

CARTOGRAFÍA TERRITORIAL DEL STOCK DE CARBONO EN LA COMUNITAT VALENCIANA



**GENERALITAT
VALENCIANA**

Conselleria de Política
Territorial, Obres Públiques
i Mobilitat

Julio 2021

DIRECCIÓN DE LOS TRABAJOS

Directora General de Ordenación de Política Territorial y Paisaje: Rosa Pardo i Marín.
Equipo Técnico de la Subdirección General de Ordenación del Territorio y Paisaje

CONSULTORAS

Tecnologies de la Informació i les Comunicacions contra el Canvi Climàtic

Universitat Politècnica de València (UPV)

Institut ITACA

EQUIPO TÉCNICO

Dra. Victoria Lerma Arce

Helena Van den Berg

Dr. José Vicente Oliver Villanueva

Dra. Eloína Peregrina Coll Alliaga

FOTOGRAFÍAS

Portada y Pág. 7: Equipo Álvaro Vázquez Esparza

Resto de fotografías: Fondo propio DG de Ordenación de Política Territorial y Paisaje



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ÍNDICE

PRESENTACIÓN.....	5
1. OBJETO.....	6
2.. STOCK DE CARBONO DE LA COMUNIDAD VALENCIANA	8
3. CARBONO FIJADO ANUALMENTE POR LA VEGETACIÓN EN LA C.V.....	9
4. DATOS DEL STOCK DE CARBONO TERRITORIALIZADO EN LA C.V.....	10
5. ALCANCE Y UTILIZACIÓN PRÁCTICA DE LA CARTOGRAFÍA TERRITORIAL DEL STOCK DE CARBONO.....	14

ANEXO I: Metodología para la cuantificación del carbono en la Comunitat

Valenciana..... 17

1. Metodología de cálculo de carbono fijado en vegetación forestal.....	17
1.1 Fuentes de información	17
1.1.1 Base cartográfica	17
1.1.2 Fijación de CO ₂ por las especies vegetales	18
1.2 Cálculo del stock de carbono en la vegetación forestal	19
1.2.1 Cuantificación de carbono en sistemas forestales	19
1.2.2 Actualización de la cuantificación de carbono en sistemas forestales a 2020.....	23
1.2.3 Actualización del suelo forestal	24
1.2.4 Cuantificación de carbono forestal en base al SIOSE	25
1.3 Stock de carbono en la vegetación forestal	28
1.4 Cálculo de la fijación anual en la vegetación forestal	29
1.4.1 Fijación anual en las teselas forestales del IFN	29
1.4.2 Fijación anual en los polígonos con coberturas forestales del SIOSE.....	29
1.5 Fijación anual de carbono en la vegetación forestal	30
2. Metodología de cálculo de carbono fijado en vegetación agrícola.....	32
2.1 Fuentes de información	32
2.1.1 Base cartográfica	32
2.1.2 Fijación de CO ₂ por los cultivos	33
2.2 Procedimiento general.....	36
2.2.1 Selección y caracterización de los cultivos	36
2.2.2 Cuantificación del stock de carbono en los cultivos.....	36
2.2.3 Cuantificación de la fijación anual de carbono en los cultivos	39
2.3 Stock de carbono en los cultivos	39
2.4 Fijación anual de carbono en los cultivos	41
3. Metodología de cálculo de carbono fijado en las zonas verdes urbanas.....	42
3.1 Fuentes de información	42
3.1.1 Base cartográfica	42
3.1.2 Fijación de CO ₂ por las zonas verdes urbanas	43
3.2 Procedimiento general.....	44
3.2.1 Selección y caracterización de las zonas verdes urbanas.....	44
3.2.2 Cuantificación de la fijación anual de carbono en las zonas verdes urbanas.....	46
4. Bibliografía	42

ANEXO II: Stock de Carbono equivalente en los municipios de la Comunitat

Valenciana.....51

ANEXO III: Resolución de la Directora de Política Territorial y Paisaje63

PRESENTACIÓN

Las cartografías territoriales del stock de dióxido de carbono, y de la fijación anual de este gas de efecto invernadero en la cobertera vegetal de la Comunitat Valenciana, suponen un hito más en el objetivo planteado a comienzo de la legislatura para poner al alcance de los agentes territoriales, y a la ciudadanía en general, de un conjunto de cartografías referentes a los servicios ecosistémicos del territorio y, en especial de aquellos elementos y variables relacionadas con el cambio climático y sus efectos sobre el territorio. En este marco, las primeras cartografías que se elaboraron y aprobaron fueron las referentes al ciclo hidráulico y su comportamiento circular. En concreto, la cartografía de los suelos críticos para la recarga de acuíferos, la permeabilidad del territorio respecto de la infiltración y la intrusión salina de las masas de agua litorales. A estas se le sumaran los dos productos cartográficos mencionados del carbono en la vegetación, y las que en breve anunciaremos, con la finalidad de que esta legislatura suponga un punto de inflexión respecto a la necesidad de las Administraciones Públicas de ejercer un liderazgo, no solamente como entes correctores y reactivos frente a los cambios en el territorio, sino proactivos y preventivos porque la magnitud del desafío del cambio climático va a requerir de mucho conocimiento, fuerte cooperación administrativa y ciudadana y capacidad de obrar por parte del sector público como creador de valor en el territorio.

Por ello, estos instrumentos cartográficos que hemos elaborado tienen una doble vertiente. Por un aparte, permiten un reconocimiento científico y también territorial de estos valores, especialmente porque el mundo rural y las comarcas del interior son los grandes proveedores de estos bienes y servicios, y este reconocimiento todavía no está presente de forma sustancial en el debate ciudadano diario. Por otra parte, estas cartografías se aplicarán en el día a día de la planificación territorial y urbanística para poder desarrollar los balances de carbono de las acciones sobre el territorio, la cuales ya empiezan a tener cartas de naturaleza en las distintas legislaciones tanto europeas, como nacionales y de las comunidades autónomas. En este sentido, la Estrategia Territorial de la Comunitat Valenciana ha sido pionera en la exigencia de la neutralidad carbónica en los instrumentos de planificación territorial y urbanística.

La importancia de este stock de carbono en el territorio es considerable. Las cifras hablan por sí solas: el stock acumulado en nuestros bosques y espacios agrícolas suman 237 millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente, lo cual multiplica por diez el total emitido anualmente por los distintos focos emisores de la Comunitat Valenciana. Por todo ello, y para conseguir la neutralidad climática en 2050, se debe preservar y mejorar aquellos suelos cuya cubierta vegetal ejerce con mayor eficiencia el efecto sumidero de carbono. Así, los suelos cuya vegetación acumula más de 200 toneladas de dióxido de carbono equivalente por hectárea se incluyen en la infraestructura verde del territorio para poder optimizar su ordenación y gestión en los instrumentos de planificación. Con este reconocimiento, además, se podrá evaluar las sinergias y efectos acumulativos al sumarse con otros servicios ecosistémicos, con lo que quedará de manifiesto la importancia del territorio, y de su adecuada gestión, para la mejora de la calidad de vida de las personas.

Por último, es necesario reconocer la elevada competencia científica del equipo del Institut Itaca de la Universitat Politècnica de València, cuyo empuje y motivación para la realización de este ambicioso trabajo se pudo apreciar desde los primeros contactos mantenidos. Ha sido una colaboración esencial que ha culminado con un producto cartográfico de elevada calidad y marchamo científico, que pone a disposición de la ciudadanía un instrumento de conocimiento, pero también de trabajo, que se convertirá en esencial en la lucha contra los efectos del cambio climático.

Inmaculada Orozco Ripoll

Secretaria Autonómica de Política Territorial, Urbanismo y Paisaje

La planificación territorial y los servicios ecosistémicos

Uno de los grandes cambios en la perspectiva de la ordenación del territorio, especialmente en el tratamiento del mundo rural, es la introducción de los servicios ecosistémicos como un nuevo marco conceptual que va mucho más allá de la mera conservación del territorio o los objetivos de mejora de la biodiversidad. El territorio produce un conjunto de bienes y servicios para la sociedad que la literatura científica califica como servicios ecosistémicos porque, a diferencia de los que serían las funciones ecosistémicas, son analizados y evaluados en función de su impacto positivo sobre la calidad de vida de las personas.

Son bienes y servicios que, en la mayoría de los casos, no tienen un valor de mercado por lo que se hace difícil su reconocimiento social y el de su necesidad para garantizar la vida humana en el planeta. Estos servicios se suelen estructurar en tres categorías: los servicios productivos (agricultura, productos forestales, energía, etc.), los denominados de regulación (control del ciclo hidráulico, bienestar climático, biodiversidad, sumideros del CO₂, etc.), y por último los servicios culturales y científicos (ocio, disfrute del espacio libre, paisaje, salud, etc.). En general, son bienes y servicios que mayoritariamente proceden del ámbito rural y contribuyen al bienestar urbano, por lo que es necesario este reconocimiento dentro del análisis de los flujos que se producen entre los dos mundos, dentro de un objetivo global de mejora de la equidad y el equilibrio territorial. Por consiguiente, la planificación territorial tiene que asumir como uno de sus objetivos prioritarios la optimización de la prestación de estos servicios, y arbitrar fórmulas que permitan alcanzar un balance más justo en el marco definido por la Estrategia Territorial Europea como el de fomentar “nuevas relaciones entre el mundo rural y el mundo urbano”

En este caso, el servicio ecosistémico que se identifica, valora y representa cartográficamente es el stock acumulado de dióxido de carbono en la vegetación en su función de sumidero territorial, así como la fijación anual de este gas por parte de las distintas especies que forman la cobertura vegetal de la Comunitat Valenciana, incluyendo la forestal, la agrícola y, en el caso de la fijación anual, el verde urbano sobre el que se efectúa una estimación bastante conservadora de su contribución al efecto sumidero.

Es importante desatacar, a la vista de los datos de la cartografía, la gran contribución del mundo rural y, especialmente, de los municipios y comarcas del interior de la Comunitat Valenciana a la provisión de este servicio, donde los bosques más complejos, maduros y compactos del interior son los que acumulan una mayor cantidad de este stock de carbono. Por lo tanto, su conservación y mejora debe ser un objetivo prioritario en las políticas de adaptación del territorio a los efectos del cambio climático, así como a de la puesta en marcha de medidas tendentes a su mitigación.

En este contexto descrito, la planificación territorial debe contribuir a la optimización de estos servicios ecosistémicos en sus diferentes instrumentos. Desde la inclusión de los suelos cuya vegetación acumula una mayor cantidad de dióxido de carbono en la infraestructura verde del territorio, o la consideración de estos valores territoriales como afecciones dentro de la zonificación del suelo no urbanizable, pasando por los cálculos concretos de la remoción de este stock de carbono cuando se producen modificaciones en los usos de suelo. La cartografía permite estas funciones y se convertirá en un instrumento muy útil para evaluar estos cambios, sus umbrales de afección y sus externalidades negativas. Todo esto evidencia y condiciona la urgente necesidad de contar con instrumentos fiables, y con un marco legislativo adecuado, para aplicar las compensaciones necesaria que permitan al menos mantener este stock de carbono en un cierto equilibrio.

Para la realización de esta cartografía se ha contado con un equipo científico de elevada excelencia, el cual ha utilizado las metodologías más avanzadas en la cuantificación del stock de carbono en la vegetación, reforzando resultados anteriores ya propuestos en el Plan de Acción Territorial Forestal (PATFOR), profundizando en sus metodologías, y añadiendo la cobertura agrícola del suelo que es la gran olvidada de la contabilidad del efecto sumidero de dióxido de carbono. Para este conocimiento en mayor profundidad, los siguientes apartados de este documento permiten conocer con un mayor detalle la metodología científica utilizada, y sus resultados numéricos, que reflejan la importancia que tiene la preservación de este servicio ecosistémico para alcanzar los objetivos de descarbonización de la economía de la Comunitat Valenciana dentro de los horizontes previstos por los organismos internacionales.

Rosa Pardo Marín

Directora General de Política Territorial y Paisaje

1. OBJETO

El objeto de la propuesta “Elaboración de la cartografía territorial del stock de carbono en la Comunitat Valenciana” es la realización de una cartografía de cuantificación de carbono fijado en las cubiertas vegetales para todo el territorio de la Comunidad Valenciana a escala territorial 1: 25.000 que refleje el stock de carbono existente en el territorio en términos de CO₂ atmosférico equivalente. Esta cartografía se subdivide en tres cartografías parciales independientes:

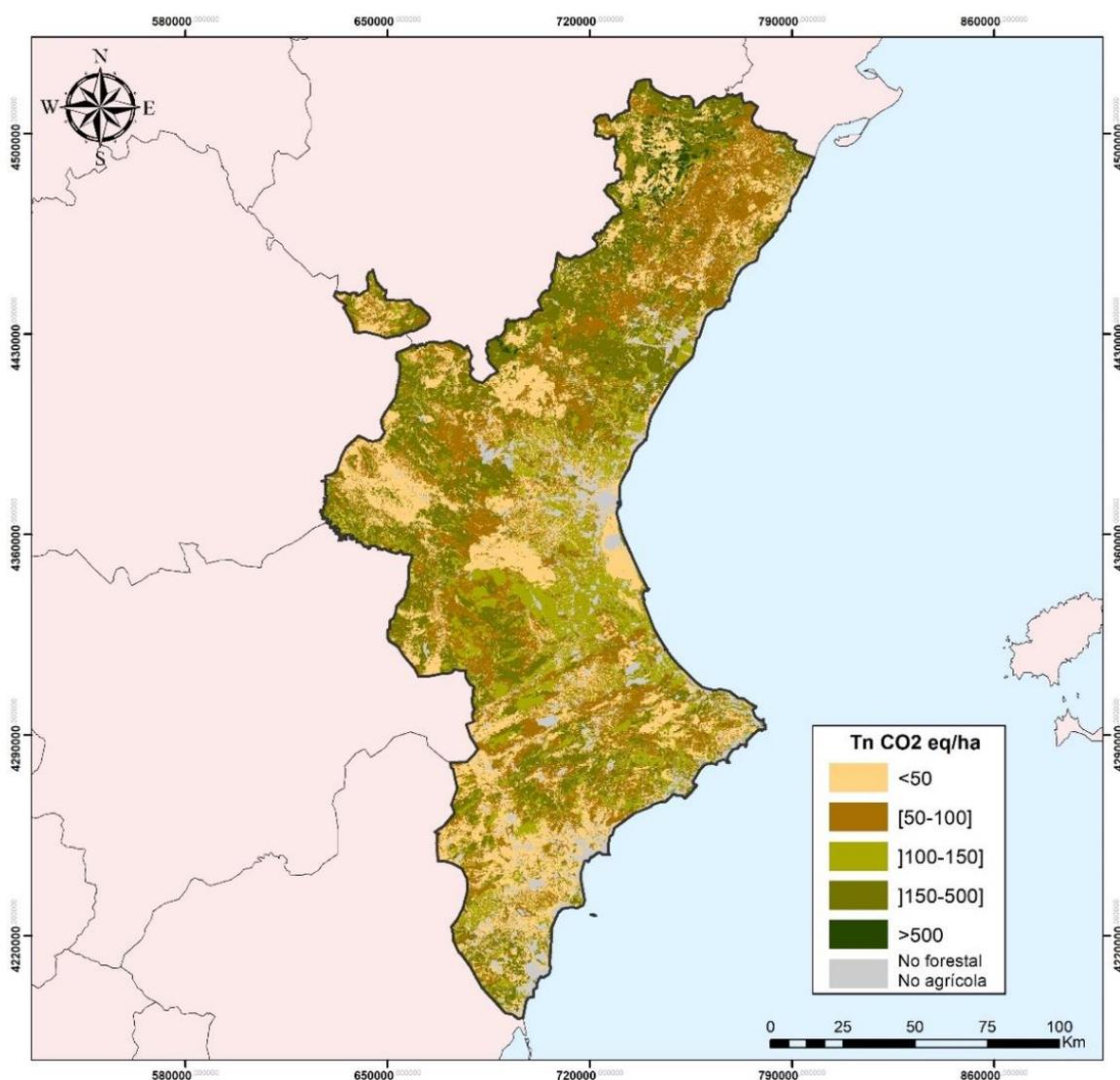
- a) Cartografía de carbono sobre uso de suelo forestal
- b) Cartografía de carbono sobre uso de suelo agrícola
- c) Cartografía de carbono sobre espacios verdes naturalizados artificiales



2. STOCK DE CARBONO EN LA VEGETACIÓN DE LA C.V.

Para calcular la cantidad de carbono total almacenado en la vegetación de los ecosistemas forestales y agrícola en la Comunitat Valenciana, se procedió a la integración de ambas capas de stock de carbono y suma de sus valores en los polígonos que presentaban ambas coberturas de modo parcial.

De modo global, la vegetación forestal y agrícola representa un sumidero de 237.330.081 toneladas de CO₂ equivalente en la Comunitat Valenciana.

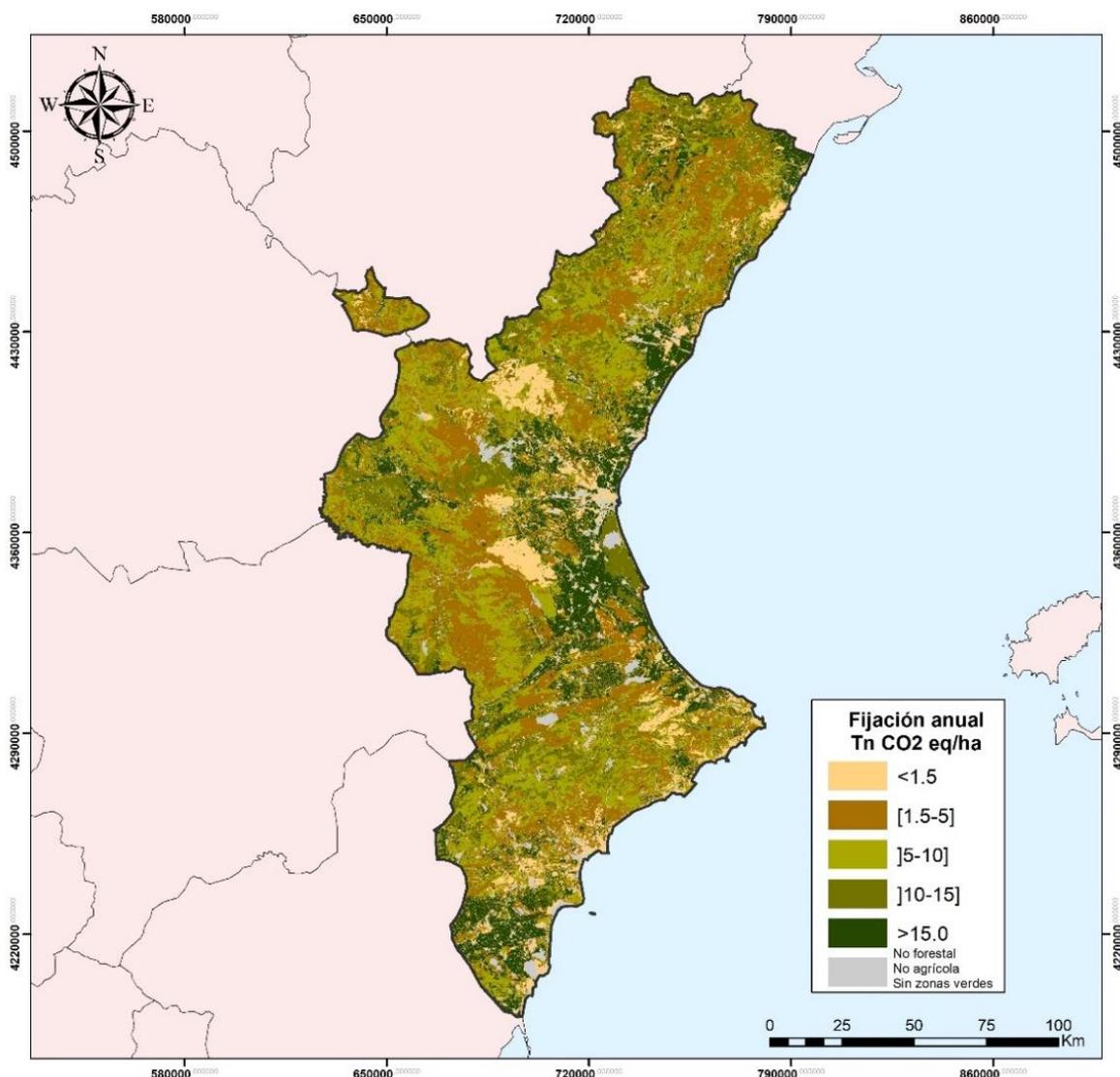


Cantidad de CO₂ equivalente por hectárea fijado en la vegetación de los sumideros agrícolas y forestales de la Comunitat Valenciana.

3. CARBONO FIJADO ANUALMENTE POR LA VEGETACIÓN DE LA C.V.

Para calcular la fijación anual de carbono de la vegetación de los ecosistemas forestales, agrícola y de las zonas verdes urbanas en la Comunitat Valenciana, se procedió a la integración de la fijación anual de cada una de estas coberturas y a la suma de sus valores en los polígonos que presentaban varias coberturas de modo parcial.

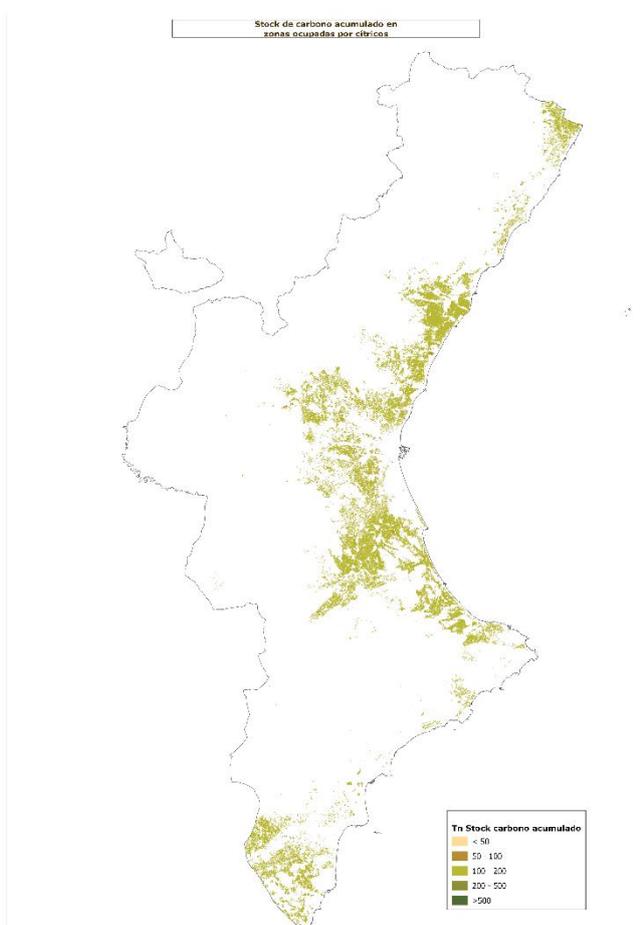
De modo global, la vegetación forestal, agrícola y la vegetación de las zonas verdes urbanas supone una fijación de 17.616.063 toneladas de CO₂ equivalente al año en la Comunitat Valenciana.



Fijación anual CO₂ equivalente por hectárea en la vegetación de los sumideros agrícolas y forestales de la Comunitat Valenciana y en sus zonas verdes urbanas.

4. DATOS DEL STOCK DE CARBONO TERRITORIALIZADO EN LA C.V.

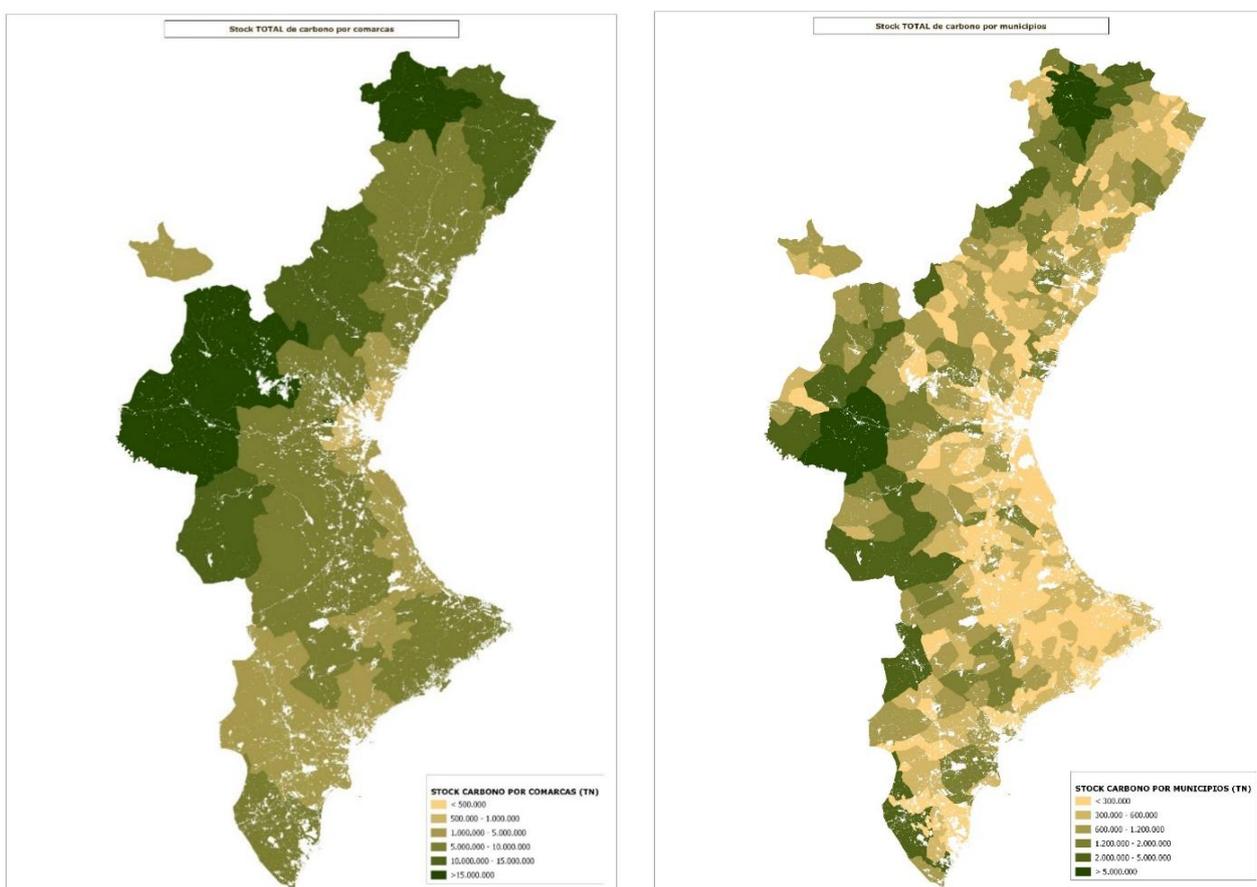
La representación agrupada por intervalos del stock de carbono a escala de la Comunitat Valenciana, ya muestra una clara diferencia entre los ámbitos del interior y de la costa. La gran cantidad de superficie forestal de la Comunitat Valenciana, por encima de la media nacional y europea supone un stock de carbono acumulado muy razonable, incluso para las especies mediterráneas que son por lo general de menor porte y volumen maderero. Por encima de las 200 toneladas de CO₂ equivalente por hectárea se observan algunas agrupaciones boscosas en els Ports y l'Alt Maestrat, tales como las sierras del Turmell y Vallivana; las sierras del Toro y Espadán; la sierra del Negrete o la del Tejo; o los ámbitos de las sierras de la montaña de Alicante como Aitana o Serrella. En el intervalo 100-200 Tm de CO₂/ha destaca, por una parte, el resto de los espacios forestales arbolados y las zonas agrícolas de regadío, muy importantes en la acumulación de carbono, aunque hay que matizar su aportación si se especifica en términos netos por las emisiones de CO₂ ligadas a la actividad agrícola, especialmente si esta es de regadío intensivo.



Stock de Carbono acumulado en zonas ocupadas por cítricos

Por otra parte, cuando se analiza la fijación anual y no el stock, los resultados que muestra la cartografía son diferentes, ganando protagonismo los bosques más jóvenes y especialmente el **espacio agrario de regadío** aunque con la matizaciones derivadas de las prácticas de cultivo, los inputs emisores de CO2 y las propias labores de poda del cultivo arbolado.

Estos resultados analizados por **comarcas** confirman la dicotomía litoral-interior, siendo la comarca del Ports, la Serrania y Requena-Utiel las de mayor capacidad de sumidero de CO2, siguiendo a corta distancia la comarca del Alto Mijares y el valle de Ayora, lo cual una vez más pone en evidencia la importancia de los servicios ecosistémicos proporcionados por el mundo rural.

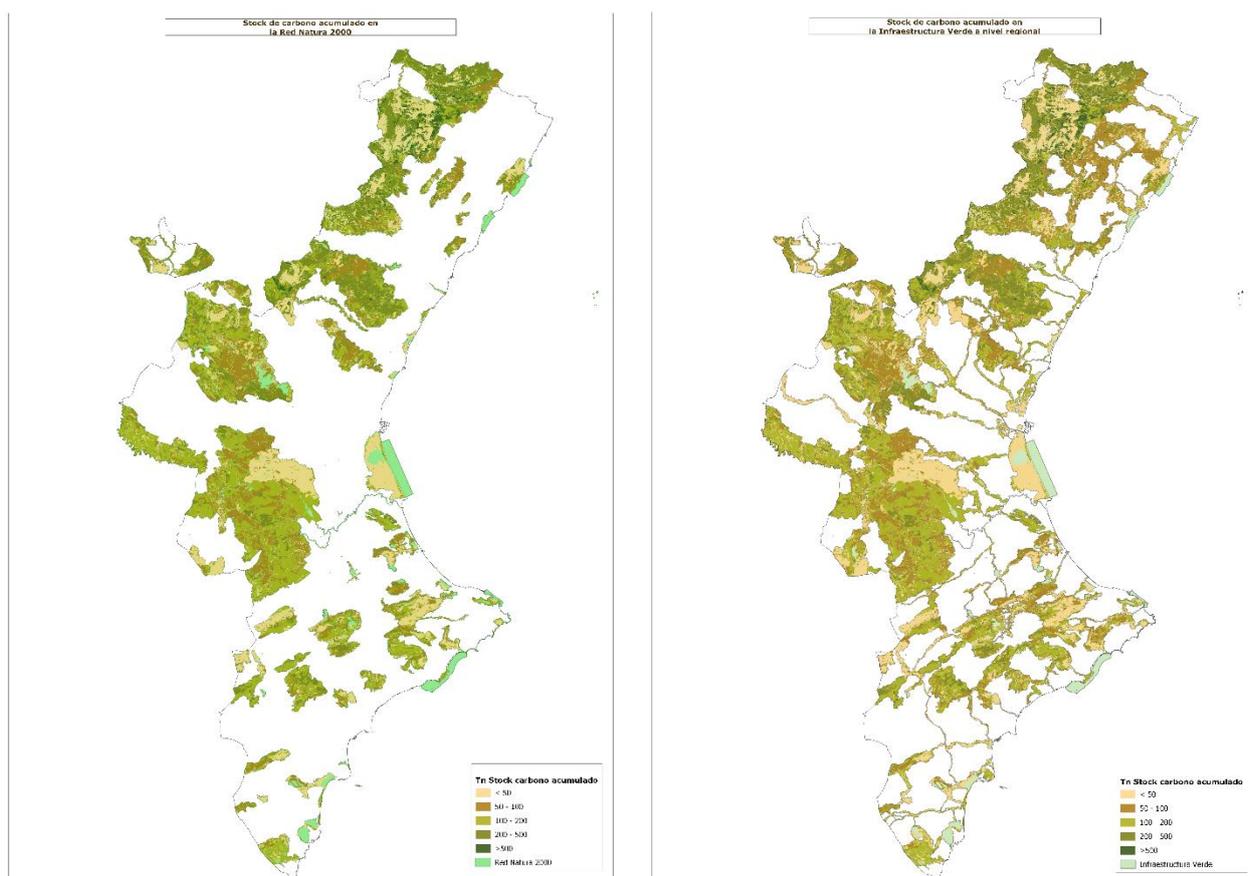


Stock de Carbono por Comarcas y por Municipios

Si se analiza el stock por **municipios**, aunque lógicamente los datos están sesgados por la superficie municipal, destacan Morella y Requena de forma muy desatada, alcanzado una gran relevancia otros como Ares del Maestrat, Xodos, Benafigos, Vistabella, El Toro, Venta del Moro, Villargordo del Cabriel, Utiel, Ayora, Bicorp, Cortés de

Pallás, Villena e incluso Orihuela. En el litoral de la Comunitat Valenciana, además de este último, tienen cierta significancia Alcalà de Xivert, Elche y València por el protagonismo de la Huerta. En el ANEXO II de este documento se recoge el listado de los 542 municipios de la Comunitat Valenciana y el stock de carbono que acumula cada uno de ellos.

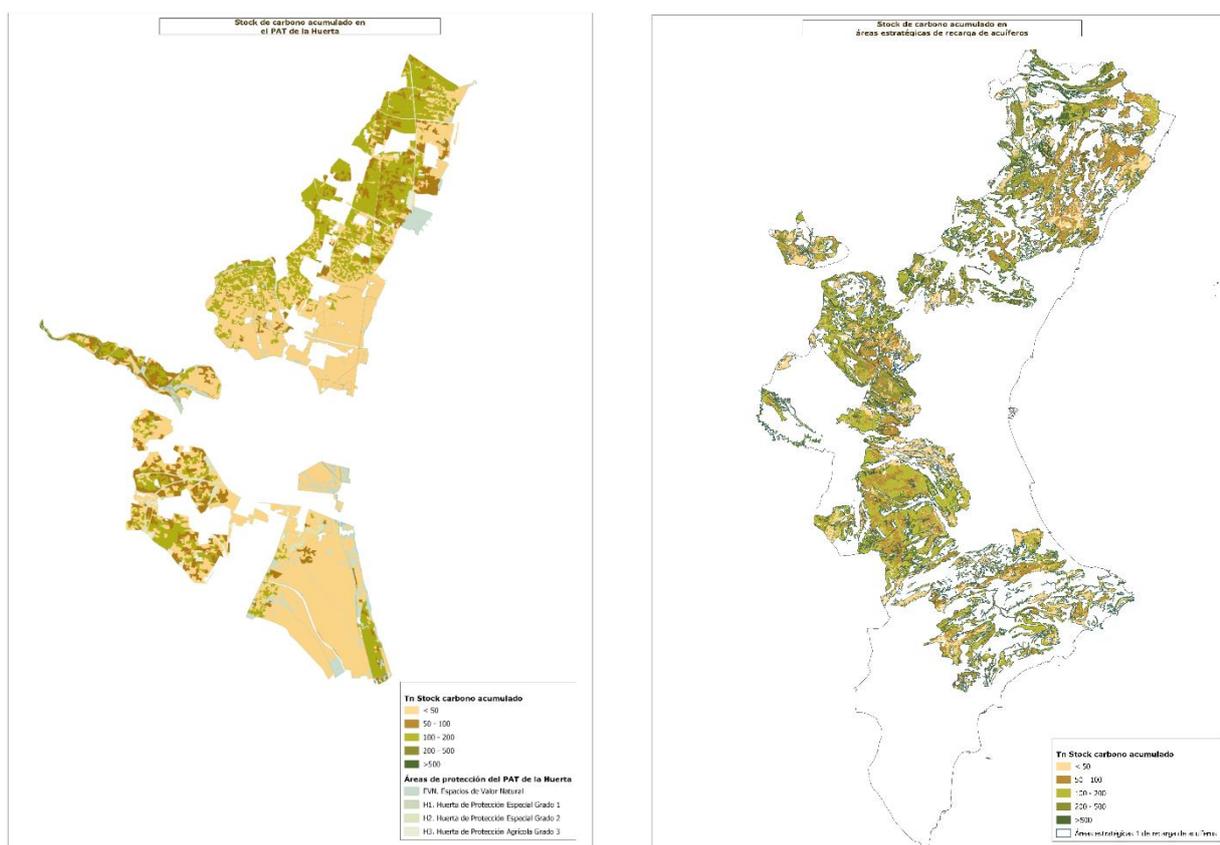
De las aproximadamente 237 Millones de toneladas de CO₂, acumuladas por la vegetación de la Comunitat Valenciana, que podrían ascender hasta las 250 Millones, si se contabilizara el verde urbano, la **Red Natura 2000** por si misma supone unos 118 millones de Tm, es decir la mitad aproximada del total. Si, por otra parte, se considera la **Infraestructura Verde Regional** (una aproximación infravalorada) incluyendo la red natura y los conectores regionales, el stock acumulado sube a 141 M Tm de CO₂, un 60% del total.



Stock de carbono en los Espacios de Red Natura 2000 y en la Infraestructura Verde Regional

Otros datos con cierto interés son la **Huerta de València** que almacena unas 707.642 Tm, o la cobertura de los cítricos en la Comunitat Valenciana que supone algo más de 26 millones de Tm de CO2 equivalente.

Otros análisis interesantes de los servicios ecosistémicos se derivan de los factores acumulativos en el territorio de estos servicios. Así si se combina el servicio acumulación de carbono con, por ejemplo, los suelos críticos para la recarga de **acuíferos**, cruciales para el mantenimiento del ciclo hidráulico se observa la gran importancia de esta superposición, puesto que los suelos muy permeables y con elevada calidad de agua del acuífero subyacente acumulan además una respetable cifra de casi 81 millones de Tm de CO2 equivalente, lo cual refuerza la gran importancia estratégica de estos suelos para la Comunitat Valenciana.



Stock de carbono de L'Horta de València y Stock de Carbono en Acuíferos

5. ALCANCE Y UTILIZACIÓN PRÁCTICA DE LA CARTOGRAFÍA TERRITORIAL DEL STOCK DE CARBONO

La utilización de las cartografías territoriales del stock de carbono y la fijación anual en los sumideros de la Comunitat Valenciana se expresa claramente en la Resolución de la Directora de Política Territorial y Paisaje de 2 de julio de 2021. En la citada resolución se establece un decálogo de directrices recomendatorias para el buen uso de las cartografías. Son las siguientes:

1. La cartografía territorial del stock de dióxido de carbono en la cubierta vegetal de la Comunitat Valenciana tendrá que ser observada y aplicada necesariamente en el diseño de la infraestructura verde del territorio, así como en la planificación territorial, municipal, sectorial y en aquellos proyectos que tengan una proyección e impacto sobre el uso del suelo. En la documentación de estos instrumentos de intervención territorial se valorará el previsible impacto sobre este stock de carbono, y se adoptarán las medidas pertinentes para evitar su menoscabo o deterioro y, en su caso, se establecerán medidas que compensen la posible pérdida de esta acumulación de carbono en la vegetación, todo ello con el objetivo de alcanzar la neutralidad de carbono en el balance posterior a la aplicación de estos instrumentos.
2. Cuando un desarrollo urbanístico, territorial o proyecto comporte, además de la eliminación de la cobertura vegetal, un sellado de suelo, a la pérdida de stock de dióxido de carbono de la vegetación se le sumará la del suelo cuando existan metodologías e instrumentos adecuados para la valoración del dióxido de carbono almacenado en el suelo.
3. Siguiendo la directriz 67 de la Estrategia Territorial de la Comunitat Valenciana, los desarrollos territoriales y urbanísticos deberán alcanzar el balance neto cero de emisiones de carbono. Por lo tanto, la destrucción de la cobertura vegetal relacionada con la transformación urbanística deberá ser compensada a través de acciones de mejora de la infraestructura verde, tanto la rural como la urbana, siendo preferente esta última por el impacto favorable en la calidad urbana.

4. Todos los suelos que dan soporte a una cobertura vegetal que almacena un stock de dióxido de carbono equivalente superior a 200 toneladas por hectárea, se incorporarán a la infraestructura verde del territorio en los documentos de planificación territorial y urbanística, estableciéndose además las medidas adecuadas para el mantenimiento y mejora de ese stock.
5. Las nuevas implantaciones en el suelo rural (no urbanizable) que superen una superficie de 5.000 m² contabilizarán adecuadamente el stock de dióxido de carbono equivalente eliminado, debiendo compensar esta pérdida a través de diferentes vías, que pueden ser combinadas, y deberán procurar la mínima temporalidad posible entre la actuación y la solución compensatoria efectiva:
 - Introduciendo vegetación en el proyecto siempre que la integración paisajística del mismo lo permita.
 - Invirtiendo en proyectos de mejora de la gestión de sumideros de carbono en el entorno más inmediato, con carácter preferente. Estos proyectos podrán favorecer la gestión forestal pero también la mejora de otros ecosistemas de interés como los humedales o incluso los paisajes agrícolas culturales de la Comunitat Valenciana.
 - Compensación económica, tomando como referencia el precio de la tonelada de dióxido de carbono en el mercado internacional a fecha de aprobación del proyecto.
6. Los instrumentos legales que se propongan y aprueben en relación con la lucha contra el cambio climático deberán facilitar mecanismos que permitan de forma ágil, y eficiente, estas soluciones de neutralidad de emisiones de dióxido de carbono y las compensaciones que sean adecuadas y pertinentes.
7. La fijación de carbono por las especies agrícolas es fundamental para el balance de carbono en el territorio. Por ello, y para optimizar esta capacidad, se desarrollarán buenas prácticas agrícolas que favorezcan el mantenimiento y mejora de estos sumideros. En este sentido, la Agencia Europea de Medio Ambiente, recomienda una serie de estas prácticas para mejorar la gestión del carbono en los cultivos, siendo entre otras:

- Priorizar los cultivos adaptados a las condiciones ecosistémicas del medio.
 - Favorecer la rotación y diversificación de cultivos.
 - Reducir en lo posible el laboreo en los suelos.
 - Ajustar los periodos de siembra y recolección a los cambios en las condiciones climáticas.
 - Mejorar la eficiencia de la agricultura con el uso de nuevas tecnologías.
 - Mejorar la eficiencia del riego.
 - Mejorar las condiciones sanitarias y alimenticias de la cabaña ganadera.
 - Fomentar la agricultura ecológica.
 - Implantar, mantener y mejorar la vegetación de los márgenes de las parcelas procurando su función de conector ecológico.
 - Diversificar las actividades agropecuarias dentro de la explotación.
8. La planificación y gestión de los servicios ecosistémicos en el territorio atenderá a su carácter tanto singular, para cada servicio, como acumulativo cuando se superponen varios de estos servicios sobre un mismo espacio. Estos efectos sinérgicos condicionarán los grados de preservación que se propongan en los instrumentos de ordenación pertinentes.
9. Las metodologías que se apliquen para introducir la perspectiva de los servicios ecosistémicos en la planificación, y en la evaluación ambiental estratégica, deberán establecer umbrales de mitigación, compensación o limitación de los impactos producidos sobre estos servicios.
10. Es un objetivo prioritario la articulación de mecanismos que permitan valorar de forma científica y consensuada los servicios ecosistémicos del mundo rural y, por consiguiente, de los necesarios flujos de compensación desde el mundo urbano.

ANEXO I: METODOLOGÍA PARA LA CUANTIFICACIÓN DEL CARBONO EN LA COMUNITAT VALENCIANA

1. METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE CARBONO FIJADO EN VEGETACIÓN FORESTAL

1.1 Fuentes de información

1.1.1 Base cartográfica

Para cuantificar el carbono fijado por la vegetación sobre suelo forestal existente en la Comunitat Valenciana se parte de los datos ofrecidos por el 3er Inventario Forestal Nacional (IFN3, 2006), el Mapa Forestal de España 1:200.000 (Ruiz de la Torre, 1990), el Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España (SIOSE, 2014) y la Cartografía Incendios forestales de la Comunitat Valenciana (ICV, 2019).

La base cartográfica del IFN3 proporciona información de los sistemas forestales arbolados, tanto de la parte arbolada como de la arbustiva bajo arbolado en unidades llamadas teselas a las cuales les asigna información que caracteriza a las formaciones forestales presentes en ella (estrato, especies, fracción de cabida cubierta, etc.), sin embargo, no proporciona esta información de las teselas no arboladas. Para ello, se añade a estas teselas la información proporcionada por el MFE200 (como una aproximación teórica debido a la diferencia de escalas entre ambas cartografías 1:50.000 IFN3, 1:200.000 MFE200).

Por otra parte, existe la necesidad de contemplar los cambios de uso de suelo que se hayan podido dar desde la generación de IFN3 y MFE200 (2006 y 1997 respectivamente) y la actualidad. Para ello, se ha utilizado la Cartografía Incendios forestales de la Comunitat Valenciana (1993-2019 provisional) que delimita las zonas incendiadas desde 2006 y el SIOSE que proporciona los usos de suelo forestales más actualizados a una escala más detallada (1:25.000) y el tipo de cobertura forestal, especificando si se trata de pastizales, arbolados forestales (diferenciando entre coníferas y frondosas caducifolias y perennes) y los suelos cubiertos por matorral.

Con todo ello, se dispone de una base cartográfica con toda la información necesaria para el cálculo del CO₂ almacenado en vegetación de los sumideros de los ecosistemas forestales de la Comunitat Valenciana.



1.1.2 Fijación de CO₂ por las especies vegetales

En el caso de la fracción arbórea, la cantidad de carbono fijado (en términos de CO₂ equivalente) se calcula a partir de los resultados de los trabajos de Montero *et al* (2005) en su publicación “Producción de biomasa y fijación de CO₂ por los bosques españoles”, calculando la materia seca en peso (kg) que ocupa cada una de las fracciones de un árbol, tanto en su parte aérea (fuste y ramas) como en su parte radical (raíces). Se ha estimado la cantidad de carbono a partir de las toneladas de materia seca de cada especie procedente de pies mayores (diámetro normal superior a 7,5 cm) y la procedente de los pies menores (diámetro normal entre 2,5 y 7,5 cm), siguiendo la clasificación del IFN3.

La estimación de carbono procedente de la fracción arbustiva, tanto de las zonas arboladas como de las no arboladas, se realiza a partir de la aplicación de la fórmula de estimación de biomasa de matorral para la España peninsular y balear de Montero et al. (2020) en su publicación “Producción de biomasa y fijación de carbono por los matorrales españoles y por el horizonte orgánico superficial de los suelos forestales” a partir de los datos de altura media y fracción de cabida cubierta proporcionados por las teselas del IFN3 y del MFE200 y de los coeficientes de transformación de carbono a CO₂.

El resultado final es la obtención de las cantidades de carbono fijado en la vegetación de los ecosistemas forestales en toneladas (tn) CO₂ equivalente (arbolado forestal, matorral y pastizales) en la Comunitat Valenciana¹

¹ teniendo en cuenta que los datos de partida están referenciados al estrato y no a las teselas, la distribución de biomasa en el territorio ha de tomarse como una aproximación la realidad.

1.2 Cálculo del stock de carbono en la vegetación forestal

La metodología para la cuantificación de carbono en vegetación de los ecosistemas forestales

valencianos se ha basado en la metodología de cuantificación de biomasa forestal desarrollada por AIDIMME para VAERSA en el PATFOR (2011) y se ha ampliado actualizando la cantidad de biomasa existente desde la base cartográfica del IFN de 2006 a 2020 a partir de los crecimientos corrientes de cada especie en cada estrato forestal para cada provincia, actualizando los valores de biomasa sobre las teselas que han sufrido algún incendio desde 2006 a 2019 con los datos del SIOSE e incorporando nuevos polígonos forestales del SIOSE (forestal arbolado, matorral y pastizal) no contemplados por la cartografía del IFN3 o MFE con la asignación del carbono media representativa por especies.

1.2.1 Cuantificación de carbono en sistemas forestales

La cuantificación de carbono se realiza en base al año de referencia del IFN3, 2006. Es por ello que su actualización a 2020 se realiza en el siguiente apartado sumando los crecimientos en carbono de los sistemas forestales desde 2006-2020.

1.2.1.1 Fracción arbórea

La cantidad de carbono procedente de la fracción arbórea en los ecosistemas forestales resulta de la suma de las cantidades de carbono contenidas en los pies mayores y menores en cada tesela.

Pies mayores

A partir del dato medio de volumen con corteza del fuste de los pies mayores (VCC en m³/ha) de cada especie en cada estrato proporcionado por el IFN3 y aplicando la *densidad básica de la madera* (Peraza et al, 2004 y Gutiérrez et al, 1997), se obtiene la materia seca en peso (g) del fuste de los pies mayores de cada una de las especies de cada estrato. A partir de éste se obtiene el peso seco del árbol completo (fuste, ramas, hojas y raíces) aplicando los valores modulares de biomasa seca de Montero et al. (2005). Tras ello, se aplican los porcentajes de peso de carbono contenido en la materia seca a cada especie (Ibáñez et al. 2002; IPPC, 1996, en caso de no existir valores específicos para la especie) para obtener el contenido en carbono y mediante el sumatorio de este carbono para todas las especies presentes en la tesela se obtiene la cantidad total de carbono por tesela en toneladas (tn). En la tabla 1 se muestran los calores y coeficientes aplicados a cada especie.

En los estratos correspondientes a árboles de ribera y otras frondosas se toma como especie principal para el cálculo, la especie más abundante² con información en la publicación de Montero et al. (2005), simplificando así la realidad a falta de datos más precisos.

² Para árboles de ribera se toma como especie principal: *Fraxinus* spp (Alicante) y *Populus* spp. (Valencia). Para otras frondosas se toma como especie principal: *Olea europaea* (Alicante y Valencia) y *Populus* spp. (Castellón).

Pies menores

Para calcular la cantidad de carbono almacenada en los pies menores, se estima en primer lugar la biomasa en peso seco a partir del volumen del fuste de un pie menor tipo a partir de los datos disponibles en el IFN3 (diámetro medio; altura media y número de pies menores por hectárea de cada especie en el estrato).

Partiendo de la biomasa seca del fuste, se calcula la biomasa del árbol completo de los pies menores empleando los coeficientes de Montero et al. (2005) para pies con un diámetro medio de 5 cm, así como la biomasa correspondiente al crecimiento y mediante

la aplicación de los porcentajes de carbono contenido en el peso seco por especie, se obtiene el incremento de carbono anual y se multiplica por el número de años transcurridos desde 2006 hasta la actualidad.

Con ello, se obtiene la cantidad (tn) de carbono total existente procedente de pies menores en la tesela, que multiplicado por el peso molecular del CO₂, ofrece la cantidad de CO₂ equivalente almacenado en la fracción de pies menores.

Especie	Densidad básica (Kg/m3)	Coefficiente de peso de la materia seca del fuste sobre el árbol completo	Porcentaje (%) en peso de carbono
<i>Pinus halepensis</i>	0,38	0,37	49,90
<i>Pinus pinaster</i>	0,45	0,62	51,10
<i>Pinus nigra</i>	0,48	0,51	50,90
<i>Populus x canadensis</i>	0,48	0,27	47,50
<i>Quercus ilex</i>	0,74	0,18	47,50
<i>Juniperus thurifera</i>	0,50	0,36	47,50
<i>Ceratonia siliqua</i>	0,63	0,18	50,00
Árboles de ribera	0,55	0,27	50,00
Otras frondosas	0,76	0,20	50,00
<i>Olea europaea</i>	0,76	0,20	47,30
<i>Pinus sylvestre</i>	0,43	0,56	50,90
<i>P pinea</i>	0,48	0,36	50,80
<i>Q faginea</i>	0,63	0,25	48,00
<i>Q suber</i>	0,66	0,32	47,20
<i>J oxicedrus</i>	0,50	0,22	50,00

Tabla 1. Valores aplicados para la obtención del contenido en carbono de cada especie a partir del volumen del fuste.

1.2.1.2 Fracción arbustiva bajo arbolado

A partir de la “tabla 6 PCMatorral” del IFN3 donde se describen las principales especies de matorral, con su fracción de cabida cubierta y altura media, se calcula para parcela una altura media de matorral a partir de la ponderación de la altura de cada una de las especies por su porcentaje relativo de ocupación (fracción de cabida cubierta de esa especie respecto a la fracción de cabida cubierta total en esa parcela).

Una vez obtenida la altura media de matorral con su fracción de cabida cubierta, se aplica la fórmula de Montero et al. (2020) de matorral para estimación de biomasa de matorral para la España peninsular y balear. Multiplicando el valor obtenido de biomasa seca por el porcentaje medio de carbono (0,4999) para las principales especies de

arbustados y matorrales españoles (Montero et al. 2020) y este valor por el peso molecular de CO₂, se obtiene la cantidad de CO₂ almacenado en cada parcela de campo.

Tras ello, se geolocaliza cada parcela de campo en cada tesela del IFN para asignarle el estrato al que corresponde según la provincia y se calculan los valores medios de CO₂ para el matorral bajo arbolado de cada estrato para cada provincia. Estos valores de t CO₂ medios por estrato se asignan a cada tesela en función del estrato al que pertenezca.

1.2.1.3 Fracción arbustiva en sistemas forestales no arbolados

Para la cuantificación del carbono en los sistemas forestales no arbolados, en primer lugar, se selecciona del estrato 0 del IFN los tipos estructurales del MFE que no presentan vegetación superior. Concretamente, los siguientes:

- 4. Complementos del bosque
- 5. Temporalmente desarbolado (Talas)
- 6. Temporalmente desarbolado (incendios)
- 7. Temporalmente desarbolado (fuegos naturales)
- 8. Matorral
- 9. Herbazal
- 10. Monte sin vegetación superior
- 17. Humedal
- 35. Pastizal-matorral

Cada tesela perteneciente a estos tipos estructurales dentro del estrato 0 presenta una altura por rangos de matorral junto con una fracción de cabida cubierta total del matorral. Cuando no existen datos sobre la fracción de cabida cubierta se ha supuesto un 50% de cobertura del suelo. Tomando como altura media de cada tesela la media de los valores mínimo y máximo en los rangos, y aplicando la fórmula general para matorral de Montero et al. (2020) se obtiene la cantidad de biomasa en toneladas por hectárea para cada tesela.

A este valor se le suman los incrementos en biomasa calculados por la fórmula general de incremento de biomasa anual para matorral de Montero et al. (2000), resultado del incremento anual calculado, por el número de años (15) desde 2006-2020. Este valor total de toneladas de biomasa se multiplica por el coeficiente de carbono contenido en biomasa (materia seca) (0,4999 recomendado por Montero et al. (2020)) y se multiplica por la relación del peso molecular entre CO₂ y carbono (44/12), obteniéndose las toneladas por hectárea de CO₂ equivalente, que multiplicado por las hectáreas de la tesela darán las toneladas de CO₂ equivalente fijadas en la misma procedente de la fracción arbustiva en las teselas forestales no arboladas.

1.2.2 Actualización de la cuantificación de carbono en sistemas forestales a 2020

1.2.2.1 Fracción arbórea

Se calcula el incremento de volumen anual que corresponde a cada parte de los pies mayores y menores partiendo del dato medio de incremento anual del volumen con corteza de los fustes de los pies mayores de cada especie en cada estrato (IAVC en m³ por hectárea y año) y considerando que el crecimiento del árbol se distribuye en los mismos porcentajes que propone Montero et al. (2005) de cada una de las partes del árbol respecto al fuste.

A partir de los porcentajes de carbono contenido en el peso seco por especie, se obtiene el incremento de carbono anual y se multiplica por el número de años desde 2006 (año de la información de base del IFN3) a 2020, obteniendo así el incremento total de carbono para cada tesela desde 2006 la actualidad.

A continuación, a la cantidad total de carbono existente en cada tesela en 2006, se le suma su incremento total hasta 2020, obteniendo así la cantidad (tn) de carbono total existente procedente de pies mayores en la tesela. Este valor, multiplicado por el peso molecular del CO₂, ofrece la cantidad de CO₂ equivalente almacenado en la fracción de pies mayores.

1.2.2.2 Fracción arbustiva bajo arbolado

En base a los datos de altura media y fracción de cabida cubierta de matorral obtenidas a partir de la “tabla 6 pCMatorral” (IFN3, 2006), se calcula el incremento anual de

biomasa del matorral aplicando la fórmula general de crecimiento para matorral de Montero et al. (2020) y se multiplica por el número de años desde 2006 a 2020. El resultado se transforma de nuevo a toneladas de CO₂ incrementadas por tesela que se suman a las toneladas existentes en 2006.

1.2.2.3 Fracción arbustiva en sistemas forestales desarbolados

A partir de la altura media y fracción de cabida cubierta calculada los tipos estructurales 4-10, 17 y 35 del estrato 0 del IFN3, se aplica la fórmula general de incremento de biomasa anual para matorral de Montero et al. (2000) y el resultado se multiplica por el número de años transcurridos desde 2006-2020 (15).

Este valor total de toneladas de biomasa se multiplica por el coeficiente de carbono contenido en biomasa (materia seca) (0,4999 recomendado por Montero et al. (2020)) y se multiplica por la relación del peso molecular entre CO₂ y carbono (44/12), obteniéndose las toneladas por hectárea de CO₂ equivalente incrementadas, que multiplicado por las hectáreas de la tesela darán las toneladas de CO₂ equivalente fijadas en la misma procedente de la fracción arbustiva en las teselas forestales no arboladas. El resultado se transforma de nuevo a toneladas de CO₂ incrementadas por tesela que se suman a las toneladas existentes en 2006.

1.2.3 Actualización del suelo forestal

La capa de carbono fijado generada por la integración de las teselas forestales sobre sistemas arbolados y desarbolados presenta la información sobre CO₂ equivalente fijado por los sistemas forestales en el año 2020 de no haberse dado cambios en los usos del suelo y seguir en las mismas condiciones que en 2006.

Con tal de actualizar esta información para adaptarla a la realidad, se han modificado los valores de carbono sobre las superficies afectadas por los incendios forestales acaecidos durante este período, las nuevas superficies forestales en caso de procesos silvogénesis y las superficies afectadas por otros posibles cambios de uso del suelo. Para ello, se han recalculado las cantidades de CO₂ fijado atendiendo a la información aportada por los incendios forestales y las coberturas de suelo del SIOSE (2014).

1.2.3.1 Superficies afectadas por incendios forestales

Se extraen las superficies afectadas por incendios de la capa de incendios forestales desde 1993- 2019 (ICV, 2019), tomando tan sólo los incendios desde 2006 hasta 2014. En estas teselas forestales afectadas por incendio se aplican los valores de carbono correspondientes calculados según los datos proporcionados por SIOSE (2014) aplicando la metodología descrita en el siguiente apartado.

1.2.3.2 Ajuste de superficie forestal según el SIOSE

Se superponen las capas del SIOSE y la de las teselas forestales procedentes del MFE e IFN3 actualizadas sin las superficies incendiadas, obteniéndose nuevos polígonos donde la única información proporcionada sobre la cobertura forestal viene dada por el SIOSE según la clasificación que muestra la tabla 2.

El SIOSE, aparte de proporcionar información sobre el tipo de cobertura de un polígono, indica el porcentaje de cobertura de las tipologías presentes en el polígono, por lo que con esta información se calcula la superficie en hectáreas correspondiente a cada tipo de cobertura. Por otra parte, a cada polígono se le asigna la provincia a la que pertenece con el objetivo de realizar una cuantificación más detallada de las cantidades de CO2 fijado por cobertura por provincia.

PASTIZAL	PST	300
ARBOLADO FORESTAL		310
Frondosas		311
Caducifolias	FDC	312
Perennifolias	FDP	313
Coníferas	CNF	316
MATORRAL	MTR	320

Tabla 2. Códigos de las distintas coberturas forestales en el SIOSE (2014)

1.2.4 Cuantificación de carbono forestal en base al SIOSE

De modo general, se calculan los valores de CO2 por hectárea para cada una de las coberturas forestales que presenta el SIOSE (excepto para pastizal), tomando como referencia los valores medios obtenidos por estratos y provincias para los sistemas arbolados (pies mayores y menores junto con matorral bajo arbolado) y matorral desarbolado.

Con tal de estimar el contenido total de CO₂ fijado en cada polígono, se hace un sumatorio de los valores de CO₂ equivalente por hectárea de cada cobertura por la superficie que ocupa cada una de ellas.

A continuación, se detalla la metodología de cálculo para los valores de CO₂ equivalente por hectárea según las coberturas forestales recogidas en el SIOSE: arbolado forestal, matorral y pastizal.

1.2.4.1 Cuantificación del carbono en arbolado forestal

Para la obtención de la cantidad de carbono fijado en las distintas coberturas del SIOSE de “Arbolado forestal”, se calculan, a partir de las tablas resultantes del cálculo de los valores de arbolado (pies mayores y pies menores) y matorral bajo arbolado cada tesela del IFN (apartados 3.2.2.1 y 3.2.2.2 de la metodología), los valores medios de CO₂ por hectárea almacenados por cada estrato para cada provincia resultado del CO₂ fijado por la fracción de arbolado más su fracción de matorral bajo arbolado correspondiente.

Con tal de asignar un valor a cada categoría de “Arbolado forestal” del SIOSE, se clasifican los estratos de cada provincia por la dominancia de las especies frondosas (caducifolias o perennifolias) o coníferas en ese estrato.

Así pues, se consideran estratos de coníferas los estratos 1-4 de la provincia de Alicante, del 1-6 y el 9 de la provincia de València y los estratos 1-8 y el 17 de la provincia de Castellón. En cuanto a las frondosas perennifolias, se consideran el estrato 5 y 6 de Alicante, 7 y 8 en València, y 9-12 y 14-16 en Castellón. Por último, se consideran estratos con dominancia de frondosas caducifolias los estratos 7, 10 y 13 de las provincias de Alicante, Valencia y Castellón, respectivamente.

Los valores de CO₂ equivalente fijado para cada una de estas coberturas del SIOSE resultan del promedio de CO₂ eq por Ha de cada estrato donde domina esta cobertura, ponderado por la superficie que cada estrato ocupa en cada provincia.

1.2.4.2 Cuantificación del carbono en matorral

La cobertura “matorral” del SIOSE, se interpreta como matorral desarbolado al no ser posible conocer si existe arbolado según la información proporcionada por el SIOSE. La

cantidad de carbono fijada por el matorral bajo arbolado se ha cuantificado dentro de la categoría de “Arbolado forestal” del SIOSE.

Para el cálculo de carbono fijado en matorral, se toma el valor medio de CO₂ contenido en cada tipo estructural desarbolado del MFE (a partir de los valores obtenidos a través de la metodología descrita el apartado 3.2.2.3 para los sistemas forestales no arbolados) y se calcula el área ocupada por cada tipo estructural en cada provincia. Calculando una media ponderada del valor del matorral de cada tipo estructural por la superficie que ocupan, se estima un valor de CO₂ medio por hectárea para matorral por provincia.

Cabe señalar, que y, por tanto, no se tienen en cuenta los valores calculados para matorral bajo arbolado. Los resultados de CO₂ fijado por hectárea se reflejan en la Tabla 3. La tabla 3 presenta los valores de CO₂ equivalente fijado por hectárea adoptados para cada cobertura forestal del SIOSE.

	Stock CO ₂ equivalente/Ha		
	Castellón	Valencia	Alicante
Pastizal	14,20	14,20	14,20
Coníferas	222,73	166,18	177,23
Fronosas caducifolias	267,80	243,63	242,74
Fronosas perennes	329,17	185,23	225,00
Matorral	71,00	79,78	62,33

Tabla 3. Toneladas de CO₂ equivalente medio fijado por hectárea por cada tipo de cobertura forestal del SIOSE

1.2.4.3 Cuantificación del carbono en pastizales

La categoría de “pastizales” se considera como un prado entendiendo por prado una *“Comunidad vegetal-herbácea-espontánea densa y húmeda, siempre verde, aunque puede haber cierto agostamiento en verano, producida por el hombre o la acción del pastoreo. Se puede aprovechar por siega o pastoreo indistintamente. La humedad puede provenir del riego”* (Ferrer et al. 2001).

Para los pastizales, se toma como referencia la cantidad de biomasa total media por hectárea estimada por Montero et al. (2020) para la agrupación vegetal “Matorrales de labiadas y tomillares” que incluye estepas leñosas, pastizales leñosos y afines (7,76 tn/ha) y se transforma su valor a toneladas de CO₂ equivalente fijado por hectárea multiplicando por el factor 1.83 de transformación de biomasa seca a CO₂ equivalente.

1.3 Stock de carbono en la vegetación forestal

La estimación del stock total de CO₂ fijado en la vegetación sobre suelos forestales es la resultante de la suma de la cantidad de CO₂ fijada por los sistemas forestales arbolados y matorral desarbolado calculada a partir de los datos proporcionados por el MFE y el IFN3 más la cantidad de CO₂ fijada por el arbolado forestal, matorral y pastizal calculada a partir de los datos del SIOSE (2014). Con ello, obtenemos para cada polígono de la cartografía un valor total de CO₂ fijado en toneladas, que dividido por la superficie de ese polígono resultará en una cantidad de CO₂ equivalente medio fijado por hectárea.

Como resultado, se obtiene que la vegetación forestal constituye un sumidero de 185.848.765 toneladas de CO₂ equivalente en la Comunitat Valenciana.

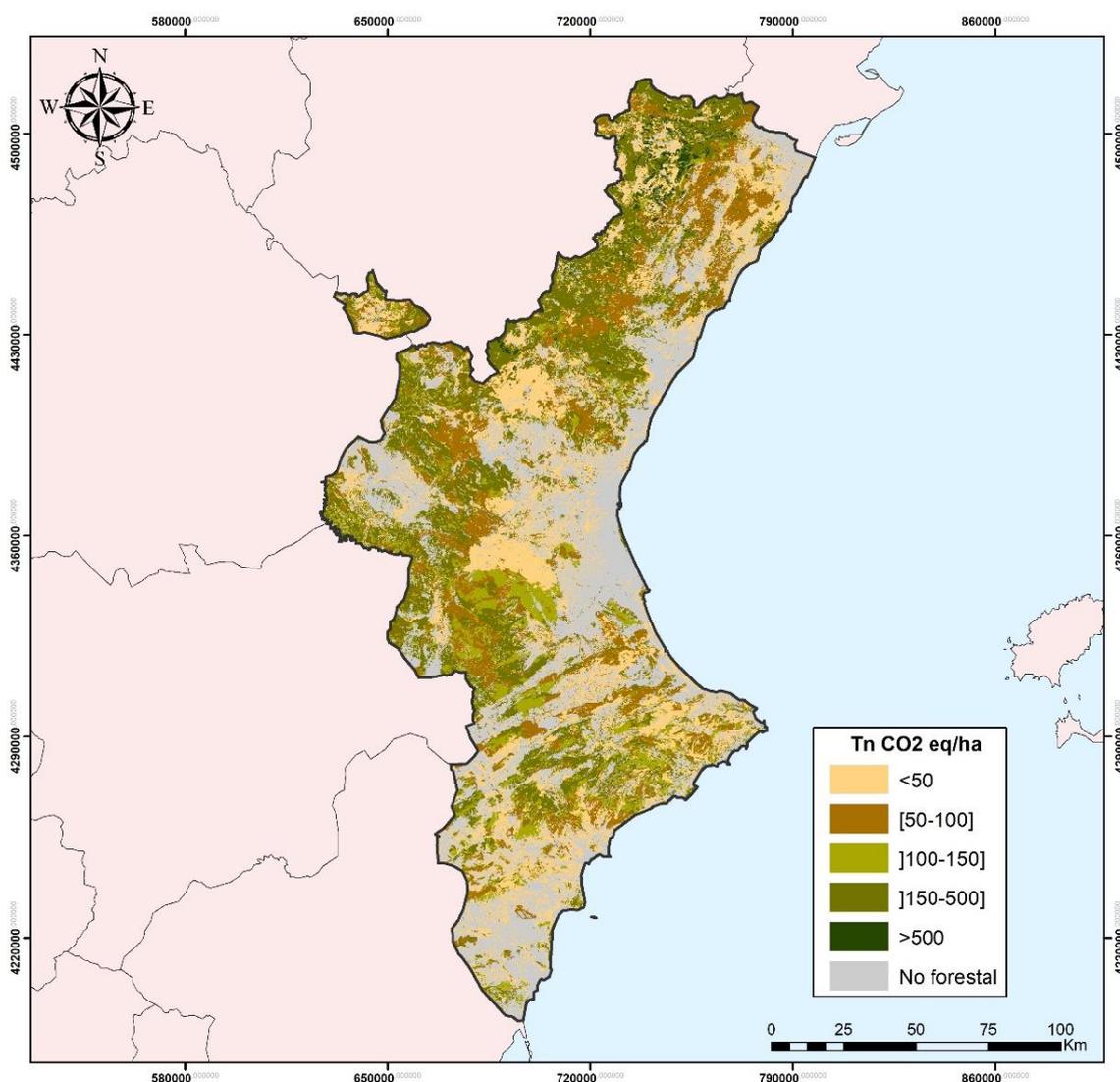


Figura 1. Cantidad de CO₂ fijado por hectárea en los sumideros forestales

1.4 Cálculo de la fijación anual en la vegetación forestal

1.4.1 Fijación anual en las teselas forestales del IFN

La descripción de la metodología para el cálculo de la fijación anual en las teselas del IFN viene reflejada en el apartado 3.2.1 del presente documento

1.4.2 Fijación anual en los polígonos con coberturas forestales del SIOSE

1.4.2.1 Fijación anual de carbono en arbolado forestal

Para el cálculo del carbono anual fijado en las distintas coberturas del SIOSE de “Arbolado forestal”, se calculan, a partir de los incrementos anuales de los valores de arbolado y matorral bajo arbolado cada tesela del IFN (según la metodología descrita el apartado 3.2.2), los valores medios de CO₂ por hectárea almacenados por cada estrato para cada provincia resultado del CO₂ fijado por la fracción de arbolado (pies mayores y menores) más su fracción de matorral bajo arbolado correspondiente.

Con tal de asignar un valor de fijación anual a cada categoría de “Arbolado forestal” del SIOSE, se clasifican los estratos de cada provincia por la dominancia de las especies frondosas (caducifolias o perennifolias) o coníferas en ese estrato.

Así pues, se consideran estratos de coníferas los estratos 1-4 de la provincia de Alicante, del 1-6 y el 9 de la provincia de València y los estratos 1-8 y el 17 de la provincia de Castellón. En cuanto a las frondosas perennifolias, se consideran el estrato 5 y 6 de Alicante, 7 y 8 en València, y 9-12 y 14-16 en Castellón. Por último, se consideran estratos con dominancia de frondosas caducifolias los estratos 7, 10 y 13 de las provincias de Alicante, Valencia y Castellón, respectivamente.

Los valores de CO₂ equivalente anual fijado para cada una de estas coberturas del SIOSE resultan del promedio del incremento anual CO₂ eq por Ha de cada estrato donde domina esta cobertura, ponderado por la superficie que cada estrato ocupa en cada provincia.

1.4.2.2 Fijación anual de carbono en matorral

Para el cálculo del incremento anual de carbono fijado en matorral, se toma el valor medio de incremento anual de CO₂ contenido en cada tipo estructural desarbolado del MFE (a partir de los valores obtenidos a través de la metodología descrita el apartado

3.2.2.3 para los sistemas forestales no arbolados). Calculando una media ponderada del valor del matorral de cada tipo estructural por la superficie que ocupan en cada provincia, se estima un valor de incremento anual de CO₂ medio por hectárea para matorral por provincia.

Cabe señalar, que la cobertura “matorral” del SIOSE, se interpreta como matorral desarbolado y, por tanto, no se tienen en cuenta los valores calculados para matorral bajo arbolado.

Los resultados de fijación anual de CO₂ por hectárea se reflejan en la Tabla 4.

1.4.2.3 Fijación anual de carbono en pastizales

Se entiende que estos pastizales están permanentemente cubiertos de hierba y nunca se renueva su flora por laboreo del suelo como ocurre con los pastizales de cultivo (prados), por lo que su fijación corresponde a su crecimiento anual y no a todo su stock.

Para los pastizales, se toma como referencia la cantidad el incremento medio anual de biomasa por hectárea estimado por Montero et al. (2020) para la agrupación vegetal “Matorrales de labiadas y tomillares” que incluye estepas leñosas, pastizales leñosos y afines (0,83 tn/ha y año) y se transforma su valor a toneladas de CO₂ equivalente fijado por hectárea multiplicando por el factor 1.83 de transformación de biomasa seca a CO₂ equivalente.

La tabla 4 presenta los valores de incremento anual de CO₂ equivalente fijado por hectárea adoptados para cada cobertura forestal del SIOSE.

	Incremento CO ₂ equivalente/Ha		
	Castellón	Valencia	Alicante
Pastizal	1,52	1,52	1,52
Coníferas	8,15	6,04	7,34
Fronosas caducifolias	10,75	11,42	9,79
Fronosas perennes	12,18	8,29	10,92
Matorral	2,96	3,39	2,63

Tabla 4. Toneladas de incremento CO₂ equivalente medio anual fijado por hectárea por cada tipo de cobertura forestal del SIOSE

1.5 Fijación anual de carbono en la vegetación forestal

La estimación de la fijación anual de CO₂ equivalente fijado en la vegetación sobre suelos forestales es la resultante de la suma de la cantidad anual de CO₂ fijada por los sistemas

forestales arbolados y matorral desarbolado calculada a partir de los datos proporcionados por el MFE y el IFN3 más la cantidad anual de CO₂ equivalente fijada por el arbolado forestal, matorral y pastizal calculada a partir de los datos del SIOSE (2014). Con ello, obtenemos para cada polígono de la cartografía un valor total de CO₂ fijado al año en toneladas, que dividido por la superficie de ese polígono resultará en una cantidad de CO₂ equivalente medio fijado por hectárea y año.

Como resultado, se obtiene que la vegetación forestal fija en su crecimiento un total de 7.432.529 toneladas de CO₂ equivalente al año en la Comunitat Valenciana.

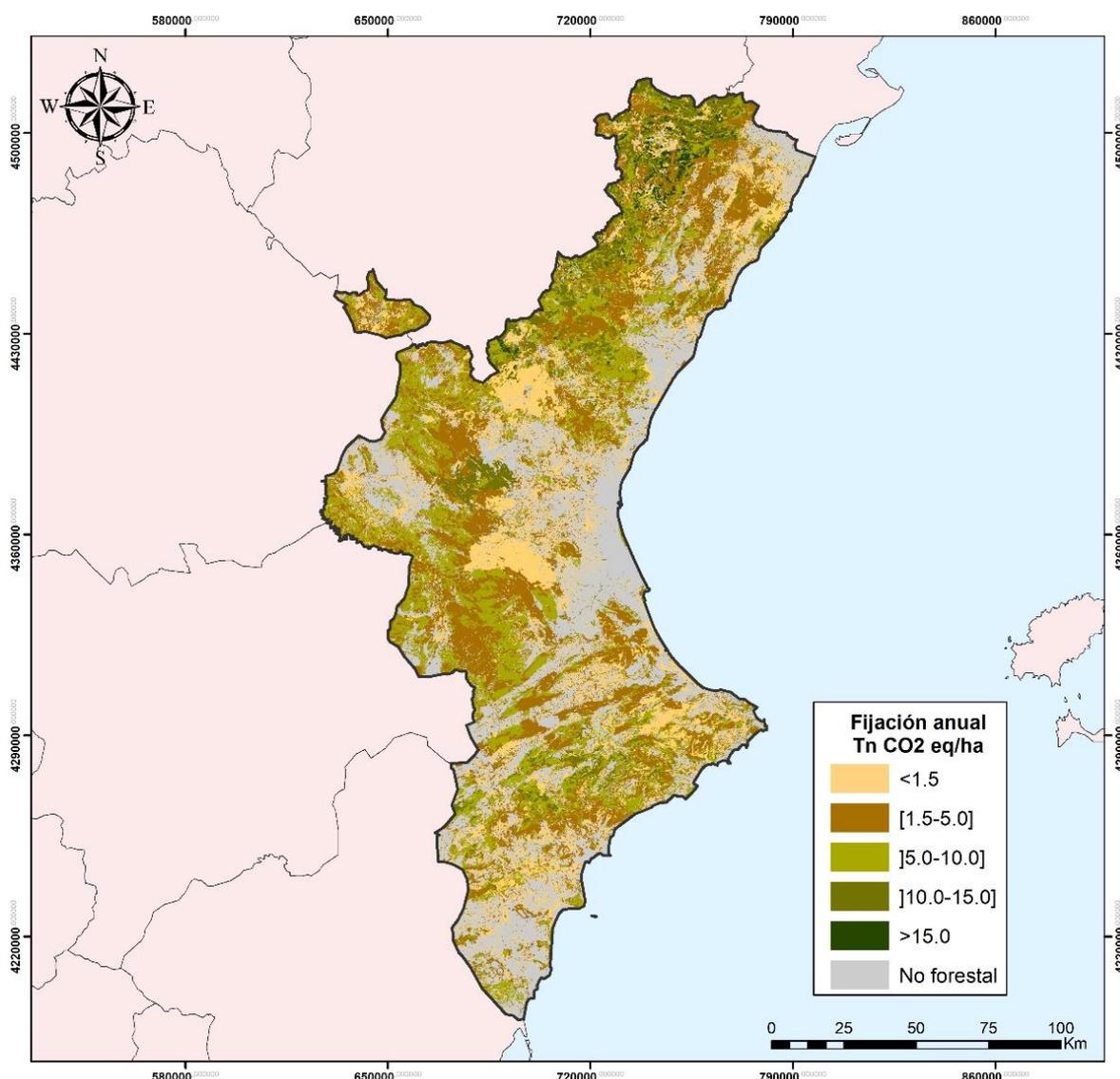


Figura 2. Fijación anual de CO₂ equivalente por hectárea en los sumideros forestales

2. METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE CARBONO FIJADO EN VEGETACIÓN AGRÍCOLA

2.1 Fuentes de información

2.1.1 Base cartográfica

Para cuantificar el carbono fijado por la vegetación sobre suelo agrícola existente en la Comunitat Valenciana se parte de los datos ofrecidos por el Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España (SIOSE, 2014).



Esta base cartográfica proporciona información de los distintos tipos de coberturas y atributos simples y compuestas. Por la parte de las coberturas simples, para la cuantificación del carbono almacenado en cultivos agrícolas se han tomado los polígonos contemplados como “Cultivos” que engloban las categorías mostradas en la tabla 5.

Por parte de las coberturas compuestas del SIOSE se han tomado las categorías de Asociación que muestra la tabla 6.

Así mismo, SIOSE asigna a cada cultivo los atributos de ser cultivos de secano, regadío y regadío no regado.

CULTIVOS			200
Cultivos Herbáceos			210
Arroz	CHA		211
Cultivos Herbáceos distintos de Arroz			212
Cultivos Leñosos			220
Frutales			221
Cítricos	LFC		222
Frutales no Cítricos			223
Viñedo			231
Olivar			232
Otros cultivos leñosos			241
Prados			290

Tabla 5. Categorías de coberturas simples agrícolas del SIOSE (2014)

ASOCIACIÓN			600
Dehesas	DHS		701
Olivar Viñedo	OVD		702
Asentamiento Agrícola Residencial	AAR		703
Huertas Familiar	UER		704
Artificial Compuesto			800

Tabla 6. Categorías de coberturas compuestas agrícolas del SIOSE (2014)

2.1.2 Fijación de CO₂ por los cultivos

Para determinar la cantidad de carbono fijada por cada tipo de cultivo, se ha realizado una extensa búsqueda bibliográfica sobre contenido en carbono y/o biomasa de los principales cultivos de la Comunitat Valenciana.

Existe una gran variabilidad en los datos obtenidos a partir de las distintas fuentes. La diversidad de las variedades de cultivos, la localización geográfica, las prácticas de cultivo y las restricciones estacionales del ciclo de los cultivos dificultan la valoración de balances de carbono de manera precisa (Lehuger et al. 2009; Moors et al., 2010; Osborne et al., 2010). Así mismo, las diferentes metodologías usadas por distintos autores para determinar carbono y/o biomasa hacen que en algunos casos se determine el carbono o biomasa total acumulado por planta o árbol, de una parte (generalmente la aérea) o la totalidad de sus fracciones (hojas, ramas, troco, raíces) o tan sólo su crecimiento anual (también total o parcial). Por otra parte, mientras algunos autores estudian la producción

primaria neta (NPP, Net Primary Production) que se trata del carbono fijado en crecimiento de los cultivos, otros hacen referencia a los intercambios netos entre los flujos de fijación y emisiones del ecosistema (NEE, Net Ecosystem Exchange). Por último, la gran diversidad de edades, densidades de plantación, número e intensidad de las podas, etc. hacen que se generen diferencias a veces notables entre los valores resultantes aún para un mismo tipo de cultivo.

En la tabla 7 se muestran los valores recopilados para distintos cultivos de referencia en la Comunitat Valenciana.

La categoría “Prados” del SIOSE, se interpreta como una pradera al pertenecer a la cobertura “Cultivos”. Según el Nomenclátor de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos (SEEP) (Ferrer et al., 2001), una pradera es un *“Cultivo polifito constituido fundamentalmente por gramíneas y leguminosas, que puede ser aprovechado por siega o pastoreo de forma indistinta”* y que forman parte de una rotación con otros cultivos, normalmente anuales.

Para los prados, se ha utilizado el valor de biomasa seca proporcionado para matorrales de labiadas y tomillares de Montero et al. (2020) ($7,76\text{tn ha}^{-1}$) y se ha transformado a toneladas de CO_2eq por hectárea.

Se han utilizado los datos más actualizados sobre superficies por cultivo por municipio (GVA, 2019) para conocer la importancia e influencia de cada cultivo de los que se han encontrado referencias bibliográficas en la Comunitat Valenciana.

Cartografía Territorial del Stock de Carbono en la Comunitat Valenciana

Cultivos	Referencia	Localización	Densidad (planta ha ⁻¹)	Biomasa (tn ha ⁻¹)	Biomasa (tn ha ⁻¹ año ⁻¹)	Fijación C anual (tn ha ⁻¹ año ⁻¹)	Fijación C (tn ha ⁻¹)
Albaricoquero	Mota et al. (2011)	Murcia	204	-	-	4,7	-
Alcachofa	Mota et al. (2011)	Murcia	7000	-	-	3,5	3,5
Algarrobo	Correia y Pestana (2016)	Portugal	33-45	7-28,5	-	-	17,7-20,1
Algarrobo	IFN3 (2006)	Castellón	100	-	-	-	-
Algarrobo	IFN3 (2006)	Valencia	100	-	-	-	-
Almendro	Esparza et al. (1999)	California	-	-	-	7,0	-
Almendro	Padilla et al. (2010)	Almería	-	-	-	1,1	-
Almendro	Kroodsma y Field (2006)	California	-	-	-	1,2	-
Almendro	Kay et al. (2019)	Mediterráneo	250	-	-	1,4	-
Arroz	MAPAMA (2016)	España	-	7,5	-	-	3,7
Avena	Mota et al. (2011)	Murcia	1280000	-	-	3,8	3,8
Brocoli	Mota et al. (2011)	Murcia	35000	-	-	6,8	6,8
Cebada	Mota et al. (2011)	Murcia	1000000	-	-	3,2	3,2
Ciruelo	Mota et al. (2011)	Murcia	570	-	-	6,3	-
Ciruelos	Kroodsma y Field (2006)	California	-	-	-	1,0	-
Cogollos	Mota et al. (2011)	Murcia	150000	-	-	6,8	6,8
Coliflor	Mota et al. (2011)	Murcia	35000	-	-	9,9	9,9
Lechuga	Mota et al. (2011)	Murcia	65000	-	-	6,9	6,9
Limonero	Mota et al. (2011)	Murcia	280	-	-	8,3	-
Limonos	Kroodsma y Field (2006)	California	-	-	-	0,6	-
Mandarino	Mota et al. (2011)	Murcia	420	-	-	3,5	-
Mandarino	Iglesias et al. (2013)	Valencia	816	60*	-	-	48,9
Mandarino	Lal Chand et al. (2016)	India	-	5,9	-	-	1,7
Manzano	Scandellari et al. (2016)	Bolzano	3300	22,7	1,4	-	-
Manzano	Scandellari et al. (2016)	Bologna	2632	28,7	1,0	-	-
Melocotonero	Mota et al. (2011)	Murcia	570	-	-	7,7	-
Melocotonero	Scandellari et al. (2016)	Matera	500	-	9,9	-	-
Melocotonero	Kroodsma y Field (2006)	California	-	-	-	1,3	-
Melón	Mota et al. (2011)	Murcia	10000	-	-	2,0	2,0
Naranja	Mota et al. (2011)	Murcia	420	-	-	5,6	-
Naranja	Kroodsma y Field (2006)	California	-	-	-	0,5	-
Naranja	Scandellari et al. (2016)	Catania	494	106,5	11,9	-	-
Naranja	Scandellari et al. (2016)	Treviso	1000	81,1	12,6	-	-
Nectarina	Mota et al. (2011)	Murcia	-	-	-	7,0	-
Olivo	Sofo et al. (2005)	Italia	156	-	-	1,7	-
Olivo	Kay et al. (2019)	Mediterráneo	250	-	-	2,0	-
Olivo	Lopez-Bellido (2017)	Andalucía	80-100	-	-	-	15,0
Olivo	Scandellari et al. (2016)	Matera	156	-	8,1	-	-
Olivo	IFN3 (2006)	Valencia	145	-	-	-	9,1
Olivo	Scandellari et al. (2016)	Livorno	513	-	10,4	-	-
Pimiento	Mota et al. (2011)	Murcia	22000	-	-	6,0	6,0
Sandía	Mota et al. (2011)	Murcia	4000	-	-	1,6	1,6
Tomate	Mota et al. (2011)	Murcia	20000	-	-	8,7	8,7
Trigo	Mota et al. (2011)	Murcia	1250000	-	-	3,8	3,8
Viñedo	Mota et al. (2011)	Murcia	820	-	-	5,2	-
Viñedo	Kroodsma y Field (2006)	California	-	-	-	0,2-0,4	-
Viñedo	Scandellari et al. (2016)	Treviso	3077	23,7	10,0	-	-
Viñedo	Scandellari et al. (2016)	Matera	4444	-	4,6	-	6,9

*60kg/árbol

Tabla 7. Referencias bibliográficas sobre carbono y/o biomasa fijado en los cultivos

2.2 Procedimiento general

2.2.1 Selección y caracterización de los cultivos

Para poder proceder a la asignación de una cantidad de carbono almacenado por tipo de cobertura, se han determinado los cultivos incluidos en cada categoría. Se han incluido los cultivos más relevantes en cuanto a superficie ocupada en la Comunitat Valenciana de los que se disponía información bibliográfica.

Los cultivos a los que se refiere cada categoría del SIOSE en la cartografía de carbono elaborada son los que aparecen en la tabla 8.

	Regadío	Secano
Cultivos Herbáceos		
Arroz	Arroz	
Cultivos Herbáceos distintos de Arroz	tomate pimientos lechuga coliflor alcachofa	avena cebada trigo
Cultivos Leñosos		
Frutales		
Cítricos	limonero naranja mandarino	-
Frutales no Cítricos	albaricoquero ciruelo melocotonero	almendro algarrobo
Viñedo	vid	
Olivar	olivo	
Otros cultivos leñosos	almendro, algarrobo	
Prados	Matorrales de labiadas y tomillares	

Tabla 8. Cultivos incluidos en cada cobertura agrícola

2.2.2 Cuantificación del stock de carbono en los cultivos

A partir de los datos proporcionados por las referencias de los distintos autores se ha utilizado una metodología según el dato disponible:

- a) Si el dato disponible es biomasa en peso seco por hectárea, se calcula el carbono total por hectárea mediante la aplicación de la relación del porcentaje medio de carbono (0,4999) en la biomasa seca según el IPCC (1996). Para obtener su valor

en términos de CO₂ fijado se multiplica su valor por el peso de la molécula de CO₂ entre el peso del átomo de carbono (44/12).

- b) Si el dato disponible es el de fijación anual de carbono, para las especies no anuales, se supone un número de años de crecimiento hasta la edad adulta o de producción del cultivo, a partir de la cual, se asume que el crecimiento anual es podado y se multiplica la cantidad de fijación anual por ese número de años. En el caso de las categorías de frutales, olivares y otros cultivos leñosos, se han tomado seis años mientras que para los viñedos se han tomado tres años. Cuando el dato del que se dispone es el crecimiento anual de biomasa en peso seco por hectárea, se calcula la fijación anual de carbono por hectárea como en el caso a) y se aplica la misma metodología.

Para especies de ciclo vegetativo anual (como por ejemplo hortalizas, verduras y cereales), la fijación anual de carbono corresponde directamente con el stock de carbono total.

- c) En el caso del algarrobo y olivo, el Inventario Forestal Nacional (IFN3) proporciona un valor medio de volumen de fuste y número de pies por hectárea por provincia. Este valor se transforma en biomasa de árbol completo a través de aplicación de la densidad básica de la madera y los coeficientes de Montero et al. (2005) para pasar de fuste a árbol completo para obtener el peso en biomasa seca por pie. Por último, se supone una densidad de plantación media de 100 árboles por hectárea para plantaciones de estos cultivos, obteniéndose así la cantidad de biomasa por hectárea. Para obtener esta cantidad en términos de carbono por hectárea, se le aplica la relación del porcentaje medio de carbono (0,4999) en la biomasa seca según el IPCC (1996). Así mismo, para obtener su valor en términos de CO₂ fijado se multiplica su valor por el peso de la molécula de CO₂ entre el peso del átomo de carbono (44/12).

Por último, una vez realizadas todas las estimaciones de contenido de carbono fijado total para cada autor, se han seleccionado aquellos valores procedentes de estudios de procedencia geográficas más cercanas y climatologías equiparables.

La tabla 9 muestra los resultados de los cálculos realizados a partir de las referencias bibliográficas seleccionadas.

Cartografía Territorial del Stock de Carbono en la Comunitat Valenciana

Cultivos	Referencia	Localización	Densidad (planta ha ⁻¹)	Fijación C (tn ha ⁻¹)
Albaricoquero	Mota et al. 2011	Murcia	204	28,2
Alcachofa	Mota et al. 2011	Murcia	7000	3,5
Algarrobo	Correia y Pestana (2016)	Portugal	33-45	18,9
Algarrobo	IFN3 (2006)	Castellón	100	9,8
Algarrobo	IFN3 (2006)	Valencia	100	14,3
Almendro	Esparza et al., 1999	California	-	42,0
Almendro	Padilla et al. 2010	Almería	-	6,8
Almendro	Kroodsma y Field (2006)	California	-	7,2
Almendro	Kay et al. 2019	Mediterráneo	250	8,2
Arroz	MAPAMA 2016	España	-	3,7
Avena	Mota et al. 2011	Murcia	1280000	3,8
Brocoli	Mota et al. 2011	Murcia	35000	6,8
Cebada	Mota et al. 2011	Murcia	1000000	3,2
Ciruelo	Mota et al. 2011	Murcia	570	37,8
Cogollos	Mota et al. 2011	Murcia	150000	6,8
Coliflor	Mota et al. 2011	Murcia	35000	9,9
Lechuga	Mota et al. 2011	Murcia	65000	6,9
Limonero	Mota et al. 2011	Murcia	280	49,8
Mandarino	Mota et al. 2011	Murcia	420	21,0
Mandarino	Iglesias et al. 2013	Valencia	816	48,9
Melocotonero	Mota et al. 2011	Murcia	570	46,2
Melón	Mota et al. 2011	Murcia	10000	2,0
Naranja	Mota et al. 2011	Murcia	420	33,6
Naranja	Scandellari et al. 2016	Catania	494	40,5
Naranja	Scandellari et al. 2016	Treviso	1000	53,1
Nectarina	Mota et al. 2011	Murcia	-	42,0
Olivo	Sofo et al., 2005	Italia	156	10,0
Olivo	Kay et al. 2019	Mediterráneo	250	11,8
Olivo	Lopez-Bellido (2017)	Andalucía	80-100	15,0
Olivo	IFN3 (2006)	Valencia	145	9,1
Pimiento	Mota et al. 2011	Murcia	22000	6,0
Sandía	Mota et al. 2011	Murcia	4000	1,6
Tomate	Mota et al. 2011	Murcia	20000	8,7
Trigo	Mota et al. 2011	Murcia	1250000	3,8
Viñedo	Mota et al. 2011	Murcia	820	6,9
Viñedo	Scandellari et al., 2016	Treviso	3077	11,8
Viñedo	Scandellari et al., 2016	Matera	4444	15,6

Tabla 9. Toneladas de carbono por hectárea fijado por cultivo.

2.2.3 Cuantificación de la fijación anual de carbono en los cultivos

A partir de los datos proporcionados por las referencias de los distintos autores (tabla 7) se ha utilizado una metodología según el dato disponible:

- a) Si el dato disponible es el de fijación anual de carbono, se utiliza este mismo dato y se obtiene una media para cada tipo de cultivo en el caso de que existan varias referencias proporcionadas por distintos autores, tomando aquellos valores procedentes de localizaciones geográficas más cercanas y climatologías equiparables.
- b) En el caso del algarrobo y olivo, a parte de las referencias de que se dispone, se utilizan los valores medios de incremento anual de volumen de fuste (IAVC) y número de pies por hectárea por provincia proporcionados por el Inventario Forestal Nacional (IFN3). Este valor se transforma en biomasa de árbol completo a través de aplicación de la densidad básica de la madera y los coeficientes de Montero et al. (2005) para pasar de fuste a árbol completo para obtener el peso del incremento anual de biomasa seca por pie.

2.3 Stock de carbono en los cultivos

Para cada cobertura de cultivos del SIOSE, se toma la media del stock acumulado de carbono en la vegetación de cada cultivo (tanto en su fracción aérea como subterránea) por hectárea ponderada por su importancia de acuerdo con la superficie relativa que ocupa cada uno de ellos en cada provincia. En el caso de coberturas que representen tan sólo un cultivo, como el caso del viñedo, del olivo o los prados, existe un solo valor común para toda la Comunitat Valenciana.

Estas cantidades se aplican a las coberturas sobre la cartografía aplicando los porcentajes de cobertura indicados por los atributos en cada polígono del SIOSE para hallar mediante la suma de cada uno de ellos el carbono total secuestrado en cada polígono.

Como resultado, se obtiene que la vegetación agrícola constituye un sumidero de 51.481.315 toneladas de CO₂ equivalente en la Comunitat Valenciana.

Stock T CO ₂ equivalente/Ha						
Sistema	Regadío			Secano		
Provincia	Castellón	Valencia	Alicante	Castellón	Valencia	Alicante
Cultivos Herbáceos						
Arroz	13,70			-	-	-
Cultivos Herbáceos distintos	23,05	22,37	21,02	12,56	12,48	12,93
Cultivos Leñosos						
Frutales						
Cítricos	150,39	139,78	157,46	-	-	-
Frutales no Cítricos	141,16	135,40	129,32	57,75	57,55	58,65
Viñedo	41,91					
Olivar	61,81					
Otros cultivos leñosos	57,75	57,55	58,65	57,75	57,55	58,65
Prados PRD	14,19					

Tabla 10.
Toneladas de carbono por hectárea fijado por tipo de cobertura de cultivos del SIOSE

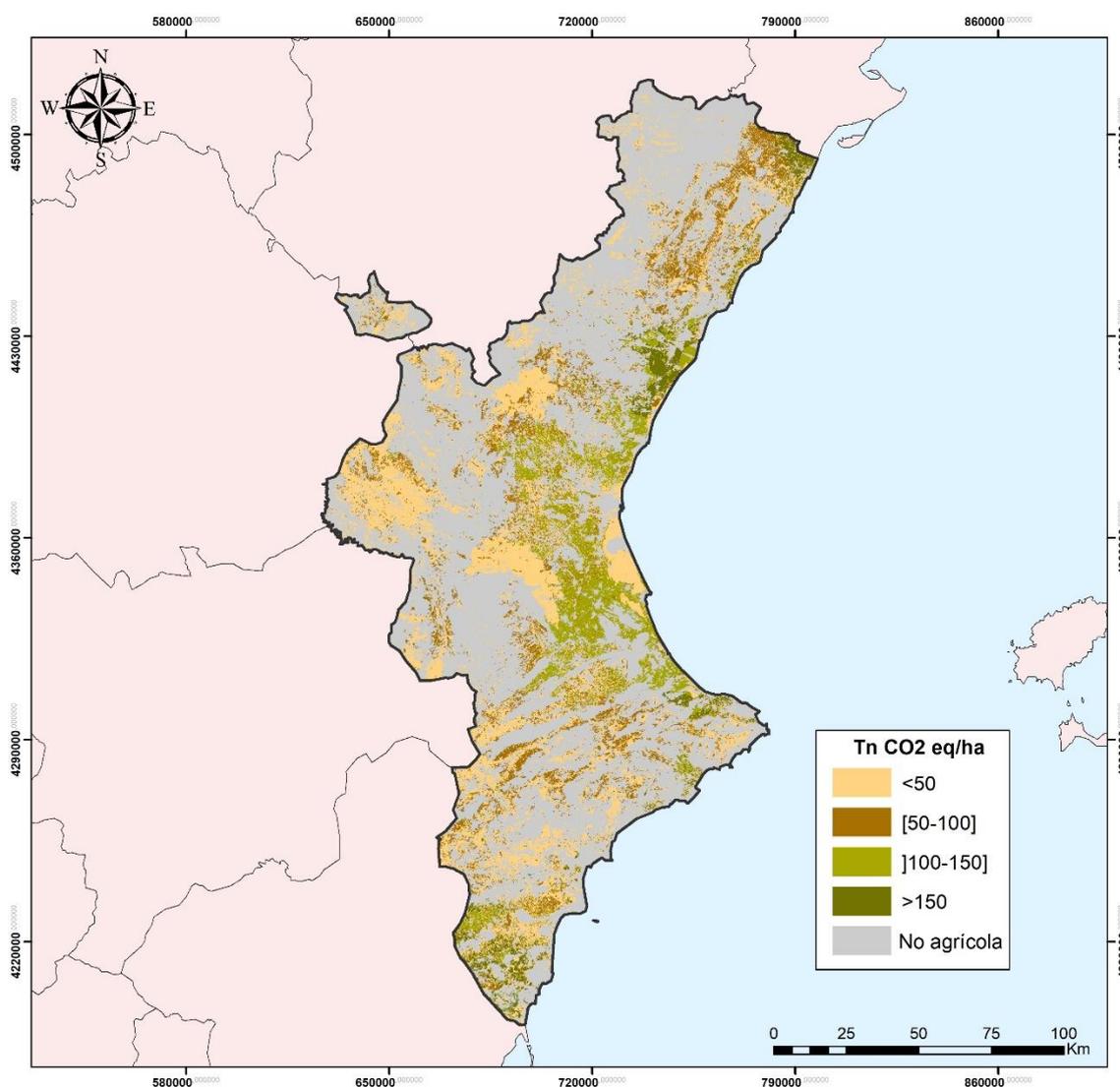


Figura 3. Cantidad de CO₂ fijado por hectárea en los sumideros agrícolas

2.4 Fijación anual de carbono en los cultivos

Para cada cobertura de cultivos del SIOSE, se toma la media del incremento anual de carbono en la vegetación de cada cultivo por hectárea ponderada por su importancia de acuerdo con la superficie relativa que ocupa cada uno de ellos en cada provincia. En el caso de coberturas que representen tan sólo un cultivo, como el caso del viñedo, del olivo o los prados, existe un solo valor común para toda la Comunitat Valenciana.

Estas cantidades se aplican a las coberturas sobre la cartografía aplicando los porcentajes de cobertura indicados por los atributos en cada polígono de SIOSE para hallar mediante la suma de cada uno de ellos el carbono total anual fijado secuestrado en cada polígono.

Al ser considerados los cultivos herbáceos, así como los prados, cultivos anuales, presentan la misma fijación anual que stock.

Cabe señalar, que las cantidades resultantes y por tanto la cartografía, no reflejan el valor neto de fijación de CO₂ equivalente, ya que no se han tenido en cuenta las podas anuales en el caso de los cultivos arbóreos. Respecto a los cultivos herbáceos, hay que considerar que se trata de especies anuales que bien mueren o son segadas una vez completado su ciclo productivo. Por tanto, los valores netos de fijación anual por parte de los distintos cultivos, serían menores a los reflejados en la cartografía, siendo la fijación de CO₂ muy próxima a cero en el caso de todos los cultivos herbáceos.

Como resultado, se obtiene que la vegetación agrícola fija en su crecimiento un total de 10.152.753 toneladas de CO₂ equivalente al año en la Comunitat Valenciana.

Fijación anual T CO ₂ equivalente/Ha						
Sistema	Regadío			Secano		
Provincia	Castellón	Valencia	Alicante	Castellón	Valencia	Alicante
Cultivos Herbáceos						
Arroz		13,70		-	-	-
Cultivos Herbáceos distintos	23,05	22,37	21,02	12,56	12,48	12,93
Cultivos Leñosos						
Frutales						
Cítricos	17,26	18,21	23,49	-	-	-
Frutales no Cítricos	21,96	22,91	16,22	8,17	7,84	9,58
Viñedo	15,40					
Olivar	11,73					
Otros cultivos leñosos	8,17	7,84	9,58	8,17	7,84	9,58
Prados PRD	14,19					

Tabla 11. Toneladas de carbono anual fijado por hectárea por tipo de cobertura de cultivos del SIOSE.

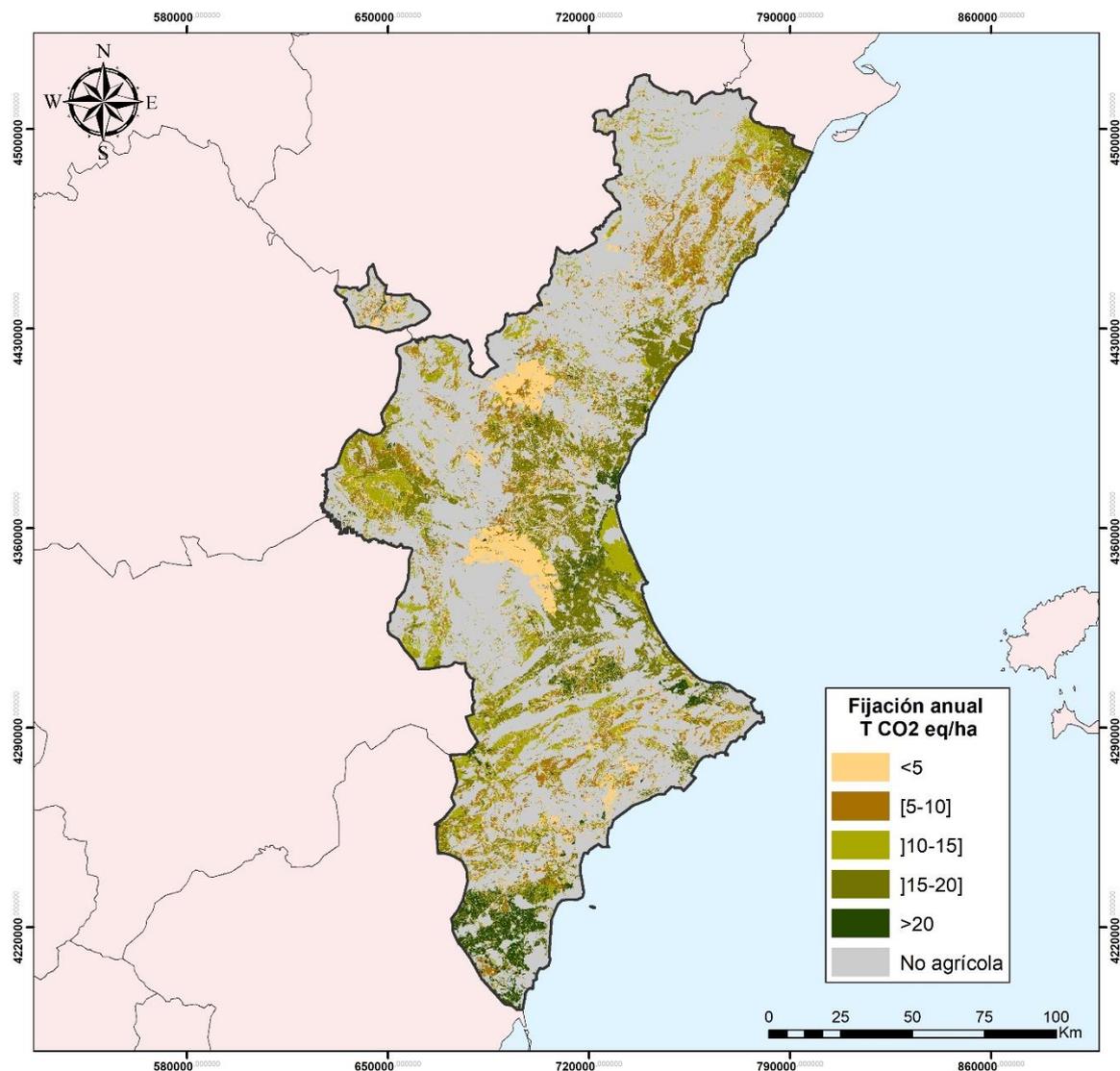


Figura 4. Fijación anual de CO₂ equivalente por hectárea en los sumideros agrícolas

3. METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE CARBONO FIJADO EN LAS ZONAS VERDES URBANAS

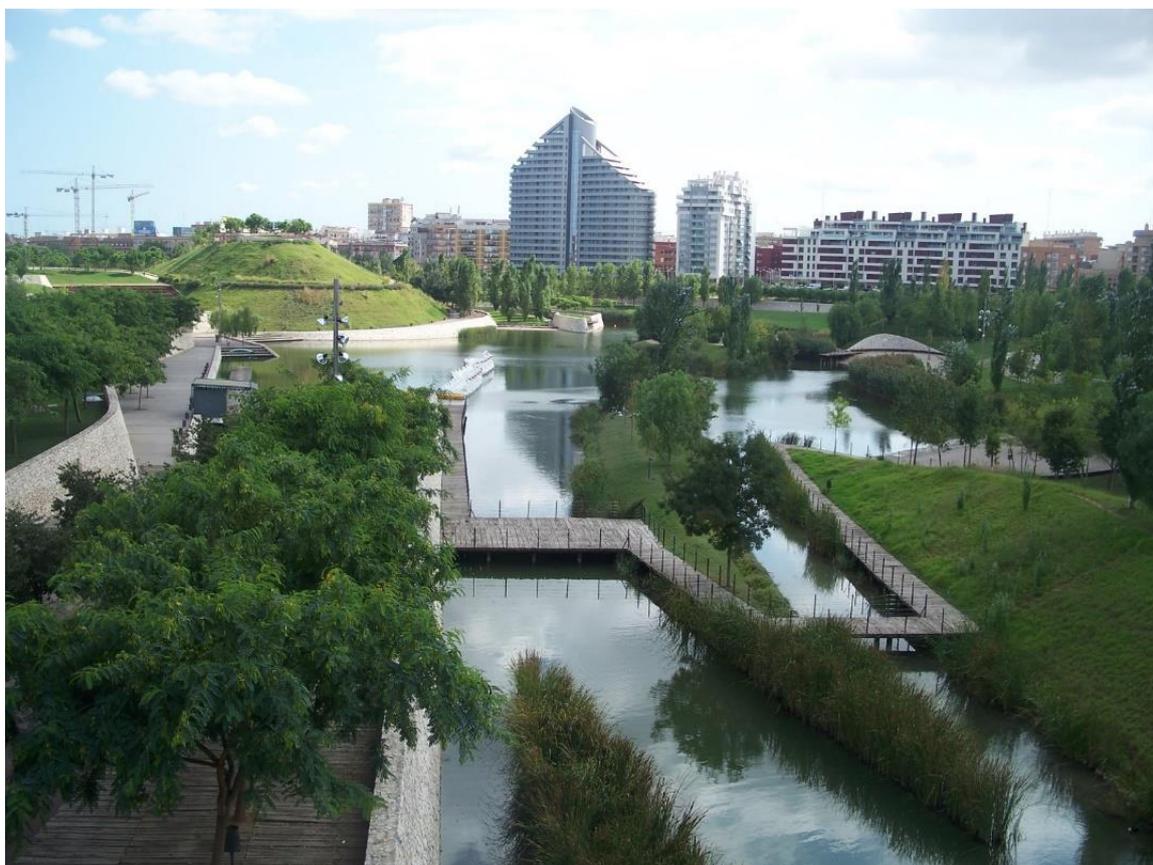
3.1 Fuentes de información

3.1.1 Base cartográfica

Para cuantificar el carbono fijado por las zonas verdes urbanas existentes en la Comunitat Valenciana se parte, en primer lugar, de los datos de ocupación ofrecidos por

el Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España (SIOSE, 2014). Concretamente, para el caso de zonas verdes, se seleccionan las coberturas simples de “Zona verde artificial y arbolado urbano” (ZAU, código 102) y la cobertura compuesta de equipamiento dotacional “Parque urbano” (EPU, código 860), que señalan la superficie dentro de un polígono del SIOSE ocupada por la vegetación urbana.

Sin embargo, el SIOSE no ofrece más detalles sobre el tipo de cobertura vegetal de las zonas verdes, por lo que, en segundo lugar, se ha procedido a utilizar como referencia la cartografía de Parques y Jardines de la ciudad de Valencia donde se georreferencia el inventario de arbolado urbano (suelo público) sobre los polígonos verdes y se detallan las especies arbóreas presentes, así como el número de pies de cada una de ellas en cada polígono.



3.1.2 Fijación de CO₂ por las zonas verdes urbanas

Para determinar la cantidad de carbono fijada por las zonas verdes urbanas, se ha realizado una extensa búsqueda bibliográfica sobre contenido en carbono y/o biomasa en los parques y jardines a nivel español e internacional.

Dado que la capacidad de secuestro total de cada sistema verde depende de la extensión de los mismos, la cobertura de árboles y arbustos y el rendimiento fotosintético de las especies presentes bajo cada clima concreto y dada la gran variedad de especies, configuración de jardines, partes arboladas, partes de césped, etc., existe una gran variabilidad en los datos proporcionados por las distintas fuentes.

Según Nowak y Crane (2002) es necesario conocer el número total de árboles que existen en todos los terrenos urbanos, así como sus alturas y diámetros con tal de estimar la fijación total de carbono sobre zonas verdes urbanas. Sin embargo, cabe señalar que, a falta de registros públicos sobre inventarios de alturas y diámetros de las fracciones arboladas en los jardines, la estimación la fijación de CO₂ por parte de las zonas verdes urbana se centrará únicamente en la fijación anual de carbono por parte de la biomasa viva. Así mismo, dada la dificultad para computar la vegetación arbustiva y herbácea de los núcleos urbanos (longitud, altura y extensión), la fijación de carbono de la biomasa viva se basa en la cuantificación de biomasa de la fracción arbórea, tanto aérea como subterránea, obviando la cantidad de carbono que pudiera estar almacenada en las coberturas de césped y setos.

La estimación del crecimiento anual del arbolado se ha basado en los datos proporcionados por especie por del Inventario Forestal Nacional (IFN3) y a partir de Montero et al. (2005) se obtiene la relación entre el crecimiento del fuste y el crecimiento total del árbol completo.

3.2 Procedimiento general

3.2.1 Selección y caracterización de las zonas verdes urbanas

Para poder cuantificar el carbono fijado por las zonas verdes, se parte de la base de datos sobre arbolado más completa y representativa en cuanto a superficie de la que se dispone, para a partir de ella, extrapolar los resultados a todos los parques y jardines de los municipios de la Comunitat Valenciana, dada la falta de la información necesaria propia de los parques y jardines de cada municipio.

La base de datos utilizada es la que proporciona la cartografía de Parques y Jardines de la ciudad de Valencia (arbolado) donde se indica el número de pies de cada especie presente en cada polígono de parque y jardín.

Cartografía Territorial del Stock de Carbono en la Comunitat Valenciana

Nombre común	Nombre científico	Total	Viarío	Jardín
Total		151.570	63.313	88.257
Naranja amargo	Citrus aurantium	12.190	8.946	3.244
Plátano de sombra	Platanus hispanica	9.879	4.935	4.944
Cinamomo	Melia azedarach	7.744	5.667	2.077
Almez	Celtis australis	7.055	2.533	4.522
Palmera mexicana	Washingtonia robusta	6.070	2.564	3.506
Aligustre del Japón	Ligustrum japonicum	5.929	3.676	2.253
Palmera datilera	Phoenix dactylifera	5.893	1.335	4.558
Arce de hoja fresco	Acer negundo	5.512	3.608	1.904
Morera blanca	Morus alba	5.190	2.640	2.550
Jacaranda	Jacaranda mimosifolia	5.114	1.606	3.508
Árbol botella	Brachychiton populneum	4.475	2.855	1.620
Ciprés	Cupressus sempervirens	4.309	194	4.115
Árbol del amor	Cercis siliquastrum	3.641	2.042	1.599
Pino piñonero	Pinus pinea	3.064	3	3.061
Tipuana palo rosa	Tipuana tipu	2.869	306	2.563
Ciruelo de Pissard	Prunus cerasifera	2.808	947	1.861
Palmera canaria	Phoenix canariensis	2.410	347	2.063
Acacia del Japón	Sophora japonica	2.368	1.316	1.052
Pino carrasco	Pinus halepensis	2.011	283	1.728
Laurel de Indias	Ficus nitida	1.855	824	1.031
Palmito	Chamaerops humilis	1.816	27	1.789
Pino de oro	Grevillea robusta	1.780	668	1.112
Álamo blanco	Populus alba	1.519	141	1.378
Falsa acacia	Robinia pseudoacacia	1.488	517	971
Fresno de hoja estrecha	Fraxinus angustifolia	1.367	496	871
Olmo de Siberia	Ulmus pumila	1.330	401	929
Fresno de flor	Fraxinus ornus	1.304	461	843
Encina	Quercus ilex	1.243	460	783
Palmera de Fortune	Trachycarpus fortunei	1.225	178	1.047
Olivo	Olea europaea	1.222	120	1.102
Palmera de California	Washingtonia filifera	1.220	243	977
Álamo negro	Populus nigra	923	53	870
Olmo	Ulmus minor	809	91	718
Tilo de Holanda	Tilia x	801	47	754
Árbol pica-pica	Lagunaria patersonii	800	559	241
Acacia de Constantinopla	Albizia julibrissin	787	278	509
Falso pimentero	Schinus molle	741	98	643
Morera japonesa	Morus kagayamae	697	545	152
Catalpa común	Catalpa bignonioides	678	290	388
Peral de flor	Pyrus calleryana	673	523	150
Jabonero de China	Koelreuteria paniculata	635	416	219
Laurel	Laurus nobilis	618	2	616
Árbol de fuego illawarra	Brachychiton acerifolium	527	421	106
Otras especies		26.981	9.651	17.330

Tabla 12. Número de árboles en suelo público municipal según especie (Oficina de Estadística, 2019)

Por su parte, el IFN3 proporciona el crecimiento (Incremento Anual de Volumen con Corteza, IAVC) para cada especie en cada provincia. De estos crecimientos se obtiene una media de crecimiento y una media de todas las especies de frondosas y otra para las especies de coníferas, que son las que muestra la Tabla 13.

	IAVC m ³ /pie mayor
<i>Árboles de ribera</i>	0,0003
<i>Ceratonia siliqua</i>	0,0004
<i>Juniperus oxicedrus</i>	0,0007
<i>Juniperus thurifera</i>	0,0014
<i>Olea europaea</i>	0,0008
<i>Otras frondosas</i>	0,0004
<i>Pinus halepensis</i>	0,0041
<i>Pinus nigra</i>	0,0023
<i>Pinus pinaster</i>	0,0027
<i>Pinus pinea</i>	0,0035
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0055
<i>Populus x canadensis</i>	0,0001
<i>Quercus faginea</i>	0,0108
<i>Quercus ilex</i>	0,0136
Coníferas	0,0029
Frondosas	0,0038
Todas las especies	0,0033

Tabla 13. Incremento anual de volumen con corteza medio por cada especie del IFN3 en las provincias de Alicante, Castellón y Valencia (Elaboración propia a partir de IFN3)

3.2.2 Cuantificación de la fijación anual de carbono en las zonas verdes urbanas

Para cuantificar la fijación anual de carbono en las zonas verdes, se obtiene en primer lugar el incremento anual en términos de biomasa seca, multiplicando el incremento anual en volumen del fuste por especie por su densidad básica y por su contenido en carbono para pasar después a incremento anual de peso de biomasa en materia seca del árbol completo multiplicando por el factor de conversión de fuste a árbol completo calculado a partir de los valores proporcionados por Montero et al. (2005).

Una vez obtenido el incremento anual de carbono fijado por cada árbol, se multiplica por la relación estequiométrica de carbono y CO₂ equivalente (44/12) para obtener el incremento anual en peso de CO₂ equivalente fijado por árbol.

A los árboles ornamentales de los cuales no se dispone su dato de su IAVC por especie, se les asigna el valor medio según se trate de conífera o frondosa, y el valor medio total de todas las especies en el caso de tratarse se especies que no pertenecen a ninguna de estas clasificaciones (palmeras, ginko, etc.)

Por último, se multiplican los valores de incremento anual en peso de CO₂ equivalente fijado por árbol por el número de árboles en cada polígono y dividiendo la resultante de la suma de todo el CO₂ equivalente fijado en todos los polígonos entre la superficie total que ocupan, se obtiene el CO₂ equivalente anual fijado por hectárea en las zonas verdes en la ciudad de Valencia que corresponde a 1,58 Tn CO₂ eq/Ha.

Concretamente, la ciudad de Valencia con una superficie verde de aproximadamente 792 hectáreas y anualmente fija 1.258 Tn de CO₂ equivalente (AVI TRUST 2030, 2019).

Este valor medio por hectárea es el que se aplicará a la superficie de ZAU para el cálculo del CO₂ equivalente fijado por las zonas verdes en cada municipio de la Comunitat Valenciana y con ello se obtienen distintos valores para cada polígono del SIOSE según los porcentajes de ZAU que contengan, tal y como muestra la Figura 7.

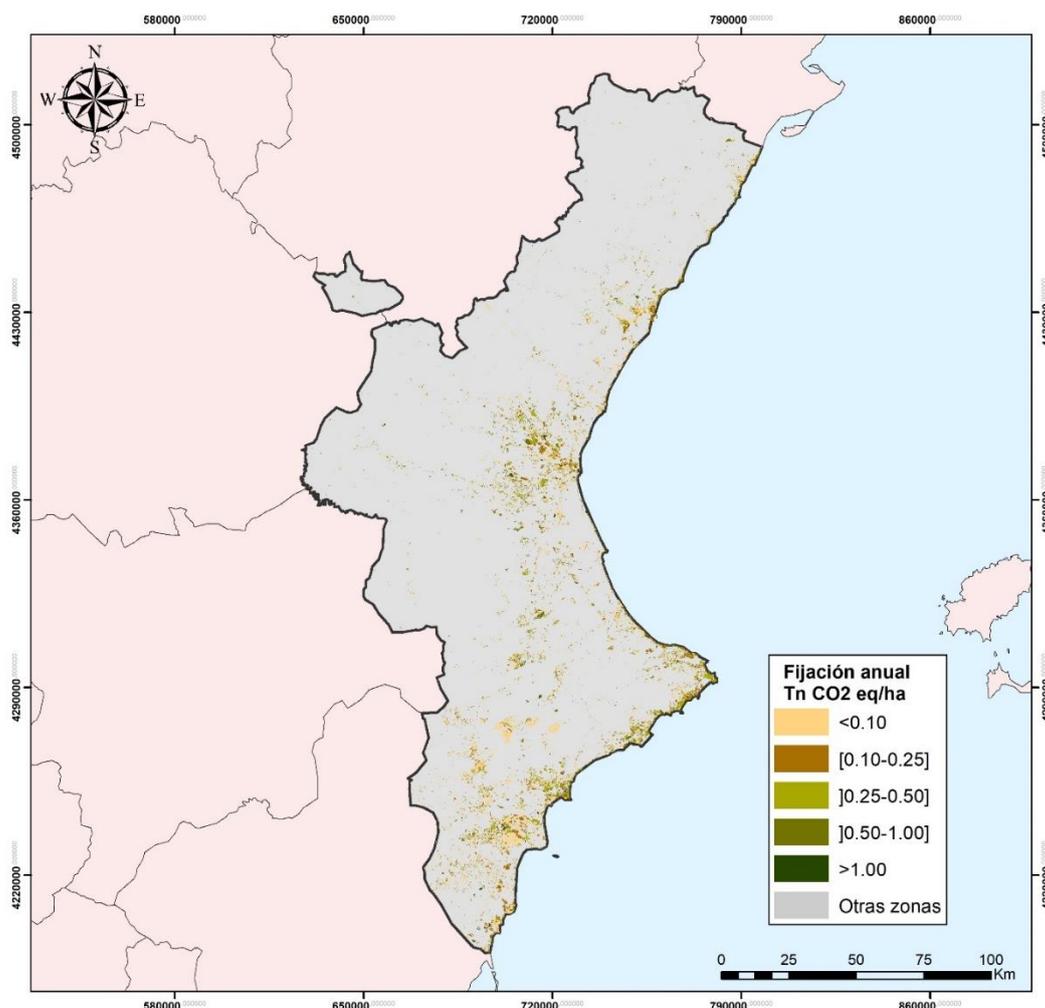


Figura 5. Fijación anual de CO₂ equivalente por hectárea en los sumideros de las zonas verdes urbanas.

Por otra parte, con tal de comparar la cantidad de zonas verdes entre municipios y, por tanto, su capacidad de fijación anual, se realiza un sumatorio de la cantidad de fijación de todas las zonas verdes por cada municipio tal y como se representa en la Figura 6, la cual permite visualizar la fijación anual media de cada uno de los municipios que depende de la superficie de zonas verdes urbanas que presenta cada uno respecto a su superficie total.

Como resultado, se obtiene que la vegetación de las zonas verdes urbanas fija en su crecimiento un total de 30.780 toneladas de CO₂ equivalente al año en la Comunitat Valenciana.

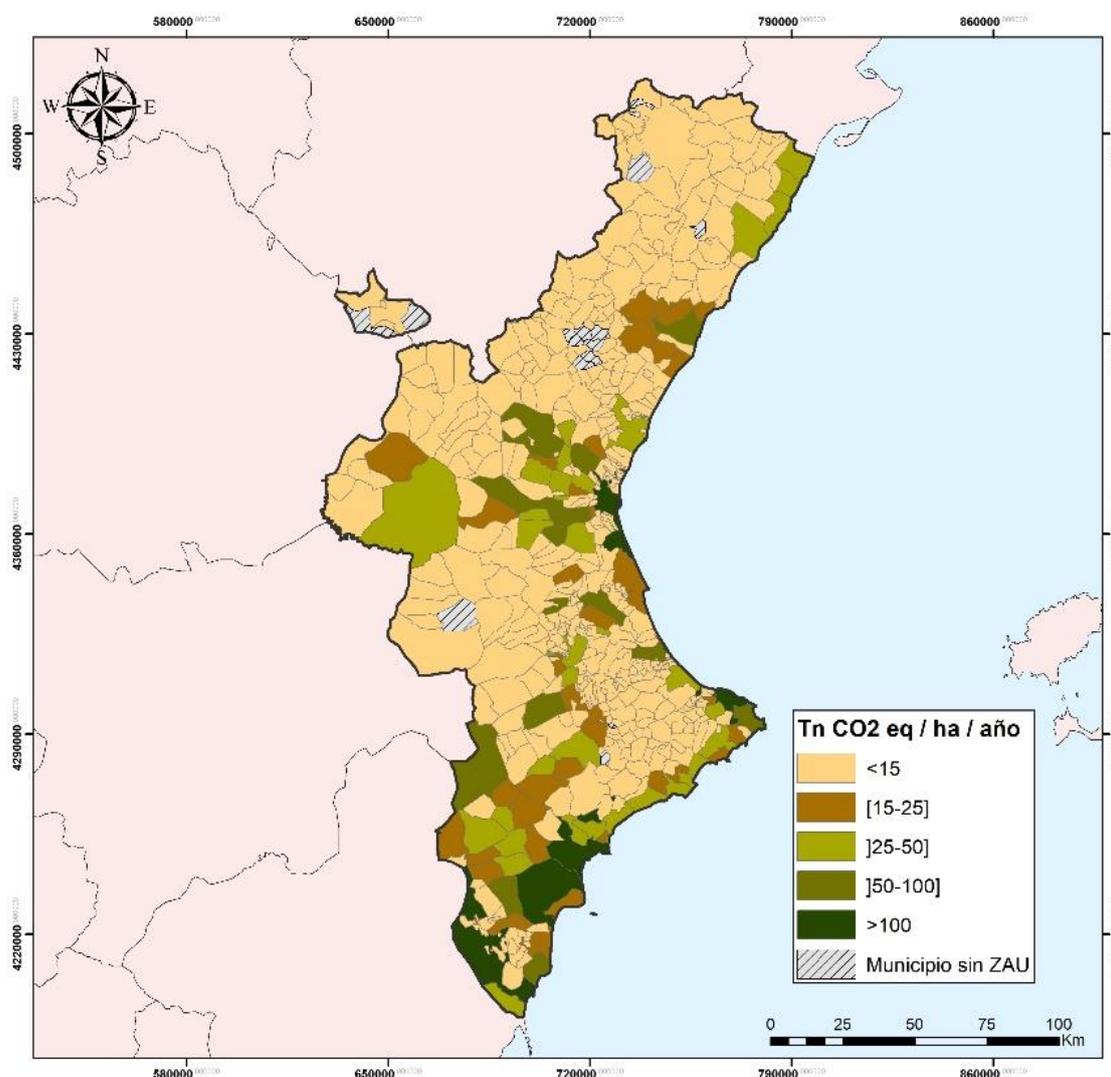


Figura 6. Fijación anual de CO₂ equivalente por hectárea fijado en los sumideros de las zonas verdes urbanas.

4. BIBLIOGRAFÍA

AVI TRUST 2030 (2019). Transición Urbana Sostenible mediante métricas para la decisión pública basadas en herramientas big data. Agencia Valenciana de la Innovación. Universitat Politècnica de València

Correia, P.J., Guerreiro, J.F., Pestana, M. (2017). Management of carob tree orchards in Mediterranean ecosystems: strategies for a carbon economy implementation. *Agroforest Syst* 91, 295–306. <https://doi.org/10.1007/s10457-016-9929-8>

Ferrer, C., Miguel, Alfonso, Olea, L. (2011). Nomenclátor básico de pastos en España. *Pastos*. 31.

Generalitat Valenciana GVA (2019). Superficies de cultivo por municipio. Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica. Generalitat Valenciana. <http://www.agroambient.gva.es/es/estadistiques-agricoles>

Ibañez J.J, Vayreda, J., Gracia, C. (2002). Metodología complementaria al Inventario Forestal Nacional en Catalunya. En: Bravo, F; del Río M.; del Peso, C. (eds.) El inventario Forestal Nacional. Elemento clave para la gestión forestal sostenible. Fundación General de la Universidad de Valladolid, p 67-77.

Iglesias DJ, Quiñones A, Font A, Martínez-Alcántara B, Forner-Giner MA, Legaz F, Primo-Millo E. (2013). Carbon balance of citrus plantations at Eastern Spain. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 171, 103–111.

Institut Cartogràfic Valencià ICV (2019). Incendis Forestals de la Comunitat Valenciana entre els anys 1993-2018 (2019 provisional). (1:5.000) Conselleria d'Habitatge, Obres Públiques i Vertebració del Territori. Generalitat Valenciana

Intergovernmental Panel on Climate Change IPPC (1996). Chapter 5: Land Use Change & Forestry. Greenhouse Gas Inventory Reference Manual. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Revised Version. London, vol. 3, 57 pp.

Inventario Forestal Nacional III, IFN3 (2007). Tercer inventario forestal nacional en las provincias de Alicante, Castellón y Valencia. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino de España. No publicado.

Kay, J.A. Wiklund, C.R. Remmer, L.K. Neary, K. Brown, A. Ghosh, E. MacDonald, K. Thomson, J.M. Vucic, K. Wesenberg, R.I. Hall, B.B. Wolfe (2019). Bi-directional hydrological changes in perched basins of the Athabasca Delta (Canada) in recent decades caused by natural processes *Environ. Res. Commun.*

Kroodsmma, D. y Field, Christopher F. (2006). Carbon sequestration in California agriculture, 1980-2000. Ecological applications: a publication of the Ecological Society of America. 16. 1975-85. 10.1890/1051-0761(2006)016[1975: CSICA]2.0.CO;2.

Lal Chand Mehta, Singh J., Chauhan P.S., Singh B., Manhas R.K. (2016). Biomass accumulation and carbon storage in six-year-old citrus *reticulata blanco* plantation. *Indian Forester*, 142 (6): 563-568, 2016.

Lehuger, S., Gabrielle, B., Oijen, M.V., Makowski, D., Germon, J.C., Morvan, T., Henault, C., (2009). Bayesian calibration of the nitrous oxide emission module of an agroecosystem model. *Agriculture, Ecosystems and Environment*.

Lopez-Bellido, P.J. (2017). Balance y huella de carbono en plantaciones de olivar en el sur de España. Universidad de Córdoba, UCOPress. <http://hdl.handle.net/10396/15090>

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación MAPAMA (2016). Arroz. <https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/producciones-agricolas/cultivos-herbaceos/arroz/default.aspx>

Montero, G., López-Leiva, C., Ruiz-Peinado, R., López-Senespleda, E., Onribia R., Pasalodos M. (2020). Producción de biomasa y fijación de carbono por los matorrales españoles y por el horizonte orgánico superficial de los suelos forestales. Madrid: INIA-Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria.

Montero, G., Ruiz-Peinado, R., & Muñoz, M. (2005). Producción de biomasa y fijación de CO₂ por los bosques españoles. Madrid: INIA-Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria.

Moors, E.J., Jacobs, C., Jans, W., Supit, I., Kutsch, W.L., Bernhofer, C., Béziat, P., Buchmann, N., Carrara, A., Ceschia, E., Elbers, J., Eugster, W., Kruijt, B., Loubet, B., Magliulo, V., Moureaux, C., Olioso, A., Saunders, M., Soegaard, H., (2010). Variability in carbon exchange of European croplands. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 139, 325–335.

Mota, C., Alcaraz-López, C., Iglesias, M., Martínez-Ballesta, M.C., Carvajal, M. (2011). Investigación sobre la absorción de CO₂ por los cultivos más representativos de la Región de Murcia. Departamento de Nutrición Vegetal CEBAS-Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Murcia, España.

Nowak D.J. y Crane D.E. (2002). Carbon storage and sequestration by urban trees in the USA. *Environmental Pollution* 116(3). DOI: 10.1016/S0269-7491(01)00214-7.

Oficina de Estadística (2019). Árboles en suelo público municipal según especie. Servicio de Jardinería Sostenible. Ayuntamiento de València.

Osborne, B., Saunders, M., Walmsley, D., Jones, M., Smith, P., (2010). Key questions and uncertainties associated with the assessment of the cropland greenhouse gas balance. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 139, 293–301.

Padilla FM, Vidal B, Sánchez J, Pugnaire FI. (2010). Land-use changes and carbon sequestration through the twentieth century in a Mediterranean mountain ecosystem: implications for land management. *J Environ Manage.* 91:2688–2695.

Plan de Acción Territorial Forestal de la Comunidad Valenciana PATFOR (2011). Conselleria de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente. Vol. 2012/2902. Valencia.

Ruiz De La Torre, J., (1990). Memoria General del Mapa Forestal de España E.1:200.000. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. ICONA. Madrid.

Scandellari, F., Caruso, G., Liguori, G., Meggio, F., Palese, A.M., Zanutelli, D., Celano, G., Gucci, R., Inglese, P., Pitacco, A. and Tagliavini, M. (2016). A survey of carbon sequestration potential of orchards and vineyards in Italy. *Eur.J.Hortic.Sci.* 81(2), 106-114. DOI: 10.17660/ejHS.2016/81.2.4. <https://doi.org/10.17660/ejHS.2016/81.2.4>

Sistema De Información Sobre Ocupación Del Suelo De España (SIOSE), 2014. Instituto Cartográfico Valenciano.

Sofo, A., Nuzzo, V., Palese, A. M., Xiloyannis, C., Celano, G., Zukowskyj, P., & Dichio, B. (2005). Net CO₂ storage in Mediterranean olive and peach orchards. *Scientia horticultrae*, 107(1), 17-24

ANEXO II: STOCK DE CARBONO EQUIVALENTE EN LOS MUNICIPIOS DE LA COMUNITAT VALENCIANA

MUNICIPIO	STOCK CO2 Tn
Morella	9.081.886
Requena	9.029.327
Ayora	4.640.174
Vistabella del Maestrat	3.349.106
la Pobla de Benifassà	3.278.607
Venta del Moro	3.105.116
Orihuela	3.042.990
Enguera	3.029.801
Chelva	2.574.867
Vallibona	2.558.761
El Toro	2.504.726
Cortes de Pallás	2.437.504
Ares del Maestrat	2.347.129
Villahermosa del Río	2.303.879
Villena	2.206.502
Utiel	2.140.736
Bicorp	2.043.536
Chiva	1.902.827
Siete Aguas	1.814.407
Tuéjar	1.814.328
Llíria	1.810.218
Jijona/Xixona	1.764.737
Mogente/Moixent	1.649.967
Vilafranca/Villafranca del Cid	1.645.075
Alcoy/Alcoi	1.631.651
Zorita del Maestrazgo	1.614.102
Culla	1.590.277
Cortes de Arenoso	1.567.524
Castalla	1.494.707
Llucena/Lucena del Cid	1.456.741
Alpuente	1.433.328
Alcalà de Xivert	1.416.888
Castellfort	1.413.510
Elche/Elx	1.386.419
Benassal	1.365.681
Sinarcas	1.319.312
Cofrentes	1.316.536
Sagunto/Sagunt	1.260.630
Onda	1.257.773
Alzira	1.257.182
Teresa de Cofrentes	1.253.031
Catí	1.247.103
Gestalgar	1.247.013
Monóvar/Monòver	1.197.079
Jalance	1.174.523

Cartografia Territorial del Stock de Carbono en la Comunitat Valenciana

Segorbe	1.164.211
Biar	1.153.603
Millares	1.145.617
Cabanes	1.143.304
Castielfabib	1.112.843
Andilla	1.108.335
Jarafuel	1.064.347
Puebla de San Miguel	1.057.482
Petrer	1.056.765
Chodos/Xodos	1.046.271
Tous	1.044.272
La Yesa	1.022.150
Benagéber	1.019.656
Titaguas	976.482
Aras de los Olmos	970.628
Caudiel	962.061
Xert	948.513
les Coves de Vinromà	937.229
Yátova	935.030
l'Alcora	929.948
Ademuz	924.864
Quesa	916.822
Tibi	910.021
Puebla de Arenoso	904.781
Vinaròs	894.076
Zucaina	884.954
Bocairent	877.907
Sierra Engarcerán	853.300
la Font de la Figuera	840.705
Buñol	833.380
Portell de Morella	807.127
Picassent	805.625
Ontinyent	790.598
la Vall d'Uixó	780.039
el Pinós/Pinoso	772.474
Fontanars dels Alforins	759.112
Castillo de Villamalefa	757.676
Atzeneta del Maestrat	755.130
Castelló de la Plana	750.124
Herbés	743.713
Altura	736.970
Xàtiva	735.685
Jérica	734.369
Villargordo del Cabriel	729.974
Serra	725.013
Cirat	722.221
Loriguilla	719.254
Montanejos	715.489
Rosell	711.771
Alicante/Alacant	710.932

Cartografía Territorial del Stock de Carbono en la Comunitat Valenciana

Ibi	708.967
Relleu	702.855
Castell de Cabres	698.499
Alcudia de Veo	695.068
Calles	693.241
Vallada	690.166
Vilamarxant	683.779
Artana	681.863
Vilafamés	679.752
Pilar de la Horadada	676.223
Sot de Chera	658.039
Borriol	645.861
Domeño	640.176
Chera	621.191
Nules	616.289
Benafigos	613.409
Pedralba	612.986
Peníscola/Peñíscola	608.650
Bétera	607.329
Penàguila	588.523
Montesa	581.586
Todolella	571.429
Cervera del Maestre	565.425
Ludiente	564.233
Cinctorres	561.540
Barracas	557.128
Pina de Montalgrao	556.097
Albocàsser	547.932
Cheste	547.276
Salinas	547.251
Tavernes de la Vallidigna	547.136
Carcaixent	541.999
Vila-real	538.921
Viver	535.408
Sueras/Suera	532.742
Useras/les Useres	532.276
Montán	527.873
Camporrobles	521.998
Albatera	518.084
Alfondeguilla	517.903
San Miguel de Salinas	515.293
Onil	514.127
Fanzara	511.224
Oliva	507.848
Bolbaite	507.514
Forcall	506.597
Zarra	504.876
Villajoyosa/la Vila Joiosa	503.700
Banyeres de Mariola	503.090
Torremanzanas/la Torre de les Maçanes	502.901

Cartografía Territorial del Stock de Carbono en la Comunitat Valenciana

Bejís	501.515
Borriana/Burriana	500.094
Crevillent	496.667
Turís	485.789
Olocau del Rey	482.178
Villamalur	477.732
Vallanca	475.474
Confrides	470.300
Sant Mateu	466.324
Benissa	463.175
Navarrés	461.942
Arañuel	457.558
Vilallonga/Villalonga	453.367
Pego	448.405
Algemesí	448.301
Chella	444.080
Canet lo Roig	441.485
Benimantell	441.230
Llombai	440.582
El Fondó de les Neus/Hondón de las Nieves	438.953
Torrent	437.773
Sax	431.944
Finestrat	424.983
Gandia	418.995
Vilanova d'Alcolea	416.829
Quatretonda	415.685
Sella	415.685
Jávea/Xàbia	413.379
Traiguera	411.949
Santa Magdalena de Pulpis	407.791
Ayódar	407.030
Cocentaina	405.024
Dénia	398.029
Algimia de Almonacid	397.156
Guadassuar	397.104
Carlet	396.881
la Salzadella	394.095
Olocau	393.460
Callosa d'en Sarrià	385.513
la Pobla Tornesa	377.137
Eslida	374.964
Azuébar	369.433
Soneja	363.616
Almoradí	363.603
Tírig	360.667
Vall de Gallinera	358.402
Nàquera/Náquera	356.004
Casinos	349.575
Agost	348.960
Monforte del Cid	343.917

Cartografia Territorial del Stock de Carbono en la Comunitat Valenciana

Riba-roja de Túria	343.799
Bugarra	342.075
Marines	337.774
Planes	337.178
Dos Aguas	333.001
Almedíjar	332.517
el Campello	328.367
Castell de Castells	323.356
Matet	320.185
Novelda	317.926
Pavías	317.202
Torralba del Pinar	317.137
Simat de la Valldigna	314.814
Chóvar	305.588
Barxeta	304.676
Santa Pola	304.619
Almenara	299.567
Aín	297.258
Vall d'Alba	292.205
Sant Jordi/San Jorge	291.566
Benicasim/Benicàssim	291.480
Betxí	288.814
Sant Joan de Moró	287.512
Sueca	282.200
Benicarló	278.257
Tales	275.655
Almassora	273.037
Altea	269.760
Guardamar del Segura	268.958
Xaló	266.677
Chulilla	264.963
la Vall d'Alcalà	260.426
Aielo de Malferit	260.332
Lorcha/l'Orxa	259.571
Godelleta	258.904
la Mata de Morella	258.371
Benlloc	258.202
Fuenterrobles	257.227
Gaibiel	256.346
Torás	254.863
Cullera	254.316
Aspe	252.825
Estivella	252.691
Agres	252.610
Vall de Almonacid	251.824
Alberic	250.469
Albaida	245.830
Llutxent	245.337
Beneixama	243.241
Busot	241.486

Cartografia Territorial del Stock de Carbono en la Comunitat Valenciana

la Romana	240.432
Costur	237.221
Benifairó de la Valldigna	236.221
Benigànim	234.064
Antella	232.140
Gátova	231.114
Montserrat	230.467
l'Alcúdia	229.874
València	228.843
Polop	228.735
Tàrbena	224.115
Albalat dels Tarongers	223.884
Villanueva de Castellón	223.306
el Puig de Santa Maria	222.731
Pedreguer	216.271
Benidorm	215.452
Benafer	215.290
Sumacàrcer	213.447
Villar del Arzobispo	212.990
Alcoleja	211.353
l'Olleria	211.206
Montroi/Montroy	208.142
Alginet	208.002
Orxeta	207.782
Elda	205.201
Corbera	196.304
Muro de Alcoy	196.234
Quatretondeta	193.286
el Castell de Guadalest	189.079
Oropesa del Mar/Orpesa	187.503
Sacañet	186.603
Benaguasil	185.528
Canals	184.830
Campo de Mirra/el Camp de Mirra	184.740
Higueras	184.535
la Pobla de Vallbona	182.387
Castellnovo	182.114
Alfarp	179.639
Caudete de las Fuentes	177.332
Torreblanca	175.710
la Serratella	175.492
Torrechiva	172.779
Toga	172.672
Paterna	171.172
Anna	170.897
Càlig	168.745
Higueruelas	164.975
Algorfa	162.463
Argelita	162.285
Benifaió	161.444

Cartografía Territorial del Stock de Carbono en la Comunitat Valenciana

Benifallim	160.882
Algímia d'Alfara	160.351
Callosa de Segura	159.587
Gata de Gorgos	159.248
la Vall de Laguar	158.970
Teresa	157.699
Sollana	156.950
Alborache	156.811
la Nucia	156.590
Catadau	156.554
Fuente la Reina	156.542
Xeraco	156.312
Llíber	155.310
Les Alqueries/Alquerías del Niño Perdido	153.157
Barx	152.873
Casas Bajas	152.060
el Genovés	149.045
Aigües	148.218
San Rafael del Río	146.841
Mutxamel	145.738
Macastre	144.169
Palma de Gandía	143.751
Castelló de Rugat	141.863
Llaurí	140.873
Puçol	140.221
Rojales	139.111
Benimodo	138.799
Albalat de la Ribera	138.318
Tollos	137.639
Algar de Palancia	137.429
Rafelguaraf	136.645
Torres Torres	136.582
la Torre d'En Besora	135.579
Espadilla	134.517
Torre Vieja	134.237
Gilet	133.903
Palanques	132.291
Beniardá	132.285
Alcublas	131.416
Benferri	130.816
Alfara de la Baronia	130.355
Cañada	129.342
Quart de les Valls	129.040
l'Alfàs del Pi	128.876
l'Atzúbia	128.675
Bolulla	128.265
Benigembla	128.103
Teulada	127.953
Orba	126.713
la Pobla del Duc	126.599

Cartografia Territorial del Stock de Carbono en la Comunitat Valenciana

Alfafara	124.661
Sellent	124.396
Los Montesinos	124.358
Museros	123.757
Beniarrés	122.918
Vilar de Canes	122.715
Ador	121.993
Bélgida	120.059
Benifato	119.424
Favara	117.683
la Vall d'Ebo	117.612
Fuentes de Ayódar	116.384
Calp	116.279
la Font d'en Carròs	115.180
Jacarilla	112.459
Casas Altas	111.677
Xeresa	111.396
Benicolet	109.739
Polinyà de Xúquer	109.255
Real	108.597
Algueña	107.766
la Jana	106.200
Moncada	105.379
Villanueva de Viver	105.010
La Pobla Llarga	104.609
Sot de Ferrer	104.163
Beniatjar	102.256
Benejúzar	102.226
Alcalalí	98.480
Sant Vicent del Raspeig	98.064
Balones	97.795
Benimassot	97.201
Parcent	96.964
Facheca	96.599
Llanera de Ranes	95.242
Figueroles	94.923
Quart de Poblet	94.760
Chilches/Xilxes	93.077
Càrcer	92.707
Gavarda	91.792
Manises	91.418
Agullent	88.695
La Llosa	87.400
Salem	86.674
Silla	86.205
Moncofa	85.597
Navajas	84.758
Villores	84.658
la Vilavella	83.842
Millena	83.297

Cartografia Territorial del Stock de Carbono en la Comunitat Valenciana

Benidoleig	81.536
Ondara	80.622
Almudaina	79.755
l'Énova	77.447
Bellreguard	76.824
Alfauir	76.779
Estubeny	75.936
Montitxelvo/Montichelvo	75.155
Benasau	75.142
Aielo de Rugat	74.330
Segart	73.375
Losa del Obispo	71.674
Aldaia	70.723
Otos	69.394
Alcàsser	68.747
Massalavés	68.240
Catral	67.803
Gorga	66.584
Benilloba	63.759
Vallat	63.612
Manuel	62.852
Famorca	62.389
Hondón de los Frailes	60.840
Beniarbeig	60.763
San Isidro	58.243
La Llosa de Ranes	57.462
Cotes	56.848
Pinet	56.419
San Fulgencio	55.149
Rotglà i Corberà	54.239
El Real de Gandia	52.756
Foios	51.351
Benavites	50.877
Gaianes	50.450
Daya Nueva	49.610
Benifairó de les Valls	49.089
Redován	48.305
Riola	47.996
Benitachell/el Poble Nou de Benitatxell	47.568
Benimuslem	47.228
Murla	47.008
Dolores	46.753
El Palomar	46.748
Ribesalbes	45.738
Cox	45.658
Sagra	45.529
Almussafes	45.447
Atzeneta d'Albaida	44.943
Granja de Rocamora	44.679
Tormos	44.166

Cartografia Territorial del Stock de Carbono en la Comunitat Valenciana

Almiserà	44.115
Picanya	43.705
Benicull de Xúquer	42.471
Catarroja	42.132
el Ràfol d'Almúnia	41.909
Alcàntera de Xúquer	40.117
l'Alcúdia de Crespins	39.175
El Verger	38.839
Carrícola	38.821
Sanet y Negrals	38.712
Ràfol de Salem	37.530
Albalat dels Sorells	37.424
Fortaleny	37.256
Massamagrell	36.778
Rótova	36.535
Benimarfull	36.473
Senija	35.658
Potries	35.096
Piles	34.614
Castellonet de la Conquesta	34.314
Godella	32.854
Benillup	32.575
Beneixida	32.090
Llocnou de Sant Jeroni	32.052
Montaverner	31.951
Albal	31.342
Torrebaja	30.673
Beniarjó	30.268
Benimeli	29.300
Benissoda	28.956
Rugat	28.893
Alcocer de Planes	28.460
Rafelbunyol	28.003
Formentera del Segura	27.476
Bigastro	24.686
Alfarrasí	23.469
Albuixech	23.403
Terrateig	23.393
Bufali	23.148
La Pobla de Farnals	22.196
Bellús	20.851
Rafelcofer	20.764
Quartell	20.211
Sant Joanet	20.125
Petrés	20.048
Almoines	18.884
Senyera	18.857
San Antonio de Benagéber	18.429
Miramar	17.810
Daimús	17.569

Cartografia Territorial del Stock de Carbono en la Comunitat Valenciana

La Torre d'en Doménec	17.424
Canet d'En Berenguer	17.190
Beniparrell	17.112
L'Alqueria de la Comtessa	16.020
els Poblets	15.948
Faura	15.836
Alfafar	14.962
Benijófar	14.902
Massalfassar	14.354
Llocnou d'En Fenollet	14.242
Sant Joan d'Alacant	14.202
Xirivella	13.367
Cerdà	13.104
Vallés	12.837
Alfara del Patriarca	12.660
Alboraia/Alboraya	11.747
Daya Vieja	11.355
Novelé/Novetlè	11.130
Meliana	10.506
Torrella	10.200
Benissanó	9.503
Palmera	9.271
Guadasséquies	8.970
Sempere	8.831
La Granja de la Costera	8.585
Guardamar de la Safor	8.505
Massanassa	8.241
Vinalesa	8.030
Alaquàs	7.348
Benissuera	7.217
Paiporta	7.049
L'Elia	6.319
Rafal	6.159
L'Alqueria d'Asnar	5.746
Beniflá	5.282
Almàssera	5.178
Rocafort	4.409
Geldo	4.264
Bonrepòs i Mirambell	3.413
Burjassot	3.335
Benirredrà	1.578
Sedaví	1.476
Tavernes Blanques	675
Mislata	361
Benetússer	44
Emperador	22
Llocnou de la Corona	2

ANEXO III: RESOLUCIÓN DE LA DIRECTORA DE POLÍTICA TERRITORIAL Y PAISAJE

Resolución de 2 de julio de 2021, de la Dirección General de Política Territorial y Paisaje respecto de la utilización de la cartografía territorial del stock de dióxido de carbono equivalente de la cubierta vegetal de la Comunitat Valenciana, dentro del marco de la ordenación y gestión de la infraestructura verde del territorio. (DOGV núm. 9135 de 26.07.2021)

El cumplimiento de los objetivos del Acuerdo de París, adoptado el 12 de diciembre de 2015 y suscrito a nivel estatal tiene como principal objetivo impedir el continuo aumento de la temperatura del planeta. Para ello, es evidente la necesidad de simultanear diferentes acciones que faciliten la descarbonización de la economía y su transición hacia a un modelo circular, pero también que garanticen un uso más racional y solidario de los recursos y la promoción de modelos de desarrollo más sostenibles y exigentes en la lucha contra las desigualdades sociales y territoriales.

Sin lugar a dudas este nuevo enfoque hacia la lucha contra el cambio climático y la resiliencia, que es el objetivo prioritario de la ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética, debe abordar conjuntamente también la preservación de los servicios ecosistémicos de cada territorio, tal como se desprende del reciente informe de IPCC y IPBES sobre “Biodiversidad y cambio climático”.

En ese sentido la ley estatal considera esencial la consideración del cambio climático en la planificación y gestión territorial y urbanística, así como en los diferentes proyectos que tienen una proyección e impacto sobre el territorio. De esta forma, el artículo 21 prescribe la obligada consideración de estos efectos del cambio climático en la elaboración del planeamiento, y la integración de las medidas necesarias para mejora la resiliencia del territorio frente al riesgo del cambio climático, y el artículo 26 expresa la necesidad de fomentar la capacidad de absorción de los sumideros de carbono, instando a las administraciones públicas competentes a identificar, cartografiar, evaluar, contabilizar y adoptar medidas de conservación y mejora de los sumideros territoriales de dióxido de carbono. Para ello, afirma la ley, se fomentarán aquellas acciones que resalten las externalidades positivas que proporcionan los sumideros, especialmente los forestales y agrícolas, teniendo en cuenta que se

trata de servicios ecosistémicos de amplio alcance, y en conexión con una adecuada ordenación y gestión del territorio. En el posterior artículo 32 de la ley 7/2021, se hace referencia a la necesidad del fomento de medidas compensatorias para paliar la huella de carbono de las actividades implantadas, y su necesaria consideración en la contratación pública. Importante es, también, la disposición final cuarta que modifica el Real Decreto legislativo 7/2015, de 30 de octubre, de la ley del Suelo y Rehabilitación Urbana, expresando de forma taxativa que la planificación territorial y urbanística deberá considerar en la ordenación de los usos del suelo aquellos riesgos que supongan un deterioro de los bienes, funciones y servicios ecosistémicos del territorio.

Por su parte, en el ámbito autonómico, la declaración de emergencia climática aprobada por el Consell el 6 de septiembre de 2019, y los trabajos de elaboración de la Ley de Cambio Climático en la Comunitat Valenciana, responden a la necesidad de definir una transición ordenada de nuestra estructura económica hacia un modelo bajo en carbono, innovador y eficiente. Esta acción del Consell, en esta materia, se complementa con la elaboración y aprobación de las denominadas Estrategias Valencianas contra el Cambio Climático que, de forma periódica, vienen realizándose desde 2008.

En estos instrumentos comentados, así como en los contenidos de la Estrategia Territorial de la Comunitat Valenciana, aprobada por Decreto 1/2011, de 13 de enero, del Consell, se establece la necesidad de analizar el balance de dióxido de carbono en todo el conjunto de planes e instrumentos cuyas acciones tengan efectos significativos sobre el territorio: desde los planes de acción territorial, los planes urbanísticos, tanto estructurales como de ordenación pormenorizada, los planes sectoriales hasta los proyectos de implantación de actividades que supongan la transformación del suelo. De esta forma, con esta cartografía, se tiene una información valiosa y rigurosa que ayudará a la toma de decisiones por parte de la Administración, y también de los particulares, con la finalidad de mitigar los efectos del cambio climático y adaptar el territorio a los condicionantes de este riesgo.

La visión territorial de esta cartografía del stock de dióxido de carbono, y de su fijación anual, considera el suelo como elemento portador de valores y de provisión de servicios ecosistémicos para el conjunto de la sociedad y por consiguiente para la mejora de la calidad de vida de la ciudadanía. De estos servicios ambientales, uno de los más importantes es el de la protección de la población frente a riesgos naturales e inducidos, incluyendo los efectos del cambio climático, siendo el suelo el elemento del sistema territorial que, en mayor medida, contribuye a esta mitigación a través de su función como sumidero de dióxido de carbono que puede estar acumulado tanto en el propio suelo, como en los sistemas agrícolas, forestales e incluso en el verde de las ciudades.

Los instrumentos legales que se propongan y aprueben en relación con la lucha contra el cambio climático deberán facilitar mecanismos que permitan de forma ágil, y eficiente, estas soluciones de neutralidad de emisiones de dióxido de carbono y las compensaciones que sean adecuadas y pertinentes.

Para la realización de esta cartografía se ha contado con un equipo científico de elevada excelencia, el cual ha utilizado las metodologías más avanzadas en cuanto a la cuantificación del stock de carbono en la vegetación, reforzando resultados científicos anteriores ya propuestos en el Plan de Acción Territorial Forestal (PATFOR) de la Comunitat Valenciana. Además, se ha profundizado en las nuevas metodologías de cómputo de carbono añadiendo la cobertura agrícola del suelo, que ha sido tradicionalmente la gran olvidada de la contabilidad del efecto sumidero de dióxido de carbono. La cartografía territorial elaborada evalúa, tanto el propio stock de carbono -que se puede estimar en unos 237 millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente-, como la fijación anual de carbono, estimada en unos 18 millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente,

habiéndose considerado en este segundo caso además, el efecto sumidero del verde urbano que también adquiere notable importancia.

Las cartografías del stock y de la fijación anual de dióxido de carbono que se aprueban serán sin duda de gran utilidad en el análisis y cuantificación del carbono acumulado en el territorio, de su estado actual y previsible evolución.

Desde el punto de vista de la ordenación del territorio, que es la escala adecuada de esta cartografía, se podrá evaluar el balance de carbono, y de las emisiones de dióxido de carbono, en los cambios de uso del suelo que finalmente se producirán con la concreción de los planes territoriales, urbanísticos, sectoriales y de los proyectos que tienen afección sobre el territorio. Ello permitirá tomar conciencia de los impactos que esta transformación supone, y de la necesidad perentoria de adoptar medidas que permitan mitigar y compensar estas emisiones, alcanzar la neutralidad climática en la Comunitat Valenciana y el reconocimiento de los servicios ecosistémicos que presta el mundo rural al conjunto de la sociedad.

Por todas estas consideraciones expuestas:

RESUELVO

Primero: Aprobar las cartografías territoriales de stock y fijación anual de dióxido de carbono equivalente en la Comunitat Valenciana.

Segundo: Establecer un conjunto de directrices respecto de la utilización y aplicación de esta cartografía:

1. Es un objetivo prioritario de la utilización de la cartografía de fijación y stock de carbono, la articulación de mecanismos que permitan valorar y cuantificar de forma científica y consensuada los servicios ecosistémicos del mundo rural y, por consiguiente, de los necesarios flujos de compensación desde el mundo urbano.
2. La planificación y gestión de los servicios ecosistémicos en el territorio, atenderá tanto a su carácter singular, para cada servicio, como acumulativo cuando se superponen varios de estos servicios sobre un mismo espacio. Estos efectos sinérgicos condicionarán los grados de preservación que se propongan en los instrumentos de ordenación pertinentes.
3. Las cartografías de fijación y stock de carbono podrán utilizarse como una de las metodologías para introducir la perspectiva de preservación de los servicios ecosistémicos en la planificación, y en la evaluación ambiental estratégica, pudiendo utilizarse para establecer umbrales de mitigación, compensación o limitación de los impactos producidos sobre estos servicios.
4. La cartografía territorial del stock de dióxido de carbono en la cubierta vegetal de la Comunitat Valenciana tendrá que ser observada y aplicada necesariamente en el diseño de la infraestructura verde del

territorio, así como en la planificación territorial, urbanística, municipal, sectorial y en aquellos proyectos que tengan una proyección e impacto sobre el uso y cobertura del suelo.

5. De conformidad con la cartografía de stock de carbono, todos los suelos que dan soporte a una cobertura vegetal que almacena un stock de dióxido de carbono equivalente superior a 200 toneladas por hectárea, se incorporarán a la infraestructura verde de escala regional del territorio en los documentos de los instrumentos de ordenación y planificación territorial y urbanística, estableciéndose además las medidas adecuadas para el mantenimiento y mejora de ese stock.
6. Siguiendo la directriz 67 de la Estrategia Territorial de la Comunitat Valenciana, los desarrollos territoriales y urbanísticos deberán alcanzar el balance neto cero de emisiones de carbono. Por lo tanto, la destrucción de la cobertura vegetal relacionada con la transformación urbanística deberá ser compensada a través de acciones de mejora de la infraestructura verde, tanto la rural como la urbana, siendo preferente esta última por el impacto favorable en la calidad de vida urbana.
7. En la documentación de los instrumentos de ordenación e intervención territorial y urbanística correspondientes se valorará y cuantificará el previsible impacto sobre este stock de carbono y su fijación anual, y se procurará evitar su menoscabo o deterioro. En su caso, se establecerán medidas que compensen la posible pérdida de esta acumulación de carbono en la vegetación, todo ello con el objetivo de alcanzar la neutralidad de carbono en el balance posterior a la aplicación de estos instrumentos.
8. Cuando un desarrollo territorial, urbanístico, o un proyecto, comporte un sellado de suelo, además de la eliminación de la cobertura vegetal, a la pérdida de stock de dióxido de carbono de la vegetación, se le sumará la pérdida de stock de dióxido de carbono del suelo, cuando existan metodologías e instrumentos adecuados para la valoración del dióxido de carbono almacenado en el suelo.
9. Los nuevos usos y aprovechamientos admisibles en el suelo en situación básica rural que impliquen la eliminación de la cobertura vegetal en una superficie superior a 5.000 m², contabilizarán adecuadamente el stock de dióxido de carbono equivalente eliminado, debiendo compensar esta pérdida a través de diferentes vías, que pueden ser combinadas, y deberán procurar la mínima temporalidad posible entre la actuación y la solución compensatoria efectiva:

a) Introduciendo vegetación en el proyecto siempre que la integración paisajística del mismo lo permita.

b) Invertiendo en proyectos de mejora de la gestión de sumideros de carbono en el entorno más inmediato, con carácter preferente. Estos proyectos podrán favorecer la gestión forestal pero también la mejora de otros ecosistemas de interés como los humedales o incluso los paisajes agrícolas culturales de la Comunitat Valenciana.

c) Compensación económica, tomando como referencia el precio de la tonelada de dióxido de carbono en el mercado internacional a fecha de aprobación del proyecto.

10. La fijación de carbono por las especies agrícolas es fundamental para el balance de carbono en el territorio. Por ello, y para optimizar esta capacidad, se desarrollarán buenas prácticas agrícolas que favorezcan el mantenimiento y mejora de estos sumideros. En este sentido, la Agencia Europea de

Medio Ambiente, recomienda una serie de estas prácticas para mejorar la gestión del carbono en los cultivos, siendo entre otras:

- a) Priorizar los cultivos adaptados a las condiciones ecosistémicas del medio.
- b) Favorecer la rotación y diversificación de cultivos.
- c) Reducir en lo posible el laboreo en los suelos.
- d) Ajustar los periodos de siembra y recolección a los cambios en las condiciones climáticas.
- e) Mejorar la eficiencia de la agricultura con el uso de nuevas tecnologías.
- f) Mejorar la eficiencia del riego.
- g) Mejorar las condiciones sanitarias y alimenticias de la cabaña ganadera.
- h) Fomentar la agricultura ecológica.
- i) Implantar, mantener y mejorar la vegetación de los márgenes de las parcelas procurando su función de conector ecológico.
- j) Diversificar las actividades agropecuarias dentro de la explotación.

Tercero: Dar publicidad al documento “Cartografía Territorial del Stock de Carbono en la Comunitat Valenciana”, así como a las cartografías elaboradas, que estarán disponibles para su consulta y descarga en la página web de la Conselleria de Política Territorial, Obras Públicas y Movilidad (<http://politicaterritorial.gva.es/es/conselleria>), y en el visor cartográfico de la Generalitat (<https://visor.gva.es/visor/>).

LA DIRECTORA GENERAL DE POLÍTICA TERRITORIAL Y PAISAJE

Rosa Pardo i Marín

2 de julio de 2021