



PATOLOGIA DA MADEIRA ESTRUTURAL

PATOLOGIA DA
MADEIRA ESTRUTURAL

PROLOGO

Despois da Guía da madeira estrutural, chega o segundo libro desta serie: Patoloxía da madeira estrutural. Con esta publicación, a Consellería de Vivenda e Solo xunto coa Consellería de Innovación e Industria e o CIS-Madeira, continúa na súa labor de achegar a todos os galegos e as galegas o emprego da madeira no sector da construción.

Consideramos prioritario elevar os estándares de calidade da edificación en Galiza, e un dos piares desta liña de traballo é a formación e información de tódolos axentes do sector. Neste marco encádrase a recente creación do Foro da Madeira, unha ferramenta pensada para o fomento do emprego deste material.

A madeira é un material singularmente renovable, sustentable en termos económicos e medioambientais. O emprego da madeira ofrece amplas posibilidades e a Consellería de Vivenda e Solo trata de fomentar o seu uso, tanto nas edificacións promovidas dende as administracións públicas, como nas impulsadas polo sector privado, na rehabilitación e nas obras de nova construción.

Esperamos que esta publicación sobre as patoloxías da madeira estrutural, adaptada ás circunstancias e características do noso entorno, contribúa a avanzar neste camiño.

Teresa Táboas Veleiro
Conselleira de Vivenda e Solo

Autores

Óscar González Prieto
Manuel C. Touza Vázquez
Xosé Francisco Pedras Saavedra

Maquetación y diseño

Planos Publicidad

Impresión

Imgrafor, S.L.

Depósito Legal

OU XX-2008

ISBN

978-84-691-6284-2

Agradecementos

Os autores agradecen a colaboración a todas as empresas e persoas que fixeron posible a elaboración desta publicación. En particular a empresa TROA Conservación e Restauración S.L., para a obtención de parte do material fotográfico.

© Desta edición, a Fundación para o Fomento da Calidade Industrial e Desenvolvemento Tecnolóxico de Galicia (CIS-Madeira)

© Autores

INDICE

1. Introducción	8
2. Madeira estrutural dende o punto de vista da durabilidade	9
2.1. Durabilidade natural	9
2.2. Clases de uso	11
2.3. Uso da madeira segundo a durabilidade natural	13
3. Toma de decisións na elección dun tratamento de protección	15
4. Tratamento da madeira	16
5. Control de calidade do tratamento	18
6. Axentes xilófagos bióticos de interese en madeira estrutural en Galicia	19
6.1. Insectos de interese en Galicia	19
6.1.1. Guía rápida para a identificación dos insectos máis comúns	21
6.2. Fungos xilófagos de interese en Galicia	31
6.2.1. Guía rápida para distinguir os tipos de podremia: Test dos dedos	33
7. Inspección e diagnoses	36
7.1. Contido de humidade da madeira	37
7.2. Avaliación das patoloxías con métodos non destructivos	40
7.2.1. Avaliación non destructiva mediante o método do resitógrafo	43
8. Tratamentos	46
8.1. Tratamentos de inxección en profundidade	47
8.2. Tratamento anti-térmes	50

Introdución

A nosa arquitectura está estreitamente vinculada a madeira, formando parte do noso patrimonio cultural, que necesariamente se debe coidar e valorar. A madeira empregada na arquitectura popular como elemento estrutural é, na súa maior parte, de castiñeiro e de carballo, chegando a usarse en tempos máis recentes, madeiras de coníferas como son as dos piñeiros do país, o silvestre ou o tea. A miúdo cada elemento de madeira era seleccionado para atopar as escuadras e lonxitudes precisas coa calidade necesaria. Empregando na maioría dos casos madeira de durame, conseguíase adecuar a súa durabilidade natural fronte os insectos xilófagos. Do mesmo xeito, o secado da madeira e un deseño construtivo adecuado na súa posta en obra que evitaba, principalmente, as achegas de humidade, facían practicamente imposible a aparición dos fungos xilófagos de podremia.

O gran interese actual pola recuperación dos nosos edificios antigos e dos nosos cascos históricos, formados maioritariamente por forxados e cubertas de madeira, fai preciso entender as causas e as consecuencias das deterioracións sufridas. Moitos destes edificios padecen na actualidade, ou padeceron nun pasado, danos producidos principalmente por achegas de humidade como consecuencia dun abandono no seu uso, e á súa vez, pola aparición dos diferentes organismos xilófagos.

A conservación deste patrimonio implica coñecer o material empregado, as causas e os axentes que provocan a súa deterioración, a súa incidencia nos elementos estruturais e os principais tipos de tratamentos que sexan posibles realizar. Se fose preciso incorporar madeira nova, requírese coñecer os requisitos de durabilidade, natural ou adquirida, que debe cumprir o material para resistir os posibles riscos derivados da súa exposición.

Nesta publicación, explícase primeiramente os conceptos básicos vinculados á protección da madeira e a toma de decisións sobre a necesidade ou non, de realizar un tratamento protector. Seguidamente expóñense os principais axentes xilófagos que poden afectar á madeira posta en obra en Galicia, así como as principais opcións en tratamentos curativos e preventivos existentes na actualidade. Deste xeito, os autores pretenden facilitar a comprensión da madeira estrutural e propiciar o emprego intelixente deste recurso dende o punto de vista da súa protección.

Madeira estrutural dende o punto de vista da durabilidade

Cando se utiliza madeira cun fin estrutural, e dende o punto de vista da súa protección, e preciso comprobar se a súa durabilidade, natural ou adquirida, é suficiente para resistir os riscos de ataques presentes na clase de uso onde prestará os seus servizos.

2.1

Durabilidade natural

A durabilidade natural dunha madeira defínese como a capacidade que ten para resistir un axente de deterioro sen aplicarlle previamente ningún produto, artificial ou natural, sen máis que coas súas propiedades naturais. Son moitos os factores que inflúen nesta cuestión, posto que dunhas madeiras a outras existen diferenzas, e mesmo dentro dunha mesma madeira, pode variar entre a parte da albura e a do durame.

Cando se menciona a durabilidade natural dunha madeira, é importante distinguir fronte o que, posto que non todos os elementos degradadores da madeira afectan do mesmo xeito.

Na norma *“UNE-EN 350-2:1995. Durabilidad de la madera y de los materiales derivados de la madera. Durabilidad natural de la madera maciza. Parte 2: Guía de la durabilidad natural y de la impregnabilidad de especies de madera seleccionadas por su importancia en Europa”*, recóllese unha lista das especies máis comúns segundo a súa durabilidade natural. Os valores asignados obtéñense tras someter a madeira a unha serie de ensaios normalizados, establecéndose unha serie de clases de durabilidade, fronte a uns determinados tipos de organismos xilófagos que se resumen na seguinte táboa.

Axente xilófago	Clasificación	Codificación
Fungos xilófagos de podremia*	Moi durable	1
	Durable	2
	Medianamente durable	3
	Pouco durable	4
	Non durable	5
Insectos de ciclo larval**	Durable	D
	Sensible	S
	Durame sensible	SH
Térmites*	Durable	D
	Medianamente durable	M
	Sensible	S
Xilófagos mariños*	Durable	D
	Medianamente durable	M
	Sensible	S
*esta clasificación fai referencia ao durame, porque a albura considérase non durat		
**esta clasificación fai referencia á albura, xa que o durame considérase sempre durable a estes organismos xilófagos. De non ser así, especificase como "Durame Sensible		
Fonte: UNE-EN 350-2:1995.		

Especie botánica	Código norma	Orixe	Durabilidade natural				Impregnabilidade	
			Fungos	Hylotrupes b.	Anóbidos	Térmites	Durame	Albura
Pino pinaster	2.13	Sur e sueste de Europa	3-4	S	S	S	4	1
Pino sylvestris	2.16	Europa	3-4	S	S	S	3-4	1
Picea abies	2.7	Europa	4	SH	SH	S	3-4	3v
Abies alba	2.1	Europa, América do Norte	4	SH	SH	S	2-3	2v
Castanea sativa	3.22	Europa	2	-	S	M	4	2
Quercus robur	3.86	Europa	2	-	S	M	4	1
Eucaliptus globulus*	3.41	Europa	5*	-	n/d	S	3	1
* Faise preciso sinalar que a durabilidade natural fronte a fungos xilófagos de podremia que se contempla na norma para estas especies Ensaio realizado no instituto IHD (Institut für Holztechnologie GmbH) en Alemaña, e tamén no instituto INIA (Instituto Nacional de Investigacións Agrarias) en España, con madeira de eucalipto branco de procedencia española, e cunha idade superior aos 30 anos, deron como resultado unha clasificación: 2 (moi durable). Estes resultados coinciden cos obtidos en Australia e que se corresponden cunha idade de 50 x 50 mm de sección, de entre 7 e 12 anos. Así mesmo os resultados obtidos en ensaios de tres campos de estacas localizadas en Gran Bretaña, foron presentados para modificar a asignación actual presente na norma "UNE-EN 3502:1995 "Durabilidade natural de la madera y de los productos derivados de la madera. Durabilidade natural de la madera maciza. Parte 2: Guía de la durabilidade natural y de la impregnabilidad de la madera seleccionadas por su importancia en Europa".								
Fonte: UNE-EN 350-2:2008								

Ao mesmo tempo, nesta norma, recóllese tamén a clasificación referente a impregnabilidade da madeira. Este termo fai referencia á facilidade ou dificultade que unha especie manifesta fronte ao paso dos líquidos, indicando se é posible ou non o seu tratamento en profundidade. Segundo sexa esta, permitirá ou non aumentarlle a durabilidade a unha peza de madeira dunha especie determinada, a base de aplicarlle un produto. A norma antes citada clasifica a impregnabilidade segundo a seguinte táboa.

Impregnable	1
Medianamente impregnable	2
Pouco impregnable	3
Non impregnable	4
Datos dispoñibles insuficientes	n/d
Fonte: UNE-EN 350-2:1995.	

Na clasificación de impregnabilidade, a norma ás veces codifica ademais de co número anterior, coa simboloxía n/d, para indicar datos non dispoñibles, e coa simboloxía v, para indicar que a especie conta cunha gran diversidade de comportamentos.

No tocante ás especies máis comúns empregadas na construción en Galicia, segundo a norma antes citada, pódese resumir na seguinte táboa.

2.2 Clases de Uso

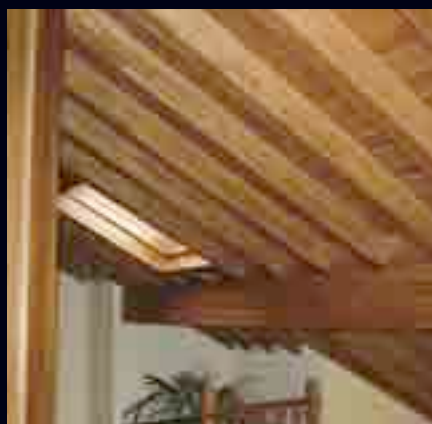
As clases de uso intentan valorar o risco que pode ter unha madeira colocada nun determinado ambiente. Segundo sexa este risco, deberase elixir unha especie cunha durabilidade natural adecuada ou cunha impregnabilidade adecuada para aumentar a súa durabilidade mediante un tratamento.

As clases de uso fan referencia principalmente ao grao de humidade ou humectación que pode alcanzar a madeira nun determinado ambiente. A norma "UNE-EN 335-1:2007. Durabilidade de la madera y de los productos derivados de la madera. Definición de las clases de uso. Parte 1: Generalidades", recolle estas clases de uso e clasifícaa e explícaa en cinco niveis.

Antigamente denominábanse como clases de risco. É por iso que nalgúns normativos e en practicamente en todas as publicacións anteriores ao ano de modificación desta norma, sempre se fala de clases de risco e non de clases de uso.

Clase de Uso	Humectación	%H esperado na madeira
1	Permanentemente seco	Máximo de 20 %
2	Humectacións ocasionais	Nalgunha ocasión > 20 %
3	Humectacións frecuentes	Frecuentemente > 20 %
4	Humectacións permanentes	Permanentemente > 20 %
5	Humectacións permanentes	Permanentemente > 20 %
Fonte: UNE-EN 335-1:2007.		

Exemplos visuais de clases de uso



Mani Morcón

Clases de uso 1



Oscar G. Prieto

Clases de uso 2



Laminados Villapal

Clases de uso 3



Oscar G. Prieto

Clases de uso 4



Oscar G. Prieto

Clases de uso 5

Uso da madeira segundo a durabilidade natural

Trátase polo tanto de atopar un equilibrio entre o risco existente no ambiente de uso onde estará colocada a madeira e a durabilidade natural ou adquirida que teña esta madeira.

A durabilidade natural do durame catalógase fronte aos fungos xilófagos de podremia (e se é o caso, fronte os xilófagos mariños), agás que se exprese de xeito específico o contrario, mentres que a durabilidade natural da albura valórase fronte aos insectos xilófagos de ciclo larval.

Na norma "UNE-EN 460:1995 Durabilidad de la madera y de los materiales derivados de la madera. Durabilidad natural de madera maciza. Guía de especificaciones de durabilidad natural de la madera para su utilización según clase de riesgo", especificase para os diferentes elementos degradadores da madeira, as posibles combinacións entre clases de durabilidade e clases de uso. Estas consideracións resúmense na táboa e nos apartados seguintes.

É importante destacar que non é adecuado prever a vida de servizo dunha estrutura unicamente enfocada na súa durabilidade natural. Tamén se pode considerar unha madeira cunha clasificación maior en durabilidade da que en principio era necesario, cando un elemento vexa comprometida a súa seguridade ou por outros aspectos económicos, por exemplo, pezas con finalidade resistente, elementos non sinxelos de substituír, etc.

Durabilidade fronte a fungos xilófagos de podremia

A durabilidade natural fronte a fungos de podremia, avalíase na norma en referencia ao durame. A madeira de durame sería susceptible de ataque de fungos xilófagos de podremia a partir da clase de uso 2. Por debaixo desta, a probabilidade dun ataque é insignificante. Unha especie de madeira de durame, cunha clasificación 1 en durabilidade, tería suficiente resistencia natural fronte a estes organismos xilófagos en calquera clase de uso.

Clase de uso	Clase durabilidade natural fronte a fungos				
	1	2	3	4	5
1	Suficiente	Suficiente	Suficiente	Suficiente	Suficiente
2	Suficiente	Suficiente	Suficiente	Suficiente*	Suficiente*
3	Suficiente	Suficiente	Suficiente*	Recom. tratamento***	Recom. tratamento***
4	Suficiente	Suficiente*	Recom. tratamiento**	Tratamento	Tratamento
5	Suficiente	Recom. tratamiento**	Recom. tratamiento**	Tratamento	Tratamento

- o termo "suficiente" indica durabilidade natural fronte a fungos de podremia óptima para esa clase de uso.
- *durabilidade natural normalmente suficiente, pero na que pode ser necesario un tratamento protector para determinados usos.
- **recoméndase normalmente a aplicación dun tratamento protector, pero para certos usos a durabilidade natural pode ser suficiente
- ***durabilidade natural pode ser suficiente, pero pode ser necesario un tratamento protector segundo a especie e a súa permeabilidade
- NOTA: recoméndase considerar a albura sen tratar de todas as especies como clase non durable 5.

Fonte: UNE-EN 460:1995.

Durabilidade natural fronte a insectos xilófagos de ciclo larval

A durabilidade natural fronte a insectos xilófagos de ciclo larval, avalíase na norma en referencia á albura. Nas condicións de servizo nas que exista un risco significativo de ataque, e que produza unha perda de resistencia inaceptable ou unha degradación visual, as especies clasificadas como “sensibles” na norma antes citada deberán tratarse cun produto protector.

Durabilidade natural fronte a térmitas

A durabilidade natural fronte a térmitas avalíase en referencia ao durame. A albura considérase en todos os casos sensible. En situacións de servizo nas que exista risco significativo de ataque por térmitas só se poderá utilizar sen tratamento a madeira de durame das especies de madeira clasificada como durables (D) ou medianamente durables (M) segundo a norma antes citada. A elección entre unha madeira durable (D) ou medianamente durable (M) depende dos requisitos concretos como son a función final, a vida de servizo esperada e as posibles consecuencias no caso de rotura.

Durabilidade natural fronte a xilófagos mariños

A durabilidade fronte a xilófagos mariños avalíase en referencia a madeira de durame, xa que a albura se considera non durable. A clase de uso na que poden afectar estes axentes xilófagos corresponde a clase 5. Poderán usarse madeiras de durame clasificadas como “durable” sen tratamento e aquelas que se consideran “medianamente durables” baixo determinados criterios. A parte aérea das pezas colocadas nun ambiente salgado poden ser susceptibles de ser atacadas por outros insectos, por exemplo, as térmitas.

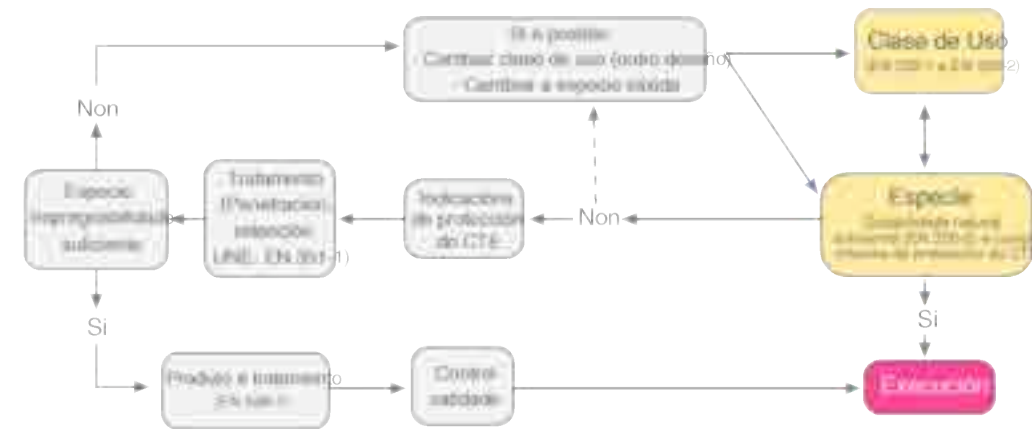


Oscar C. Prieto

Toma de decisións para a elección do tratamento protector

Achégase neste apartado información e indicacións que permitan unha metodoloxía na toma de decisión á hora de empregar madeira maciza dende o punto de vista da súa durabilidade (natural ou adquirida). Un equilibrio entre dous parámetros, a clase de uso determinada adecuadamente, e o nivel apropiado de durabilidade, natural ou adquirida, mediante un preservante. Esta información está baseada principalmente nas indicacións da norma “UNE-EN 335-2:2006 Durabilidad de la madera y de los productos derivados de la madera. Definición de las clases de uso. Parte 2: Aplicación de la madera maciza”.

Nalgúns casos, mediante o deseño constructivo, é posible variar a clase de uso.



O Código Técnico da Edificación recolle unha especificación especial nas obras de rehabilitación nas que se detecten ataques previos por axentes xilófagos. Nestes casos, aplicaráselle como mínimo os novos elementos un tratamento superficial, ou os elementos xa existentes unha protección media para clase de uso 1, unha protección media para clase de uso 2 e unha protección profunda para clase de uso 3 e superiores. As indicacións que recolle esta normativa son as únicas de obrigado cumprimento.

Tratamento da madeira

No caso de que na toma de decisións nos atopemos ante unha situación na que temos que aplicarlle á madeira unha protección para reducir a probabilidade de ser afectada por un axente de deterioro, teremos que elixir un tratamento adecuado. A elección dun produto protector e do método de tratamento está vinculado á profundidade ata a que teña que chegar e a cantidade de protector que deba permanecer no seu interior. Dende o punto de vista da madeira estrutural, existen dous enfoques para abordar este tema.

O enfoque normativo, mediante a norma “UNE-EN 351-1:2007 Durabilidad de la madera y de los productos derivados de la madera. Madera maciza tratada con productos protectores. Parte 1: Clasificación de las penetraciones y retenciones de los productos protectores”, e o enfoque simplificado recollido no Código Técnico da Edificación.

Enfoque normativo

Dende o punto de vista normativo, na norma antes citada, recólle as especificacións para un tratamento de madeira en función da clase de uso e da impregnabilidade da madeira. Este tratamento óptimo defínese por dous parámetros, denominados penetración e retención. A penetración fai referencia á profundidade que debe chegar o produto protector. A retención fai referencia á cantidade de protector que permanece retido no interior da madeira e que asegure unha protección suficiente, segundo os ensaios de eficacia previamente realizados.

Penetración	
Clase	Especificación
NP1	-
NP2	Polo menos 3 mm nas caras laterais da albura
NP3	Polo menos 6 mm nas caras laterais da albura
NP4	Polo menos 25 mm nas caras laterais da albura
NP5	Total na albura
NP6	Total na albura e 6 mm no durame

Fonte: UNE-EN 351-1:2007.

Retención
Figura na norma do produto, no documento nacional de interpretación ou é aplicado polos organismos nacionais de normalización. Especificase polo fabricante para cada produto as súas necesidades segundo a clase de uso.

Fonte: UNE EN 351-1:2008

As especificacións de penetracións recollidas nesta norma dependerán en todo caso da impregnabilidade da madeira en cuestión. Debe admitirse que con determinadas especies de madeira non será nunca posible alcanzar determinados requisitos de penetración, e con algunhas delas, fanse necesarias medidas especiais para alcanzar as penetracións precisa-

das. En base á experiencia, demóstrase que este é o caso para a clasificación NP5 e NP6 coa madeira de píce. A clasificación NP4 aplícase só a madeira en rolo de especies non impregnables. Tamén é importante ter en conta se a especie de madeira permite distinguir entre a albura e o durame.

Enfoque simplificado

O Código Técnico da Edificación, de obrigado cumprimento para estruturas de madeira, especifica que os elementos estruturais deben estar protexidos de acordo á clase de uso á que pertencen, e da forma que se especifica na seguinte táboa resumo.

Clase de Uso	Tipo de protección	Especificacións
1	Ningunha	-
2	Superficial	Penetración* media de 3 mm e mínima de 1 mm
3	Media	Penetración* media maior de 3 mm, sen chegar ao 75% do volume impregnable
4	Profunda	Penetración* media igual ou superior ao 75% do volume impregnable
5	Profunda	Penetración* media igual ou superior ao 75% do volume impregnable

*fai referencia a calquera parte da superficie tratada

Fonte: Documento Básico SE-M Estructuras de Madera (CTE).

O Código Técnico fala só de penetración, e non se menciona a retención de forma directa, aínda que a empresa que realiza o tratamento debe certificar que a cantidade de produto que está no interior da madeira é, como mínimo, o que especifican os resultados dos ensaios de eficacia para cada unha das clases de uso.

Neste código tamén se puntualiza o caso das estruturas de madeira de rehabilitación, posto que naquelas que se detecten ataques previos por axentes xilófagos, aplicarase como mínimo aos novos elementos un tratamento superficial, ou aos elementos existentes unha protección media para clase de uso 1, unha protección media para clase de uso 2 e unha protección profunda para clase de uso 3 e superiores.

No caso de madeira encolada, a súa protección superficial realizarase unha vez a peza estea elaborada. Se o tratamento é en profundidade, realizarase sobre as lamias previamente ao seu encolado.

Os métodos de tratamento máis adecuados para unha protección superficial son o pincelado, pulverizado ou inmersión breve, empregando produtos adecuados en disolvente orgánico ou hidrodispersables (o máis común son os lasures). Os métodos máis adecuados para unha protección media son a inmersión prolongada e os sistemas de baleiro en autoclave, sendo os produtos máis comunmente empregados os de tipo orgánico e as emulsións. Para un tratamento en profundidade necesítase inevitablemente autoclave de baleiro e presión, sendo os produtos empregados as sales hidrosolubles.

5

Control de calidade do tratamento

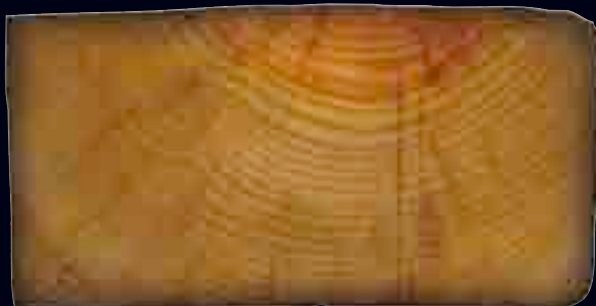
Para asegurar que unha madeira tratada cumpre os requisitos de calidade, é preciso controlar os dous parámetros de penetración e de retención, comprobando estes mediante métodos de análise química. Ademais, débese complementar cun control interno da empresa que realiza o tratamento.

Existen no mercado moitas empresas de tratamento de madeira. Algunhas posúen selos ou certificados de calidade, que avalían o seu procedemento.

No ensaio de penetración compróbanse as especificacións requiridas, distinguindo primeiro a parte de albura da do durame, e despois usando un reactivo que reacciona cun dos compoñentes presentes no sal hidrosoluble, marcando por colorimetría a penetración do mesmo.

A retención do produto faise no laboratorio, mediante unha dixestión da mostra e unha análise por espectroscopía atómica.

Os datos obtidos, son contrastados coas indicacións emitidas pola empresa de tratamento, sobre a base dos ensaios de eficacia para cada produto.



Óscar G. Prieto

6

Axentes xilófagos bióticos de interese en madeira estrutural en Galicia

6.1

Insectos de interese en Galicia

Dos numerosos insectos que poden afectar á madeira, é importante entender que tan só un reducido número deles poden chegar a ter consideracións técnicas ou económicas na madeira estrutural posta en obra en Galicia. É importante distinguir tamén entre os insectos sociais (que afectan á madeira formando unha colonia) e os insectos de ciclo larval, que actúan de forma individual, aínda que o normal é que existan nun mesmo ataque numerosos individuos.

Prácticamente a totalidade dos insectos xilófagos da madeira (tanto sociais como de ciclo larval) posúen un comportamento selectivo fronte á especie de madeira, a súa composición (albura ou durame) e o estado no que se atope a madeira na obra. A madeira posta en obra en Galicia, e moi especialmente a madeira antiga, constituída principalmente por durame de castiñeiro, carballo e outras coníferas, será dificilmente danadas ata a súa consideración estrutural polos insectos xilófagos, xa que carecen de atractivo nutritivo para os mesmos. O límite no contido de humidade da madeira para que se produza o ataque de insectos dependerá para cada especie, facéndose difícil establecer un valor concreto.

Xunto co anterior, tamén hai que mencionar que unha peza de madeira pode manifestar danos antigos, que no momento actual están inactivos. Faise polo tanto necesario detectar en todos os casos se se trata dun ataque activo, ou se polo contrario son danos totalmente inactivos.

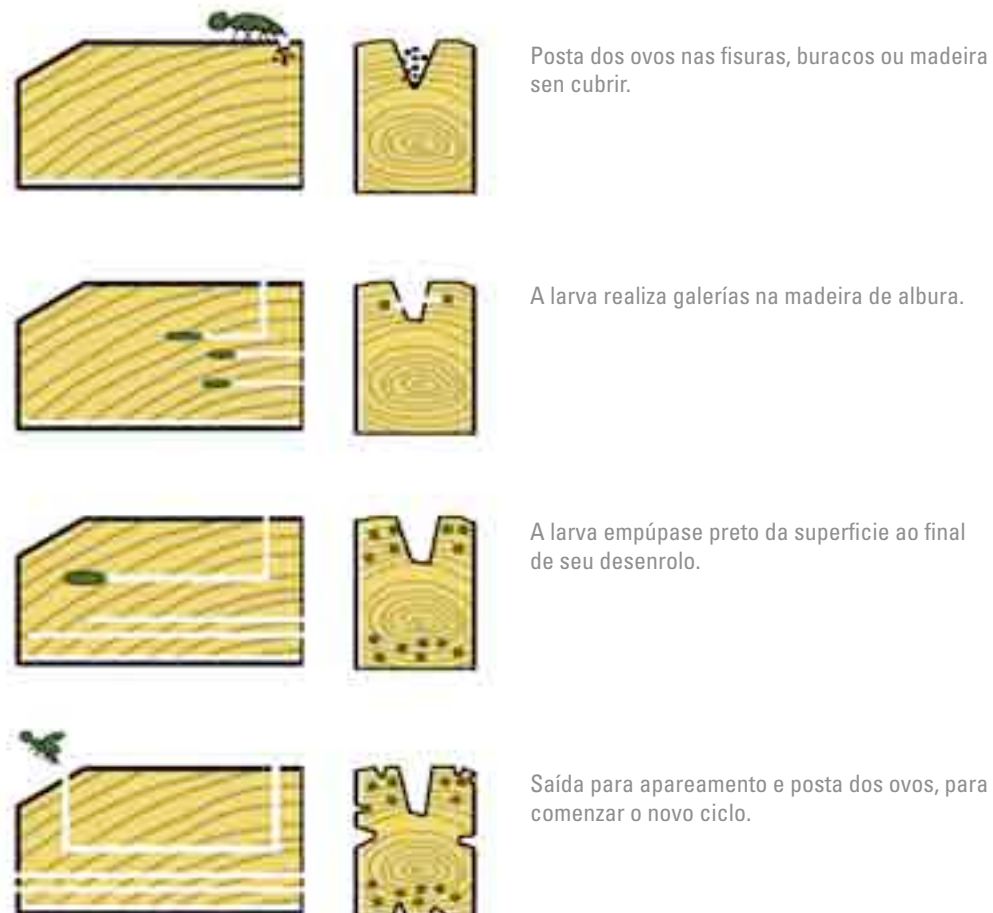
A identificación da especie do insecto xilófago causante do dano soe facerse recoñecendo as características macroscópicas, diferenciábeles para unha única especie. Un elevado número destas marcas de ataque, indicará sempre unha destrución elevada da madeira en cuestión, mentres que polo contrario, poucos síntomas de ataque non teñen porque significar pouco deterioro, xa que este pode permanecer oculto no interior da peza.

Canto máis precisa sexa a determinación e identificación dun insecto, a súa avaliación de danos e a interpretación da súa actividade ou inactividade, máis precisa será a toma de decisións nun futuro. Na maioría dos casos, non soe ser tan sinxela a distinción clara do axente, por iso se fai necesaria a interpretación e consulta dun experto na materia. Tamén é preciso ter en conta que na maioría dos casos, cando son apreciables os síntomas externos dun ataque, xa soe estar moi avanzado internamente.

Un ataque activo soe detectarse pola expulsión dunha mestura de serradura e excrementos a través dos buracos feitos polos insectos. Tamén se pode detectar pola presenza de insectos adultos ou de larvas vivas, pero neste último caso sería preciso desfacer a madeira para encontralas, porque non saen ao exterior.

No tocante aos insectos de ciclo larval, que actúa de forma individual, destacan en Galicia especies como *Anobium punctatum*, o *Xestobium rufobillosum* e o *Hylotrupes bajulus*. Entre os insectos de tipo social que poden afectar á madeira posta en servizo só a térmita ten importancia, e soe estar presentes na maior parte dos nosos cascos históricos.

Ciclo biolóxico dos insectos xilófagos de ciclo larval



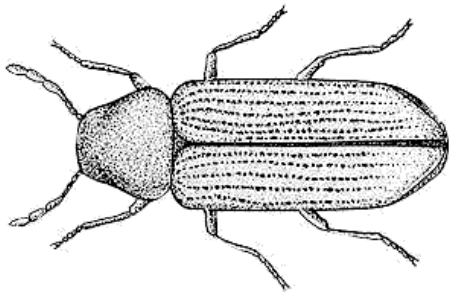
Guía rápida para a identificación dos insectos máis comúns

Buracos de saída:		Tipo de madeira:	Outras características:	Insecto:
Ovais	Ø: ♂ 5-7 mm Ø: ♀ 7-10 mm	Coníferas (piñeiro, abeto, picea)	Galerías con paredes estriadas. Serradura con excrementos pequenos en forma de toneis de 0,8 x 0,5 mm de color amarelo. Galerías ovais.	<i>Hylotrupes bajulus</i>
Circulares	Ø: 1-4 mm	Coníferas ou frondosas (todo tipo de madeiras comúns)	Serradura mesturada con excrementos en forma de grao de arroz. Finamente granuloso. As galerías son de sección circular.	<i>Anobium punctatum</i>
	Ø: 3-4 mm	Frondosas (principalmente de castiñeiro e carballo)	Galerías de sección circular. Serradura granuloso e con tacto areoso, excrementos en forma de leitellos. Exteriormente poden existir poucos orificios, pero o deterioro interno é total.	<i>Xestobium fulvillosum</i>
	Ø: 0,8-1,5 mm	Frondosas (principalmente de castiñeiro e carballo)	Galerías de sección circulares, moi obstruídas con serradura similar ao po de talco.	<i>Lycius brunneus</i>
Sen buracos de saída visibles		Coníferas o frondosas (todo tipo de madeiras comúns)	Madeira fofo, con son a oco. Decoloracións con ondulacións na superficie. Presenza de canais de proxección de barro sobre paredes ou colgancos das vigas. Madeira destruída normalmente con galerías en forma de librño.	<i>Reticulitermes spp.</i>



Anobium punctatum

Recibe os nomes de couza fina ou escaravello dos mobles.



Ciclo Evolutivo

Os insectos adultos aparecen entre os meses de marzo e agosto. O ciclo de vida normal sitúase en torno aos 2-3 anos, aínda que o poden prolongar considerablemente dependendo das condicións de desenvolvemento (ata os 8 anos). O desenvolvemento da larva prodúcese totalmente no interior da madeira.

Morfoloxía

As larvas teñen unha lonxitude de entre 4 e 6 mm, de cor branca e con forma arqueada.

Os insectos adultos miden entre 2,5 e 6 mm. A cabeza presenta un capuchón, formado pola parte superior do tórax, máis estreito que os élitros. Estes, á súa vez, son estriados en lonxitude de forma regular, cunha liña de ocos en forma de pequenos puntos dos que o insecto recibe o seu nome (punctatum).

Ref: woodwormtreatments.co.uk

Madeiras atacadas en Galicia

Os seus ataques concéntranse na madeira de albura das coníferas (piñeiro do país, etc.) e das frondosas (castiñeiro, carballo, etc.) sometidas a humidades lixeiramente altas. Cando se esgota a albura, ou en combinación cos fungos de podremia, pode afectar ao durame. As madeiras tropicais son resistentes.

Normalmente, os ataques na madeira de construción antiga soen carecer de importancia estrutural, xa que se limitan a albura e as vigas principais estaban formadas maioritariamente por madeira de durame. O seu principal impacto económico soe producirse en ataques que afectan a elementos de mobiliario, patrimonio artístico (por exemplo esculturas), etc.

Características prácticas para a súa distinción

Os buracos de saída son circulares e de entre 1 e 2 mm de diámetro. Os restos están formados por unha mestura de serradura e de excrementos. Estes últimos posúen unha forma característica cos seus extremos apuntados recordando a pequenos limóns ou grans de arroz. A serradura é finamente granulosa e de consistencia areosa ao tacto.

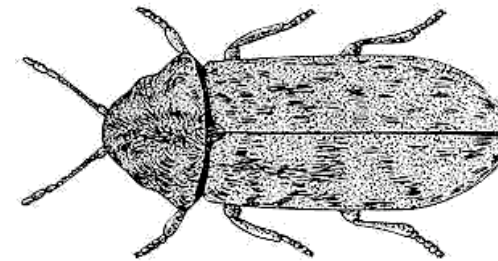
Comentarios

Os seus ataques son raros cando a madeira mantén unha humidade baixa, polo tanto, é común atopalo en madeiras de obra “abandonadas”, en sotos ou plantas baixas ou lugares habitados pero sen calefacción. Non soen atacar a madeira posta ao exterior, exposta ao aire libre e á auga da choiva. É normal encontrar ataques inactivos en tarimas antigas de madeira de piñeiro do país que foron instaladas cun contido de humidade elevado. Nestes casos, o cepillado superficial da tarima deixa ao descuberto as galerías realizadas interiormente polas larvas.

Como xa se comentou, a mingua da resistencia nas estruturas principais da madeira antiga é relativamente rara, ao estar formadas maioritariamente por madeira de durame. Non obstante, en edificios abandonados cun contido de humidade elevado, pode provocar ataques importantes en pezas de pequena escuadra cunha elevada porcentaxe de madeira de albura, provocando en pouco tempo o derrube de falsos teitos, etc. É un insecto fiel ao seu lugar de orixe e posta, volvendo sempre a este para reiniciar o seu ciclo, e é por iso que os ataques se convierten en tan multitudinarios. Canto maior número de buracos, maior deterioro interno da madeira.

Xestobium rufivillosum

É o anóbido de maior tamaño, e recibe os nomes de couza ou “reloxo da morte”.



Ciclo Evolutivo

Os insectos adultos soen aparecer entre os meses de abril e xullo, e a miúdo, móstranse bastante inactivos e difíciles de ollar. O ciclo de vida dos insectos adultos sitúase ao redor de nove semanas.

Morfoloxía

As larvas miden entre 6 e 11 mm, presentan unha cor branca de tipo leitoso e teñen forma arqueada e con abundantes pelos.

Os insectos adultos miden entre 5 e 6 mm. A cabeza presenta un capuchón característico, cunha forma triangular e redondeada nos seus ángulos. A cor dos insectos é marrón escura, aínda que a presenza de guechos de pelos cun

Ref: woodwormtreatments.co.uk



Na imaxe vese un ataque combinado de fungos xilófagos de podremia e un insecto de ciclo larval, o *Xestobium rufovillosum*. A pesar de que a viga de castiñeiro presenta na súa cara exterior poucos buracos de saída de insectos adultos, practicamente toda a parte interna presenta un deterioro importante, véndose seriamente afectada a súa sección resistente. Un tratamento nesta viga sen un reforzo estrutural deixaría moi condicionada a súa capacidade portante.

ton amarelo, dálles un aspecto tipo marfil.

Madeiras atacadas en Galicia

Os seus ataques máis habituais concéntranse na madeira de frondosas de grandes dimensións postas en obra (principalmente nos testeiros das vigas de castiñeiro e de carballo), e atacadas previamente por fungos xilófagos de podremia. As coníferas non soen ser afectadas por este tipo de insecto.

Características prácticas para a súa distinción

Os buracos de saída son circulares e cun diámetro comprendido entre 3 e 4 mm. Aínda que exteriormente existan poucos buracos, o deterioro interior pode chegar a ser moi importante e afectar á madeira de durame.

O detrito está formado por una mestura de serradura e excrementos de consistencia areosa ao tacto. Os excrementos posúen unha forma característica que recorda a unha lentella.

Comentarios

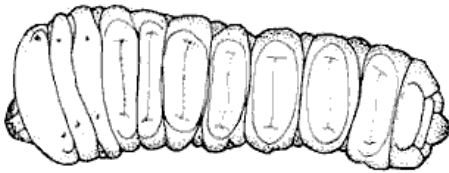
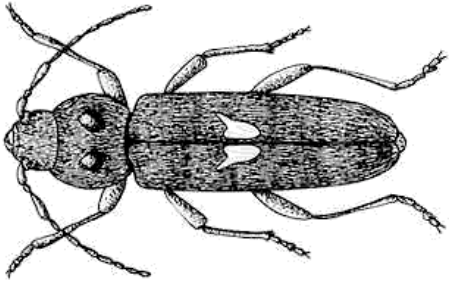
O nome de "reloxo da morte", débese ao costume dos insectos adultos de producir, durante a época de apareamento, unha serie de golpes coa cabeza sobre a superficie da madeira, que despois dunha breve pausa volven repetir. Dise que estes estraños sons escoitados durante o silencio da noite inquietaban ás persoas que os escoitaban e que descoñecían a súa orixe, sendo interpretados por algúns enfermos como un aviso premonitorio que orixinou o nome de reloxo da morte.

En Galicia, é habitual atopar ataques nas zonas de encaixamento das cabezas das vigas de castiñeiro e carballo que presentan escasa ventilación e un contido de humidade elevado. Os seus ataques están asociados á presenza de fungos xilófagos de podremia e poden, polo tanto, afectar tamén á madeira de durame.

A posibilidade que teñen estes insectos de aparearse e realizar a posta no interior da madeira, en combinación cos seus extensos ciclos de vida, fai que poida atoparse madeira totalmente atacada con moi poucos orificios de saída en comparación co número de galerías presentes no interior. Neste caso, un reducido número de orificios de saída non ten por que corresponderse cunha baixa intensidade de ataque, xa que a verdadeira magnitude deste pode permanecer oculto.

Hylotrupes bajulus

Recibe o nome de couza grande.



Ciclo Evolutivo

Os insectos adultos aparecen, normalmente, entre os meses de xuño e agosto e viven entre 2 e 3 semanas. O ciclo evolutivo comprende normalmente entre 3 e 6 anos.

Morfoloxía

As larvas teñen unha lonxitude de entre 20 e 30 mm, dependendo do seu estado de desenvolvemento. A súa cor é branca marfil e presentan unha forma característica coa súa cabeza máis ancha que a parte final do abdome e con presenza de ocelos pigmentados.

Ref: woodwormtreatments.co.uk

A lonxitude dos machos adultos é de entre 8 e 15 mm. As femias presentan unha lonxitude maior, comprendida entre 10 e 25 mm. A forma do corpo é aplanada. Cor moura ou marrón segundo as variedades. O protórax redondeado, máis ancho que longo, con presenza de dous tubérculos, con dúas protuberancias ben definidas dispostas en forma lonxitudinal.

Élitros rugosos, adornados con dúas bandas pubescentes transversais máis ou menos continuas onde se distinguen catro manchas. Estas manchas son sempre típicas, pequenas e de cor branca e agrisada.

Presentan unhas antenas características dos cerambícidos, longas e curvadas, máis curtas que o corpo e máis reducidas na femia que no macho.

Madeiras atacadas en Galicia

Normalmente, os seus ataques concéntranse sobre a madeira de construción das coníferas (piñeiro, abeto, etc.) e limitáanse á madeira da albura.

Características prácticas para a súa distinción

Os buracos de saída son moi característicos ao presentar unha forma ovalada (no lugar de circular) de entre 3 e 7 mm. As galerías son tamén de sección oval e coas súas paredes estriadas e están cheas dunha mestura de serradura e excrementos de consistencia areosa ao tacto. Os excrementos teñen unha cor amarela cunha forma de pequenos toneis cunha sección media de 0,8 x 0,5 mm.

Comentarios

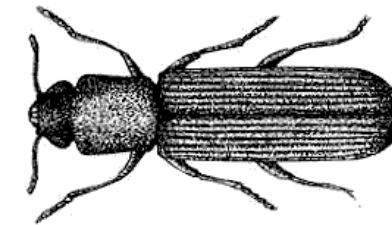
O seu risco de ataque diminúe coa idade da madeira, polo que en edificios antigos non é habitual atopar ataques activos en elementos estruturais elaboradas con madeira de conífera e que conteñen albura.

O seu equivalente máis habitual na madeira de frondosas é outra especie de cerambícidos denominado *Hesperophanes cinereus*. Neste caso, o ataque é moi similar, centrándose na madeira de albura das frondosas e presentando unhas galerías de saída, tamén ovais, e de diámetro algo maior ás do couza grande (12 mm).

Lyctus brunneus

Recibe os nomes de traza, traza fina ou marrón ou traza do parqué.

Ciclo Evolutivo



Unha xeración necesita en condicións óptimas, entre 8 e 12 meses para realizar todo o seu ciclo evolutivo. É un insecto que realiza a súa posta na mesma madeira da que saíu, o que unido á rapidez do seu ciclo evolutivo fai que a aparición dos seus ataques sexa moi rápida e intensa.

Morfoloxía

As larvas miden entre 5 e 7 mm, dependendo do estado de desenvolvemento, de cor esbrancuxada.

Os insectos adultos miden normalmente entre 3 e 6 mm de longo. Son de forma alongada e estreita, cunha cor de marrón avermellada a marrón escura. Os élitros están recubertos por pelos irregularmente distribuídos.



Ref: woodwormtreatments.co.uk

Madeiras atacadas en Galicia

Os seus ataques concéntranse na madeira de albura de frondosas boreais e tropicais que conteñan grandes vasos (onde a femia realiza a posta dos ovos) e sexan ricas en amidón, por exemplo carballo, freixo, limba, etc. As coníferas non son atacadas.

Características prácticas para a súa distinción

Os buracos de saída son circulares e cun diámetro comprendido entre 1 e 2 mm. As galerías son de sección circular e aparecen obstruídas con serradura de consistencia moi suave, recordando a dos pos de talco.

Comentarios

Non é un insecto directamente vinculado coa madeira antiga xa que non adoita atacar elementos estruturais, e sempre que se atopan, adoitan ser inactivos.

Non obstante, debe considerarse a posibilidade de que se produzan infeccións por este insecto nos novos elementos de madeira que se poidan achegar durante unha rehabilitación e, en especial, nos pavimentos de carballo ou certas madeiras tropicais que conteñan albura. Nestes casos, é habitual que o ataque se orixine por empregar madeira para os listóns infestada previamente.

Existe outra especie moi similar denominada *Lyctus linearis*.

Reticulitermes grassei

Recibe os nomes de térmites ou térmites subterráneas.

Ciclo Evolutivo

As térmites son insectos sociais, é dicir forman grandes colonias compostas por individuos pertencentes a distintas castas, como son as obreiras, os soldados, diversos tipos de reproductoras, etc. A especie de térmite presente en Galicia é unha térmite subterránea polo que o niño principal da colonia está sempre no chan.

Morfoloxía

Nun ataque activo a un elemento de madeira, as principais castas deste insecto que adoitan atoparse son as térmites obreiras e as térmites soldado. As obreiras son as encargadas da alimentación da colonia e as soldado da súa defensa.

Ambas as dúas miden entre 3 e 5 mm e presentan un aspecto esbrancuxado. As térmites soldado poden distinguirse a simple vista ao presentar unhas mandíbulas moito máis desenvolvidas que as das térmites obreiras. Poden distinguirse con facilidade das formigas comúns xa que non presentan o estreitamento no abdome que caracteriza a estas últimas.

Madeiras atacadas en Galicia

Pode atacar a maior parte das especies de madeira existentes en edificios antigos de Galicia (coníferas, castiñeiro, carballo, eucalipto, etc.). Na maior parte dos casos, o seu ataque aparece claramente vinculado a contidos de humidade elevados producidos por infiltracións de auga líquida a través da cuberta, apoios das cabezas das vigas nos muros, extremo inferior dos cercos de portas, ventás, etc. É frecuente que o ataque se deteña ao diminuír a achega de humidade, así por exemplo, a cabeza dunha viga que recibe humidade a través dun muro pode estar moi atacada e, non obstante, deterse o ataque a unha curta distancia da zona do apoio onde ese aporte de humidade xa non ten influencia.

Características prácticas para a súa distinción

A especie de térmite presente en Galicia é subterránea e evita o contacto directo coa luz.

Por este motivo, os seus ataques non son doadamente recoñecibles ao producirse no interior da madeira onde abren galerías na dirección da fibra pero deixando sempre unha lámina intacta de madeira no exterior da peza. Cando se atopa un elemento atacado, as galerías que forman son moi particulares cun aspecto de "libriño" característico que as diferencia de calquera outro xilófago. En ocasións, sobre superficies de madeira vernizada ou pintada, poden apreciarse ondulacións e/ou descoloracións sintomáticas dun ataque interno.

Para desprazarse empregan as denominadas canles térmiticas, dentro dos cales poden manter as condicións de humidade e escuridade que precisan. Estas canles poden ser doadamente recoñecibles como pequenos tubos de barro que adoitan aparecer sobre as paredes ou colgando das vigas de madeira, en ocasións formando pequenas estalactitas.

Outro síntoma característico da presenza de térmites é o fenómeno coñecido como enxamear. Unha saída masiva de térmites aladas que adoita producirse entre os meses de abril e maio, co obxectivo de formar unha nova colonia. A forma alada das térmites (único momento do ciclo da colonia na que adoptan unha forma que lles permita soportar a insolación directa) é doadamente diferenciable das formigas aladas xa que as 4 ás das térmites son iguais en forma e tamaño, o que non acontece no caso das formigas.

Comentarios

Dada a presenza habitual de térmites na maior parte dos cascos históricos galegos é importante confirmar os posibles síntomas da súa presenza nun edificio antigo con elementos de madeira. Tanto cando se trata dun ataque antigo como dun activo, debe acudirse a un especialista que confirme a importancia do posible ataque e propoña as medidas preventivas e/ou curativas necesarias.



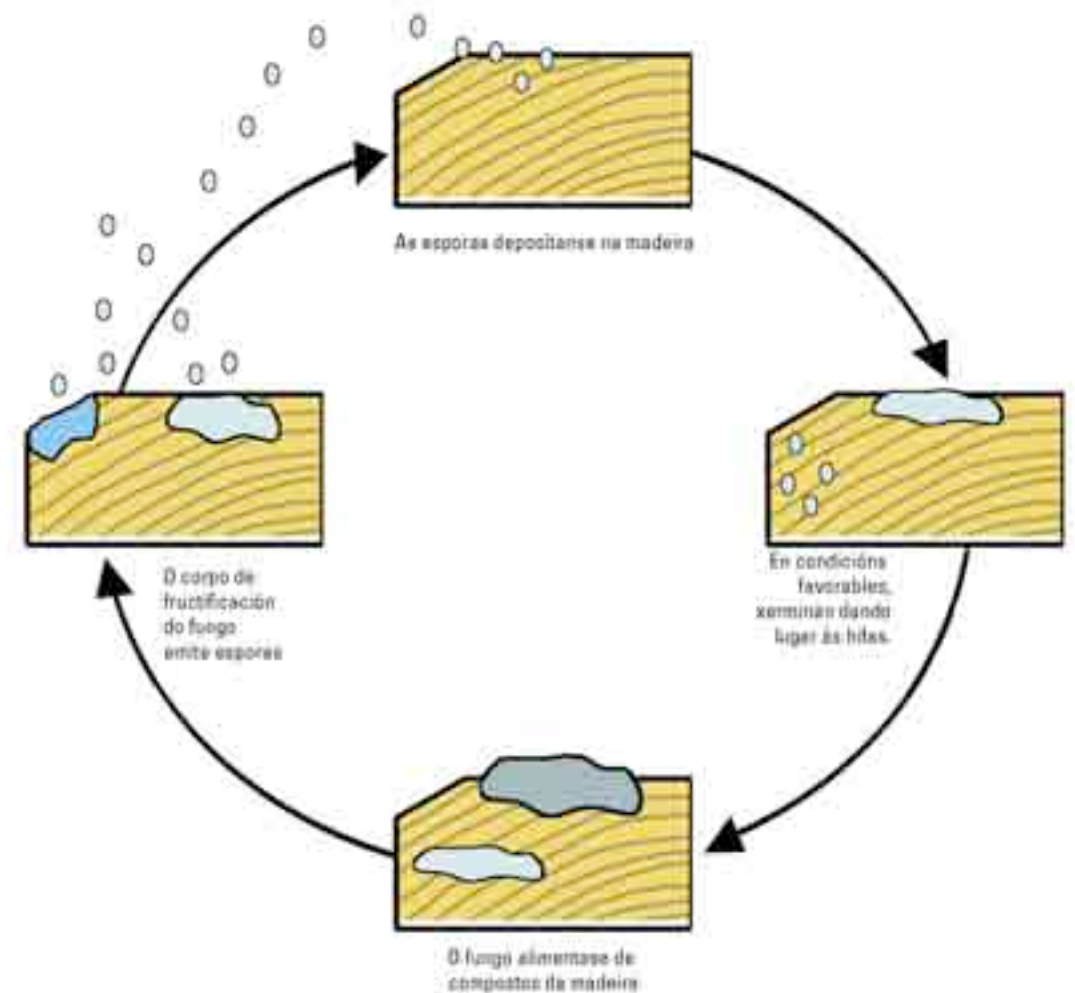
Na imaxe ampliada vense varias obreiras de térmites así como a estrutura típica feita na madeira atacada. A cor das obreiras e branquecina coas mandíbulas claramente destacadas.

Mami Moreán

Fungos xilófagos de interese en Galicia

Os fungos forman unha parte importante dos ciclos naturais. Existen numerosas especies que son capaces de degradar os compostos químicos da madeira: celulosa, hemicelulosa e lignina.

En Galicia, e dende o punto de vista da madeira colocada en obra, existen numerosas especies que deterioran dunha ou outra forma a madeira. No contesto desta guía, non se considera tan importante distinguir o tipo de fungo (tarefa difícil e normalmente dun especialista), se non saber da existencia ou non deste dano e as medidas a tomar. É importante ter en conta que tamén existen os mofos ou os fungos cromóxenos que non teñen consideración de tipo técnico, senón máis ben estético.



Na madeira estrutural posta en obra en Galicia, poden atoparse principalmente os fungos xilófagos de podremia parda ou cúbica, en menor medida os fungos de podremia branca ou fibrosa, e moi rara vez os fungos de podremia branda.

A podremia parda caracterízase porque as especies de fungos causan degradación principalmente na celulosa, adquirindo a madeira afectada unha tonalidade marrón escura e deteriorándoa nunha forma típica de cubos. Na maioría dos casos trátase das especies de *Serpula lacrymans* e *Coniophora cerebella*.

A podremia branca caracterízase porque os fungos que a producen degradan principalmente a lignina, adquirindo a madeira afectada unha tonalidade esbrancuxada e cun aspecto fibroso. Existen numerosas especies difíciles de distinguir dunha forma sinxela.

A podremia branda son fungos que atacan principalmente á celulosa da parede secundaria da célula. Necesita unhas condicións ambientais moi húmidas e a madeira frecuentemente está empapada de auga, por este motivo non é tan común en madeira de edificación, aínda que si en madeira en contacto directo co chan, por exemplo postes, maceteiros, etc.

A fisioloxía dos fungos require indispensablemente da presenza de humidade na madeira, ademais dun ambiente con exceso de osíxeno, lixeiramente cálido, húmido e sen demasiada aireación. Como regra xeral, na nosa madeira colocada en obra, existe dano de ataque de fungo sempre que se supere o 20-22 % de humidade na madeira. Para chegar a este valor e superalo, é necesario unha achega de humidade á madeira mediante auga líquida ou un ambiente moi húmido.

Unha peza de madeira colocada en obra, especialmente cando se trata dunha obra de edificios non habitados, sen calefacción, abandonados, etc. que reciba unha achega de humidade, cumprirá doadamente todos os outros condicionantes ambientais e pode sufrir unha deterioración por fungos. Isto é moi habitual nos puntos críticos como son os encontros das vigas cos muros, onde é sinxelo que se produza unha achega excesiva de humidade, axudada dunha carencia normalmente de aireación.

É polo tanto doado entender, que cando se evita a achega de humidade á madeira por auga da chuvia, por canalizacións defectuosas, por condensacións, etc., e se favorece a súa ventilación, as condicións de aparición de dano por fungo de podremia redúcense practicamente na súa totalidade. Asegurar un contido de humidade na madeira inferior ao 20-22 % continúa sendo a forma máis efectiva e sinxela de evitar un ataque por fungos de podremia nos elementos estruturais de madeira posta en obra.

Guía rápida para distinguir os tipos de podremia: Test dos dedos

Podremia parda ou cúbica

Características: Madeira quebradiza, ao estrullala entre os dedos queda similar a fariña fina de cor marrón. Presenza de roturas na zona afectada en formas de cubos.



Óscar G. Prieto.

Podremia branca ou fibrosa

Características: Madeira con moi pouco peso, ao estrullala entre os dedos quedan como fibras de cor branquecina claro.



Óscar G. Prieto.

Serpula lacrimans

É un fungo xilófago de madeira do tipo de podremia parda, moi común en edificios antigos onde a madeira recibe achegas de humidade extraordinarias.

Características

O micelio é esbrancuxado, con estrutura semellante á do algodón. Pode posuír un tronco de micelio de ata varios metros de longo. En estado desenvolvido presenta unha cor de gris prateada a marrón.

O corpo de frutificación posúe consistencia carnosa, viscosa e espesa. A forma normal que se presenta nas superficies planas é redonda ou elíptica, co borde do seu crecemento en cor clara.

Condicións de desenvolvemento

Temperatura óptima ou ideal ao redor de 18 a 22 °C. A humidade da madeira óptima establécese entre o 30 ao 50 %. É un fungo xilófago de podremia sensible ás altas temperaturas, inhibindo o seu desenvolvemento a partir de 29 °C.

Madeiras afectadas en Galicia

Tanto coníferas como frondosas empregadas en obras de Galicia. Tamén pode desenvolverse en material mineral dos muros de carga, aínda que estes non os pode destruír.

Aparición

Principalmente en edificacións antigas, naquelas zonas con problemas de aireación, sotos con fortes humidades e plantas baixas.

Comentarios

Normalmente a madeira afectada limitase á zona con achega de humidade. Canto maior sexa esta, maior extensión de ataque. Para valorar a influencia dun ataque na capacidade portante dun elemento estrutural, convén contactar cunha persoa especializada para facer unha diagnose correcta.

En ocasións faise necesario sanear a parte atacada (se xa non ten capacidade portante) e facer os reforzos ou incluso formular a substitución do elemento afectado. Existen tratamentos funxicidas que teñen sentido só cando a madeira segue conservando a súa capacidade portante ou ben cando o elemento posúe un valor artístico ou histórico que xustifique a súa conservación.

Coniophora cerebella

É un fungo xilófago do tipo de podremia parda. Xunto co *Serpula lacrimans*, é un dos fungos máis comunmente atopados nas edificacións.

Características

O micelio nun primeiro momento é de cor máis esbrancuxada, pero a medida que envellece tórnase nunha cor marrón moi escura. O corpo de frutificación é de cor marrón amarela e a súa pel ten forma de codia. A zona de desenvolvemento do corpo de frutificación é de cor amarela esbrancuxada ata amarela.

Condicións de desenvolvemento

A temperatura óptima ou ideal establécese de 22 a 26 °C. A humidade da madeira óptima sitúase ao redor de 50 ó 60 %.

Madeiras atacadas

Destrúe principalmente a celulosa tanto das coníferas como das frondosas máis comunmente empregadas nas obras de Galicia.

Aparición

En edificacións antigas e novas, tanto en zonas de sotos como en baixo cubertas, pero sempre nas zonas con problemas claros de aireación e achegas de humidades.

Comentarios

Xunto co *Serpula lacrimans*, é o fungo xilófago de podremia máis comunmente estendido nos edificios. Sempre necesita achega de humidade. Xeralmente é preciso sanear a parte atacada (se xa non ten capacidade portante) e reforzar. Tamén existen tratamentos funxicidas curativos aplicados necesariamente por empresas especializadas.



Oscar G. Prieto

Inspección e diagnoses

Dada a diversidade de tipoloxías construtivas existentes, é difícil establecer un protocolo único de inspección. A pauta xeral para inspeccionar o estado patolóxico dunha estrutura de madeira nun edificio, pódese resumir no seguinte;

- **Recompilación da información:** e preciso recompilar toda a información dispoñible sobre a estrutura a examinar, por exemplo, os planos, antigüidade, especie de madeira, modificacións sufridas (engadidos ou substitucións), actuacións previas realizadas, etc.

- **Inspección exterior da obra:** busca de indicios de posibles degradacións. Posibles achegas de auga, localización de zonas con risco, fendas, deformacións nas cubertas, manchas de humidade na fachada, canalizacións de auga, etc.

- **Inspección da estrutura de madeira ou dos elementos de madeira:** localización de danos, puntos críticos dos elementos, achegas de auga internas, actividade ou inactividade do ataque, indicios de ataques (micelios de fungos de podremia, corpos de frutificación, orificios de saída de insectos, serradura, etc.).

- **Avaliación mediante técnicas non destrutivas do estado da madeira:** estas técnicas complementan as inspeccións anteriores. Técnicas como son o emprego do punzón, a determinación da humidade da madeira mediante xilohigrómetro, os aparellos de avaliación non destrutiva da madeira, etc.

As variables que entran en xogo son múltiples e complexas, e polo xeral, facer unha boa diagnose do estado patolóxico dunha estrutura require contar cunha intervención dun experto. Unha vez realizada a inspección compre recoller os resultados da mesma nun informe. Este informe, elaborado por persoal cualificado, deberá contemplar todas as especificacións referentes o estado patolóxico da estrutura, e será complementado na maioría dos casos por un estudo con indicacións da capacidade portante actual.

Contido de humidade da madeira

Como xa se comentou anteriormente, unha das propiedades da madeira con maior importancia na súa relación cos axentes xilófagos de orixe biótica, especialmente cos fungos xilófagos de podremia, é o contido de humidade da madeira.

A madeira é un material higroscópico, é dicir, interactúa equilibrándose co medio que o rodea segundo sexa a humidade relativa e a temperatura ambiental do aire. Despois dun período de aclimatación, alcanzaría a denominada Humidade de Equilibrio Higroscópico (HEH), pero para isto ten que variar as súas dimensións. Isto é importante telo en conta, xa que pode afectar de forma seria as resolucións con madeira, especialmente nas unións.

Humidade relativa do aire %	Valor correspondente de HEH (%)				
80 %	16,4	16,2	16,0	15,7	15,4
75 %	14,8	14,6	14,4	14,2	13,9
70 %	13,4	13,3	13,1	12,9	12,6
65 %	12,3	12,1	12,0	11,7	11,5
60 %	11,2	11,1	11,0	10,8	10,5
55 %	10,3	10,2	10,1	9,9	9,7
50 %	9,5	9,4	9,2	9,1	8,9
45 %	8,7	8,6	8,5	8,3	8,1
40 %	7,9	7,8	7,7	7,6	7,4
35 %	7,1	7,0	6,9	6,8	6,7
30 %	6,3	6,2	6,2	6,1	5,9
25 %	5,5	5,4	5,4	5,3	5,1
Temperatura °C	10°	15°	21°	26°	32°

Fonte: "Pavimentos de madera". Gonzalo Medina (1997)

Dende o punto de vista da patoloxía e da protección, o aumento de humidade favorece a actuación de organismos xilófagos, en concreto os fungos xilófagos de podremia.

Para a proliferación dos fungos xilófagos de podremia é necesario unha humidade alta na madeira. Na maioría dos casos esta humidade alta está asociada a achegas de auga líquida.

Por iso é moi común que na madeira posta en obra, cunhas condicións "secas" durante toda a súa vida de servizo, e sen achegas de auga líquida, nunca alcanzará realmente esta humidade óptima.

As referencias establecen un límite do 20-22 % en contido de humidade na madeira a partir do cal prodúcese unha situación favorable para o desenrolo destes fungos xilófagos. Sempre que existan achegas de auga, que adoita coincidir na madeira estrutural cos apoios das pezas por entradas de auga de chuvia, por canalizacións rotas, etc., ou en condicións extremas de humidade relativa, como por exemplo nun soto no que se produce fenómenos de condensación, xurdirán condicións óptimas para o desenrolo dos fungos.

Medición da humidade

O contido de humidade da madeira defínese como a cantidade de auga (en masa) que posúe con respecto ao seu peso anhidro, expresada en tanto por cento. Na madeira antiga colocada en obra dende hai moitos anos, o seu contido de humidade foise reducindo a través do secado co aire. O seu contido de humidade actual nunhas condicións normais será de entre un 18 e un 12%.

Existen dúas formas normalizadas de medir o contido de humidade da madeira. A primeira forma é polo denominado "método de estufa", consistente na toma dunha mostra de madeira para secala, e a outra forma baséase na condutividade eléctrica, mediante aparellos denominados "xilohigrómetros".

A forma de determinar a humidade polo método de estufa está definido na norma "UNE-EN 13183-1:2004 Contenido de humedad de una pieza de madera aserrada. Parte 1: Determinación por el método de secado en estufa". Consiste en obter unhas mostras da madeira, pesalas nunha balanza cunha precisión de $\pm 0,01$ g para obter o peso húmido (P_h) e introducilas nunha estufa a 103 ± 2 °C, ata que consigan un peso constante, que coincide co seu peso anhidro (P_0).

$$\text{Humidade (\%)} = \frac{P_h - P_0}{P_0} \times 100$$

Este método, que é o máis preciso, require poder obter mostras da madeira a analizar e dispoñer do instrumental de laboratorio preciso, que non é sempre posible.

Outra técnica alternativa para determinar o contido de humidade consiste no uso do xilohigrómetro, segundo a metodoloxía contemplada na norma "UNE-EN 13183-2:2002 Contenido de humedad de una pieza de madera aserrada. Parte 2: Estimación por el método de la resistencia eléctrica". O seu fundamento de medida baséase na condutividade eléctrica mantida entre dous electrodos cravados na madeira e permite determinar o contido de humidade de forma rápida e sen destruír a peza a medir. Estes aparatos miden contidos de humidade da madeira entre valores de 7 % ata máximos de 30 %. Fóra destes rangos non teñen precisión, se ben, nunha peza inspeccionada que supere ese valor de humidade, estanos indicando achega de auga líquida e que existe risco de ataque de fungos e térmites.



Oscar G. Prieto

Avaliación das patoloxías con métodos non destructivos

Na actualidade existen numerosos equipos de axuda para que os expertos en patoloxía tenten avaliar, en moitos casos de forma cuantitativa, o estado de degradación dunha madeira. Como a casuística é tan grande e a combinación dos factores varía, sempre será preciso a interpretación dos resultados por persoal cualificado, non emitindo estes aparellos por si mesmos unha diagnose ou veredicto sobre o estado patolóxico.

Evidencias externas dun ataque inicial, ou avanzado, no interior dunha madeira non son sempre doadas de detectar. Romper ou quebrar a superficie da madeira para intentar atopar un ataque, é en moitos casos imposible ou chega a ser demasiado arriscado.

Os métodos de exploración non destructivos da madeira son importantes á hora de detectar, e mesmo á hora de tomar decisións fronte ao posible dano dun organismo xilófago.

Dende sempre se usaron métodos non destructivos de avaliación, por exemplo, o método do golpeo co martelo e o método do punzón. Aínda hoxe en día se empregan de forma moi eficiente.

Como en case todos os campos, a tecnoloxía avanza rápida no desenvolvemento de equipos máis sofisticados, como son os resitógrafos, os detectores de son, os detectores de movemento, os detectores de CO₂, a tomografía, os detectores de calor, etc.

Determinación da actividade das térmites mediante o emprego dun detector de movemento.





Azahara Solián

7.2.1

Avaliación non destrutiva mediante o método do resitógrafo

O resistógrafo é un equipo que consiste basicamente nunha trade que empurra unha vara especial a través da madeira, controlando o nivel de resistencia que esta ofrece ao seu paso, a través da variación de potencia de enerxía consumida. Existen diferentes modelos no mercado, usando todos o mesmo principio. Este tipo de aparellos posúen total autonomía e son manexables para poderse adaptar ás múltiples situacións que se poden dar nunha inspección.

A vara que empregan é de aceiro altamente resistente, lisa e sen presenza de frautas, cun diámetro de non máis de 1,5 mm. No seu extremo posúe algún tipo de fresa adaptada á madeira, que facilita a súa perforación, tendo esta unha dimensión por debaixo dos 3 mm. Os longos da vara varían segundo os modelos.

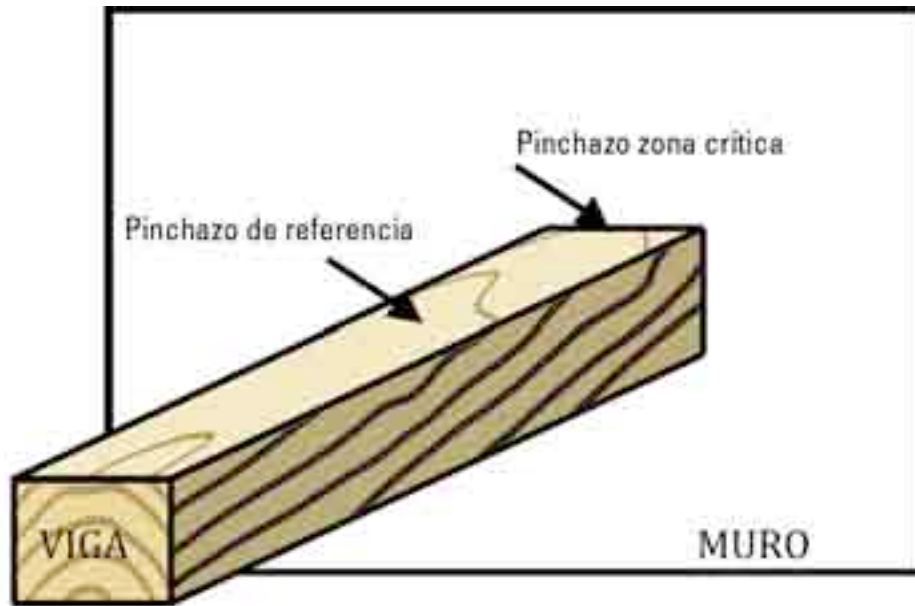


Óscar G. Prieto

As súas utilizacións son variadas, dende o exame e avaliación en árbores en pé ou en pólas (pola seguridade na vía pública) ata nos postes telegráficos ou na avaliación de madeira posta en obra.

Aplicados ao campo da patoloxía da madeira estrutural, o resistógrafo presenta varias vantaxes como son a posibilidade de acceder a partes ocultas da estrutura (apoiros das vigas, falsos teitos, etc.) e a de analizar o estado do interior do elemento de madeira de grandes dimensións.

Outra vantaxe importante é que a través das gráficas obtidas, permite unha primeira interpretación dos resultados ao pé da obra, e coñecer a sección residual da peza, para os seus efectos no cálculo.



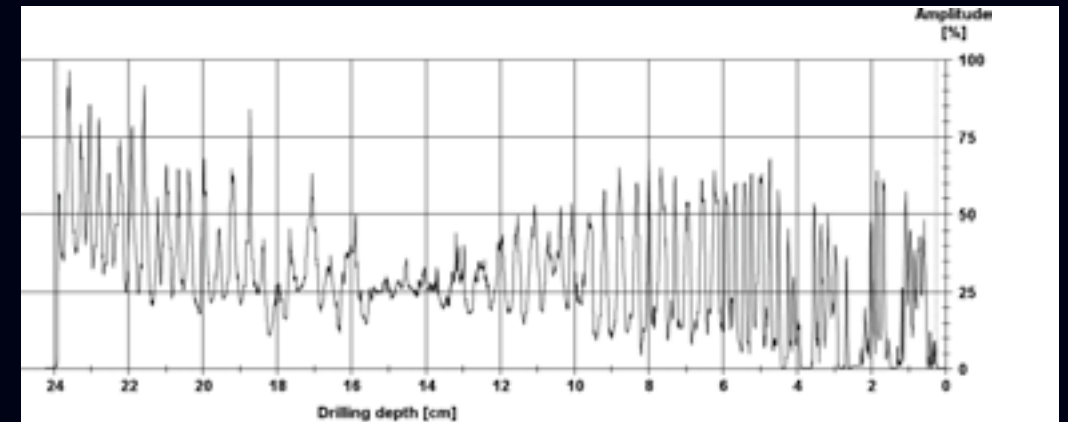
A metodoloxía de toma de datos e sinxela. Aplícase unha trade nunha zona san, e despois nunha zona crítica onde se sospeite que exista o dano. As diferencias existentes na resistencia que ofrece a madeira ao avance da trade, permiten detectar nos perfíles obtidos os danos internos existentes.

A correcta interpretación das gráficas obtidas require da experiencia dun experto, para non confundir, por exemplo, unha caída de resistencia debido a presenza dunha fenda interna cun ataque patolóxico.

Así mesmo, un experto pode chegar a relacionar os perfíles obtidos cos síntomas característicos dos ataques dos distintos xilófagos (galerías de insectos de ciclo larval, degradacións



Manuel C. Touza



No exemplo da fotografía, o perfil do resistógrafo, permite detectar as galerías correspondentes a un ataque de couza fina (*Anobium punctatum*), limitado a zona de albura dunha viga antiga de piñeiro tea. Neste caso o deterioro afecta a unha zona de 4-5 cm, nunha viga cun canto de 24 cm.

Tratamento

Cando sexa necesario diminuír o risco de que unha madeira poda sufrir un deterioro, ou para solucionar un deterioro xa existente, é necesario a toma dunha serie de medidas. Estas medidas pódense agrupar en dous bloques; por unha banda, as medidas preventivas cando aínda o material non está degradado, e pola outra banda, as medidas curativas cando o material está xa atacado.

Dentro das primeiras, as de tipo preventivo, existen dúas que ata non hai moito, eran as únicas que realmente se empregaban, e que aínda hoxe é necesario telas en conta, como é a elección da especie de madeira axeitada, e a elección dun deseño acorde coas necesidades de protección. Posteriormente, co desenvolvemento da tecnoloxía e dos produtos químicos, xurdiu un abanico de posibilidades de tratamentos mediante substancias químicas que achegan unha protección preventiva.

Dentro das segundas medidas, as de carácter curativo, pódense resumir nas medidas de tipo químico, con tratamento con produtos químicos, e as de carácter estrutural (substituír ou reforzar un elemento danado). En todos estes casos, faise necesaria a eliminación de todo risco que poida facer aparecer de novo o motivo de degradación, por exemplo, se existe unha chegada de humidade.

Como xa se mencionou, é importante identificar ben o tipo de dano e as súas consecuencias, para planificar unhas medidas finais correctas. Tamén é preciso ter en conta o organismo xilófago que está en xogo. Neste punto, merece unha mención especial as térmites, xa que o feito de que o niño da colonia está no chan e sexa sempre subterráneo, un contraataque moi localizado e puntual soamente no lugar onde se atopen non tería efecto na colonia orixinal, producíndose con case toda probabilidade un desprazamento a outras zonas. Estas situacións danse por exemplo en edificios en altura nos que realizar un tratamento localizado nunha planta alta carecería de efectividade porque non garante que a actividade non continúe nas plantas baixas.

As técnicas e as substancias de tratamento están en constante desenvolvemento, avanzando a medida que avanza a tecnoloxía. Nesta guía menciónanse dúas técnicas por seren as máis usadas e as máis efectivas a día de hoxe, aínda que cada caso en concreto precisa da súas consideracións.

Tratamentos de inxección en profundidade

Trátase da medida curativa máis habitual para tratar elementos estruturais de madeira que sofren ataques de organismos xilófagos.

Antes debe de procederse o saneado das pezas degradadas, limpando a súa superficie, ata descubrir a madeira san, realizando todas aquelas medidas constructivas que poidan contribuir a eliminar os riscos no futuro (evitar apoio directo das vigas sobre o muro e favorecer a súa ventilación, saneando as posibles infiltracións de humidade, etc.)



Este tratamento pretende esvaer no interior dunha peza de madeira o produto protector. Para isto, realízanse uns buracos na peza a tratar e aplícase o produto protector mediante unha válvula anti-retorno e un sistema de presión mediante unha bomba especial. As válvulas permanecen ocultas na madeira e posúen unha tapa, podendo ser empregadas para outras aplicacións futuras de produto.



Manti Meretón

Normalmente, os buracos fanse ao tresbolillo na cara da peza, ou ben alienados sobre o canto da viga, buscando esvaer e penetrar en profundidade. Recoméndase facelos a 2/3 da profundidade da peza.

En pezas de grande escuadra (con grosos superiores aos 200 mm ou perímetros maiores de 800 mm) as inxeccións realízanse normalmente ao tresbolillo e sobre as dúas caras da pezas. Así mesmo, no caso de tratar pezas de madeira laminada encolada, debe considerarse que os planos encolados impiden o movemento do produto protector a través destes. É conveniente facer os buracos de maneira que se logre a maior profundidade e eficacia de difusión de produto, por exemplo, tocando dúas lamias consecutivas. A dose empregada de produto estará indicada nas especificacións deste.

Aínda que o procedemento é moi similar en todos os casos, as decisións a tomar dependerán do tipo e alcance das patoloxías existentes e tamén do tipo de madeira a tratar, por exemplo, se ten impregnabilidade ou non. Debe polo tanto consultarse un experto, e dende logo, non obviar nesta fase, comprobar se os elementos estruturais que van ser tratados manteñen a súa capacidade portante ou polo contrario deben ser reforzados ou substituílos.

No caso de que os ataques de fungos xilófagos de podremia sexan moi localizados, como por exemplo nos apoios das vigas sobre o muro ou na base dun piar en contacto co chan, recoméndase que o tratamento en profundidade se aplique en toda a zona afectada e cubra tamén unha lonxitude de polo menos 1 m de madeira sa.

Se se tratan ataques activos de insectos xilófagos de ciclo larval o tratamento en profundidade debe ser ao longo de toda a peza. As larvas dos insectos permanecen durante todo o seu desenvolvemento no interior da madeira, por iso o tratamento debe ser en profundidade. O veneno é do tipo dixectivo, por iso a eliminación das larvas dos insectos comeza no momento en que estas o inxiren, e en moitos casos non se produce de forma inmediata. Un tratamento superficial é recomendable aplicarllo tamén despois do tratamento en profundidade para evitar unha nova posta de ovos e polo tanto unha reinfestación na madeira de albura.



Manti Meretón

No caso das térmites este tratamento só garante a protección dos elementos de madeira onde se realice. Se o que se busca é a protección dun edificio, requirirá de medidas adicionais, como son, o tratamento de muros que impidan o paso dos individuos e un sistema de cebos.

A pesar disto, a térmita é un insecto social que require unha estratexia para erradicar a colonia, que se detalla no apartado seguinte.

Tratamento anti-térmes



Mami Moretón

O seu principio de funcionamento baséase na bioloxía destes insectos, e busca esvaer un produto biocida a totalidade dos individuos dunha colonia. Normalmente, estes compostos teñen un efecto retardado, e son de tipo dixestivo, distribuíndose por toda a colonia polo fenómeno da trofalaxia, é dicir, o costume de alimentarse unhas ás outras.

Para lograr este efecto, colócanse uns portacebos que incorporan substancias moi atractivas para as térmites. Nun primeiro momento colócanse un reclamo ou atraente, como pode ser madeira de albura de coníferas. Nun segundo momento, unha vez realizado o contacto con estes insectos, colócanse substancias a base de compostos de celulosa mesturados co principio nocivo. As obreiras da colonia aliméntanse nos cebos e transportan o principio activo por toda a colonia.

Os principios activos normalmente empregados baséanse no seu efecto limitador para que os insectos completen o seu desenvolvemento final, impedindo a síntese da quitina, de forma que a colonia vese minguada ata súa desaparición.

Os portacebos poden ser de interior ou de exterior, e segundo as súas necesidades de colocación, poden ser á súa vez de superficie ou encaixables, ben para o chan ou para muros verticais. Normalmente son de material plástico, e permiten as revisións cíclicas no tempo e a substitución dos elementos de reclamo para as térmites. Posúen sistemas de apertura e cerre de seguridade, para evitar a súa manipulación por persoal non autorizado.

Non se pode establecer unha duración determinada do tratamento, xa que esta pode variar en función de diferentes factores, como son a rapidez do primeiro contacto coa colonia e o tamaño desta. Considérase que a eliminación dos insectos comeza no momento que as térmites entran en contacto cos cebos, e considérase rematada cando a actividade cesa totalmente neles. Detéctase que a eliminación está en curso porque o especialista decátase dun cambio de castas nos portacebos, é dicir, as obreiras van morrendo e aparecen máis e máis soldados. Existe un cambio de coloración claro nos individuos da colonia, e permanecen moitos soldados mortos ao final do tratamento. O período de vixilancia posterior debe ser de polo menos cinco anos, dependendo do sistema empregado.

É preciso que o perímetro de protección sexa adecuado a zona a protexer, buscando eliminar unha colonia enteira nun edificio, nun barrio urbano, etc. Por este motivo se colocan o sistema de portacebos abranguendo unha gran superficie. Polo carácter social que teñen estes insectos, non tería sentido por exemplo, tratar unha segunda planta, sen facer un tratamento dende as plantas base. Existen diferentes sistemas no mercado mediante estacións de cebos para térmites. Basicamente todos eles teñen tres fases:

1 Inspección-Instalación

Nesta etapa realízanse labores de inspección, na procura de danos, e planifícase un plan de traballo. Normalmente a inspección visual débese complementar con outras técnicas de inspección e localización dos insectos, como poden ser os detectores acústicos, detectores de movemento, etc.

Unha vez localizada a actividade dos insectos e planificada a estrutura do sistema de estacións de cebos, procédese á colocación e instalación de reclamos. Sempre que sexa posible, colocaranse cebos interiores, próximos a onde se encontra a actividade da térmita, e os exteriores, a modo de barreira perimetral.



Fotos: Mami Moretón

Deste xeito, auméntase a probabilidade de contacto con elas e ademais favorécese que o proceso de eliminación empece o antes posible. As estacións de cebos exteriores, que poden permanecer completamente ocultas, localízanse mediante un plano de situación que facilitará a súa localización nas revisións futuras.

Nesta primeira etapa, sóse introducir madeira de atraente, por exemplo, madeira de albura de coníferas, axudada de potenciadores a base de celulosa. Non se soe introducir directamente o composto biocida.

Neste momento comeza a espera co contacto inicial da colonia. Faise necesaria a revisión temporal (cada mes e medio aproximadamente). Neste período, no caso de que o contacto non se produza, pódese decidir mover algunha estación interior de situación, na procura dun acceso máis rápido das térmitas.



Fotos: Mami Moretón



Fotos: Mani Meresón

2 Control

Naquelas estacións de cebos na que se detecte actividade, procédese a incorporar o biocida que será reempazado segundo este vaia sendo comido polas térmites.

Comeza o control en prazos que varían en función da propia actividade dos insectos. Normalmente o período de revisión varía entre mes e mes e medio.

Neste control, os especialistas poden tomar a decisión de ampliar ou cambiar as estacións de cebos, na procura dunha maior efectividade. Esta fase pode durar entre seis meses e un ano.

3 Mantemento

Cando se acaba a fase de control comeza a de mantemento. O obxectivo desta última fase é garantir un seguimento na zona protexida, a longo prazo. Mantéñense as estacións de cebos exteriores no mesmo lugar e revísanse cun prazo maior (por exemplo, dúas veces por ano). Previamente, procédese á limpeza de todos os portacebos, colocando de novo neles os atraentes da fase inicial. De producirse unha reinfestación, será rapidamente detectada e contrarrestada.



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE INNOVACIÓN
E INDUSTRIA



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE VIVENDA E SOLO