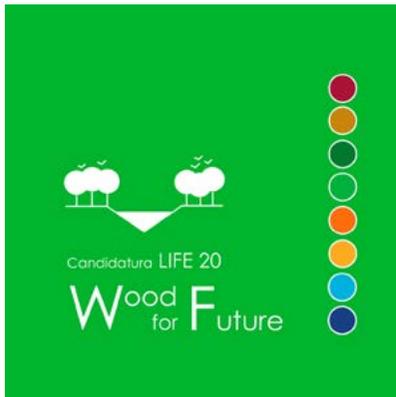




# LIFE

## Madera para el futuro

Una oportunidad para la recuperación de las alamedas de la Vega de Granada y el desarrollo de una construcción local más eco-eficiente



**Antolino Gallego, Elisabet Suárez, Francisco Rescalvo, Ana Cruz, Rafael Bravo, Andrés Roldán y Leandro Morillas**

ETS de Ingeniería de Edificación (UGR)

**Manuel Guaita, María Portela, Belén Feijóo y José A. Lorenzana**

USC-PEMADE

**Patricia Gómez**

COSE

**Boris Hinojo**

3edata

**María A. Ripoll y Francisco B. Navarro**

IFAPA

**Eva Chacón y Luis Llopis**

Bonsai Arquitectos

Participantes en el Proyecto Universidad de Granada (UGR), Universidad de Santiago de Compostela-Plataforma de Ingeniería de Madera Estructural (USC-PEMADE), Confederación de Organizaciones de Selvicultores de España (COSE), Spin-off 3edata, Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera de Andalucía (IFAPA), Diputación de Granada, Corporación Tecnológica de Andalucía (CTA).

## Resumen

Durante décadas la construcción en Granada ha dado la espalda a un recurso local muy valorado en otros países del mundo y que ya en su día demostró con creces su validez para uso estructural: **la madera de chopo**. La madera técnica estructural, representada en su más clara expresión por la madera laminada encolada (MLE), la madera contralaminada (CLT) y la madera microlaminada (LVL), ofrecen sin embargo una enorme oportunidad para el desarrollo de una industria local de proximidad que dé servicio a una construcción encaminada hacia cuatro ambiciosos objetivos; 0 residuos, consumo energético casi nulo, uso de productos de proximidad y máximo secuestro de carbono. La Vega de Granada y sus alamedas, como seña de identidad cultural de nuestro territorio durante más de un siglo, son la materia prima ideal para ello. La candidatura del proyecto europeo **Life Wood for Future** que aquí se presenta, nace con la vocación de ser el instrumento necesario para su recuperación, con acciones desde el vivero hasta la utilización para forjados y envolventes para una edificación más eco-eficiente.

## Problemática de partida

En los últimos 20 años la superficie con monocultivos intensivos agrícolas en la Vega de Granada se ha incrementado, en gran medida a costa de anteriores superficies de choperas, con un relevante papel medioambiental en la mejora de la calidad del aire, la suavización de las temperaturas, y protectoras del suelo y de la calidad del acuífero de la Vega. En total se contabilizan aproximadamente 4.500 ha de choperas perdidas en 20 años. Este cambio se debe fundamentalmente a su baja competitividad económica frente a los cultivos agrícolas intensivos, que a su vez deriva de diferentes causas, como la falta de asociacionismo y vertebración del sector, el uso de una silvicultura poco competitiva, la no valoración de los servicios ambientales asociados al chopo, el precio inestable de la madera en el mercado por su destino para productos de bajo valor y poco innovadores, y también por la fuerte presión urbanística en un área fuertemente antropizada.



**“Más choperas, es sinónimo de más bioeconomía, más desarrollo sostenible, más empleos verdes, menos contaminación y más mitigación de cambio climático en nuestra Vega.”**



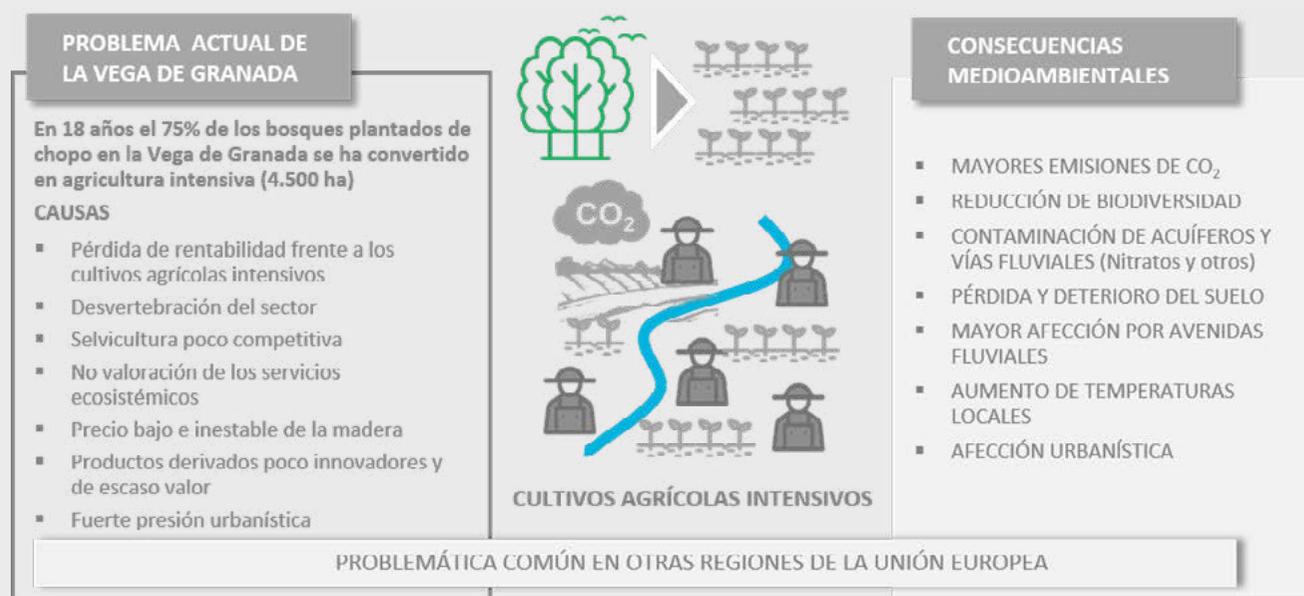


Figura 1. Causas y consecuencias de la disminución de las alamedas de la Vega de Granada.

“...valorización de la madera de chopo mediante nuevos sistemas constructivos estructurales innovadores basados en laminados de chopo (tablones y chapa) para forjados y envolventes, demostrados en edificios reales.”

Sin embargo, las choperas y una industria innovadora de la madera orientada hacia el sector de la construcción, podrían jugar un papel esencial en nuestro territorio, sin más que realizar una adecuada transferencia del conocimiento generado por los diferentes agentes implicados a lo largo de toda la cadena de valor, fundamentalmente Universidades e Institutos de Investigación. **Más choperas, es sinónimo de más bioeconomía, más desarrollo sostenible, más empleos verdes, menos contaminación y más mitigación de cambio climático en nuestra Vega.**

Además del valor económico de las choperas, éstas poseen un **enorme valor ambiental**, que se puede observar directamente en el **ciclo del agua en la Vega**, por el valor que aportan de depuración de aguas y la recuperación de acuíferos o la regulación de las inundaciones; en el propio **clima**, funcionando además de excelentes sumideros de carbono y como amortiguadores de temperaturas extremas; o en la **mejora de la biodiversidad**, la **conservación del suelo** y la regulación de la erosión.

Igualmente, las choperas en la Vega de Granada tienen un **papel social** indiscutible por su **valor cultural, histórico y paisajístico**, como árbol y cultivo tradicional en la provincia con más de 100 años de historia.

### Objetivos del Proyecto

El objetivo general del proyecto es la **recuperación de las alamedas en la Vega de Granada (Plantaciones Forestales Certificadas de chopo)** a través de la creación de una **Agrupación de Ecoproductores** que canalice un sostenible plan de replantación con una selvicultura orientada a la obtención de madera certificada de calidad (con secciones importantes y bajo número de defectos) y la **valorización de la madera de chopo mediante nuevos sistemas constructivos estructurales innovadores basados en laminados de chopo (tablones y chapa) para forjados y envolventes, demostrados en edificios reales.**

Con ello se pretende **reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>** a través de una **bioeconomía basada en el chopo**, desde su gestión forestal sostenible hasta la transformación de la madera en sistemas constructivos innovadores de alto valor, incluyendo su comercialización. El carbono absorbido y secuestrado en dichos productos se contabilizará mediante un esquema de pago por secuestro de carbono (**Carbon Farming**), a través de unos créditos que los propietarios podrán vender en un mercado privado de compensaciones de la huella de carbono de industrias contaminantes, suponiendo así un incremento de su renta que facilite la sostenibilidad de las alamedas a lo largo del tiempo.



Foto: Ismael Martínez Caballero.

Al mismo tiempo, la silvicultura propuesta en la candidatura pretende potenciar otros servicios ambientales que nos aportan las alamedas (agua, aire, suelo, biodiversidad, etc.), para lo que se introducirán medidas de gestión del aprovechamiento de la alameda que incrementen estos valores.

El componente social de la propuesta es también muy elevado, con el objetivo de involucrar a un buen número de agentes implicados, principalmente a los propietarios, la administración pública y asociaciones ciudadanas, lo que conllevaría una gran incidencia en el entorno local.

#### Madera técnica para construcción: una oportunidad para el chopo

La madera técnica, o los también llamados en inglés *Engineered Wood Products* (EWP), está permitiendo que la madera dé el paso definitivo a la edificación residencial, comercial y pública en altura. Conceptualmente, basada en el encolado de tablas o chapas extraídas por aserrado o desenrollado de las trozas y en el uso de las uniones micro-dentadas, bien en arreglos lineales (Madera Laminada Encolada, MLE; Madera Microlaminada, LVL) o cruzados (Madera Contralaminada, CLT; Tableros Contrachapados Estructurales), la madera técnica tiene innumerables ventajas frente a la madera aserrada clásica para aplicaciones estructurales:

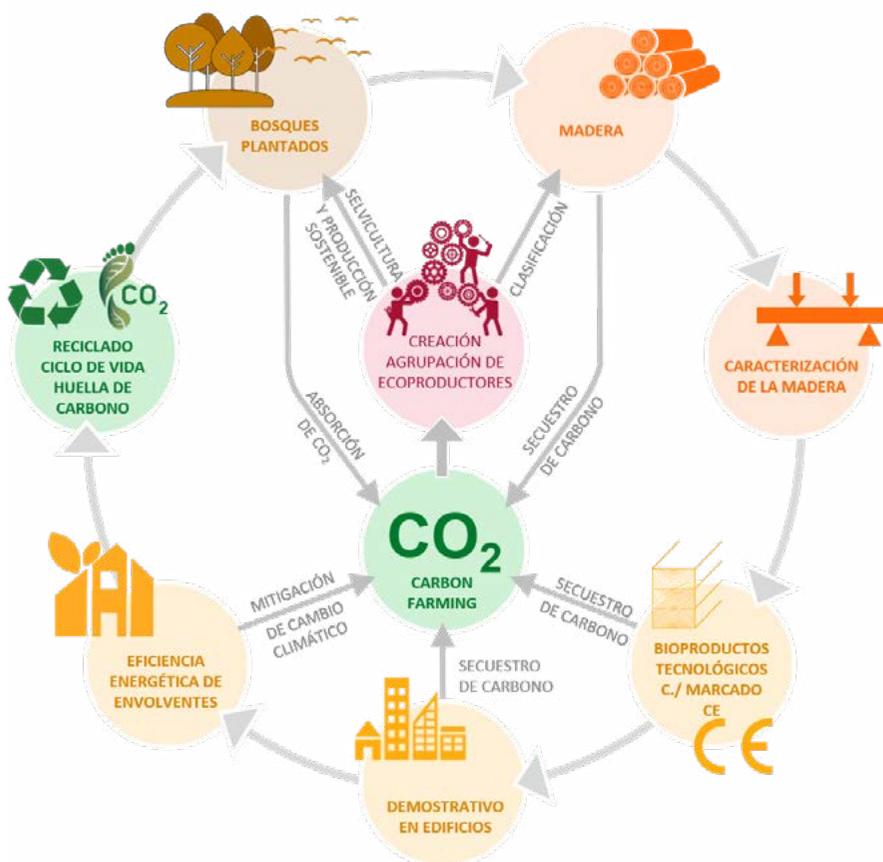


Figura 2. Concepto del Proyecto Life Wood for Future.

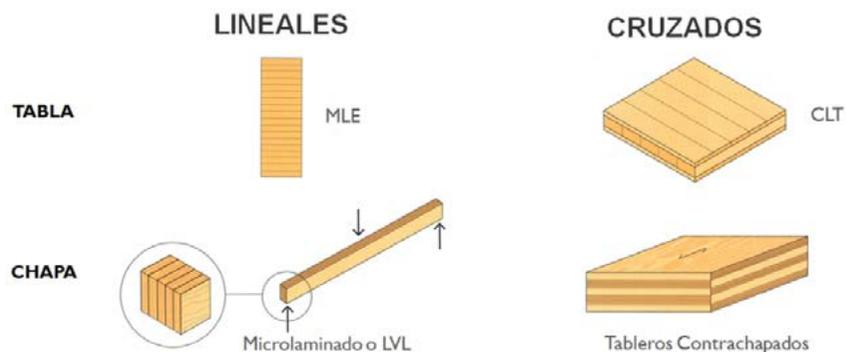


Figura 3. Principales productos base de madera técnica.

- Mayor aprovechamiento de la materia prima y por tanto de los recursos forestales, naturales o plantados.
- Eliminación de los defectos, fundamentalmente nudos, y su efecto negativo en las propiedades mecánicas.
- Mayores y más homogéneas propiedades mecánicas (resistencia, rigidez y ductilidad), lo que facilita su uso estandarizado con una adecuada ingeniería.
- Posibilidad de mayores luces y compromisos.
- Mayor resistencia al fuego y durabilidad.
- Múltiples aplicaciones como vigas o tableros (forjados, envolventes, tabiquería, cubiertas, pilares, etc.).
- Una elaboración industrializada y prefabricada, lo que permite disminuir los tiempos de montaje y obra, así como el desarrollo de una industria local sostenible de calidad.



“...mientras un edificio de 9 plantas de hormigón EMITE 500 toneladas de CO<sub>2</sub>, un edificio similar de CLT ABSORBE 750 toneladas de CO<sub>2</sub>.”



Figura 4. Edificio de 4 plantas construido con CLT en el centro de Granada (Bonsai Arquitectos).

Un claro exponente de la madera técnica es el CLT (**madera contralaminada**), que como sistema estructural innovador ha ganado popularidad en Europa, Estados Unidos y Japón. A mediados de los años 90, Austria desarrolló el actual CLT de madera de picea a partir de la investigación conjunta entre la comunidad académica y su aglomerado industrial/forestal, representando un 40% de su PIB. A principios de los 2000 y aupados por la tendencia de la construcción sostenible, el uso de los paneles de CLT se incrementó con cientos de ejemplos de edificios y otras estructuras. Hoy en día, se ha demostrado que el CLT es una alternativa competitiva particularmente en edificios de

media y gran altura, gracias al alto nivel de prefabricación y ligereza. Al contrario que otros sistemas constructivos pesados, basados en acero, hormigón o fábrica, las estructuras de CLT son renovables y pueden tener un impacto ambiental nulo, con beneficios añadidos como el buen aislamiento termo-acústico y la adecuada resistencia al fuego. El CLT hoy es un referente en el proyecto de edificios con envolventes herméticas para edificios de consumo energético casi nulo como *Passivhaus* o *Net Zero Energy Buildings* en combinación con otras estrategias pasivas de ahorro energético y sistemas renovables de producción de energía, con una innegable capacidad para reducir el

consumo energético y las emisiones de CO<sub>2</sub> de nuestros edificios. Un ejemplo de ello es la edificación de 4 plantas diseñada y construida bajo la dirección de Bonsai Arquitectos en la Calle Cuenca del Centro de Granada, publicado en el nº 111 de Alzada, de diciembre 2015. Cabe señalar como dato, que **mientras un edificio de 9 plantas de hormigón EMITE 500 toneladas de CO<sub>2</sub>, un edificio similar de CLT ABSORBE 750 toneladas de CO<sub>2</sub>.**

Sin embargo, la mayor demanda de madera está provocando un aumento de la presión sobre los bosques naturales que comienza a ser preocupante. Como alternativa, las plantaciones de árboles de crecimiento rápido para la obtención

de madera están cobrando mucha importancia. En este sentido, la FAO estableció que en 2020 el 44% de los bosques del mundo deben ser bosques cultivados y en 2050 el 75% de la madera utilizada con fines industriales debe provenir de plantaciones de crecimiento rápido. Y es aquí donde el chopo encuentra su gran oportunidad, tal y como se menciona en el **documento base del proyecto "Beneficios de la bioeconomía del chopo"** promovido por el *Consejo Social de la Universidad de Granada*, creando

riqueza en áreas rurales de proximidad.

En este contexto, las principales claves de los productos estructurales de madera de chopo que se demostrarían en Life *Wood for Future* son:

El uso de una especie local de proximidad, cultivada y de crecimiento rápido, lo que permitiría no depender de importantes industrias de madera técnica de centro Europa (Austria, Alemania, etc.) y el Norte de España.

El uso de clones más resistentes como el **MC** (también llamado NMDV), al que podríamos

denominar como "**la píce del sur de Europa**", por tener propiedades mecánicas similares, aunque con un crecimiento mucho mayor.

El uso de madera técnica en nuevos sistemas constructivos basados en el **concepto de madera mínima**, que basan su éxito en su diseño con la participación de poca madera, incluyendo además la incorporación de cámaras para aislamiento, **contribuyendo a la eficiencia energética y el aislamiento acústico en la edificación.**

## ACTUACIONES DEL PROYECTO ►

# LIFE

## Wood for Future

**LIFE Wood for Future** se concibe como una propuesta europea participativa de mitigación del cambio climático (reducción de CO<sub>2</sub>) a través de una gestión sostenible de la tierra, el uso en cascada de la madera y el impulso de una bioeconomía basada en productos estructurales de madera de chopo para construcción sostenible.

Por este motivo, el proyecto se presentará dentro de la convocatoria del Programa LIFE del año 2020, el instrumento financiero europeo centrado en el medio ambiente y la acción climática, creado por la Unión Europea en 1992.

El proyecto tiene un enfoque vertical, desde la reforestación y la gestión sostenible de las choperas, a la creación y puesta en el mercado con marcado CE de sistemas innovadores estructurales de madera de chopo para la construcción (**bioproductos estructurales**); con una fuerte implicación de los propietarios, a través de un modelo innovador de gestión de la propiedad (**Agrupación de Ecoproductores**) y la implantación de esquemas de pago por secuestro de CO<sub>2</sub> a los propietarios (**Esquema Carbon Farming**). Todo ello dentro de los principios de una economía circular en la que se busca un uso eficiente de la madera de chopo.

Con el fin de que el proyecto tenga éxito y se mantenga en el tiempo, se busca una alternativa viable, tanto desde el punto de vista económico como ambiental, frente a los cultivos agrícolas en la Vega de Granada. Más concretamente, lo que se pretende conseguir con esta candidatura de proyecto es:



Foto. Ismaet Martínez Caballero.

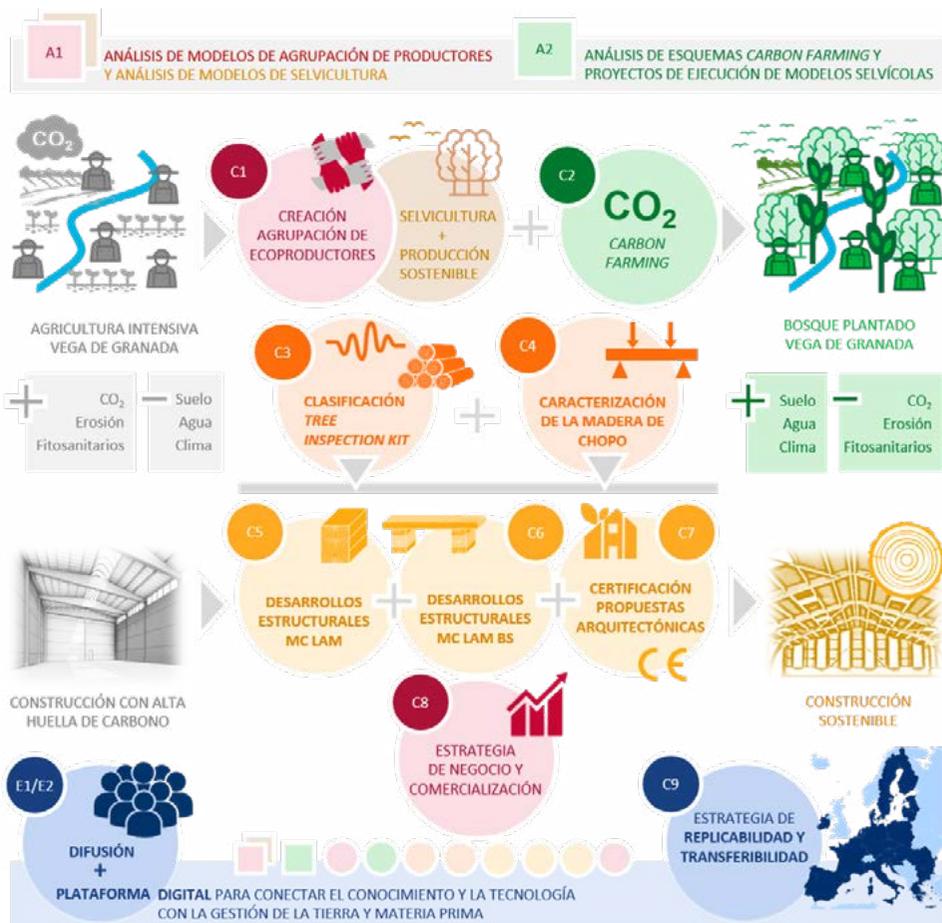


Figura 5. Acciones de Life Wood for Future.

Se pretende, a través de este proyecto, que la Vega de Granada sea ejemplo demostrativo y exporte a más lugares de la provincia, Andalucía, España y Europa, cómo ordenar una región y revitalizar su economía a través del aprovechamiento sostenible de recursos naturales.

1

**El empoderamiento de los propietarios** a través del modelo colectivo de gestión de la propiedad: Creación de Agrupación de Ecoproductores en la Vega de Granada. De este modo se alcanzaría una unidad de superficie técnica y económicamente viable, a la vez que sostenible. Además, con esta Agrupación de Productores, se conseguiría una nueva forma de relacionarse, tanto con la tierra como entre las personas que la van a gestionar de forma colectiva, y generar un vínculo emocional entre todos. Se pretende crear un vivero de plantas madre certificadas en los viveros de la Diputación Provincial de Granada en el municipio de Fuentevaqueros, así como promover un vivero de plántulas dentro de la Agrupación de Ecoproductores.

2

**El establecimiento de esquemas Carbon Farming** como sistema de pago por resultados de captura de CO<sub>2</sub>, dada la gran capacidad del chopo para el secuestro de carbono y su almacenamiento a largo plazo. Se demostraría su empleo en parcelas demostrativas y se dotaría de herramientas para medir fácilmente el CO<sub>2</sub> capturado por las choperas.

3

La aplicación de **modelos selvícolas de gestión forestal sostenible orientados a producción de madera de calidad**. Se crearían parcelas demostrativas de los modelos selvícolas propuestos y serían los propios productores y propietarios de estas parcelas (*local champions*) los que explicarían y demostrarían a otros propietarios el funcionamiento y la viabilidad de estos modelos.

- Choperas orientadas a obtención de madera de calidad para elementos estructurales con medidas ambientales: Incorporación de CO<sub>2</sub> al suelo

(triturado de los tocones, integración de restos de poda en el suelo, uso de planta certificada de clones adecuados para madera estructural, etc.), franjas de conservación de vegetación para la fauna (sebes arbustivas, líneas arbóreas, bordes herbáceos...).

- Choperas mixtas con nogal orientadas a la obtención de madera de calidad, diversificar los ingresos del agricultor, disminuir los riesgos y aumentar la biodiversidad.

**4** La **caracterización mecánica de la madera de chopo para su uso estructural en la construcción** y su incorporación a la norma UNE de madera estructural, aspecto fundamental para extender el uso del chopo en la edificación.

**5** El **desarrollo y puesta en mercado de sistemas estructurales constructivos innovadores (MC\_Lam)** con madera de chopo como núcleo, que generen una demanda de este material y un mayor valor añadido. Durante el proyecto se comercializarían a través de una spin-off universitaria y se realizaría una demostración real de su uso en un edificio.

**6** Creación de la herramienta **Tree Inspections kit** para clasificación de la madera a lo largo de la cadena árbol, troza y tablón, como garantía de uso de madera de calidad, de esta forma aumentando el valor de la madera. La herramienta se articularía a través de la Agrupación de los Productores para que su coste sea asumible y ser los propietarios los que conozcan de primera mano la calidad de su madera de cara a obtener mejores precios por ella.

Se pretende, a través de este proyecto, que **la Vega de Granada sea ejemplo demostrativo** y exporte a más lugares de la provincia, Andalucía, España y Europa, **cómo ordenar una región y revitalizar su economía a través del aprovechamiento sostenible de recursos naturales.**

También se realizaría una importante labor de difusión a la sociedad de la Vega de Granada, promoviendo el uso sostenible del suelo, la madera en construcción, la mejora del medio ambiente y la acción climática en el contexto rural.



Foto. Ismael Martínez Caballero.

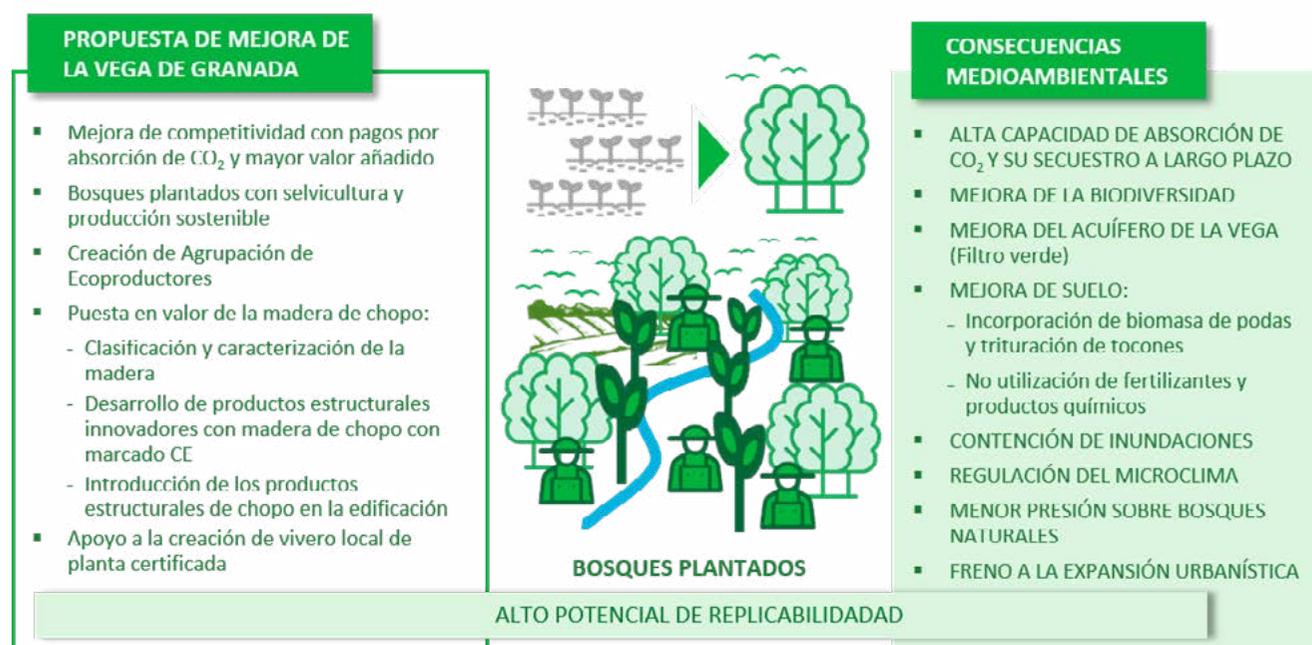


Figura 6. Propuestas y mejoras medioambientales promovidas por Life Wood for Future.



Figura 7. Contribución de Life Wood for Future a los ODS.

## El proyecto contribuye a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

La candidatura de proyecto Life *Wood for Future* se alinea directamente con **7 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)**, generando valor añadido en todos ellos, en lo que denominamos el círculo integral de la Bioeconomía Forestal para la mitigación del Cambio Climático.

### ODS12

#### Producción y Consumo Responsables

Lograr un uso eficiente de los recursos renovables como la madera procedente de una gestión sostenible del territorio es algo clave en Life *Wood for Future*, a través de un consumo de bioproductos estructurales innovadores para una construcción sostenible y eco-eficiente.

### ODS13

#### Acción por el Clima

Life *Wood for Future* es una candidatura de mitigación del Cambio Climático, cuyo objetivo es el secuestro a largo plazo de CO<sub>2</sub>. Esto se promueve con los esquemas *Carbon Farming* y los bioproductos estructurales, al mismo tiempo que potencia la resiliencia del entorno de la Vega de Granada.

### ODS15

#### Vida de Ecosistemas Terrestres

Life *Wood for Future* contribuye a una gestión sostenible de sistemas productivos forestales, plantaciones forestales de chopo, que ayuden al mantenimiento de las riberas de los ríos y las áreas de inundación, implantación de medidas de gestión respetuosa con el medio ambiente, sin renunciar a la producción de madera.

# ODS6

## Agua limpia y saneamiento

La selvicultura planteada en el proyecto implica una mejora de la calidad del agua y un uso eficiente de recursos hídricos, protegiendo los ecosistemas relacionados con la zona de inundación de cauces fluviales y actuando como filtros verdes para la mejora de la calidad del Acuífero de la Vega.

# ODS8

## Trabajo decente y crecimiento

El proyecto se centrará en las personas, a través de innovación social con una Agrupación de Ecoproductores, generando así una alternativa sostenible de uso de la madera de chopo, con valor añadido. Se alinea por tanto con un incremento de la productividad a través de la tecnología y diversificación, así como con la mejora de producción y consumo eficiente y respetuoso, con el resultado de más empleos verdes.

# ODS9

## Industria, Innovación e Infraestructura

La tecnología está embebida en todas las fases de la candidatura, así como su aprovechamiento y desarrollo para ponerlo en las manos de los propietarios y productores. Destacan los sistemas estructurales de madera, el *Tree Inspections Kit* o una plataforma digital para conectar el conocimiento y la tecnología con la gestión de la tierra en manos de los propietarios. Todo ello permitiría la creación de una industria competitiva e innovadora en la zona asociada al sector del chopo.

# ODS11

## Ciudades y Comunidades Sostenibles

Los productos estructurales diseñados propuestos formarán parte de los edificios en las ciudades, de modo que la construcción avance cada vez más fuerza con bioproductos estructurales locales. A su vez, la actuación se llevará a cabo en un área metropolitana, el área periurbana de la ciudad de Granada, llevando a ella todas las ventajas ambientales aportadas por las choperas en un entorno altamente antropizado y necesitado de un desarrollo más sostenible.

## Bibliografía

### Sector del chopo

Beneficios de la Bioeconomía del Chopo en Granada. Consejo Social-Universidad de Granada. Depósito: GR./1567-2019. 2019. <https://sl.ugr.es/0aR0>

J. Rueda, J.L. Caballero, Y. Cuevas, C. García, C. Villar (2019). *Cultivo de chopos en Castilla y León*. [http://www.populuscyl.es/sites/default/files/publicaciones/cultivo\\_de\\_chopos\\_en\\_cyl\\_2019.pdf](http://www.populuscyl.es/sites/default/files/publicaciones/cultivo_de_chopos_en_cyl_2019.pdf)

A. Fernández Manso, G. Hernanz (2004). *El chopo, manual de gestión*. [http://www.populuscyl.es/sites/default/files/publicaciones/manual\\_gestion\\_choperas.pdf](http://www.populuscyl.es/sites/default/files/publicaciones/manual_gestion_choperas.pdf)

Confemadera y Observatorio industrial de la Madera (2010). *El cultivo y utilización del chopo en España*. [https://es.scribd.com/document/390365028/Chopo?doc\\_id=390365028&order=471628081](https://es.scribd.com/document/390365028/Chopo?doc_id=390365028&order=471628081)

Propopulus (2013). *El Chopo. El árbol del siglo XXI*. <http://propopulus.eu/wp-content/uploads/2018/07/Argumentaire-ES-Web.pdf>

P. Gómez (2018). *Proprietarios privados: dinamización del sector productivo en el caso del chopo*. II Simposio del Chopo. Valladolid, España. [https://simposiodelchopo.es/sites/default/files/ponencias/docs/ii\\_simposio\\_del\\_chopo\\_cose\\_final.pdf](https://simposiodelchopo.es/sites/default/files/ponencias/docs/ii_simposio_del_chopo_cose_final.pdf)

A. Martínez (2017). *Cambios en la superficie de chopos en la Vega de Granada: impacto en la producción*. Proyecto Fin de Grado. Universidad de Córdoba.

I. García (2018). *Consumo de chopo para la Industria en España: Evolución y Necesidades Futuras*. II Simposio del Chopo. Valladolid, España. [https://simposiodelchopo.es/sites/default/files/ponencias/docs/garcia\\_0.pdf](https://simposiodelchopo.es/sites/default/files/ponencias/docs/garcia_0.pdf)

Garnica Plywood, (2015). *Manual del cultivo del chopo*. <http://www.garnica.one/recursos/manual-el-cultivo-del-chopo/60a08c14-251c-4bc1-bc9d-5984aec64e7c>

A. Gallego, M.A. Ripoll y A. Martínez (2018). *El chopo una oportunidad para el desarrollo sostenible en España y Andalucía*. [http://compop.ugr.es/assets/Dossier\\_chopo\\_Granada\\_UGR.pdf](http://compop.ugr.es/assets/Dossier_chopo_Granada_UGR.pdf)

### Servicios ecosistémicos

J.M. Oliet, R. Agudo, M. Muñoz, O. del Pino (2007). *Primer inventario de sumideros de CO<sub>2</sub> en Andalucía*. Consejería de Medio Ambiente (Junta de Andalucía). Sevilla.

[http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal\\_web/web/servicios/centro\\_de\\_documentacion\\_y\\_biblioteca/fondo\\_editorial\\_digital/documentos\\_tecnicos/inventarios\\_sumideros\\_co2/inventario\\_sumideros\\_CO2.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal_web/web/servicios/centro_de_documentacion_y_biblioteca/fondo_editorial_digital/documentos_tecnicos/inventarios_sumideros_co2/inventario_sumideros_CO2.pdf)

T. Maraño, B. Ibáñez, M. Anaya, M. Muñoz (2012). *Estado y tendencia de los servicios de los ecosistemas forestales*

de Andalucía. *Evaluación de Ecosistemas del Milenio en Andalucía*. [http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal\\_web/web/temas\\_ambientales/biodiversidad/capital\\_natural/resultados/ema\\_forestal.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal_web/web/temas_ambientales/biodiversidad/capital_natural/resultados/ema_forestal.pdf)

### Agua

V. Robles, D. Rojas, I. Benedetti, L. Sánchez, A. Molina, J. Robles, J.F. García, A. Castillo, J. Benavente (2012). *Respuesta hidrodinámica e hidroquímica del acuífero de la Vega de Granada en el entorno de una chopería regada con aguas residuales urbanas depuradas*. VIII Simposio sobre el Agua en Andalucía, II: 1.599-1.610. <https://proyectoaguas.es/download/Articulos/2012.a5.pdf>

V. Robles, D. Rojas, J. Benavente, A. Castillo (2013). *Riego de chopería en la Vega de Granada*. En: "Experiencias de reutilización en el marco del programa Consolider-Tragua". Capítulo 6: 81-98. <https://proyectoaguas.es/download/Articulos/2013.a2.pdf>

L. Moreno, J.A. Gómez, J.M. Murillo, J.C. Rubio (2002). *Depuración de aguas residuales urbanas mediante infiltración directa sobre el terreno. El modelo experimental de Dehesas de Guadix, (Granada)*. Ingeniería Civil, Nº 125, págs. 51-60. <http://aguas.igme.es/igme/publica/pdfayc5/depara.pdf>

I. de Bustamante, J. Lillo, J. Hernández, M. Leal, R. Meffre, A. de Santiago, V. Martínez-Hernández (2018). *El chopo como materia prima e instrumento medioambiental*. <https://www.simposiodelchopo.es/sites/default/files/ponencias/docs/bustamante.pdf>

[https://www.agua.imdea.org/sites/default/files/pdf/publicity/fichas/ESP/oferta\\_tecnologica\\_filtros\\_verdes.pdf](https://www.agua.imdea.org/sites/default/files/pdf/publicity/fichas/ESP/oferta_tecnologica_filtros_verdes.pdf)

<http://www.consolider-tragua.com/eventos/ADECAGUA/COMUNICACIONES/R1-BUSTAMANTE.pdf>

### Madera de chopo y productos para construcción

M. Sufrategui (2018). *El chopo en la construcción. Innovación en el chopo para nuevas aplicaciones*. II Simposio del Chopo. Valladolid, España. <https://simposiodelchopo.es/sites/default/files/ponencias/docs/sufrategui.pdf>

J. Van Acker (2018). *Utilización de la madera de chopo: presente y futuro*. II Simposio del Chopo. Valladolid, España. [https://simposiodelchopo.es/sites/default/files/ponencias/docs/van\\_acker.pdf](https://simposiodelchopo.es/sites/default/files/ponencias/docs/van_acker.pdf)

*En Madera, otra forma de construir. El material constructivo sostenible del siglo XXI* (2018). Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación y Ministerio de Transición Ecológica. <https://es.fsc.org/preview/en-madera-otra-forma-de-construir-el-material-constructivo-sostenible-del-siglo-xxi-a-486.pdf>

Rescalvo, F.J., Duriot, R., Pot, G., Gallego, A., Denaud, L. (2020). "Enhancement of bending properties of Douglas-fir and

poplar laminate veneer lumber (LVL) beams with carbon and basalt fibers reinforcement". Construction and Building Materials, 2020.

Rescalvo, F.J., Timbolmas, C., Bravo, R., Gallego, A. (2020). "Experimental and numerical analysis of mixed l-214 poplar/pinus *Sylvestris* laminated timber subjected to bending loadings". Materials 2020, 13.

Rescalvo, F.J., Rodríguez, M., Bravo, R., Abarkane, C., Gallego, A. (2020). "Acoustic Emission and Numerical Analysis of Pine Beams Retrofitted with FRP and Poplar Wood". Materials, 13(2), 435.

Rescalvo, F.J., Morillas, L., ValverdePalacios, I., Gallego, A. (2020). "Acoustic emission in l214 poplar wood under compressive loading". European Journal of Wood and Wood Products.

Rescalvo, F.J., Ripoll, M.A., Gallego, A., Abarkane, C., Rodríguez, M., Merlo, E. (2020). "Propiedades mecánicas de la madera de chopo. Clon l-214". Grupo IDIE-UGR. ISBN: 978-84-09-21107-4. [http://compop.ugr.es/assets/2020\\_COMPPOP\\_Folleto\\_Caracterización%20Mecánica%20Chopo.pdf](http://compop.ugr.es/assets/2020_COMPPOP_Folleto_Caracterización%20Mecánica%20Chopo.pdf)

A. Gallego, F. Rescalvo, E. Suárez, R. Marchal, L. Denaud, G. Pot, R. Duriot. (2020). "Vigas microlaminadas de chopo". Grupo IDIE-UGR. ISBN: 978-84-09-20227-0. [http://compop.ugr.es/assets/COMPPOP\\_Folleto\\_VigasMicrolaminadas.pdf](http://compop.ugr.es/assets/COMPPOP_Folleto_VigasMicrolaminadas.pdf)

Rescalvo, F.J., Abarkane, C., Suarez, E., Valverde, I., Gallego, A. (2019). "Pine beams retrofitted with FRP and poplar planks: mechanical behavior", Materials, Vol.12(19), ID: 3081.

Van Acker J., Defoirdt N., Van del Bulcke J., Enhanced potential of poplar and willow for engineered wood products, 2nd Conference on Engineered Wood Products based on Poplar/Willow Wood, CEWPPW2, León, 2016.

Kramer, A., Barbosa, A.R., Sinha A. Viability of Hybrid Poplar in ANSI Approved Cross-Laminated Timber Applications. J Mater Civ Eng, 26(7), ID06014009, 2014. Casado, M., Acuña, L., Basterra, L. A., Ramón-Cueto, G., Vecilla, D. Grading of structural timber of Populus x euramericana clone l-214. Holzforschung, Vol. 66, pp. 633-638, 2012.

### Enlaces web

<http://propopulus.eu/en/>  
<http://bosqalia.es/>  
<http://www.populuscyl.es/>  
<http://www.maderasadrados.com/>  
<https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/politica-forestal/comision-nacional-del-chopo/>  
<http://compop.ugr.es/>  
<https://www.simposiodelchopo.es/>  
<https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/agricultura/esyrce>  
<http://www.garnica.com>  
<https://maderayconstruccion.com/>  
<https://www.lignomad.com/>  
<https://www.peupliersdefrance.org/>  
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>