

Fernández-Golfín, J. I. (INIA); Peraza Sánchez, F. (AITIM)

NUEVA HERRAMIENTA PARA LA ASIGNACIÓN DE CLASES DE USO DE LA NORMA UNE-EN 335

Desde 2014 el INIA lidera un proyecto sobre *Evaluación del comportamiento funcional de la madera al exterior fuera del contacto con el suelo* (acrónimo Madexter). En este proyecto participan instituciones como AITIM y Maderia, junto con las Universidades de Córdoba, así como la Politécnica y la Europea en Madrid¹. Dentro de este proyecto se ha elaborado una primera versión de una herramienta “informática” que, bajo la forma de tabla EXCEL, tiene como objetivo ayudar a los prescriptores en la correcta asignación de las clases de uso.

La actual versión de la norma UNE-EN 335 (2013), establece un sistema compuesto por cinco clases de uso que se jerarquizan en función de los diferentes tipos de exposición medioambiental a los que se puede ver sometido un elemento de madera en servicio. Este sistema de clases de uso permite estimar la susceptibilidad de presencia de ataques biológicos en el material en las distintas situaciones de servicio.

De acuerdo con lo establecido en la norma UNE-EN 335:2013, el prescriptor de productos de madera debe efectuar una valoración de la situación de servicio analizando la probabilidad de que el elemento de madera tenga que trabajar sometido a condiciones de humedad elevada durante periodos de tiempo menos o más prolongados. En concreto lo que indica la actual norma UNE-EN 335 respecto de las distintas clases de uso es lo siguiente:

- a) **Clase de uso 1.** Aquellas situaciones de servicio en las que el elemento de madera se ubica bajo cubierta en el interior de una construcción (se sobrentiende que cerrada pero la norma nada dice al respecto) y no está expuesto ni a la intemperie ni a la humidificación. En esta situación la norma hace constar que el riesgo de ataque por hongos cromógenos o xilófagos es insignificante y siempre accidental. También hace constar que el riesgo de ataque por insectos xilófagos, incluidos las termitas, es posible pero que su frecuencia e importancia dependerá de la ubicación geográfica.
- b) **Clase de uso 2.** Aquellas situaciones de servicio en las que el elemento de madera se ubica bajo cubierta y no expuesto a la intemperie² (en particular a la lluvia horizontal) pero en las que puede estar sometido a una humidificación ocasional pero no persistente. En esta clase de uso la norma considera que puede producirse condensación superficial en la madera y que existe la posibilidad de ataques por hongos cromógenos y por hongos xilófagos.

¹ El proyecto aún no está totalmente finalizado, por cuanto hasta mediados de 2018 se seguirá monitorizando la evolución del clima del material (temperatura y contenido de humedad) en siete dispositivos experimentales ubicados en diferentes localidades españolas (Madrid, Valencia, Córdoba, Huelva, Palencia, Vitoria, Asturias), dotados con siete tipos de madera aserrada distintos (Pinos radiata, Laricio y silvestre; picea, castaño europeo, eucalipto y madera termotratada de pino radiata). Esta monitorización de tres años de duración se lleva a cabo con la finalidad de tener un más exacto conocimiento sobre cómo el diferente clima exterior afecta a la evolución del contenido de humedad y degradación de los distintos tipos de madera. Por tanto, de este trabajo se pretende extraer conclusiones sobre la clasificación climática del territorio (que ya hemos propuesto en función del valor del índice Scheffer de cada localidad), considerando la diferente cinética de los procesos de pudrición y analizando el efecto que en ella puede tener la variable tipo de madera.

² Esta condición de “*bajo cubierta y no expuesto a la intemperie*” parece sugerir que el elemento se encuentra ubicado bajo cubierta, pero al interior de locales carentes de envolvente térmica y sistemas de climatización interior y que, por tanto, está expuesto a las variaciones de la temperatura y humedad relativa propias del clima de la zona (condición exterior sin afectación de agua de lluvia).

Respecto de la posibilidad de presencia de ataques por insectos la norma establece exactamente lo mismo que para la clase de uso 1.

- c) **Clase de uso 3.** Aquellas situaciones de servicio en las que el elemento de madera se ubica expuesto a la intemperie (en particular al agua de lluvia) pero siempre por encima del suelo. Para esta condición la norma cita que se pueden producir ataques por hongos cromógenos y de pudrición y establece respecto del ataque por insectos xilófagos exactamente lo mismo que para las clases de uso anteriores. Dados los diferentes grados de exposición que pueden ser incluidos en esta condición, la norma considera la posibilidad de emplear la siguiente subdivisión:
- c.1) **Subclase 3.1**, cuando el elemento de madera se ubica expuesto a la intemperie por encima del suelo, pero con la condición de que no permanezca húmedo durante largos periodos de tiempo. Para considerar esta condición hay, pues, que asegurar que el agua no se acumule³.
- c.2) **Subclase 3.2**, cuando el elemento de madera se ubica expuesto a la intemperie por encima del suelo, pero cuando es previsible que permanezca húmedo durante largos períodos de tiempo, normalmente por acumulación del agua de lluvia⁴.
- d) **Clase de uso 4.** Aquellas situaciones de servicio en las que el elemento de madera se ubica en contacto directo con el suelo y/o el agua dulce. Para esta condición la norma cita que se pueden producir ataques por hongos cromógenos y de pudrición y establece respecto del ataque por insectos xilófagos exactamente lo mismo que para las clases de uso anteriores.
- e) **Clase de uso 5.** Aquellas situaciones de servicio en las que el elemento de madera se ubica sumergido en agua salada de forma regular o permanente. Para esta condición la norma cita que se pueden producir tanto ataques por xilófagos marinos como ataques por hongos xilófagos, mohos superficiales y hongos cromógenos de azulado. También establece que la parte aérea de determinados elementos puede estar expuesta al ataque por insectos xilófagos.

De su lectura se desprende que la norma UNE-EN 335:2013 sirve para ayudar al prescriptor a categorizar el riesgo de ataque por hongos en la madera, no la de los insectos xilófagos, ya que para éstos considera el mismo riesgo en todas las clases de uso, estableciéndose este en más en función de la ubicación geográfica que en el grado de exposición del elemento. Por ello el prescriptor deberá no sólo considerar el concepto de clase de uso sino, además, prescribir siempre tratamientos insecticidas en función de la ubicación geográfica⁵.

A nuestro criterio, la mayor debilidad de la norma EN 335:2013 radica en que deja un enorme margen de discrecionalidad y notables dudas sobre qué clase asignar en las condiciones de servicio más críticas para la madera, ya que no aporta suficientes pautas objetivas que ayuden al prescriptor a decidir si su situación de servicio y/o diseño debe ser encuadrada en una u otra condición de uso. Los problemas y dudas se presentan con especial relevancia cuando el elemento se encuentra ubicado fuera del interior de edificios residenciales dotados de

³ La norma indica en una nota que esta situación de servicio puede producirse mediante la aplicación de productos de acabado mantenidos y adecuados o mediante un diseño adecuado o una orientación de los elementos que permita la evacuación del agua y el secado rápidos.

⁴ La norma indica en una nota que los elementos no están orientados de forma que permitan la evacuación del agua ni diseñados para secar rápidamente.

⁵ Actualmente por convenio entre el Ministerio de Fomento y el INIA se está elaborando un mapa de riesgo de presencia de termitas en toda la geografía nacional.

envolvente térmica y sistemas de climatización interior. En estas situaciones de servicio, las más críticas para la madera, se puede considerar una gran variedad de asignaciones (CU 3, 4 y 5) por lo que el establecimiento de pautas claras y objetivas se hace muy necesario.

Otra carencia que observamos en la norma es que debería considerar las posibles distintas condiciones de higrometría que se pueden dar en el interior de los edificios dotados de envolvente térmica contempladas en la norma UNE-EN ISO 13788⁶ y reflejadas en el Código Técnico de la Edificación (Documento Básico de Ahorro de energía, DB-HE). Esta carencia puede llevar a la existencia de riesgos no tomados en consideración y con ello generar fallos prematuros e imprevistos del material, especialmente en las CU 1 y CU2.

Valores del índice de exposición básica a emplear en locales cerrados en función de la Clase de Higrometría interior (UNE-EN ISO 13788 y CTE)

Clase de higrometría	Tipo de edificio
1	Zonas de almacenamiento
2	Oficinas, tiendas
3	Espacios en los que no se prevea una alta producción de humedad. Se incluyen en esta categoría todos los espacios de edificios residenciales*.
4	Espacios en los que se prevea una alta producción de humedad, tales como cocinas industriales, restaurantes, pabellones deportivos, duchas colectivas u otros de uso similar. Nota. En esta categoría se incluyen también las viviendas de alta ocupación*.
5	Espacios en los que se prevea una gran producción de humedad, tales como lavanderías y piscinas (carentes de sistemas permanentes de extracción). Nota: En esta categoría se incluyen también los locales ubicados en edificios antiguos en los que es previsible la presencia de condensaciones durante largos periodos de tiempo (ej. Sótanos, cámaras sanitarias insuficientemente ventiladas) *
El empleo de las clases de higrometría 1 a 4, ambas incluidas, queda circunscrito a aquellas aplicaciones en local cerrado en las que se pueda excluir totalmente la presencia de condensaciones.	
(*) Se incluyen descripciones propias de los espacios. La norma sólo aporta el título.	

Por todo lo anteriormente expresado, a nuestro criterio, debe entenderse que la norma UNE-EN 335:2013 de clases de uso debe considerarse como una primera y muy posibilista aproximación a la resolución del problema de la clasificación del riesgo de degradación⁷ que un

⁶ UNE-EN ISO 13788, *Características higrotérmicas de los elementos y componentes de edificación. Temperatura superficial interior para evitar la humedad superficial crítica y la condensación intersticial. Métodos de cálculo.* (ISO 13788:2012). Esta norma considera cinco clases higrométricas distintas, siendo las tres primeras (1, 2 y 3) de bajo riesgo para la madera (condiciones que llevan a valores de la humedad de equilibrio inferiores al 12% la mayor parte del tiempo) y las dos superiores de riesgo medio (4) y elevado (5).

⁷ La norma UNE-EN 335:2013 trata el riesgo de ataque de insectos de forma lineal. Por eso la norma se centra fundamentalmente en aportar indicaciones referidas a la evaluación del riesgo por ataque de hongos

elemento de madera puede presentar en las distintas situaciones de servicio. La práctica nos ha demostrado que con la estricta aplicación de la actual norma pueden generarse situaciones contradictorias en las que se pueden asignar clases de uso incorrectas, que llevarían a una rápida e imprevista degradación del material y a un notable acortamiento de la vida en servicio. Nos preocupa especialmente la posibilidad de que la actual norma pueda llevar a la asignación de riesgos *a la carta* en aquellas situaciones de servicio que, precisamente, son las más comprometidas (las propias de las clases de uso 2, 3 y 4) y que esto pueda generar problemas de durabilidad en el tiempo de las soluciones y/o materiales propuestos.

Como consecuencia de todo lo anterior entendemos que para evitar errores y conseguir un eficaz empleo del material y una mejora de los diseños, los prescriptores necesitan nuevas pautas, recomendaciones y herramientas basadas en la experiencia, que les ayuden a la estimación objetiva de la clase de uso. Debemos hacer constar aquí que este problema no se plantea únicamente a escala nacional sino que es de ámbito europeo.

A la resolución de este problema se han dedicado notables esfuerzos de I+D+i, tanto a nivel europeo (proyecto Woodexter) como a nivel nacional (proyecto Madexter), que han llevado a la proposición de un sistema objetivo, de base empírica, de asignación paramétrica del riesgo de degradación. En el caso nacional (proyecto Madexter) para la asignación de las clases de uso se ha desarrollado una “calculadora” que se explica a continuación, mientras que a nivel nor-europeo se está trabajando en el desarrollo de modelos predictivos del comportamiento del material⁸.

La *calculadora de clases de uso desarrollada dentro del proyecto Madexter*, es de sencillo manejo pero requiere poseer unos conocimientos mínimos sobre sistemas constructivos y materiales, motivo por lo cual creemos que está más orientada hacia su uso por parte de especialistas y/o profesionales de los sectores de la madera y la construcción. No obstante, para todos aquellos usuarios que quieran ampliar su formación en este campo les sugerimos acudir a la Monografía INIA (Serie Forestal) titulada *Guía para la asignación de clases de uso y de servicio a los productos de la madera*⁹.

La calculadora opera tomando en consideración las siguientes variables climáticas y aspectos relacionados con el diseño.

- Variables climáticas (necesarias para la definición del riesgo básico):
 - **Índice de exposición básica (I_{50})**. Establece el riesgo básico en función de la higrometría en el interior del local (aplicaciones de interior) o del clima de la localidad (aplicaciones de exterior, protegidas del agua de la lluvia o no).
 - **Factor de severidad climática ($k_{s,1}$)**. Aplicable tan solo en las aplicaciones de exterior sin protección ante el agua de lluvia y que tiene en cuenta el grado de exposición del elemento en función de su cercanía a grandes fuentes de humedad ambiental (ríos, lagos, mar), de la existencia de elementos moduladores de la exposición climática (accidentes del terreno, trama urbana, ubicación en valles) o de la protección frente a los vientos dominantes de lluvia.
- Variables asociadas al diseño:

⁸ Fernández-Golfín JI, Troya Franco, M.T. *Hacia un nuevo paradigma del concepto de durabilidad de la madera y productos derivados* Boletín AITIM. 2014 (289):40-43.

⁹ Accesible en <http://libros.inia.es/>

- **Geometría del elemento (k_{s2}).** Aplicable tan sólo para elementos ubicados al exterior sin protección ante el agua de lluvia, especialmente si trabajan en posición horizontal. Esta variable tiene en cuenta el efecto que el espesor y la naturaleza del elemento tienen en el *tiempo de mojado* (el tiempo durante el cual la madera se encuentra con un contenido de humedad superior a un determinado umbral, en nuestro caso el 18%¹⁰). Las piezas de madera de reducido espesor son propensas al atejado que es causa de almacenamiento prolongado de agua en su superficie, aunque finalizados los eventos de lluvia su secado suele ser más rápido y completo. Por el contrario, las piezas de elevado espesor son más propensas a presentar grandes fendas, que son causa de almacenamiento de agua en su interior, y a mantener elevados contenidos de humedad en el centro de la pieza durante más tiempo. Cualquier factor que afecte a la estabilidad dimensional o a la propensión al fendado del elemento ha de ser tomado en consideración y por ello se consideran valores distintos para este factor en función de las características compositivas del elemento (madera maciza, laminada, etc.).
- **Aleros y cornisas (k_{s3}).** Aplicable tan sólo para elementos ubicados al exterior sin protección ante el agua de lluvia. El efecto de esta variable se modula en función de si el elemento está sometido, o no, a la acción directa de vientos dominantes de lluvia. Las variables de entrada que permiten cuantificar el efecto reductor o mayorador del riesgo son la distancia medida en vertical desde la parte inferior del elemento de madera a analizar (por ejemplo, una ventana, un revestimiento exterior de fachada de madera maciza, etc.) respecto del borde inferior del alero o cornisa (ha), el vuelo del alero/cornisa (D) y el grado de exposición a los vientos dominantes de lluvia, de acuerdo con el esquema de la figura 1.

En el caso de que se esté analizando las fachadas de un edificio puede efectuarse la valoración fachada a fachada (en función de su exposición a los vientos dominantes de lluvia) o adoptar para el conjunto la exposición más desfavorable.

¹⁰ Este umbral es el que se ha considerado como el valor crítico, por encima del cual la presencia activa de hongos no resulta descartable.

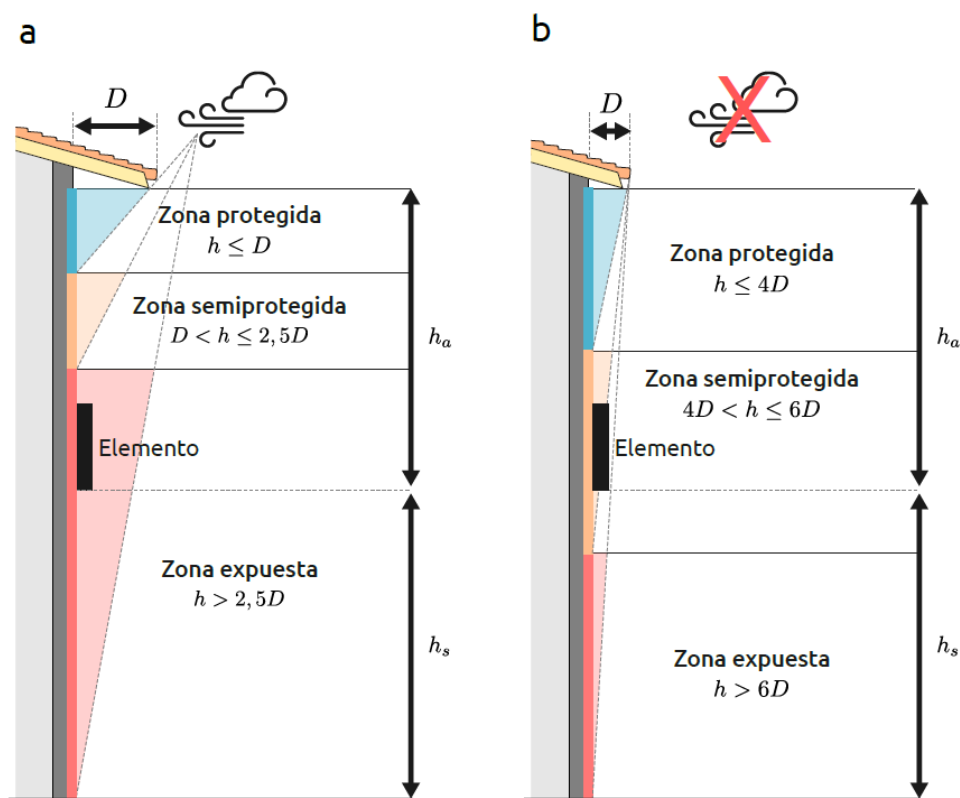


Figura 1. Protección por aleros y cornisas (h_a) y separación del suelo (h_s) (a). Fachada expuesta a viento dominante de lluvia (b). Fachada no expuesta

- **Distancia al suelo (k_{s4}).** Aplicable tan sólo para elementos ubicados al exterior sin protección ante el agua de lluvia. La variable de entrada para la valoración del efecto protector que supone la separación del suelo y, por tanto, la evitación del humedecimiento tanto por salpicado como por capilaridad, es la distancia del borde inferior del elemento (por ejemplo, un pilar, un muro, una puerta exterior, un revestimiento de fachada) respecto del suelo (h_s), de acuerdo con la figura 1.
- **Diseño constructivo en elementos ubicados al exterior (k_{s5}).** Aplicable tan sólo para elementos ubicados al exterior sin protección ante el agua de lluvia o sometidos a condensaciones frecuentes. Este factor es el de más compleja e importante determinación, ya que con él se evalúa la influencia del diseño adoptado en el riesgo de acumulación de agua de líquida (lluvia, condensaciones). La valoración ha de efectuarse de forma diferenciada según la función que desempeñen los elementos (estructural, carpintería), de su disposición espacial (horizontal, vertical, inclinada) y, por supuesto, de las variables del diseño que se sabe empíricamente que influyen en la acumulación de agua (existencia, o no, de separación entre tablas, redondeado de aristas, etc.). La existencia de elementos de protección por barrera (Por ejemplo, albardillas) o el empleo de piezas de sacrificio es también considerada en la evaluación.
- **Otros aspectos del diseño: encuentros y uniones en elementos estructurales dispuestos al interior de los edificios con condiciones higrométricas especiales (k_{s6}).** Aplicable a elementos de madera que se ubiquen en espacios interiores con higrometría correspondiente a las clases higrométricas 4 y 5 según UNE-EN ISO 13788. Con este factor se valora especialmente la posibilidad de transmisión de humedades desde los

soportes (por ejemplo, muro de fachada, muro próximo a conducciones de agua, soleras). Este factor ha de aplicarse tanto a los elementos estructurales (vigas y pilares) como a las carpinterías (puertas y ventanas) y sus componentes (por ejemplo, precercos). La reducción del riesgo de humedecimiento se conseguirá mediante el empleo de barreras que eviten la capilaridad.

Considerando todas las variables anteriores, se ha construido una calculadora EXCEL que incorpora una primera hoja de cálculo (Calculadora) en la que se introducen manualmente los valores de las distintas variables y se aporta el resultado obtenido. También incorpora una segunda hoja (Leyenda) en la que se dan explicaciones para la mejor toma en consideración de las distintas variables y comprender mejor las distintas respuestas del programa.

Esta calculadora debe ser considerada como una herramienta de ayuda al diseñador y no sustituye, ni lo pretende, la experiencia de éste.

Esta herramienta puede ser solicitada en el correo electrónico golfin@inia.es.

Asignación paramétrica de Clases de Uso de la norma UNE-EN 335
 Proyecto BIA 2013-42434R Fernández-Golfin, J.I. et al. 2017

Parametros	Valor
I_{50}	3,0
k_{s1}	1,0
k_{s2}	1,0
k_{s3}	1,00
k_{s4}	1,0
k_{s5}	1,0
k_{s6}	1,0
I_s	3,00
I_{sk}	3,0

Clase Uso 3.1

ADVERTENCIA:
 La presente calculadora es una herramienta que puede resultar de utilidad para los prescriptores a la hora de evaluar la clase de uso en la que va a trabajar la madera de acuerdo con el diseño aplicado, así como la optimización de este. No se trata de un instrumento de uso obligatorio, por lo que su empleo se hará de acuerdo con el criterio del prescriptor y/o diseñador.