



AXENCIA GALEGA  
DA INDUSTRIA  
FORESTAL

# GUÍA PARA EL FOMENTO DE LA MADERA EN LA CONTRATACIÓN PÚBLICA DE EDIFICACIONES SOSTENIBLES



Santiago de Compostela, noviembre 2023 (versión 1.0)

CENTRO DE INNOVACIÓN Y SERVICIOS TECNOLÓGICOS DE LA MADERA DE GALICIA  
(CIS – Madera) perteneciente a la Agencia Gallega de la Industria Forestal

Consejería del Medio Rural

En colaboración con la Fundación Universidad de A Coruña

### **Cláusula de exención de responsabilidad:**

La presente publicación tiene como objetivo proporcionar orientaciones prácticas dirigidas a facilitar la incorporación de criterios ambientales y de eficiencia en la contratación pública relativa al uso de madera en la construcción. Si bien la información contenida en estas orientaciones ha sido revisada de forma minuciosa, la Agencia Gallega de la Industria Forestal no se hace responsable del uso que pueda hacerse de la información contenida en este documento.



<b>PRÓLOGO</b> .....	5
<b>1. LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS PÚBLICOS: UTILIZANDO LA MADERA COMO MEDIO PARA LA LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO</b> .....	6
<b>1.1. ¿Cuál es el papel de la construcción de edificios públicos en la estrategia de transición ecológica?</b> .....	6
<b>1.2. ¿Cuáles son las tendencias en materia de políticas públicas?</b> .....	9
<b>1.3. Compromisos políticos de las administraciones públicas en la construcción en madera: porcentaje mínimo de sus nuevas edificaciones</b> .....	13
<b>1.4. ¿Futuro o presente? Umbrales máximos, tasas e impuestos a la emisión de gases efecto invernadero (GEI) en la construcción</b> .....	15
<b>1.5. La madera en políticas de reutilización</b> .....	16
<b>2. RAZONES PARA UTILIZAR LA MADERA EN LA EDIFICACIÓN</b> .....	17
<b>2.1. Razones económicas: costes en la fase constructiva</b> .....	19
<b>2.2. Razones económicas: costes en el ciclo de vida del edificio</b> .....	22
<b>2.3. Razones económicas: plazos de ejecución de la obra</b> .....	23
<b>2.4. Razones técnicas: resistencia sísmica y comportamiento ante el fuego</b> ..	26
<b>2.5. Razones técnicas: durabilidad de la madera</b> .....	28
<b>2.6. Razones ambientales: emisión de gases efecto invernadero (GEI)</b> .....	29
<b>2.7. Razones sociales: salud y seguridad de los operarios en el proceso constructivo</b> .....	30
<b>2.8. Razones sociales: confort y bienestar de sus ocupantes</b> .....	31
<b>2.9. Razones sociales: retorno a la economía rural por cada euro invertido en la construcción</b> .....	34
<b>3. ¿CÓMO UTILIZAR LA CONTRATACIÓN PÚBLICA PARA FOMENTAR EL USO DE LA MADERA EN LA CONSTRUCCIÓN?</b> .....	37
<b>3.1. Marco normativo</b> .....	37
<b>3.2. Fase de preparación del contrato</b> .....	38
3.2.1. La necesidad de motivación en el expediente administrativo.....	38
3.2.2. Vinculación con el objeto del contrato.....	39
3.2.3. Tipos de cláusulas ambientales que se pueden definir en la fase de preparación del contrato .....	39
3.2.4. Determinación del objeto del contrato.....	41
3.2.5. El acceso de las PYME a la contratación pública .....	42
<b>3.3. Pliego de prescripciones técnicas particulares: aplicación de criterios de sostenibilidad</b> .....	42
3.3.1. La prescripción de las especies de madera a utilizar .....	43



3.3.2. El uso de sistemas de certificación de edificios, productos o materiales para la determinación de prescripciones técnica (y de criterios de valoración o condiciones especiales de ejecución) .....	46
3.3.3. El uso de sistemas de certificación de gestión forestal sostenible (GFS) y cadena de custodia (CdC) .....	49
<b>3.4. Pliego de cláusulas administrativas particulares: solvencia técnica, criterios subjetivos y objetivos de valoración</b> .....	<b>50</b>
3.4.1. Solvencia técnica y profesional.....	50
3.4.2. Criterios de valoración en la licitación de la obra.....	53
3.4.2.1. Criterios de adjudicación cuantificables mediante juicio de valor .....	54
3.4.2.2. Criterios de adjudicación evaluables de forma automática.....	55
3.4.3. Condiciones especiales de ejecución .....	63
<b>Anexo 1. Indicaciones sobre la prescripción de especies de madera</b> .....	<b>66</b>
<b>Anexo 2. Ejemplos de licitaciones públicas de la Xunta de Galicia orientadas al uso de la madera o productos transformados de la madera</b> .....	<b>77</b>
<b>Anexo 3. Breve explicación sobre los métodos de cálculo para huella de carbono del transporte por carretera</b> .....	<b>87</b>
<b>Anexo 4. Síntesis de recomendaciones para la elaboración de criterios o cláusulas ambientales favorecedoras del uso de la madera</b> .....	<b>92</b>
<b>Anexo 5. Guías y documentos técnicos de referencia</b> .....	<b>99</b>



## PRÓLOGO

A escala global, el cumplimiento de los compromisos adquiridos en torno a la **lucha contra el cambio climático y la transición energética** requiere actuaciones entre las que destaca, por su importancia, la utilización de técnicas y materiales de construcción con un impacto ambiental reducido.

En este contexto, el desarrollo de la construcción en madera se está extendiendo en numerosos países, contando con el apoyo de la contratación pública a través del importante papel demostrativo y promotor de la innovación que puede ejercerse por esta vía.

Desde la **Agencia Gallega de la Industria Forestal perteneciente a la Consejería del Medio Rural de la Xunta de Galicia**, en colaboración con la **Fundación Universidad de A Coruña**, se ha llevado a cabo un trabajo de reflexión y análisis, que culmina con esta publicación, con la finalidad de facilitar la incorporación de mejoras en la contratación pública relacionada con el uso de madera en la construcción pública.

La potenciación de la contratación pública de construcciones en madera requiere una voluntad común y cierto cambio de enfoque. La construcción industrial en madera implica cambios cuyos efectos deben ser comprendidos y, por este motivo, la comunicación entre diferentes agentes es un requisito indispensable para el éxito.

Esta Guía pretende contribuir a avanzar en esta dinámica de colaboración. Con ello, confiamos en que será posible **mejorar la competitividad de las empresas del sector** y, sobre todo, aprovechar las oportunidades que puede ofrecer la construcción pública en madera, de cara al futuro, con las mejores **garantías de calidad y eficiencia**.

El objetivo de la presente Guía es realizar **recomendaciones para la utilización de la madera en la preparación de los contratos o concesiones de obras públicas** de las entidades del sector público autonómico y local de Galicia. Se proponen cláusulas o criterios técnicos para el diseño, construcción, renovación y gestión de edificios y obras para **reducir su impacto ambiental y climático**, e **incentivar el desarrollo de productos y tecnologías verdes en el sector forestal**. Los órganos de contratación podrán elegir en qué objetivo u objetivos se quieren centran a la hora de preparar el contrato, definiendo consecuentemente los pliegos de prescripciones técnicas y/o los pliegos de cláusulas administrativas particulares.

La elaboración de la presente guía se elabora con **vocación de mejora continua**, lo cual requerirá realizar un adecuado seguimiento de las experiencias de otras administraciones y entidades públicas en el uso de la madera en la contratación pública. También será necesario analizar el nivel de implantación del [marco comunitario LEVELS](#), basado en indicadores para mejorar la sostenibilidad de los edificios, y de la metodología BIM, con elevado impacto potencial en el análisis del ciclo de vida de las edificaciones y la mejora de su eficiencia ambiental.

*José González Vázquez, presidente de la Agencia Gallega de la Industria Forestal y consejero del Medio Rural de la Xunta de Galicia*



# 1. LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS PÚBLICOS: UTILIZANDO LA MADERA COMO MEDIO PARA LA LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO

## 1.1. ¿Cuál es el papel de la construcción de edificios públicos en la estrategia de transición ecológica?

La [Estrategia Gallega de Cambio Climático y Energía 2050](#) es la respuesta que la Xunta de Galicia pone en marcha para hacer frente al problema global del cambio climático. Se pretende que **Galicia sea un referente en el proceso de cambio del modelo de consumo y uso de recursos naturales**, mediante la conversión de nuestra comunidad en un territorio bajo en emisiones y preparado para afrontar los retos derivados del cambio climático.

### Estrategia de la UE sobre la ecologización de los edificios



La **Resolución del Parlamento Europeo, de 15 de enero de 2020, sobre el "Pacto Verde Europeo"**, estrategia de desarrollo socioeconómico de la UE, **"alienta la promoción de la construcción de madera y de los materiales de construcción ecológicos"**.

La **Comisión Europea** indica, en su Comunicación ["Oleada de renovación para Europa: ecologizar nuestros edificios, crear empleo y mejorar vidas"](#) (2020), que uno de los principios clave para la renovación de los edificios entre 2030 y 2050, en el marco de la Plan del Objetivo Climático 2030, es el "análisis del ciclo de vida y circularidad", que persigue minimizar la huella de los edificios mediante la "conversión de partes del sector de la construcción en un sumidero de carbono", mediante , por ejemplo, **"el uso de materiales de construcción orgánicos que puedan almacenar carbono, como la madera de origen sostenible"**. Dicho documento indica igualmente que los "materiales de origen natural, como la madera, pueden desempeñar un papel crucial en el diseño de la nueva Bauhaus europea, ya que pueden tener un **doblo beneficio**: por un lado, almacenar las emisiones de carbono en los edificios y, por otro, evitar las emisiones que se habrían generado para producir materiales de construcción convencionales".

La construcción y el entorno edificado son grandes consumidores de recursos. La construcción utiliza cada año cerca de la mitad de las materias primas mundiales. La construcción y los edificios consumen alrededor del **40% de la energía primaria utilizada**. Al mismo tiempo, el entorno construido (construcción, calefacción de edificios y uso de electricidad) produce alrededor de un **tercio de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero**. A través de los proyectos de construcción pública, las administraciones autonómicas y locales pueden desempeñar un papel fundamental en el fomento de la **penetración en el mercado de nuevas soluciones de construcción más sostenibles**.



## Nueva Estrategia de la UE en favor de los Bosques para 2030



**“Con menos de un 3 % de cuota de mercado, los productos de madera siguen constituyendo solo un pequeño porcentaje de los materiales de construcción en Europa, que siguen siendo en su mayor parte materiales con un gran consumo de energía y actualmente procedentes de combustibles fósiles. La Comisión elaborará una hoja de ruta para 2050 con el fin de reducir las emisiones de carbono de todo el ciclo de vida de los edificios. En el marco de la revisión del **Reglamento sobre los productos de construcción, la Comisión desarrollará una metodología estándar, sólida y transparente para cuantificar los beneficios climáticos de los productos de madera y otros materiales de construcción.****

El fomento de la utilización de productos de madera en la UE también requiere medidas orientadas a la demanda, en particular la lucha contra los conceptos erróneos sobre el riesgo de incendio y la falta de durabilidad, y el reconocimiento de las múltiples ventajas de los productos de madera en términos de reducción de la contaminación y el consumo de energía durante las fases de construcción, utilización y deconstrucción. Debe incentivarse a los ingenieros de la construcción y los arquitectos para que diseñen edificios con madera. Las empresas constructoras, de acuerdo con los principios del enfoque de ciclo de vida y la circularidad, deben reflejar todos los beneficios de la construcción en madera en sus primas de riesgo y modelos de negocio.

Conforme a la «nueva iniciativa Bauhaus Europea», **debe ampliarse la investigación y la innovación en arquitectura, diseño ecológico y materiales de construcción, en particular sobre mejoras industriales para utilizar más madera de baja calidad, especialmente de especies de frondosas, y sobre cómo mejorar el uso en cascada y aumentar la circularidad**, con el objetivo de recuperar la madera existente para la fabricación de productos transformados de madera.

También hay que prestar atención a los enfoques normativos. La ampliación de la producción de productos de madera de larga duración está limitada por la normativa en materia de construcción, como las normas de seguridad contra incendios, que aún no reflejan plenamente las posibilidades técnicas de las construcciones de madera modernas. **Debe animarse a los Estados miembros a reflejar la mejora de los conocimientos científicos disponibles en el diseño de normativas favorables a los productos de madera de larga duración, en particular la actuación en materia de rendimiento energético y medioambiental de los productos de construcción**, la promoción de la etiqueta ecológica relacionada con la captura de carbono y el aumento de la circularidad y la focalización en las fases cruciales de la vida de los edificios, incluidas la construcción, la renovación y la deconstrucción”.

*Fuente: COM (2021) 572 final. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. Nueva Estrategia de la UE en favor de los Bosques para 2030*



## Recomendaciones del Comité Económico y Social Europeo



**“La contribución de los bosques y la silvicultura debe reconocerse tanto en la mitigación del cambio climático como en el diseño de políticas en consecuencia.** Los desarrollos del mundo real en los bosques europeos durante muchos años ilustran que un aumento de las reservas de carbono puede combinarse con un aumento simultáneo de los aprovechamientos de madera y, si se gestiona bien, al mismo tiempo reducir los riesgos de daños causados de forma natural.

**Los Estados miembros deberían aumentar el uso de madera en los edificios públicos, que está por debajo de la media general. Creemos que el sector público tiene un papel de liderazgo que desempeñar en el aprovechamiento del potencial de la construcción con madera para lograr los objetivos del cambio climático.**

**Los procedimientos de contratación basados en la calidad, incluidos los criterios de sostenibilidad y ciclo de vida, así como la elección de procedimientos de contratación adecuados que permitan soluciones innovadoras, son un requisito previo para lograr los objetivos climáticos y promover la construcción con madera. Pedimos una obligación legal más fuerte con respecto a la competencia basada en la calidad y la contratación pública respetuosa con el clima, así como medidas para capacitar a las autoridades contratantes en consecuencia.**

Sugerimos que las barreras a la construcción con madera que surgen de los requisitos formales, legales y técnicos deben examinarse en términos de su necesidad con respecto a la calidad de la planificación, y tenga en cuenta que las innovaciones deben poder cumplir con el estado del arte no solo cumpliendo con los estándares, sino también mediante el uso de "soluciones alternativas equivalentes".

**Recomendamos el uso constante de evaluaciones del ciclo de vida para evaluaciones de sostenibilidad de expertos durante todo el ciclo de vida de los edificios y al comparar los impactos ambientales.”.**

*Fuente: Conferencia “Construcción en madera para la reducción del CO<sub>2</sub> en el sector de la construcción”. Estocolmo (Suecia). Junio 2023. Comité Económico y Social Europeo*



## 1.2. ¿Cuáles son las tendencias en materia de políticas públicas?

En ejercicio de las atribuciones que la normativa sobre contratación pública otorga a las autoridades públicas, es posible exigir o valorar la utilización de la madera en la preparación de la contratación de edificaciones sostenibles.

En este sentido, como ejemplo significativo, sobresale la reciente entrada en vigor de una **nueva normativa medioambiental francesa, denominada RE2020, que supone una gran transformación para el sector de la construcción en Francia**. Esta iniciativa es el resultado de la determinación del Estado francés, y del diálogo con las partes interesadas, en el objetivo de hacer más eficientes los edificios y acelerar la descarbonización del sector de la construcción. De hecho, **cualquier nuevo edificio construido en París para los Juegos Olímpicos de Verano de 2024 que mida ocho pisos o menos debe estar hecho completamente de madera, y los edificios más altos también deben contener al menos algo de este material sostenible**.

La **República Checa** introdujo una nueva normativa sobre contratación pública el 1 de enero de 2021, estableciendo nuevos requisitos y criterios de carácter ambiental. Como medida de apoyo a esta nueva regulación, el Ministerio de Agricultura ha publicado una **"Guía sobre el uso de la madera en la contratación pública"** que incluye recomendaciones análogas a la presente guía.



*Estructura de cubierta de Redeiras, edificio institucional de la Universidad de Vigo en Vigo (Pontevedra) – Universidad de Vigo (2018) | Abalo Alonso Arquitectos | Fotografía: Manuel Touza*



El **Gabinete Federal de Alemania** (Ministerio de Vivienda, Urbanismo y Construcción / Ministerio de Alimentación y Agricultura) **aprobó a finales de junio del año 2023 una estrategia dirigida a "reforzar la construcción en madera como contribución importante a una construcción respetuosa con el clima y eficiente en el uso de recursos"**. Esta estrategia del gobierno federal tiene como objetivo fortalecer el uso de la madera como materia prima sostenible en el sector de la construcción y garantizar una mayor protección del clima, la eficiencia de los recursos y una construcción más rápida. El uso de la madera mejorará significativamente para 2030 y se incrementará la cuota de construcción en madera. Se eliminan los obstáculos y se garantiza la igualdad de oportunidades competitivas para el uso de una amplia variedad de materiales de construcción.

## Estrategia de la construcción en madera de Alemania



“En el ámbito de la construcción respetuosa con el clima, el **Gobierno federal puede marcar la pauta a través de sus propios proyectos** de construcción innovadora en madera, incluidos los edificios híbridos en obra nueva y modernización, con el fin de documentar de forma comprensible las ventajas de este método de construcción. **Como propietarios de edificios e inmuebles, tienen la oportunidad de dar ejemplo y ser pioneros en la construcción respetuosa con el clima, generando confianza.**

**Dando ejemplos en el ámbito de la nueva construcción y la modernización de edificios federales, se pueden crear referencias** para la construcción sostenible y respetuosa con el clima con madera y otras materias primas renovables. A través de esta función de modelo, puede crearse conciencia sobre lo que es posible y redirigir las incertidumbres sobre los nuevos métodos de construcción hacia el interés, la aceptación y la acción concreta. Dentro de la administración, hay que mejorar las condiciones para ello proporcionando información y servicios adecuados”.

*Fuente: Holzbau-initiative. Strategie der Bundesregierung zur Stärkung des Holzbaus als ein wichtiger Beitrag für ein klimagerechtes und ressourceneffizientes Bauen. Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) & Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL). Junio 2023*

Fuera de la Unión Europea, otros países han introducido también requisitos legislativos relativos a la utilización de madera. Así, en el caso de Canadá, existen disposiciones que exigen “el uso de la madera como material de construcción principal en todos los nuevos edificios financiados con recursos públicos provinciales” (en la entidad federal de la Columbia Británica). Entre los argumentos empleados para justificar esta medida, que va acompañada de un programa de actuación específico denominado “*Wood First*”, destaca el propósito de contribuir a que la industria forestal de la Columbia Británica refuerce su competitividad a nivel mundial.



De igual forma el **Grupo Parlamentario de todos los partidos para las Industrias de la Madera en el Reino Unido**, publicó en junio del año 2023 un informe donde se señala que el Comité de Cambio Climático (CCC) del Reino Unido y el asesor independiente del gobierno para lograr emisiones neutras para 2050, **han abogado repetidamente por aumentar el uso de madera en la construcción como una forma de reducir las emisiones de carbono**. Señala este informe que, si se utilizara estructura de madera para construir 270.000 viviendas nuevas, podrían aumentar la cantidad de carbono secuestrado en las viviendas del Reino Unido a 3 millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente.

## Recomendaciones políticas en Reino Unido



El Departamento de Urbanización, Vivienda y Comunidades del Reino Unido deberá:

- **Incorporar evaluaciones de carbono a lo largo de toda la vida** (WLCA, por sus siglas en inglés) en **las normas de construcción e introducir umbrales en los límites de carbono** incorporado en la construcción.
- Obligar a un **plan de licitaciones bajas en carbono para todos los proyectos de construcción con fondos públicos y sociales**.
- Construir viviendas más asequibles fuertemente vinculadas a la construcción baja en carbono.

Los **departamentos gubernamentales deberían incluir un enfoque en un sector maderero bajo en carbono dentro del contexto de una estrategia industrial verde**. El Gobierno debería adoptar la Estrategia Nacional de Retroadaptación para mejorar la vivienda del Reino Unido.”

*Fuente: Barreras y soluciones para la construcción con madera. Un informe para el Grupo parlamentario de todos los partidos para las industrias de la madera del Reino Unido. Junio 2023.*

Otro ejemplo podemos encontrarlo en la Ley Forestal Suiza. En su artículo 34b se indica la obligación de promover el uso de madera en la construcción y el equipamiento de edificios e instalaciones federales, “cuando sea apropiado”. Como en el caso anterior, existe un plan de acción complementario, orientado a fortalecer y desarrollar el uso de los recursos madereros nacionales.

**Promover la construcción en madera** es, sin duda, un **paso en la buena dirección**. El fomento de la construcción pública en madera también aumentará el uso de la madera en el sector privado, a medida que se refuercen los conocimientos de construcción en madera y el aumento de los volúmenes de construcción, bajarán los costes.



Al optar por la construcción en madera, los agentes públicos destinan recursos comunes a dos importantes objetivos: **reducir las emisiones climáticas mediante el secuestro de dióxido de carbono en los edificios;** y **apoyar el desarrollo de la cadena de valor forestal-madera,** que representa una fuente de beneficios ambientales, sociales y económicos, especialmente relevante en **comarcas rurales afectadas por las dinámicas de despoblamiento, con baja actividad de gestión forestal y donde es elevada la recurrencia de la actividad incendiaria.**



*Escaleras de eucalipto laminado del ala sur del conjunto de San Domingos de Bonaval en Santiago de Compostela (A Coruña) - Consorcio de la ciudad de Santiago de Compostela (2021) | Oficina técnica del Consorcio | Fotografía: Elisa Gallego Picard*



### 1.3. Compromisos políticos de las administraciones públicas en la construcción en madera: porcentaje mínimo de sus nuevas edificaciones

Algunas ciudades y regiones han asumido públicamente compromisos en materia de edificación sostenible, en la fecha de publicación de esta guía, **29 ciudades** (Valladolid en España) de todo el mundo **y 6 regiones/estados** (California, Baden-Württemberg, Gobierno de Escocia, Yucatán, Cataluña y Navarra) han firmado el **Compromiso de Edificios Net Zero Carbon** del *World Green Building Council* (WorldGBC)<sup>1</sup>, junto con más de 140 organizaciones y empresas, entre ellas las empresas líderes mundiales del sector inmobiliario.

Al firmar el Compromiso, las **ciudades, regiones y las empresas se comprometen a alcanzar cero emisiones netas para sus propios edificios para 2030**, y las ciudades y regiones se comprometen a que todos los edificios de sus ámbitos territoriales alcancen el objetivo para 2050, uno de los objetivos climáticos urbanos más ambiciosos del mundo. **Una manera para conseguir estos objetivos (en combinación con otras), consiste en asumir un compromiso público con la construcción de madera de nuevas edificaciones.**

El **Reglamento de Contratación Pública Ecológica, vigente en Eslovenia desde 2018**, incluye entre los objetos de contratación pública para los que es obligatoria la consideración de aspectos ambientales: "el diseño o la **construcción de edificios**". Y establece como objetivo una **proporción mínima con respecto al uso de madera o materiales derivados**, en determinados elementos constructivos de los edificios públicos.

Y es que el **compromiso de un porcentaje mínimo de las construcciones en madera empieza a ser habitual en toda Europa** como parte de las acciones políticas en materia de descarbonización y lucha contra el cambio climático. **Finlandia a través del Programa de Construcción en Madera del Ministerio de Medio Ambiente**, junto con las partes interesadas, ha desarrollado objetivos nacionales para la construcción pública con madera, fijando **metas con respecto a la proporción de madera en la construcción pública nueva y para los tipos de edificios más importantes en términos de volumen de construcción**<sup>2</sup>.

Todo el Gobierno finlandés está comprometido con la promoción de la madera en la construcción y los objetivos relativos al uso de la madera en la construcción pública. Además de las subvenciones directas otorgadas a proyectos de desarrollo, los constructores de edificios públicos reciben apoyo a través de acciones informativas (**Guía de contratación para un edificio público de madera, base de datos de proyectos sobre edificios públicos de madera en Finlandia**) y de *networking*.

---

<sup>1</sup> <https://worldgbc.org/thecommitment/>

<sup>2</sup> [Julkisen puurakentamisen tavoitteet ja tuki - Puuinfo](#)



## Proporción mínima de madera en la construcción pública



El Programa de Construcción en Madera del Ministerio de Medio Ambiente de **Finlandia** ha fijado las siguientes proporciones de madera en la construcción pública de nuevos edificios

Tipología de edificios	Año 2023	Año 2025
De carácter educativo	55%	65%
De carácter sanitario	20%	35%
Viviendas (apartamentos)	21%	46%
Otros (cultural, recreativo, etc)	20%	30%
<b>Total</b>	<b>31%</b>	<b>45%</b>

Asimismo, el Centro de Financiación y Desarrollo de la Vivienda (entidad que implementa la política de vivienda estatal) concede subvenciones para la construcción de apartamentos de alquiler, distinguiendo sus condiciones en función del tipo de material estructural empleado, del modo indicado a continuación.

Área	Subvención por apartamento para edificios con estructura de madera (€)
Municipios de la región del Helsinki	15.000
Municipios de Tampere, Turku y Oulu	8.000
Municipios de Lahti, Jyväskylä y Kuopio	5.000

De igual forma, el artículo 6 del Reglamento de Contratación Pública Ecológica de **Eslovenia** (aspectos medioambientales y objetivos de la contratación pública ecológica) establece unos objetivos mínimos que los poderes públicos deben exigir en las licitaciones públicas de nueva edificación, entre ellos se encuentran:

- *La proporción de madera o materiales derivados de la madera en muebles será como mínimo del 70 % (en volumen), a menos que la normativa o el uso previsto lo impida;*
- *La proporción de madera de construcción reciclada o reutilizada en paneles murales de madera será como mínimo del 10 %;*
- *La proporción de madera o materiales derivados de la madera en los edificios será como mínimo del 30 % del volumen de los materiales incorporados en la construcción (excluidos los accesorios interiores, los forjados de planta baja y las subestructuras), salvo que lo prohíba o impida la normativa o el uso previsto. En este caso, la proporción de madera podrá reducirse en un tercio, con el condicionante de que al menos el 10 % de los productos de construcción incorporados posean una etiqueta ecológica de tipo I o de tipo III;*
- *La proporción de madera o materiales a base de madera en los productos de carpintería será como mínimo del 80 % en volumen de los materiales incorporados (excluidos el vidrio y los herrajes), a menos que lo prohíba o impida la reglamentación o la finalidad de uso;*
- *La proporción de madera o materiales a base de madera en barreras acústicas será al menos del 55 % en volumen de los materiales utilizados, a menos que lo prohíban o impidan la reglamentación, el uso previsto o la tipología arquitectónica local.*



## 1.4. ¿Futuro o presente? Umbrales máximos, tasas e impuestos a la emisión de gases efecto invernadero (GEI) en la construcción

La **Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de contratos del sector público (en adelante LCSP)** dispone en su artículo 148. b) que "el cálculo de coste del ciclo de vida incluirá [...] los costes imputados a externalidades medioambientales vinculadas al producto, servicio u obra durante su ciclo de vida, a condición de que su valor monetario pueda determinarse y verificarse; estos costes podrán incluir el **coste de las emisiones de gases de efecto invernadero y de otras emisiones contaminantes, así como otros costes de mitigación del cambio climático**".

La nueva **Ley de Construcción adoptada por el Parlamento finlandés en marzo del año 2023** introduce el control legal de los niveles de carbono en la construcción. Es decir, se pondrá un techo a las emisiones correspondientes a nueva construcción, fijando un límite máximo para la huella de carbono desde la etapa de construcción hasta el final de la vida útil (*whole-life carbon WLC*). Esta nueva Ley de Edificación entrará en vigor a principios de 2025. Este tipo de sistema de control ya está en uso en los Países Bajos, Francia, Dinamarca, y partes de Bélgica. Es probable que Noruega, Suecia y Estonia promulguen una legislación similar en un futuro próximo.

### Umbrales máximos, tasas e impuestos a la emisión de gases efecto invernadero (GEI) en la construcción



**Helsinki será la primera ciudad de Finlandia en introducir un umbral o techo a la huella anual de dióxido de carbono en los nuevos edificios de gran altura, no pudiendo superar una huella anual de dióxido de carbono superior a 16 kilogramos eq. de CO<sub>2</sub> por metro cuadrado (construido) cada año.**

Recientemente (enero 2023), **Dinamarca** ha incorporado nueva normativa ambiental de obligado cumplimiento (Código de Edificación Danés). Para nuevas construcciones con una superficie inferior a 1.000 m<sup>2</sup> se ha introducido como requisito el cálculo del análisis de ciclo de vida (ACV) sin valor límite umbral. **Asimismo, en el caso de nuevas construcciones de mayor superficie (>1.000 m<sup>2</sup>) se ha fijado un valor límite umbral de 12 Kg CO<sub>2</sub> eq/m<sup>2</sup>/año y un estándar voluntario de 8 Kg CO<sub>2</sub> eq/m<sup>2</sup>/año.** Está previsto que estos valores sean revisados en el futuro cada dos años.

**Francia implementó una tasa llamada "contribución climática del edificio" (CCE) que se establece en 44,60 euros por tonelada de CO<sub>2</sub> emitida durante el ciclo de vida del edificio. La CCE se aplica solo a los edificios nuevos y a los que se sometan a una importante rehabilitación.**

**Suecia y Países Bajos tienen un impuesto al carbono que se aplica a todas las emisiones de CO<sub>2</sub>, incluidas las generadas por la construcción y el uso de edificios. El precio actual del impuesto al carbono en Suecia es de aproximadamente 116 euros por tonelada de CO<sub>2</sub> emitida, en el caso de los Países Bajos es de aproximadamente 50 euros por tonelada de CO<sub>2</sub> emitida.**



## 1.5. La madera en políticas de reutilización

Tal como refiere la Nueva Estrategia de la UE en favor de los Bosques para 2030, al desarrollar una economía sostenible y climáticamente neutra, es necesario optimizar el **uso de la madera en consonancia con el principio de uso en cascada**. Desde un punto de vista técnico, el uso en cascada de la madera se produce cuando la madera se transforma en un producto y este producto se utiliza al menos una vez más (reutilización). En una **cascada de una sola etapa**, la madera se transforma en un producto y este producto se utiliza una vez más con fines energéticos (biomasa térmica o eléctrica), en cambio, en una **cascada de varias etapas**, la madera se transforma en un producto y este producto se utiliza al menos una vez más en forma material antes de su eliminación o recuperación con fines energéticos.

En los últimos años, y en particular los países nórdicos (Noruega, Suecia, Finlandia y Dinamarca) con una larga tradición de construcción en madera, **han empezado a avanzar en políticas concretas en materia de reutilización de la madera, una vez el edificio alcanza su fin de ciclo de vida**.

Este factor es importante, toda vez que la **propia elaboración del proyecto ejecución de obra ya podría contemplar acciones concretas** con el fin de asegurar unas tasas de reciclado elevadas al menor coste posible. La **nueva sede de Triodos Bank (2019), ubicada en Zeist (Países Bajos) cuenta con más de 1.600 m<sup>3</sup> de madera laminada y más de 1.000 m<sup>3</sup> CLT**, el cambio de paradigma estriba en su concepción desde el origen (proyecto), donde **una de sus metas fue lograr una edificación que pudiese ser deconstruida en su casi práctica totalidad** (las cimentaciones y sótano son de hormigón) **sin pérdida de valor. Todo el edificio está literalmente atornillado con más de 165.000 tornillos**.

El **Instituto Tecnológico de Dinamarca** está avanzando en un proyecto piloto para incorporar **pasaportes digitales y diccionario de datos para materiales de construcción reutilizados**, sus objetivos son lograr una estandarización en la información a incorporar en un pasaporte digital para materiales reutilizados, disponer de datos para evaluar la idoneidad en la reutilización de los materiales en diferentes contextos e incrementar la confianza en los materiales reutilizados (trazabilidad, documentación sobre sustancias peligrosas y documentación sobre propiedades técnicas).

Asegurar la **reutilización de la madera en destinos no energéticos** al llegar el fin de vida del edificio (cascada en varias etapas), se presenta como **estratégico para el cálculo de la huella de carbono en el ciclo de vida completo del edificio (WCL)**, esto es así en aplicación del método -1/+1. La norma europea EN 15804:2012+A2:2019 estipula que la captura de carbono de biogénico podría formar parte de la etapa inicial de producto (fase A1) por lo que, usando madera, se podría obtener un impacto negativo, pero este impacto se compensa, a su vez, en la etapa de fin de vida (fase C3) al tener un destino energético (liberación a la atmósfera del carbono biogénico secuestrado). Por lo tanto, **en el ciclo de vida completo, la madera resultará neutra en carbono respecto al carbono almacenado**. Este criterio se podría modificar si se asegura que la madera en la fase de deconstrucción-reciclaje es reutilizada con fines no energéticos (p.e. para fabricar tableros que se utilizarán en mobiliario o entramado ligero).



## 2. RAZONES PARA UTILIZAR LA MADERA EN LA EDIFICACIÓN

La madera como material en construcción ha sido incorporada de manera tradicional a lo largo de épocas pasadas (envolventes, carpinterías, suelos/tarimas o frisos). **Los avances tecnológicos han provocado la aparición de nuevos productos estructurales como los paneles de madera contralaminada (CLT)<sup>3</sup> que permiten una construcción vertical en madera** (actualmente el edificio Ascent es el rascacielos en madera más alto del mundo con 86,6 metros de altura en Wisconsin - Milwaukee-, tiene una base de hormigón, y el resto de la estructura está hecha de CLT y madera laminada encolada, hasta ese momento Mjøstårnet (Noruega) era el edificio de madera más alto del mundo durante casi tres años desde 2019, 85,4 metros, 18 pisos).

El sector forestal de Galicia facturó en el año 2022 más de **2.700 millones de euros (>1.200 M€ exportación)**, **compuesta de un tejido empresarial de miles de empresas que suponen el 12% del empleo industrial gallego** (sobre unos 25.000 empleos directos).

En Galicia existen **cientos de miles de propietarios de terrenos forestales que perciben anualmente como ingresos por la venta de madera más de 300 millones de euros**, la motivación de estos productores en cuestiones como la elección de especie o la gestión activa mediante tratamientos selvícolas (muchos de ellos de carácter preventivo) son una de las principales soluciones en la lucha contra el abandono rural y la lacra de los incendios.

**Asociaciones y entidades privadas en Galicia entienden que es una oportunidad para la cadena monte-industria favorecer políticas públicas activas para el fomento del uso de la madera en la construcción, especialmente como elemento estructural**, así como en elementos de carpintería y mobiliario, toda vez que los productos derivados para estos destinos poseen un **alto valor añadido**, alcanzando precios unitarios elevados, lo que previsiblemente debería repercutir a lo largo de las cadenas de producción, fabricación y distribución, y por ende repercutiendo sobre el tejido empresarial y productivo (rentas para los selvicultores gallegos).

En este contexto, y ante el conjunto de opiniones sobre los **inconvenientes y ventajas de la madera en usos constructivos**, se ha resumido el resultado de diferentes **estudios científicos que abordan de forma comparativa la construcción en madera frente a una construcción en acero y hormigón** desde las siguientes perspectivas:

---

<sup>3</sup> Los productos de madera estructural como la madera laminada encolada o los paneles de madera contralaminada (CLT) son soluciones basadas en madera estructural aserrada en láminas, unidas con adhesivos industriales.



### Económicas:

- Costes en la fase constructiva.
- Costes en el ciclo de vida del edificio.
- Plazos de ejecución de la obra.

### Técnicas

- Resistencia sísmica y comportamiento ante el fuego.
- Durabilidad de los materiales.

### Ambientales

- Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

### Sociales

- Salud y seguridad de los operarios en el proceso constructivo.
- Confort y bienestar de sus ocupantes.
- Retorno a la economía rural por cada euro invertido en la construcción.



*Ampliación del Centro Integrado de Formación Profesional Politécnico de Lugo con estructura de madera laminada de eucalipto en Lugo - Consejería de Cultura, Educación y Universidad de la Xunta de Galicia (2021) | Jesús Bouza Fernández, arquitecto | Fotografía: Pablo Yanes Martínez*



## 2.1. Razones económicas: costes en la fase constructiva

La información obtenida de artículos científicos demuestra una variabilidad en la comparación de costes. Un estudio realizado en el Reino Unido<sup>4</sup> señala ventajas económicas favorecedoras del uso de CLT cifradas entre el 3 – 7% respecto a una construcción tradicional acero-hormigón, considerando principalmente:

- Una reducción en el coste de la cimentación (20-30%), derivada de una mayor ligereza de la estructura, con una variabilidad dependiente de las condiciones del terreno;
- Un ahorro en las particiones interiores (25-35%), debido a la sustitución de tabiques convencionales por paredes de CLT; y
- Menores costes de gestión y servicios auxiliares, vinculados a una mayor rapidez de ejecución (10-20%).

En la misma línea, una evaluación de costes realizada sobre un edificio de uso colectivo<sup>5</sup> (centro de artes escénicas) ofreció resultados favorables a la construcción en madera, cifrando la reducción del coste en valores situados entre el 1% y el 21% (dependiendo de las hipótesis consideradas) frente a un sistema constructivo basado en la utilización de acero y hormigón.

Un estudio comparado realizado en Reino Unido devolvió una diferencia no significativa (-2,8%) de reducción de coste de una construcción en madera frente a una construcción en acero-hormigón, para un modelo de vivienda de dos plantas, con dos dormitorios para cuatro personas que cumplieran con *Homes England* (un estándar de diseño)<sup>6</sup>.

Por el contrario, otro análisis comparativo<sup>7</sup> realizado sobre un edificio residencial de 15.120 m<sup>2</sup>, que fue construido utilizando CLT y madera laminada, ofreció resultados diferentes a los antes indicados, señalando un sobrecoste del 6,43% atribuible a la construcción con madera. Asimismo, en las conclusiones de este estudio se alude a la concordancia con análisis anteriores "en los que los costes de la construcción en madera eran entre un 2 y un 6% superiores a los de la construcción tradicional en hormigón y acero". En este sentido, esos rangos manejados coinciden con otro estudio<sup>8</sup> realizado por la Universidad de Berna (Suiza) que cifra entre un 2-5% los sobrecostes de construcción en madera.

Aunque estos últimos estudios que señalan un ligero sobrecoste concluyen de igual manera que en la evolución de los precios se observa una reducción de la diferencia

---

<sup>4</sup> Cost model: CLT buildings". Hyams, A.; Watts, S.; Sweet, J.; y Swinburne, K. 2020.

<sup>5</sup> Cross-laminated timber vs. concrete/steel: coste comparison using a case study." Laguarda M.F. y Espinoza, O. 2016.

<sup>6</sup> Timber and Masonry: Construction Cost Comparison Report. Rider Levett Bucknall, 2018

<sup>7</sup> Analysis of cost comparison and effects of change orders during construction: Study of a mass timber and a concrete building project". Ahmed, S. Arocho, I. 2020.

<sup>8</sup> Erfahrungen bei Grossprojekten in Holzbauweise, Berner Fachhochschule, 2014 Institut für Holzbau, Tragwerke und Architektur



del coste de construcción entre edificación en madera y los de otros materiales como hormigón y acero.

Existiendo una variabilidad entre los resultados de los estudios científicos, **se puede concluir que, de forma mayoritaria, las diferencias de coste varían en un rango de -7% a un +7% entre una misma edificación construida en madera y otra en acero-hormigón.**

Este rango es congruente con el resultado obtenido en una reciente adjudicación de Vivienda y Suelo de Euskadi, S.A. (VISESA)<sup>9</sup>, en junio del año 2023, donde la oferta económica más ventajosa (*Steel framing*) fue un 7% más económica que aquella presentada para una solución en madera masiva (CLT).

**Entonces, ¿qué razones pueden estar llevando a sobrecostes mayores en las presupuestaciones actuales de los edificios en madera en Galicia?**

De nuevo nos apoyaremos en razones de carácter técnico y científico consideradas en otras regiones donde se produce esta misma situación, para explicar con detalle cuáles pueden estar presentándose como obstáculos:

- 1) Necesidad de un mayor conocimiento por prescriptores: A la construcción en madera se dedican entre un 3-5% del total de créditos de los planes de estudio de los Grados de las escuelas de Arquitectura en España, en el mejor de los casos se llega al 10%. Los diseños constructivos en acero y hormigón componen el grueso de su ciclo formativo.

Redactar un proyecto que contemple el uso de elementos estructurales de madera requiere proponer un diseño arquitectónico adaptado al material desde el inicio. Realizar un proyecto con otros materiales (hormigón/acero) para a continuación recalcular las cargas y las dimensiones necesarias para construirlo en madera supondrá un importante sobrecoste que podría llegar hasta un 26%<sup>10</sup>.

La incertidumbre como consecuencia de un menor conocimiento genera lógicas dudas y riesgos que un prescriptor no desea tomar. En muchos casos esta situación produce que aquellos promotores que quieran explorar la construcción con elementos de madera sean disuadidos por los propios prescriptores.

---

<sup>9</sup> [Diálogo competitivo para la investigación de procesos y sistemas industrializados y la redacción de proyecto, dirección facultativa y ejecución de las obras de la promoción de 33 VPOA, ?B-133?, Parcela G, Sector ASU de Sopelana. - Perfil de contratante \(euskadi.eus\)](#)

<sup>10</sup> Comparison of building construction and life-cycle cost for a high-rise mass timber building with its concrete alternative. Gu, H; Liang, S. y Bergman, R. 2020.



- 2) Necesidad de una mayor experiencia por contratistas: De igual forma la falta de experiencia de las empresas contratistas responsables de la ejecución está impactando en el precio unitario ofertado de construcción en madera.

Una situación contradictoria ya que actualmente los sistemas constructivos con madera, permiten la prefabricación (*off-site*) y la industrialización de los procesos de mecanizado y montaje. Todo ello, favorece la calidad de la construcción, mejorando los rendimientos y la precisión de los trabajos. Es habitual el mecanizado por control numérico en el taller (controles numéricos computerizados (CNC), impulsando la construcción modular de los edificios. De este modo, se reduce el tiempo de trabajo en obra, y se tiene un mayor control sobre los plazos.

## Creación de fondos de contingencia



Una publicación recientemente realizada en Canadá señala: "El cálculo preciso de los costes de un proyecto de edificación en altura de madera es fundamental para garantizar su viabilidad. Sin embargo, la escasa experiencia de los agentes del sector de la construcción con la madera masiva (CLT) conduce a menudo a la elaboración de presupuestos preliminares elevados. **La falta de información, o de conocimientos adecuados, hace que se añadan fondos de contingencia para hacer frente a los riesgos percibidos, que con frecuencia no son reales. En muchos casos, esto hace que un proyecto de edificación con madera en altura parezca económicamente inviable y que se descarte demasiado pronto en el proceso de valoración**".

*FUENTE: Technical guide for the design and construction of tall wood buildings in Canada. Karacabeyli, E. y Lum C. 2022 (segunda edición).*

El creciente uso de modelos de información digital, como los propuestos por la metodología BIM (*Building Information Modelling*) se complementa con la prefabricación en taller, logrando una eficiencia muy elevada. El BIM fomenta la coordinación entre los agentes implicados en la construcción de un edificio y la condensación de datos en un solo modelo.

- 3) Necesidad de un mayor conocimiento por los responsables técnicos de las Administraciones públicas: En un contexto marcado por la necesidad de acelerar la mitigación del cambio climático y con el fin de cumplir tanto con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) incluidos en la Agenda 2030 como con las actuaciones previstas en la Estrategia Europea de Bioeconomía, los decisores públicos asumen un papel relevante promoviendo la construcción en madera de edificios públicos. Sin embargo, la falta de conocimiento del material puede lastrar estas iniciativas, favoreciéndose el empleo de otros materiales más habituales en la obra pública.



## Preferencias de los empleados públicos en materia de construcción



En Finlandia se llevó a cabo un estudio sobre la percepción de responsables municipales de urbanismo para determinar sus preferencias a la hora de promover construcciones en madera en comparación con construcciones en hormigón y acero. Esta investigación se realizó mediante encuesta a 273 responsables públicos (media de edad de 49 años, menos del 22% tenía menos de 40 años) en urbanismo en el ámbito municipal, quienes tienen competencia para licitar la construcción de infraestructuras en su término municipal.

El propósito era conocer sus creencias y averiguar sus preferencias, con el fin de que se pudiese cumplir la iniciativa nacional finlandesa que dispone que al menos el 45% (año 2025) de los edificios residenciales de varias plantas que se liciten han de estar contruidos en madera, y ello para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y contribuir a la consecución de los ODS. El resultado de la encuesta reveló la creencia compartida entre todos los entrevistados que las construcciones en madera son más caras, presentan costes más elevados tanto en su construcción (reconocen un tiempo más reducido en esta fase que las de hormigón) como en su mantenimiento y comparten la creencia de que las construcciones en hormigón duran más en el tiempo que las en madera, sin embargo, la gran mayoría consideran que las construcciones en madera son mejores para sus respectivos términos municipales y son un producto con mayor valor añadido para las empresas de Finlandia que contribuye a revalorizar el territorio del municipio.

*Fuente: Comparing Wood versus Concrete: an explorative study of municipal civil servant's beliefs about multistory building materials in Finland. Franzini, F., Gerghäll, S., Toppinen A., Toivonen R.*

### 2.2. Razones económicas: costes en el ciclo de vida del edificio

Los costes asociados a una edificación no pueden valorarse exclusivamente por aquellos que provienen de las fases de planificación y construcción, a ellos debemos añadir aquellos provenientes de su uso y demolición/deconstrucción. Todos ellos componen el ciclo de vida de una edificación.

Mediante diferentes metodologías del coste de ciclo de vida (*Life-cycle cost*, LCC en sus siglas en inglés), es posible conocer la rentabilidad de los diseños de edificios, explorar compensaciones entre los costes iniciales y ahorros de costes a largo plazo y como conclusión poder identificar sistemas rentables.

En este sentido, cabe destacar el ahorro asociado al incremento en la eficiencia energética alcanzable a través de la construcción en madera. Este material posee unas cualidades intrínsecas (debidas a su estructura celular) que proporcionan unas características de aislamiento térmico naturales, especialmente adecuadas en relación con la consecución de objetivos de eficiencia energética elevados.



Un estudio<sup>11</sup> estimó el coste de cada etapa del ciclo vital (coste de construcción, coste operacional, coste de mantenimiento y rehabilitación y coste fin del ciclo: deconstrucción-reciclaje y demolición) y consideró que la esperanza de vida del edificio en madera era de 100 años mientras que la del edificio en hormigón era de 75 años. Sin embargo, para comparar ambas construcciones se optó por considerar una duración similar del ciclo de vida para ambos edificios, madera vs. hormigón (60 años) y se concluyó que:

- **El coste total del ciclo de vida de edificios en madera es 2,4% inferior al de hormigón**, si bien, los costes iniciales de construcción del edificio en madera fueron un 26% más altos (ver apartado anterior).
- Al final del ciclo de vida, transcurridos los 60 años de vida del edificio, el valor del edificio en madera es 153% más alto que el de hormigón, gracias a la revalorización de sus componentes ya que tienen un valor económico y/o energético, mientras que, al final del ciclo de vida del edificio de hormigón solo cabe su demolición y asumir consecuentemente un coste económico y energético. En adición, y tal como se señaló en el apartado 1.5 de la presente Guía, durante la etapa de redacción del proyecto básico y de ejecución es importante diseñar soluciones constructivas que maximicen las tasas de reciclado en el fin de vida del edificio (desmontaje-deconstrucción). El uso de paneles CLT y vigas laminadas, donde los encuentros y uniones sean resueltos con herrajes y tornillería asegurarán elevadas tasas de reciclado y disminuirán los plazos de esta fase final de vida del edificio.

### 2.3. Razones económicas: plazos de ejecución de la obra

Más allá de los costes de construcción y de los costes de todo el ciclo de vida de una edificación, la construcción en madera, y especialmente el uso de componentes y ensamblajes prefabricados de madera, permite a los promotores de los proyectos reducir los plazos de ejecución de las obras.

Al fabricarse fuera de la obra (*off-site*) en los centros de producción, los componentes prefabricados son menos vulnerables a los retrasos meteorológicos y otras complicaciones asociadas a la construcción *in situ*. La fabricación fuera de las instalaciones requiere una planificación logística para garantizar que los componentes lleguen a tiempo y en secuencia; sin embargo, una vez que llegan los materiales, la construcción avanza rápidamente. De hecho, la rapidez de la construcción es una de las principales ventajas tanto de la construcción con entramado ligero de madera como de la construcción con madera masiva.

Las estructuras de madera pueden construirse más rápidamente que las estructuras comparables de acero u hormigón, lo que se traduce en una reducción de los costes de construcción. Estos sistemas suelen requerir cuadrillas más reducidas y, dependiendo del tamaño del proyecto y de su proximidad a otros edificios, pueden utilizarse grúas más pequeñas para elevar los paneles a mayor altura.

---

<sup>11</sup> Gu, H, Liang, S, Bergman, R., Comparison of Building Construction and Life Cycle Cost for a High-Rise Mass Timber Building with its Concrete Alternative, 2020, FPS IC / Forest Product Society – International Conference.



## Rapidez y eficacia de la construcción con madera



De acuerdo con las investigaciones de la Universidad de Minnesota, puede alcanzarse una reducción de los costes haciendo uso de los paneles CLT en lugar de optar por alternativas de hormigón, dado que la construcción en madera permite acortar el tiempo de ejecución de la obra. Aproximadamente 4 meses menos para una estructura en CLT en comparación con alternativas en hormigón/acero para una misma estructura.

La superestructura del edificio de la caldera de biomasa del condado de Plumas, en Quincy (California), se levantó en poco más de una semana. El proyecto dirigido por el *Sierra Institute for Community and the Environment*, utilizó paneles CLT para la estructura y solo necesitó un pequeño equipo de personal para su levantamiento y colocación.

*Franklin Elementary* es la primera escuela de Estados Unidos construida con CLT. Una vez terminada la cimentación, un pequeño equipo de trabajadores comenzó la instalación de paneles de CLT, finalizando a mediados de junio. En un día, un equipo de cuatro personas y un gruísta instalaron 33 paneles (930 m<sup>2</sup> de superficie construida).

*Hotel Candlewood Suites* (Redstone Arsenal, Alabama), el promotor Lendlease eligió CLT por su rapidez y calidad. El hotel, de cuatro plantas y 5.800 m<sup>2</sup>, se construyó un 37% más rápido y con recursos laborales (horas-hombre) inferiores en un 44% en comparación con otros hoteles similares. Se construyó con solo un equipo de 11 personas: tres carpinteros experimentados y ocho personas desempleadas que recibieron formación en el lugar de trabajo.

La utilización de paneles CLT para construir el edificio de diseño *John W. Olver Design Building* de cuatro plantas en la Universidad de Massachusetts (Amherst). Cuatro paneles CLT de 18 metros de altura que componían uno de estos núcleos se izaron y colocaron en su lugar con una grúa y se anclaron a los cimientos en un solo fin de semana.

El *Rocky Mountain Institute* es un edificio de oficinas de 1.500 m<sup>2</sup> en Basalt, Colorado, la envolvente del edificio utiliza una construcción híbrida con entramado de madera ligera y elementos de madera maciza. El tejado y muros exteriores están hechos con paneles de aislamiento, mientras que los suelos se construyen con paneles de CLT, una capa secundaria de paneles de CLT se extiende en la dirección opuesta, debajo de los paneles de CLT hay una cámara que aloja los equipos mecánicos de fontanería, de fácil acceso para el mantenimiento. La estructura de madera se terminó en dos meses y medio, a una media de nueve días por planta, un tiempo superior al de la construcción convencional con estructura de acero u hormigón.

*Fuente: Argumentos económicos para construir con madera. Cómo la construcción en madera puede contribuir a la eficiencia de los procesos, la sostenibilidad y el atractivo comercial. Juliet Grable dentro de la iniciativa Think Wood*



Además, la fabricación *off-site* puede reducir los residuos en obra entre un 20 y un 40%.

Y es que la **aceleración de los plazos de construcción significa:**

- Un **menor tiempo de ocupación de vía pública** y disminución de los perjuicios (polvo, ruido) para los habitantes del entorno.
- **Que el edificio puede entrar en servicio más rápidamente, lo que permite a los promotores empezar a percibir ingresos por alquileres o ventas antes o, en caso de edificaciones públicas, dejar de pagar dichas rentas en aquellos edificios alquilados a terceros.**
- Además, que los **proyectos con calendarios de construcción más cortos y equipos más reducidos pueden resultar atractivos para los bancos, una ventaja real en una época de restricciones crediticias, dificultad para encontrar mano de obra especializada y aumento de los costes laborales**, donde la puesta en funcionamiento de las nuevas edificaciones posibilita la generación de ingresos (rentas/compraventas) y por tanto contribuye a garantizar la viabilidad de dichos créditos.



*Montaje de la estructura de CLT de pino gallego de la Base de Unidad Operativa (BUO) de Muíños (Ourense) - Consejería del Medio Rural de la Xunta de Galicia (2023) | MOLA Arquitectura | Fotografía: Manuel Touza*



## 2.4. Razones técnicas: resistencia sísmica y comportamiento ante el fuego

Las estructuras de madera tienen un buen comportamiento frente a una posible acción extraordinaria de sismo. Además de ser estructuras más ligeras que las de otros materiales, las uniones tienen una alta capacidad de absorber y disipar la energía, reduciendo la concentración de tensiones, gracias a su ductilidad. Es decir, tienen una gran capacidad de deformación antes de colapsar.

En materia de comportamiento frente al fuego, por normativa y en función de la tipología y uso del edificio, tienen que garantizarse las mismas prestaciones, tiempos de evacuación, etc. independientemente de los materiales.

Debemos tener presente ciertos conceptos erróneos del comportamiento ante el fuego de la madera que siguen siendo la causa de que su uso se vea muy penalizado por mucha de la normativa actual. Habitualmente estos conceptos están basados en experiencias de incendios con estructuras muy ligeras que poco tienen que ver con las estructuras de madera masiva utilizadas en edificios de cierta envergadura.



*Centro de salud de O Saviñao (Lugo) - Servizo Galego de Saúde (2021) | Ezcurra e Ouzande arquitectura | Fotografía: Manuel G. Vicente*



## La madera y el fuego



En caso de incendio, es importante entender que el mayor peligro para una estructura y sus ocupantes proviene siempre de fuegos producidos en el interior de los edificios. De ahí la necesidad recogida en la mayor parte de la normativa vigente de compartimentar los edificios mediante paredes y suelos resistentes al fuego, que delimiten e impidan la propagación del incendio por el interior del edificio, permitiendo la evacuación de los ocupantes.

El objetivo fundamental es mantener la estabilidad estructural y soportar las cargas necesarias durante un incendio, de forma que el edificio no colapse de forma prematura durante la intervención de los bomberos. Igual de importante es mantener espacios seguros entre plantas o compartimentos del edificio. Esto requiere implementar medidas que restrinjan la propagación del fuego a otras áreas del edificio.

El comportamiento de la madera ante el fuego es conocido y predecible. Por un lado, es un material combustible, lo cual influye en su reacción frente al fuego durante la fase de propagación del mismo, siempre y cuando cumpla una función de revestimiento. Por otro lado, si se trata de la madera como material estructural, existen métodos de cálculo contrastados en los que se obtienen las propiedades mecánicas de la estructura tras un tiempo determinado de incendio, estimándolas en función de una pérdida de sección de madera (puede considerarse una velocidad de carbonización de 0,6 mm/min: por tanto, una resistencia de 60 minutos se conseguiría con poco más de 3 cm extra de madera).

**La madera necesita alcanzar una temperatura de 400°C sin presencia de llama para comenzar a arder o alrededor de 300°C con presencia de llama. Una vez comenzada la ignición, la madera se carboniza, incrementando su capacidad de aislamiento perdiendo propiedades mecánicas, pero incrementando su capacidad de aislamiento térmico en un 600%. Además, gracias a la baja conductividad térmica de la madera, el interior de los elementos mantiene su temperatura normal y, por tanto, sus propiedades mecánicas sigan intactas (al contrario de lo que ocurre con otros materiales, como el acero, que incrementan rápidamente su temperatura y pierden propiedades mecánicas drásticamente).**

Teniendo en cuenta la pérdida de sección de los elementos de madera debido a la carbonización inicial, es posible dimensionar las estructuras para soportar los tiempos de resistencia exigidos por las normativas en los distintos casos.

Además del propio dimensionado de la madera, es posible encapsular la estructura con otros materiales, como paneles de revestimiento, que la protejan durante un tiempo determinado de incendio.



## 2.5. Razones técnicas: durabilidad de la madera

La vida de servicio de un elemento de madera depende de una serie de factores entre los que destaca, por su importancia, el control de la humedad, que debe tenerse en cuenta desde la fabricación e instalación en obra del material hasta las condiciones en las que permanecerá una vez puesto en servicio.

Las tecnologías de protección y control de la humedad de la madera y, sobre todo, las posibilidades que ofrecen el diseño constructivo y la prefabricación, permiten afirmar que este tipo de construcción no implica más riesgos *per se*, desde el punto de vista de la durabilidad de los materiales, que otros sistemas constructivos.

No obstante, las condiciones climáticas de Galicia (abundancia de precipitaciones, elevada humedad relativa y temperaturas suaves) deben tenerse en consideración al emplear madera como material estructural:

Entre las buenas prácticas constructivas que se recomienda seguir al emplear madera, destacan:

- Aunque los plazos de construcción in situ son muy cortos, la **protección de los elementos durante el montaje e instalación debe convertirse en una práctica habitual, especialmente durante los meses invierno**. Las buenas prácticas incluyen la prefabricación de los diferentes elementos colocando láminas protectoras en taller y realizando un apilado adecuado y protegido de la intemperie una vez que llega a obra. Otras prácticas para proteger los elementos de la incidencia de la lluvia, una vez que ya han sido montados y aún están expuestos, contemplan la posibilidad de instalar membranas sobre los forjados, la protección mediante andamios móviles con toldos, etc.
- Existen numerosos catálogos de detalles constructivos para proteger las soluciones constructivas en madera de la humedad durante toda su vida de servicio, que deben tenerse en cuenta en la definición del proyecto.
- **En edificios en altura, es conveniente valorar el uso de sistemas habituales basados en hormigón para edificar los muros y forjados de sótanos y, al menos, la planta baja, separando del suelo el arranque de los elementos estructurales de madera.**
- Aunque existen numerosos productos de madera aptos para su uso en condiciones de exterior (madera tratada con productos protectores, madera termotratada, madera acetilada, maderas con una elevada durabilidad natural, etc.) **el uso de madera en envolventes y carpintería exterior debe ser una decisión consciente y conocida por los promotores, en particular las necesidades de mantenimiento si se desea mantener su aspecto decorativo** toda vez que la madera puede requerir un mantenimiento más exigente en comparación a otros materiales. **Las necesidades de mantenimiento, a su vez, están influidas por el diseño del proyectista** que puede adaptarlas para prolongar los periodos de mantenimiento (como norma general, el mismo acabado durará más sobre una tabla vertical que sobre una horizontal, el periodo de mantenimiento de un acabado opaco será mayor que el de un acabado translúcido, etc.).



- Para garantizar las prestaciones de los elementos estructurales de madera durante la vida útil del edificio, **es importante monitorizar las zonas más sensibles del edificio** (zonas ocultas, cubiertas planas, etc.), con el objetivo de poder detectar un posible aporte de humedad en sus fases iniciales. Esto puede realizarse instalando sensores inalámbricos, abriendo ventanas de inspección, etc.

## 2.6. Razones ambientales: emisión de gases efecto invernadero (GEI)

El sector de la construcción es responsable de aproximadamente el 40% del total de las emisiones de gases de efecto invernadero, especialmente como consecuencia de construcción en hormigón y acero. Es por ello que se despierta cada vez más el interés por emplear otros materiales de construcción, como es la madera, y en particular por las posibilidades de edificación en altura con paneles, como parte de la estrategia de mitigación del cambio climático.

### Los absorción de carbono biogénico por la cubierta arbórea



Los árboles, al crecer, absorben dióxido de carbono, aproximadamente una tonelada por cada metro cúbico de crecimiento, liberando a su vez oxígeno a la atmósfera (700 kilos por cada metro cúbico).

Se estima que la utilización de un metro cúbico de madera en sustitución de otros materiales de construcción **reduce las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera una media de 1,1 a 3,9 toneladas de CO<sub>2</sub>.**

*Fuente: How can wood construction reduce environmental degradation? Elias Hurmekoski. European Forest Institute 2017*

Desde una perspectiva climática, es conveniente que el carbono permanezca en el producto final durante el mayor tiempo posible, antes de volver a liberarse a la atmósfera. Por este motivo, las construcciones en madera ejercen un efecto especialmente beneficioso, debido al **prolongado almacenamiento de carbono en los productos a lo largo de su ciclo de vida** (que incluye el uso, la reutilización y el reciclaje). Asimismo, existen **ventajas vinculadas al bajo consumo energético** empleado en las fases de fabricación, transporte y edificación. Por todo ello, el uso de la madera en el sector de la construcción permite avanzar en la transición verde del sector.

Por ejemplo, el diseño original del *John W. Olver Design Building* (Universidad de Massachusetts Amherst) incluía una estructura de acero. Cambiar el diseño de acero a un sistema compuesto de madera redujo significativamente la huella de carbono del edificio; de hecho, los 70.000 pies cúbicos de madera utilizados en el edificio almacenarán 2.000 toneladas de dióxido de carbono a lo largo de su vida. Desde una perspectiva estructural, esta elección también permitió al equipo reducir el número



de vigas a la mitad y eliminar las vigas perpendiculares a los tendidos mecánicos, eléctricos y de fontanería en muchas zonas.

El cálculo de la huella de carbono se basa en un análisis de ciclo de vida (ACV) que puede realizarse utilizando diferentes metodologías. El resultado ofrece información sobre los gases de efecto invernadero emitidos, por efecto directo o indirecto. Este tipo de información queda recogida en declaraciones ambientales de producto que pueden certificarse a través de diferentes programas (*The International EPD System*, por ejemplo). Asimismo, existen sistemas de certificación específicos de edificios con características ambientales destacadas (BREEAM, LEED y *Passivhaus*, entre otros)

Según un estudio comparativo presentado por la entidad pública de promoción de vivienda de Navarra (Nasuvinsa) al amparo de las acciones ligadas al Plan Vivienda (Navarra Social Housing), hay una diferencia del 33% en emisiones de carbono entre un forjado de CLT y un forjado de hormigón, si realizamos esta comparativa para el conjunto del sistema estructural las construcciones en madera ahorran un 25% de emisiones de gases de efecto invernadero.

Al amparo, de este secuestro de carbono atmosférico en la madera y el efecto sustitutivo por acero/hormigón (materiales altamente intensivos) en países nórdicos (Noruega y Finlandia) así como en Bélgica se están implantando desde el año 2019 **mercados de carbono voluntarios basados en la incorporación de elementos de madera que posean largos ciclos de vida (estructural)**, denominados *Carbonated building elements* o *Wooden building elements*<sup>12</sup>. **Esta monetización de las toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente secuestradas en la madera de elementos constructivos sería una solución realista ante el sobrecoste existente en la fase de construcción.** Los precios que refieren las entidades promotoras de estos sistemas de créditos voluntarios de carbono varían actualmente en el entorno de los 26€ por tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente.

## 2.7. Razones sociales: salud y seguridad de los operarios en el proceso constructivo

Un estudio realizado por la Universidad Noruega de Ciencia y Tecnología<sup>13</sup> sobre el entorno laboral de los trabajadores responsables de la fase de construcción, realizó la comparación entre dos edificios en Lilleby Trondheim, el primero de ellos un edificio de 8 alturas con 47 apartamentos realizado en CLT, otro de 5 alturas y 31 apartamentos realizado en acero y hormigón.

Los métodos utilizados para recopilar datos fueron mediciones mensuales de satisfacción, las ausencias registradas del trabajo por enfermedad o lesiones, encuestas de clima laboral y entrevistas a empleados de la empresa contratista y de empresas subcontratistas.

---

<sup>12</sup> <https://puro.earth/>

<sup>13</sup> Comparing two identical buildings in wood and concrete: Health and work environment for workers. Petter Torås Halseth –Master thesis in Civil and Environmental Engineering, NTNU



El resultado de las entrevistas (que se vio confirmado por las encuestas de clima laboral) arrojaron las siguientes conclusiones, en relación con la construcción en madera:

- Mejor ambiente de trabajo en cuanto a **ruido, polvo y calidad del aire**. Además, este **hecho es un factor a tener en cuenta en relación a los inquilinos de los edificios colindantes, algo que sumado a los plazos en la construcción (ver apartado 2.3) impacta directamente en una percepción positiva de la ciudadanía**.
- **Ventajas desde el punto de vista de la prevención de riesgos laborales**. Los **informes de ausencias en el trabajo por enfermedad y lesiones demostraron que la diferencia casi fue del doble en la construcción con acero/hormigón en comparación con la construcción en CLT**.
- La parte negativa de la construcción en madera referida por los trabajadores alude al **trabajo pesado** debido a la colocación de las placas de yeso ignífugas, de gran peso.

## 2.8. Razones sociales: confort y bienestar de sus ocupantes

Se ha demostrado que la **utilización de madera tiene importantes beneficios para el bienestar de las personas usuarias, vinculados a un efecto positivo análogo al que ejerce el contacto directo con la naturaleza**. Este hecho genera mejoras funcionales **especialmente relevantes en edificios de carácter sanitario, educativo o asistencial**.

### La madera y su relación con la salud y el rendimiento



Un reciente estudio encuestó a 3.600 empleados en ocho países. Descubrió que el bienestar, la productividad y la creatividad de los empleados mejoraron en un entorno de oficina natural. Los empleados en algunos países de la encuesta, en particular Alemania y Francia, informaron ser más creativos en oficinas con madera. Además, los trabajadores de oficina en el Reino Unido vieron incrementado su nivel de bienestar en entornos de trabajo con madera.

Investigadores austriacos siguieron a 52 estudiantes durante un año. Los niños en las aulas con acabados de madera maciza experimentaron menos estrés percibido y tenían frecuencias cardíacas más bajas en comparación con aquellos alumnos en aulas con suelo de linóleo, paredes de pladur y armarios de aglomerado. Otros estudios en las escuelas concluyen que la exposición de los estudiantes a la naturaleza, especialmente a diario, mejora su aprendizaje y desempeño en las pruebas.

*Fuente: Wood, Well-being and Performance: The Human and Organizational Benefits of Wood Buildings. Graham Lowe, Ph.D. April 2, 2020. Forestry Innovation Investment Ltd*



El uso de la madera en la construcción de escuelas y en el diseño de interiores también va en aumento. Los **estudios documentan los efectos positivos de la madera en la salud y el rendimiento de los estudiantes.**

La madera tiene la capacidad de retener y liberar la humedad, lo que ayuda a **equilibrar la humedad del aire**, además aporta una mejor calidad del aire interior como resultado de las propiedades hipoalergénicas, una menor emisión de gases de formaldehído y otras sustancias orgánicas volátiles y una **mejor absorción del sonido. Los interiores de madera también ayudan a reforzar la afinidad natural del ser humano por la naturaleza (biofilia).**

## Manual biofílico para arquitectos, diseñadores y paisajistas



El **Clúster de la Madera y el Diseño de Galicia** ha editado el manual **“Lugares públicos de estancia con carácter biofílico”**, obra de la doctora arquitecta, Inés Pernas en colaboración con investigadores de la Universidad da Coruña y la empresa Galopín y gracias a la ayuda de la Agencia Gallega de la Industria Forestal.

El objetivo de este manual es introducir criterios biofílicos en el análisis del lugar, con la **finalidad de aportar a los arquitectos, proyectistas, las herramientas necesarias para incorporar los objetivos de los patrones biofílicos al diseño del espacio urbano.** Se trata de un documento de fácil consulta para evaluar si una edificación o diseño cumple con esos requisitos biofílicos.

El manual cuenta con 14 patrones que aportan en su definición unos objetivos y unas consideraciones de diseño para su aplicación en el proyecto. Estas estrategias se utilizan para fijar unos criterios de valoración y poder ofrecer un diagnóstico que lleve a listar una serie de recomendaciones de diseño para dar el carácter biofílico al espacio público.

Los estudios documentan que el diseño de interiores de madera está asociado con una mayor satisfacción de sus ocupantes. La investigación biofílica ha avanzado hasta el punto en que se han realizado pruebas experimentales sobre las respuestas fisiológicas de los voluntarios en las salas de espera de hospitales con interiores de madera<sup>14</sup>.

## El uso de la madera en la construcción de edificios del SERGAS



El **Servicio Gallego de Salud (SERGAS)** y la Agencia Gallega de la Industria Forestal han desarrollado un marco de colaboración conjunta que promueve la progresiva implantación del diseño biofílico y el uso de materiales naturales, especialmente el uso de la madera en los edificios sanitarios de la Comunidad.

La iniciativa con espíritu de la circularidad comenzó en el punto de atención continuada (PAC) de A Laracha. Para dar continuidad a dicha colaboración, ya están en marcha el Centro de Salud de O Porriño, Centro de Salud de Abegondo, Centro de Salud Antas de Ulla y en fase de proyecto el Centro de Salud Novoa Santos (Ourense).

<sup>14</sup> Wood and its impact on humans and environment quality in health care facilities. Kotradyova, V. *et al.* 2019



*Punto de atención continuada (PAC) de A Laracha (A Coruña) - Servizo Galego de Saúde (2019) | Ezcurrea e Ouzande Arquitectura | Fotografía: Héctor Santos-Díez*



*Ampliación del centro de salud de Porriño (Pontevedra) - Servizo Galego de Saúde (2023) | Ezcurrea e Ouzande Arquitectura | Fotografía: Ezcurrea e Ouzande Arquitectura*



## 2.9. Razones sociales: retorno a la economía rural por cada euro invertido en la construcción

Un estudio<sup>15</sup> en EEUU por la *Forest Product Society* en la *International Conference* celebrada en 2020 apunta a que el precio de la madera y en especial el del CLT se ve condicionado por la escasez de empresas especializadas en su fabricación y la disponibilidad del recurso. Todos ellos son factores que condicionan al alza el precio de este recurso natural.

El informe "Sector aserrado del pino en España" elaborado en el año 2021 por Savia ofrece los siguientes datos de interés:

- España consume 5 millones de toneladas de madera para aserrar (51% *Pinus radiata* y 35% *Pinus pinaster*) de los cuales 2 millones son consumidos en Galicia.
- Los metros cúbicos de tabla producidos en España en 2021 ascendieron a 2.125.767 m<sup>3</sup> (55% para productos de bajo valor ->palé y embalaje), 788.000 m<sup>3</sup> en Galicia con mismo porcentaje. Solo el 12% tuvo un destino para construcción y principalmente para productos de bajo valor (encofrados), en el caso de Galicia este porcentaje con destino a construcción todavía es menor (6%).
- Galicia (Xilonor) y País Vasco (Egoin) poseen actualmente los dos centros de mayor producción de CLT en España.

A la vista de estos datos, resulta estratégico y urgente abordar una apuesta decidida de las administraciones públicas para fomentar un mayor uso de la madera en construcción. Galicia es un gran centro productor (2 millones metros cúbicos de madera/año) y transformador (produce 788.000 metros cúbicos de tabla aserrada). El problema estriba en que solo un 6% tiene un destino para la construcción (incluidos encofrados), siendo el palé/embalaje el gran porcentaje de destino industrial de esta madera aserrada (>55%).

Sin diversificar, sin producir productos de alto valor añadido (CLT, viga laminada...) difícilmente se podrán transmitir las rentas necesarias al territorio para luchar frente al abandono rural y contra los incendios en el rural.

---

<sup>15</sup> Gu. H, Liang. S, Bergman, R., Comparison of Building Construction and Life Cycle Cost for a High-Rise Mass Timber Building with its Concrete Alternative, 2020, FPS IC / Forest Product Society – International Conference.



## ¿Qué tipo de beneficios podrían generar para la economía regional políticas de impulso público en construcción con madera?



En aquellos tipos de edificios en los que el potencial de crecimiento estimado de la madera como material de construcción es significativo (apartamentos, edificios públicos, edificios agrícolas y edificios industriales), se ha evaluado el papel actual de la cadena de valor en la economía regional en dos escenarios diferentes. En el primero, se ha utilizado la **economía abierta como punto de partida (considerando importaciones externas al ámbito regional)**. En la otra alternativa, la **economía regional se ha considerado cerrada, es decir, todos los materiales de construcción más importantes se producen dentro de la región**.

De acuerdo con los resultados obtenidos, el sector de la construcción en madera sí aporta valor añadido a la región. Los efectos multiplicadores fueron positivos tanto en entornos de economía abierta como cerrada. Esto significa que, **en un contexto de economía abierta, un euro invertido en la construcción en madera genera otro euro en algún otro lugar de la economía regional. En el caso de la economía cerrada, los efectos multiplicadores se duplicaron. En la estimación de los efectos sobre el empleo y el PIB regional los resultados obtenidos siguieron la misma lógica**.

*Fuente: Estudio del Instituto Ruralia (Universidad de Helsinki) en el que se aplicó un modelo de simulación (RegFin3) con el fin de estimar las repercusiones económicas existentes en materia de políticas de impulso en la construcción con madera.*



*Troza de pino*



*Fachada de madera de la escuela infantil Santa Susana, Santiago de Compostela (A Coruña) -  
Consejería de Política Social de la Xunta de Galicia (2018) | Arrokae Arquitectos | Fotografía:  
Luis Díaz Díaz*



### 3. ¿CÓMO UTILIZAR LA CONTRATACIÓN PÚBLICA PARA FOMENTAR EL USO DE LA MADERA EN LA CONSTRUCCIÓN?

#### 3.1. Marco normativo

La **Directiva 2014/24, 26 de febrero, relativa a la contratación pública** (en adelante Directiva 2014/24) permite el uso de los contratos como un instrumento de apoyo para la consecución de objetivos sociales, como “la protección del medio ambiente, una mayor eficiencia energética y en el uso de los recursos, la lucha contra el cambio climático, la promoción de la innovación, el empleo y la integración social”.

La Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de contratos del sector público dispone que “en toda contratación pública **se incorporarán de manera transversal y preceptiva criterios sociales y medioambientales** siempre que guarde relación con el objeto del contrato, en la convicción de que su inclusión proporciona una mejor relación calidad-precio en la prestación contractual, así como una mayor y mejor eficiencia en la utilización de los fondos públicos” (art. 1.3, LCSP).

La **incorporación de criterios ambientales es una exigencia de la LCSP**, que da, sin embargo, libertad para que el órgano de contratación pueda llevarlo a cabo como **prescripción técnica, como condición de solvencia técnica o profesional, como criterio de adjudicación o como condición especial de ejecución**. En función de las particularidades, de la madurez del mercado, de la búsqueda de innovación y del alcance del objeto del contrato, será necesario valorar qué tipo de cláusula es más adecuada para apoyar un determinado objetivo ambiental.

La contratación pública debe contribuir, como un objetivo primario y propio a la **realización de los objetivos de las políticas públicas** y, en consecuencia, a alcanzar mayores niveles de **rendimiento y eficiencia social, económica y ambiental** en las adquisiciones del sector público. Es lo que se denomina como “**contratación pública estratégica**”. Con todo, la compra estratégica debe realizarse dentro de los requisitos y límites marcados por el Derecho de la contratación pública, que veremos en los siguientes apartados.



## Previsiones de la legislación sectorial sobre el uso de la madera en la construcción pública



La **Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de montes** prevé que los órganos de contratación podrán incluir entre las consideraciones de tipo medioambiental que se establezcan en el procedimiento de contratación, las relativas a las condiciones de legalidad del aprovechamiento de la madera y sus productos derivados en origen, y las relativas a su sostenibilidad, que podrá acreditarse, entre otras formas, mediante la certificación forestal (art. 35 bis).

La **Ley 5/2021, de 2 de febrero, de impulso demográfico de Galicia** dispone que “se procurará, mediante su inclusión en las prescripciones técnicas, los criterios de adjudicación o las condiciones de ejecución del contrato, que las obras, productos y servicios que se adquieran, así como los procesos o procedimientos que se utilicen en los mismos, cumplan requisitos determinados y características específicas de tipo social y medioambiental, preferentemente aquellos relacionados con (...) la gestión forestal (...) de conformidad con lo establecido en la Ley 9/2017, de 8 de noviembre”.

Aunque solo se aplica al sector público estatal, la **Ley 7/2021 de Cambio Climático y Transición Energética** prevé que para las licitaciones de redacción de proyectos, de contratos de obra o concesión de obra deben incluir criterios de adjudicación referidos a, por ejemplo, al “**uso de materiales de construcción sostenibles**, teniendo en cuenta su vida útil”, o “medidas de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes atmosféricos en las distintas fases del proceso de construcción de obras públicas”. Se podrán incluir también como prescripción técnica, por ejemplo, “que la **madera** que se utilice en las construcciones proceda de bosques gestionados de forma sostenible y atendiendo a su huella ecológica”.

## 3.2. Fase de preparación del contrato

### 3.2.1. La necesidad de motivación en el expediente administrativo

La LCSP exige la **motivación en la memoria justificativa del expediente** de las razones de integración de criterios o cláusulas ambientales en los documentos contractuales (art. 116, LCSP), particularmente de las siguientes:

- Los criterios de solvencia técnica o profesional.
- Los criterios que se tendrán en consideración para adjudicar el contrato.
- Las condiciones especiales de ejecución.

Deberá justificarse particularmente su **vinculación con el objeto del contrato**, y el cumplimiento de los **principios de igualdad de trato y no discriminación, de libre concurrencia, de publicidad y transparencia y de proporcionalidad**. Las cláusulas



no podrán generar efectos discriminatorios sobre los potenciales licitadores, ni serán concebidas con la intención de restringir artificialmente la competencia, favoreciendo o perjudicando a determinados empresarios (art. 132, LCSP).

No son admisibles las **cláusulas de carácter discriminatorio**, que establezcan una previsión de arraigo territorial de los licitadores, que excluyan o limiten injustificadamente la participación de otros potenciales licitadores. Sí se podrán establecerse cláusulas **vinculadas a la huella de carbono de los productos suministrados necesarios para la ejecución de la obra contratada**.

### 3.2.2. Vinculación con el objeto del contrato

Las cláusulas o criterios referidos al uso de madera deben estar vinculados al objeto del contrato, esto es, deben referirse a las características ambientales del edificio y los productos o materiales empleados en su construcción, "en cualquiera de sus aspectos y en cualquier etapa de su ciclo de vida".

Pueden aludir tanto a las **características físicas o materiales de un producto**, como a los factores que intervienen en el **proceso específico de producción, prestación o comercialización de la obra**, "con especial referencia a formas de producción, prestación o comercialización medioambiental y socialmente sostenibles y justas" (madera de origen sostenible, madera derivada de cortas legales, madera de cadenas cortas de distribución, etc.), o "en el proceso específico de otra etapa del ciclo de vida, incluso cuando dichos factores no formen parte de su sustancia material" (art. 145.6, LCSP). **No pueden referirse a las características del licitador**.

### 3.2.3. Tipos de cláusulas ambientales que se pueden definir en la fase de preparación del contrato

La preparación del contrato es la **fase que ofrece más posibilidades de integración de consideraciones estratégicas vinculadas al uso de madera**. Una buena preparación debe tener en cuenta las particularidades de la construcción con madera.

Es importante integrar el objetivo de fomento del uso de la madera tanto en la fase de **diseño y elaboración de los proyectos de obra**, como en la propia preparación, adjudicación y ejecución de los **contratos o concesiones de obra**.

**Se recomienda realizar una tramitación separada de expedientes, primeramente, aquel relacionado con la prestación de servicio para la redacción del proyecto básico y de ejecución, para a continuación licitar la ejecución de la obra conforme a dicho proyecto**. La contratación conjunta de la elaboración del proyecto y la ejecución de las obras correspondientes tendrá carácter excepcional y solo podrá efectuarse en los supuestos previstos en el artículo 234 de la LCSP.

En los casos en que el órgano de contratación carezca de medios y recursos necesarios para tratar adecuadamente la valoración de los elementos de sostenibilidad contenidos en la presente guía, se recomienda considerar la posible contratación de



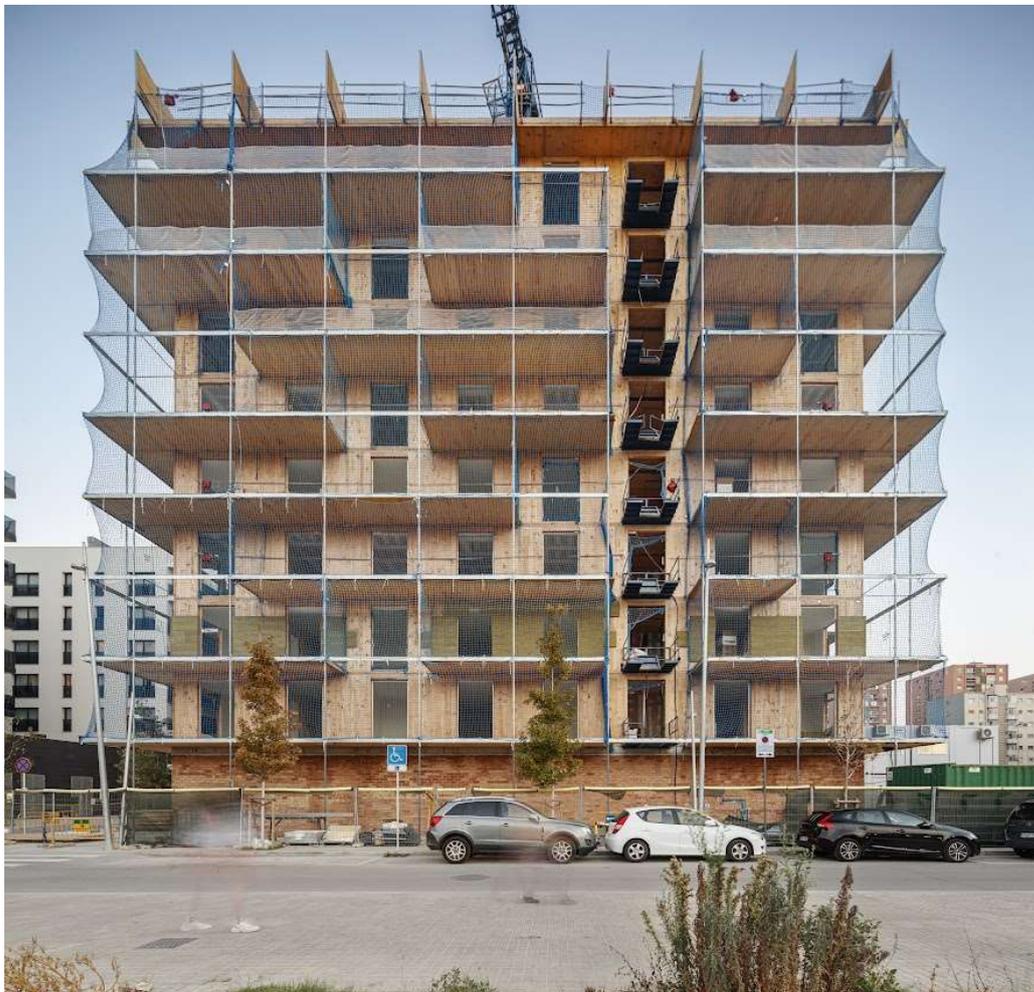
servicios de consultoría especializados, o bien acudir a medios propios o utilizar instrumentos de colaboración.

## Experiencias: el uso de la madera en la construcción de edificios en el Ayuntamiento de Barcelona

Experiencias: instrucción técnica del **Ayuntamiento de Barcelona** para el uso de la madera en la contratación pública

El Ayuntamiento promueve un mayor uso de madera como material de construcción sostenible y renovable y la adquisición de madera certificada, mediante la definición de criterios de esta naturaleza en los pliegos de contratación de redacción de proyectos o de ejecución de obras de edificación.

*Fuente: Instrucción técnica para la aplicación de criterios de sostenibilidad en la madera, Ayuntamiento de Barcelona.*



*Montaje de estructura de CLT de pino gallego, en el proyecto Terrazas para la vida (40 viviendas sociales), del que será el **edificio más alto** de la Península Ibérica con estructura de madera contralaminada, Barcelona – IHAMB Instituto Municipal del Habitat y la Rehabilitación del Ayuntamiento de Barcelona (2023) | Urbanitree (Daniel Ibañez y Vicente Guallart) | Fotografía: Adria Goulá*



Para asegurar que se toma en consideración esta guía en la fase de elaboración del proyecto de obra, los pliegos del contrato público de servicio podrán exigir al **proyectista** que elabore un **informe sobre su toma en consideración**<sup>16</sup>. El informe deberá motivar adecuadamente las soluciones elegidas con relación a las recomendaciones contenidas en la presente Guía. Deberá indicar, además, lo siguiente para cada criterio o cláusula del uso de madera recogido en este documento: las opciones de diseño que garantizan el cumplimiento de los criterios o recomendaciones; los elementos del diseño que dan cumplimiento a los criterios ambientales; los requisitos de materiales y productos de construcción en cumplimiento de las recomendaciones de esta guía; y los medios de prueba que debe presentar el ejecutor de las obras a la dirección facultativa.

**Sin conocer la situación del mercado, puede ser difícil preparar una licitación con éxito.** No tener en cuenta el conocimiento y/o la capacidad del mercado, puede implicar que la licitación pueda quedar desierta o recibir un número limitado de ofertas, reduciéndose así la posibilidad de recibir un mayor número de soluciones técnicas de interés. Tanto la Directiva 2014/24 (art. 40), como la LCSP (art. 115) prevén la posibilidad de realizar **consultas preliminares al mercado** en la fase de preparación contractual. En atención a las concretas circunstancias de la licitación, la consulta preliminar puede ser un mecanismo útil para **contrastar la validez técnica de las soluciones elegidas por la administración, conocer la disponibilidad en el mercado** de productos o materiales, valorar la **viabilidad técnica o económica de determinados objetivos y soluciones técnicas** o realizar una adecuada **valoración y reparto sostenible de riesgos entre el contratista y el órgano de contratación.**

#### 3.2.4. Determinación del objeto del contrato

La contratación pública desempeña un papel clave en los ámbitos de la innovación, el medio ambiente y la inclusión social, contribuyendo a alcanzar objetivos estratégicos que trascienden la simple elección de un tipo u otro de material constructivo. En este sentido es conveniente que los **objetivos estratégicos aparezcan formulados en el "título del contrato", para enfatizar su relevancia.**

### Título del contrato



La indicación en el "título del contrato" de la referencia a "edificio de bajo impacto o incidencia medioambiental" o "edificio de bajo impacto en carbono". Un enunciado de este tipo permite a los licitadores conocer que el rendimiento medioambiental, ligado al uso de la madera, desempeñará un papel importante en la licitación.

<sup>16</sup> El estudio "Aplicación y difusión de la innovación para la promoción de la construcción en altura con madera en el espacio SUDOE" (2023) "propone un check-list, o listado de comprobación, que recoge aquellos aspectos fundamentales que deben estar resueltos en un proyecto de esta envergadura con estructura de madera, sembrando las bases para que tanto desde el equipo redactor del proyecto, como desde la administración que supervisa e informa dicho proyecto, se den los pasos para que los documentos de licitación de estas obras estén perfectamente definidos y se garantice de esta manera una buena calidad de la construcción y la libre competencia de diferentes empresas que sean capaces de aprovechar y optimizar los tiempos constructivos y los rendimientos de una estructura de madera, con el fin de que sea una alternativa viable y competitiva frente al hormigón o el acero".



### 3.2.5. El acceso de las PYME a la contratación pública

En la preparación contractual deben **compatibilizarse los objetivos ambientales y sociales ligados al uso de la madera**, con el objetivo de **garantizar el máximo acceso de las PYME** a la contratación pública.

Para facilitar la participación de las PYME y garantizar un mejor rendimiento del uso de la madera y de los objetivos ambientales vinculados, también puede establecerse en los pliegos la **obligación del contratista de subcontratar determinadas prestaciones específicas**, que puedan ser gestionadas por PYME especializadas o innovadoras en la construcción con madera. Deberá garantizarse en todo caso que la empresa subcontratista disponga de los elementos técnicos y humanos y de la experiencia necesaria para la construcción con madera y que el porcentaje de subcontratación no supere el umbral máximo establecido en la LCSP.

### 3.3. Pliego de prescripciones técnicas particulares: aplicación de criterios de sostenibilidad

Las prescripciones técnicas se definirán aplicando **criterios de sostenibilidad o protección ambiental**, "siempre que el objeto del contrato afecte o pueda afectar al medio ambiente" (art. 126.4, LCSP), condición que se cumple en la construcción de edificios si tenemos en cuenta, por ejemplo, que son responsables del 40% del consumo de energía y del 36% de las emisiones de gases de efecto invernadero en la UE. Se definirán en el **pliego de prescripciones técnicas particulares (PPTP)**. Deben definirse de modo claro y preciso. Se trata de exigencias que deben de cumplir todos los licitadores. Su incumplimiento implica la exclusión de las ofertas.

Podrá establecerse, así, como prescripción técnica que el proyecto básico y de ejecución se lleve a cabo **utilizando determinados productos transformados de madera** como solución técnica idónea para atender a la necesidad que se pretende satisfacer y, complementariamente, como cláusula ambiental orientada a **reducir las emisiones climáticas mediante el secuestro de dióxido de carbono en los edificios u obras**.

Podrán referirse a un **proceso o método específico de producción o prestación de las obras, servicios o suministros**, o a un proceso específico de otra fase de su ciclo de vida, incluso cuando dichos factores no formen parte de la sustancia material de las obras, siempre que estén vinculados al objeto del contrato y guarden proporción con el valor y los objetivos de este (art. 126.2, LCSP). Este sería el caso, por ejemplo, de las cláusulas que hagan referencia a la certificación de la gestión forestal sostenible.

Si las prescripciones técnicas se determinan **por referencia a especificaciones contenidas en normas y otras referencias técnicas** (como las normas UNE españolas, EN europeas o ISO internacionales), deberá acompañarse la alusión a la norma de referencia de la mención "o equivalente" (art. 126.5 b, LCSP).



**Para la definición de prescripciones técnicas sobre el uso de la madera en la fase de preparación del contrato, es necesario disponer de conocimiento técnico adecuado.**

Como se ha señalado, **se recomienda** considerar la posibilidad de **exigir que el diseño integre el uso de la madera en el expediente de contratación para la elaboración del proyecto básico y de ejecución**, el anexo 2 presenta ejemplos de licitaciones públicas de la Xunta de Galicia orientadas al uso de madera o productos transformados de la madera siguiendo este criterio. En el momento de revisión del proyecto previamente a su aprobación, la unidad encargada del seguimiento de la ejecución del contrato y la oficina de supervisión de proyectos deberán comprobar que el **proyecto incluya una relación de elementos del edificio que se ejecutarán con productos de madera o derivados de la madera que cumplen con las exigencias del mercado CE y declaración de prestaciones pertinentes para el uso o usos declarados, así como declaración de fabricante/ proveedor con informe de ensayos realizados sobre los productos que acreditan las características exigidas, en particular, la especie botánica de la madera, su densidad, su clase resistente, su contenido en humedad, el tratamiento frente a la biodegradación, las condiciones de reacción al fuego, así como su origen legal.**

En la **fase de ejecución de la obra**, el responsable del contrato y la dirección facultativa de las obras comprobarán que las cláusulas ambientales contempladas en las prescripciones técnicas (donde se incorporará el proyecto de ejecución) se hayan cumplido. Para ello, podrá exigirse que el contratista presente los certificados, etiquetas, informes o documentos técnicos que permitan acreditarlo.

### 3.3.1. La prescripción de las especies de madera a utilizar

Al prescribir una especie de madera es esencial comprobar que la especie seleccionada y, en su caso, los tratamientos indicados, permiten alcanzar las prestaciones requeridas.

**Si el órgano de contratación desea exigir el uso de madera como prescripción técnica en la preparación del contrato, el conocimiento del material es esencial para conseguir unos buenos resultados.**

Las **propiedades de la madera varían en función de cada especie** por lo que es fundamental comprobar que la especie prescrita y, en su caso, los tratamientos indicados, permiten cumplir con las prestaciones requeridas. Para ello, el proyectista debe conocer el sistema de clases resistentes o el sistema de clasificación de la durabilidad natural y de la impregnabilidad de las especies de madera, así como las dimensiones más habituales de los distintos productos y su disponibilidad en el mercado. Si se prescribe una especie concreta, se recomienda incluir el nombre botánico para evitar las confusiones que pueden derivarse del empleo de los nombres comerciales.

Por ejemplo, si se prescribe madera de "cedro" para elaborar una fachada, no queda claro si nos estamos refiriendo a la madera de cedro rojo del Pacífico (*Thuja plicata*) o al cedro brasileño (*Cedrela odorata*), o al cedro del Atlas (*Cedrus atlantica*), etc. En el



momento en que se prescribe madera de cedro rojo del Pacífico (*Thuja plicata*) la especie queda perfectamente definida.

## Recomendación: la especie de madera a prescribir sí importa



De forma genérica se prescribe como material "conífera", a este grupo pertenecen especies como los pinos, los abetos, los cipreses o las secuoyas. Conocer sus diferencias y comportamientos estructurales forma parte de la información que un proyectista debe conocer ex ante. Las prescripciones de abetos (nombre científico *Picea bies*), pinos rojos (nombre científico *Pinus sylvestris*) o incluso "pino-abeto" (se desconoce esta especie) se presentan como prescripciones habituales en proyectos de construcción en madera.

La madera de abeto es no durable y no alcanza una clase 1 por no ser impregnable (no siendo efectivos tratamientos antitermitas, anticarcoma, ignifugación por no penetrar en el material). En estos casos, se recomienda la utilización de madera de pino (*Pinus pinaster*, *Pinus radiata* o *Pinus sylvestris*), que por sus porcentajes de albura presentan una mayor impregnabilidad.

*Para ampliar información sobre las clases de uso y la impregnabilidad se recomienda consultar la siguiente referencia bibliográfica: Guía de la Madera. Capítulo 2: Durabilidad. Documento de Aplicación del CTE. Manuel Touza. 2013. CONFEMADERA HÁBITAT*

En ocasiones, la madera prescrita no es apta para las prestaciones requeridas. Sería el caso, por ejemplo, de prescribir una pasarela al exterior elaborada con madera de abeto rojo (*Picea abies*) tratada en profundidad en una autoclave con una sal hidrosoluble. La madera de abeto rojo no tiene una buena durabilidad natural y, al mismo tiempo, su albura no está clasificada como fácil de tratar (categoría 1) conforme a la norma UNE-EN 350:2016.

En estos casos, se recomienda utilizar una especie del género *Pinus* cuya albura esté clasificada como fácil de tratar (categoría 1). Entre las especies que cumplen este requisito se encuentran el pino marítimo (*Pinus pinaster*), el pino radiata (*Pinus radiata*) o el pino silvestre (*Pinus sylvestris*).

Por tanto, en cada situación, definida por el empleo de una especie de madera en una clase de uso, el prescriptor debe decidir la necesidad, o no, de realizar un tratamiento protector de la madera y, en su caso, definir dicho tratamiento. El primer paso es determinar la clase de uso correspondiente a la situación en que se va a emplear el elemento de madera y los agentes biológicos a los que va a estar expuesto. Una vez definida la clase de uso, debe evaluarse si la durabilidad natural de la madera que se

## ¿Tienes dudas sobre la madera y su comportamiento?



El Clúster de la Madera y el Diseño de Galicia (CMD) y la Agencia Gallega de la Industria Forestal (XERA) de la Consejería del Medio Rural (Xunta de Galicia) ofrecen la posibilidad de realizar consultas a expertos a través del portal temático <https://lignumfacile.gal/>



proyecta es suficiente o si se requiere algún tratamiento protector (para más información ver anexo 1).

## Recomendación: clases resistentes y módulo de elasticidad



Es habitual encontrar en los proyectos de ejecución de obra errores en materia de clase resistente y los módulos de elasticidad correspondientes.

Por ejemplo, en la prescripción de CLT, podemos encontrar en un proyecto: *Pinus sylvestris* clase resistente C24 y módulo de elasticidad 12.000 N/mm<sup>2</sup>. Este módulo es superior al de una clase resistente C24 y la persona proyectista debería conocer que esta prescripción excluye productos derivados del entorno socioeconómico con estos requerimientos mayorados (debería utilizar un valor entre 11.000 – 11.600 N/mm<sup>2</sup> para esa clase). Además, la exigencia de CLT C24 no siempre es necesaria, dependiendo del uso estructural que se vaya a dar existen otras especificaciones técnicas en materia de resistencia perfectamente viables y seguras, por tanto, de forma general en todos los proyectos, se recomienda especificar correctamente las propiedades mecánicas del material en concordancia con los cálculos estructurales realizados para el dimensionado de la estructura.

*Muchas veces la solución estriba en dirigirse a expertos de entidades públicas (XERA) o asociaciones de fabricantes para disponer de información suficiente en la toma de decisiones. Para más información ver anexo 1.*



Montaje de estructura de CLT de pino gallego en la promoción Illa Glòries, Barcelona – IHAMB Instituto Municipal del Habitat y la Rehabilitación del Ayuntamiento de Barcelona (2023) | Cierta estudio | Fotografía: Álvaro López



### 3.3.2. El uso de sistemas de certificación de edificios, productos o materiales para la determinación de prescripciones técnica (y de criterios de valoración o condiciones especiales de ejecución)

Los pliegos pueden exigir el cumplimiento, por parte de los edificios construidos y/o materiales utilizados en dicha construcción, de los criterios de concesión de un determinado sistema de **etiquetado o certificación ambiental**. En todo caso, la indicación de una etiqueta de referencia en los pliegos no exime al órgano de contratación de su obligación de **detallar con claridad en los pliegos** las características y requisitos que desea imponer (art. 127.5, LCSP)

Las etiquetas pueden ser utilizadas como referencia para la determinación de las **especificaciones técnicas**, los **criterios de valoración** y las **condiciones de ejecución** (art. 127.2, LCSP). En el caso de optar por las especificaciones técnicas, estos requerimientos ya podrían estar incluidos en el propio proyecto de ejecución que formará parte del pliego de prescripciones técnicas particulares (PPTP) o como especificación técnica del PPTP de licitación de ejecución de la obra.

El sistema de etiquetado o certificación de referencia servirá de **medio de prueba de cumplimiento** de las cláusulas o criterios. No obstante, deberá permitirse la presentación por los licitadores de etiquetas equivalentes (art. 127.3, LCSP) o métodos equivalentes de prueba (verificación por un certificador independiente, informe técnico, etc.). (art. 127.3, LCSP). La equivalencia deberá ser acreditada por el candidato o licitador (art. 127.6, LCSP). **No podrá exigirse de modo exclusivo la disponibilidad de una etiqueta determinada**<sup>17</sup>.

Las etiquetas o certificados son medios adecuados para verificar el cumplimiento de determinadas cláusulas de uso de madera en la **fase de ejecución contractual**. Permiten realizar un control simplificado y objetivo, y dan garantías de que la obra, el producto o material cumplen con determinadas condiciones de los pliegos.

Los **sistemas de etiquetado** o certificación deben de cumplir una serie de condiciones establecidos en la LCSP para que se garantice el cumplimiento de los principios de la contratación pública (art. 127.2, LCSP). Las etiquetas tipo I, que cumplen la norma internacional ISO 14024 (tipo I), se adaptan en principio a dichos requisitos (como, por ejemplo, las etiquetas FSC o PEFC, la ecoetiqueta ecológica de la UE, Blauer Engel, Natureplus, Nordic Swan, Holz von Hier, etc.). Las etiquetas de tipo II referidas a determinados ámbitos geográficos (como, por ejemplo: Bois des Alpes, Bois de Chartreuse, etc.) que no son verificadas/controladas de forma independiente, si bien pueden ser útiles para promocionar la madera, no deberían emplearse como medio de verificación en contratos públicos.

---

<sup>17</sup> Resoluciones del TARC 334/2018, de seis de abril, o 713/2018, de 27 de julio.



## Sistemas de etiquetado de productos o materiales de construcción



**Cradle to Cradle** evalúa la seguridad, la circularidad y la responsabilidad de los materiales y productos en cinco categorías de desempeño de sostenibilidad: (1) salud de los materiales, al garantizar que los materiales sean seguros para los seres humanos y el medio ambiente; (2) circularidad del producto, al permitir una economía circular a través de productos regenerativos y diseño de procesos; (3) protección del aire limpio y del clima, la promoción de las energías renovables y la reducción de las emisiones nocivas; (4) gestión del agua y el suelo al salvaguardar el agua limpia y los suelos sanos; y (5) equidad social, al respetar los derechos humanos y contribuir a una sociedad justa y equitativa.

**Material Health** ofrece una solución al creciente interés de la industria y de los consumidores en torno a los productos químicos utilizados a lo largo de sus cadenas de suministro, evitando los productos químicos preocupantes.

Las **declaraciones ambientales de productos (DAPs)** señalan el compromiso de un fabricante con la medición e información sobre impacto ambiental de sus productos y servicios. Con una DAP, los fabricantes informan sobre el desempeño ambiental de sus productos y servicios desde la perspectiva del ciclo de vida, mediante la realización de una evaluación del ciclo de vida (LCA) del producto. Las DAP sirven para obtener datos sobre el impacto ambiental de los productos, pero no acreditan su carácter ecológico. No responde a la lógica "*best in class*" de las ecoetiquetas tipo I.

## Sistema de etiquetado que incide en la huella de carbono por el transporte de la madera



### Holz von Hier - certificado de origen y huella ambiental

Esta etiqueta designa productos cuya madera procede de bosques gestionados de forma sostenible, correspondiendo a una distancia de transporte inferior a la media (en toda la cadena de transformación). La etiqueta es conforme con la norma ISO 14024 y está basada en criterios de carácter científico.



## Sistemas de certificación específicos de edificios con características ambientales



**BREEAM®** (Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology). Se trata de un sistema de evaluación del grado de sostenibilidad ambiental para nuevas construcciones y las ya existentes. Evalúa impactos en 10 categorías: gestión; salud y bienestar; energía; transporte; agua; materiales; residuos; uso ecológico del suelo; contaminación; innovación. Comprende las distintas fases de diseño, construcción y uso de los edificios.

**LEED** (Leadership in Energy and Environmental Design) es un sistema de clasificación de edificios ecológicos. Evalúa la sostenibilidad de las técnicas de construcción, pero también de los materiales y recursos de interior, prestando atención al máximo confort de habitabilidad y uso, con el mínimo consumo de recursos.

**Certificación VERDE.** GBCe (Consejo para la Edificación Sostenible de España) posee la herramienta de certificación VERDE de evaluación de la sostenibilidad para la edificación, que tiene como una de sus principales características haber sido desarrollada y concebida desde el punto de vista del mercado y la normativa española.

**WELL** se centra en el análisis del impacto de los edificios en el bienestar de los usuarios, considerando aspectos como los siguientes: el control de la calidad del aire; la iluminación; el confort térmico; la exposición a fuentes de ruido; los materiales utilizados; la aplicación de estrategias de diseño orientadas a propiciar medidas de apoyo.

**Passivhaus** se basa en la comprobación de una serie de requisitos específicos relativos al bajo consumo energético, teniendo en cuenta aspectos como la optimización del aislamiento térmico, la hermeticidad al aire o la ventilación mecánica con recuperación de calor.

**Certificación FSC de proyectos:** una herramienta que permite demostrar el origen responsable de los materiales de construcción de origen forestal empleados al amparo del sistema de certificación FSC. Este certificado es reconocido por BREEAM, LEED y por el Living Building Challenge.

**Certificación PEFC de proyectos:** a través de la certificación de Cadena de Custodia para proyectos específicos, o "certificación de proyectos", se ofrece un mecanismo para verificar de forma independiente el uso de madera certificada en un proyecto único de duración limitada.



### 3.3.3. El uso de sistemas de certificación de gestión forestal sostenible (GFS) y cadena de custodia (CdC)

De acuerdo con lo indicado en el apartado anterior, el órgano de contratación podrá valorar, en atención a las condiciones del mercado, si procede **exigir, como prescripción técnica, que la madera o productos de madera utilizados deban provenir de aprovechamientos forestales gestionados de forma sostenible.**

Sin perjuicio de las posibles fluctuaciones de la demanda del mercado y de las dificultades que puedan encontrar las PYMES para acceder a determinados proveedores, sería aconsejable exigir un mínimo de un 25% de madera sostenible, siempre teniendo como meta poder conseguir que el 100% de la madera utilizada se madera sostenible certificada.

**Recomendación: prescripción técnica sobre la adquisición de madera derivada de aprovechamientos forestales con certificado de gestión forestal sostenible en los contratos de obras**



Verificación:

Podrá exigirse como especificación técnica que todas las maderas y los productos de madera, que se determinen a nivel técnico, **deban disponer obligatoriamente de garantías de procedencia de explotaciones forestales sostenibles**, acreditables mediante la presentación de la **certificación** de gestión forestal sostenible, de acuerdo con los sistemas de certificación FSC, PEFC o equivalentes (otros esquemas de certificación forestal equivalentes y reconocidos internacionalmente), o medios equivalentes de prueba.

La **"Guía Verde" de medidas medioambientales en la contratación pública en el ámbito de la edificación de la Generalitat Valenciana (2022)** indica lo siguiente con relación al control del origen sostenible de la madera a la fase de ejecución: "Se verificará que el uso de madera de gestión sostenible está recogido en los diferentes documentos del seguimiento, control y final de las obras. En particular, se comprobará en los apartados correspondientes a las familias de productos, unidades de obra e instalaciones que consten en el Libro de Gestión de Calidad de Obra relativos a: control de recepción de productos (productos para revestimientos para fachadas, productos para pavimentos interiores y exteriores, carpinterías exteriores); control de ejecución (vigas y forjados, carpintería exterior, persianas y cierres, revestimientos de paramentos y techos, revestimientos de suelos). En la documentación final de obra se comprobará la inclusión del certificado de cadena de custodia en vigor a nombre del suministrador, y la factura que vincula el número de cadena de custodia con el producto en cuestión. Asimismo, se comprobará la inclusión de los albaranes de entrega de los productos de madera correspondientes, en los cuales se constatará la indicación del porcentaje de madera de gestión sostenible que incluyen dichos productos".



En el caso de especies y origen de alto riesgo de aprovechamiento ilegal<sup>18</sup> el certificado de gestión forestal sostenible no es suficiente, debiendo demostrar los operadores y comerciantes su origen legal (sistema de diligencia debida, SDD).

Si se prefiere, **en atención a las condiciones del mercado, podrá optarse por primar, en vez de exigir, el uso de la madera procedente de bosques sostenibles, mediante la fijación de un criterio de adjudicación**, en el que el licitador asuma el compromiso de usar determinados porcentajes de madera de estas características (ver apartado 3.4.2.2. ejemplo “Viviendas en Hondarribia (Guipúzcoa) Sociedad pública Vivienda y Suelo de Euskadi, S.A – VISESA”). **También podrá exigirse como condición especial de ejecución**, de modo que el contratista esté obligado a la adquisición de determinados porcentajes de madera o productos transformados de madera que proceda de gestión sostenible de los bosques, y que sea necesaria para la ejecución contractual.

Los sistemas de certificación de la gestión forestal sostenible han integrado en los últimos años certificaciones específicas en materia de **servicios ecosistémicos** (carbono, biodiversidad, agua, suelo...), el órgano de contratación podría incorporar la exigencia de que la madera proveniente de bosques gestionados de forma sostenible añadiese (en un determinado porcentaje que se recomienda actualmente no exceda del 10%) la implementación de dichos servicios ecosistémicos.

### 3.4. Pliego de cláusulas administrativas particulares: solvencia técnica, criterios subjetivos y objetivos de valoración

#### 3.4.1. Solvencia técnica y profesional

Las particularidades técnicas y del mercado de la construcción con madera (véase apartados 2.4 y 2.5) hacen que sea especialmente relevante la **determinación de criterios de solvencia técnica y profesional**, tanto en los contratos de servicio para la elaboración de proyectos de obra, como en los propios contratos o concesiones de obra.

En este sentido, la **experiencia de la empresa en la ejecución de obras** con madera es un elemento significativo en la mejora del rendimiento en la construcción con madera.

Esta **experiencia** es igualmente relevante en el caso de los **contratos de servicios para la elaboración de proyectos de obra**. La identificación de un contratista solvente (y conocedor de las posibilidades del mercado, especialmente de las PYME) para la elaboración de un proyecto de construcción con madera, tiene gran impacto en la consecución de los objetivos cualitativos que se pretenden alcanzar.

En la preparación de estos contratos de servicio para la realización del proyecto de edificación, debe reflejarse claramente la **voluntad del órgano de contratación de definir una obra en madera sostenible y con bajo impacto ambiental y climático**,

---

<sup>18</sup> Boletín de noticias Madera Legal. Ministerio para la Transición Ecológica y el reto Demográfico. <https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/internacional-especies-madera/madera-legal/sistema/LIGNUM-Boletines.aspx>



así como la definición de **criterios de solvencia** que permitan la selección de un contratista conocedor de las particularidades de esta forma de edificación. El proyectista deberá, en su caso, participar en los procesos de consulta preliminar al mercado y tomar en consideración, en su caso, la información derivada de ellos, teniendo en cuenta el impacto de las prescripciones técnicas en el acceso de las PYME a la licitación futura.

## Recomendación: experiencia y/o titulaciones del proyectista o equipo que intervenga la elaboración del proyecto de obra



### Experiencia

Experiencia mínima acreditada de haber realizado en los últimos ... años, al menos, ... [indicar número] proyectos de obra de edificación con [indicar el tipo de construcción estructural con madera, como el sistema CLT, p.e.] con un presupuesto en el capítulo correspondiente a la estructura de madera superior o igual a ... euros [indicar cantidad proporcionada a la obra que se pretende contratar] y avalada por certificados de buena ejecución.

Estos certificados indicarán el importe, las fechas y el lugar de ejecución de las obras y se precisará si se realizaron según las reglas por las que se rige la profesión y se llevaron normalmente a buen término; en su caso, dichos certificados serán comunicados directamente al órgano de contratación por la autoridad competente.

El proyectista tener formación específica en ... [indicación específica de la tipología de construcción en madera, como la construcción con madera contralaminada].

Verificación: Certificados de buena ejecución de proyectos de obras de edificación con el sistema ... [CLT, p.e.] contratadas con organismos públicos o empresas privadas en los últimos ... años, indicando presupuesto de ejecución del capítulo correspondiente a la estructura de madera, distinguiendo si se encuentran terminadas o no, fecha, lugar de ejecución de las obras y se precisará si se realizaron según las reglas por las que se rige la profesión y se llevaron normalmente a buen término.

Con relación a la formación exigida, podrá solicitarse la presentación del CV del proyectista acompañado de la documentación acreditativa de haber cursado la formación requerida.



## Recomendación: experiencia y/o titulaciones de la dirección facultativa, en los supuestos de contratación de dichos servicios para el control de la fase de ejecución de la obra



### Experiencia

Experiencia mínima acreditada de haber realizado en los últimos ... años, al menos, ... [indicar número] servicios de dirección facultativa en el seguimiento de la edificación con [indicar el tipo de construcción estructural con madera], con un presupuesto en el capítulo correspondiente a la estructura de madera superior o igual a ... euros [indicar cantidad proporcionada a la obra que se pretende contratar] y avalada por certificados de buena ejecución. Estos certificados indicarán el importe, las fechas y el lugar de ejecución de las obras y se precisará si se realizaron según las reglas por las que se rige la profesión y se llevaron normalmente a buen término; en su caso, dichos certificados serán comunicados directamente al órgano de contratación por la autoridad competente.

Verificación: Certificados de buena ejecución de contratos de dirección facultativa de edificación con el sistema [...] contratadas con organismos públicos o empresas privadas en los últimos ... años, indicando presupuesto de ejecución del capítulo correspondiente a la estructura de madera, distinguiendo si se encuentran terminadas o no, fecha, lugar de ejecución de las obras y se precisará si se realizaron según las reglas por las que se rige la profesión y se llevaron normalmente a buen término.

## Recomendación: experiencia empresarial en la ejecución de contratos de obra con madera estructural



### Experiencia

El licitador deberá poseer competencias y experiencia pertinentes en la ejecución de contratos de construcción con madera estructural. En el caso de contratación conjunta de proyecto y obra, también se exigirán el criterio al proyectista o al equipo responsable de la elaboración del proyecto de obra. Podrá en este sentido exigirse una experiencia mínima acreditada de haber realizado en los últimos ... años, al menos, ... [indicar número] obra de edificación con [indicar el tipo de construcción estructural con madera] con un presupuesto en el capítulo correspondiente a la estructura de madera superior o igual a ... euros [indicar cantidad proporcionada a la obra que se pretende contratar] y avalada por certificados de buena ejecución.

**Verificación:** Certificados de buena ejecución de obras de edificación con el sistema [...] contratadas con organismos públicos o empresas privadas en los últimos ... años, indicando presupuesto de ejecución del capítulo correspondiente a la estructura de madera, distinguiendo si se encuentran terminadas o no, fecha, lugar de ejecución de las obras y se precisará si se realizaron según las reglas por las que se rige la profesión y se llevaron normalmente a buen término.



### 3.4.2. Criterios de valoración en la licitación de la obra

La adjudicación de los contratos se realizará, con carácter general, utilizando una pluralidad de criterios de adjudicación con base a la mejor relación calidad-precio (art. 145.1, LCSP). Deberá justificarse en el expediente, la adjudicación de acuerdo con criterios que atiendan a un planteamiento referidos a la mejor relación "coste-eficacia", sobre la base del precio o coste (art. 145.1, LCSP).

Así, en el caso de que la adjudicación se realice sobre la base de la mejor calidad-precio, se establecerán criterios de adjudicación cualitativos, que podrán estar referidos al uso de la madera. Estos criterios podrán justificarse como criterios de "calidad, incluido el valor técnico", referidos a "las características estéticas y funcionales", o como características ambientales de la prestación, vinculadas a la "reducción del nivel de emisión de gases de efecto invernadero" o "al mantenimiento o mejora de los recursos naturales que puedan verse afectados por la ejecución del contrato" (art. 145.2, LCSP).

Los criterios deben ser precisos, claros, unívocos, de forma que todos los licitadores puedan comprender su alcance exacto e interpretarlos de la misma forma. Deben ser **suficientemente específicos y cuantificables objetivamente**. En este último sentido, las **etiquetas ambientales de productos** pueden ser utilizadas como referencia para la determinación precisa, simplificada y segura de los criterios de adjudicación, de acuerdo con las exigencias del artículo 127 LCSP y las indicaciones del apartado 3.3.3.

Como hemos referido, en los supuestos donde el órgano de contratación no tiene suficiente conocimiento técnico o del mercado, puede resultar conveniente, previa valoración técnica, acudir a la determinación del **compromiso de utilización de determinados productos transformados de la madera como criterio de adjudicación**. Hay que tomar en consideración, en primer lugar, que esta aproximación no asegura el uso de la madera (ya que el compromiso puede no ser asumido por el adjudicatario) y, en segundo término, habrá que asegurar que los operadores que asumen dicho compromiso disponen de la experiencia y/o la capacidad técnica para llevarlo a efecto.

El anexo 4 de la presente Guía, ofrece unos Modelos orientativos de cláusulas y prescripciones de referencia en la licitación pública de edificaciones en las que se desee fomentar el uso de la madera como elemento estructural.



### 3.4.2.1. Criterios de adjudicación cuantificables mediante juicio de valor

**Los criterios cuantificables mediante juicio de valor poseen un componente subjetivo.** La regulación de contratos establece reglas que condicionan su utilización (en el caso de un procedimiento abierto simplificado su ponderación no podrá superar el veinticinco por ciento del total, salvo en el caso de que el contrato tenga por objeto prestaciones de carácter intelectual -hasta 45%-, o en el caso de procedimientos de adjudicación, abierto o restringido, donde estos criterios tengan una ponderación mayor que la correspondiente a los criterios evaluables de forma automática será necesario crear un comité formado por expertos con cualificación apropiada).

No obstante, los órganos de contratación pueden hacer uso de tales criterios para incorporar medidas que fomenten el uso de materiales renovables, como la madera. Podrán incorporarse criterios que hagan referencia al **plan de medidas del licitador para minimizar el impacto ambiental de la ejecución de la prestación**, como pueden ser la utilización de madera producida de forma sostenible (certificación FSC, PEFC o similar), la adopción de medidas concretas que minimicen los impactos asociados al transporte, el uso de pinturas y barnices sin minio ni disolventes orgánicos o de tableros aglomerados con baja emisión de formaldehído.

Cuando la licitación de obra **cuenta con un proyecto de ejecución previo que incluya elementos en madera, se podrán incorporar criterios subjetivos relacionados con el proceso de construcción (*planning*) y ejecución de obra** con relación a aquellos elementos o estructuras prescritos en madera por el proyecto. Por ejemplo, calidad de la documentación relativa a:

- El montaje y la protección de la estructura de madera.
- La ejecución de carpinterías exteriores.
- La ejecución de la envolvente térmica de las viviendas y el diseño de las fachadas.

En la determinación de criterios de adjudicación cuantificables mediante juicio de valor es importante valorar la disponibilidad, por parte del órgano de contratación, tanto de conocimiento técnico adecuado para la determinación de criterios claros y precisos, como para realizar la valoración objetiva de las memorias técnicas. En caso contrario, se pueden plantear riesgos jurídicos en la fase de adjudicación del contrato.



### 3.4.2.2. Criterios de adjudicación evaluables de forma automática

Los **criterios de adjudicación automáticos pueden hacer referencia al precio o coste**, que podrá integrar el coste de ciclo de vida de los productos, **o a criterios de carácter cualitativo**. La asignación de puntos en aplicación de estos criterios automáticos puede realizarse mediante la aplicación de fórmulas o como consecuencia de la mera asunción de un compromiso de ejecución por parte del licitador. **Un criterio de adjudicación evaluable de forma automática, puede ser el cálculo de la huella de carbono asociado a la fabricación de los materiales de construcción de la estructura del edificio (módulos A1 a A4)**, en particular aquel impacto relacionado con las emisiones asociadas (Kg CO<sub>2</sub> eq. / m<sup>2</sup> construido) incorporando, de ser el caso, el carbono biogénico secuestrado en el material.

Para la inclusión de criterios relacionados con el cálculo de la huella de carbono en el proceso constructivo y de transporte de los materiales utilizados, debemos ser precisos y claros en la determinación de las siguientes variables:

- **Soluciones constructivas consideradas** en la valoración del impacto.
- **Determinación del alcance de la huella de carbono, mediante la identificación los módulos del ciclo de vida (EN 15878)** sobre las que aplicar el cálculo de emisiones.
- Definición de las **metodologías armonizadas de aplicación**, que deberán utilizar todos los licitadores<sup>19</sup>.
- Identificación de los **datos de referencia**<sup>20</sup> que deberán ser utilizados por los licitadores a la hora de realizar un cálculo comparable de la huella de carbono (identificación de la base de datos o, en su caso, la referencia a las declaraciones ambientales de producto).

De forma general, las **soluciones constructivas en madera, incluidas en el proyecto de ejecución, y consideradas** en la valoración del impacto ambiental podrían ser todas o algunas de las siguientes, en atención a las circunstancias técnicas, económicas y de mercado de cada prestación:

- Elementos **horizontales de la estructura portante**: el análisis incluirá los elementos portantes y sus acabados, que tendrán que cumplir con la normativa de aislamiento acústico y térmico correspondiente. Con respecto a la cubierta, se considerará el elemento estructural y el acabado interior, pero no el exterior.

---

<sup>19</sup> Sobre las metodologías y software disponible para el cálculo de la huella de carbono, véase la Guía Técnica, Evaluación ambiental de productos de la madera, Xunta, 2022. Puede consultarse también el punto 1.3.1 de la Guía de cálculo de la huella de carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización, MITERD, junio 2023.

<sup>20</sup> Sobre las bases de datos de referencia disponibles, véase la Guía Técnica, Evaluación ambiental de productos de la madera, Xunta, 2022.



- Elementos **verticales de la estructura portante**: el análisis incluirá los elementos portantes y sus acabados.
- **Fachada** del edificio: el análisis incluirá los elementos portantes y de acabado, exceptuando las carpinterías.

Respecto a la **determinación del alcance de la huella de carbono** sobre las que aplicar el cálculo de emisiones, **se propone la inclusión de los módulos A1 a A4**, conforme a EN 15978, **añadiendo**, de ser el caso, **el cálculo del carbono biogénico secuestrado en el material**. Dentro de la información ambiental relativa al ciclo de vida de la producción de la cuna hasta la llegada a obra del material, se distinguen, entre otras, las siguientes fases:

- A1: Suministro de materias primas
- A2: Transporte a fábrica
- A3: Fabricación
- A4: Transporte a obra



*Escuela infantil A Baiuca en A Estrada (Pontevedra) - Ayuntamiento de A Estrada y Consorcio Gallego de Servicios de Igualdad y Bienestar (2018) | Ábalo y Alonso Arquitectos | Fotografía: Héctor Santos-Díez*



## La huella de carbono con relación al transporte de determinados productos o materiales de construcción (fases A2 y A4)



Además del cálculo de la huella de carbono asociado a la fabricación de los materiales de construcción de la estructura del edificio (módulo A3), recomendado en la presente guía, se podrá valorar la huella de carbono del transporte de los productos o materiales de madera identificados por el órgano de contratación. Se valorará en ese caso el impacto climático de los productos en los módulos A2 y A4 del ciclo de vida (EN 15978) de la edificación; esto se corresponde con las fases de transporte de los materiales (en kg CO<sub>2</sub> eq).

Los licitadores realizarán el cálculo de la huella de carbono de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$E_i = \sum_j [ \sum_m (FC_{j,m} \times Ef_{i,j,m}) ]$$

Siendo:

**E<sub>i</sub>**: masa emitida del contaminante i (en gramos).

**FC<sub>j,m</sub>**: masa consumida de combustible tipo m por un vehículo de categoría j (en kilogramos). El combustible consumido se obtiene a través de la multiplicación del factor de consumo por los kilómetros de distancia de transporte estimados.

**Ef<sub>i,j,m</sub>**: factor de emisión específico para el contaminante i, vehículo de categoría j y combustible tipo m (en gramos de contaminante por kilogramos de combustible).

Los datos objetivos para el cálculo de FC<sub>j,m</sub> y la determinación del Ef<sub>i,j,m</sub> deberán estar respaldados por la guía de inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos EMEP/EEA *Air pollutant emission inventory guidebook* (2019).

Para la valoración comparativa de las ofertas, los licitadores aportarán un informe escrito, firmado por técnico competente, que indicará las emisiones previstas asociadas al transporte en kg CO<sub>2</sub> eq, y justificará su determinación de acuerdo con el método de cálculo señalado, correspondiente a la guía EMEP/EEA *Air pollutant emission inventory guidebook* (2019). En ausencia de justificación técnica o cuando esta fuera insuficiente e inadecuada, se otorgará cero puntos por este criterio.

**Nota complementaria:** El anexo 3 de la presente Guía ofrece explicaciones más detalladas para la comprensión de este criterio. Se ofrece un ejemplo del cálculo de huella de carbono.



Con relación a la justificación de **fórmulas y métodos de cálculo admisibles**, los licitadores realizarán el cálculo del Potencial de Calentamiento Global (PCG, *global warming potential*, GWP) de acuerdo con la norma EN 15978. Aportarán un informe escrito, validado por un tercero independiente del licitador, que indicará las emisiones asociadas al transporte en kg CO<sub>2</sub> eq/m<sup>2</sup>, correspondientes a los módulos A1 a A4, y justificará su determinación de acuerdo con la norma EN 15978. Debe reservarse la posibilidad de pedir aclaraciones sobre los datos aportados por los licitadores.

Las emisiones de carbono de todos los materiales de construcción y productos de construcción se justificarán mediante de una base de datos de ciclo de vida, que determine como referencia el órgano de contratación, que cumplan con las **previsiones de la norma UNE-EN-15978:2012** (BEDEC, 2019, módulo de Gestión del Modelo Ambiental (GMA), p.e.). Las bases de datos deben de cubrir, como mínimo, los módulos A1, A2, A3 y A4.

En caso de no existir bases de datos adecuadas para los productos o materiales considerados, podrá determinarse que el licitador se acuda a **declaraciones medioambientales de producto (DAP) válidas** (elaboradas de acuerdo con la norma **UNE EN 15804:2012 +A2** "Sostenibilidad en la construcción. Declaraciones ambientales de producto. Reglas de categoría de producto básicas para productos de construcción" y, en su caso, de acuerdo con las reglas de categorías de productos aplicables<sup>21</sup>). En el caso no disponer de DAP o de bases de datos de referencia, excepcionalmente, podrá indicarse que los licitadores aporten cualquier otro tipo de certificado o justificación técnica equivalente que deberá ser validado por una entidad acreditada independiente. Será necesario adjuntar por los licitadores el documento o certificado que justifique los valores de emisiones de CO<sub>2</sub> equivalentes.

Deberá exigirse a los licitadores la justificación de haber seguido **la norma técnica indicada (EN 15978)**. En ausencia de justificación técnica o cuando esta fuera insuficiente y adecuada, se otorgará cero puntos por este criterio.

Teniendo en cuenta que las políticas de cambio climático y eficiencia energética son prioritarias, se recomienda asignar una **puntuación significativa a este criterio de adjudicación** (superior a un 20%<sup>22</sup>), para transmitir un mensaje consistente al mercado.

En el caso de los contratos de obras sometidos a regulación armonizada o en otras obras que por su impacto ambiental se considere proporcionado, es recomendable que **el informe de determinación de emisiones del licitador sea validado por una entidad acreditada independiente**.

Para garantizar el cumplimiento del nivel de emisiones ofertado, deberá preverse en el PCAP una penalidad suficientemente disuasoria, en el marco de las posibilidades que ofrece el artículo 191 de la LCSP.

---

<sup>21</sup> Norma UNE-EN 16485:2014 "Madera aserrada y madera en rollo. Declaraciones ambientales de producto. Reglas de categoría de productos de madera y derivados de la madera para su utilización en construcción".

<sup>22</sup> *Guide pour un usage responsable du matériau bois dans la construction publique*. Bois de France. 2021.



Si no dispone del conocimiento especializado para verificar la validez técnica de los cálculos ofertados por los licitadores, el órgano de contratación podrá contratar el asesoramiento de un evaluador técnico especializado en análisis de ciclo de vida de acuerdo con la metodología de la norma EN 15978, encargar dicha función a un ente instrumental con competencia en la materia, o apoyarse en acuerdos de colaboración con otras entidades públicas. Para utilizar un criterio de esta naturaleza, es fundamental disponer de conocimiento técnico de calidad, para valorar los datos facilitados por los licitadores y las metodologías utilizadas.

## Criterios de valoración de la experiencia de la licitación de las viviendas en Hondarribia (Guipúzcoa). Sociedad pública Vivienda y Suelo de Euskadi, S.A – VISESA



**Experiencia** (sobre un máximo de 100 puntos):

**Valoración subjetiva** (máximo: 37 puntos).

- Valoración pormenorizada de la oferta económica (máximo: 10 puntos).
- Análisis del *planning* y coherencia de la documentación (máximo 5 puntos).
- Mejoras relativas a las garantías ofrecidas (máximo: 10 puntos).
- Mejoras de sostenibilidad (máximo: 8 puntos).
- Mejoras relativas al servicio postventa (máximo: 4 puntos).

En lo relativo al **análisis del *planning*** y coherencia de la documentación, cabe destacar:

- Calidad de la **memoria sobre la estructura de madera** (máximo: 1 punto).
- Calidad de la memoria, valorando el estudio del proyecto y de las mediciones (máximo: 1 punto).
- Análisis del plan y programa de trabajo (máximo: 2 puntos).
- Coherencia de la documentación y no existencia de discrepancias entre los distintos documentos de la oferta (máximo: 1 punto).

Asimismo, con respecto a las **mejoras de sostenibilidad**, los subcriterios aplicados son:

- Condiciones de estanqueidad al aire (máximo: 2 puntos).
- Puentes térmicos (máximo: 1 punto).
- Utilización de embalajes reutilizables (máximo: 0,5 puntos).
- Pinturas y barnices sin minio ni disolventes orgánicos (máximo: 0,5 puntos).
- Uso de áridos reciclados y residuos de construcción (máximo: 0,5 puntos).
- Medidas encaminadas a reducir el uso de agua en la obra (máximo: 0,5 puntos).
- Tableros aglomerados con baja emisión de formaldehído – E1 (máximo: 0,5 puntos).
- **Madera producida de forma sostenible** (máximo: 2,5 puntos). Se valora con 2 puntos que cuente con certificación FSC, PEFC o similar. Se valora con 0,5 puntos la propuesta de medidas concretas que minimicen los impactos asociados al transporte.

**Valoración objetiva** (máximo: 63 puntos).

- Oferta económica (máximo: 63 puntos).



## Criterios de valoración de la experiencia de la licitación de las viviendas en el distrito de Sant Martí (Barcelona). Instituto Municipal de Vivienda y Rehabilitación del Ayuntamiento de Barcelona



**Experiencia** (sobre un máximo de 100 puntos):

**Valoración subjetiva** (máximo: 35 puntos).

- Capacidad del proyecto para interpretar el entorno y calidad arquitectónica del edificio propuesto (máximo: 9 puntos).
- Racionalidad general de la propuesta, atendiendo al sistema constructivo propuesto, la estructura y las instalaciones previstas (máximo: 9 puntos).
- Estrategias de diseño y uso para la habitabilidad de personas con diversidad funcional (máximo: 4 puntos).
- Calidad espacial, especialmente flexibilidad e igualdad de género (máximo: 4 puntos).
- **Planteamiento medioambiental** y criterios generales de eficiencia energética (máximo: 9 puntos). En relación con este último apartado, se contempla específicamente la valoración de estrategias ambientales orientadas a reducir el impacto ambiental del edificio, en las diferentes fases que componen su ciclo de vida; teniendo en cuenta la reducción de la energía consumida, las emisiones producidas, los residuos generados y el consumo de agua. Se considera tanto la fase de fabricación de los materiales de construcción, como la fase de vida útil del edificio, incluyendo la construcción y el derribo del mismo.

**Valoración objetiva** (máximo: 65 puntos).

- **Plazo de ejecución de las obras** (máximo: 25 puntos).
- Oferta económica (máximo: 9 puntos).
- Asistencia postventa (máximo: 6 puntos).
- **Impacto ambiental** asociado a la fabricación de los materiales de construcción de la estructura del edificio (máx. 25 p.). Este impacto se desglosa del siguiente modo:
  - **Emisiones asociadas, en kg CO<sub>2</sub> eq / m<sup>2</sup> construido** (máximo: 12 puntos).
  - Coste energético asociado, en kWh/m<sup>2</sup> construido (máximo: 7 puntos).
  - Generación de residuos en kg/m<sup>2</sup> construido (máximo: 3 puntos)
  - Contenido de materias primas provenientes de reciclaje en kg/m<sup>2</sup> (máximo: 3 puntos).

Las soluciones constructivas consideradas en la valoración del impacto ambiental son:

- **Elementos horizontales de la estructura portante:** el análisis incluirá los elementos portantes y sus acabados, que tendrán que cumplir con la normativa de aislamiento acústico y térmico correspondiente. Con respecto a la cubierta, se considerará el elemento estructural y el acabado interior, pero no el exterior.
- **Elementos verticales de la estructura portante:** el análisis incluirá los elementos portantes y sus acabados.
- **Fachada** del edificio: el análisis incluirá los elementos portantes y de acabado, exceptuando las carpinterías.

La información ambiental aportada con respecto a las emisiones, el coste energético y la generación de residuos deberá considerar como mínimo las fases de fabricación y construcción.



## Criterios de valoración de la experiencia de la licitación de las viviendas en Bera (Navarra). Sociedad pública Navarra de Suelo y Vivienda, S.A. - NASUVINSA



**Experiencia** (sobre un máximo de 100 puntos):

**Valoración subjetiva** (máximo 50 puntos).

- Aspectos que garanticen la viabilidad técnico-económica de la obra (máximo 25 puntos). Se valoran los 5 "aspectos" señalados por el licitador que garanticen la viabilidad técnico-económica de la obra, relativos, por ejemplo, a errores, omisiones, incumplimientos o incoherencias que existan en la documentación técnica de la obra para la correcta ejecución del contrato.
- Planning detallado (máximo: 10 puntos). Se valora que los plazos de ejecución sean coherentes con el estándar Passivhaus.
- **Proceso de construcción y ejecución de la obra propuestos** (máx. 15 p.). Se valora el nivel de eficacia que el proceso de ejecución de obras propuesto pueda tener en relación a: plazo de ejecución, calidad, seguridad y salud, y certificación Passivhaus Classic o equivalente; de acuerdo con el desglose indicado a continuación:
- Montaje y protección de la **estructura de madera** (máximo: 3 puntos)
- Ejecución de **carpinterías exteriores** (máximo: 3 puntos).
- Ejecución de la **envolvente** térmica de las viviendas y diseño de las **fachadas** (máximo 3 puntos).
- Ejecución de la hermeticidad (máximo: 3 puntos).
- Ejecución de los sistemas de ventilación de viviendas (máximo: 3 puntos).

**Valoración objetiva** (máximo: 50 puntos).

- Oferta económica (máximo: 30 puntos).
- **Plazo de ejecución** (máximo: 5 puntos)
- Ampliación del plazo de garantía (máximo 5 puntos)
- Criterios de carácter social basados en la subcontratación a centros especiales de empleo, empresas de inserción... (máximo 10 puntos).



## Experiencia de la contratación de edificaciones con bajo impacto de carbono en la Ciudad de Helsinki



### Experiencia

La ciudad de Helsinki ha integrado criterios climáticos de reducción de la huella carbono en la contratación de edificaciones, utilizando el análisis de ciclo de vida. El proyecto de construcción de edificios bajos en carbono, llamado proyecto *Asetelmakatu DB*, es una de las contrataciones piloto conectadas al proyecto *"Hacia municipios y regiones neutrales en carbono" (CANEMURE)*, financiado por fondos LIFE de la UE.

Se han establecido como especificaciones técnicas que la estructura portante de las instalaciones sea principalmente de madera y que el diseño privilegie soluciones y materiales sostenibles.

También se utilizó un **criterio de adjudicación (con valor de 14 puntos sobre 100) referido al cálculo de la huella de carbono**. La evaluación de la huella de carbono fue llevada a cabo de acuerdo con el estándar EN 15978 y el *método de evaluación de huella de carbono para edificaciones del Ministerio de Medio Ambiente de Finlandia*. Este método está basado en el *marco comunitario LEVEL(S)* y en el estándar europeo EN 15978. Se exigió a los licitadores que realizaran el cálculo de la huella del carbono del proyecto usando la aplicación Bionova One Click LCA tool. Con esta finalidad, la aplicación fue compartida con todos los licitadores, se puso a disposición un manual de utilización de la aplicación y se llevaron a cabo sesiones formativas.

*Fuente: buena práctica seleccionada por la Comisión Europea y reflejada en la publicación GPP in practice, núm. 104, mayo 2021. A la luz de esta buena práctica, la Comisión Europea estima que las emisiones relacionadas con los materiales de madera en la construcción pueden ser aproximadamente un 20% menores que para las construcciones de hormigón. Sobre la base de esta experiencia la Comisión Europea concluye que se debe dar peso suficiente a los criterios climáticos, con la finalidad de que tengan un impacto real. Así, se indica expresamente que "la ponderación debe ser de al menos el 20% en licitaciones similares".*

Teniendo en cuenta las particularidades técnicas de la construcción con madera, puede ser de interés valorar la **"cualificación y experiencia del personal** adscrito al contrato que vaya a ejecutar el mismo", cuando "la calidad de dicho personal **pueda afectar de manera significativa** a su mejor ejecución" (art. 145.2, apar. 2º, LCSP). En este último caso, la utilización de un criterio de adjudicación de este tipo deberá motivarse suficientemente en la memoria justificativa del expediente, exponiendo las razones por las que la experiencia del personal adscrito puede afectar de manera significativa a la calidad de la ejecución de la obra.



La **ponderación** otorgada a un criterio de adjudicación sobre el uso de la madera determina el peso que se quiere otorgar en la licitación a este objetivo, en comparación con el precio o coste u otros elementos cualitativos. Teniendo en cuenta el principio de proporcionalidad y las limitaciones establecidas legalmente<sup>23</sup>, es posible asignar una puntuación relevante a los criterios ambientales (superior al 15%<sup>24</sup>), en la medida en que el uso de la madera está vinculado con objetivos de políticas prioritarias, como la de cambio climático y eficiencia energética. Además, ello puede ser una señal importante para impulsar la construcción con madera.

### 3.4.3. Condiciones especiales de ejecución

Las condiciones especiales de ejecución, que se fijan en los PCAP, son **obligaciones que deben de cumplir los contratistas** en la ejecución del contrato.

Deben **guardar relación con el objeto del contrato**. Las condiciones de ejecución deberán estar vinculadas con el cumplimiento del contrato, es decir, ligadas a las tareas necesarias para producir los bienes, prestar los servicios o ejecutar las obras que son objeto de la licitación.

En atención a la doctrina de los Tribunales Administrativos<sup>125</sup>, las condiciones especiales de ejecución ofrecen a los órganos de contratación un **mayor margen de actuación** a la hora de definir criterios o cláusulas ambientales, especialmente en comparación con los criterios ambientales de adjudicación. Con todo, debe velarse por la **proporcionalidad** de la condición especial de ejecución, para lo cual es importante un conocimiento adecuado del mercado, que facilitará evitar que se generen barreras a las PYME.

Algunas de las condiciones que se podrían imponer podrían ser:

- **Trazabilidad de los materiales** desde el origen hasta la puesta en obra.
- Obtención y acreditación de los **valores ambientales exigidos por el pliego de prescripciones técnicas (emisiones de gases de efecto invernadero, p.e.) o comprometidos en la oferta por el contratista.**

---

<sup>23</sup> Hay que tener en cuenta que la Ley 14/2013, de 26 de diciembre, de racionalización del sector público autonómico dispone que, "en los contratos adjudicados con pluralidad de criterios de valoración, y salvo las excepciones que puedan establecerse en resolución motivada del órgano de contratación cuando la naturaleza de la prestación objeto del contrato así lo exija, la ponderación del precio o coste como criterio de adjudicación del contrato no será inferior al 40 por ciento de la puntuación máxima que pueda atribuirse a las ofertas". El ámbito de aplicación de esta Ley es el sector público autonómico por la Administración general de la Comunidad Autónoma de Galicia y las entidades instrumentales de su sector público. La Comisión Europea entiende, en este sentido, que "si el grado de variación de los precios relativos a un producto es bajo, pero el rendimiento medioambiental varía enormemente, tiene sentido asignar más puntos para evaluar las características medioambientales" (Adquisiciones ecológicas, Manual sobre la contratación pública ecológica, 3ª edición, 2016).

<sup>24</sup> La Comisión Europea entiende que "dependiendo del tipo de producto y de la cantidad y la importancia de los demás criterios de adjudicación no ecológicos, un valor del 15 % o más podría considerarse «significativo», como para esperar "transmitir una señal importante al mercado". Comunicación de la Comisión "Contratación pública para un medio ambiente mejor" (COM(2008) 400 final).

<sup>25</sup> Resolución 160/2016, de 19 de febrero, del TARC



## Re-evaluación de los valores ambientales. Valores reales de ejecución



### Experiencia

El contrato de obras de construcción conjuntamente con redacción de proyecto, de los edificios de vivienda protegida en el distrito de Sant Martí de Barcelona) estableció las siguientes condiciones de ejecución

“Los datos suministrados hacen referencia a valores teóricos que tendrán que ser confirmados en la fase de construcción. Se harán dos ejercicios: (1) re-evaluación para determinar el cumplimiento de la oferta y (2) comparación entre los valores teóricos y reales para establecer penalizaciones por incumplimiento de la oferta (en el caso de haber aceptado y puntuado unos valores finalmente no alcanzados).

**Re-evaluación: cálculo de los valores reales de los cuatro indicadores ambientales ofertados, a partir de la obra realmente ejecutada o *As-built*.** Cualquier modificación de solución constructiva o materiales que afecten a estos cálculos tendrán que ser justificada por lo que respecta a sus valores ambientales.

Se considerarán válidos para el cómputo de los valores reales de la obra ejecutada los valores con origen BEDEC y las declaraciones ambientales de productos (DAPS). En el caso de aportar cualquier otro tipo de certificado o razonamiento, este deberá ser aprobado por el equipo de dirección de obra.

En caso de no existir (con BEDEC, DAPS o certificado de producto) datos ambientales para la solución constructiva o material realmente ejecutado, el equipo de dirección de obra será el responsable de asignar o asimilar de forma razonada la solución que consideren más idónea.”

**Para garantizar que en la fase de ejecución no se superan los niveles de emisiones de CO<sub>2</sub> ofertados, deberá preverse en el PCAP una penalidad suficientemente disuasoria, en el marco de las posibilidades que ofrece el artículo 191 de la LCSP.** En el caso de haberse aceptado y puntuado unos valores finalmente no alcanzados en la fase de ejecución deberán imponerse las penalidades correspondientes, que deberán ser proporcionadas al peso del criterio en la valoración de las ofertas.



## Herramienta digital FORTRA



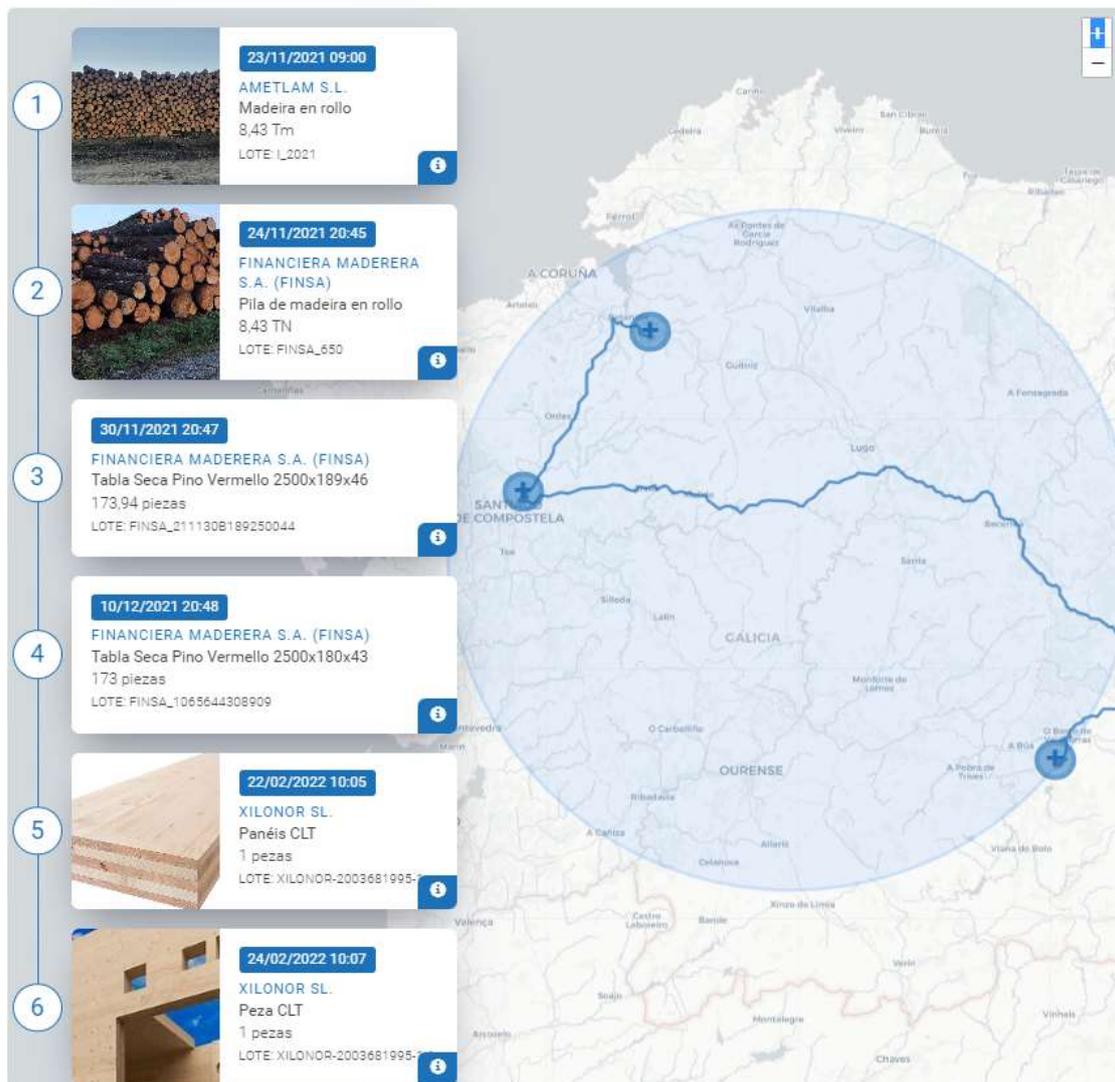
### Recomendación

En la determinación de las emisiones efectivas en fase de ejecución, el órgano de contratación podrá exigir que el contratista utilice la herramienta digital FORTRA o similar. Véase más información en: <https://fortra.xunta.gal>

La herramienta FORTRA es un sistema de trazabilidad accesible, público, transparente y confiable mediante el uso de la tecnología *blockchain*, que realiza un seguimiento de todos los pasos de transformación del producto, desde el origen (monte), hasta el producto final a la venta. Cada una de las etapas de la cadena de suministro y fabricación son registradas en la cadena de bloques de manera encriptada e inmutable. Cada transacción es firmada con el certificado digital de la empresa, lo que hace imposible que se pueda falsificar, eliminar o modificar a posteriori.

### Operacións

Esta madeira pasou polas seguintes operacións ata converterse no produto final, percorrendo unha distancia de 293,69 km, nun radio de 78,17 km.





## Anexo 1. Indicaciones sobre la prescripción de especies de madera

En cada situación, definida por el empleo de una especie de madera en una clase de uso, el prescriptor debe decidir la necesidad, o no, de realizar un tratamiento protector de la madera y, en su caso, definir dicho tratamiento.

El primer paso es determinar la clase de uso correspondiente a la situación en que se va a emplear el elemento de madera y los agentes biológicos a los que va a estar expuesto.

### Las 5 clases de uso existentes en Europa se definen en la norma UNE EN 335

- En la clase de uso 1, el elemento de madera se utiliza en el interior de una construcción y no expuesto a la intemperie ni a la humidificación. El ataque por hongos cromógenos o por hongos xilófagos es insignificante y siempre accidental. Es posible el ataque por insectos xilófagos incluyendo a las termitas, aunque la frecuencia y la importancia del riesgo dependen de la ubicación geográfica.

- En la clase de uso 2 el elemento de madera se encuentra situado bajo cubierta y no expuesto a la intemperie (en particular a la lluvia) pero puede estar sometido a una humidificación ocasional pero no persistente. En esta clase de uso puede producirse condensación superficial en el elemento de madera. Se puede producir ataque por hongos cromógenos y por hongos xilófagos. Es posible el ataque por insectos xilófagos incluyendo a las termitas, aunque la frecuencia y la importancia del riesgo dependen de la ubicación geográfica.

- En la clase de uso 3 el elemento de madera está por encima del suelo y expuesto a la intemperie. Como el grado de exposición puede ser muy diferente, esta clase se puede subdividir en dos subclases: la clase de uso 3.1 y la clase de uso 3.2. Se puede producir ataque por hongos cromógenos y por hongos xilófagos. Es posible el ataque por insectos xilófagos incluyendo a las termitas, aunque la frecuencia y la importancia del riesgo dependen de la ubicación geográfica.

- En la subclase 3.1 los elementos de madera no permanecen húmedos durante largos periodos. El agua no se acumula.

- En la subclase 3.2 los elementos de madera permanecen húmedos durante largos periodos. El agua puede acumularse.

- En la clase de uso 4 el elemento de madera está en contacto directo con el suelo y/o el agua dulce. Se puede producir ataque por hongos cromógenos y por hongos xilófagos. Es posible el ataque por insectos xilófagos incluyendo a las termitas, aunque la frecuencia y la importancia del riesgo dependen de la ubicación geográfica.

- En la clase de uso 5 el elemento de madera está sumergidos en agua salada de forma regular o permanente. El ataque por invertebrados marinos es el problema principal.

En aquellos casos en los que no sea posible asignar con exactitud la clase de uso o las condiciones de utilización previstas para un elemento de la construcción, o cuando se



interprete que diferentes partes de un mismo elemento estén sometidas a diferentes clases de uso, la decisión se debería adoptar sobre la base de la clase de uso más severa.

En situaciones en las que los elementos de la construcción no se encuentran en contacto con el suelo, pero por su diseño pueden acumular agua permanentemente o cuando puedan producirse depósitos de suciedad, hojas, etc., puede ser necesario considerar dichas situaciones como madera en contacto con el suelo o con agua dulce.

**En caso de uso interior en condiciones de alta humedad puede ser necesario asignar una clase de uso superior.**

**Una vez definida la clase de uso, debe evaluarse si la durabilidad natural de la madera que se proyecta es suficiente o si se requiere algún tratamiento protector.** Para ello, la norma UNE-EN 350: 2016 clasifica las distintas especies de madera por la durabilidad natural del duramen (sin haber recibido ningún tratamiento) frente a hongos xilófagos, insectos de ciclo larvario y termitas. La norma también clasifica la impregnabilidad de la albura y del duramen, así como el tamaño de la albura, lo que resulta de gran utilidad para aportar indicaciones referidas a su aptitud en las distintas condiciones de uso.

En el caso de la durabilidad frente a los hongos de pudrición, la norma establece 5 clases de durabilidad: DC1 Muy Durable, DC2 Durable, DC3 Moderadamente Durable, DC4 Ligeramente Durable y DC5 No Durable.

La durabilidad frente a los insectos de ciclo larvario se clasifica en Durable (D) o No Durable (S).

La durabilidad frente a las termitas se clasifica en Durable (D), Medianamente Durable (M) o No Durable (S).

En el caso de la impregnabilidad la norma establece 4 categorías: 1 Impregnable, 2 medianamente impregnable, 3 poco impregnable y 4 no impregnable.

**Los valores asignados por la norma se refieren exclusivamente a la madera de duramen.** En el caso de que la partida de madera a emplear contenga albura, deberá considerarse como no durable frente a todos los organismos xilófagos.

La tabla 1 recoge la clasificación de algunas especies de empleo habitual en Galicia.



Tabla 1. Durabilidad natural e impregnabilidad de especies comerciales (UNE-EN 350)

Especie	Durabilidad natural				Impregnabilidad		Tamaño de la albura
	Hongos	<i>Hylotrupes</i>	Anóbidos	Termitas	Duramen	Albura	
Pino gallego ( <i>Pinus pinaster</i> )	3-4	D	D	S	4	1	Grande (> 10 cm)
Pino silvestre ( <i>Pinus sylvestris</i> )	3-4	D	D	S	3-4	1	Entre 2 y 10 cm
Pino radiata ( <i>Pinus radiata</i> )	4-5	D	S	S	2-3	1	Grande (> 10 cm)
Abeto rojo, picea ( <i>Picea abies</i> )	4	S	S	S	3-4	3 variab.	No se distingue
Castaño ( <i>Castanea sativa</i> )	2	-	D	M	4	2	Delgada (2-5 cm)
Eucalipto blanco (Galicia) ( <i>Eucalyptus globulus</i> )	2	-	D	S	No disp.	No disp.	Delgada (2-5 cm)
Roble europeo ( <i>Quercus robur</i> , <i>Q. petraea</i> )	2-4	-	D	M	4	1	Delgada (2-5 cm)
Ipé ( <i>Handroanthus spp.</i> )	1	-	D	D	4	No disp.	Entre 2 y 10 cm
Elondo, Tali ( <i>Erythrophleum spp.</i> )	1	-	D	D	4	No disp.	Delgada (2-5 cm)



Los productos de madera modificada (madera termotratada, por ejemplo) no aparecen en la norma ya que no están vinculados con la durabilidad de una especie natural, sino con la tecnología empleada (modificación térmica, acetilación, etc). En este caso, los fabricantes disponen de los ensayos de durabilidad de cada producto frente a los distintos organismos xilófagos.

Una vez conocida la clase de uso y la durabilidad natural de la madera escogida es necesario conocer si esta es suficiente frente al riesgo de ataque por los organismos xilófagos existentes.

En este sentido, en septiembre de 2023 se publicó una nueva versión de la norma UNE-EN 460:2023 "Durabilidad de la madera y de los productos derivados de la madera. Guía para determinar las prestaciones" que requiere que los distintos países definan los requisitos de durabilidad exigibles a una especie de madera en función de la vida de servicio esperada (corta, media o larga).

A la espera de disponer de normativa nacional, pueden seguirse las recomendaciones de la versión anterior de la norma UNE-EN 460:1995 que establece procedimientos para seleccionar los requisitos de durabilidad natural exigibles a una especie de madera para permitir su empleo en una clase de uso. Estos requisitos deben comprobarse, de manera independiente, para cada uno de los agentes xilófagos.

Como ejemplo, la tabla 2 da una orientación sobre las posibilidades de empleo de una especie de madera en una clase de uso, considerando su durabilidad natural frente a los hongos xilófagos.

Clase de uso	Clase de durabilidad natural (madera de duramen) frente a hongos xilófagos				
	1	2	3	4	5
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	(0)	(0)
3	0	0	(0)	(0)-(x)	(0)-(x)
4	0	(0)	(x)	X	X
5	0	(x)	(x)	X	X

0 Durabilidad natural suficiente.

(0) Durabilidad natural normalmente suficiente, pero en la que puede ser recomendable un tratamiento protector para determinados usos.

(0)-(x) La durabilidad natural puede ser suficiente, pero puede ser necesario un tratamiento protector según la especie de madera, su permeabilidad y su uso.

(x) Se recomienda normalmente la aplicación de un tratamiento protector, pero para ciertos usos la durabilidad natural puede ser suficiente.

X Tratamiento protector necesario.



**En una clase de uso 1, el contenido de humedad de la madera maciza es tal que el riesgo de ataque por hongos xilófagos es insignificante.** Por ese motivo, no se exige ningún requisito especial en cuanto a la durabilidad natural de la madera empleada.

**Las recomendaciones de tratamiento protector se inician a partir de una clase de uso 2, en el caso de emplear especies de madera que contengan albura o cuya durabilidad natural sea de las categorías 4 (poco durable) o 5 (no durable).** En estos casos, el Documento Básico de Seguridad Estructural – Madera del Código Técnico de la Edificación (CTE) señala que los elementos estructurales de madera instalados en una clase de uso 2 deberán recibir un tratamiento superficial con un producto insecticida y fungicida.

La mayor parte de las coníferas empleadas en madera estructural, se comercializan con albura, por lo que su durabilidad natural no sería suficiente para su empleo en una clase de uso 2 y, en consecuencia, en ninguna clase de uso al exterior (3.1 o 3.2). En este caso se encuentran los pinos habituales (silvestre, pinaster, radiata), el abeto rojo o picea (*Picea abies*), etc.

**El duramen de especies como el castaño o el roble (clasificado como Durable), podría emplearse en aplicaciones como una envolvente de madera en una clase de uso 3 sin necesidad de recibir un tratamiento protector. Lo mismo sería aplicable a la madera modificada térmicamente con especies de pinos locales, y clasificadas con la misma categoría (Durable).** En este caso, la madera termotratada que contenga albura también podría emplearse.

**El duramen de diversas especies de madera tropical como el elondo y el ipé, presenta una durabilidad natural frente a los hongos xilófagos que permitiría su empleo sin ningún tipo de protección en una clase de uso 4.** Además, la proporción de albura que presentan es muy reducida y suele eliminarse durante el proceso de aserrado y, por otro lado, su duramen no es impregnable. En estos casos, no tiene sentido intentar mejorar su durabilidad solicitando un tratamiento en profundidad (mediante autoclave) de este tipo de madera (no impregnable) como ocurre a veces en algunos pliegos de condiciones.

**Cuando sea necesario realizar un tratamiento protector en edificación, la elección del tipo de protección para cada clase de uso debe basarse en las indicaciones establecidas en el Documento Básico de Seguridad Estructural - Madera del Código Técnico de la Edificación (CTE).**

A su vez, el CTE establece varias consideraciones a esta propuesta general que se comentan a continuación:

Durante el transporte, manipulación y montaje de los elementos estructurales de madera, éstos no deberán quedar expuestos a una clase de uso superior a la prevista en sus condiciones de servicio finales. Si esto no fuese posible deberá proporcionarse una protección adicional que cubra el riesgo existente. Sería el caso, por ejemplo, de proteger mediante una membrana la superficie de un forjado de madera contralaminada para evitar la posible acumulación de agua de lluvia durante el montaje.



Tabla 3. Elección del tipo de protección				
Clase de uso		Nivel de penetración		Observaciones
INTERIOR	1	NP1 <sup>(1)</sup>	Sin exigencias específicas.	En este caso el tratamiento es recomendable. Si se aplica, todas las caras deben haber sido tratadas.
	2	NP1 <sup>(2), (3)</sup>	Sin exigencias específicas.	Todas las caras deben haber sido tratadas.
EXTERIOR	3.1	NP2 <sup>(3)</sup>	Al menos 3 mm en la albura de todas las caras de la pieza.	
	3.2	NP3 <sup>(4)</sup>	Al menos 6 mm en la albura de todas las caras de la pieza.	
	4	NP4	Al menos 25 mm en las caras laterales.	Solo se aplica a la madera de sección circular (rollizos)
		NP5	100% albura.	

(1) Se recomienda un tratamiento superficial con un producto insecticida

(2) El elemento de madera deberá recibir un tratamiento superficial con un producto insecticida y fungicida.

(3) Los elementos situados en cubiertas ventiladas se asignarán a la clase de uso 2. En cubiertas no ventiladas, se asignarán a la clase 3.1, salvo que se incorpore una lámina de impermeabilización en cuyo caso se asignarán a la clase de uso 2. Asimismo, se considerarán de clase 3.1 aquellos casos en los que en el interior de edificaciones exista riesgo de generación de puntos de condensación no evitables mediante medidas de diseño y evacuación de vapor de agua.

(4) Las maderas no durables naturalmente empleadas en estas clases de uso deberán ser maderas impregnables (clase 1 de la norma UNE-EN 350-2).

**Algunas especies de coníferas frecuentemente utilizadas en construcción como la píceo o abeto rojo (*Picea abies*), poseen un duramen clasificado como no durable (4) frente a los hongos de pudrición y son difícilmente impregnables (salvo con procedimientos especiales).**

**En la práctica, dichas especies no deben emplearse a partir de una clase de uso 3.2 donde el CTE señala que solo deben usarse especies impregnables. En estos casos, pueden emplearse coníferas habituales en España, cuya albura es impregnable, como el pino marítimo (*Pinus pinaster*), radiata (*Pinus radiata*), silvestre (*Pinus sylvestris*) etc.**

En el caso de proteger un elemento de madera laminada encolada para su empleo en una clase de uso 2, el tratamiento se realizará sobre la pieza terminada y después de las operaciones de acabado (cepillado, mecanizado de aristas y taladros, etc.), para



evitar que puedan quedar expuestas partes de la madera que no hayan recibido producto protector.

En el caso de protección para una clase de uso 3.1, el tratamiento protector podrá realizarse sobre la pieza terminada o sobre las láminas previamente a su encolado.

**En el caso de protección para una clase de uso 3.2 o 4, el tratamiento protector se realizará sobre las láminas previamente a su encolado.** El fabricante deberá comprobar que el producto protector es compatible con el encolado.

**Dado que en España existen termitas subterráneas en la práctica totalidad del territorio, la retención exigible a los distintos productos protectores debe tener en cuenta su presencia.** Por ejemplo, si se prescribe el tratamiento de unos rollizos de madera de una especie de pino impregnable (clase 1) en contacto con el suelo, con una sal hidrosoluble, en autoclave mediante un sistema vacío presión vacío, el valor de retención prescrito por el fabricante para una clase de uso 4, deberá incluir la posibilidad de ataque por termitas subterráneas.

Esta exigencia es importante ya que pueden importarse partidas de madera tratada procedente de países donde no existen termitas subterráneas y por lo tanto la dosis del tratamiento protector puede no ser eficaz frente a ellas.

### **Propiedades mecánicas**

A la hora de dimensionar una estructura de madera es necesario asignar las propiedades mecánicas del material, que dependen de la especie a emplear y su procedencia, así como del tipo de producto elegido.

Con la finalidad de homogeneizar las clasificaciones estructurales en Europa, existen normas UNE que definen las **clases resistentes**, en las que se definen las principales propiedades físicas y mecánicas requeridas para la realización de una comprobación estructural.

En concreto, la norma "UNE 338-2016 Madera Estructural. Clases resistentes" define las clases resistentes armonizadas en Europa.

Estas clases resistentes se denominan con letras y números. En el caso de la madera maciza de coníferas, la letra es la C (del término en inglés *Coniferous*) y en el caso de frondosas la D (del término en inglés *Deciduous*). Estas letras van seguidas de un número que indica la resistencia característica a flexión en N/mm<sup>2</sup> que define a esa clase resistente.

Por ejemplo, una clase resistente C18, indicará que se trata de madera de coníferas con una resistencia característica a flexión de 18 N/mm<sup>2</sup>. El resto de propiedades mecánicas pueden obtenerse de la norma UNE 338 actualizadas o bien, de las tablas publicadas en el Anexo D, del CTE DB SE Madera.



**Para asignar una clase resistente a una especie de madera de procedencia conocida, es necesario que exista una norma de clasificación que permita asignarle una calidad.** La clasificación puede hacerse mediante clasificación mecánica o mediante clasificación visual. En España existen dos normas de clasificación visual, una para coníferas (UNE 56544) y otra para frondosas (UNE 56546).

Con estos datos de especie, procedencia y calidad, la norma "UNE-EN 1912:2012. Madera estructural. Clases resistentes. Asignación de calidades visuales y especies", recoge la atribución de una determinada clase resistente. Hay que tener en cuenta, tal y como recoge la norma UNE 56544, que la caracterización de especies y calidades avanza de manera más rápida que la actualización y publicación de la norma UNE-EN 1912, de forma que la asignación de clases resistentes queda refrendada en los informes de clasificación aprobados por los Grupos de trabajo dentro de los Comités Técnicos del Comité Europeo de Normalización. El contenido de estos informes será incorporado en la siguiente actualización de la norma.

Además, las normas de clasificación visual también recogen en sus anexos, información relativa a los resultados de los ensayos realizados para determinadas especies que todavía no se han incorporado en los informes de los Comités Técnicos.

**En las siguientes tablas se resume el estado actual de los procesos de clasificación de las especies de coníferas con uso estructural y presencia en Galicia.** Teniendo en cuenta que, para una misma especie, pueden definirse distintas calidades que se correspondan con distintas clases resistentes. Además, la clasificación hace referencia a unas dimensiones concretas.

Muchas de las especies están clasificadas para pequeñas escuadrías, ya que estas son el material de base para la elaboración de otros productos técnicos como madera laminada o tableros de madera contralaminada.

La Tabla 4 hace referencia a las secciones de pequeña escuadría con grosores iguales o inferiores a 70 mm y la Tabla 5, a secciones de gran escuadría con grosores superiores a 70 mm.

Tabla 4. Clasificación madera maciza de coníferas de pequeña escuadría de crecimiento en Galicia (según norma UNE-EN 1912:2012)						
	Pino pinaster		Pino radiata		Pino silvestre	
Calidad según norma UNE 56544	ME-1	ME-2	ME-1	ME-2	ME-1	ME-2
Clase resistente	C24	C18	C24	C18	C27	C18



Tabla 5. Clasificación madera maciza de coníferas de gran escuadría de crecimiento en Galicia			
	Pino pinaster*	Pino radiata**	Pino silvestre ***
Calidad según norma UNE 56544	MEG	MEG	MEG
Clase resistente	C16	C20	C22

\* Informe de clasificación realizado pendiente de incorporación en el Informe del Comité Europeo de Normalización

\*\* Incluido en el informe de clasificación aprobado, CEN TC124 WG2 TG1 *Approved Grading Report AGR Visual Grading*, para su próxima actualización en la norma UNE-EN 1912

\*\*\* Incluido en la norma UNE-EN 1912

**En cuanto a la madera de frondosas, la norma UNE 56546 recoge lo siguiente:**

#### ***Eucalyptus globulus***

- Para secciones no superiores a 60x200 mm<sup>2</sup>, la madera con una calidad visual MEF se corresponde con una clase resistente D40. El valor del módulo de elasticidad medio obtenido en los ensayos es superior al valor asignado a la D40, y es posible ajustar los valores de cálculo incorporando un valor de módulo de elasticidad de 18.430 N/mm<sup>2</sup>. (Incluido en la norma UNE-EN 1912)

#### ***Eucalyptus nitens***

- Para pequeñas escuadrías (40x130 mm<sup>2</sup> en flexión y 30x130 mm<sup>2</sup> en tracción paralela a la fibra), madera con una calidad visual MEF, se obtiene una resistencia característica a la flexión de 39,2 N/mm<sup>2</sup>. Ensayos realizados y resultados publicados en la norma UNE-EN 56546:2022.

#### ***Castaña (Castanea sativa)***

- Para pequeñas escuadrías (espesores iguales o inferiores a 70 mm), madera con una calidad visual MEF, se corresponde con una clase resistente D27 (incluido en el informe de clasificación aprobado, CEN TC124 WG2 TG1 *Approved Grading Report AGR Visual Grading*, para su próxima actualización en la norma UNE-EN 1912).

- Para secciones a partir de 70 mm de espesor y hasta un máximo de 160x160 mm, la clasificación visual MEG, se corresponde con una clase resistente D24 (incluido en el informe de clasificación aprobado, CEN TC124 WG2 TG1 *Approved Grading Report AGR Visual Grading*, para su próxima actualización en la norma UNE-EN 1912).

- Para secciones de 200x200 mm, la norma UNE EN 56546 recoge una nota informativa con el resultado de los ensayos de una muestra que se corresponderían con una clase resistente D16.



- La clasificación de grandes escuadrías se está completando a nivel nacional en estos momentos, siendo previsible su incorporación en norma europea próximamente.



*Ventanas de castaño de la Facultad de Medicina en Santiago de Compostela (A Coruña) - Universidad de Santiago de Compostela (2020) | Fotografía: Carpintería Estelar*

La clasificación de la madera maciza es la base para la clasificación estructural de otros productos derivados como la **madera laminada encolada**. Según la clasificación estructural de las láminas que componen las vigas, se obtendrá una clase resistente. En este caso, la denominación de las clases resistentes comienza con las letras Gl (procedente del término en inglés *Glue laminated*). Se incluye la resistencia media a flexión al igual que en la clasificación de madera maciza y se incluye un subíndice h, si las láminas son iguales (madera homogénea) o si las láminas son diferentes.

Por ejemplo, la clase más habitual empleada en madera laminada a nivel europeo es la Gl24h, indicando que se trata de madera laminada homogénea con una resistencia característica a flexión de 24 N/mm<sup>2</sup>. Especies habituales son el abeto, el pino radiata (nacional) o el pino silvestre.

En el caso de otros productos, como el **tablero de madera contralaminada (CLT)**, las propiedades técnicas son indicadas por el fabricante a través de documentos como la Evaluación Técnica Europea, que recoge la evaluación técnica de las prestaciones



de un producto de un fabricante, en relación con las características esenciales aplicadas para un uso previsto, de acuerdo con el Documento de Evaluación Europeo.

En Galicia, existe una única fábrica de tablero de madera contralaminada, que emplea láminas de madera de *Pinus pinaster* y *Pinus radiata*, clasificadas mecánicamente como C16. En función de la proporción y la distribución de las láminas en el tablero, el fabricante ofrece dos calidades estructurales con distintas propiedades mecánicas.

Por todo esto, en el caso de que se priorice la utilización de productos locales, será necesario comprobar las características de los productos disponibles en el mercado para adaptar desde el inicio del proyecto, el diseño y el cálculo a las características de los mismos.

**Nota:** este anexo es meramente orientativo, pudiendo ampliarse la información facilitada consultando:

Touza Vázquez, M.C. 2013. Guía de la Madera. Capítulo 2: Durabilidad. Documento de Aplicación del CTE. Confemadera Habitat. 96 pp. ISBN: 978-84-695-7044-9. (<https://lignumfacile.gal/gl/recursos/guia-da-madeira-capitulo-2-durabilidade-documento-de-aplicacion-del-cte> )

<https://www.life-ecotimbercell.eu/guia-de-suministro-y-caracterizacion-de-la-madera>



## Anexo 2. Ejemplos de licitaciones públicas de la Xunta de Galicia orientadas al uso de la madera o productos transformados de la madera

El Servicio Gallego de Salud (SERGAS) y la Agencia Gallega de la Industria Forestal (XERA) han desarrollado un marco de colaboración conjunta que promueve la progresiva implantación del diseño biofílico y el uso de materiales naturales, especialmente el uso de la madera en los edificios sanitarios de la Comunidad.

La iniciativa comenzó con el punto de atención continuada (PAC) de A Laracha. Para dar continuidad a dicha colaboración, más recientemente, se han impulsado las licitaciones de los Centros de Salud de O Porriño, Moaña (Pontevedra), Abegondo (A Coruña), Antas de Ulla (Lugo), y Novoa Santos (Ourense). Se incluyen a continuación, como referencia, varios extractos de información correspondientes a estas licitaciones, en lo relativo a los criterios de adjudicación y solvencia técnica.

### 1. Contratación de los servicios de redacción del proyecto básico y de ejecución y de la dirección de obra de la ampliación y reforma del centro de salud de O Porriño (Pontevedra)<sup>26</sup>

#### Criterios de adjudicación:

A) Evaluables mediante juicios de valor (hasta 50 puntos sobre 100)

La valoración se hará en función de la calidad de los proyectos, medios y propuestas y de la profundidad del estudio, del mayor detalle y concreción realizadas, y de las mejoras introducidas respecto de los requisitos mínimos establecidos en el PPTP.

En cuanto a la ponderación de las valoraciones de las distintas ofertas, se procederá a clasificarlas en alguna de las siguientes categorías, asignándoles el valor numérico de ponderación correspondiente, de la siguiente manera:

Muy buena: 100% de la puntuación máxima del apartado.

Buena: 75% de la puntuación máxima del apartado.

Promedio: 50% de la puntuación máxima del apartado.

Regular: 25% de la puntuación máxima del apartado.

Escasa: 0% de la puntuación máxima del apartado.

#### Desglose:

A.1) Propuesta técnica arquitectónica (hasta 35 puntos sobre 100): A partir del análisis de las necesidades funcionales y de espacios que recoge el plan funcional y el programa de espacios [...], se definirá una **propuesta arquitectónica desarrollada fundamentalmente en madera**, tanto en la estructura como en los cerramientos.

La propuesta arquitectónica se desarrollará a nivel de idea o estudio previo y consistirá en un documento que contenga los siguientes apartados:

---

<sup>26</sup> Puede verse toda la información del expediente en la Plataforma de Contratos Público de Galicia (Número de expediente: AB-SER3-19-074):  
<https://www.contratosdegalicia.gal//licitacion?N=579802&OR=11&ID=801&S=C&lang=gl>



- Una memoria explicativa sobre la concepción y los aspectos más destacables del diseño arquitectónico propuesto, toda vez que **el material empleado deberá ser fundamentalmente madera.**
- La propuesta gráfica que el licitador considere oportuna para definir su propuesta: esquemas, planos, perspectivas, etc.

A.2) Planteamiento constructivo y de instalaciones (hasta 15 puntos sobre 100).

Se tendrán en cuenta los **condicionantes que supone la utilización de un sistema constructivo desarrollado fundamentalmente en madera.** Asimismo, se valoran las soluciones que tengan en consideración la eficiencia energética.

B) Aspectos restantes (hasta 50 puntos sobre 100)

B.1) Oferta económica (hasta 44 puntos sobre 100).

B.2) Fomento de la integración social de las personas con discapacidad (hasta 3 puntos sobre 100).

B.3) Aplicación de la tecnología BIM (hasta 3 puntos sobre 100).

#### Solvencia técnica o profesional

Se acredita por los siguientes medios obligatorios:

- ➔ Relación de los principales servicios o trabajos realizados de igual o similar naturaleza que los que constituyen el objeto del contrato en la cual se indique el importe, la fecha y el destinatario, público o privado de ellos.

Se considera necesario para garantizar un nivel adecuado de competencia, por la escasez de realización de los trabajos objeto del contrato debido a la crisis que sufrió el sector en los últimos años, ampliar el plazo de referencia de manera que se tengan en cuenta las pruebas de los servicios pertinentes efectuadas más de tres años antes del establecido como regla general en el artículo 90 de la LCSP, sin que se determine un período de tiempo concreto.

- ➔ Nº mínimo de trabajos: una redacción de proyecto y una dirección de obra.

Definición de servicio análogo: tanto la redacción del proyecto como la dirección de obra deberán referirse a obras de reforma de edificios de uso público u obras nuevas de edificios de uso público con un importe de ejecución material de la obra igual o superior a un (1) millón de euros siempre que, por lo menos una de ellas, independientemente del importe, fuera **una obra realizada fundamentalmente en madera tanto en la estructura como en el cerramiento del edificio**, para cada una de las prestaciones. Los dos servicios podrán ser referidos las diferentes obras. Para cada una de las prestaciones, podrán acumularse varios proyectos o varias direcciones de obra, siempre que sea obra nueva de edificios de uso público o de reforma de edificios de uso público siempre que, **por lo menos una de ellas, independientemente del importe, fuera una obra realizada fundamentalmente en madera tanto en la estructura como en el cerramiento del edificio.** No podrán acumularse prestaciones diferentes.



El hecho de requerir una obra realizada fundamentalmente en madera, tanto en la estructura como en el cerramiento del edificio, es porque por parte del servicio Gallego de Salud se realizó una obra de madera estructural en el PAC de Laracha que resultó ser innovadora y que incide directamente en la calidad ambiental del inmueble, por lo que **es interés de esta administración insistir en esta tecnología que abre las puertas a edificios con un impacto ecológico menor, dentro de una economía baja en carbono, apoyando también la industria forestal de Galicia y a su sector primario y artesanal. El uso de la madera incide en una edificación con menor consumo energético, acercándose a los edificios de consumo energético casi nulo.**

No procede restringir las obras análogas a las realizadas en edificios de uso sanitario, porque esta obra no presenta excepcionales singularidades que la diferencien de cualquier otra obra en un edificio de uso público.

- ➔ Titulaciones académicas y profesionales del empresario y de los directivos de la empresa y, en particular del responsable o responsables de la ejecución del contrato, así como de los técnicos encargados directamente de ella, siempre que no se evalúen como un criterio de adjudicación.

Se considerará solvente el licitador que acredite la designación como responsable de la ejecución del contrato a un titulado arquitecto superior.

- ➔ Compromiso de adscribir a la ejecución del contrato los siguientes medios personales.

Personal propuesto para desarrollar las funciones de:

- Redactor del proyecto.
- Director de obra.
- Técnico en instalaciones.

Se requiere respecto a cada uno de ellos:

- Estar compuesto cada equipo, cuando menos por un miembro que esté en posesión, como mínimo, de la titulación de arquitectura superior para la redacción de proyecto y la dirección de obra, y de ingeniero o ingeniero técnico industrial para el técnico en instalaciones.
- Haber desempeñado, cuando menos un miembro, la misma función que la propuesta en esta licitación, en 1 o varias obras análogas con un importe de ejecución material de la obra igual o superior a un (1) millones de euros. **Se entenderá por obras análogas las de construcción de obra, nueva o de reforma, de edificio de uso público siempre que, por lo menos una de ellas, independientemente del importe, fuera una obra realizada fundamentalmente en madera tanto en la estructura como en el cerramiento del edificio.** Para cada una de las funciones, podrán acumularse varios proyectos o varias direcciones de obra o varias instalaciones, siempre que sean de obra nueva o de reforma de edificios de uso público siempre que, por lo menos una de ellas, independientemente del importe, fuera una obra realizada fundamentalmente en madera tanto en la estructura como en el cerramiento del edificio. No podrán acumularse funciones diferentes.



No procede restringir las obras análogas a las realizadas en edificios de uso sanitario, porque esta obra no presenta excepcionales singularidades que la diferencien de cualquier otra obra en un edificio de uso público.

El redactor del proyecto podrá ejercer las funciones de dirección de obra si cumple los requisitos de cada función.

## **2. Contratación de los servicios de redacción de los proyectos básicos y de ejecución y la prestación opcional de la dirección de obra de construcción de nuevos centros de salud de Abegondo<sup>27</sup>, Antas de Ulla<sup>28</sup> y Ourense (Novoa Santos)<sup>29</sup>.**

### Criterios de adjudicación:

A) Evaluables mediante juicios de valor (hasta 45 puntos sobre 100).

La valoración se hará en función de la calidad de los proyectos, medios y propuestas y de la profundidad del estudio, del mayor detalle, y concreciones realizadas y de las mejoras introducidas respecto de los requisitos mínimos establecidos en el PPTP. Las propuestas no supondrán en ningún caso un coste adicional a la Gerencia o al Servicio Gallego de Salud.

En cuanto a la ponderación de las valoraciones de las distintas ofertas, se procederá a clasificarlas en alguna de las siguientes categorías, asignándoles el valor numérico de ponderación correspondiente, de la siguiente manera:

- Muy buena: 100% de la puntuación máxima del apartado.
- Buena: 75% de la puntuación máxima del apartado.
- Promedio: 50% de la puntuación máxima del apartado.
- Regular: 25% de la puntuación máxima del apartado.
- Escasa: 0% de la puntuación máxima del apartado.

### Desglose:

A.1) Propuesta técnica arquitectónica y planteamiento constructivo y de instalaciones (hasta 36 puntos sobre 100): A partir del análisis de las necesidades funcionales y de espacios que recoge el plan funcional y programa de espacios, se definirá una **propuesta arquitectónica que albergue el centro de salud de una manera que integre la tecnología de la madera y prevea una respuesta tecnológica con la menor huella de carbono y con un consumo energético lo más bajo posible.**

---

<sup>27</sup> Puede verse toda la información del expediente en la Plataforma de Contratos Público de Galicia (Número de expediente: AB-SER3-21-034):

<https://www.contratosdegalicia.gal//licitacion?N=803157&OR=11&ID=801&S=C&lang=gl>

<sup>28</sup> Puede verse toda la información del expediente en la Plataforma de Contratos Público de Galicia (Número de expediente: AB-SER3-21-025):

<https://www.contratosdegalicia.gal//licitacion?N=802124&OR=11&ID=801&S=C&lang=gl>

<sup>29</sup> Puede verse toda la información del expediente en la Plataforma de Contratos Público de Galicia (número de expediente: AB-SER3-21-026):

<https://www.contratosdegalicia.gal//licitacion?N=802523&OR=11&ID=801&S=C&lang=gl>



La propuesta arquitectónica se desarrollará a nivel de idea o estudio previo y consistirá en un documento que contenga los siguientes apartados:

Una memoria explicativa sobre la concepción y los aspectos más destacables del diseño arquitectónico propuesto de una manera que integre la tecnología de la madera y prevea una respuesta tecnológica con la menor huella de carbono con un consumo energético lo más bajo posible. Deberá incluir una justificación del cumplimiento del programa de espacios y explicar la adecuación final de los espacios a las necesidades sanitarias definidas en el plan funcional.

Una programación de las etapas de ejecución de las obras previstas, indicando expresamente el tiempo estimado de ejecución de cada una de ellas, el posible solapamiento de la ejecución de las etapas en el tiempo, y la estimación de su importe de Presupuesto de Ejecución Material.

La propuesta gráfica que el licitador considere oportuna para definir su propuesta: esquemas, planos, perspectivas, etc.

Planteamiento constructivo y de instalaciones. Se tendrán en cuenta los condicionantes que supone la actuación en el ámbito determinado que se indica, tanto desde el punto de vista constructivo como de instalaciones. Se valorarán las soluciones que tengan en consideración la eficiencia energética.

A.2) Análisis del plan funcional, del programa de espacios del Servicio de Obras y Supervisión de Proyectos (hasta 9 puntos sobre 100).

Este apartado se evalúa con hasta 9 puntos con la finalidad de saber el grado de conocimiento y estudio que el ofertante tiene del análisis del plan funcional y el programa de espacios a desarrollar.

Se incluirá, si procede, una propuesta de mejoras funcionales que irá íntimamente ligada al análisis crítico. Una vez analizado exhaustivamente los documentos anexos al PPT, la definición de las mejoras funcionales supondrá una propuesta de solución de los aspectos mejorables o de las deficiencias conseguidas.

B) Aspectos restantes (hasta 55 puntos sobre 100).

B.1) Oferta económica (hasta 40 puntos sobre 100).

B.2) Medidas de conciliación (hasta 10 puntos sobre 100).

B.3) Criterio laboral: estabilidad en el empleo (hasta 5 puntos sobre 100).

### Solvencia técnica o profesional

Sistema de acreditación:

- ➔ Relación de los principales servicios o trabajos realizados de igual o similar naturaleza que los que constituyen el objeto del contrato, en el plazo de los cinco (5) últimos años, avalados por certificados de buena ejecución.



Estos certificados indicarán el importe, las fechas y el lugar de ejecución de las obras y se precisará si se realizaron según las reglas por las que se rige la profesión y se llevaron normalmente a buen término; en su caso, los dichos certificados serán comunicados directamente al órgano de contratación por la autoridad competente. Para garantizar un nivel adecuado de competencia, se considera ampliar el plazo de referencia de forma que se tengan en cuenta las pruebas de los servicios pertinentes efectuadas más de tres (3) años antes del establecido como regla general en el artículo 90 de la LCSP, fijándose el plazo de los cinco (5) últimos años.

→ N° mínimo de trabajos: una redacción de proyecto y una dirección de obra.

Definición de servicio análogo: tanto la redacción del proyecto como la dirección de obra deberán referirse a obras de reforma de edificios de uso público u obras nuevas de edificios de uso público con un importe de ejecución material de la obra igual o superior a un millón de euros (1.000.000 €), para cada una de las prestaciones. Los dos servicios podrán ser referidos las diferentes obras. Para cada una de las prestaciones, podrán acumularse varios proyectos o varias direcciones de obra, siempre que sean de obra nueva de edificios de uso público o de reforma de edificios de uso público. No podrán acumularse prestaciones diferentes (una redacción de proyecto básico y de ejecución y una dirección de obra de obra nueva o de reforma de edificios de uso público). Se tendrán en cuenta los trabajos efectuados nos últimos cinco (5) años, avalados por de buena ejecución. Estos certificados indicarán el importe, las fechas y el lugar de ejecución de las obras y se precisará si se realizaron según las reglas por las que se rige la profesión y se llevaron normalmente a buen término; en su caso, los dichos certificados serán comunicados directamente al órgano de contratación por la autoridad competente.

No procede restringir las obras análogas a las realizadas en edificios de uso sanitario, porque esta obra no presenta excepcionales singularidades que la diferencien de cualquier otra obra en un edificio de uso público.

→ Titulaciones académicas y profesionales del empresario y de los directivos de la empresa y, en particular del responsable o responsables de la ejecución del contrato, así como de los técnicos encargados directamente de ella, siempre que no se evalúen como un criterio de adjudicación.

Se considerará solvente el licitador que acredite la designación como responsable de la ejecución del contrato a un titulado arquitecto superior.

→ Compromiso de adscribir a la ejecución del contrato los siguientes medios personales.

Personal propuesto para desarrollar las funciones de:

- Redactor del proyecto.
- Director de obra.
- Técnico en instalaciones.

Se requiere respecto a cada uno de ellos:

Estar compuesto cada equipo, cuando menos por un miembro que esté en posesión, como mínimo, de la titulación de arquitectura superior para la redacción de proyecto



y la dirección de obra, y de ingeniero o ingeniero técnico industrial para el técnico en instalaciones.

Haber desempeñado la misma función que la propuesta en esta licitación, en una o varias obras análogas con un importe de ejecución material de la obra igual o superior a un millón de euros (1.000.000 €), en el plazo de los últimos cinco (5) años, avalados por certificados de buena ejecución. Estos certificados indicarán el importe, las fechas y el lugar de ejecución de las obras y se precisará si se realizaron según las reglas por las que se rige la profesión y se llevaron normalmente a buen término; en su caso, dichos certificados serán comunicados directamente al órgano de contratación por la autoridad competente. Se entenderá por obras análogas las de construcción de obra, nueva o de reforma, de edificio de uso público. Para cada una de las prestaciones, podrán acumularse varios proyectos o varias direcciones de obra o varias instalaciones, siempre que sean de obra nueva o de reforma de edificios de uso público. No podrán acumularse prestaciones diferentes.

No procede restringir las obras análogas a las realizadas en edificios de uso sanitario, porque esta obra no presenta excepcionales singularidades que la diferencien de cualquier otra obra en un edificio de uso público. El redactor del proyecto podrá ejercer las funciones de dirección de obra si cumple los requisitos de cada función. Estos medios formarán parte de la propuesta presentada y, por lo tanto, del contrato que se firma con el adjudicatario durante el tiempo de ejecución.

### **3. Contratación de los servicios de redacción del proyecto básico y las prestaciones opcionales de redacción de proyecto de ejecución y de la dirección de obra del nuevo centro de salud de Moaña, (Pontevedra)<sup>30</sup>.**

#### Criterios de adjudicación:

A) Evaluables mediante juicios de valor (hasta 50 puntos sobre 100).

La valoración se hará en función de la calidad de los proyectos, medios y propuestas y de la profundidad del estudio, del mayor detalle y concreción realizadas y de las mejoras introducidas respecto de los requisitos mínimos establecidos en el PPTP.

En cuanto a la ponderación de las valoraciones de las distintas ofertas, se procederá a clasificarlas en alguna de las siguientes categorías, asignándoles el valor numérico de ponderación correspondiente, de la siguiente manera:

- Muy buena: 100% de la puntuación máxima del apartado.
- Buena: 75% de la puntuación máxima del apartado.
- Promedio: 50% de la puntuación máxima del apartado.
- Regular: 25% de la puntuación máxima del apartado.
- Escasa: 0% de la puntuación máxima del apartado.

Desglose:

---

<sup>30</sup> Puede verse toda la información del expediente en la Plataforma de Contratos Público de Galicia (número de expediente: AB-SER3-21-001):  
<https://www.contratosdegalicia.gal//licitacion?N=801080&OR=11&ID=801&S=C&lang=gl>



A.1) Propuesta técnica arquitectónica y planteamiento constructivo y de instalaciones (hasta 40 puntos sobre 100).

A partir del análisis de las necesidades funcionales y de espacios que recoge el plan funcional y programa de espacios, se definirá una **propuesta arquitectónica que albergue el centro de salud de una manera que integre la tecnología de la madera y prevea una respuesta tecnológica con la menor huella de carbono y con un consumo energético lo más bajo posible.**

La propuesta arquitectónica se desarrollará a nivel de idea o estudio previo y consistirá en un documento que contenga los siguientes apartados:

Una memoria explicativa sobre la concepción y los aspectos más destacables del diseño arquitectónico propuesto de una manera que integre la tecnología de la madera y prevea una respuesta tecnológica con la menor huella de carbono con un consumo energético lo más bajo posible. Deberá incluir una justificación del cumplimiento del programa de espacios y explicar la adecuación final de los espacios a las necesidades sanitarias definidas en el plan funcional.

Una programación de las etapas de ejecución de las obras previstas, indicando expresamente el tiempo estimado de ejecución de cada una de ellas, el posible solapamiento de la ejecución de las etapas en el tiempo, y la estimación de su importe de Presupuesto de Ejecución Material.

La propuesta gráfica que el licitador considere oportuna para definir su propuesta: esquemas, planos, perspectivas, etc.

Planteamiento constructivo y de instalaciones. Se tendrán en cuenta los condicionantes que supone la actuación en el ámbito determinado que se indica, tanto desde el punto de vista constructivo como de instalaciones. Se valorarán las soluciones que tengan en consideración la eficiencia energética.

A.2) Análisis del plan funcional, del programa de espacios del Servicio de Obras y Supervisión de Proyectos (hasta 10 puntos sobre 100).

Este apartado se evalúa con hasta 10 puntos con la finalidad de saber el grado de conocimiento y estudio que el ofertante tiene del análisis del plan funcional y el programa de espacios a desarrollar.

Se incluirá, si procede, una propuesta de mejoras funcionales que irá íntimamente ligada al análisis crítico. Una vez analizado exhaustivamente los documentos anexos al PPT, la definición de las mejoras funcionales supondrá una propuesta de solución de los aspectos mejorables o de las deficiencias conseguidas.

B) Aspectos restantes (hasta 50 puntos sobre 100).

Desglose:

B.1) Oferta económica (hasta 41 puntos sobre 100).

B.2) Criterio de fomento de la integración social de las personas con discapacidad (hasta 3 puntos sobre 100).



B.3) Supervisión del proyecto por una entidad de control de calidad acreditada, que certifique una revisión del proyecto en lo relativo a las instalaciones del edificio (hasta 6 puntos sobre 100).

#### Solvencia técnica

Sistema de acreditación:

- Relación de los principales servicios o trabajos realizados de igual o similar naturaleza que los que constituyen el objeto del contrato, en el plazo de los cinco (5) últimos años, avalados por certificados de buena ejecución.

Estos certificados indicarán el importe, las fechas y el lugar de ejecución de las obras y se precisará si se realizaron según las reglas por las que se rige la profesión y se llevaron normalmente a buen término; en su caso, los dichos certificados serán comunicados directamente al órgano de contratación por la autoridad competente. Para garantizar un nivel adecuado de competencia, se considera ampliar el plazo de referencia de forma que se tengan en cuenta las pruebas de los servicios pertinentes efectuadas más de tres (3) años antes del establecido como regla general en el artículo 90 de la LCSP, fijándose el plazo de los cinco (5) últimos años.

- Nº mínimo de trabajos: una redacción de proyecto y una dirección de obra.

Definición de servicio análogo: tanto la redacción del proyecto como la dirección de obra deberán referirse a obras de reforma de edificios de uso público u obras nuevas de edificios de uso público con un importe de ejecución material de la obra igual o superior a tres millones de euros (3.000.000 €), para cada una de las prestaciones. Los dos servicios podrán ser referidos las diferentes obras. Para cada una de las prestaciones, podrán acumularse varios proyectos o varias direcciones de obra, siempre que sean de obra nueva de edificios de uso público de reforma de edificios de uso público. No podrán acumularse prestaciones diferentes (una redacción de proyecto básico y de ejecución y una dirección de obra de obra nueva o de reforma de edificios de uso público). Se tendrán en cuenta los trabajos efectuados nos últimos cinco (5) años, avalados por certificados de buena ejecución. Estos certificados indicarán el importe, las fechas y el lugar de ejecución de las obras y se precisará se se realizaron según las reglas por las que se rige la profesión y se llevaron normalmente a buen término; en su caso, los dichos certificados serán comunicados directamente al órgano de contratación por la autoridad competente.

No procede restringir las obras análogas a las realizadas en edificios de uso sanitario, porque esta obra no presenta excepcionales singularidades que la diferencien de cualquier otra obra en un edificio de uso público.

- Titulaciones académicas y profesionales del empresario y de los directivos de la empresa y, en particular del responsable o responsables de la ejecución del contrato, así como de los técnicos encargados directamente de ella, siempre que no se evalúen como un criterio de adjudicación.

Se considerará solvente el licitador que acredite la designación como responsable de la ejecución del contrato a un titulado arquitecto superior.



- Compromiso de adscribir a la ejecución del contrato los siguientes medios personales.

Personal propuesto para desarrollar las funciones de:

- Redactor del proyecto.
- Director de obra.
- Técnico en instalaciones.

Se requiere respecto a cada uno de ellos:

Estar compuesto cada equipo, cuando menos por un miembro que esté en posesión, como mínimo, de la titulación de arquitectura superior para la redacción de proyecto y la dirección de obra, y de ingeniero o ingeniero técnico industrial para el técnico en instalaciones.

Haber desempeñado la misma función que la propuesta en esta licitación, en una o varias obras análogas con un importe de ejecución material de la obra igual o superior a tres millones de euros (3.000.000 €), en el plazo de los últimos cinco (5) años, avalados por certificados de buena ejecución. Estos certificados indicarán el importe, las fechas y el lugar de ejecución de las obras y se precisará si se realizaron según las reglas por las que se rige la profesión y se llevaron normalmente a buen término; en su caso, dichos certificados serán comunicados directamente al órgano de contratación por la autoridad competente. Se entenderá por obras análogas las de construcción de obra, nueva o de reforma, de edificio de uso público. Para cada una de las prestaciones, podrán acumularse varios proyectos o varias direcciones de obra o varias instalaciones, siempre que sean de obra nueva o de reforma de edificios de uso público. No podrán acumularse prestaciones diferentes.

No procede restringir las obras análogas a las realizadas en edificios de uso sanitario, porque esta obra no presenta excepcionales singularidades que la diferencien de cualquier otra obra en un edificio de uso público. El redactor del proyecto podrá ejercer las funciones de dirección de obra si cumple los requisitos de cada función. Estos medios formarán parte de la propuesta presentada y, por lo tanto, del contrato que se firma con el adjudicatario durante el tiempo de ejecución.



## Anexo 3. Breve explicación sobre los métodos de cálculo para huella de carbono del transporte por carretera

### Introducción

La Agencia Ambiental de la Unión Europea establece ya desde el año 1996 una serie de métodos de referencia para calcular las emisiones atmosféricas contaminantes causadas por diferentes sectores de actividad, entre ellos el del transporte. Los métodos de cálculo son publicados en forma de una guía técnica (*EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook*) que se actualiza regularmente, siendo ahora la última edición disponible correspondiente al año 2019.

Para el caso del transporte por carretera, la guía define tres versiones diferentes del método de cálculo de las emisiones originadas por los motores de combustión, que se clasifican según su nivel de complejidad en tres niveles 1, 2 y 3 (de menos a más complejo). Dependiendo del grado de detalle y de la exactitud deseadas en cada situación, se optará por uno u otro nivel. Para nuestro caso, hemos optado por referirnos únicamente a los niveles 1 y 2, pues consideramos que los datos requeridos para el método de nivel 3 exceden la dedicación y esfuerzo que podrían ser razonablemente exigidos en un proceso de licitación.

A continuación, se describen brevemente los citados métodos de cálculo.

#### Método de nivel 1

Conforme a lo explicado anteriormente, el método de nivel 1 es el más sencillo de ejecutar, respondiendo a la siguiente fórmula general:

$$E_i = \sum_j [ \sum_m (FC_{j,m} \times EF_{i,j,m}) ]$$

Siendo:

$E_i$ : masa emitida del contaminante  $i$  (en gramos).

$FC_{j,m}$ : masa consumida de combustible tipo  $m$  por un vehículo de categoría  $j$  (en kilogramos).

$EF_{i,j,m}$ : factor de emisión específico para el contaminante  $i$ , vehículo de categoría  $j$  y combustible tipo  $m$  (en gramos de contaminante por kilogramos de combustible).

Dado que el cálculo del parámetro de consumo  $FC_{j,m}$  puede resultar complicado, se admite la simplificación de aplicar un consumo de combustible genérico por distancia recorrida, que para el caso de camiones con motor de gasóleo corresponde a un valor de: 240 gramos de gasóleo / km. Por tanto, las informaciones requeridas para ejecutar el cálculo se reducen a especificar la distancia recorrida (km), la categoría de vehículo (turismos, comerciales, autobuses/camiones o motos) y el tipo de combustible – gasolina, gasóleo o gas natural licuado/GLP.

En cuanto a los factores de emisión específicos  $EF_{i,j,m}$ , estos se encuentran tabulados en la guía para diferentes sustancias contaminantes, de entre las cuales aquellas que



tienen interés por su contribución al calentamiento global son: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) –tanto el emitido por el combustible como el emitido por la degradación del aceite– y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). Para un camión de gasóleo, el factor de emisión de CO<sub>2</sub> procedente del combustible es de 3,169 kg CO<sub>2</sub> / kg gasóleo, el de CO<sub>2</sub> procedente del aceite es de 2,540 g CO<sub>2</sub> / kg gasóleo y el de N<sub>2</sub>O es de 0,051 g N<sub>2</sub>O / kg gasóleo. Para obtener la huella de carbono total no hay más que repetir el procedimiento de cálculo para cada sustancia y agregarlas después aplicando el factor de equivalencia en CO<sub>2</sub> eq. dado por el IPCC (1 N<sub>2</sub>O = 273 CO<sub>2</sub> eq.)<sup>31</sup>.

### Método de nivel 2

El método de nivel 2 se basa en las mismas informaciones requeridas para el nivel 1, pero añadiendo la necesidad de distinguir con más detalle la categoría del vehículo. En el caso de los camiones, es necesario especificar la capacidad de carga y la clase de normativa de emisiones aplicable al vehículo; estas clases van de EURO I a EURO VI y se deducen conociendo el año de fabricación del vehículo.

Para determinar las emisiones de CO<sub>2</sub> originadas por el combustible, la fórmula de cálculo y factor específico de emisión no varían respecto al nivel 1; la diferencia está en que los factores de consumo de combustible con respecto a la distancia recorrida varían conforme al combustible y a las categorías y subcategorías de vehículo especificadas, según se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 1. Factor de consumo de combustible (g/km) en función del tipo de combustible, capacidad de carga del vehículo y clase de normativa de emisiones.			
Tipo de combustible	Capacidad de carga del vehículo (t)	Clase de normativa de emisiones	Factor de consumo del combustible FC (g/km)
Gasolina	>3,5 t	Indiferente	177
Gasóleo	<7,5 t	Anterior a EURO I	125
		EURO I y posteriores	101
	7,5 – 16 t	Anterior a EURO I	182
		EURO I y posteriores	155
	16 - 32 t	Anterior a EURO I	251
		EURO I y posteriores	210
	>32 t	Anterior a EURO I	297
		EURO I y posteriores	251

En cuanto a las emisiones de CO<sub>2</sub> originadas por el aceite y las emisiones de N<sub>2</sub>O, el cálculo se realiza directamente a partir de la distancia recorrida, aplicando los factores de emisión mostrados en la tabla indicada a continuación para las sustancias de interés.

<sup>31</sup> [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_Chapter07\\_SM.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Chapter07_SM.pdf)



Tabla 2. Factor de emisión de CO<sub>2</sub> (g/km) asociado al consumo de lubricante y N<sub>2</sub>O en función del tipo de combustible, capacidad de carga del vehículo y clase de normativa de emisiones.

Combustible	Normativa de emisiones	Capacidad de carga (t)	Factor de emisión de N <sub>2</sub> O (g/km)	Factor de emisión de CO <sub>2</sub> del lubricante (g/km)
Gasolina	Indiferente	> 3,5 t	0,0029	1,99
Gasóleo	Anterior a EURO I	< 7,5 t	0,0139	0,486
		7,5 - 16 t	0,0139	
		16 - 32 t	0,0139	
		> 32 t	0,0139	
	EURO II	< 7,5 t	0,0023	0,486
		7,5 - 16 t	0,0038	
		16 - 32 t	0,0038	
		> 32 t	0,0057	
	EURO II	< 7,5 t	0,0019	0,486
		7,5 - 16 t	0,0038	
		16 - 32 t	0,0033	
		> 32 t	0,0057	
	EURO III	< 7,5 t	0,0014	0,486
		7,5 - 16 t	0,0019	
		16 - 32 t	0,0019	
		> 32 t	0,0033	
	EURO IV	< 7,5 t	0,0029	0,486
		7,5 - 16 t	0,0057	
		16 - 32 t	0,0057	
		> 32 t	0,0086	
EURO V	< 7,5 t	0,0081	0,486	
	7,5 - 16 t	0,0163		
	16 - 32 t	0,0163		
	> 32 t	0,0253		
EURO VI A/B/C/D/E	< 7,5 t	0,0081	0,486	
	7,5 - 16 t	0,0158		
	16 - 32 t	0,0153		
	> 32 t	0,0234		

De manera análoga al método de nivel 1, una vez obtenidas las emisiones de cada sustancia, se agregan para obtener la huella de carbono total aplicando de nuevo las equivalencias adecuadas.

### Ejemplo

A continuación, se expone un ejemplo sencillo para ilustrar la aplicación de los dos métodos.

Supongamos que se licita un proyecto de construcción en madera en A Coruña, al que se presenta una empresa que traería la madera desde Lugo (96 km por carretera) en un camión de gasóleo de 36 toneladas y clase EURO V y otra que la traería desde Ourense (174 km por carretera) en un camión de 16 toneladas y clase EURO VI-E.



### Resolución según método de nivel 1:

En ambos casos, se aplica el factor de consumo de 240 g/km, por tanto:

- Desde Lugo:  $240 \text{ g gasóleo/km} \times 96 \text{ km} = 23,04 \text{ kg gasóleo consumido}$
- Desde Ourense:  $240 \text{ g gasóleo/km} \times 174 \text{ km} = 41,76 \text{ kg gasóleo consumido}$

Conociendo la masa de gasóleo consumida, se aplica el procedimiento de cálculo de emisiones con los factores dados para cada sustancia química significativa emitida.

Para CO<sub>2</sub> de la combustión del gasóleo:

- Desde Lugo:  $3,169 \text{ kg CO}_2 / \text{kg gasóleo} \times 23,04 \text{ kg gasóleo} = 73,01 \text{ kg CO}_2$
- Desde Ourense:  $3,169 \text{ kg CO}_2 / \text{kg gasóleo} \times 41,76 \text{ kg gasóleo} = 132,34 \text{ kg CO}_2$

Para CO<sub>2</sub> de la combustión del aceite lubricante:

- Desde Lugo:  $2,540 \text{ g CO}_2 / \text{kg gasóleo} \times 23,04 \text{ kg gasóleo} = 0,059 \text{ kg CO}_2$
- Desde Ourense:  $2,540 \text{ g CO}_2 / \text{kg gasóleo} \times 41,76 \text{ kg gasóleo} = 0,106 \text{ kg CO}_2$

Para N<sub>2</sub>O de la combustión del gasóleo:

- Desde Lugo:  $0,051 \text{ g N}_2\text{O} / \text{kg gasóleo} \times 23,04 \text{ kg gasóleo} = 0,001 \text{ kg N}_2\text{O}$
- Desde Ourense:  $0,051 \text{ g N}_2\text{O} / \text{kg gasóleo} \times 41,76 \text{ kg gasóleo} = 0,002 \text{ kg N}_2\text{O}$

Por último, para obtener la huella de carbono total se agregan los resultados de cada sustancia aplicando las equivalencias adecuadas para aquellas sustancias diferentes del dióxido de carbono:

- Desde Lugo:  $73,01 \text{ kg CO}_2 \text{ eq} + 0,059 \text{ kg CO}_2 \text{ eq} + (0,001 \text{ kg N}_2\text{O} \times 273 \text{ kg CO}_2 \text{ eq} / \text{kg N}_2\text{O}) = 73 \text{ kg CO}_2 \text{ eq.}$
- Desde Ourense:  $132,34 \text{ kg CO}_2 \text{ eq} + 0,106 \text{ kg CO}_2 \text{ eq} + (0,002 \text{ kg N}_2\text{O} \times 273 \text{ kg CO}_2 \text{ eq} / \text{kg N}_2\text{O}) = 133 \text{ kg CO}_2 \text{ eq.}$



## Resolución según método de nivel 2:

En ambos casos, se aplica el factor de consumo del combustible extraído de la tabla 1, según corresponda al camión:

- Desde Lugo:  $251 \text{ g gasóleo/km} \times 96 \text{ km} = 24,10 \text{ kg gasóleo consumido}$
- Desde Ourense:  $155 \text{ g gasóleo/km} \times 174 \text{ km} = 26,97 \text{ kg gasóleo consumido}$

Ahora se calcula la emisión de CO<sub>2</sub> de la combustión del gasóleo de forma análoga al método de nivel 1:

- Desde Lugo:  $3,169 \text{ kg CO}_2/\text{kg gasóleo} \times 24,10 \text{ kg gasóleo} = 76,36 \text{ kg CO}_2$
- Desde Ourense:  $3,169 \text{ kg CO}_2/\text{kg gasóleo} \times 26,97 \text{ kg gasóleo} = 85,47 \text{ kg CO}_2$

Para las otras sustancias se calcula la emisión usando los factores obtenidos en la tabla 2.

Para CO<sub>2</sub> de la combustión del aceite lubricante:

- Desde Lugo:  $0,486 \text{ g CO}_2/\text{km} \times 96 \text{ km} = 0,047 \text{ kg CO}_2$
- Desde Ourense:  $0,486 \text{ g CO}_2/\text{km} \times 174 \text{ km} = 0,085 \text{ kg CO}_2$

Para N<sub>2</sub>O de la combustión del gasóleo:

- Desde Lugo:  $0,0253 \text{ g N}_2\text{O} /\text{km} \times 96 \text{ km} = 0,002 \text{ kg N}_2\text{O}$
- Desde Ourense:  $0,0158 \text{ g N}_2\text{O} /\text{km} \times 174 \text{ km} = 0,003 \text{ kg N}_2\text{O}$

De nuevo, para obtener la huella de carbono total se agregan los resultados de cada sustancia aplicando las equivalencias necesarias:

- Desde Lugo:  $76,36 \text{ kg CO}_2 \text{ eq} + 0,047 \text{ kg CO}_2 \text{ eq} + (0,002 \text{ kg N}_2\text{O} \times 273 \text{ CO}_2 \text{ eq} / \text{kg N}_2\text{O}) = 77 \text{ kg CO}_2 \text{ eq.}$
- Desde Ourense:  $85,47 \text{ kg CO}_2 \text{ eq} + 0,085 \text{ kg CO}_2 \text{ eq} + (0,003 \text{ kg N}_2\text{O} \times 273 \text{ CO}_2 \text{ eq} / \text{kg N}_2\text{O}) = 86 \text{ kg CO}_2 \text{ eq}$

Si bien la conclusión general del ejemplo es la misma en los dos casos (mayor huella de carbono cuanto mayor sea la distancia a recorrer), el método de nivel 2 posibilita una estimación más refinada de la huella de carbono, al tener en cuenta más detalles del camión. En general, cuanto más aumente la distancia considerada más se acentúa la diferencia entre los dos métodos de cálculo.



## Anexo 4. Síntesis de recomendaciones para la elaboración de criterios o cláusulas ambientales favorecedoras del uso de la madera

### 1. Título del contrato:

Es recomendable indicar en el "título del contrato" la referencia a "**edificio de bajo impacto o incidencia medioambiental**" o "**edificio de bajo impacto en carbono**". Un enunciado de este tipo permite a los licitadores conocer que el rendimiento medioambiental, ligado al uso de la madera, desempeñará un papel importante en la licitación.

### 2. Pliego de prescripciones técnicas particulares (PPTP)

La licitación para la prestación del servicio de la redacción del proyecto básico **incorporará en el pliego de prescripciones técnicas particulares (PPTP) la obligatoriedad de que sea en madera:**

*"La elaboración de la oferta en la que se fundamenta el objeto del contrato definirá tanto una idea global del edificio y de su urbanización, con su concepción constructiva y de instalaciones. Esta propuesta se determinará de manera que integre la tecnología de la madera en su definición y prevea una respuesta tecnológica con el consumo energético lo más bajo posible".*

AB-SER3-19-074. Contratación de los servicios de redacción del proyecto básico y de ejecución y de la dirección de obra de la ampliación y reforma del centro de salud de O Porriño (Pontevedra). Órgano de contratación: Servicio Gallego de la Salud (SERGAS).

<https://www.contratosdegalicia.gal/licitacion?OP=50&N=579802&lang=gl>

En el caso de que el órgano de contratación decida optar por esta opción sería adecuado que en la licitación del contrato de servicio se especificasen de manera concreta los elementos donde la madera se quiera utilizar, por ejemplo:

*La propuesta se determinará de manera que integre la tecnología de la madera en los elementos horizontales de la estructura portante, los elementos verticales de la estructura portante y la fachada del edificio (exceptuando/incluyendo las carpinterías exteriores).*

Tras la **adjudicación y posterior ejecución del contrato de servicio para la redacción del proyecto, se procederá a licitar el contrato de obra. En este caso, el propio PPTP incluirá el proyecto básico y de ejecución redactado al amparo del anterior contrato.**

En la fase de preparación contractual, la unidad gestora del órgano de contratación responsable podrá optar por incluir una o varias de las siguientes **exigencias técnicas:**



- a) De acuerdo con las indicaciones realizadas en la guía, pueden prescribirse **las especies de madera a utilizar**, cuando se prescriba una especie concreta, se recomienda incluir siempre el nombre botánico para evitar las confusiones que pueden derivarse del empleo de los nombres comerciales. Por ejemplo, si se prescribe madera de pino silvestre (*Pinus sylvestris*), la especie queda perfectamente definida frente a la confusión que podría derivarse si solo se emplea un nombre comercial como pino rojo, pino Flandes, pino Soria, pino norte, etc.

En ocasiones puede prescribirse un grupo de especies que sean aptas para una aplicación. Por ejemplo, si se necesita una especie impregnable para realizar un tratamiento con una sal hidrosoluble en una autoclave vacío presión, podría prescribirse una especie del género *Pinus* cuya albura esté clasificada como fácil de tratar (categoría 1) conforme a la norma UNE-EN 350:2016 "Durabilidad de la madera y de los productos derivados de la madera. Ensayos y clasificación de la resistencia a los agentes biológicos de la madera y de los productos derivados de la madera". Entre las especies que cumplen este requisito se encuentran el pino marítimo (*Pinus pinaster*), el pino radiata (*Pinus radiata*), el pino silvestre (*Pinus sylvestris*), etc. Ver anexo 1.

- b) El uso de **sistemas de otro etiquetado ambiental de edificios, productos o materiales con características ambientales**. Los pliegos pueden exigir el cumplimiento, por parte de los edificios construidos y/o productos o materiales utilizados en dicha construcción, de los criterios de concesión de un determinado sistema de etiquetado o certificación ambiental. En todo caso, la indicación de una etiqueta de referencia en los pliegos no exime al órgano de contratación de su obligación de detallar con claridad en los pliegos las características y requisitos que desea imponer. Si se desea incluir este tipo de especificaciones se recomienda optar por sistemas de certificación ampliamente reconocidos, de acuerdo con las indicaciones de la presente guía (BREEAM, LEED, Certificación VERDE, WELL, Passivhaus o Certificación FSC de proyectos).
- c) **El cumplimiento de los estándares de los sistemas de certificación de gestión forestal sostenible (GFS) y cadena de custodia (CdC)**. Sin perjuicio de las posibles fluctuaciones de la demanda del mercado y de las dificultades que puedan encontrar las PYMES para acceder a determinados proveedores, sería aconsejable exigir un mínimo de un 25% de madera sostenible, siempre teniendo como meta poder conseguir que el 100% de la madera utilizada se madera sostenible certificada. Los órganos de contratación más ambiciosos podrían fijar un requisito mínimo del 70 %. Para determinar el objetivo concreto puede ser conveniente realizar una consulta preliminar al mercado.

#### 4. Solvencia técnica y profesional

El pliego de cláusulas administrativas particulares (PCAP) del contrato de servicio para la redacción del proyecto básico y de ejecución contendrá la siguiente solvencia técnica:



**Formación y experiencia y/o titulaciones de la persona proyectista o equipo que intervenga en la elaboración del proyecto básico y de ejecución (así como también se recomienda que este contrato incorpore también la posterior dirección de obra)**

Experiencia y titulación: La persona proyectista, además de disponer de la titulación pertinente, deberá tener experiencia mínima acreditada de haber realizado en los últimos ... años, al menos, ... proyecto de obra de edificación con [indicar el tipo de construcción estructural con madera, como el sistema CLT, p.e.] con un presupuesto en el capítulo correspondiente a la estructura de madera superior o igual a ... euros [indicar cantidad proporcionada a la obra que se pretende contratar] y avalada por certificados de buena ejecución.

Formación: El proyectista deberá tener formación específica en ... [indicación específica del tipo de construcción en madera, como la construcción con madera contralaminada].

Verificación:

Certificados de buena ejecución de proyectos de obras de edificación con el sistema ... [CLT, p.e.] contratadas con organismos públicos o empresas privadas en los últimos ... años, indicando presupuesto de ejecución del capítulo correspondiente a la estructura de madera, distinguiendo si se encuentran terminadas o no, fecha, lugar de ejecución de las obras y se precisará si se realizaron según las reglas por las que se rige la profesión y se llevaron normalmente a buen término.

Estos certificados indicarán el importe, las fechas y el lugar de ejecución de las obras y se precisará si se realizaron según las reglas por las que se rige la profesión y se llevaron normalmente a buen término; en su caso, dichos certificados serán comunicados directamente al órgano de contratación por la autoridad competente.

Con relación a la formación exigida, podrá solicitarse la presentación del CV del proyectista acompañado de la documentación acreditativa de haber cursado la formación requerida.

Una vez adjudicado y ejecutado este contrato de servicios, el PCAP del contrato o concesión de ejecución de obra contendrá dentro de las solvencias técnicas los siguientes requisitos:

**Experiencia empresarial en la ejecución de contratos de obra con madera estructural**

Experiencia: El licitador deberá poseer competencias y experiencia pertinentes en la ejecución de contratos de construcción con madera estructural. En el caso de contratación conjunta de proyecto y obra, también se exigirán el criterio al proyectista o al equipo responsable de la elaboración del proyecto de obra.

Podrá en este sentido exigirse una experiencia mínima acreditada de haber realizado en los últimos ... años, al menos, ... obra de edificación con [indicar el tipo de construcción estructural con madera, como el sistema CLT, p.e.] con un presupuesto



en el capítulo correspondiente a la estructura de madera superior o igual a ... euros [indicar cantidad proporcionada a la obra que se pretende contratar] y avalada por certificados de buena ejecución.

Verificación: Certificados de buena ejecución de obras de edificación con el sistema ... [CLT, p.e.] contratadas con organismos públicos o empresas privadas en los últimos ... años, indicando presupuesto de ejecución del capítulo correspondiente a la estructura de madera, distinguiendo si se encuentran terminadas o no, fecha, lugar de ejecución de las obras y se precisará si se realizaron según las reglas por las que se rige la profesión y se llevaron normalmente a buen término.

#### **Formación y experiencia del personal de la empresa contratista responsable de la ejecución de la obra (persona delegada de la obra)**

Experiencia: El responsable de la obra, además de disponer de la titulación pertinente, deberá tener experiencia y formación específica en ... [indicación específica del tipo de construcción en madera, como la construcción con madera contralaminada].

Verificación: Deberá acreditarse la participación como responsable general, delegado de obra o jefe de grupo en la ejecución de al menos un proyecto de construcción ... [indicación específica del tipo de construcción en madera, como la construcción con madera contralaminada], en los últimos cinco años.

Con relación a la formación exigida, podrá solicitarse la presentación de los CV y los certificados de haber cursado la formación requerida.

### **5. Criterios de valoración sometidos a juicio de valor**

Al licitar el contrato o concesión de obra, **si el proyecto básico y de ejecución objeto de la licitación ya incorpora las soluciones arquitectónicas basadas en el uso de la madera o productos derivados de la madera, puede no ser necesario incluir criterios de valoración en el PCAP que incentiven el uso de la madera.**

Con todo, si así lo desea el órgano de contratación, **se podrán incorporar criterios subjetivos relacionados con el proceso de construcción (*planning*) y ejecución de obra** con relación a aquellos elementos o estructuras prescritos en madera, así como otros relacionados con la sostenibilidad. Podrán incorporarse un criterio referido al **plan de medidas del licitador para minimizar el impacto ambiental de la ejecución de la prestación**, que aludan por ejemplo a medidas como la utilización de madera producida de forma sostenible (que cumpla con las especificaciones técnicas de los sistemas de etiquetado FSC, PEFC o similar), la adopción de medidas concretas que minimicen los impactos asociados al transporte, el uso de pinturas y barnices, sin minio ni disolventes orgánicos, o la utilización de tableros aglomerados con baja emisión de formaldehído.

### **6. Criterios de valoración aplicables de forma automática**

**Podrá introducirse como criterio cualitativo, evaluable mediante fórmula, el cálculo de la huella de carbono asociado a la fabricación de los materiales de construcción de la estructura del edificio (fases A1 a A4), en particular aquel impacto relacionado con las emisiones asociadas (Kg CO2 eq. / m<sup>2</sup> construido).**



Para la inclusión de un criterio relacionado con el cálculo de la huella de carbono en el proceso constructivo y de transporte de los materiales utilizados, debemos ser precisos y claros en la determinación de tres variables:

- **Soluciones constructivas consideradas** en la valoración del impacto.
- **Determinación del alcance de la huella de carbono, mediante la identificación los módulos del ciclo de vida (EN 15878)** sobre las que aplicar el cálculo de emisiones.
- Definición de las **metodologías armonizadas de aplicación**, que deberán utilizar todos los licitadores<sup>32</sup>.
- Identificación de los **datos de referencia**<sup>33</sup> que deberán ser utilizados por los licitadores a la hora de realizar un cálculo comparable de la huella de carbono (identificación de la base de datos o, en su caso, la referencia a las declaraciones ambientales de producto)

Respecto a la **determinación de las fases** sobre las que aplicar el cálculo de emisiones, **se propone la inclusión de las fases A1 a A4**. Dentro de la información ambiental relativa al ciclo de vida de la producción de la cuna hasta la llegada a obra del material, se distinguen las siguientes fases:

- A1: Suministro de materias primas (deberá especificar que, de ser el caso, se incluya el carbono biogénico secuestrado en el material)
- A2: Transporte a fábrica
- A3: Fabricación
- A4: Transporte a obra

Con relación a la justificación de **fórmulas y métodos de cálculo admisibles**, los licitadores realizarán el cálculo del Potencial de Calentamiento Global (PCG, global warming potential, GWP) de acuerdo con la norma EN 15978. Aportarán un informe escrito, validado por un tercero independiente del licitador, que indicará las emisiones asociadas al transporte en kg CO<sub>2</sub> eq/m<sup>2</sup>, correspondientes a los módulos A1 a A4, y justificará su determinación de acuerdo con la norma EN 15978. Debe reservarse la posibilidad de pedir aclaraciones sobre los datos aportados por los licitadores.

Las emisiones de carbono de todos los materiales de construcción y productos de construcción se justificarán mediante de una base de datos de ciclo de vida, que determine como referencia el órgano de contratación, que cumplan con las **previsiones de la norma UNE-EN-15978:2012** (BEDEC, 2019, módulo de Gestión del Modelo Ambiental (GMA), p.e.). Las bases de datos deben de cubrir, como mínimo, los módulos A1, A2, A3 y A4.

---

<sup>32</sup> Sobre las metodologías y software disponible para el cálculo de la huella de carbono, véase la Guía Técnica, Evaluación ambiental de productos de la madera, Xunta, 2022. Puede consultarse también el punto 1.3.1 de la Guía de cálculo de la huella de carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización, MITERD, junio 2023.

<sup>33</sup> Sobre las bases de datos de referencia disponibles, véase la Guía Técnica, Evaluación ambiental de productos de la madera, Xunta, 2022



En caso de no existir bases de datos adecuadas para los productos o materiales considerados, podrá determinarse que el licitador acuda a **declaraciones medioambientales de producto (DAP) válidas** (elaboradas de acuerdo con la norma **UNE EN 15804:2012 +A2** "Sostenibilidad en la construcción. Declaraciones ambientales de producto. Reglas de categoría de producto básicas para productos de construcción" y, en su caso, de acuerdo con las reglas de categorías de productos aplicables<sup>34</sup>).

En el caso no disponer de DAP o de bases de datos de referencia, excepcionalmente, podrá indicarse que los licitadores aporten cualquier otro tipo de certificado o justificación técnica equivalente que deberá ser validado por una entidad acreditada independiente. Será necesario adjuntar por los licitadores el documento o certificado que justifique los valores de emisiones de CO<sub>2</sub> equivalentes.

Deberá exigirse a los licitadores la justificación de haber seguido **la norma técnica indicada (EN 15978)**. En ausencia de justificación técnica o cuando esta fuera insuficiente y adecuada, se otorgará cero puntos por este criterio.

Teniendo en cuenta que las políticas de cambio climático y eficiencia energética son prioritarias, se recomienda asignar una **puntuación significativa a este criterio de adjudicación** (superior a un 20%<sup>35</sup>), para transmitir un mensaje consistente al mercado.

*Para el cálculo del carbono biogénico secuestrado en el material, cuando se trate de madera el material propuesto, se podrá realizar el cálculo a través de la calculadora de proyectos de absorción de dióxido de carbono que dispone el Ministerio para la Transición ecológica y el Reto demográfico<sup>36</sup> alternativamente, o en caso de tratarse de otro material, será válido cualquier otro tipo de certificado o justificación técnica equivalente el cual deberá ser validado por un tercero independiente.*

## **7. Condiciones especiales de ejecución**

Las condiciones especiales de ejecución, que se fijen en los PCAP, son **obligaciones que deben de cumplir los contratistas** en la ejecución del contrato.

Deben **guardar relación con el objeto del contrato**. Las condiciones de ejecución deberán estar vinculadas con el cumplimiento del contrato, es decir, ligadas a las tareas necesarias para producir los bienes, prestar los servicios o ejecutar las obras que son objeto de la licitación.

Siendo así, se proponen las siguientes condiciones:

- **Trazabilidad de los materiales** desde el origen hasta la puesta en obra.

---

<sup>34</sup> Norma UNE-EN 16485:2014 "Madera aserrada y madera en rollo. Declaraciones ambientales de producto. Reglas de categoría de productos de madera y derivados de la madera para su utilización en construcción".

<sup>35</sup> *Guide pour un usage responsable du matériau bois dans la construction publique*. Bois de France. 2021

<sup>36</sup> [https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/calculadora\\_absorciones\\_tcm30-485623.xlsx](https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/calculadora_absorciones_tcm30-485623.xlsx)



- Obtención y acreditación de los **valores ambientales exigidos por el pliego de prescripciones técnicas (emisiones de gases de efecto invernadero, p.e.) o comprometidos en la oferta por el contratista.**

Para la **primera de las condiciones especiales (trazabilidad)** se podría requerir:

*Con el fin de verificar el origen sostenible del material, podrá exigirse a los contratistas que acrediten el cumplimiento mediante la presentación del certificado de la etiqueta de referencia (certificación FSC, PEFC o similar), de un certificado equivalente o de un medio equivalente de prueba, como puede ser la certificación derivada de la herramienta digital FORTRA.*

*Para la concreción de la distancia efectiva necesaria para la determinación de las emisiones efectivas en fase de ejecución, en caso de establecer un criterio de valoración de huella de carbono ligada al transporte, el órgano de contratación podrá exigir que el contratista utilice la herramienta digital FORTRA (<https://fortra.xunta.gal>). La herramienta FORTRA es un sistema de trazabilidad accesible, público, transparente y confiable mediante el uso de la tecnología blockchain, que realiza un seguimiento de todos los pasos de transformación del producto, desde el origen (monte), hasta el producto final a la venta. Cada una de las etapas de la cadena de suministro y fabricación son registradas en la cadena de bloques de manera encriptada e inmutable. Cada transacción es firmada con el certificado digital de la empresa, lo que hace imposible que se pueda falsificar, eliminar o modificar a posteriori.*

Para la **segunda de las condiciones especiales (valores ambientales exigidos o comprometidos)**, se podrá tomar en consideración lo siguiente:

*Con el fin de verificar en fase de ejecución el cumplimiento de los cálculos de la huella de carbono, podrá exigirse como condición especial de ejecución del contrato que el contratista presente un informe escrito, firmado por entidad acreditada independiente, que indique las emisiones efectivas de CO<sub>2</sub> en ejecución del contrato, correspondientes a los módulos A1 a A4 de las soluciones constructivas consideradas. Este informe justificará las emisiones efectivas de acuerdo con la metodología de cálculo y los datos de referencia indicados en el criterio de adjudicación.*

*Para garantizar que en la fase de ejecución no se superan los niveles de emisiones de CO<sub>2</sub> ofertados, deberá preverse en el PCAP una penalidad suficientemente disuasoria, en el marco de las posibilidades que ofrece el artículo 191 de la LCSP. En el caso de haberse aceptado y puntuado unos valores finalmente no alcanzados en la fase de ejecución deberán imponerse las penalidades correspondientes, que deberán ser proporcionadas al peso del criterio en la valoración de las ofertas.*



## Anexo 5. Guías y documentos técnicos de referencia

- Analysis of cost comparison and effects of change orders during construction: Study of a mass timber and a concrete building project. Ahmed, S. Arocho, I. 2020.
- Aplicación y difusión de la innovación para la promoción de la construcción en altura con madera en el espacio SUDOE. Fernando Oiza Redín e Iñaki del Prim Gracia. 2023.
- Argumentos económicos para construir con madera. Cómo la construcción en madera puede contribuir a la eficiencia de los procesos, la sostenibilidad y el atractivo comercial. Juliet Grable. Think Wood. 2018.
- A study of EU public timber procurement policies, related guidance and reference to FLEGT. George White. 2019.
- Best practice guide to support incorporating Level(s) LCA, LCC and IAQ indicators into Public Procurement process. Life Level(s). 2022.
- Comparing two identical buildings in wood and concrete: Health and work environment for workers. Petter Torås Halseth –Master thesis in Civil and Environmental Engineering, NTNU
- Comparing Wood versus Concrete: an explorative study of municipal civil servant's beliefs about multistory building materiales in Finland. Franzini, F., Gerghäll, S., Toppinen A., Toivonen R. 2021.
- Comparison of Building Construction and Life Cycle Cost for a High-Rise Mass Timber Building with its Concrete Alternative, FPS IC / Forest Product Society – International Conference. Gu. H, Liang. S, Bergman, R. 2020.
- Conferencia "Construcción en madera para la reducción del CO2 en el sector de la construcción". Estocolmo (Suecia). Comité Económico y Social Europeo. Junio 2023.
- Construction or renovation. Contracts incorporating low carbon timber. Recommendations and key stages. Auvergne-Rhône-Alpes Énergie Environnement (AURA-EE). 2018.
- Cost model: CLT buildings. Hyams, A.; Watts, S.; Sweet, J.; y Swinburne, K. 2020.
- Criterios de CPE de la UE para el diseño, la construcción y la gestión de edificios de oficinas" (Bruselas, 20.5.2016, SWD (2016) 180 final).
- Cross-laminated timber vs. concrete/steel: coste comparison using a case study." Laguarda M.F. y Espinoza, O. 2016.
- Erfahrungen bei Grossprojekten in Holzbauweise, Berner Fachhochschule, 2014 Institut für Holzbau, Tragwerke und Architektur. 2014.
- Errores habituales en la introducción de criterios ambientales en la contratación pública. Sociedad Pública de Gestión Ambiental del Gobierno Vasco, Ihobe. 2020.
- Étapes clefs pour inserer une fourniture de bois certifié "Bois des territoires du massif centralTM" dans la commande publique. Association pour la valorisation du Bois des Territoires du massif central. 2017.
- Fomento del uso de madera en construcción en las licitaciones públicas de edificios. Proyecto Eguralt. Iñaki del Prim y Fernando Oiza. 2023.
- Gara d'appalto con l'eco-label Holz von Hier® (HVH) Low Carbon Timber ® (LCT) per i comuni. Holz von Hier. 2021.
- Guía de la Madera. Capítulo 2: Durabilidad. Documento de Aplicación del CTE. Manuel Touza. 2013.



- Guide pour un usage responsable du matériau bois dans la construction publique. Bois de France. 2021.
- Guía compra pública verde y análisis de costes de ciclo de vida. Sociedad Pública de Gestión Ambiental del Gobierno Vasco, Ihobe. 2016.
- Guía para autoridades públicas sobre la Contratación Pública de Innovación, 1ª edición. Procurement of Innovation Platform. 2015.
- Guía práctica sobre el uso de las certificaciones ambientales en la compra y contratación pública. Sociedad Pública de Gestión Ambiental del Gobierno Vasco, Ihobe. 2020.
- Guía Verde de medidas medioambientales en la contratación pública en el ámbito de la edificación. Generalitat Valenciana. 2022.
- Holzbau-initiative. Strategie der Bundesregierung zur Stärkung des Holzbaus als ein wichtiger Beitrag für ein klimagerechtes und ressourceneffizientes Bauen. Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) & Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL). Junio 2023
- How can wood construction reduce environmental degradation?. Elias Hurmekoski. European Forest Institute. 2017.
- EU Green Public Procurement (GPP) criteria for the design, construction, renovation, demolition and management of building, JRC (draft technical report V1.0, de febrero 2022, accesible on line).
- Leggi e regolamenti dell'UE e il loro possibile impatto sulle catene di approvvigionamento rispettose del clima e dell'ambiente nell'Unione europea. G. Bruckner y P. Strohmeier. 2022.
- Low carbon timber policies in Europe. Status quo of procurement policies, and regional or national policy framework. Rhône-Alpes Energie-Environnement. 2017.
- Manual sobre la contratación pública ecológica (tercera edición). Unión Europea. 2016.
- Net Zero Carbon Buildings Commitment. World Green Building Council. 2021.
- Nueva Estrategia de la UE en favor de los Bosques para 2030. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. COM (2021) 572 final.
- Opas julkisiin hankintoihin. Puu-lehden erikoisnumero. 2017.
- Orientaciones sobre contratación pública en materia de innovación. Comunicación de la Comisión Europea. 2021.
- Technical guide for the design and construction of tall wood buildings in Canada (segunda edición). Karacabeyli, E. y Lum C. 2022.
- The Business Case for Building with Wood. How wood construction can contribute to process efficiency, sustainability, and marketability. Juliet Grable. Think Wood. 2018.
- Timber and Masonry: Construction Cost Comparison Report. Rider Levett Bucknall. 2018.
- Timber construction: barriers and solutions. TDUK. 2023.
- UNE EN 335: 2013 Durabilidad de la madera y de los productos derivados de la madera. Clases de uso: definiciones, aplicación a la madera maciza y a los productos derivados de la madera.
- UNE EN 350: 2016 Durabilidad de la madera y de los productos derivados de la madera. Ensayos y clasificación de la resistencia a los agentes biológicos de la madera y de los productos derivados de la madera.



- UNE EN 460:1995 Durabilidad de la madera y de los materiales derivados de la madera. Durabilidad natural de la madera maciza. Guía de especificaciones de durabilidad natural de la madera para su utilización según las clases de riesgo. ANULADA.
- UNE EN 460:2023 Durabilidad de la madera y de los productos derivados de la madera. Guía para determinar las prestaciones.
- UNE 338-2016 Madera Estructural. Clases resistentes.
- UNE-EN 408:2011+A1:2012 (Versión corregida en fecha 2019-09-04). Estructuras de madera. Madera aserrada y madera laminada encolada para uso estructural. Determinación de algunas propiedades físicas y mecánicas.
- UNE-EN 1912:2012. Madera estructural. Clases resistentes. Asignación de calidades visuales y especies.
- CEN TC124 WG2 TG1 Approved grading report (AGR) visual grading
- UNE 56544:2022 Clasificación visual de la madera aserrada para uso estructural. Madera de coníferas.
- UNE 56546: 2022 Clasificación visual de la madera aserrada para uso estructural. Madera de frondosas.
- UNE-EN 14080:2022 Estructuras de madera. Madera laminada encolada y madera maciza encolada. Requisitos.
- UNE-EN 14081-1:2019 +A1:2023 Estructuras de madera. Madera estructural con sección transversal rectangular clasificada por su resistencia. Parte 1: Requisitos generales.
- UNE-EN 16351:2021 Estructuras de madera. Madera contralaminada. Requisitos.
- Use of wood in public construction: Procurement guide. Ministry of the Environment, Finland. 2022.
- Wood and its impact on humans and environment quality in health care facilities. Kotradyova, V. et al. 2019.
- Wood, Well-being and Performance: The Human and Organizational Benefits of Wood Buildings. Graham Lowe, Ph.D. Forestry Innovation Investment Ltd. 2020.