

Excma. Sra. Rectora Magnífica

Anteriores Rectores Magníficos

Rectores Magníficos de otras Universidades andaluzas y de la Alianza Arqus

Excmo. e Ilmo. Consejero de Universidad, Investigación e Innovación

Excmas. e Ilmas. Autoridades

Querida Comunidad Universitaria

Sras. y Sres.

Durante una de mis recientes indagaciones de hemeroteca, descubrí un artículo datado en 2005 de nuestro ilustre hispanista **Ian Gibson**, titulado “**Chopos y/o álamos**”, acerca de la reiterada discusión sobre la diferencia entre álamo y chopo. El hispanista, refiriendo a nuestros queridos poetas andaluces **Antonio Machado y Federico García Lorca**, concluye, con acierto desde mi humilde punto de vista, la no distinción entre las dos palabras. Así mismo, Gibson acaba diciendo literalmente “***no se concibe este país, de estíos tan sedientos y calurosos, sin la grata compañía a lo largo de caminos, ríos y arroyos, del árbol cantor por antonomasia***”, a lo que yo añadiría “***no se concibe la Vega de Granada sin la presencia de las alamedas***”.

No obstante, lo que más me llamó la atención de este artículo de Gibson fue el hecho de que nuestro renombrado poeta cordobés del Siglo de Oro, **Luís de Góngora y Argote**, hacía referencia a este árbol como **“lira verde”**, en evidente alusión al sonido de sus hojas por la acción del viento. Mi curiosidad por la acústica y como no decirlo, mi compromiso como investigador en esta Academia, me llevaron a profundizar sobre este aspecto, teniendo la suerte de encontrar un trabajo de la investigadora mejicana **Elísabeth San Juan** titulado **“Los poéticos álamos...Una lectura de la poesía de Luís de Góngora a través de las representaciones de los árboles”** en el que la autora se hace la siguiente pregunta **“¿Por qué de las diferentes especies de árboles el poeta prefiere precisamente a los álamos?”**. Ya **Robert Jammes**, especialista en la obra de Góngora, fue uno de los primeros estudiosos en señalar la presencia notable de los álamos en la poesía de Luis de Góngora, llegando a decir textualmente **“es evidente que Góngora manifiesta una neta inclinación por los álamos, cortinas de verdura agitadas por el viento y árboles consagrados a Hércules”**.

Es bien sabido que la cantidad de alusiones mitológicas es uno de los rasgos estilísticos más estudiados de la poesía gongorina. Todo indica a que la denominación de estos árboles fue impuesta por el naturalista griego **Teofrasto**, quien los citó con el nombre de **populus** en sus escritos, suponiéndose así que es una palabra derivada del griego **paipalleis**, cuyo significado es “**agitar**”. Sin embargo, algunos estudiosos de su etimología afirman que fue llamado **populus, o árbol del pueblo**, por haber sido empleado con asiduidad para la ornamentación de las plazas públicas de Grecia y Roma. Sin entrar en discusiones sobre el origen etimológico del término, análisis que en forma alguna corresponde a un humilde físico, no cabe duda del relevante papel que ha jugado el chopo en la historia de la humanidad. En los juegos funerarios de Rodas, el vencedor obtenía una corona de chopo. Al chopo se le denomina *álamo de Hércules* “**porque los sacerdotes de Hércules se coronaban con ramas de álamo**”. Igualmente se dice que éste, Hércules, “**al regresar de su viaje a los Infiernos, llevaba una corona de álamo**”. Ovidio en su Metamorfosis narra cómo Zeus conmovido por el llanto de las hermanas de Faetón, al ver caer las cenizas de su hermano al río, decide convertirlas en álamos.

Y volviendo a Góngora, permítanme la osadía de recitarles un fragmento de una de las letrillas satíricas más famosas de la literatura española.

*Busque muy en hora buena*

*El mercader nuevos soles;*

*Yo conchas y caracoles*

*Entre la menuda arena,*

*Escuchando a Filomena*

*Sobre el chopo de la fuente,*

*Y ríase la gente.*

En este fragmento quedan claros tres aspectos esenciales del chopo, a los que haré directa alusión a lo largo de mi intervención. En primer lugar, frente a la búsqueda de mercancías en tierras lejanas, el poeta pone de manifiesto la importancia de la mercancía cercana, de las conchas y de los caracoles, en lo que hoy denominamos **mercado de kilómetro cero**. A su vez, **Filomena**, nombre antiguo dado al ruiseñor, muestra la clara conexión entre el chopo y la avifauna, el chopo y la biodiversidad. Donde hay chopos, hay pájaros. Por último, de la letrilla de Góngora es evidente que el matrimonio entre el chopo y el agua no pasa desapercibido por el autor, al situarlo cerca de la fuente.

Esta relación entre el chopo y Góngora también está reflejada en la conferencia que en 1926 impartió nuestro ilustre poeta de la Vega, **Federico García Lorca**, titulada, ***“La imagen poética de Don Luis de Góngora”***. En la mente de todos está la estrecha relación entre Lorca y el chopo, presente en innumerables poemas, e incluso de forma clara y directa en su ensayo autobiográfico de la segunda década de siglo XX, en el que evoca a Fuente Vaqueros como (cito literalmente) ***“aquel pueblecito muy callado y oloroso de la Vega de Granada, rodeado de chopos que se ríen, cantan y son palacios de pájaros”***.

De que los profesores debemos tener el compromiso de transmitir los valores ambientales y culturales de los árboles, no debería quedar ninguna duda. ¡**Quién va a demonizar un árbol!**, deberíamos exclamar. La formación y conciencia medio ambiental, motivadas hoy día más que nunca por una imparable **Revolución Verde** impulsada por el exponencial aumento del bienestar de nuestra población, deberían ser prioridad en todos los sistemas educativos. En ese sentido, me alegra haber encontrado un sencillo y bello poema de la maestra y poeta infantil contemporánea **Dña. Ana María Romero Yebra**, titulado ***“El chopo”***, y que si ustedes me lo vuelven a permitir paso a recitarles:

*El chopo, con largos dedos,  
le hace cosquillas al cielo.  
El cielo todo se ríe  
y manda a la nube grande  
que lo riegue y que lo cuide.  
El chopo se estira y crece.  
¡Qué hermoso estás, chopo mío!  
-¡Pues verás cuando, en otoño,  
me ponga el traje amarillo!*

Esta poesía me permite remarcar dos aspectos de enorme importancia. El primero es la estrecha relación de este árbol con el paisaje, el tiempo y el arraigo social y cultural hacia él, como indicador fiel de las estaciones climáticas en el territorio. **¿Qué pasaría si se perdieran las alamedas de nuestros valles? ¿Dónde tendríamos que poner nuestro punto de referencia visual y sentimental para disfrutar en cada momento de este bien intangible?** Los seres vivos tenemos unas referencias estacionales, una cita ineludible con el pasar de los meses, que de manera clara nos mantienen inexorablemente unidos a él y a nuestras emociones. Nada más que esto, debería justificar nuestro firme compromiso por mantener nuestras alamedas.

El segundo aspecto que destacaría de esta poesía de Ana María Romero es “**el estiramiento del chopo**”. Este estiramiento no es otra cosa que un ensayo mecánico a tracción paralelo a la dirección del árbol, provocado por su propio crecimiento, en contra de las fuerzas de la gravedad y el viento. Vencer a estas dos fuerzas es la continua batalla diaria de los árboles, provocando que su bien tangible máspreciado, **la madera**, adquiera de manera natural y casi milagrosa, unas propiedades mecánicas excepcionales a tracción y compresión en la dirección de la fibra y, por tanto, a flexión. Una viga de madera sometida a flexión en un forjado o un pilar sometido a compresión, no es más que la **prolongación de un árbol en nuestra morada**, un ejemplar único en el mundo.

## LA MADERA, UNA HISTORIA DE ALTIBAJOS

Gracias a su abundancia en el medio natural, la madera fue el material que propició la primera gran revolución de la vivienda del ser humano, cuando este dejó de usar los refugios naturales. Desde entonces, con muchos altibajos, la madera ha ido acompañando al ser humano en la construcción de su vivienda. A ello han contribuido su buena relación entre ligereza y resistencia y sus magníficas propiedades térmicas.

Durante la edad media tuvo su expansión y utilización masiva el sistema estructural de **entramado pesado de madera**, basado en elementos lineales de grandes escuadrías, tal cual podemos ver en los forjados del magno edificio que hoy nos acoge. Tras la industrialización del siglo XIX, surge y toma auge el sistema estructural de **entramado ligero con madera**, formado por listones más finos y numerosos, nacido en Estados Unidos, y que dio paso a un uso masivo del material en Norteamérica, marcando así el inicio de la **construcción industrializada con madera y la prefabricación**.

No obstante, la historia ha sido un duro camino para el uso de la madera en construcción. Su comportamiento ante la humedad, los agentes bióticos y el fuego, han sido sus caballos de batalla, aun presentes como mantra incansable en la mente de muchos profesionales y usuarios. Se tiene constancia de que en el siglo XV muchos prescriptores indicaban que su uso debía evitarse en aras a una mayor “*dignidad*” de las obras. De esta forma, **la madera llega al siglo XX como un material totalmente desacreditado.**

La llegada de la **Revolución Industrial** modifica también la forma de construir, dando entrada al acero y al hormigón. Gracias a sus características homogéneas y a sus excepcionales propiedades mecánicas, estos dos materiales permitieron el nacimiento del paradigma de la construcción en altura, **el rascacielos**, a partir de los primeros desarrollos de la Escuela de Chicago.

Sin embargo, la llegada de la **Primera Guerra Mundial**, con las consiguientes restricciones en el uso del acero y otros metales, así como el desarrollo industrial de los adhesivos, propician una segunda oportunidad a la madera como material estructural.

En este contexto, **Karl Friederich Otto Hetzer** (1846-1911), maestro carpintero alemán, revoluciona la construcción con madera gracias a su patente del año 1901 en la que definió **la madera laminada encolada**, como la superposición de láminas unidas por adhesivo para elaborar vigas rectas de grandes luces.

La **Segunda Guerra Mundial** provocó un nuevo auge de la madera en construcción. Este hecho, junto con el avance en el conocimiento y su transferencia, permitieron a la madera laminada encolada aumentar su capacidad para resistir esfuerzos y ser usada en la construcción de grandes estructuras sin apenas restricciones en la tipología arquitectónica. El mayor salto cualitativo y cuantitativo de la madera laminada encolada vino de la mano de las **uniones dentadas**. En ellas, el doble principio físico de aumentar mediante el corte dentado la superficie de rozamiento y el de aumentar la adhesión físico-química mediante una pequeña cantidad de adhesivo estructural, permite unir tablas para fabricar elementos estructurales de la dimensión que se desee.

Con ello, la madera está siendo capaz de llegar hoy día a las construcciones en altura, gracias a lo que se conoce genéricamente como **madera técnica estructural**.

## LOS RETOS ACTUALES DE LA CONSTRUCCIÓN

Según la ONU la población del mundo alcanzará en 2050 la cifra de 9.000 millones de habitantes, lo que generará una mayor demanda de vivienda, especialmente de carácter social. Sin embargo, el sector de la construcción se enfrenta hoy día a cinco grandes retos:

**Reto 1. El cambio climático** o, en otras palabras, la descarbonización. Actualmente, el sector es responsable del 35-40% de las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera.

**Reto 2. Disminuir su huella ecológica** en térmicos de menor consumo de energía, menos residuos y mayor reciclado. La edificación es responsable del 40% de consumo de energía.

**Reto 3. La falta de operarios en obra**, la mayoría hombres y puestos de trabajo poco inclusivos. Actualmente, nuestros jóvenes ya no quieren trabajar en la obra, aunque si estarían dispuestos a trabajar en una industria bajo techo o en una oficina técnica en condiciones de bienestar.

**Reto 4. La falta de digitalización.** El sector de la construcción siempre ha estado lastrado por una gestión empresarial anacrónica. La tecnología BIM, ***Building Information Modelling***, aparece como la herramienta imprescindible para conectar la oficina técnica de diseño, la elaboración computarizada en la industria y el montaje final en obra.

**Reto 5.** La inestabilidad en el suministro de materiales procedentes de mercados lejanos. Apostar cuando sea posible por materiales de proximidad, es hoy día más necesario que nunca.

Al respecto de este último reto, les propongo una primera reflexión. **¿Les parece sostenible y razonable que la mayoría de la madera técnica estructural que se usa en España y Andalucía provenga de Centro Europa, aun cuando España es el tercer país más forestal de Europa y el 40% de la superficie de Andalucía es forestal?**

## LOS BENEFICIOS DE LA MADERA EN CONSTRUCCIÓN

De manera genérica, el uso de la madera en construcción conlleva seis beneficios claros en el momento actual.

**Beneficio 1.** Contribuye al objetivo de **cero residuos**. Gracias a su carácter biodegradable, la madera se puede compostar, volviendo así al flujo de la vida.

**Beneficio 2.** Contribuye al objetivo de **cero emisiones**. Gracias a la fotosíntesis del árbol, 1 kg de madera absorbe en torno a 1.5 kg de CO<sub>2</sub>, a diferencia de otros materiales como el ladrillo, el acero o el hormigón, que no absorben nada.

**Beneficio 3.** La madera en muchos lugares es un producto local, que permite ser producido cerca de la industria, ahorrando así en emisiones por transporte y generando una industria cercana.

**Beneficio 4.** Las explotaciones forestales ayudan a combatir la pérdida progresiva de población y el abandono del medio rural que sufren ciertas zonas del territorio, aquellas que han venido a denominarse la España Vacía.

**Beneficio 5.** En contra de una visión sin fundamento científico y ampliamente generalizada, el uso de la madera local conlleva una **mayor protección de los montes**, si su explotación se realiza con las garantías de una certificación por **gestión forestal sostenible**. Un monte bien gestionado en talas controladas, entresacas y clareos, es sinónimo de un monte más fuerte para resistir las plagas y los incendios. Sin ir más lejos, aún tenemos activo un desgraciado incendio los Guájares y las Albuñuelas, una zona de monte con una alta falta de gestión y aprovechamiento. Nuestro país, con 7200 millones, es el tercero de Europa tras Finlandia y Suecia en número de árboles. Según muchos estudiosos forestales, la clave para la mitigación del cambio climático no está en plantar más árboles, sino en mantener bien gestionado y cuidado lo que tenemos. Para lograrlo, el Estado no cuenta con presupuesto suficiente, por lo que la única opción es el aprovechamiento y devolver la rentabilidad al monte. Bajo el punto de vista de muchos científicos y profesionales forestales, **“la conservación es gestión, no prohibición”**.

**Beneficio 6: La madera es biofílica.** Está demostrado que la presencia de madera en nuestros entornos de vida tiene un fuerte efecto psicológico positivo, especialmente importante en las etapas tempranas del crecimiento y en la fase de la vejez.

## LA CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADA CON MADERA

Ante los retos anteriormente mencionados, la construcción está obligada a reinventarse, impulsando nuevos modelos de negocio. **La construcción industrializada u off-site**, como también se ha dado en llamar, cuenta ya entre sus inversores con grandes corporaciones. Tendencias como la falta de mano de obra cualificada, la aplicación de metodologías Lean y BIM o la necesidad de una economía circular, han hecho que muchos profesionales del sector valoren la adopción de sistemas constructivos alternativos más industrializados. **La construcción tradicional** está dejando de ser productiva y un nuevo paradigma ha comenzado a abrirse paso.

Gracias a la nobleza para ser trabajada y el desarrollo de la tecnología de corte por control numérico, la madera técnica estructural ha llegado con fuerza a la construcción industrializada. Y lo ha hecho de la mano de dos sistemas constructivos bidimensionales, **el entramado ligero y la madera contralaminada o CLT**.

**El sistema constructivo de entramado ligero de madera** hecho en fábrica mediante el diseño BIM y el corte por control numérico, permite hacer piezas enteras bidimensionales para la fachada, las particiones interiores y los forjados de la vivienda. Desde fábrica, estos muros y forjados ya llevan incorporados los huecos para las puertas, las ventanas, las instalaciones, así como el aislamiento acústico y térmico. Se puede realizar el montaje estructural de una vivienda unifamiliar aislada de 200 m<sup>2</sup> en un plazo de 3 días. Su mayor limitación, sin embargo, es no poder abordar las grandes luces y no permitir la construcción en alturas superiores a tres o cuatro pisos.

No obstante, el producto que ha permitido un salto cualitativo en la construcción industrializada con madera es **la madera contralaminada o CLT**, un producto surgido en la Universidad de Graz, Austria, en torno a 1990. El CLT es un elemento superficial en forma de placa formado por varias capas encoladas de madera empalmada, con orientación alternativa de sus fibras en 0 y 90°. Su configuración cruzada le confiere gran estabilidad dimensional, lo que permite ser usado para muros de fachada e interiores, forjados y cubiertas.

Al CLT se le atribuye el enorme cambio que está sufriendo el uso de la madera estructural en Europa. Su llegada está suponiendo una enorme revolución en el sector, llegando incluso a las edificaciones en altura. El primer edificio cuya estructura fue íntegramente elaborada con CLT fue el “**Murray Grove**” en Londres, un edificio de 9 plantas construido en 2009 que secuestra 750 t de carbono, a diferencia de las 500 t que se hubieran emitido si se hubiese elaborado en hormigón armado. Actualmente, el edificio más alto construido en CLT es el “**Mjøstårnet**”, inaugurado en 2019 en Noruega, con 85 m de altura. En mayo de este año se ha comenzado a construir un rascacielos de CLT de 100 m de altura y 32 pisos, en la **ciudad suiza de Winterthur**.

Un caso paradigmático en España es el **edificio público Impulso Verde** de Lugo, propiedad del Concello y realizado en el marco del proyecto **LIFE Lugo +Biodinámico** como edificio demostrativo del uso de madera local de Galicia. Impulso Verde demuestra el uso conjunto de distintos materiales, cada uno de ellos en su función óptima: madera contralaminada de pino en muros y forjados; madera laminada encolada de pino en vigas y pilares; y madera laminada de eucalipto en la cubierta, formada por una estructura reticular con elementos de sección mínima. El acero juega un papel fundamental en las conexiones entre elementos, y toda la estructura transmite su carga a la base de cimentación de hormigón armado. La piel del edificio se resuelve finalmente con un acabado de piezas de pizarra local. Y todo, resuelto por diseño bajo criterios científicos para garantizar la durabilidad, la resistencia al fuego y un consumo de energía casi nulo gracias a la aplicación de los principios físicos de la Termodinámica.

Actualmente, Impulso Verde ya es un dinamizador del futuro **barrio multi-ecológico** de la ciudad, diversificando su oferta turística, dando una imagen de modernidad e innovación a la ciudad, así como de conexión con su territorio. Y lo que es más importante, Impulso Verde está siendo el mejor escaparate para la pujante e innovadora industria gallega de madera técnica estructural. El destino ha querido que en tan solo 10 días lleguen a la provincia de Cádiz los primeros camiones con muros de CLT para construir lo que serán las primeras viviendas de CLT gallego en nuestra comunidad autónoma.

No obstante, muchos profesionales y promotoras, cuestionan el CLT por ser un producto de **madera masiva**. Está comprobado que para luces mayores a 6 metros, el espesor de CLT que se precisa para cumplir los códigos de cálculo estructural es tan elevado que el sistema deja de ser competitivo.

Teniendo en cuenta esto, así como las limitaciones en altura del entramado ligero, nuestra opinión científica se inclina a pensar que la tipología arquitectónica que podría estar llamada en el futuro a producir un uso masivo de la madera en la construcción es la **estructura mixta madera-hormigón**.

## EL CHOPO EN GRANADA

**¿Y en este contexto de crecimiento de la construcción industrializada con madera técnica, tiene el chopo alguna oportunidad real de aumentar su valor añadido?**

Para dar respuesta a esta pregunta, resulta imprescindible conocer la historia del chopo, porque la historia debe ser siempre el libro que cimente nuestro camino hacia el futuro.

El chopo en Granada ha sido y sigue siendo uno de los recursos madereros más importantes de la provincia. Está más que demostrado que fue ampliamente usado en el **Reino de Granada** durante el periodo de Al-Ándalus. Una prueba evidente son las cubiertas de las dos naves laterales del Patio de la Guardia de la Alhambra, construidas con pares de madera de chopo. Es también bien conocida la existencia de rollizos de chopo en las cubiertas y techumbres de muchas casas moriscas de la ciudad de Granada y la comarca de la Vega, aun en perfecto estado y que ahora están quedando al descubierto tras excelentes tareas de rehabilitación.

Durante la **primera revolución agraria de la Vega de Granada** entre el S.XVIII y la segunda mitad del S.XIX, el chopo seguía como vegetación de ribera del río Genil, en lo que podemos denominar como **choperas silvestres**. La más conocida y extensa es la del Soto de Roma, una zona pantanosa a orillas del Genil. Además de su valor ambiental como protector de la ribera, la madera de estas alamedas silvestres tenía uso estructural como madera local para andamios, techumbres y cubiertas.

En 1883 llega a la Vega de Granada la llamada **revolución del oro blanco**, con la inauguración del “**Ingenio de San Juan**”, primera fábrica de España capaz de refinar 10 toneladas diarias de remolacha. En 20 años, se asientan en Granada 14 azucareras, generando una enorme transformación social y urbana, así como la aparición de una burguesía industrial. **La Azucarera de San Isidro**, adquirida recientemente por la Universidad de Granada, es una de ellas, llamada a jugar un papel fundamental en el futuro inmediato.

En esa época, impulsadas por un problema ambiental y por la alta demanda de la construcción, se iniciaron las repoblaciones masivas con chopos para regular las avenidas del río Genil. Esta **I Revolución del Chopo en Granada**, llegó de la mano de **D. Diego Liñán Nieves**, conocido como “**El Rey del Chopo**”, al que podríamos considerar como el primer selvicultor de los valles de Granada, confiriendo así al cultivo la denominación de **cultivo industrial**. Paralelo al crecimiento del chopo se producía el declive de la remolacha y el nacimiento del cultivo del tabaco en la Vega de Granada. Y con ello, el uso del chopo como material estructural para los tan singulares y bellos secaderos de la Vega de Granada.

A partir de la segunda mitad del siglo XX y con la clara disminución del tabaco en la Vega de Granada, el uso del chopo para la construcción de los secaderos quedó reducido a su cubierta, pues el resto de la estructura se elaboraba de ladrillo y bloques de hormigón. A la vez, los andamios comenzaban a construirse con metal. **Se pierde así el uso del chopo como madera estructural.**

Sin embargo, el auge del comercio hortofrutícola en la Vega de Granada y el Levante español fue abriendo a la madera de chopo un nuevo y amplio mercado. Dejaba de primarse la alta densidad, rigidez y resistencia de la madera, a favor de su ligereza y el color blanquecino, así como el menor precio, pues el envase hortofrutícola tiene menor valor añadido que las vigas estructurales. Podemos por tanto considerar que a mediados del siglo XX se produjo la **II Revolución del Chopo en Granada**, que supuso el declive del chopo en construcción como madera sólida, pero su auge en el sector del envase como contrachapado de chapa. No obstante, con los altos crecimientos de la Vega de Granada, se instala en España el mantra “**la madera de Granada es de mala calidad**”. Y todo ello sin base científica alguna, o lo que es peor, en contra de los análisis realizados por el Distrito Forestal de Granada.

**En Castilla y León**, comunidad autónoma con más del 50% de las plantaciones de chopo de España en la actualidad, la **I Revolución del Chopo** llegó medio siglo más tarde que en Granada, en torno a 1950, cuando se realizaron las primeras plantaciones masivas en la provincia de León. Posteriormente, y 15 años más tarde que en Granada, la empresa **riojana Garnica** comienza a realizar desarrollo en corto para elaboración de contrachapado para envases, dando paso así la **II Revolución del Chopo en el Norte de España**. Más tarde, en 1985, esta empresa comienza a manufacturar tablero contrachapado de mucho más espesor y mayores dimensiones, denominado **contrachapado industrial**, cuyo destino final son mercados más exigentes como el transporte. Nació así en el Norte de España, de manos de la innovación, la industria de un producto de mucho más valor añadido que el de los envases, que provocó la necesidad de un recurso de mayor calidad. Comenzó así la **III Revolución del Chopo en el Norte de España**.

Quizás debido a la injusta y mala imagen de la madera o a la falta de emprendimiento, a esta III Revolución del Chopo nunca ha llegado a sumarse el sector del chopo de Granada. **Nunca se generó en Granada una industria del contrachapado industrial.**

No obstante, la alta demanda de la industria del envase produjo que entre finales del siglo XX y principios del XXI existiera en Granada una gran superficie destinada a chopos, unas 12.000 ha. La llegada de la crisis económica del año 2008 y los bajos precios, provocaron que muchos propietarios necesitaran el dinero de la corta de la chopera y que no volvieran a plantar. Esto, junto con la no existencia de subvenciones de la PAC, en clara injusticia respecto de otros cultivos, provocó el descenso exponencial de las plantaciones de chopo en Granada. Comenzó de esta forma la **Crisis del Chopo de Granada**, de la que aún no se ha salido.

En este punto parece razonable hacer la siguiente reflexión:

**¿Es sostenible el sector del chopo en Granada si se sigue manteniendo la industria del envase como única salida de la madera, siendo éste un producto de bajo valor añadido?**

**O por el contrario, ¿es posible en Granada una III Revolución del Chopo con un nuevo producto de más valor añadido basado en el conocimiento?**

En el contexto actual de desarrollo de la madera técnica estructural y su imparable uso en construcción tal cual he comentado anteriormente, así como de crisis climática y ambiental a la que han reaccionado todas las políticas nacionales e internacionales, parece razonable pensar que esa III Revolución del Chopo de Granada puede venir de la mano de su uso como madera técnica estructural para construcción. Es decir, volver a su uso estructural, pero con la tecnología actual.

Nace así, como elemento facilitador, el proyecto europeo **LIFE Madera para el Futuro** que lidera la Universidad de Granada desde la **ETS de Ingeniería de Edificación**, con la participación de la Universidad de Santiago de Compostela, los propietarios de choperas a través de COSE, la Diputación de Granada, y la spin-off 3edata.

## NUEVOS PRODUCTOS ESTRUCTURALES DE CHOPO

Este proyecto LIFE pretende ser motor para “**Recuperar las alamedas productivas de la Vega de Granada**”. Su estrategia, como no puede ser de otra forma, es tener como base el conocimiento, para provocar la aparición de un nuevo ecosistema industrial.

Las dos claves para desarrollar un nuevo producto que genere economía son, el **conocimiento**, es decir, la idea y su desarrollo técnico, y la existencia de un **mercado**.

De lo comentado anteriormente está claro que la madera técnica estructural cuenta con un mercado cada vez más amplio. Actualmente, los tiempos de demora en la entrega de madera laminada procedente de centro Europa son de al menos un año. Andalucía además, por su extensión y elevada población, cuenta con el 20% del mercado de la construcción de toda España. Además, gran parte de ese mercado son propietarios de origen centro europeo o nórdico, en cuya cultura está impregnada la construcción con madera.

En este contexto, el proyecto está haciendo todo el desarrollo técnico y normativo para poner cerca de mercado dos nuevos productos estructurales no existentes actualmente:

**Primer producto: Vigas laminadas mixtas chopo-pino** hechas con tablas de chopo colocadas en sus capas interiores como transmisoras de esfuerzos, y tablas de pino en sus capas exteriores para soportar los esfuerzos de compresión y tracción.

Mediante esta configuración, el chopo aporta la mejor de sus propiedades, su baja densidad, aligerando el peso del producto final. El pino, por su parte, aporta también la mejor de sus propiedades, su mayor módulo de elasticidad. Surge así un producto mixto más rígido que si fuera solo de chopo y más ligero que si fuera solo de pino.

Además, el número de láminas de cada especie, su espesor y colocación en el laminado, se pueden elegir automáticamente mediante inteligencia artificial, es decir, mediante algoritmos que proporcionen unas propiedades mecánicas óptimas del producto final a partir de las propiedades de cada tabla.

**Segundo Producto: Prefabricados mixtos madera-hormigón para forjados**, formados por vigas laminadas de madera y una losa de hormigón, unidas entre sí por una conexión metálica que transfiere los esfuerzos entre los materiales. De esa forma, la viga de madera trabajaría de la forma que mejor lo sabe hacer, a tracción, y el hormigón trabajaría también de la forma que mejor lo sabe hacer, a compresión, aportando también la masa suficiente para mejorar el aislamiento acústico del conjunto.

Como grandes ventajas, este producto sería más mucho más ligero que si fuese todo de hormigón, se elaboraría totalmente en fábrica, y sería viable técnicamente para llegar hasta a las grandes luces y las construcciones en altura.

Además, el hormigón se beneficiaría de la madera para disminuir su huella de carbono, siendo así un producto de huella cero. A su vez, la madera se beneficiaría del enorme prestigio técnico que tiene el hormigón entre los profesionales y promotores, en términos de capacidad estructural y cuota de mercado.

**El ecosistema industrial** para la manufactura local de estos productos agruparía de manera sinérgica hasta **4 tipos de industrias**: aserraderos de chopo y pino, plantas para generación de energía de biomasa sobrante, la industria de vigas laminadas, y la fábrica de prefabricados de hormigón con madera. Todo ello con productos locales, respondiendo así a lo que el economista belga **Gunter Pauli** dio en llamar hace unos años “**Economía Azul**”, como concepto y mecanismo para generar **valor local** y así hacer frente a las evidentes incertidumbres de la globalización.

Para el impulso de este ecosistema y servir de muestra para todo el sector de la construcción y la ciudadanía, el proyecto pretende hacer una demostración práctica de estos productos en un **edificio demostrativo**. Parecería razonable pensar que este edificio formase parte de esta nuestra casa, la **Universidad de Granada**, al igual que Impuso Verde fue promovido por el Ayuntamiento de Lugo bajo el desarrollo investigador y técnico de la Plataforma de Ingeniería de Madera Estructural de la Universidad de Santiago de Compostela. De esta forma, se contribuiría a desarrollar el **Eje 4 del flamante Plan Estratégico 2031 de la UGR, la Transformación del Entorno**.

Hay que tener en cuenta que sería el primer edificio hecho con madera técnica estructural de chopo y un ejemplo paradigmático en España de los sistemas mixtos madera-hormigón de huella de carbono nula usando maderas locales.

No cabe duda de que este desarrollo industrial sería tractor de un cambio profundo e innovador del sector primario y del territorio, tanto de los cultivos del chopo como del sector forestal de los montes orientales de Andalucía. Porque debemos tener en cuenta que **“La industria es siempre la tractora del recurso”**.

## LA NECESIDAD DE ESTAR AGRADECIDOS AL CHOPO

El enorme cambio global inducido por el *homo sapiens* sobre el Planeta durante las últimas décadas ha puesto sobre la mesa la necesidad de un mayor respecto por el medio ambiente. Sin ir más lejos, el reciente **Pacto por Granada**, también llamado **Pacto de Los Mártires**, apunta en su primer eje a que todas las administraciones deben *“Trabajar por una Granada verde con el reto de afrontar la transición ecológica”*.

El chopo, la lira verde de Góngora, generoso por haber trabajado por una Granada verde durante más de un siglo y, por qué no decirlo, entristecido por no haber sido reconocido por su labor, encuentra ahora su razón de ser.

Nadie debería tener en mente que las choperas son bosques. No obstante, aunque no lo son, estos cultivos de árboles para madera cumplen muchas de las funciones de los bosques, aportando así lo que se conoce como **servicios ecosistémicos** a toda la sociedad, incluso a las personas que no contribuyen económicamente con su plantación y cuidado. Las alamedas actúan como **cultivos protectores** ante nuestros numerosos problemas ambientales.

El **área metropolitana de Granada** es un desgraciado mosaico de dificultades y complejidades medioambientales, que han ido evolucionando al alza en los últimos años debido a la concentración de la población en esta zona y a los continuos desplazamientos en coche entre sus poblaciones.

**El primero de los problemas** es la desgraciada y afamada **contaminación**. **¿Vamos incluso a ponérselo más fácil a la contaminación permitiendo la desaparición de nuestras alamedas, auténticos pulmones verdes generadores de oxígeno y absorbentes incondicionales de partículas contaminantes?**

**El segundo de los problemas**, desgraciadamente poco conocido, es el de la contaminación del acuífero de la Vega de Granada por la **presencia de nitratos** debido a la continua proliferación de fertilizantes no ecológicos en algunos cultivos agrícolas. Las choperas, además de no precisar de fertilizantes, actúan como filtros verdes de estos nitratos. En un informe reciente de la **Oficina de Planificación de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir**, se reconoce que el riego a manta de las choperas de Granada es una cultura local del agua diferente que sirve para recargar con aguas limpias el acuífero, siendo esto motivo más que suficiente para aumentar la dotación de agua para su mantenimiento.

**El tercer problema ambiental es la subida de las temperaturas.** Las choperas, como ya lo remarcaba Gibson en el artículo con el que comencé mi intervención, tienen una alta tasa de transpiración y sombreado, es decir nos protegen de la radiación solar, lo que aumenta la humedad relativa y provoca el descenso de temperatura.

**Un cuarto problema ambiental es la alarmante disminución de la biodiversidad** en la Vega de Granada, provocada por un indiscriminado uso de insecticidas y herbicidas. El mosaico agrario de la Vega, reconocido desde tiempos inmemoriales, no se merece este continuo maltrato. Pese a ello, las choperas, especialmente en su fase intermedia y madura de crecimiento, son refugio de numerosas especies animales. **Recordemos a nuestra querido ruiseñor, Filomena, de la letrilla de Góngora.**

Los primeros estudios del **Departamento de Zoología** de la Universidad de Granada en este proyecto LIFE constatan la existencia de hasta 71 especies de aves, de las que 68 son probablemente reproductoras en las propias choperas.

Para el final de mi intervención he dejado el que probablemente es el mayor reto ambiental al que nos enfrentamos en la actualidad: el **calentamiento global**, provocado, al menos en parte, por el aumento de emisiones y quien sabe si ya en un punto de no retorno. De todos es responsabilidad contribuir a la lucha diaria contra el aumento de temperaturas. Los productores de madera de chopo hacen este trabajo por nosotros y, por tanto, parece razonable que deban ser compensados.

La compensación de la huella de carbono de las empresas con emisiones positivas es hoy día práctica común, alentadas y obligadas por diferentes políticas y reglamentos, o simplemente como medida para teñir de verde su imagen corporativa. El chopo tiene aquí una oportunidad. El agricultor de chopos no solo está criando madera, también está capturando carbono de la atmósfera que queda retenido en su madera. Además, cuando el uso de la madera es estructural, este carbono puede quedar fijado incluso siglos, aumentando así su valor en el mercado de créditos de carbono.

## CONCLUYO

¿Sería una osadía pensar que dentro de unos años nuestras aulas estén sustentadas por vigas de chopo y nuestros trajes académicos sean de tela de viscosa de álamo, como ya se hace con otras fibras de madera gracias al conocimiento científico generado décadas atrás por el Ingeniero Químico francés, el conde **Hilaire de Chardonnet**? Mientras tanto, no vendría nada mal que durante nuestros paseos urbanos hagamos una parada técnica en un herbolario para adquirir una preciada ambrosía de **salicina, ácido gálico y salicortina** de hoja de álamo, y así superar los habituales dolores de cabeza provocados por las numerosas actividades académicas que sin duda nos deparará el curso que hoy se inaugura.

¿“Verdad chopo, maestro de la brisa”?

He dicho