El almacenamiento de carbono se calcula a partir de la biomasa de cada árbol usando ecuaciones de la literatura y los datos de los árboles medidos.  
El secuestro de carbono es la eliminación del dióxido de carbono del aire por los ejemplares. Para su cálculo anualmente, se añadió el crecimiento promedio del diámetro del género correspondiente y la clase diamétrica.
- **Producción de oxígeno.**  
El software empleado calcula la cantidad de oxígeno producido a partir del secuestro de carbono en base a los pesos atómicos:  
  
$$\text{liberación neta de O}_2 \text{ (kg/año)} = \text{secuestro neto de C (kg/año)} \times 32/12$$
- **Valores estructurales y funcionales.**  
El valor estructural es aquel considerado exclusivamente por lo que supone el recurso físico, es decir sería semejante al coste que supondría reemplazar un árbol por otro de características similares. En este ámbito estructural, además del valor propio del ejemplar, se puede incluir el valor correspondiente al almacenamiento de carbono.  
En cuanto a los valores funcionales, se incluyen todos aquellos que están relacionados con el conjunto de procesos que lleva a cabo el árbol, algunos ya mencionados como el secuestro de carbono o la eliminación de partículas.
- **Valor de importancia (I.V – “Importance Value”).**  
Este parámetro relaciona la variable de área foliar con el número de pies. Se calcula por especies mediante la suma del porcentaje de población y el porcentaje de área foliar.

### 3.2. Toma de datos en campo

Los datos solicitados por el software para la correcta valoración de los parámetros definidos anteriormente se focalizan en las dimensiones del ejemplar y el estado de la copa, tal como se observa en la siguiente tabla.

MEDICIONES A TOMAR	DESCRIPCIÓN
Altura total del árbol (m)	Altura desde el suelo hasta la parte superior del árbol (vivo o muerto)
Altura a parte superior de copa (m)	Altura desde el suelo hasta la parte superior viva del árbol
Altura a base de la copa (m)	Altura desde el suelo a la primera rama viva
Ancho de la copa (m)	Se debe medir en dos direcciones: Norte-Sur y Este-Oeste
Porcentaje de copa desaparecida	Porcentaje del volumen de copa que no se encuentra ocupado por ramas y hojas
Porcentaje de muerte regresiva	Porcentaje de copa que presenta ramas muertas (no incluye la muerte de ramas por poda natural)
Diámetro normal (cm)	Diámetro del tronco a una altura de 1,30m desde el suelo

Tabla 1. Descripción de los datos que se deben medir en campo.

La mayoría de mediciones descritas en la tabla anterior se interpretan fácilmente y son de obtención directa. Sin embargo, tanto la variable de copa faltante como la de muerte regresiva requieren de mayor detenimiento en su observación.

- El porcentaje de copa desaparecida o pérdida de copa es identificado en *i-tree eco* como "Canopy Missing". Para su correcta medición hay que visualizar el borde de la copa ideal dadas las características morfológicas del árbol en cuestión y estimar el porcentaje de copa que falta para alcanzar ese ideal.

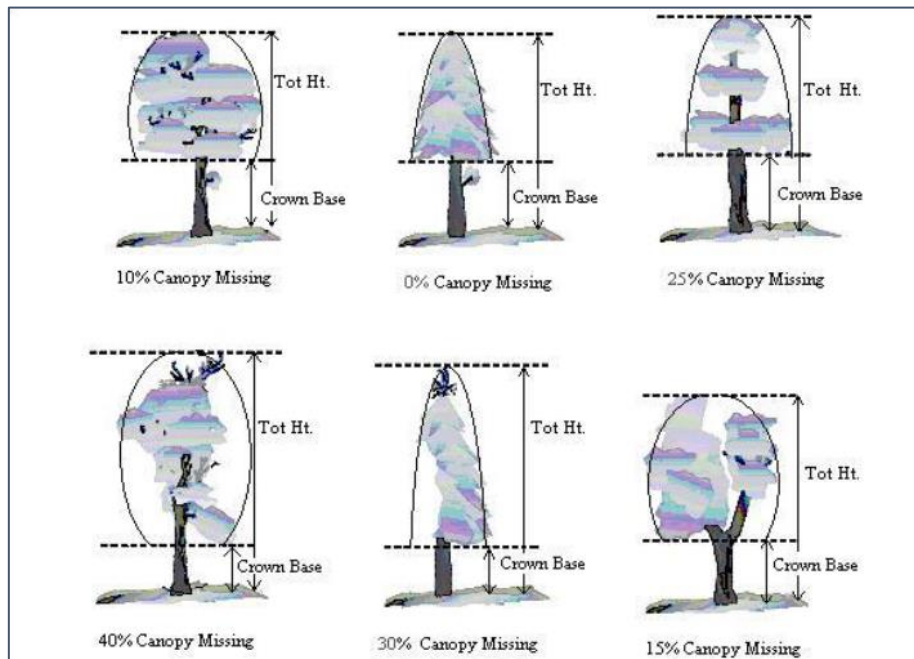


Figura 3. Ejemplos de estimación de la variable copa desaparecida.

- El porcentaje de muerte regresiva, denominado en el software como “Dieback”. Durante su estimación se debe observar el estado de la copa actual y determinar qué porcentaje de la copa está constituido por elementos secos. Esta variable no incluye la muerte de copa por circunstancias naturales como es la poda natural. También se podría definir como la inversa del estado de la copa, una copa perfecta en condiciones excelentes se identificaría con el valor 100% en estado de copa, que equivale a un 0% de muerte regresiva.

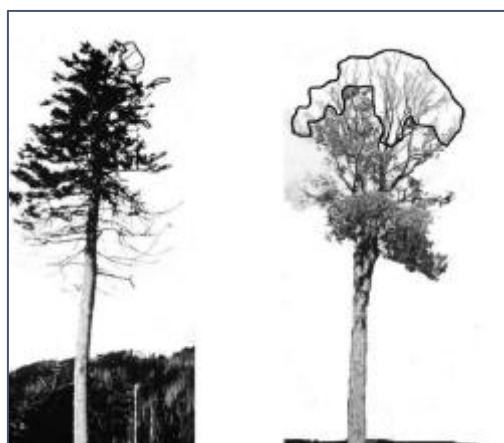


Figura 4. Ejemplos de estimación de la variable muerte regresiva

## 4. RESULTADOS OBTENIDOS

### 4.1. Eliminación de partículas contaminantes

Los resultados representan la cantidad de partículas eliminadas (kg) y el valor cuantitativo de la eliminación producida (€).

La eliminación de partículas contaminantes realizada por los árboles de Zulema es positiva para los diferentes elementos analizados, sin embargo, algunos se eliminan en un porcentaje muy superior al resto, tal como se muestran en el gráfico 4.

- El ozono (O3) es el elemento de mayor eliminación, con una cantidad anual de 289 kg. La fijación de esa cantidad de ozono tiene un valor equivalente de 569€/año.
- Respecto al dióxido de nitrógeno (NO2) se elimina un total de 89 kg al año (25€/año).
- El monóxido de carbono (CO), dióxido de sulfuro (SO2) y las partículas interiores a 2,5 micrones (PM2.5) se eliminan en cantidades inferiores, pero no por ello son menos importantes, pues aparte del valor asociado a su eliminación también favorece el aumento de la calidad del aire.
- De forma general el **arbolado de la Urbanización Zulema elimina un total de 407,3 kilogramos** de la contaminación del aire en un año, con un valor asociado de **619€**.

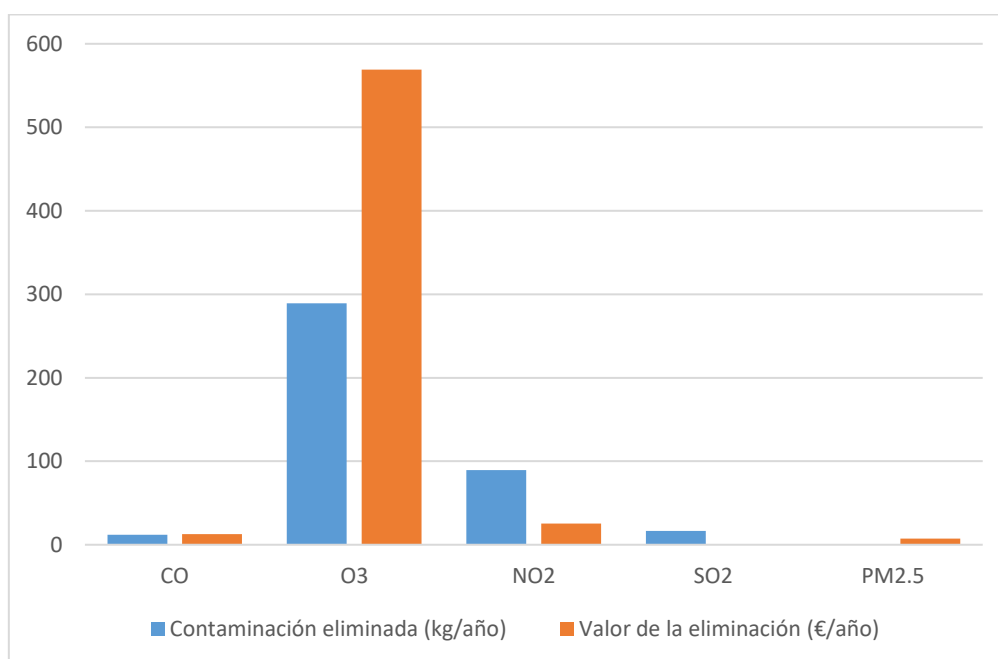


Gráfico 4. Eliminación de partículas contaminantes y valor asociado.

El modelo utilizado para el análisis permite observar la evolución de la fijación de contaminantes durante un año, siendo interesante para una mejor comprensión de los procesos que se llevan a cabo (gráfico 5).

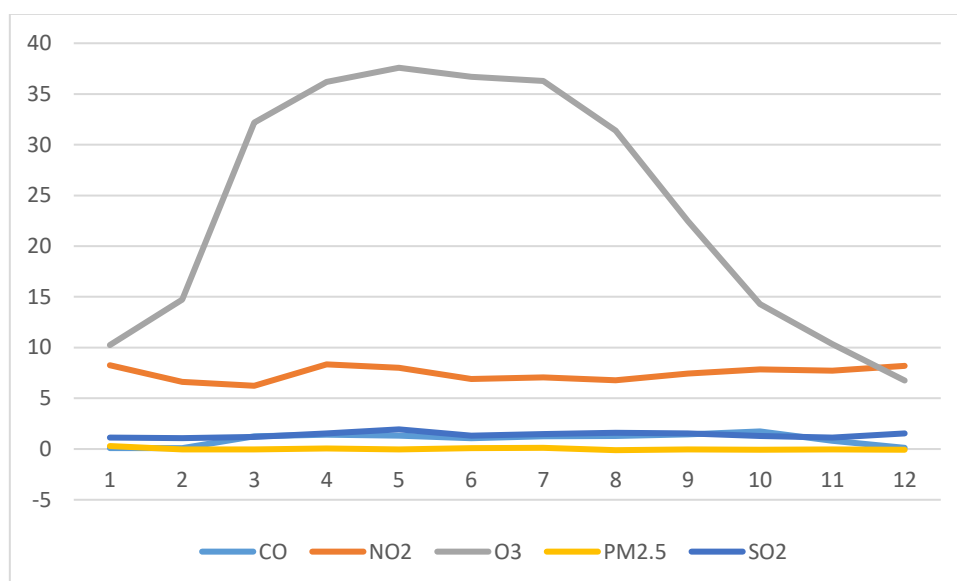


Gráfico 5. Eliminación de partículas contaminantes (kg) a lo largo de un año.

El ozono (O3) es el elemento que presenta una mayor variación, mientras las demás partículas muestran una tendencia uniforme. El ozono alcanza los niveles más altos de eliminación durante los meses comprendidos entre marzo y agosto (primavera-verano), a medida que se aproxima el otoño, coincidiendo con la caída de las hojas, la tendencia disminuye y no repunta hasta la llegada de la primavera. Dicha oscilación puede producirse debido a la influencia foliar en la fijación de ozono o a una combinación de fenómenos externos (climáticos y contaminantes).

Respecto a las partículas menores a 2,5 micrones (PM2.5) presenta valores negativos durante algunos meses. Los árboles eliminan PM2,5 cuando dichas partículas se depositan en sus hojas, una vez en las hojas pueden volver a suspenderse en la atmosfera o pueden disolverse a través de la lluvia. La eventualidad de factores meteorológicos como la lluvia, supone que en algunos casos la eliminación de este tipo de partículas pueda ser negativa. Sin embargo, tal como queda reflejado en el gráfico 4, el balance anual de eliminación es positivo.

#### 4.2. Almacenamiento y secuestro de carbono

##### ➤ Almacenamiento de carbono

En el gráfico 6 se observan las especies presentes en Zulema que mayor cantidad de carbono contienen en sus tejidos. Dichos valores están determinados por el tamaño de los ejemplares (a mayor tamaño, mayor almacenamiento) y por el número en que se encuentra representada cada especie, siendo las especies más abundantes y de mayor tamaño las que alcanzan valores más elevados (olmos, pinos, cipreses y arizónicas)

El almacenamiento de carbono muestra la cantidad de carbono que sería liberado a la atmósfera en caso de muerte y descomposición del árbol. Por ello es fundamental realizar una correcta gestión del arbolado con la que alcanzar un estado saludable del conjunto, favoreciendo la fijación de carbono y evitando su liberación a la atmosfera.

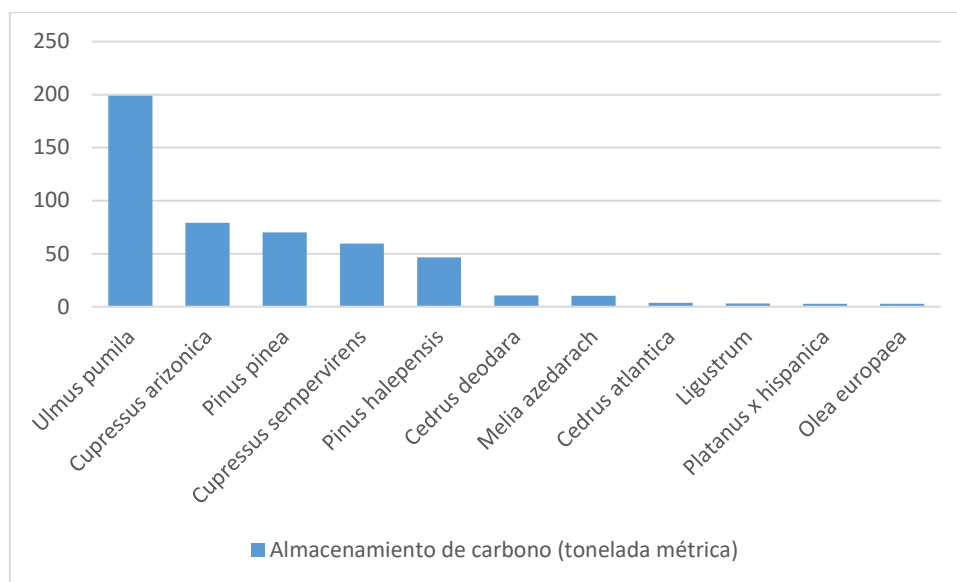


Gráfico 6. Almacenamiento de carbono de las especies más representativas.

El **almacenamiento de carbono** total del conjunto de árboles de Zulema es de más de **500 toneladas** que equivale a un valor de **80.600 €**.

#### ➤ **Secuestro de carbono**

De forma análoga al caso anterior, el secuestro de carbono aumenta con el crecimiento y la salud de los ejemplares. Siendo otro factor en pro de que una buena gestión del arbolado permite mejorar los servicios ambientales generados.



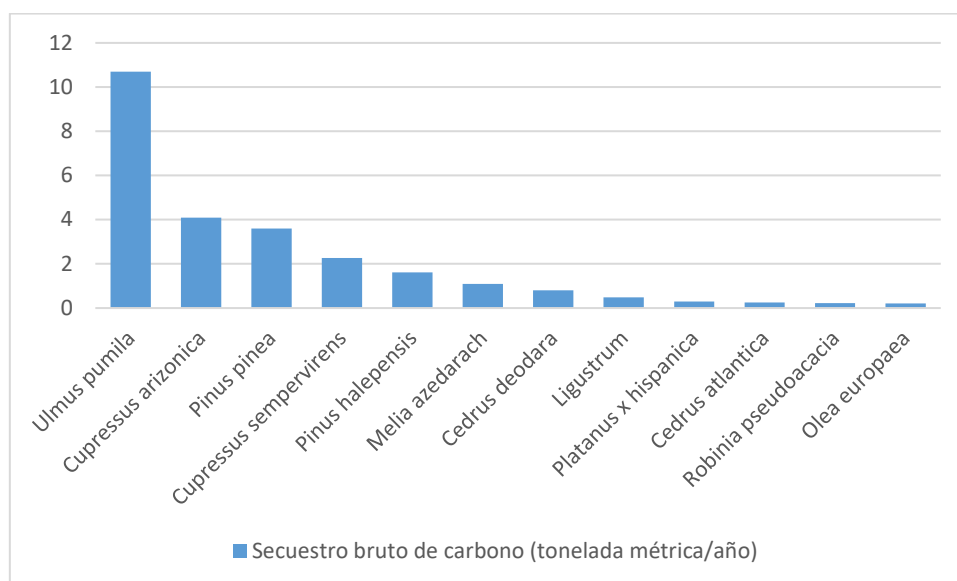
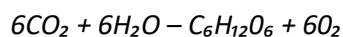


Gráfico 7. Secuestro de carbono de las especies más representativas.

El **secuestro de carbono total** generado por el conjunto de árboles presentes en Zulema alcanza una cifra de **más de 26 toneladas al año**, con un valor asociado de **4.240€**. La cifra equivalente en términos de **dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)** es de **96,87 toneladas al año**.

#### 4.3. Producción de oxígeno

La producción de oxígeno es uno de los beneficios proporcionados por el arbolado más comúnmente extendido, se genera durante la reacción química de la fotosíntesis:



Por tanto, tiene una relación directa con la cantidad de carbono secuestrado, el cual está vinculado a la biomasa del árbol. En la tabla 2 se representa la producción de oxígeno de las especies más abundantes del arbolado de Zulema, así como la relación directa con el secuestro bruto de carbono.

En términos generales, considerando la totalidad del arbolado presente en Zulema la producción total de **oxígeno (O<sub>2</sub>)** es de 70 toneladas al año.

Considerando la media de oxígeno producido por pie, se pueden definir a los olmos, arizónicas, cipreses y pinos como las especies que más cantidad de oxígeno generan.

- Un olmo de Zulema aporta 59 kg de oxígeno al año de media y el conjunto de olmos presentes en Zulema producen 28.540 kg al año.
- Un ejemplar medio de arizónica produce 64 kg de oxígeno al año.
- Un pino piñonero medio produce 24kg de oxígeno al año.

Especie	Nº de pies	Oxígeno (tonelada métrica)	Secuestro bruto de carbono (tonelada métrica)	Área foliar (hectáreas)	Media Oxígeno/pie (tonelada métrica/pie)
<i>Ulmus pumila</i>	487	28,54	10,70	11,19	0,059
<i>Cupressus arizonica</i>	170	10,91	4,09	2,37	0,064
<i>Pinus pinea</i>	402	9,60	3,60	6,97	0,024
<i>Cupressus sempervirens</i>	191	6,06	2,27	1,18	0,032
<i>Pinus halepensis</i>	180	4,29	1,61	4,83	0,024
<i>Melia azedarach</i>	127	2,92	1,09	0,56	0,023
<i>Cedrus deodara</i>	86	2,13	0,80	0,98	0,025
<i>Ligustrum sp</i>	112	1,28	0,48	0,11	0,011
<i>Platanus x hispanica</i>	35	0,77	0,29	0,38	0,022
<i>Cedrus atlantica</i>	37	0,67	0,25	0,39	0,018
<i>Robinia pseudoacacia</i>	46	0,62	0,23	0,21	0,013
<i>Olea europaea</i>	56	0,56	0,21	0,46	0,01

Tabla 2. Producción de oxígeno y área foliar de las especies más representativas de Zulema.

#### 4.4. Valores estructurales y funcionales

- Valores estructurales del arbolado de Zulema:

Valor estructural	2,61 millones de euros
Almacenamiento de carbono	80.600 €
<b>Total valores estructurales</b>	<b>2.690.600 €</b>

- Valores funcionales. Analizados en apartados anteriores, se agrupan como conjunto representativo de los beneficios derivados de las funciones del árbol.

Secuestro de carbono	4.240 €/año
Eliminación de la contaminación	619 €/año
<b>Total valores funcionales</b>	<b>4.859 €/año</b>

Estos son valores estimados para un año, teniendo en cuenta la edad media del arbolado (20 - 30 años), se puede hacer una extrapolación aproximada del valor funcional total que ha generado el arbolado durante su desarrollo. **Para una edad media de 25 años el valor funcional total del bosque urbano de Zulema rondaría la cifra de 120.000€**

\*Se trata de una consideración aproximada pues los beneficios generados no son iguales todos los años, sino que se ven incrementados con el desarrollo de los árboles\*

#### 4.5. Valor de importancia (I.V – “Importance Value”)

El valor y la cantidad de servicios ecosistémicos se encuentran directamente relacionada con el tamaño de la copa y la superficie foliar de los árboles. Por tanto, el valor de importancia, que considera el nº de ejemplares y su superficie de copa, es uno de los resultados más interesantes que nos permite considerar este estudio, siendo uno de los parámetros a considerar, tanto para la selección de especies como para la eliminación.

Las principales especies del arbolado de Zulema en cuanto a su valor de importancia (IV) se muestra en la siguiente tabla.

Especie	Porcentaje población (%)	Porcentaje de área foliar (%)	Valor de importancia (I.V)
<i>Ulmus pumila</i>	23,7	36,5	60,2
<i>Pinus pinea</i>	19,6	22,7	42,3
<i>Pinus halepensis</i>	8,8	15,7	24,5
<i>Cupressus arizonica</i>	8,3	7,7	16
<i>Cupressus sempervirens</i>	9,3	3,9	13,2
<i>Melia azedarach</i>	6,2	1,8	8
<i>Cedrus deodara</i>	4,2	3,2	7,4
<i>Ligustrum</i>	5,5	0,4	5,8
<i>Olea europaea</i>	2,7	1,5	4,2
<i>Cedrus atlantica</i>	1,8	1,3	3,1
<i>Platanus x hispanica</i>	1,7	1,2	2,9
<i>Robinia pseudoacacia</i>	2,2	0,7	2,9

Tabla 3. Especies más destacadas en cuanto a su valor de importancia.

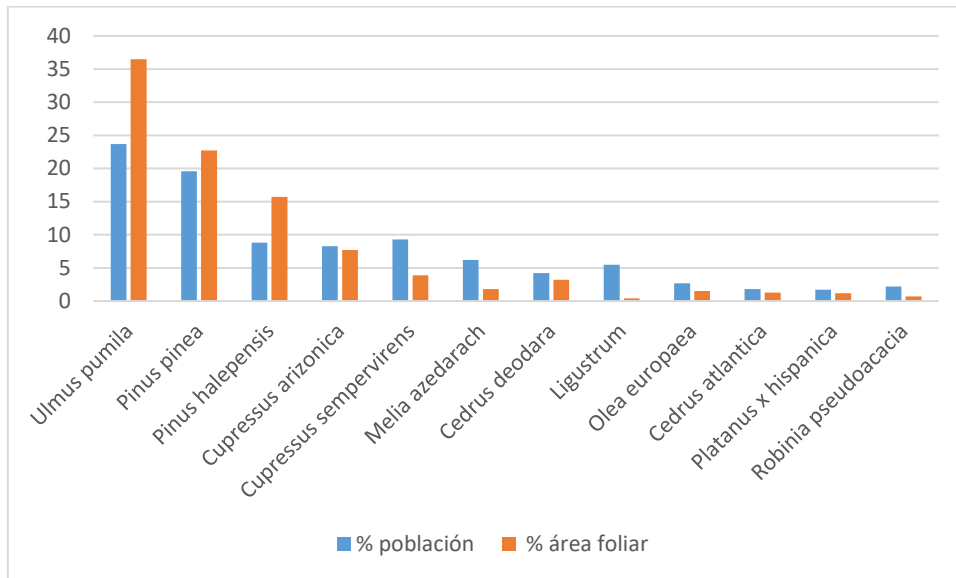


Gráfico 8. Representación de las especies de mayor importancia en función del número y área foliar.

➤ APLICACIÓN

El conjunto de datos y resultados obtenidos tanto en el inventario como en la valoración de servicios ecosistémicos, se pueden consultar por cada ejemplar a través de la siguiente aplicación, pudiendo realizar una evaluación exhaustiva de cada pie.

<https://arcg.is/1f0yn8>

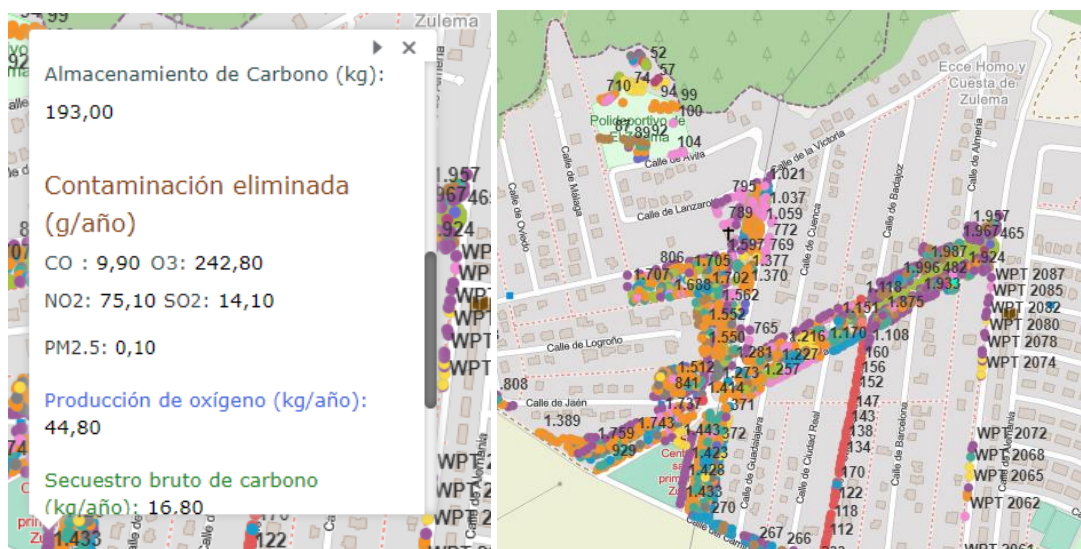


Figura 5. Aplicación en la que consultar los servicios ecosistémicos de cada uno de los árboles.

#### 4.6. Discusión de Resultados

##### - Importancia de la copa

Con el objetivo de obtener una visión general y alcanzar una mayor comprensión de los resultados obtenidos, se ha diseñado una tabla con las 12 especies más representativas de Zulema en base al valor de importancia calculado previamente (IV). Las especies se encuentran ordenadas de mayor a menor importancia, mostrando para cada una de ellas la media de los servicios ecosistémicos producidos por pie, además se incorpora una columna que representa la media del área foliar de cada especie.

La finalidad del siguiente análisis es evaluar la influencia del área foliar en la producción de servicios ambientales, teniendo en cuenta para ello las especies más representativas del territorio estudiado.

En color verde se encuentran marcados aquellos valores más altos para cada parámetro considerado y en naranja los valores mínimos.

Especie	IV	Media Eliminación de contaminantes/pie	Media Almacenamiento de carbono/pie	Media secuestro de carbono/pie	Producción de oxígeno/pie	Media área foliar/pie
<i>Ulmus pumila</i>	60,2	0,0003	0,4087	0,0220	0,0586	0,0230
<i>Pinus pinea</i>	42,3	0,0002	0,1746	0,0090	0,0239	0,0173
<i>Pinus halepensis</i>	24,5	0,0003	0,2582	0,0089	0,0238	0,0268
<i>Cupressus arizonica</i>	16	0,0002	0,4649	0,0241	0,0642	0,0139
<i>Cupressus sempervirens</i>	13,2	0,0001	0,3112	0,0119	0,0317	0,0062
<i>Melia azedarach</i>	8	0,0001	0,0818	0,0086	0,0230	0,0044
<i>Cedrus deodara</i>	7,4	0,0001	0,1250	0,0093	0,0248	0,0114
<i>Ligustrum sp</i>	5,8	0,0000	0,0288	0,0043	0,0114	0,0010
<i>Olea europaea</i>	4,2	0,0002	0,0475	0,0038	0,0100	0,0082
<i>Cedrus atlantica</i>	3,1	0,0003	0,0986	0,0068	0,0181	0,0105
<i>Platanus x hispanica</i>	2,9	0,0003	0,0800	0,0083	0,0220	0,0109
<i>Robinia pseudoacacia</i>	2,9	0,0000	0,0391	0,0050	0,0135	0,0046

Tabla 4. Analisis de las especies más representativas en base a sus valores medios.

Se observa de manera evidente que las especies que cuentan con un área foliar superior generan los valores más elevados para cada uno de los parámetros. Mientras que las especies con menor área foliar generalmente obtienen unos resultados inferiores.


El *Ligustrum sp* y la *Robinia pseudoacacia* son las especies que cuentan con menor área foliar de media, siendo a su vez los que peores resultados muestran para prácticamente el total de los servicios analizados. Por otra parte, especies como los pinos, olmos o arizónicas son los que presentan mayor área foliar obteniendo datos muy superiores para cada uno de los servicios propuestos.

Destacar también especies como el platano o el cedro que para valores de área foliar intermedios (amarillo) muestran buenos resultados principalmente en la fijación de contaminantes. Este hecho puede poner de manifiesto la importancia de emplear ejemplares adaptados a la contaminación, como el plátano, que favorece la presencia de pies sanos y mejoran los servicios ofrecidos. Además, es interesante la presencia equilibrada de árboles siempre verdes (cedros, cipreses, pinos) y otros caducifolios (olmos, melias), pues aseguran una producción más estable durante todo el año.

**- La importancia de las dimensiones del árbol**

Los beneficios que proporcionan los árboles en las ciudades se multiplican a medida que los árboles son de mayores dimensiones. Para demostrarlo, se han seleccionado 4 árboles de dos especies diferentes, una de hoja caduca y otra de hoja perenne, del inventario de la Urbanización Zulema, 2 olmos y 2 cipreses, con tamaños diferentes para realizar una comparativa entre los servicios proporcionados por un ejemplar de dimensiones reducidas con otro de mayor tamaño.

Se han seleccionado ejemplares con condiciones altas de salud y sin estar terciados, para conseguir una comparación lo más real y precisa posible.



	<i>Ulmus pumila</i> (ID 1711)	<i>Ulmus pumila</i> (ID 2079)	<i>Cupressus sempervirens</i> (ID 0464)	<i>Cupressus sempervirens</i> (ID 0013)
D (cm)	41	15	37	11
H (cm)	11,4	4,6	11	8
Área foliar (m2)	524,1	44,9	136,7	4,4
Eliminación de contaminantes (g/año)	695,4	59,5	181,1	5,8
Secuestro de carbono (kg/año)	29,3	7,2	12,3	5,3
Almacenamiento de carbono (kg)	481,7	43,2	448,8	40,5
Producción de oxígeno (kg/año)	78,2	19,1	32,9	14,1

Tabla 5. Comparativa de ejemplares de distinto tamaño para dos especies diferentes

Como se puede observar en la tabla, los ejemplares con el triple de tamaño consiguen multiplicar considerablemente los servicios ecosistémicos, multiplicando por 12 la eliminación de contaminantes, en el caso del olmo y por 31 en el caso del ciprés. El valor del almacenamiento de carbono llega a ser 11 veces más en las dos especies, mientras que la producción de O<sub>2</sub> y secuestro de carbono se multiplica por 4, en el caso del olmo y por 2, en el caso del ciprés. A través de esta comparativa entre ejemplares de distinto tamaño, queda de manifiesto el incremento producido en los beneficios proporcionados por los árboles a medida que aumentan sus dimensiones. Destacando especialmente la influencia de la copa, representada por el área foliar:

- Un aumento en el área foliar del ejemplar genera un incremento de similares proporciones en la fijación de partículas contaminantes y en el almacenamiento de carbono, existiendo una relación directa entre estos parámetros y el área foliar. Resultado obtenido para ambas especies seleccionadas, tratándose de especies de características muy diferentes como son los olmos y los cipreses.

Comprobada la relación existente entre el área foliar y los servicios proporcionados, mencionar la importancia de llevar a cabo buenas prácticas de mantenimiento del arbolado. El terciado es una práctica ampliamente extendida en la poda de árboles, abusando de ella en la mayoría de casos. Con el terciado se reduce la longitud de las ramas de la copa hasta dos tercios, y tal como se ha visto, una reducción en el área foliar supone una disminución similar en los servicios proporcionados por el árbol en cuestión, resaltando la necesidad de llevar a cabo una planificación en la que guiar a los árboles en su desarrollo, evitando abusar de algunas prácticas como el terciado de copas.

#### - **Equivalencias de los servicios ecosistémicos con respecto a las emisiones generadas**

Se realizan las equivalencias de los servicios ambientales generados a cantidades en términos de emisiones de automóviles y emisiones de viviendas.

Para el cálculo de las emisiones por vehículo *i-tree eco* tiene en cuenta los índices de emisión de vehículos ligeros (g/mi) para CO, NO<sub>x</sub>, COV, PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub> de 2010 (Buró de Estadística del Transporte 2010; Heirigs et al 2004) y las distancias promedio recorridas por vehículo en 2011 (Administración Federal de Caminos 2013).

Las emisiones de las viviendas se basan en la energía promedio utilizada (electricidad, gas natural, gasolina, madera) por vivienda en 2009 (Administración de Información de Energía 2013; Administración de Información de Energía 2014).

Las equivalencias encontradas son las siguientes:

1. El almacenamiento de carbono del arbolado de la Urbanización Zulema equivale a las emisiones anuales aproximadas de 400 vehículos o a las emisiones generadas por 160 viviendas.
2. La eliminación de dióxido de nitrógeno equivale a las emisiones anuales de dióxido de nitrógeno de 14 automóviles y de 6 viviendas unifamiliares

3. La eliminación de dióxido de sulfuro equivale a las emisiones anuales de dióxido de sulfuro de 198 automóviles y de 1 vivienda unifamiliar

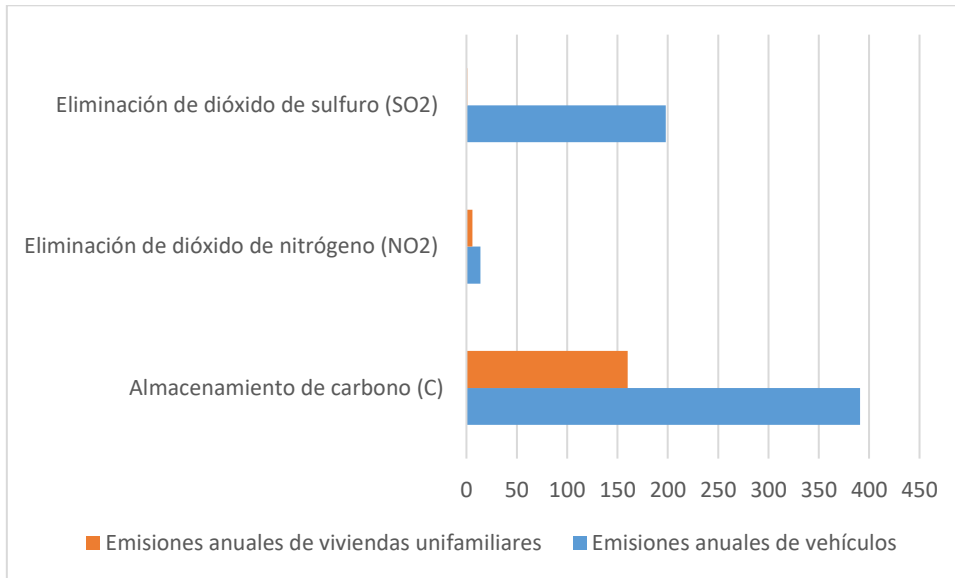


Gráfico 8. Equivalencias de los servicios ecosistémicos producidos por el arbolado de Zulema.

- **Proyección del valor económico de los servicios ecosistémicos de los árboles en el tiempo**

A través de una buena planificación se pueden maximizar los beneficios generados por los servicios ecosistémicos. Con el fin de demostrar la importancia del seguimiento y manejo de los bosques urbanos se ha realizado una estimación teniendo en cuenta los beneficios generados por el arbolado de Zulema hasta la fecha y la posible evolución en los próximos 15 años. Incrementándose enormemente el valor económico del arbolado a medida que se desarrollan los ejemplares.

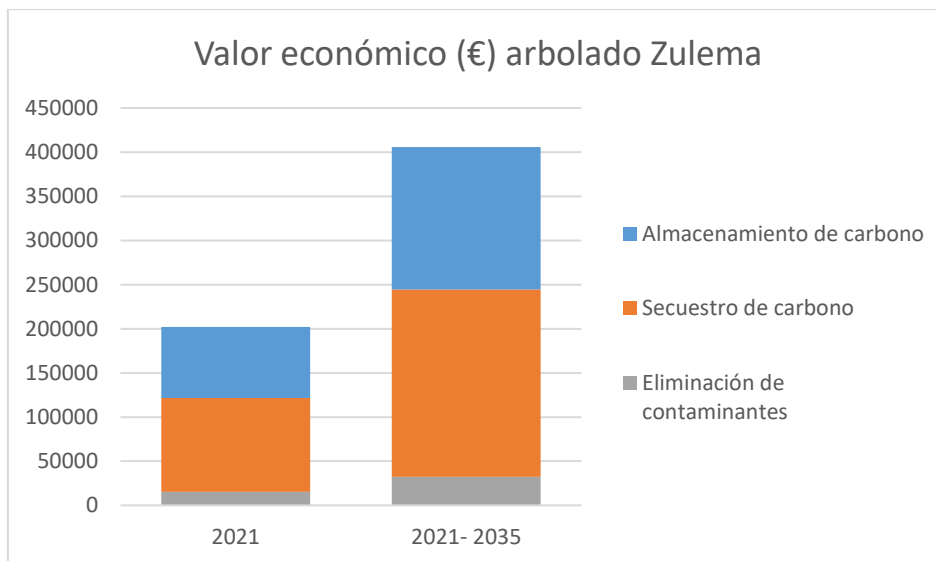


Gráfico 9. Estimación de la evolución del valor económico del arbolado de Zulema.



## 5. CONCLUSIONES

El conocimiento de los servicios ecosistémicos del arbolado de Zulema permite alcanzar una mayor concienciación sobre el valor de los bosques urbanos. Cuantificar los beneficios proporcionados por el arbolado otorga una relevancia que hasta ahora no se había alcanzado, pues los servicios ambientales quedaban relegados a una posición secundaria durante los procesos de toma de decisiones y planificación, debido a la complejidad en su valoración.

Los resultados totales obtenidos se muestran a modo resumen en la siguiente tabla.

Servicio ecosistémico	Cantidad (kg/año)	Valor €/año
Fijación de contaminantes	407,3	619
Almacenamiento de carbono	50.1482,9	80.600
Secuestro de carbono	26.416,2	4.240
Producción de oxígeno	70.444	-
Valor estructural	-	2.610.000

Tabla 6. Resultados servicios ecosistémicos arbolado Zulema.

El arbolado de Zulema tiene un valor estructural total (considerando estructura y carbono almacenado en sus tejidos) de más de 3 millones de euros. Mientras que el valor funcional (incluye fijación de contaminantes y secuestro de carbono) considerando una edad media del arbolado de Zulema de 25 años aproximadamente alcanzaría la cifra de 120.000€. Hay que tener en cuenta los años que lleva el arbolado produciendo servicios y aportando beneficio.

Es importante destacar no solo las cifras en términos monetarios que permiten dar una mayor visibilidad a los recursos, si no, a la gran repercusión que tienen los servicios ambientales del arbolado sobre nuestra salud y bienestar:

- Se fijan más de 400 kilogramos de partículas contaminantes al año, mejorando la calidad del aire y disminuyendo la aparición de patologías respiratorias.
- Actúan como sumideros de carbono, secuestrando y almacenando en sus tejidos grandes cantidades de este elemento. Constituyendo una de las principales herramientas con las que mitigar el cambio climático.
- Se producen más de 70.000 kilogramos de oxígeno al año, indispensable para el desarrollo de la vida.

Destacar la gran cantidad de servicios que no se pueden cuantificar y no por ello son menos importantes:

- El valor estético y paisajístico, haciendo el territorio más atractivo. La presencia de árboles genera un sentimiento de arraigo y pertenencia a los habitantes de la zona.

- El desarrollo como persona, las zonas verdes mejoran la salud mental y el equilibrio psíquico, además son fundamentales en el desarrollo de relaciones interpersonales.
- Valores culturales, el desarrollo cultural del ser humano siempre ha ido ligado a elementos naturales.
- La regulación hídrica, mejorando la calidad del agua y favoreciendo la recarga de acuíferos. Control de la erosión, pues la vegetación amortigua la acción de agentes erosivos.
- Reducción de temperaturas y aporte de sombra.

Y como ellos un sin fin de beneficios directos e indirectos. El mantenimiento y el buen funcionamiento de los ecosistemas urbanos constituyen la base para un desarrollo sostenible del municipio, puesto que ejercen una influencia positiva en el bienestar del ser humano y en la actividad económica. De ahí, la importancia de incorporar valoraciones de este tipo en el desarrollo de planes de gestión.

El arbolado de Zulema está caracterizado por la falta de diversidad específica, junto a un escaso desarrollo de los ejemplares. Una adecuada planificación que permita maximizar el desarrollo de los ejemplares, en condiciones de salud adecuadas, tendría consecuencias directas sobre los servicios ambientales. Tal como se ha demostrado líneas arriba, potenciar un arbolado de mayor dimensión con una mayor proporción de copa, generaría un incremento en los servicios ecosistémicos producidos (mejor calidad del aire, sombra, incremento del valor estructural, componente estético...)

Es importante elaborar planes y estrategias con las que maximizar el desarrollo del arbolado sano, guiándolo desde su plantación para evitar conflictos futuros derivados de una mala elección de especie o falta de espacio. Así como realizar unas correctas prácticas de mantenimiento, evitando abusar de prácticas como el terciado. A continuación, se muestran una serie de directrices o estrategias recomendadas sobre la gestión del bosque urbano que pueden ayudar a mejorar la calidad del aire:

ESTRATEGIA	RESULTADO
Aumentar el número de árboles saludables	Aumenta la eliminación de contaminantes
Potenciar árboles grandes, con mayor copa	Tienen mayores beneficios por árbol
Equilibrio entre árboles de hoja caduca y perenne	Mantener la fijación de partículas todo el año
Evitar especies sensibles a la contaminación	Mejora la salud del árbol
Implantar árboles en zonas de estacionamiento	Reduce las emisiones de los vehículos

Tabla 7. Estrategias recomendadas sobre la gestión del bosque urbano.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

BALVANERA, Patricia; COTLER, Helena. Acercamientos al estudio de los servicios ecosistémicos. *Gaceta ecológica*, 2007, no 84-85, p. 8-15.

CALDERÓN-GARCIDUEÑAS, Lilian; VILLARREAL-RÍOS, Rodolfo. Living close to heavy traffic roads, air pollution, and dementia. *The Lancet*, 2017, vol. 389, no 10070, p. 675-677.

CAMARGO, Emma Sofía Corredor; CARREÑO, Jorge Armando Fonseca; BARÓN, Edwin Manuel Páez. Los servicios ecosistémicos de regulación: tendencias e impacto en el bienestar humano. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 2012, vol. 3, no 1, p. 77-83.

CASANOVES, Fernando; PLA, Laura; DI RIENZO, Julio A. Valoración y análisis de la diversidad funcional y su relación con los servicios ecosistémicos. *Serie técnica, Informe técnico*, 2011, vol. 384.

LOMAS, Pedro Luis, et al. Guía práctica para la valoración económica de los bienes y servicios ambientales de los ecosistemas. Fundación Interuniversitaria Fernanda González Bernáldez. España, 2005

MAYA, María del Pilar Arroyave, et al. Remoción de contaminantes atmosféricos por el bosque urbano en el valle de Aburrá. *Colombia forestal*, 2019, vol. 22, no 1, p. 5-16.

MEA. 2005. Evaluación de Ecosistemas del Milenio. *Ecosystems and human wellbeing: synthesis*. Island Press, Washington, DC.

Nowak, D.J. 1994. Atmospheric carbon dioxide reduction by Chicago's urban forest. In: McPherson, E.G.; Nowak, D.J.; Rowntree, R.A., eds. *Chicago's urban forest ecosystem: results of the Chicago Urban Forest Climate Project*. Gen. Tech. Rep. NE-186. Radnor, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station: 83-94.

Nowak, D.J.; Crane, D.E.; Stevens, J.C.; Ibarra, M. 2002b. Brooklyn's urban forest. Gen. Tech. Rep. NE-290. Newtown Square, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Research Station. 107 p. RUEDA, Salvador. Habitabilidad y calidad de vida. *Cuadernos de Investigación urbanística*, 2004, no 42.

Nowak, D.J., Hirabayashi, S., Bodine, A., Greenfield, E. 2014. Tree and forest effects on air quality and human health in the United States. *Environmental Pollution*. 193:119-129.

PÉREZ, M. Ruiz; FERNÁNDEZ, C. García; SAYER, Jeffrey A. Los servicios ambientales de los bosques. *Revista Ecosistemas*, 2007, vol. 16, no 3.

SZUMACHER, Iwona; MALINOWSKA, Ewa. Servicios ecosistémicos urbanos según el modelo de Varsovia. *Revista del CESLA*, 2013, no 16, p. 81-108.

van Essen, H.; Schrotten, A.; Otten, M.; Sutter, D.; Schreyer, C.; Zandonella, R.; Maibach, M.; Doll, C. 2011. *External Costs of Transport in Europe*. Netherlands: CE Delft. 161 p.

## 7. ANEXOS

### 7.1. ANEXO I - Resumen de los beneficios ecosistémicos por especie

Especie	Árboles Número	Almacenamiento de carbono		Secuestro bruto de carbono		Eliminación de la contaminación		Valor estructural (€)
		(tonelada métrica)	(€)	(tonelada métrica/año)	(€/año)	(tonelada métrica/año)	(€/año)	
<i>Abies pinsapo</i>	3	0,11	17,5	0,01	1,22	0	0,38	1.445,87
<i>Acer sp</i>	2	0,11	18,18	0,02	2,58	0	0,08	869,03
<i>Ailanthus altissima</i>	15	1,85	296,89	0,18	28,35	0	4,94	9.881,32
<i>Calocedrus decurrens</i>	1	0,06	10,22	0	0,59	0	0,14	773,25
<i>Cedrus atlantica</i>	37	3,65	586,31	0,25	40,19	0,01	7,79	33.589,78
<i>Celtis australis</i>	12	0,09	15,01	0,02	2,84	0	0,47	3.899,18
<i>Cedrus deodara</i>	86	10,75	1.727,07	0,8	128,57	0,01	19,68	76.420,33
<i>Cercis siliquastrum</i>	34	0,38	60,74	0,09	13,96	0	0,78	9.538,2
<i>Cupressus</i>	8	2,52	404,32	0,13	21,35	0	1,99	6.079,8
<i>Cupressus arizonica</i>	170	79,04	12.699,31	4,09	657,39	0,03	47,82	201.884,65
<i>Cupressus macrocarpa</i>	2	0,91	145,49	0,02	3,87	0	1,27	4.963,82
<i>Cupressus sempervirens</i>	191	59,44	9.550,22	2,27	365,27	0,02	23,86	330.900,05
<i>Fraxinus angustifolia</i>	3	0,04	6,08	0,01	1,23	0	0,07	796,16
<i>Gleditsia triacanthos</i>	3	1,26	203,11	0,07	11,44	0	2,63	10.063,02
<i>Ligustrum sp</i>	112	3,23	519,65	0,48	76,84	0	2,27	33.145,64
<i>Melia azedarach</i>	127	10,39	1.669,17	1,09	175,64	0,01	11,2	106.949,31
<i>Morus</i>	2	0,07	10,58	0,01	1,09	0	0,21	1.109,24

Especie	Árboles Número	Almacenamiento de carbono		Secuestro bruto de carbono		Eliminación de la contaminación		Valor estructural (€)
		(tonelada métrica)	(€)	(tonelada métrica/año)	(€/año)	(tonelada métrica/año)	(€/año)	
<i>Olea europaea</i>	30	2,66	426,80	0,21	33,48	0,01	9,21	30.201,27
<i>Pinus halepensis</i>	180	70,18	11.274,55	3,0	378,45	0,05	140,7	357.190,12
<i>Pinus pinea</i>	402	70,18	11.274,55	3,0	378,45	0,05	140,7	671.260,49
<i>Platanus x hispanica</i>	35	2,8	450,58	0,29	46,46	0,01	7,71	27.932,94
<i>Populus alba</i>	4	0,73	117,54	0,04	6,72	0	1,38	3.192,18
<i>Populus nigra</i>	2	0,17	27,76	0,02	2,6	0	0,72	1.135,24
<i>Prunus cerasifera 'Purple Pony'</i>	1	0,31	49,95	0,01	1,42	0	0,38	1.001,72
<i>Prunus dulcis</i>	3	0,4	64,17	0,04	5,87	0	0,5	2.418,03
<i>Prunus pissardii</i>	6	0,18	28,5	0,03	5,12	0	0,7	2.269,7
<i>Quercus ilex</i>	1	0,01	1,57	0	0,44	0	0,05	143,15
<i>Quercus suber</i>	1	0,18	28,27	0,01	1,38	0	0,14	1.156,49
<i>Robinia pseudoacacia</i>	46	1,8	289,05	0,23	37,29	0	4,22	22.731,8
<i>Sophora japonica</i>	1	0,54	87,31	0,02	2,91	0	0,45	3.110,45
<i>Tamarix</i>	1	0,01	0,87	0	0,34	0	0,02	73,67
<i>Taxus baccata</i>	1	0,08	12,21	0	0,63	0	0,51	773,25
<i>Platyclusus orientalis</i>	19	2,04	327,36	0,07	10,86	0	3,66	13.880,93
<i>Ulmus pumila</i>	487	199,03	31.976,78	10,7	1.719,66	0,15	225,79	641.885,99
<b>TOTAL</b>	<b>2.054</b>	<b>501,48</b>	<b>80.572</b>	<b>26,42</b>	<b>4.244,45</b>	<b>0,41</b>	<b>619,15</b>	<b>2.612.668,09</b>