

Estructuras de Madera

5.2. Clases de uso,
durabilidad natural e
impregnabilidad

FACULTAD DE
INGENIERIA



1. Clases de uso

2. Durabilidad natural

3. Impregnabilidad

4. Tipo de protección en función
de la clase de uso

5.2. Clases de uso,
durabilidad natural e
impregnabilidad

Clases de ...

REPASO

CLASES RESISTENTES

EN 338 / EN 14080

C14-50

D18-60

GL20-32 c/h

CLASES DE SERVICIO

EUROCÓDIGO 5

C.S.1

C.S.2

C.S.3

CLASES DE USO

EN 335

C.U.1

C.U.2

C.U.3 (3.1 y 3.2)

C.U.4

C.U.5



Clases de uso

CLASES DE USO

El concepto de clase de uso está relacionado con la probabilidad de que un elemento estructural sufra ataques por agentes bióticos, y principalmente es función del grado de humedad que llegue a alcanzar durante su vida de servicio

EN 335:2013. Durabilidad natural de la madera y de los productos derivados de la madera. Clases de uso: definición, aplicaciones a la madera maciza y a los productos derivados de la madera

CLASES DE USO

CLASE 1

Madera en el interior de un edificio y no expuesta al ambiente ni a humedad elevada

Ataque de hongos: insignificante

Ataque de insectos: posible, aunque la frecuencia y la importancia depende de la región

OBRAS INTERIORES

C.H. m.a. < 20%



www.mediamadera.com

EN 335:2013. Durabilidad natural de la madera y de los productos derivados de la madera. Clases de uso: definición, aplicaciones a la madera maciza y a los productos derivados de la madera

CLASES DE USO

CLASE 1

CLASE 2

Madera bajo cubierta y no expuesta al ambiente (lluvia), pero la madera puede humectarse ocasionalmente. Puede ocurrir condensación de agua en la superficie de la madera

Ataque de hongos: es posible

Ataque de insectos: posible, aunque la frecuencia y la importancia dependen de la región geográfica

OBRAS INTERIORES

C.H. m.a. < 20%

C.H. m.a. > 20%



EN 335:2013. Durabilidad natural de la madera y de los productos derivados de la madera. Clases de uso: definición, aplicaciones a la madera maciza y a los productos derivados de la madera

CLASES DE USO

CLASE 1

CLASE 2

CLASE 3

Madera por encima del suelo y expuesta al ambiente (principalmente lluvia)

Ataque de hongos: es posible

Ataque de insectos: posible, aunque la frecuencia y la importancia dependen de la región geográfica

El riesgo de pudrición depende de: Tª, H.R., condiciones estructurales, diseño y detalles de mantenimiento previstos

OBRAS INTERIORES

OBRAS EXTERIORES

C.H. m.a. < 20%

C.H. m.a. > 20%

No contacto c/suelo



EN 335:2013. Durabilidad natural de la madera y de los productos derivados de la madera. Clases de uso: definición, aplicaciones a la madera maciza y a los productos derivados de la madera

CLASES DE USO

CLASE 1

CLASE 2

CLASE 3.1

La madera no permanece húmeda durante largos periodos de tiempo y **el agua no se acumula**.

- **Recubrimientos** con un mantenimiento adecuado
- **Protección por diseño** u orientación de los componentes para evacuar el agua o para secar rápidamente



EN 335:2013. Durabilidad natural de la madera y de los productos derivados de la madera. Clases de uso: definición, aplicaciones a la madera maciza y a los productos derivados de la madera

CLASES DE USO

CLASE 1

CLASE 2

CLASE 3.1

CLASE 3.2.

La madera permanece húmeda durante largos periodos de tiempo y **el agua se acumula**.

Los componentes no están diseñados u orientados para evacuar el agua o para secar rápidamente



EN 335:2013. Durabilidad natural de la madera y de los productos derivados de la madera. Clases de uso: definición, aplicaciones a la madera maciza y a los productos derivados de la madera

CLASES DE USO

CLASE 1

CLASE 2

CLASE 3.1

CLASE 3.2.

CLASE 4

Madera totalmente en contacto con el suelo o con **agua dulce**

Ataque de hongos: es posible

Ataque de insectos: posible, aunque la frecuencia y la importancia dependen de la región geográfica

La madera que está completamente bajo el nivel de agua o enterrada y completamente saturada en agua; no es susceptible de ser atacada por hongos, pero sí puede ser dañada por descomposición bacteriana

OBRAS INTERIORES

OBRAS EXTERIORES

C.H. m.a. < 20%

C.H. m.a. > 20%

No contacto c/suelo Sí contacto c/suelo



EN 335:2013. Durabilidad natural de la madera y de los productos derivados de la madera. Clases de uso: definición, aplicaciones a la madera maciza y a los productos derivados de la madera

CLASES DE USO

CLASE 1

CLASE 2

CLASE 3.1

CLASE 3.2.

CLASE 4

CLASE 5

Madera permanentemente o regularmente sumergida en **agua salada**

Ataque de organismos marinos invertebrados: Limnoria spp., Teredo spp. y Pholads.

Ataque de hongos y crecimiento de mohos : posible

Ataque de insectos: posible en la parte situada por encima del nivel de agua

OBRAS INTERIORES

C.H. m.a. < 20%

C.H. m.a. > 20%



OBRAS EXTERIORES

No contacto c/suelo

Sí contacto c/suelo

Contacto c/agua salada



EN 335:2013. Durabilidad natural de la madera y de los productos derivados de la madera. Clases de uso: definición, aplicaciones a la madera maciza y a los productos derivados de la madera

Clases de servicio
vs.
clases de uso

CLASES SERVICIO VS. CLASES DE USO

Table A.1 – Service classes and their possible corresponding use classes

Service class according to EN 1995-1-1	Possible corresponding use class according to EN 335:2012
Service class 1	Use class 1
Service class 2	Use class 1 Use class 2 if the component is in a situation where it could be subjected to occasional wetting caused by e.g. condensation
Service class 3	Use class 2 Use class 3 or higher if used externally

EN 335:2013. Durabilidad natural de la madera y de los productos derivados de la madera. Clases de uso: definición, aplicaciones a la madera maciza y a los productos derivados de la madera

Ejemplos

CLASES DE USO



CLASE USO 1

CLASES DE USO



CLASE USO 4

CLASES DE USO

www.mediamadera.com



CLASE USO 3.2

CLASES DE USO

CLASE USO 2



www.freixenet-saunasport.com

CLASES DE USO

CLASE USO 3.1



CLASES DE USO



CLASE USO 5

CLASES DE USO



CLASE USO 1

3

CLASES DE USO

CLASE USO 3.2.



Puente vehicular, Australia

CLASES DE USO

CLASE USO 2



Piscina en Salinas, Asturias
Media Madera, ingenieros consultores, S.L.

CLASES DE USO



CLASE USO 5

Pasarela Punta Caimán, Isla Cristina

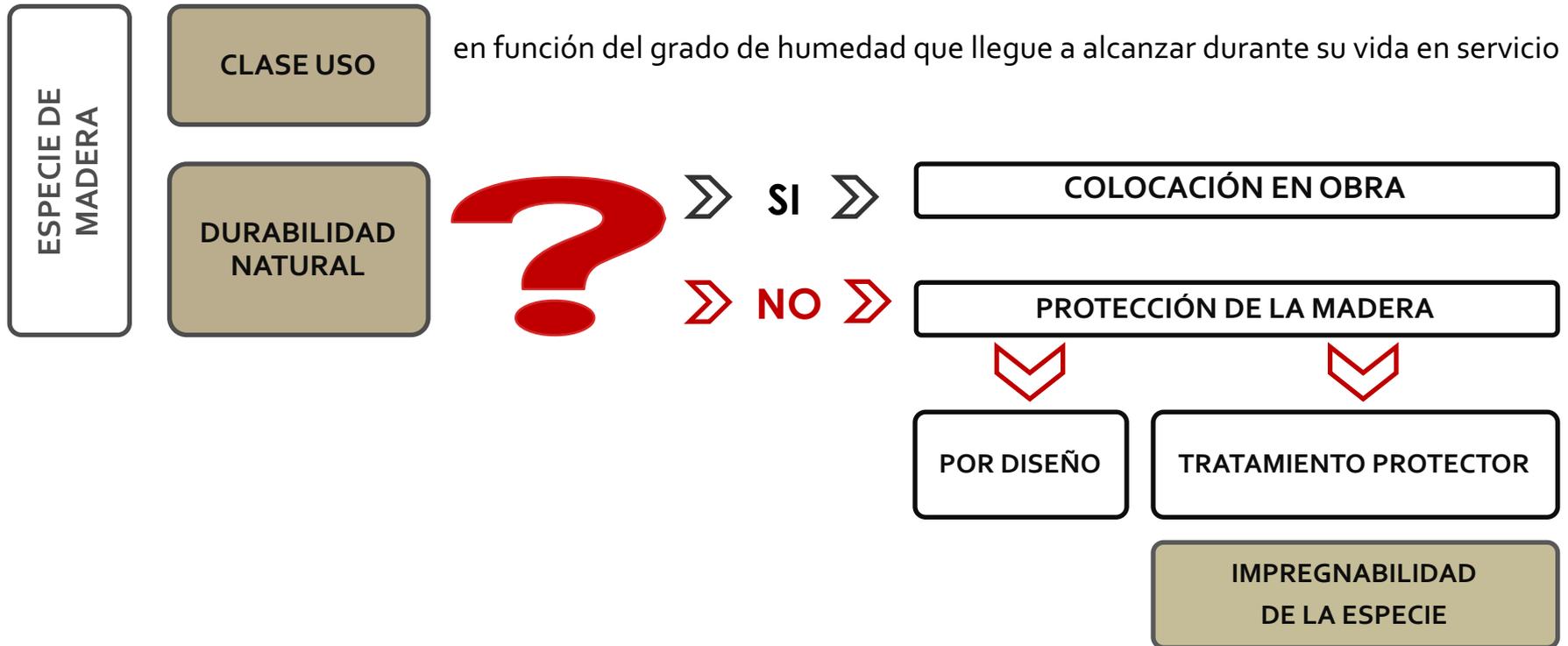
CLASES DE USO

CLASE USO 3.1



Puente vehicular en Malminmaki, Finlandia

CLASES DE USO (EN 335)



EN 335:2013. Durabilidad natural de la madera y de los productos derivados de la madera. Clases de uso: definición, aplicaciones a la madera maciza y a los productos derivados de la madera

1. Clases de uso

2. Durabilidad natural

3. Impregnabilidad

4. Tipo de protección en función
de la clase de uso

5.2. Clases de uso,
durabilidad natural e
impregnabilidad

DURABILIDAD NATURAL

DURABILIDAD NATURAL

Resistencia intrínseca de la madera a los ataques de los agentes destructores

RESISTENCIA A:

HONGOS

INSECTOS

XILÓFAGOS MARINOS

EN 350-2. Durabilidad natural de la madera y de los productos derivados de la madera. Durabilidad natural de la madera maciza. Parte 2: Guía de la durabilidad natural y de la impregnabilidad de especies de maderas seleccionadas por su importancia en Europa

DURABILIDAD NATURAL



Ensayo de durabilidad natural de especies mexicanas
(Univ. Autónoma de Nuevo León, Campus de Linares, México)



Ensayo de durabilidad natural de castaño y pino impregnado
(CETEMAS, España)

Dieste 2014

DURABILIDAD NATURAL (EN 350-2)CLASIFICACIÓN DE LA DURABILIDAD NATURAL RESPECTO A LA ACCIÓN DE **HONGOS**:**DURAMEN**

Clases de durabilidad	Descripción
1	Muy durable
2	Durable
3	Medianamente durable
4	Poco durable
5	No durable

***LA MADERA DE ALBURA DE CUALQUIER ESPECIE SE CONSIDERA CLASE 5 (NO DURABLE)**

EN 350-2. Durabilidad natural de la madera y de los productos derivados de la madera. Durabilidad natural de la madera maciza. Parte 2: Guía de la durabilidad natural y de la impregnabilidad de especies de maderas seleccionadas por su importancia en Europa

DURABILIDAD NATURAL (EN 350-2)

CLASIFICACIÓN DE LA DURABILIDAD NATURAL RESPECTO A LA ACCIÓN DE **INSECTOS**:

(*Hylotropes bajulus*, *Anobium punctatum*, *Lyctus bruneus*, *Hesperophanes cinnereus*)

MADERA DE **DURAMEN** FRENTE A **CLASE DE USO 4**

Clases de durabilidad	Descripción
D	Durable
S	Sensible

EN 350-2. Durabilidad natural de la madera y de los productos derivados de la madera. Durabilidad natural de la madera maciza. Parte 2: Guía de la durabilidad natural y de la impregnabilidad de especies de maderas seleccionadas por su importancia en Europa

DURABILIDAD NATURAL (EN 350-2)

CLASIFICACIÓN DE LA DURABILIDAD NATURAL RESPECTO A LA ACCIÓN DE **TERMITAS**:

MADERA DE **DURAMEN** FRENTE A **CLASE DE USO 4**

Clase de durabilidad	Descripción
D	Durable
M	Medianamente durable
S	Sensible

LA MADERA DE ALBURA DE CUALQUIER ESPECIE SE CONSIDERA SIEMPRE ATACABLE

EN 350-2. Durabilidad natural de la madera y de los productos derivados de la madera. Durabilidad natural de la madera maciza. Parte 2: Guía de la durabilidad natural y de la impregnabilidad de especies de maderas seleccionadas por su importancia en Europa

DURABILIDAD NATURAL

CLASIFICACIÓN DE LA DURABILIDAD NATURAL RESPECTO A LA ACCIÓN DE **XILÓFAGOS MARINOS**:

MADERA DE **DURAMEN** FRENTE A **CLASE DE USO 4**

Clase de durabilidad	Descripción
D	Durable
M	Medianamente durable
S	Sensible

LA MADERA DE ALBURA DE CUALQUIER ESPECIE SE CONSIDERA SIEMPRE ATACABLE

EN 350-2. Durabilidad natural de la madera y de los productos derivados de la madera. Durabilidad natural de la madera maciza. Parte 2: Guía de la durabilidad natural y de la impregnabilidad de especies de maderas seleccionadas por su importancia en Europa

DURABILIDAD NATURAL (EN 350-2)

EJEMPLO:

Nº	Nombre científico	Nombre vulgar	Origen	Densidad kg/m ³ Intervalo de densidad al 12% (m/m) de humedad	Durabilidad natural			
					<i>Hongos</i>	<i>Hylotrupes</i>	<i>Anóbidos</i>	<i>Termitas</i>
2.10b	<i>Pinus elliotti</i> Engelm. <i>P. taeda</i> L. <i>P. sp. pl.</i>	X: Southern Pine ²⁾	Cultivado en Centro Améri- ca y América del Norte	400-450-500	4	S	S	S

HONGOS

4

POCO DURABLE

INSECTOS

S

SENSIBLE

EN 350-2. Durabilidad natural de la madera y de los productos derivados de la madera. Durabilidad natural de la madera maciza. Parte 2: Guía de la durabilidad natural y de la impregnabilidad de especies de maderas seleccionadas por su importancia en Europa

DURABILIDAD NATURAL DE LAS ESPECIES URUGUAYAS

Pinus elliottii y *Pinus taeda*

No existen datos de durabilidad natural de los pinos de procedencia uruguaya.

De acuerdo a la norma EN 350-2 (CEN, 1995), la madera de *P. elliottii* y *P. taeda* procedente de Centro-América y América del Norte **no presenta durabilidad natural** frente al ataque de hongos e insectos.

La madera empleada en Uruguay proviene generalmente de ejemplares jóvenes, que **no forman madera de duramen**. Por lo tanto, debería ser considerada como no durable frente al ataque de los hongos y sensible frente al ataque de los insectos.

DURABILIDAD NATURAL (EN 350-2)

EJEMPLO:

N°	Nombre científico	Nombre vulgar	Origen	Densidad kg/m ³ Intervalo de densidad al 12% (m/m) de humedad	Durabilidad natural		
					Hongos	Anóbidos	Termitas
3.39	<i>Eribroma oblonga</i> (Mast.) Bod.	X: Eyong	Oeste de África	700-730-800	4	n/d	S
3.40	<i>Eucalyptus diversicolor</i> F.v.M.	O: Karri	Australia	800-880-900	2	n/d	n/d
3.41	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	O: Southern Blue Gum	Cultivado en Europa	700-750-800	5	n/d	S

HONGOS

5

NO DURABLE

INSECTOS

S

SENSIBLE

DURABILIDAD NATURAL DE LAS ESPECIES URUGUAYAS

Eucalyptus grandis

La norma EN 302 no presenta datos de la durabilidad natural (ni de la impregnabilidad) de la madera de *Eucalyptus grandis*.

En base a estudios realizados en Uruguay en plantaciones de *E. grandis* de 16 años de edad (Böthig, 2008), la tabla muestra los resultados de durabilidad natural frente al ataque de hongos e insectos.

RESISTENCIA DEL <i>E. grandis</i> A:	DESCOMPOSICIÓN FÚNGICA (<i>G. Trabeum</i>)	MADERA JUVENIL	Moderadamente durable
		MADERA ADULTA O EN TRANSICIÓN	Durable
	TERMITAS		Moderada o seriamente atacable

Böthig, S.; Sánchez, A.; Doldán, J. (2008). *Durabilidad natural de madera de Eucalyptus grandis Hill ex Maiden de plantaciones de rápido crecimiento*. INNOTEC-7, No.3. Publicación anual del Laboratorio Tecnológico del Uruguay, LATU

DURABILIDAD NATURAL (EN 350-2)

EJEMPLO:

 1070	<p><i>CE conformity marking, consisting of the “CE”-symbol given in Directive 93/68/EEC.</i></p> <p><i>Identification number of the FPC certification body</i></p>
Sawmill Ltd. 0001 Sawmill Town 06 1070-CPD-000	<p><i>Producer identification</i></p> <p><i>Last two digits of the year in which the marking was affixed</i></p> <p><i>FPC Certificate number</i></p>
EN 14081-1 Structural timber C24 (T2) Dry graded Species code PCAB Grading standard INSTA 142 Reaction to fire D-s2, d0 Durability class 4	<p><i>No. of European standard</i></p> <p><i>Description of product and information on regulated characteristics</i></p>

CE
marcado

1. Clases de uso
2. Durabilidad natural
3. Impregnabilidad
4. Tipo de protección en función de la clase de uso

5.2. Clases de uso,
durabilidad natural e
impregnabilidad

IMPREGNABILIDAD (EN 350-2)

IMPREGNABILIDAD

Capacidad que presenta una especie de madera a la penetración de un líquido

Tabla 1
Clasificación de impregnabilidad de la madera

Clase de impregnabilidad	Descripción ¹⁾	Explicación
1	Impregnable	Muy fácil de impregnar, la madera aserrada puede ser impregnada totalmente con tratamiento a presión sin dificultad
2	Medianamente impregnable	Fácil de impregnar. Normalmente no es posible una impregnación completa, pero después de 2 h o 3 h de tratamiento a presión se puede alcanzar una penetración de más de 6 mm en las coníferas. En las frondosas se puede conseguir impregnación en una proporción grande de los vasos
3	Poco impregnable	Difícil de impregnar. Después de 3 h a 4 h de tratamiento bajo presión se alcanzan sólo penetraciones de 3 mm a 6 mm
4	No impregnable	Prácticamente imposible de impregnar. Después de 3 h a 4 h de tratamiento bajo presión sólo se absorben pequeñas cantidades de producto. Penetraciones longitudinales y laterales mínimas

EN 350-2. Durabilidad natural de la madera y de los productos derivados de la madera. Durabilidad natural de la madera maciza. Parte 2: Guía de la durabilidad natural y de la impregnabilidad de especies de maderas seleccionadas por su importancia en Europa

IMPREGNABILIDAD (EN 350-2)

EJEMPLO:

Tabla 2
Durabilidad natural e impregnabilidad de especies coníferas

N°	Nombre científico	Nombre vulgar	Origen	Densidad kg/m ³ Intervalo de densidad al 12% (m/m) de humedad	Durabilidad natural				Impregnabilidad		Anchura de la albura
					Hongos	Hylotrupes	Anóbidos	Termitas	Duramen	Albura	
2.10b	<i>Pinus elliotti</i> Engelm. <i>P.taeda</i> L. <i>P.sp.pl.</i>	X: Southern Pine ²⁰	Cultivado en Centro Améri- ca y América del Norte	400-450-500	4	S	S	S	3	1	m

DURAMEN

3

POCO IMPREGNABLE

ALBURA

1

IMPREGNABLE

La madera empleada en Uruguay proviene generalmente de ejemplares jóvenes, que no forman madera de duramen, por lo tanto la impregnabilidad de la misma sería la correspondiente a la madera de albura, clasificada como impregnable según la norma.

EN 350-2. Durabilidad natural de la madera y de los productos derivados de la madera. Durabilidad natural de la madera maciza. Parte 2: Guía de la durabilidad natural y de la impregnabilidad de especies de maderas seleccionadas por su importancia en Europa

IMPREGNABILIDAD (EN 350-2)

EJEMPLO:

Tabla 3
Durabilidad natural e impregnabilidad de especies frondosas

Nº	Nombre científico	Nombre vulgar	Origen	Densidad kg/m ³ Intervalo de densidad al 12% (m/m) de humedad	Durabilidad natural			Impregnabilidad		Anchura de la albura
					Hongos	Anóbidos	Termitas	Duramen	Albura	
3.39	<i>Eribroma oblonga</i> (Mast.) Bod.	X: Eyong	Oeste de África	700-730-800	4	n/d	S	3-4	1	x
3.40	<i>Eucalyptus diversicolor</i> F.v.M.	O: Karri	Australia	800-880-900	2	n/d	n/d	4	1	f
3.41	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	O: Southern Blue Gum	Cultivado en Europa	700-750-800	5	n/d	S	3	1	f
3.42	<i>Eucalyptus marginata</i> Sm.	O: Jarrah	Australia	790-830-900	1	n/d	M	4	1	f

DURAMEN

3

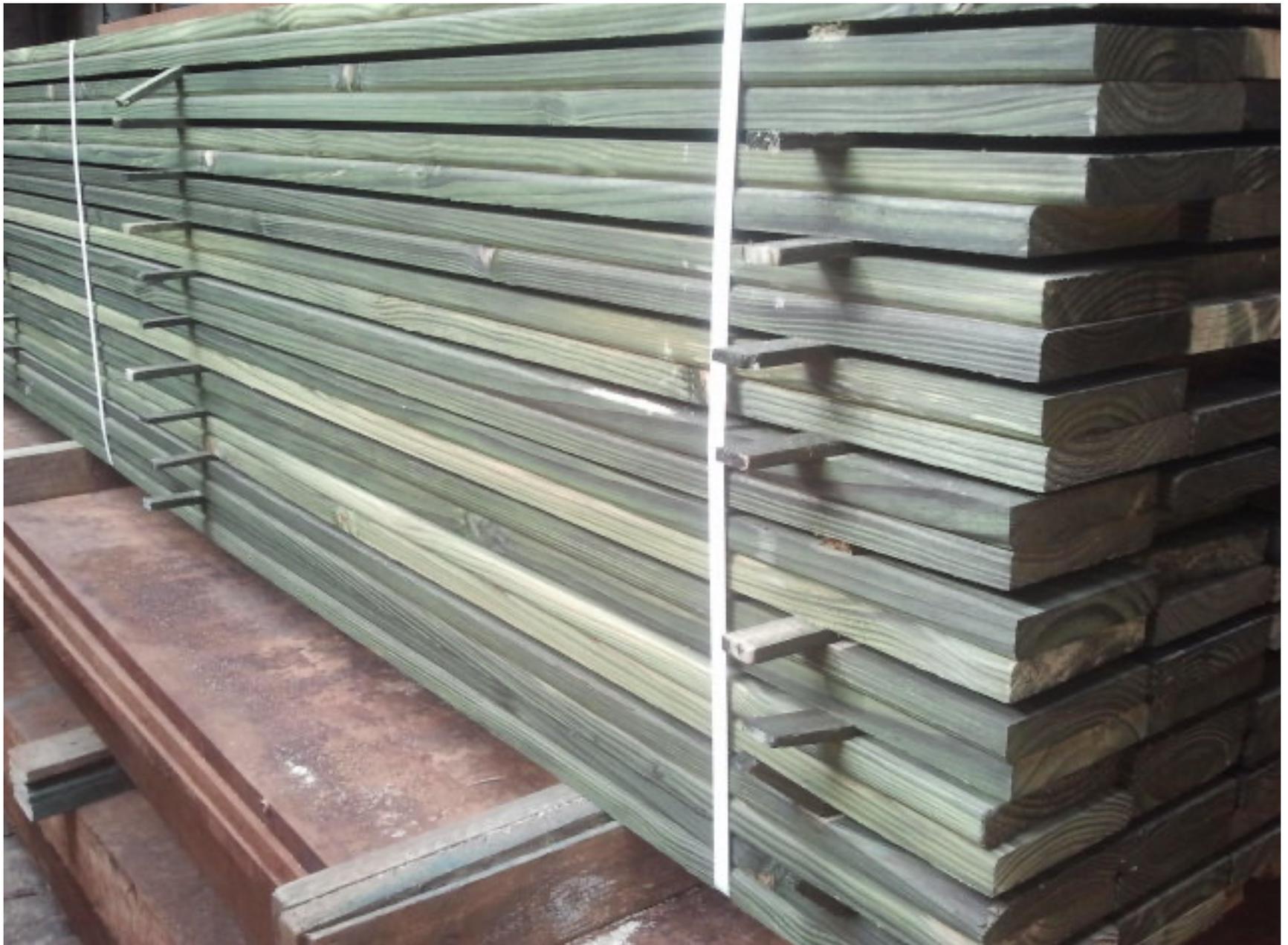
POCO IMPREGNABLE

ALBURA

1

IMPREGNABLE

EN 350-2. Durabilidad natural de la madera y de los productos derivados de la madera. Durabilidad natural de la madera maciza. Parte 2: Guía de la durabilidad natural y de la impregnabilidad de especies de maderas seleccionadas por su importancia en Europa











1. Clases de uso
2. Durabilidad natural
3. Impregnabilidad
4. Tipo de protección en función de la clase de uso

5.2. Clases de uso,
durabilidad natural e
impregnabilidad

TIPO DE PROTECCIÓN EN FUNCIÓN DE LAS CLASES DE USO (CTE-SE-M)

Tabla 3.1 Elección del tipo de protección

Clase de uso	Nivel de penetración NP (UNE-EN 351-1)	
1	NP1 ⁽¹⁾	Sin exigencias específicas. Todas las caras tratadas
2	NP1 ^{(2) (3)}	Sin exigencias específicas. Todas las caras tratadas
3.1	NP2 ⁽³⁾	Al menos 3 mm en la albura de todas las caras de la pieza.
3.2	NP3 ⁽⁴⁾	Al menos 6 mm en la albura de todas las caras de la pieza. Todas las caras tratadas.
4	NP4 ⁽⁵⁾	Al menos 25 mm en todas las caras
	NP5	Penetración total en la albura. Todas las caras tratadas
5	NP6 ⁽⁴⁾	Penetración total en la albura y al menos en 6 mm en la madera de duramen expuesta.

⁽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 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 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).

⁽⁵⁾ Sólo para el caso de madera de sección circular (rollizo).

TIPO DE PROTECCIÓN EN FUNCIÓN DE LAS CLASES DE USO

CLASE 1



NIVEL PENETRACIÓN

NP1



PROTECCIÓN

SUPERFICIAL



TIPO DE PROTECCIÓN EN FUNCIÓN DE LAS CLASES DE USO



TIPO DE PROTECCIÓN EN FUNCIÓN DE LAS CLASES DE USO



Profundidad penetración=3mm

TIPO DE PROTECCIÓN EN FUNCIÓN DE LAS CLASES DE USO

CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3.1	CLASE 3.2.
↙	↙	↙	↙
NIVEL PENETRACIÓN	NIVEL PENETRACIÓN	NIVEL PENETRACIÓN	NIVEL PENETRACIÓN
NP1	NP1	NP2	NP3
↙	↙	↙	↙
PROTECCIÓN	PROTECCIÓN	PROTECCIÓN	PROTECCIÓN
SUPERFICIAL	SUPERFICIAL	MEDIA	MEDIA



Profundidad penetración=6mm

C.T.E. D.B. S.E. M.(2009) . Código Técnico de la Edificación. Seguridad Estructural. Madera

TIPO DE PROTECCIÓN EN FUNCIÓN DE LAS CLASES DE USO

CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3.1	CLASE 3.2.	CLASE 4
↓	↓	↓	↓	↓
NIVEL PENETRACIÓN				
NP1	NP1	NP2	NP3	NP5
↓	↓	↓	↓	↓
PROTECCIÓN	PROTECCIÓN	PROTECCIÓN	PROTECCIÓN	PROTECCIÓN
SUPERFICIAL	SUPERFICIAL	MEDIA	MEDIA	PROFUNDA



Profundidad penetración=total en albura

TIPO DE PROTECCIÓN EN FUNCIÓN DE LAS CLASES DE USO

CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3.1	CLASE 3.2.	CLASE 4	CLASE 5
∨	∨	∨	∨	∨	∨
NIVEL PENETRACIÓN					
NP1	NP1	NP2	NP3	NP5	NP6
∨	∨	∨	∨	∨	∨
PROTECCIÓN	PROTECCIÓN	PROTECCIÓN	PROTECCIÓN	PROTECCIÓN	PROTECCIÓN
SUPERFICIAL	SUPERFICIAL	MEDIA	MEDIA	PROFUNDA	PROFUNDA



**Profundidad penetración=total en albura
y 6mm en duramen**



MLE

PROTECCIÓN DE LA MADERA LAMINADA ENCOLADA

CLASE DE USO 2

Protección sobre la pieza terminada y después de las operaciones de acabado (cepillado, mecanizado de aristas y taladros, etc.)



PROTECCIÓN DE LA MADERA LAMINADA ENCOLADA

CLASE DE USO 2

Protección sobre la pieza terminada y después de las operaciones de acabado (cepillado, mecanizado de aristas y taladros, etc.)

CLASE DE USO 3.1.

Protección sobre la pieza terminada o sobre las láminas previamente a su encolado



PROTECCIÓN DE LA MADERA LAMINADA ENCOLADA

CLASE DE USO 2

Protección sobre la pieza terminada y después de las operaciones de acabado (cepillado, mecanizado de aristas y taladros, etc.)

CLASE DE USO 3.1.

Protección sobre la pieza terminada o sobre las láminas previamente a su encolado

CLASE DE USO 3.2. ó 4

Protección sobre las láminas previamente a su encolado. El producto debe ser compatible con el encolado.





GRACIAS POR
LA ATENCIÓN

FACULTAD DE
INGENIERIA

