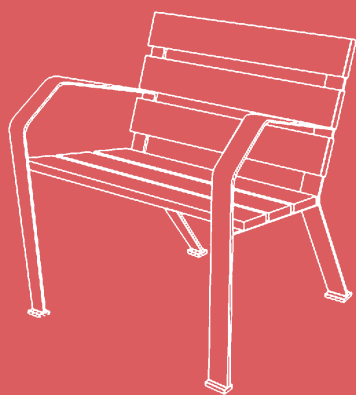




Ús responsable dels productes fusters en elements urbans

Febrer 2017



Edita

Ajuntament de Barcelona. Àrea d'Ecologia Urbana

Direcció de continguts

Eduard Correal Mòdol, Institut Català de la Fusta

Coordinació

Jordi Gené Sera, Institut Català de la Fusta

Xavier Felip Garcia, Ajuntament de Barcelona

Mar Campanero Sala, Ajuntament de Barcelona

Redacció

Eduard Correal Mòdol, Institut Català de la Fusta

Carles Labèrnia Badia, 1403 consultors

Disseny gràfic i maquetació

Endoradisseny

Impressió

Imprès en paper 100% reciclat. Les emissions de CO₂ associades a la publicació d'aquest document s'han compensat a través del projecte Clean CO₂.

Índex

1. Introducció	4	5. Exposició de la fusta a l'ambient i als xilòfags	32
2. Característiques tecnològiques i avantatges ambientals de la fusta	6	5.1. Classes d'ús	33
2.1. Característiques tecnològiques	7	5.2. Classes de servei	35
2.1.1. Estructura de la fusta	7	5.3. Agents biòtics	36
2.1.2. Humitat i higròscopicitat	7	5.4. Agents abiòtics	39
2.1.3. Estabilitat dimensional	9	6. Durabilitat i tractaments protectors	40
2.1.4. Densitat	9	6.1. Durabilitat i impregnabilitat natural.	
2.1.5. Propietats mecàniques	9	Espècies més habituals	41
2.1.6. Singularitats i gestió de la variabilitat	9	6.2. Protectors i sistemes de tractament comuns	46
2.2. Avantatges ambientals	10	6.2.1. Protectors i tractaments superficials de la fusta	46
3. Legislació, certificats i criteris per a la tria responsable de la fusta	13	6.2.2. Sistemes protectors de la fusta	48
3.1. Legislació forestal internacional del comerç de la fusta	14	6.3. Penetració i retenció	49
3.2. Certificats voluntaris dels aprofitaments i productes forestals	16	6.4. Recomanacions generals i metodologia per a la presa de decisions	53
3.2.1. Certificació forestal	16	7. Elements auxiliars de la fusta	55
3.2.2. Cadena de custòdia	17	7.1. Ferramenta: protecció contra la corrosió	56
3.2.3. Catforest - Producte forestal de Catalunya	21	7.2. Adhesius de la fusta	57
3.3. Altres certificacions ambientals	21	7.2.1. Principis bàsics	57
3.3.1. Certificació dels aspectes ambientals del producte	21	7.2.2. Condicions climàtiques admissibles per als adhesius	58
3.3.2. Certificació de la gestió ambiental de l'empresa	22	7.3. Compostos orgànics volàtils (COV)	59
3.4. Criteris per a la selecció responsable de la fusta	22	8. Productes fusters	60
4. Espècies de fusta	24	9. Elements urbans	76
4.1. Les espècies de fusta	25	9.1. Principis essencials de prescripció	77
4.2. Espècies fusteres de Catalunya	26	9.2. Fitxes dels elements urbans més usuals	78
4.2.1. Els aprofitaments forestals a Catalunya	26	Bibliografia	95
4.2.2. Espècies autòctones, espècies locals i fusta de proximitat	26		
4.3. Espècies comercials més habituals	28		

1.

Introducció



L'any 2003 (2004) l'Ajuntament de Barcelona aprova la primera política de compra responsable de fusta. Aquesta política ha estat un referent tant en l'àmbit estatal com en l'internacional i ha permès fer compres públiques de fusta certificada per als nostres parcs i jardins, mercats, biblioteques i serveis funeraris, entre d'altres. La nova *Política de compra responsable de fusta de gestió forestal sostenible de l'Ajuntament* (2015) reforça el compromís municipal per a l'adquisició de fusta procedent d'explotacions forestals sostenibles i el paper de l'Ajuntament per a la promoció de la fusta com a material de construcció. En aquesta línia, la Instrucció tècnica per a l'aplicació de criteris de sostenibilitat en la fusta (2015) estableix:

- L'obligatorietat d'adquirir fusta i productes derivats de la fusta amb garanties de procedència d'explotacions forestals sostenibles: certificat FSC, PEFC o equivalent.
- La voluntat de promoure l'ús de la fusta com a material de construcció i una major diversitat d'espècies.

Com a conseqüència d'aquesta aposta política s'elabora aquesta guia, dirigida als prescriptors i tècnics encarregats d'escollir, adquirir i/o mantenir fusta o productes fusters en elements urbans i constructius. El document dona directrius clares sobre l'ús responsable d'aquest material per tal d'aprofitar-ne tot el potencial, evitar-ne l'ús incorrecte i no patir els problemes que això comporta. La novetat en la concepció de la guia, i el que li dona una gran utilitat i raó de ser, és que recull i considera alhora els requeriments tècnics i els ambientals.

Les raons que han dut a elaborar la guia són diverses. En primer lloc, la desforestació, la tala il·legal, els incendis forestals, els efectes del canvi climàtic, l'abandonament o la mala gestió forestal són alguns dels problemes que afecten els boscos i que suposen una pèrdua de biodiversitat i un augment de la contaminació. A més, una explotació irracional d'aquests recursos també provoca la pèrdua de la seva riquesa per al desenvolupament social i econòmic. La gestió sostenible dels recursos forestals és una de les principals estratègies de protecció del medi ambient i els consumidors tenim un paper decisiu en aquest procés.

D'altra banda, els productes fusters són materials

tecnològicament avançats amb propietats molt avançades. L'estructura tubular de la fusta aconsegueix que siguin molt resistents en relació amb el seu pes. Són bons absorbents acústics i bons aïllants tèrmics, perquè presenten un coeficient de difusivitat tèrmica molt baix. La fusta és higroscòpica i intercanvia humitat amb l'aire que l'envolta contínuament. Quan cedeix i absorbeix aigua, regula la humitat de l'ambient, n'equilibra el camp bioelèctric i evita els problemes derivats de la sequedat i l'excés d'electricitat estàtica provocada pels materials sintètics. A més, també cal tenir presents les grans qualitats estètiques i de calidesa que posseeix.

Així doncs, la fusta té múltiples propietats. Quan es tracten les característiques tecnològiques de la fusta, cal distingir entre la matèria primera tal com l'ofereix la natura, els productes derivats de la fusta i els elements finals elaborats amb fusta. La fusta com a matèria primera té definides unes característiques que depenen, principalment, de l'espècie. En canvi, els productes derivats hi afegeixen característiques tecnològiques com a conseqüència del grau de transformació de la fusta, dels materials que s'hi incorporen i de la tecnologia de fabricació. Finalment, els elements urbans o els arquitectònics incorporen altres factors que cal tenir en compte, com ara el disseny de l'acabat final, les unions entre elements, el gruix de les peces, etc.

Per això, l'organització del contingut de la guia comença amb les característiques de la fusta per tal de comprendre'n les característiques, les prestacions i els requeriments. A continuació s'exposen els criteris i les certificacions existents per triar les espècies fusteres de manera responsable. És precisament perquè hi ha nombrosíssimes espècies que també es proporcionen criteris concrets per complementar-ne la selecció des d'un punt de vista ambiental. Tot seguit, la guia se centra en la vida útil dels materials fusters en funció de l'exposició a l'ambient, la durabilitat i els tractaments protectors. També aporta criteris sobre els elements auxiliars més comuns emprats conjuntament amb la fusta, essencialment ferramentes i adhesius. Per acabar, la guia recull la descripció bàsica de les famílies més importants de productes fusters i s'analitzen els elements urbans més comuns segons les condicions de servei, els materials amb què estan fabricats, els tractaments protectors i altres indicacions complementàries.

2.

Característiques tecnològiques i avantatges ambientals de la fusta



2.1. Característiques tecnològiques

2.1.1. Estructura de la fusta

La fusta és un teixit exclusiu dels vegetals llenyosos. És un material heterogeni que està format per cèl·lules especialitzades agrupades en teixits que duen a terme tres funcions fonamentals: la conducció de la saba, la seva transformació i l'emmagatzematge de productes vitals i el sosteniment del vegetal. En aquest sentit, les cèl·lules més destacades són les fibres, amb una forma allargada i disposades en el sentit de l'eix de l'arbre, i els radis, que es disposen des del centre del tronc fins a l'escorça.

Aquesta multiplicitat de funcions és possible perquè l'estructura cel·lular és tubular i té l'interior de cada fibra buit. Químicament formada per tres components principals: cel·lulosa, hemicel·lulosa i lignina. Les cel·luloses formen l'estructura de la paret cel·lular i la lignina actua com a aglomerant.

Per tant, a diferència dels morters o els metalls, és un material **anisòtrop**, és a dir, la fusta té un comportament desigual davant un fenomen físic o una sol·licitació mecànica segons la direcció que es consideri: **longitudinal, radial o tangencial**. Aquesta heterogeneïtat dimensional es trasllada a les seves propietats físiques i mecàniques i és la causa d'alguns dels seus principals avantatges i particularitats.

Analitzant el material a ull nu, també es poden observar altres fonts d'heterogeneïtat que no són presents necessàriament en totes les espècies: els **anells de creixement** i la presència de **duramen** i **albeca**.

Els anells de creixement estan formats per l'anomenada fusta de primavera, lleugera i clara, i per la fusta de tardor, fosca i dura. Cada anell correspon a un únic període vegetatiu. D'aquesta manera, els arbres que creixen en climes equatorials sense estacions i amb pluviometria uniforme només presenten un únic anell. A la pràctica, gairebé no es pot incidir sobre aquesta característica, però sí que ens pot aportar certa informació. Com més amples són els anells en una mateixa espècie, la fusta és relativament més lleugera, més tova i menys resistent.

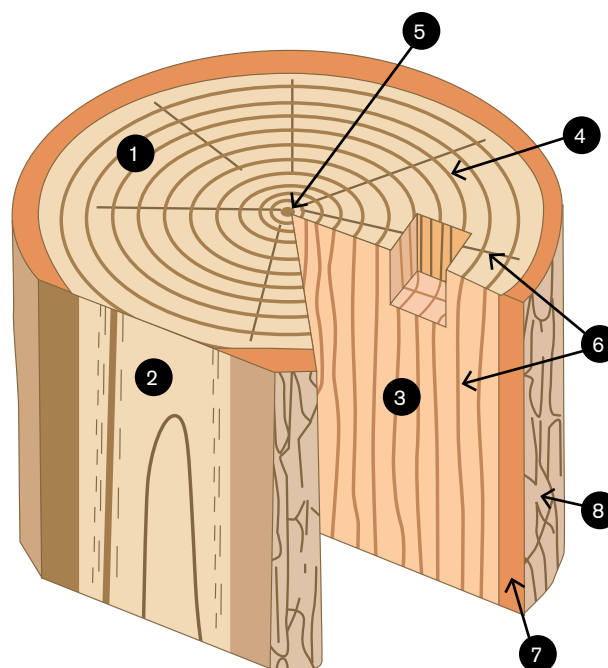


Figura 1. Esquema del tronc i plans de la fusta

- | | |
|-----------------------|------------|
| 1 secció horitzontal | 5 medul·la |
| 2 secció tangencial | 6 radi |
| 3 secció radial | 7 cambium |
| 4 anell de creixement | 8 escorça |

En canvi, la presència de duramen té una gran incidència tecnològica. El duramen, que és la part dura i fosca central del tronc, té unes propietats tecnològiques diferenciades de l'albeca. El duramen apareix quan els teixits de transport deixen d'estar actius i les cèl·lules se saturen amb extractius. La conseqüència d'aquest procés fisiològic és que el duramen es torna més dens, menys impregnable, més durable i més resistent que l'albeca. En moltes espècies les diferències entre albeca i duramen són tan significatives que cal tenir-les en compte a l'hora de prescriure-les, especialment quan hom parla de durabilitat i tractaments.

2.1.2. Humitat i higroscopicitat

La fusta és un material higroscòpic, és a dir, que intercanvia constantment aigua amb l'ambient que l'envolta. D'aquesta manera, per a cada temperatura i humitat relativa de l'aire, la fusta adopta un contingut d'humitat concret. Per entendre perquè la fusta es

comporta d'aquesta manera davant l'aigua, cal tenir en compte els conceptes següents:

- **Aigua lliure o capil·lar:** Aigua continguda al lumen cel·lular de les fibres que ocupa l'espai per on circulava la saba. Aquesta aigua només es troba si la fusta està per sobre del punt de saturació de les fibres (PSF). Això és al voltant del 30% d'humitat en la majoria de fustes. En condicions de servei només trobarem aigua lliure si la fusta està en contacte amb aigua en estat líquid.
- **Aigua d'impregnació:** Aigua continguda a les parets cel·lulars entre l'estat anhidre (0%) i el punt de saturació de les fibres (≈30%). La pèrdua d'aigua d'impregnació només succeeix quan el teixit deixa de prestar funcions vitals i s'asseca. La variació del contingut és la causa de la minva i l'inflament i del canvi en les propietats físiques i mecàniques de la fusta. L'aigua d'impregnació sempre és present poc o molt a la fusta en servei.
- **Aigua de constitució:** Aigua que forma part de l'estructura química de la fusta. L'eliminació comporta la modificació de l'estructura del material. Aquest és el cas de la fusta termotractada. A la fusta en servei el contingut d'aigua de constitució no canvia, tret que se sotmeti a foc, podriment o es degradi el material per qualsevol causa.

Per tant, sota les condicions de servei normals, la humitat de la fusta es calcula segons l'expressió següent:

$$H = \frac{P_h - P_o}{P_o} \cdot 100$$

$$h = P_h - P_o$$

H = humitat de la fusta (%)

P_h = pes humit de la fusta (kg)

P_o = pes anhidre de la fusta. La fusta únicament conté l'aigua de constitució (kg)

h = pes de l'aigua lliure i d'impregnació continguda a la fusta (kg)

El pes anhidre es determina assecant la fusta en un forn fins que el seu pes és constant. Malauradament, sovint no té sentit o és impossible dur a l'estat anhidre un element de fusta per conèixer-ne la humitat. Aquest seria el cas, per exemple, dels elements estructurals de grans dimensions. Per aquesta raó hi ha els xilohigròmetres, uns aparells electrònics que, mitjançant un model matemàtic, correlacionen el contingut d'aigua amb la conductivitat elèctrica o la capacítancia de la fusta. Aquests dispositius necessiten ser calibrats per a cada tipus de fusta i sovint perden precisió quan la humitat supera el punt de saturació de les fibres o és molt propera a l'estat anhidre.

D'altra banda, l'eina que permet determinar la humitat a què s'ha d'equilibrar una fusta ateses unes condicions ambientals determinades és el diagrama de Keylwerth (Keylwerth, 1964) (vegeu la Figura 2).

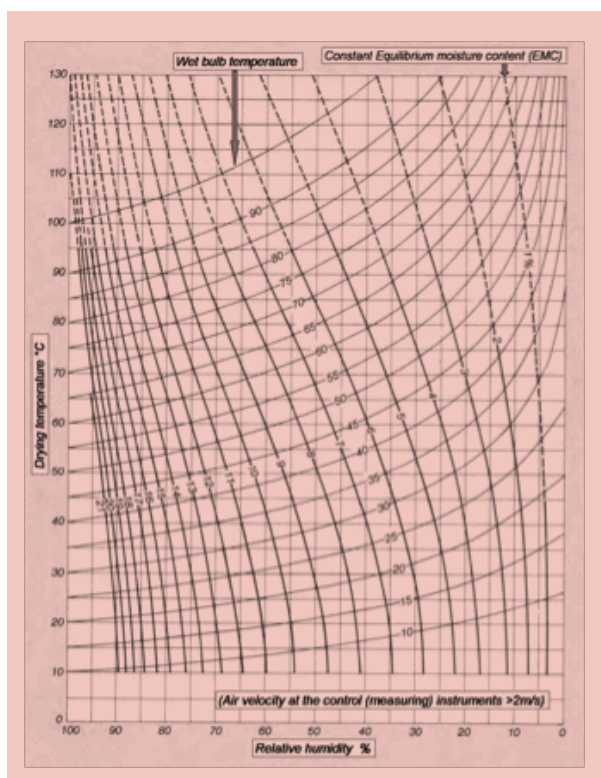


Figura 2. Diagrama de la humitat de la fusta de Keylwerth (1964)

En l'àmbit pràctic, això es tradueix en:

- La fusta s'ha d'instal·lar seca i sempre a la *humitat d'equilibri* higroscòpic per minimitzar els fenòmens d'inflament i minva o l'aparició de clivelles.
- La humitat de referència de la fusta és el 12% i correspon a 20 °C i 65% d'humitat ambiental. Aquesta humitat s'anomena humitat normal.
- En ambient mediterrani no és habitual trobar condicions ambientals naturals que equilibrin la fusta per sota del 6% o 7% en condicions de sequedat ni per sobre del 16% en els períodes més humits.
- Una fusta que no estigui en contacte amb aigua en estat líquid, com a molt, tindrà una humitat al voltant del 21%. Valors superiors poden indicar fusta verda que no s'ha assecat, presència de condensacions, fuites d'aigua o contacte amb el terra.
- Com més elevada és la humitat de la fusta, més gran és el risc de patir atacs de fongs o insectes xilòfags.

2.1.3. Estabilitat dimensional

Tal com s'ha dit, la fusta presenta inflament i minva únicament per sota del punt de saturació de les fibres, és a dir, per sota del 30% de contingut d'humitat. Aquesta variació dimensional es determina mitjançant la **contracció volumètrica**. Aquestes variacions són gairebé nul·les en direcció longitudinal (0,1%-0,2%), però en sentit radial estan entre el 2,2% i el 5,6% i en el sentit tangencial són gairebé el doble (4,4%-8%). Aquesta diferència de contraccions és una de les causes de les deformacions i l'aparició de clivelles que es produeixen durant el procés d'assecatge de la fusta. Això es tradueix en increments volumètrics entre el 5% i el 20% entre l'estat anhidre i el punt de saturació de les fibres.

Els productes fusters (taulers, fusta reconstituïda...) mantenen la higroscopicitat i la transpirabilitat, però com menys predominant és l'orientació principal de les fibres, més estables són.

2.1.4. Densitat

Una de les propietats físiques del material que té una influència més destacable sobre les característiques dels productes derivats de la fusta és la densitat. Si la fusta fos totalment massissa, arribaria a una densitat de 1.500 kg/m³, però com que és un material porós, la seva densitat es redueix en algunes espècies fins a menys de 100 kg/m³. Aquest és el

cas de la balsa. Deixant de banda valors extrems, la fusta oscil·la habitualment entre els 300 kg/m³ i els 1.200 kg/m³. Concretament, la majoria de coníferes solen estar al voltant dels 500 kg/m³ i les frondoses sobre els 650 kg/m³. A més, no cal oblidar que el valors proporcionats incorporen un 12% d'humitat, contingut d'aigua a què es referencien la majoria de propietats de la fusta. Per tant, la fusta és un material lleuger si el comparem amb altres materials com l'acer o el formigó.

La lleugeresa és una conseqüència de la presència d'aire dins el material i l'aire és un conductor pèssim de la calor. Aquest fet combinat amb la densitat esmentada, un calor específic al voltant de 1.381 J/kg·K i una conductivitat tèrmica mitjana de 0,13 W/m·K fa que la difusivitat tèrmica sigui 0,112 m²/s × 10⁻⁶. Per tant, la fusta és un bon aïllant que cedeix i captura calor molt lentament amb el consegüent efecte positiu sobre el confort que això suposa.

2.1.5. Propietats mecàniques

L'estructura cel·lular interna de la fusta és la clau que fa possible combinar unes propietats **mecàniques excel·lents** amb una **lleugeresa òptima**. Tant és així que la relació densitat/resistència és equivalent a la de l'acer i aquesta és molt superior a la del formigó. Per això, les estructures de ponts o edificis on es requereixen llums excepcionals es fan habitualment amb fusta.

Ara bé, cal tenir en compte que la fusta presenta les millors propietats quan s'utilitza en sentit axial o paral·lel a l'eix de l'arbre; la resistència és entre 20 i 200 vegades superior en aquest sentit que en el transversal. Per aquest motiu, cal considerar les propietats mecàniques en dues direccions: paral·lela i perpendicular a l'eix o a la fibra

2.1.6. Singularitats i gestió de la variabilitat

Una espècie de fusta té unes propietats mecàniques màximes quan les fibres són rectes i la densitat és tan elevada com sigui possible. Qualsevol alteració de la rectitud o disminució de la densitat suposarà una disminució de la resistència. Ara bé, els factors que incideixen sobre aquests dos aspectes són molt variats i actuen a diferent escala els uns dels altres.

La densitat ve molt condicionada per l'espècie, la part del tronc i les condicions de creixement de l'arbre. En canvi, les singularitats són causa de la morfo-

logia de l'arbre i el procés de transformació. Les més comunes són els nusos, les clivelles, els cullerots, les bosses de resina, les semes, l'amplada dels anells de creixement, les deformacions i els moviments, la desviació de la fibra, la presència de medul·la o les alteracions biològiques com galeries d'insectes, presència de vesc, podridures, etc.

Per tots aquests motius, en tecnologia de la **fusta cal distingir entre fusta lliure de defectes de petita dimensió i fusta de grans dimensions** en què, de manera inevitable, hi haurà singularitats. De fet, l'existència de productes derivats de la fusta es deu a la voluntat de superar aquestes limitacions, a més de les dimensionals.

Així doncs, **cada espècie i material té les seves característiques específiques** i és molt important no aplicar-ne unes per d'altres. Per exemple, la resistència a la flexió d'una espècie es pot reduir fins a més de vuit cops depenent de si estem parlant de fusta lliure de defectes o fusta massissa de grandària estructural. Passa una cosa semblant amb la resistència a la compressió i al cisallament. També són diferents la resistència, l'elasticitat i la densitat característiques de la fusta massissa de la resta de

productes fusters com la fusta laminada encolada, el microlaminat o el contralaminat.

Per conèixer les característiques específiques bàsiques de cada espècie de fusta cal distingir entre procedències. Les propietats de les fustes autòctones catalanes més habituals es poden trobar a la "Guia de la fusta de les espècies forestals de Catalunya" elaborada per l'Institut Català de la Fusta (Incafust, 2015). Altres publicacions com "Especies de Maderas" d'AITIM (Peraza Sánchez *et al.*, 2004) també contenen un recull exhaustiu d'aquestes propietats.

De manera anàloga, es recomana consultar les especificacions tècniques dels materials fusters facilitades pels fabricants o les normes UNE-EN elaborades i/o transposades a Espanya pel Comitè Tècnic de Normalització "AEN/CTN 56 - Madera y Corcho" d'AENOR. És en aquests estàndards on, entre d'altres, s'estableixen les diferents categories de fusta massissa en funció de la classificació visual o mecànica o les classes resistents de la fusta laminada encolada. Aquest punt és especialment important en usos estructurals de la fusta.

2.2. Avantatges ambientals

Els arbres, mitjançant el procés de fotosíntesi, transformen l'energia lluminosa en energia química captant CO_2 de l'atmosfera i combinant-lo amb l'aigua del sòl. En aquesta reacció s'allibera l'oxigen que respirem (vegeu la Figura 3). Paral·lelament, hi ha dues formes de disminuir la concentració de CO_2 de l'atmosfera: reduir les emissions o captar el CO_2 per emmagatzemar-lo. La fusta té la capacitat de produir els dos efectes. Per tant, davant la problemàtica actual de l'efecte d'hivernacle provocat per les emissions de gasos com el CO_2 es pot dir que la fusta té un paper predominant.

Els boscos són un recurs bàsic per a l'ecosistema, són essencials per al desenvolupament de la vida del planeta, mantenen la biodiversitat, eviten l'erosió del sòl i regulen el cicle de l'aigua. Ara bé, cal indicar que els boscos gestionats correctament són més eficients en la captació de CO_2 que els boscos en estat natural o no gestionats. La raó és que els arbres joves amb creixements vigorosos absorbeixen més CO_2 que els peus madurs de les forests on no s'aprofita la fusta. Quan els arbres vells moren, es podreixen i el CO_2 que han emmagatzemat torna a l'atmosfera. Per contra, la fusta aprofitada amb una

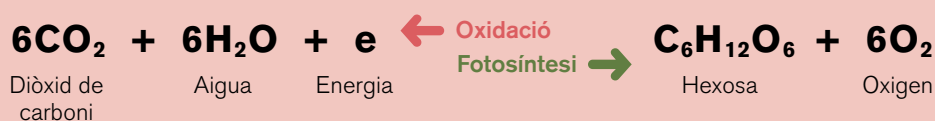


Figura 3. Estequiometria de la fotosíntesi (Incafust, 2015)

gestió forestal adequada continua emmagatzemant el CO₂ al llarg de tot el cicle de vida dels productes dels quals forma part i mentrestant el bosc es torna a regenerar.

Aspectes com les emissions de CO₂ o l'impacte ambiental dels productes cada cop són més rellevants. Per contra, fins ara estava molt estesa la percepció que actuar sent respectuós amb el medi no era competitiu econòmicament o no era gens avantatjós. Això ha portat molts processos productius a l'externalització dels costos ambientals i a oblidar la sostenibilitat a llarg termini. En són un exemple les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle generades pel sector de la construcció a Espanya, les quals suposen el 30% de tot el que aboca a l'atmosfera l'economia espanyola. Paral·lelament, la societat està cada cop més sensibilitzada i aprecia que els bens de consum que demana siguin respectuosos amb el medi. Per part seva, la fusta és un material que presenta nombrosos avantatges ambientals, els quals són els següents:

- **Producte saludable:** La fusta en el seu estat natural no conté substàncies nocives per a la salut humana. Té la capacitat de regular la humitat de l'aire i crear un ambient saludable i de confort.
 - **Font de substàncies naturals:** De la fusta i la biomassa forestal es poden obtenir substàncies químiques d'origen natural com el bioetanol, un biocarburant i altres derivats químics. Es tracta d'oportunitats noves per a aquest recurs en la línia de la química verda.
 - **Recurs sostenible.** L'aprofitament de la fusta planificat i gestionat de manera responsable d'acord amb els objectius de l'ordenació forestal i el manteniment de l'equilibri ecològic garanteix la sostenibilitat dels boscos. Mecanismes com la certificació forestal ajuden a garantir-ho.
 - **Recurs renovable.** Els recursos naturals són els bens o serveis proporcionats per la natura sense alteracions per part de l'ésser humà. Aquests recursos es poden considerar renovables si es poden reposar mitjançant processos naturals a una velocitat igual o superior a la del consum per part dels éssers humans. No és renovable el recurs que es regenera en un termini més llarg del que es tarda a explotar i com a conseqüència del seu consum, finalment s'esgota. Els boscos aprofitats de manera sostenible són per definició recursos renovables perquè, com que creixen de manera contínua, fan possible
- aprofitar-los de forma il·limitada en el temps.
- **Preservació dels recursos limitats:** L'ús de la fusta evita la utilització dels recursos naturals no regeneratius com el petroli, els minerals petris i els metalls, de manera que es poden preservar per a les generacions futures.
 - **Vida útil extraordinàriament longeva.** Els materials longeus disminueixen la pressió sobre els recursos naturals en disminuir la necessitat de consumir-los de nou. La fusta, tot i que és un producte biodegradable, presenta la particularitat de tenir una vida útil extraordinàriament longeva si gaudeix de condicions d'instal·lació i manteniment apropiades. Una trentena d'esglésies de fusta erigides a Noruega entre els segles XII i XIV que han arribat als nostres dies en són un bon exemple.
 - **Material reciclable.** La fusta massissa s'utilitza per a múltiples aplicacions, com ara estructures, xapes i taulers contraxapats, fusteria, mobles, palets, etc. Al final del cicle de vida els productes es poden transformar en matèries noves i és habitual que es reciclin diverses vegades, tot i que cada cop per a aplicacions menys nobles: tauler de partícules, papers de baixa qualitat, jaços per a granges, etc. Quan la fusta ja no es pot reciclar, encara es pot emprar com a combustible i recuperar l'energia solar emmagatzemada durant la fotosíntesi. Aquesta propietat la fa destacar davant els materials petris o metàl·lics.
 - **Material biodegradable.** La fusta és un material orgànic format essencialment pels tres biopolímers més abundants a la terra: cel·lulosa, hemicel·lulosa i lignina. La seva descomposició és la base que sustenta un gran nombre de processos biològics a la natura sense generar cap mena de producte tòxic.
 - **Material natural.** La fusta és un material d'origen natural que es genera en el procés de fotosíntesi de les plantes llenyoses a partir d'energia en forma de llum, aigua (H₂O) i diòxid de carboni (CO₂).
 - **Embornal de CO₂.** Cada tona de fusta retira de l'atmosfera 1,84 tones de CO₂ aproximadament i no s'alliberen de nou fins que s'acaba el cicle de vida del material. La immobilització del carboni es pot allargar gràcies a la reutilització o al reciclatge i només s'allibera quan s'incinera per aprofitar-ne l'energia o es descompon de forma natural.

- **Balanç d'emissions neutre.** Quan la fusta es degrada o es crema, només allibera la quantitat de CO_2 que ha absorbit de l'atmosfera durant la fase de creixement i, per tant, no contribueix a augmentar l'efecte d'hivernacle.
- **Baixa energia incorporada.** L'energia utilitzada en la transformació, el transport i la manipulació dels béns de consum s'anomena energia incorporada. Els productes fusters n'incorporen molta menys que altres materials substitutius com l'acer, el formigó, l'alumini o el plàstic, ja que són lleugers i fàcils de transportar i transformar.
- **Baix contingut en CO_2 .** Poca energia incorporada implica poc CO_2 incorporat.

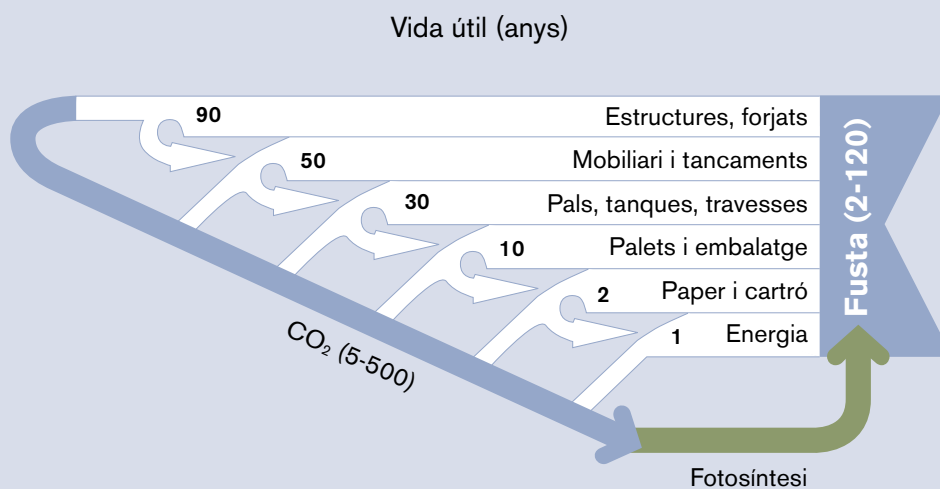


Figura 4. Cicle de vida útil de la fusta (dades en anys)

3.

Legislació, certificats i criteris per a la tria responsable de la fusta



La indústria de la fusta, com qualsevol sector empresarial responsable, es preocupa per mantenir l'aprovisionament de matèria primera, motiu pel qual la gestió forestal sostenible ha estat una pràctica habitual en tots els països desenvolupats des de fa més de 200 anys. En aquest sentit, segons les dades publicades pel projecte ROADMAP 2010 promogut per la Confederació Europea d'Indústries de la Fusta (CEI-BOIS), cal destacar que Europa és autosuficient en aprovisionament de fusta i les necessitats d'importar són petites. Així, el 90% del consum de fusta a Europa procedeix dels boscos europeus i aquests són estables, estan gestionats correctament i presenten sobreproducció. Per tant, el consumidor pot tenir un gran nivell de confiança en les garanties ambientals del material.

Malgrat això, hi ha un problema ambiental, social i econòmic d'abast planetari provocat per la pressió excessiva sobre el medi que genera el comerç de fusta il·legal. La deforestació dels boscos, entre els quals els tropicals, n'és la conseqüència més coneguda. Malauradament, la lluita contra aquest comerç és complexa perquè la fusta prové de molts orígens diferents i hi ha milers d'espècies comercials.

Precisament, per lluitar contra aquesta problemàtica s'han desenvolupat una legislació d'abast internacional de compliment obligatori i també certificats voluntaris que faciliten al consumidor la identificació d'aquells productes fusters en què la matèria primera s'ha aprofitat i comercialitzat de forma responsable.

3.1. Legislació forestal internacional del comerç de la fusta

La Comissió Europea va proposar l'any 2003 un pla d'acció sobre l'aplicació de les lleis, la governança i el comerç forestal per lluitar contra el comerç il·legal de fusta, el qual s'anomena en anglès FLEGT (Forest Law Enforcement, Governance and Trade) i s'hi estableix la necessitat de desenvolupar accions en diferents camps per combatre la tala il·legal i el seu comerç associat. Aquest mandat es va traduir en

l'aprovació del Reglament (CE) núm. 2173/2005 del Consell, de 20 de desembre, relatiu a l'establiment d'un sistema de llicències FLEGT per a importacions de fusta a la Comunitat Europea. Segons aquest reglament, les importacions de fusta i productes fusters procedents de països amb què prèviament s'ha subscrit un acord voluntari d'associació (AVA) han de venir acompanyades d'una llicència FLEGT expedida pel país d'origen.

Complementàriament, l'any 2010 es va aprovar el Reglament (UE) núm. 995/2010 del Parlament Europeu i del Consell, de 20 d'octubre, pel qual s'estableixen les obligacions dels agents que comercialitzen fusta i productes de fusta. Anomenat Reglament europeu de la fusta i conegut com EUTR (EU Timber Regulation), s'aplica a aquella fusta i productes fusters que no disposen d'una llicència FLEGT perquè no procedeixen d'un país amb un AVA en vigor o bé perquè es comercialitzen per primera vegada al mercat interior, independentment de l'origen. Els objectius d'aquesta norma són prohibir amb caràcter general la comercialització de fusta d'origen il·legal al mercat interior de la Unió Europea i exigir als *agents* desenvolupar un sistema de diligència deguda que asseguri l'origen legal de la fusta.

Finalment, el Reial decret 1088/2015, de 4 de desembre, per assegurar la legalitat de la comercialització de fusta i productes de fusta, estableix les disposicions necessàries per a l'aplicació a l'Estat espanyol dels reglaments esmentats de la Unió Europea. A la pràctica, i de manera resumida, aquest paquet normatiu:

- **Prohibeix** que entri al mercat de la UE **fusta talaada il·legalment** i productes derivats de fusta talaada il·legalment. Concretament, s'aplica des de la fusta en roll fins al paper que, produïts a la UE o no, es comercialitzin per primera vegada al mercat comunitari. La legislació del país d'origen del material és la que estableix la legalitat dels aprofitaments.
- **Requereix** que l'importador primari faci una **diligència deguda**. Aquest document aporta informació sobre els productes, el país d'origen, l'espècie, la quantitat i altra informació addicional sensible sobre la fusta. A més, avalua el risc de presència de fusta il·legal dins la cadena de distribució i assessoria sobre com mitigar-ne la presència.

- **Exigeix** als comercialitzadors subsegüents a l'importador primari que mantinguin una **traçabilitat bàsica** i que en portin un registre de la cadena de subministrament.

Paral·lelament, hi ha la Llista vermella de la IUCN sobre l'estat de conservació de les espècies del planeta i el Conveni CITES (1973) sobre comerç internacional d'espècies amenaçades de fauna i flora silvestre. D'una banda, la Llista vermella d'espècies amenaçades de la Unió Internacional per a la Conservació de la Natura (IUCN) té com a finalitat establir un sistema objectiu i fiable per classificar les espècies quant al seu risc d'extinció. De l'altra, el Conveni CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora) serveix per protegir les espècies en perill controlant-ne la comercialització a escala internacional.

Malgrat la utilitat i efectivitat d'aquestes llistes, cal tenir en compte que fan referència a poblacions natives i no inclouen plantacions o poblacions no naturals. Per exemple, el *Pinus radiata*, que és una fusta comercialitzada molt habitual i abundant, té plantacions arreu del planeta, mentre que a la Llista de la IUCN consta "en perill" perquè alguna de les seves varietats té una distribució natural molt escassa. D'altra banda, bona part de les espècies fusteres comercials classificades com a "no avaluades" a la Llista de la IUCN provenen d'origens no especialment conflictius i moltes d'aquestes espècies són ben abundants.

En tot cas, els productes que portin llicències CITES o FLEGT es consideren legals a la UE per defecte i, en tot cas, es desaconsella consumir fusta d'espècies classificades com a amenaçades segons la IUCN, sempre que provenguin de boscos natius.

Estat de conservació de la IUCN de les espècies		
L'estat de conservació és una mesura de la probabilitat que una espècie continuï existint en el present o en el futur proper en vista no només del volum de la població actual, sinó també de les tendències que han mostrat al llarg del temps, de l'existència de predadors o altres amenaces i de les modificacions previstes en el seu hàbitat.		
Extinta	EX	Extinta
	EW	Extinta en estat salvatge
Amenaçada	CR	En perill greu
	EN	En perill
	VU	Vulnerable
Risc baix	NT	Gairebé amenaçada
	LC	Risc mínim
No avaluada	DD	Dades deficientes
	NE	No avaluada

Taula 1. Categories de la IUCN de les espècies

Nivell de protecció CITES davant l'explotació	
Els apèndixs I, II i III de la Convenció són llistes d'espècies que ofereixen diferents nivells i tipus de protecció davant l'explotació excessiva	
Apèndix I	Espècies en perill d'extinció. Comerç internacional prohibit excepte amb finalitats no comercials
Apèndix II	Espècies no necessàriament amenaçades d'extinció, però que podrien arribar a estar-hi, tret que no se'n controli estrictament el comerç. El comerç internacional es pot autoritzar mitjançant permisos o certificats especials per part de les autoritats locals.
Apèndix III	Espècies incloses a sol·licitud d'una part que ja en reglamenta el comerç i necessita la cooperació d'altres països per evitar l'explotació insostenible o il·legal. Només s'autoritza el comerç internacional d'espècimens d'aquestes espècies prèvia presentació dels permisos o certificats apropiats.

Taula 2. Categories CITES de les espècies

3.2. Certificats voluntaris dels aprofitaments i productes forestals

Els certificats voluntaris de certificació forestal i cadena de custòdia són eines molt útils per al consumidor final per assegurar que l'aprofitament i la comercialització de la fusta s'han dut a terme respectant els criteris ambientals més exigents.

3.2.1. Certificació forestal

La certificació forestal és la màxima garantia de la legalitat i la sostenibilitat de l'aprofitament forestal de la fusta. És un procés voluntari auditat per un organisme independent que exigeix el compliment d'uns criteris i indicadors determinats establerts per l'entitat certificadora relatius a les condicions ecològiques, socials i econòmiques. Aquesta certificació permet transmetre al consumidor final una garantia de la matèria primera.

A escala mundial hi ha diversos sistemes de certificació forestal, encara que els dos principals en nombre d'hectàrees i en cadenes de custòdia certificades són l'FSC (Forest Stewardship Council) i el PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification).



Emprar fusta certificada potencia la gestió forestal sostenible arreu del planeta.

Els principis i criteris que promou l'FSC als boscos inclosos en el seu certificat són els següents:

- 1. Observació de les lleis i els principis de l'FSC:** respecte de totes les lleis nacionals i els tractats dels quals el país és signatari, així com dels principis i criteris de l'FSC.
- 2. Drets i responsabilitats de tinença i ús:** cal tenir documentats i legalment establerts a llarg termini la tinença i els drets d'ús sobre la terra i els recursos.
- 3. Drets dels pobles indígenes:** cal reconèixer i respectar el dret a usar i gestionar les seves terres, territori i recursos.
- 4. Relacions comunals i drets dels treballadors:** la gestió forestal ha de mantenir o elevar a llarg termini el benestar social i econòmic dels treballadors forestals i les comunitats locals.
- 5. Beneficis del bosc:** promoció de l'ús eficient dels productes i els serveis del bosc assegurant-ne la viabilitat econòmica, social i ambiental a llarg termini.
- 6. Impacte ambiental:** conservació de la diversitat biològica, els valors associats, els recursos i els paisatges i manteniment de les funcions ecològiques i la integritat dels boscos.
- 7. Pla de gestió:** cal establir clarament els objectius i els mitjans de la gestió forestal.
- 8. Monitoratge i avaluació:** avaluació de les condicions i el rendiment del bosc i la cadena de custòdia, així com la gestió i el seu impacte social i mediambiental.
- 9. Manteniment dels boscos amb un alt valor de conservació:** manteniment o increment del seu valor. S'han de prendre decisions dins un context preventiu.
- 10. Plantacions:** les plantacions han de seguir els nou principis i criteris anteriors, han de complementar la gestió dels boscos naturals i han de reduir la pressió.

Per part seva, el PEFC considera puntals de la seva gestió forestal els set criteris que s'esmenten a continuació:

1. La biodiversitat dels ecosistemes forestals s'ha de mantenir o millorar.
2. Cal sostenir el rang de serveis que proporcionen els ecosistemes forestals.
 - 2.1. Proporcionen menjar, fibra, biomassa i fusta.
 - 2.2. Són part clau del cicle de l'aigua, actuen com embornals de CO₂ i prevenen contra l'erosió del sòl.
 - 2.3. Proporcionen hàbitat i refugi a la població i la vida salvatge.
 - 2.4. Ofereixen beneficis espirituals i recreacionals.
3. Els productes agroquímics se substitueixen per alternatives naturals o se'n minimitza l'ús.
4. Els drets i el benestar dels treballadors es protegeixen.
5. Es promou l'ocupació laboral local.
6. Es respecten els drets de la població indígena.
7. Totes les tasques es duen a terme seguint el marc legal i les bones pràctiques.

Ambdós sistemes tenen una marca, un segell o un logotip que identifica la fusta procedent de gestió sostenible. L'any 2006 el Parlament Europeu va declarar que la fusta marcada amb aquests segells ofereix garantia de legalitat i de sostenibilitat en l'aprofitament.

Cada esquema de certificació existent estableix els seus criteris, així com els indicadors associats que mesuren els atributs quantitatius i qualitatius específics que reflecteixen els valors forestals perseguits pel grup d'interès que ha definit cada criteri.

A Catalunya, l'any 2001 es va constituir l'Associació Catalana Promotora de la Certificació Forestal (ACPCF) impulsada per diferents òrgans

de l'Administració Pública i amb la implicació dels diferents agents del sector forestal català: industrials, rematants, propietaris forestals i associacions professionals. El seu objectiu és promocionar la certificació forestal en el marc del sistema PEFC, a més de sol·licitar la certificació forestal regional per a Catalunya. Les darreres dades indiquen que el PEFC disposava de 265 milions d'hectàrees certificades a 33 països d'arreu del món l'any 2014. Entre aquestes hectàrees hi hauria els 1,8 milions d'Espanya de l'any 2015 i les 181.000 hectàrees de Catalunya a finals de l'any 2014. L'FSC presenta uns nombres d'una magnitud semblant, ja que l'any 2015 es van certificar 183 milions d'hectàrees en 80 països, de les quals 194.000 es troben a Espanya.

3.2.2. Cadena de custòdia

La certificació de la cadena de custòdia es considera la segona fase de la certificació de la gestió sostenible, ja que consisteix en la verificació del camí que segueix la fusta certificada des del bosc fins al punt de venda del producte final. Així doncs, es tracta d'una cadena de traçabilitat que és auditada per una tercera part independent i acreditada.

Per tant, la cadena de custòdia és un instrument que garanteix el vincle entre el bosc certificat i el consumidor o usuari final i evita en tot moment la barreja amb fustes no controlades. Aquesta cadena integra totes les fases de transformació, manipulació, transport, emmagatzematge, producció i comercialització de la fusta i els seus productes.

Les principals raons per les quals les empreses implanten la certificació de cadena de custòdia són les següents:

- Compromís seriós de l'empresa per conservar el medi ambient.
- Garantia de sostenibilitat.
- Ús i promoció de la fusta sostenible.
- Manteniment de la traçabilitat dels productes de la cadena.
- Procediment fàcil d'implantar, sobretot si ja s'està utilitzant algun sistema de gestió de la qualitat.
- Requisits del client.
- Captació de nova clientela.
- Anticipació a les necessitats del client.
- Equiparació amb els mercats internacionals, més madurs i exigents.
- Diferenciació de la competència.

A Catalunya són presents els sistemes PEFC i FSC, d'origen diferent i amb normes i criteris de sostenibilitat propis. A Catalunya, l'any 2014 hi havia implantades 106 cadenes de custòdia PEFC i 171 FSC. A continuació, es detallen les definicions de les categories de matèria primera per a cada sistema per ajudar a interpretar l'etiquetatge dels productes.

Sistema PEFC: PEFC ST 2002:2013

- **Material certificat:** material forestal que se subministra amb declaració PEFC per part d'un proveïdor amb certificat reconegut per PEFC o emparat per un certificat reconegut per PEFC. Material reciclat.
- **Material neutral:** qualsevol altre que no sigui material forestal.
- **Altres materials:** material forestal que no sigui material certificat, inclòs el material forestal subministrat amb una certificació PEFC "Fonts controlades" per part d'un proveïdor amb certificat de cadena de custòdia reconegut per PEFC o amb un document que confirmi que el proveïdor està emparat per un certificat de cadena de custòdia reconegut per PEFC.

SISTEMA FSC: FSC-STD-40-004 V2-1

- **Material certificat:** Material 100% FSC: material verge certificat FSC procedent d'un bosc o una plantació que no ha estat barrejat amb cap altra categoria de material al llarg de la cadena de subministrament. Els productes FSC 100% són aptes per ser utilitzats en grups de producte FSC 100% o FSC mixt.
- **Material FSC mixt:** material verge certificat FSC format per inputs de fonts certificades FSC, fonts controlades i/o recuperades i subministrat amb una declaració de percentatges o de crèdit. El material FSC mixt només és apte per ser utilitzat en grups de producte FSC mixt.
- **Material FSC reciclat:** material recuperat certificat FSC format exclusivament d'inputs de fonts recuperades i subministrat amb una declaració de percentatges o de crèdit. Els materials o productes FSC reciclat són aptes per ser utilitzats en grups de producte FSC mixt o FSC reciclat.
- **Fusta controlada FSC:** material procedent de boscos o plantacions no certificats FSC, subministrat amb una declaració FSC per un proveïdor avaluat per una entitat de certificació acreditada FSC per verificar el compliment dels requisits de cadena de custòdia FSC i/o fusta controlada FSC (FSC-STD-40-005 o FSCSTD-30-010).
- **Material controlat:** material verge procedent de boscos o plantacions no certificats FSC, subministrat per proveïdors inclosos en un programa de verificació d'una organització certificada d'acord amb "FSC-STD-40-005: estàndard per a avaluació per part d'empreses de fusta controlada FSC".
- **Material recuperat postconsum:** material que ha estat recuperat de productes comercials o de consum que, al seu torn, han estat emprats per al seu propòsit final per individus, llars o establiments comercials, industrials i institucionals com a usuaris finals del producte.
- **Material recuperat preconsum:** material que ha estat recuperat d'un procés de transformació secundària o d'una font industrial posterior a la cadena de producció en què el material no s'ha produït de manera intencionada i que no és vàlid per a l'ús final, ni es pot reutilitzar in situ en el mateix procés de fabricació que el va generar.

Quant als nivells de certificació, hi ha la certificació individual o en grup a través d'una entitat sol·licitant que serà l'encarregada de custodiar i vetllar pel manteniment del certificat de grup emès per l'entitat de certificació.

Els dos sistemes tenen un tipus d'etiquetatge concret en funció de la fusta que contenen els productes, ja sigui que representi el 100% o contingui un percentatge de fusta reciclada, controlada, etc., (vegeu la Taula 4 i Taula 5). A més d'això, ambdós sistemes tenen un codi de traçabilitat que permet comprovar-ne la validesa.

Segell PEFC	Condicions
	Certificat PEFC El producte inclou, com a mínim, un 70% de material “certificat PEFC” procedent de boscos gestionats de forma sostenible que hagi estat certificat sota un sistema de certificació forestal reconegut per PEFC o de material reciclat. El contingut en material reciclat serà inferior al 85%. Quan el producte no inclogui material reciclat, el text de l'etiqueta s'haurà d'emprar en absència de la paraula “reciclat”.
	Reciclat PEFC El producte inclou almenys un 70% de material “certificat PEFC” procedent de fonts reciclades. El contingut en material reciclat es calcula partint de la norma ISO/IEC 14021.

Taula 4. Segells PEFC



Etiquetatge incomplet en el que no s'especifica correctament ni l'espècie ni la procedència.

Segell FSC	Condicions
	Etiqueta FSC “100%” Tots els productes de grups de producte FSC 100% es poden etiquetar com a FSC “100%”.
	Etiqueta FSC “Fonts mixtes” Els productes pertanyents a grups de producte FSC mixt sota un sistema de transferència es poden etiquetar com a FSC “Fonts mixtes” si la declaració FSC identificada per a outputs és una declaració de percentatges “FSC mixt” de com a mínim el 70% o una declaració “FSC crèdit mixt”. Els productes pertanyents a grups de producte FSC mixt sota un sistema de percentatges es poden etiquetar com a FSC “Fonts mixtes” si la declaració de percentatge aplicable és com a mínim del 70%.
	Etiqueta FSC “Reciclat” Els productes pertanyents a grups de producte FSC reciclat sota el sistema de transferència es poden etiquetar com a FSC “Reciclat” si la declaració FSC identificada per a outputs és una declaració de percentatges “FSC reciclat” de com a mínim el 85% o una declaració “FSC crèdit reciclat”. Els productes pertanyents a grups de producte FSC reciclat sota un sistema de percentatges es poden etiquetar com a FSC “Reciclat” si la declaració de percentatge aplicable és de com a mínim el 85%.

Taula 5. Segells FSC

3.2.3. Catforest - Producte forestal de Catalunya

“Catforest - Producte forestal de Catalunya” és una iniciativa del sector forestal català amb la finalitat de permetre a prescriptors, consumidors i a la societat en general identificar els productes forestals dels boscos de Catalunya al mercat, amb garantia de **sostenibilitat, proximitat i qualitat**.

La titular de la marca és l'Associació Catalana Promotora de la Certificació Forestal integrada per totes les baules del sector forestal, des de la propietat forestal pública i privada, passant per organitzacions agràries, empreses de treballs forestals, indústria i altres sectors com els consumidors, el món acadèmic i universitari o els grups ecologistes. La marca pot ser emprada per propietaris forestals, empreses d'aprofitament, recol·lecció, envasament, transformació o comercialització de productes forestals, així com per entitats responsables col·laboradores públiques o privades.

Tots els productes que es poden incloure al segell Catforest han de provenir dels boscos de Catalunya. També han d'incorporar segells reconeguts internacionalment de gestió forestal sostenible i cadena de custòdia com PEFC, FSC o equivalents, sempre que el certificat estigui emès per una tercera part independent acreditada per l'Entitat Nacional d'Acreditació (ENAC). A més, han de complir els estàndards de qualitat requerits pel segell, la fusta estructural sota Catforest ha de disposar del marcatge CE, l'estella per a biocombustible, el segell DBOSQ, el pèl·let, les certificacions europees ENPlus o DinPlus i la fusta serrada no estructural, la llenya i les briquetes han complir els criteris de qualitat del segell. Els productes inclosos a Catforest s'identifiquen amb el logotip de la Figura 5.



Figura 5. Logotip de la marca Catforest - Producte forestal de Catalunya (Associació Catalana Promotora de la Certificació Forestal, 2015)

3.3. Altres certificacions ambientals

3.3.1. Certificació dels aspectes ambientals del producte

Les ecoetiquetes o etiquetes ecològiques són sistemes voluntaris de qualificació ambiental que identifiquen i certifiquen que certs productes o serveis tenen una menor afectació sobre el medi ambient. A Catalunya es poden trobar productes amb el distintiu de garantia de qualitat ambiental i amb l'ecoetiqueta de la Unió Europea. Ambdós sistemes són complementaris i la Generalitat de Catalunya és la que s'encarrega d'atorgar aquestes etiquetes ecològiques.



Figura 6. Distintiu de garantia de qualitat ambiental i ecoetiqueta UE

Aquestes ecoetiquetes s'atorguen per categories de productes segons criteris establerts i basats en estudis científics dels impactes ambientals dels productes al llarg del seu cicle de vida. De manera general, i entre altres aspectes, aquests criteris tenen en compte:

- L'ús de matèries primeres i el seu origen.
- Els consums d'aigua i d'energia.
- Les contaminacions de les aigües.
- Les emissions a l'atmosfera.
- La generació de residus.

L'ecoetiqueta UE disposa d'estàndards definits per a productes d'higiene i cosmètics, productes de neteja, materials tèxtils, pintures i vernissos, equipa-

ment electrònic, paviments domèstics, mobles de fusta, elements de jardineria, lubricants, productes de paper, productes domèstics i sobre establiments turístics. Per tant, no té cap criteri definit sobre elements urbans o materials fusters a excepció del mobiliari.

En canvi, el distintiu de garantia de qualitat ambiental sí que disposa de criteris ambientals específics per a productes de fusta gràcies a la Resolució TES/2977/2012 de la Generalitat de Catalunya. En aquest text normatiu es defineixen diferents classes de productes i es declara que per obtenir el distintiu, els productes hauran de complir, entre d'altres, els criteris següents:

- El 60% de la fusta serà de procedència local i es considerarà local la fusta provinent de Catalunya.
- El 30% de la fusta amb procedència de boscos que disposin de la certificació forestal d'acord amb PEFC, FSC o qualsevol altre esquema de reconeixement internacional o bé que procedeixi de materials reciclats.
- La fusta haurà de procedir de boscos aprofitats legalment.
- Els residus industrials s'hauran de segregar en origen en funció de si es tracta de fusta tractada o no. El 40% dels residus generats durant el procés productiu s'hauran de valorar aplicant les millors tècniques disponibles.
- Hi ha restriccions importants sobre l'ús de productes químics perillosos per al medi ambient i les persones com el formaldehid, les substàncies que emeten compostos orgànics volàtils (COV) o ignífugs i retardants.

3.3.2. Certificació de la gestió ambiental de l'empresa

La declaració ambiental és un document que aporta informació sobre l'impacte i el comportament ambiental d'una organització i la millora permanent en matèria de medi ambient. Les eines de gestió ambiental més conegudes són el Reglament EMAS i l'estàndard internacional ISO 14000.

EMAS (Eco-Management and Audit Scheme) és el sistema de la Unió Europea de gestió i auditoria ambientals d'adscripció voluntària que reconeix les organitzacions que milloren el seu acompliment ambiental de forma contínua. De manera semblant, l'estàndard ISO 14000 és un conjunt de normes internacionals d'aplicació voluntària que estableix com implantar un sistema de gestió ambiental per aconseguir l'equi-

bri entre la rendibilitat econòmica i la minimització de l'impacte ambiental. En tots dos casos, es tracta de sistemes que permeten a les organitzacions avaluar i millorar el seu comportament ambiental i difondre la informació oportuna al públic i a altres parts interessades.

L'ISO 14000 es gestiona de manera similar a l'ISO 9000 o a altres normes semblants, per a les quals hi ha organismes notificats que en certifiquen la gestió. En el cas del Reglament EMAS, l'organisme competent a Catalunya per gestionar-lo és la Generalitat de Catalunya.



Figura 7. Logotip del reglament EMAS

3.4. Criteris per a la selecció responsable de la fusta

Les espècies de fusta es poden agrupar en quatre classes segons la incidència ambiental del seu consum. Cada una s'estableix en funció de la procedència de la fusta, el tipus de gestió forestal, la traçabilitat dins el circuit comercial i l'estat de conservació de l'espècie en cas que no es tracti de fusta reciclada.

- **Fusta certificada i/o reciclada:** disposen del segell PEFC, FSC o equivalent i procedeixen de boscos o plantacions gestionats de forma responsable des d'un punt de vista econòmic, social i ambiental. El consum de fusta reciclada o reutilitzada disminueix la pressió sobre els boscos i allarga el temps de captura de CO₂.
- **Fustes de baix risc:** material amb baix risc de provenir de zones afectades per males pràctiques forestals, tales il·legals i destrucció de boscos primaris. La fusta originària d'Europa occidental, els Estats Units o el Canadà és habitualment molt segura. Altres procedències com Rússia, Europa oriental, l'àrea balcànica o

el Pròxim Orient són més sensibles a les males pràctiques.

- **Fustes problemàtiques:** hi ha un risc elevat que la fusta s'hagi talat aplicant males pràctiques forestals i hagi generat destrucció ambiental. En aquesta categoria s'inclouen les plantacions intensives gestionades de forma poc acurada socialment i mediambiental. Aquest podria ser el cas de la substitució de boscos primaris per plantacions intensives monoespècifiques.
- **Fustes d'alt risc:** espècies incloses a la Llista vermella de la IUCN o al Conveni CITES. Fustes procedents d'àrees en conflicte armat, règims polítics corruptes, boscos primaris i en general tots els orígens on les tales il·legals i les pràctiques destructives són comunes. Països com el Congo a l'Àfrica subsahariana, l'àrea amazònica, Indonèsia o Myanmar són especialment conflictius, ja que la fusta sovint s'empra com a font de finançament dels conflictes.

Partint de tot el que s'ha exposat en el punt fins ara, les particularitats de la fusta i els criteris bàsics generals de comportament responsable des d'un punt de vista ambiental, s'exposen alguns consells per seleccionar la fusta i minimitzar l'impacte sobre el medi:

- **Consumir fusta d'origen local.** Catalunya, Espanya i Europa occidental són orígens no conflictius pel que fa a la fusta i, a més, el consum de proximitat minimitza la petjada de carboni. També s'afavoreix el desenvolupament rural del nostre entorn.
- **Emprar fusta autòctona millorada tecnològicament.** Les prestacions de les fustes autòctones es poden millorar de forma efectiva. Si cal una alta durabilitat, es pot aconseguir mitjançant tractaments protectors, impregnació, termotractament, furfurilació o acetilació.
- **Maximitzar la seva vida útil.** Allargar la vida de la fusta és la millor manera de no consumir recursos naturals de nou. Cal triar una espècie de fusta amb una durabilitat suficient o un material fuster compatible amb l'ambient en què prestarà servei, dissenyar-ne correctament la instal·lació i evitar sobreexposicions innecessàries.

- **Triar espècies no amenaçades.** Rebutjar espècies procedents del contraban que no respectin el Conveni CITES o amenaçades en l'estat salvatge segons la Llista de la IUCN. Si en els plecs de condicions s'especifica una espècie de fusta, cal fer-ho emprant el nom científic. De tota manera i deixant de banda casos molt excepcionals, les prescripcions tècniques d'un projecte no impliquen l'especificació d'una espècie.

- **Disminuir la pressió del circuit comercial sobre els boscos tropicals.** Les fustes tropicals tenen excel·lents prestacions, però són ambientalment cares d'importar. Hi ha espècies locals que ofereixen prestacions de durabilitat suficients.

- **Prioritzar el consum de fusta certificada.** La fusta PEFC, FSC o amb qualsevol segell equivalent garanteix que prové de forests amb una gestió forestal correcta i sostenible.

- **Flexibilitat amb les singularitats.** La fusta presenta singularitats com nusos o clivelles de forma natural. Ser molt exigent amb aspectes estètics que no perjudiquen les prestacions tecnològiques comporta sacrificar gran volum de material i aquest fet incrementa innecessàriament la pressió sobre el medi.

- **Responsabilitat davant les modes i l'aspecte estètic.** La tria d'una espècie de fusta no només s'ha de fer segons l'aspecte estètic. Moltes fustes locals es poden tenir o modificar i d'aquesta manera obtenir resultats òptims. Preveu les variacions estètiques que pot comportar treballar amb espècies alternatives.

- **Valorar la incorporació d'additius químics artificials.** Evita'ls si la utilització d'additius no està plenament justificada o no aporten avantatges tecnològics significatius. Els adhesius, els plàstics, el ciment portland, les pintures, els vernissos, els biocides, els productes protectors i els additius tenen avantatges, però també inconvenients. Poden complicar el reciclatge de la fusta, la recuperació energètica al final de la vida útil o exposar innecessàriament l'usuari a substàncies químiques sintètiques potencialment perilloses.

4.

Espècies de fusta



4.1. Les espècies de fusta

Cada llengua, territori o àmbit tècnic atorga un o diversos noms comuns a un determinat tipus de fusta, de manera que pot rebre diferents denominacions. A més, també hi ha els noms comercials que obedeixen a estratègies de venda, raons històriques, modes, màrqueting, etc. Per tant, tenint en compte la gran quantitat de llengües i noms comuns existents, és molt fàcil arribar a confusions i equívocs. Per evitar-los, es recomana referir-se a cada tipus de fusta amb el nom científic de l'espècie com a mínim.

L'espècie és la unitat bàsica de la biodiversitat i està formada per tots els individus que tenen atributs comuns i capacitat d'encreuar-se entre ells per reproduir individus fèrtils nous. Aquests es classifiquen científicament mitjançant un nom binomial únic i universal en què primer s'indica el gènere i després l'espècie. Es calcula que al món hi ha unes 60.000 espècies fusteres de les quals es comercialitzen unes 2.000. Hi ha molts criteris per classificar les espècies fusteres, però són tres els més destacables per a la tria d'espècies:

- **Coníferes i planifolis:** els espermatòfits és el rang de plantes vasculars que produeixen llavors. Aquesta superdivisió es divideix en sis classes. Pteridospermatophyta té tots els individus extingits, Cycadophyta i Gnetophyta no produeixen fusta, a Ginkgophyta només queda viu el *Ginkgo biloba* que es considera un fòssil vivent i, finalment, tenim les espècies fusteres a Pinophyta i Magnoliophyta. Les estructures reproductives de la classe Pinophyta són els estròbils que, gràcies a la seva forma de con, són l'origen de la denominació "conífera". En contraposició trobem els "planifolis", espècies pertanyents a la classe Magnoliophyta que es reproduïen mitjançant flor i representen la forma de vida vegetal predominant. De les 2.000 espècies fusteres comercialitzades 500 són coníferes i 1.500 planifolis. Dins aquests dos grups hi ha una gran heterogeneïtat pel que fa a les propietats tecnològiques de la fusta i, per aquest motiu, únicament es pot dir que les coníferes tenen, generalment, les fibres de fusta més llargues i més contingut en lignina que els planifolis.

- **Boreals i tropicals:** les espècies fusteres es poden classificar segons la seva procedència bioclimàtica en funció de la latitud. L'esquema de classificació de zones de vida de Holdridge (1947) distingeix set tipus de regions que se simplifica a dos quan hom parla d'espècies fusteres comercials. Això passa perquè no hi ha boscos a les àrees polars i subpolars, ja que es fusiona la regió subtropical amb la tropical i també s'agrupen les regions càlida temperada i freda temperada amb la boreal. A la pràctica, les espècies es distingeixen en funció de si provenen d'ecosistemes càlids o frescs i aquí rau la diferència de les seves propietats. En línies generals, els ecosistemes càlids tenen una major presència de xilòfags i condicions més favorables per al creixement. Per aquest motiu, les fustes tropicals han evolucionat a ser més durables i dures, mentre que les dels boscos boreals, on el cicle de creixement queda molt limitat pels hiverns, les fustes tenen una relativa baixa densitat i pocs extractius. Finalment, cal dir que per motius evolutius la presència de coníferes a l'àrea tropical és escassa.

- **Softwoods i hardwoods:** Soft en anglès significa "tou", hard vol dir "dur" i wood és la paraula anglesa per a "fusta". Per tant, sembla que softwood hauria de significar "fusta tova" i hardwood "fusta dura". Doncs no és ben bé així, ja que aquests termes provenen de l'àmbit anglosaxó i realment hardwood fa referència a planifoli i softwood a conífera. Això es deu al fet que a Amèrica i les illes Britàniques les espècies fusteres de planifolis més habituals (roure, freixe, faig, auró...) tenen la fusta dura i, en contraposició, les coníferes més comunes (pins i avets) tenen la fusta tova. Aquesta terminologia porta a nombrosos equívocs, ja que, per exemple, aquesta correspondència no es compleix en el pollancre o en els xiprers. A més, és freqüent trobar textos tècnics o d'aplicació de producte (vernissos, lasurs, adhesius) on simplement s'ha traduït softwood per "fusta tova" i hardwood per "fusta dura", cosa que porta l'usuari a nombrosos equívocs.

4.2. Espècies fusteres de Catalunya

4.2.1. Els aprofitaments forestals a Catalunya

El territori forestal català és en un 77% de propietat privada i en un 23% de propietat pública. La gestió forestal que es duu a terme a Catalunya es caracteritza pel fet de seguir els principis de la sostenibilitat. És important destacar la incidència que han tingut els diferents models de planificació, ordenació i gestió de terrenys forestals, eines molt eficaces per al manteniment de l'estabilitat ecològica dels boscos, la qualitat del paisatge, la rendibilitat econòmica, la gestió sostenible i la prevenció d'incendis.

Catalunya té al voltant de dues terceres parts del territori catalogades com a superfície forestal, de les quals el 39% és superfície arbrada. Això representa aproximadament 1.226.000 hectàrees, ocupades per 1.400.000 milers de peus de més de seixanta espècies arbòries (CREAF, 2015; Burriel *et al.*, 2000-2004). Aquestes xifres són molt elevades si es comparen amb el total estatal, un 25% de superfície arbrada, o amb França, un 27%.

Quant als aprofitaments de fusta, segons les dades del Centre de la Propietat Forestal de la Generalitat de Catalunya de l'any 2015, s'estima que durant el període de 1999-2011 van ser d'una mitjana de 533.000 m³/any de fusta en rols de coníferes i planifolis.

D'aquesta quantitat, un 79% corresponia a coníferes i l'altre 21% a planifolis. Cal indicar que durant aquest període la demanda es va mantenir estable a excepció d'increments puntuals pels efectes de grans incendis. Tot i això, en un futur no llunyà és plausible que ocorrin turbulències en el mercat de la fusta fruit de la demanda energètica creixent.

4.2.2. Espècies autòctones, espècies locals i fusta de proximitat

En el moment d'adquirir una partida de fusta no només cal tenir en compte els criteris tècnics, sinó també factors de sostenibilitat. La tria de l'espècie i la procedència en són dos punts bàsics i cal tenir presents els conceptes següents:

- **Espècie autòctona o nativa:** la presència de l'espècie en una determinada regió o ecosistema es deu únicament a dinàmiques naturals i sempre sense cap intervenció humana.
- **Espècie exòtica:** espècie no nativa d'una àrea determinada introduïda de manera voluntària o accidental per l'acció humana. Les plantacions forestals d'espècies foranes introduïdes per millorar el rendiment fuster dels boscos s'inclouen en aquesta categoria. La introducció de noves espècies pot derivar en efectes negatius inesperats sobre el medi, hibridacions o la introducció de patologies noves prèviament inexistents.
- **Espècie local:** espècie present en un lloc determinat. Poden ser autòctones o exòtiques. A diferència de les espècies autòctones, les espècies introduïdes són locals, però no natives.
- **Fusta de proximitat:** fusta aprofitada de boscos propers a la zona de consum final. Idealment la distància ha de ser zero, però si no és possible, la distància ha de ser tan petita com sigui possible. Per aquest motiu, sovint els productes de proximitat també s'anomenen de quilòmetre zero. Si en l'adquisició de la fusta se segueix aquest criteri, es minimitzen les emissions de CO₂ del transport i es redueix el risc d'importar patògens exòtics com fongs, nematodes o insectes, entre d'altres. Tradicionalment la indústria catalana s'ha abastit majoritàriament dels boscos de Catalunya, els dos vessants dels Pirineus i el sud de França.

Per tots aquests motius, consumir espècies autòctones de procedència local és el més recomanable des d'un punt de vista ambiental. Si per algun motiu tècnic o comercial això no fos possible, es recomana triar entre l'oferta disponible la fusta de procedència més propera. Les espècies arbòries fusteres més abundants a Catalunya són les següents:

Nom científic	Nom comú	Tipus	Existències. Volum amb escorça (milers de m³)	Extinta
<i>Abies alba</i>	Avet	Conífera	4.575,3	Autòctona
<i>Betula pendula</i>	Bedoll	Planifoli	534,1	Autòctona
<i>Castanea sativa</i>	Castanyer	Planifoli	1.376,3	Autòctona
<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucaliptus blau	Planifoli	78,0	Introduïda. Austràlia
<i>Fagus sylvatica</i>	Faig	Planifoli	5.189,4	Autòctona
<i>Fraxinus excelsior</i>	Freixe de fulla gran	Planifoli	450,0	Autòctona
<i>Pinus halepensis</i>	Pi blanc	Conífera	14.477,3	Autòctona
<i>Pinus nigra</i>	Pinassa	Conífera	12.207,0	Autòctona
<i>Pinus pinaster</i>	Pinastre	Conífera	1.353,8	Autòctona
<i>Pinus pinea</i>	Pi pinyer	Conífera	3.511,6	Autòctona
<i>Pinus radiata</i>	Pi insigne	Conífera	417,0	Introduïda. Mèxic
<i>Pinus sylvestris</i>	Pi roig	Conífera	26.262,7	Autòctona
<i>Pinus uncinata</i>	Pi negre	Conífera	8.426,3	Autòctona
<i>Platanus x hispanica</i> ¹	Plàtan	Planifoli	464,0	Introducció / Hibridació
<i>Populus alba</i>	Àlber	Planifoli	271,0	Autòctona i plantacions
<i>Populus nigra</i> ²	Pollancre	Planifoli	975,0	Autòctona
<i>Populus tremula</i> ²	Trèmol	Planifoli	611	Autòctona
<i>Prunus avium</i>	Cirerer	Planifoli	152,0	Autòctona
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Avet de Douglas	Conífera	61,0	Introduïda. Estats Units
<i>Quercus humilis</i>	Roure de fulla petita	Planifoli	5.818,9	Autòctona
<i>Quercus ilex</i>	Alzina	Planifoli	9.136,3	Autòctona
<i>Quercus petraea</i>	Roure de fulla gran	Planifoli	1.294,6	Autòctona
<i>Quercus suber</i>	Alzina surera	Planifoli	3.306,4	Autòctona
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Robínia	Planifoli	132,0	Introduïda. Estats Units

Taula 6. Espècies arbòries fusteres locals més abundants de Catalunya (Burriel et al., 2000-2004)

1. Hibridació entre *P. orientalis* i *P. occidentalis* arran de la introducció de *P. orientalis* des dels Estats Units a Europa en el segle XVII.
2. Es compten conjuntament les poblacions naturals i les plantacions clonals.

4.3. Espècies comercials més habituals

A continuació s'exposa la situació ambiental de les espècies fusteres més comercialitzades habitualment a Espanya.

Nom científic	Nom comú	Tipus	Procedència ²	Nivell de certificació	Vulnerabilitat IUCN i regulació CITES
<i>Abies alba</i>	Avet blanc	Conífera boreal	Europa	Alta	Preocupació menor
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Auró blanc	Planifoli boreal	Europa i Rússia	Mitjana	No avaluada
<i>Acer rubrum</i>	Auró roig	Planifoli boreal	Costa est d'Amèrica del Nord	Mitjana	No avaluada
<i>Acer saccharum</i>	Auró del sucre	Planifoli boreal	Costa est d'Amèrica del Nord	Mitjana	No avaluada
<i>Azelia sp.</i>	Doussié	Planifoli tropical	Àfrica subsahariana	Nul·la	Vulnerable
<i>Alnus rubra</i>	Vern vermell	Planifoli boreal	Costa oest d'Amèrica del Nord.	Mitjana	Preocupació menor
<i>Amburana acreana</i>	Amburana	Planifoli tropical	Amèrica del Sud	Baixa	Vulnerable
<i>Bagassa guianensis</i>	Peònia	Planifoli tropical	Nord d'Amèrica del Sud	Baixa	No avaluada
<i>Betula pendula</i>	Bedoll	Planifoli boreal	Europa i Àsia occidental	Mitjana	Preocupació menor
<i>Castanea sativa</i>	Castanyer	Planifoli boreal	Conca mediterrània nord	Mitjana	No avaluada
<i>Cedrela odorata</i>	Cedre americà	Conífera tropical	Nord d'Amèrica del Sud i Central	Baixa	Vulnerable Comerç regulat (III)
<i>Copaifera salikounda</i>	Etimoe	Planifoli tropical	Àfrica subsahariana	Nul·la	Vulnerable
<i>Diploptropis purpurea</i>	Sucupira	Planifoli tropical	Nord d'Amèrica del Sud	Baixa	Preocupació menor
<i>Dipteryx sp.</i>	Cumarú	Planifoli tropical	Nord d'Amèrica del Sud i Central	Baixa	Vulnerable Comerç regulat (III)
<i>Entandrophragma cylindricum</i>	Sapel·li	Planifoli tropical	Àfrica subsahariana	Baixa	Vulnerable
<i>Entandrophragma utile</i>	Sipo	Planifoli tropical	Àfrica subsahariana	Baixa	Vulnerable

<i>Erythrophleum spp</i>	Tali	Planifoli tropical	Àfrica subsahariana	Baixa	En perill
<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucaliptus blau	Planifoli austral	Sud-est d'Austràlia	Baixa	No avaluada
<i>Fagus sylvatica</i>	Faig	Planifoli boreal	Europa	Mitjana	No avaluada
<i>Fagus sylvatica</i>	Faig	Planifoli boreal	Europa continental	Baixa	No avaluada
<i>Fraxinus excelsior</i>	Freixe de fulla gran	Planifoli boreal	Europa i Rússia	Mitjana	No avaluada
<i>Fraxinus latifolia</i>	Freixe americana	Planifoli boreal	Costa est d'Amèrica del Nord	Mitjana	No avaluada
<i>Guarea cedrata</i>	Bossé	Planifoli tropical	Àfrica subsahariana	Nul·la	Vulnerable
<i>Guibourtia ehie</i>	Ovengkol	Planifoli tropical	Àfrica subsahariana	Nul·la	Preocupació menor
<i>Guibourtia spp</i>	Bubinga	Planifoli tropical	Àfrica subsahariana	Nul·la	Vulnerable
<i>Hallea ciliata</i>	Abura	Planifoli tropical	Àfrica subsahariana	Nul·la	No avaluada
<i>Heritiera utilis</i>	Niangó	Planifoli tropical	Àfrica subsahariana	Nul·la	Vulnerable
<i>Hymenaea spp</i>	Jatoba	Planifoli tropical	Nord d'Amèrica del Sud i Central	Baixa	Preocupació menor
<i>Intsia sp.</i>	Merbau	Planifoli tropical	Sud-est asiàtic	Baixa	Vulnerable
<i>Juglans nigra</i>	Noguer americana	Planifoli boreal	Costa est d'Amèrica del Nord	Mitjana	No avaluada
<i>Juglans regia</i>	Noguer europeu	Planifoli boreal	Europa i Orient Mitjà	Mitjana	Gairebé amenaçada
<i>Khaya sp.</i>	Caoba africana	Planifoli tropical	Àfrica subsahariana	Baixa	Vulnerable (en perill)
<i>Liriodendron tulipifera</i>	Tulíper de Virgínia	Planifoli boreal	Costa est d'Amèrica del Nord	Mitjana	Preocupació menor
<i>Mansonia altissima</i>	Mansònia	Planifoli tropical	Àfrica subsahariana	Nul·la	No avaluada
<i>Milicia excelsa</i>	Iroc	Planifoli tropical	Àfrica subsahariana	Baixa	Gairebé amenaçada
<i>Millettia laurentii</i>	Wenge	Planifoli tropical	Àfrica subsahariana	Baixa	En perill
<i>Nesogordonia papaverifera</i>	Kotibé	Planifoli tropical	Àfrica subsahariana	Nul·la	Vulnerable
<i>Nothofagus pumilio</i>	Lenga	Planifoli boreal	Costa oest d'Amèrica del Sud	Baixa	No avaluada

<i>P. palustris</i>	Pi melis	Conífera boreal	Costa sud-est d'Amèrica del Nord i costa central oest d'Amèrica del Sud	Mitjana	En perill
<i>Picea abies</i>	Avet roig	Conífera boreal	Europa i Rússia	Alta	Preocupació menor
<i>Pinus halepensis</i>	Pi blanc	Conífera boreal	Costa de la conca mediterrània occidental	Baixa	Preocupació menor
<i>Pinus nigra</i>	Pinassa	Conífera boreal	Europa. Nord de la conca mediterrània	Mitjana	Preocupació menor
<i>Pinus pinaster</i>	Pinastre	Conífera boreal	Conca mediterrània europea i africana	Mitjana	Preocupació menor
<i>Pinus pinea</i>	Pi pinyer	Conífera boreal	Península Ibèrica, costa mediterrània francesa i Itàlia	Baixa	Preocupació menor
<i>Pinus radiata</i>	Pi insigne	Conífera boreal	Mèxic i àrees mediterrànies humides	Mitjana	En perill
<i>Pinus sylvestris</i>	Pi roig	Conífera boreal	Europa, Orient Mitjà i Rússia	Alta	Preocupació menor
<i>Pinus taeda</i> ; <i>P. el-liotti</i> ; <i>P. echinata</i> ; <i>P. caribaea</i>	Pins grocs del sud	Conífera boreal	Costa sud-est d'Amèrica del Nord i costa central oest d'Amèrica del Sud	Mitjana	Preocupació menor
<i>Pinus uncinata</i>	Pi negre	Conífera boreal	Europa del Sud	Mitjana	Preocupació menor
<i>Platanus x hispanica</i> ¹	Plàtan	Planifoli boreal	Espècie híbrida cultivar	Baixa	Preocupació menor
<i>Populus alba</i>	Àlber	Planifoli boreal	Centre i sud d'Europa, Àsia central i nord d'Àfrica	Baixa	No avaluada
<i>Populus nigra</i> ²	Pollancre	Planifoli boreal	Conca mediterrània	Baixa	Preocupació menor
<i>Populus tremula</i> ²	Trèmol	Planifoli boreal	Europa i Àsia	Baixa	No avaluada
<i>Prunus avium</i>	Cirerer europeu	Planifoli boreal	Europa i Rússia	Mitjana	No avaluada
<i>Prunus avium</i>	Cirerer	Planifoli boreal	Europa	Baixa	No avaluada
<i>Prunus serotina</i>	Cirerer americà	Planifoli boreal	Costa est d'Amèrica del Nord	Mitjana	No avaluada
<i>Pseudotsuga men-ziesii</i>	Pi d'Oregon	Conífera boreal	Costa oest d'Amèrica del Nord. Illes Britàniques. Nova Zelanda	Mitjana	Preocupació menor
<i>Pterocarpus soyauxii</i>	Paduc africà	Planifoli tropical	Àfrica subsahariana	Nul·la	No avaluada

<i>Pterygota bequaertii</i>	Koto	Planifoli tropical	Àfrica subsahariana	Baixa	Vulnerable
<i>Quercus alba</i>	Roure blanc americà	Planifoli boreal	Costa est d'Amèrica del Nord	Mitjana	No avaluada
<i>Quercus humilis</i>	Roure martinenc	Planifoli boreal	Europa meridional i Àsia Menor	Baixa	No avaluada
<i>Quercus ilex</i>	Alzina	Planifoli boreal	Conca mediterrània	Baixa	No avaluada
<i>Quercus petraea</i> ; <i>Q. robur</i>	Roure europeu	Planifoli boreal	Europa, Rússia	Mitjana	Preocupació menor
<i>Quercus rubra</i>	Roure roig americà	Planifoli boreal	Costa est d'Amèrica del Nord	Mitjana	No avaluada
<i>Quercus suber</i>	Alzina surera	Planifoli boreal	Península Ibèrica i costa mediterrània occidental	Mitjana	No avaluada
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Robínia	Planifoli boreal	Costa est d'Amèrica del Nord	Baixa	Preocupació menor
<i>Tabebuia sp.</i>	Ipé	Planifoli tropical	Nord d'Amèrica del Sud i Central	Baixa	Vulnerable
<i>Tectona grandis</i>	Teca	Planifoli tropical	Sud-est asiàtic i costa nord-oest d'Amèrica del Sud i Amèrica Central	Baixa	No avaluada
<i>Terminalia ivorensis</i>	Framiré	Planifoli tropical	Àfrica subsahariana	Nul·la	Vulnerable
<i>Thuja plicata</i>	Cedre roig del Pacífic	Conífera boreal	Costa oest d'Amèrica del Nord. Illes Britàniques. Nova Zelanda	Mitjana	Preocupació menor
<i>Triplochiton scleroxylon</i>	Samba	Planifoli tropical	Àfrica subsahariana	Baixa	Preocupació menor
<i>Tsuga heterophylla</i>	Tsuga heterofil·la	Conífera boreal	Costa oest d'Amèrica del Nord. Illes Britàniques.	Mitjana	Preocupació menor

1. Les espècies denominades *sp.* fan referència a un grup d'espècies d'un mateix gènere. Poden existir diferències tecnològiques notables entre espècies d'un mateix gènere.

2. Les files destacades en gris indiquen espècie autòctona.

Taula 7. Llista d'espècies autòctones o locals i comercialitzades habitualment (AEIM, 2015; IUCN, 2015; CITES, 2015)

5.

Exposició de la fusta a l'ambient i als xilòfags



La vida útil i el comportament de la fusta en servei es veuen molt condicionats pel grau d'exposició a la intempèrie a què estan sotmesos els elements. Sota aquest punt de vista, la norma europea UNE-EN 335:2013 (AENOR, 2013) i el CTE DB SE-M (2009) defineixen els diversos tipus d'ambients i les condicions d'ús de la fusta.

L'objectiu de les dues normes és diferent. Mentre que a la UNE-EN 335:2013 *Durabilidad de la madera y de los productos derivados de la madera. Clases de uso: definiciones, aplicación a la madera maciza y a los productos derivados de la madera* (AENOR, 2013) s'indiquen els **diferents tipus d'exposició ambiental** que poden fer que la fusta o els materials derivats de la fusta siguin susceptibles de patir atacs biològics, al CTE DB SE-M (2009) s'estableixen diferents classes de servei que s'han de tenir en compte en el **càlcul d'elements estructurals** de fusta, en funció de les condicions ambientals previstes on estarà col·locat l'element.

El CTE DB SE-M (2009) també fa referència a les classes d'ús que, pràcticament, coincideixen amb les que especifica la UNE-EN 335:2013 (AENOR, 2013), tot i que el CTE DB SE-M (2009) afegeix especificacions en contingut d'humitat i exemples.

5.1. Classes d'ús

Classe d'ús 1

- La fusta o el material derivat de la fusta es troba a l'interior i, per tant, no exposat a la intempèrie ni a la possibilitat que s'humitegi.
- En aquesta situació el risc d'atac per fongs de superfície, fongs d'emblaviment o fongs xilòfags és insignificant i sempre accidental.
- És possible l'atac per insectes xilòfags incloent els tèrmits, tot i que la freqüència i la importància del risc depèn de la ubicació geogràfica.
- En aquestes condicions la fusta massissa té un contingut d'humitat menor del 20%.
- Exemples: bigues i pilars a l'interior d'edificis.

Classe d'ús 2

- L'element és a cobert i no està exposat a la intempèrie (en particular, a la pluja horitzontal), però pot estar sotmès a una humidificació ocasional no persistent.
- En aquestes condicions es poden produir condensacions superficials a la fusta o als materials derivats de la fusta.
- Es poden produir atacs per fongs cromògens i fongs xilòfags.
- És possible l'atac per insectes xilòfags incloent els tèrmits, tot i que la freqüència i la importància del risc depèn de la ubicació geogràfica.
- Ocasionalment la fusta pot tenir continguts d'humitats superiors al 20% en part o en la totalitat de l'element.
- Exemples: estructura d'una piscina coberta en què es manté una humitat elevada amb condensacions ocasionals, elements propers a conductes d'aigua.

Classe d'ús 3

- Situació en què l'element de fusta o derivat de la fusta està per sobre del sòl (no en contacte amb el terra) i exposat a la intempèrie (en particular, a la pluja).
- Es poden produir atacs de fongs cromògens i fongs xilòfags.
- És possible l'atac per insectes xilòfags incloent els tèrmits, tot i que la freqüència i la importància del risc depèn de la ubicació geogràfica.
- El contingut d'humitat pot superar el 20%.
- El grau d'exposició pot ser molt diferent, raó per la qual aquesta classe es divideix en dues subclasses:

Subclasse d'ús 3.1

- L'element de fusta o de material derivat de la fusta no roman humit durant llargs períodes. L'aigua no s'acumula. (Això és possible mitjançant l'aplicació de productes d'acabat mantinguts i adients o mitjançant un disseny adient o una orientació de l'element que permeti l'evacuació de l'aigua i un asseccament ràpid). La fusta pot superar ocasionalment un contingut d'humitat del 20%.

- Exemples: biga que vola a l'exterior, però amb la part superior i les testes protegides per un cavalló o per peces de sacrifici.

Subclasse d'ús 3.2

- En aquesta situació l'element roman humit durant llargs períodes. L'aigua s'acumula. (Els elements no estan orientats de manera que es faciliti l'evacuació de l'aigua, ni dissenyats per assecar-se ràpidament). La fusta supera freqüentment un contingut d'humitat del 20%.
- Exemples: qualsevol element que tingui la cara superior o les testes sotmeses a l'acció directa de l'aigua de pluja; un pilar que, sense estar encastat al terra, està situat a una certa distància del terra, de manera que queda exposat als esquitxos de la pluja o a les acumulacions de neu.

Classe d'ús 4

- Situació en què la fusta o els materials derivats de la fusta es troben en contacte directe amb el terra i/o l'aigua dolça.
- Es poden produir atacs de fongs cromògens i fongs xilòfags. (La fusta que es troba permanentment submergida o completament enterrada i saturada d'aigua no és susceptible de patir atacs de fongs, però pot ser atacada per bacteris.)
- És possible l'atac per insectes xilòfags incloent els tèrmits, tot i que la freqüència i la importància del risc depèn de la ubicació geogràfica.
- La fusta està exposada a humidificacions que fan que superi permanentment un contingut d'humitat del 20%.
- Exemples: construccions en contacte amb aigua dolça i pilars en contacte amb el terra.

Classe d'ús 5

- Situació en què la fusta o els materials derivats de la fusta es troben submergits en aigua salada (de mar o d'aqüífer salí) de manera regular o permanent.
- El principal problema és l'atac d'invertebrats marins. En aigües temperades, organismes del tipus *Limnoria spp.*, *Teredo spp.* i *Pholadidae* poden ocasionar danys importants.
- També es poden produir atacs per fongs xilòfags o desenvolupar-se fongs superficials i fongs cromògens.

- La part aèria de determinats elements, com ara els pilots de molls, pot estar exposada als atacs d'insectes xilòfags.
- El contingut d'unitat de la fusta es troba per sobre del 20%.
- Exemples: construccions en aigua salada.

Si no es pot assignar amb exactitud la classe d'ús o les condicions d'utilització previstes per a un element o si s'interpreta que diferents parts d'un mateix element estan sotmeses a diferents classes d'ús, la decisió d'assignació s'haurà de fer partint de la classe d'ús més severa.

En situacions en què els elements no es troben en contacte amb el terra, però que pel seu disseny poden acumular aigua de manera permanent o quan es poden produir dipòsits salins, brutícia, fulles, etc., durant un període prolongat de temps, pot ser necessari considerar aquestes situacions com a equivalents a fusta en contacte amb el terra o amb aigua dolça.

En cas d'ús interior en condicions d'alta humitat, pot ser necessari assignar una classe d'ús superior.



La fusta de castanyer és una espècie autòctona amb una alta durabilitat natural.

5.2. Classes de servei

A diferència de les classes d'ús, que es defineixen per prevenir la degradació de la fusta, les classes de servei es van crear amb l'objectiu de considerar la pèrdua de rigidesa i resistència que provoca la humitat sobre els elements estructurals. Per tant, cada element estructural considerat s'ha d'assignar a una de les classes de servei definides a continuació, en funció de les condicions ambientals previstes.

Classe de servei 1

- Es caracteritza per un contingut d'humitat de la fusta corresponent a una temperatura de $20 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ i una humitat relativa de l'aire que tan sols supera el 65% unes poques setmanes a l'any.
- En aquesta classe de servei la humitat mitjana d'equilibri higroscòpic en la majoria de les coníferes no supera el 12%. En aquesta classe de servei es troben, en general, les estructures de fusta exposades a un ambient interior.

Classe de servei 2

- Es caracteritza per un contingut d'humitat de la fusta corresponent a una temperatura de $20 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ i una humitat relativa de l'aire que tan sols supera el 85% unes poques setmanes a l'any.
- En aquesta classe de servei 2 la humitat mitjana d'equilibri higroscòpic en la majoria de les conife-

res no supera el 20%. En aquesta classe es troben, en general, les estructures de fusta a cobert, però obertes i exposades a l'ambient exterior, com els coberts i les marquesines. Les piscines cobertes, atès el seu ambient humit, també encaixen en aquesta classe de servei.

Classe de servei 3

- Condicions ambientals que portin a un contingut d'humitat superior al de la classe de servei 2.
- En aquesta classe de servei 3 la humitat mitjana d'equilibri higroscòpic en la majoria de les coníferes supera el 20%. En aquesta classe es troben, en general, les estructures de fusta exposades a un ambient exterior sense cobrir.

Un cop exposades les diferents tipologies de classes, cal destacar que no s'han de confondre les classes d'ús amb les classes de servei. Els dos sistemes parteixen de criteris diferents per assolir objectius diferents. La UNE-EN 335:2013 (AENOR, 2013) estableix cinc classes d'ús en relació amb el risc d'atac d'agents biòtics, mentre que el CTE DB SE-M (2009) defineix tres classes de servei a l'efecte del càlcul; per tant, les dues tipologies de classes no són equivalents en cap cas.

De tota manera, i a tall informatiu, a la Taula 8 es fa una possible correspondència entre les classes de servei i les d'ús, amb el benentès que és el prescriptor qui ha d'establir el criteri d'elecció.

Classe de servei segons CTE DB SE-M (2009)	Classe d'ús probable segons UNE-EN 335:2013
Classe de servei 1 (ambient sec)	Classe d'ús 1
Classe de servei 2 (ambient humit)	Classe d'ús 1 Classe d'ús 2 si l'element es troba en una situació en què és susceptible d'humidificar-se ocasionalment, per exemple, per condensació.
Classe de servei 3 (ambient exterior)	Classe d'ús 2 Classe d'ús 3 o superior en cas d'aplicació exterior

Taula 8. Correspondència entre classes de servei i classes d'ús

5.3. Agents biòtics

Els fongs, els insectes i els xilòfags marins afecten la fusta i els seus productes derivats. L'oportunitat i la gravetat dels seus atacs depenen en gran manera de les condicions de servei a què es veuen exposats, és a dir, el grau d'exposició a la intempèrie i el règim d'humectació. La Taula 9, basada en la UNE-EN 335:2013 (AENOR, 2013), relaciona les classes d'ús amb els agents biòtics que ataquen la fusta i els productes derivats de la fusta.

Classe d'ús ¹	Situació general d'ús	Aparició d'agents biològics ²				
		Fongs cromògens	Fongs xilòfags	Coleòpters	Tèrmits	Xilòfags marins
1	En interiors, sec	-	-	U	L	-
2	En interiors o sota coberta, no exposat a la intempèrie. Possibilitat de condensació d'aigua.	U	U	U	L	-
3	A l'exterior per damunt del terra, exposada a la intempèrie. Se subdivideix en: 3.1 Condicions d'humidificació breu 3.2 Condicions d'humidificació prolongada	U	U	U	L	-
4 ³	A l'exterior en contacte amb el terra o amb aigua dolça.	U	U	U	L	-
5 ³	Submergit en aigua salada de forma regular o permanent.	U ^c	U ^c	U ^c	L ^c	L

U: universalment present a tot Europa i als territoris de la UE.
L: localment present a Europa i als territoris de la UE.

1. Hi ha casos límit, situacions extremes d'utilització de la fusta i els materials derivats de la fusta. Això pot comportar l'assignació d'una classe d'ús diferent.

2. No cal protegir la fusta davant tots els agents biològics esmentats, ja que aquests poden no ser-hi presents o no tenir importància econòmica en totes les condicions de servei, en totes les regions geogràfiques i fins i tot poden no atacar determinats materials derivats de la fusta per la seva constitució específica.

3. La part aèria de certs elements submergits en aigua pot estar exposada a tots els agents biològics esmentats aquí.

Taula 9. Agents biològics segons classes d'ús. UNE-EN 335:2013 (AENOR, 2013)

Fongs cromògens i floridures

Per al desenvolupament dels fongs és necessari un contingut d'humitat de la fusta superior al 20% en pes. Fongs causants de l'emblaviment i les floridures. Aquests fongs presenten bàsicament inconvenients de caire estètic. Poden malmetre els revestiments decoratius i els protectors. N'hi ha de dos tipus:

- **Fongs d'emblaviment:** són els causants de l'aparició de taques blavoses o negreses d'intensitat i profunditat variables fonamentalment a l'albeca de certs tipus de fusta. La seva presència no implica canvis notables en les propietats mecàniques, però pot augmentar la permeabilitat i la sensibilitat als fongs xilòfags.
- **Floridures:** fongs que es manifesten a la superfície de la fusta en forma de taques de colors variats. Es desenvolupen en cas d'existir una humitat relativa molt alta o condensació de vapor d'aigua. Aquests fongs no suposen modificacions importants en les propietats mecàniques de la fusta.

Fongs xilòfags

Aquesta categoria inclou els fongs de podrint, aquells que degraden la fusta i disminueixen de manera significativa les seves propietats físiques i mecàniques. Els atacs només es produeixen si la fusta està en contacte amb aigua líquida (aigua corrent, condensacions, sòl moll...), quan la temperatura està entre 5 °C i 40 °C i si hi ha presència d'oxigen, és a dir, el fred n'atura el desenvolupament, la calor asseca en excés l'ambient i necessiten ambients aerobis. Sota l'aigua no es desenvolupen; per això la fusta totalment submergida no es podreix. Es poden classificar en funció del tipus de degradació que causen:

- **Podriment bru o cúbic:** el fong degrada les cel·luloses sense malmetre la lignina. Aquesta és la causa del color bru i la textura cúbica o esquerdada de la fusta. Patologia molt comuna en fusta estructural.
- **Podriment blanc o filamentós:** el fong degrada les cel·luloses i la lignina i pot destruir totalment la fusta, la qual queda amb un aspecte blanc i fibrós.
- **Podriment tou:** el fong degrada totalment les cel·luloses i parcialment la lignina, de manera que deixa la fusta amb un aspecte blanc i tou. Típicament ataquen fustes amb un contingut de lignina baix i una humitat alta. Afecten especialment la fusta en contacte amb l'aigua.

Insectes

Animals invertebrats que tenen tres parells de potes i que en molts casos han desenvolupat l'habilitat de volar. Són extremadament abundants i poblen tot el planeta. Els insectes xilòfags no poden atacar la fusta si no hi poden accedir físicament o si a l'ambient on està instal·lada no hi ha oxigen. Aquest fet passa essencialment sota l'aigua.

Coleòpters (escarabats). Insectes voladors que efectuen les postes als porus o les esclotxes de la fusta i les larves dels quals s'alimenten de la fusta.

- ***Hylotrupes bajulus* (corc gros):** insecte present en altituds de fins a 2.000 m. Molt abundant al país. La seva vitalitat i longevitat depenen fonamentalment de la temperatura ambient i del contingut d'humitat de la fusta. Ataca diverses espècies de coníferes i en casos determinats pot implicar greus danys de caire estructural.
- ***Anobium punctatum* (corc petit):** insecte causant d'atacs a l'albeca en la major part d'espècies de fusta (coníferes i planiformes). En algunes espècies els danys poden afectar també el duramen. La seva presència pot condicionar, de vegades, les prestacions estructurals. És especialment freqüent en climes de costa i on predomina l'ambient humit.
- ***Lyctus brunneus* (lyctus):** insecte que ataca l'albeca de determinades frondoses que contenen midó.
- ***Xestovium rufovillosum* (rellotge de la mort):** present només en la fusta que ja ha estat atacada per fongs, pot ocasionar danys a les fustes frondoses emprades en estructures.

Isòpters (tèrmits). Insectes socials classificats en diverses famílies. La més perillosa a les nostres contrades són les espècies subterrànies i fonamentalment la *Reticulitermes lucifugus* i la *Reticulitermes santonensis*. Poden destruir completament elements i estructures.

Himenòpters (abelles). Ordre que comprèn diverses espècies. Posseeixen, gairebé sempre, dos parells d'ales i unes antenes prominents. No mengen fusta, però hi ha espècies, concretament la *Xylocopa virginica* (abella fustera), que viuen a l'interior de la fusta, on excaven túnels d'aproximadament 1 cm de diàmetre que disposen l'un al costat de l'altre, de manera que poden debilitar en gran manera l'element de fusta que decideixen ocupar.

Mol·luscs i crustacis

Xilòfags marins és la denominació comuna que s'aplica fonamentalment als invertebrats, com ara *Limnoria sp.*, *Teredo sp.* i *Pholadidae*, entre d'altres. Requereixen aigua amb certa salinitat i es desenvolupen a la fusta originant galeries i cavitats. Poden provocar danys de gran consideració en embarcacions i estructures fixes i flotants.

Vertebrats

Essencialment picots (*Picidae*), llebres i conills (*Leporidae*). Aquests animals no s'alimenten de la fusta, però també poden provocar danys d'importància en estructures, façanes de fusta, pals de línies aèries o aspres. Els rosegadors mosseguen la fusta, mentre que els pica-soques la perforen. En el cas dels ocells, protegir la fusta en profunditat fins i tot amb creosota no és una solució efectiva per evitar-ne els atacs.

5.3. Agents abiòtics

La fusta exposada a la intempèrie es degrada per l'acció de diversos agents físics i químics com els raigs ultraviolats procedents del sol, les precipitacions en forma de pluja o neu, les deposicions procedents de la contaminació atmosfèrica, els canvis cíclics d'humitat ambiental entre dia i nit o al llarg de les estacions de l'any, els cicles de congelació-descongelació hivernals i l'abrasió provocada per les partícules arrossegades pel vent.

La fusta evoluciona a mesura que afronta aquests agents. En un primer moment canvia lleugerament el color i apareixen petites clivelles. A continuació, especialment per l'acció combinada dels raigs ultraviolats i la pluja, es produeixen canvis químics en la superfície i es renten les molècules hidrosolubles. Això, combinat amb l'acció d'alguns microorganismes, provoca que amb el temps la superfície de la fusta es torni grisa. Si l'envelliment continua, finalment apareixen clivelles més importants i la superfície es torna rugosa, ja que la fusta de primavera i la fusta de tardor dels anells no es degrada de la mateixa manera.

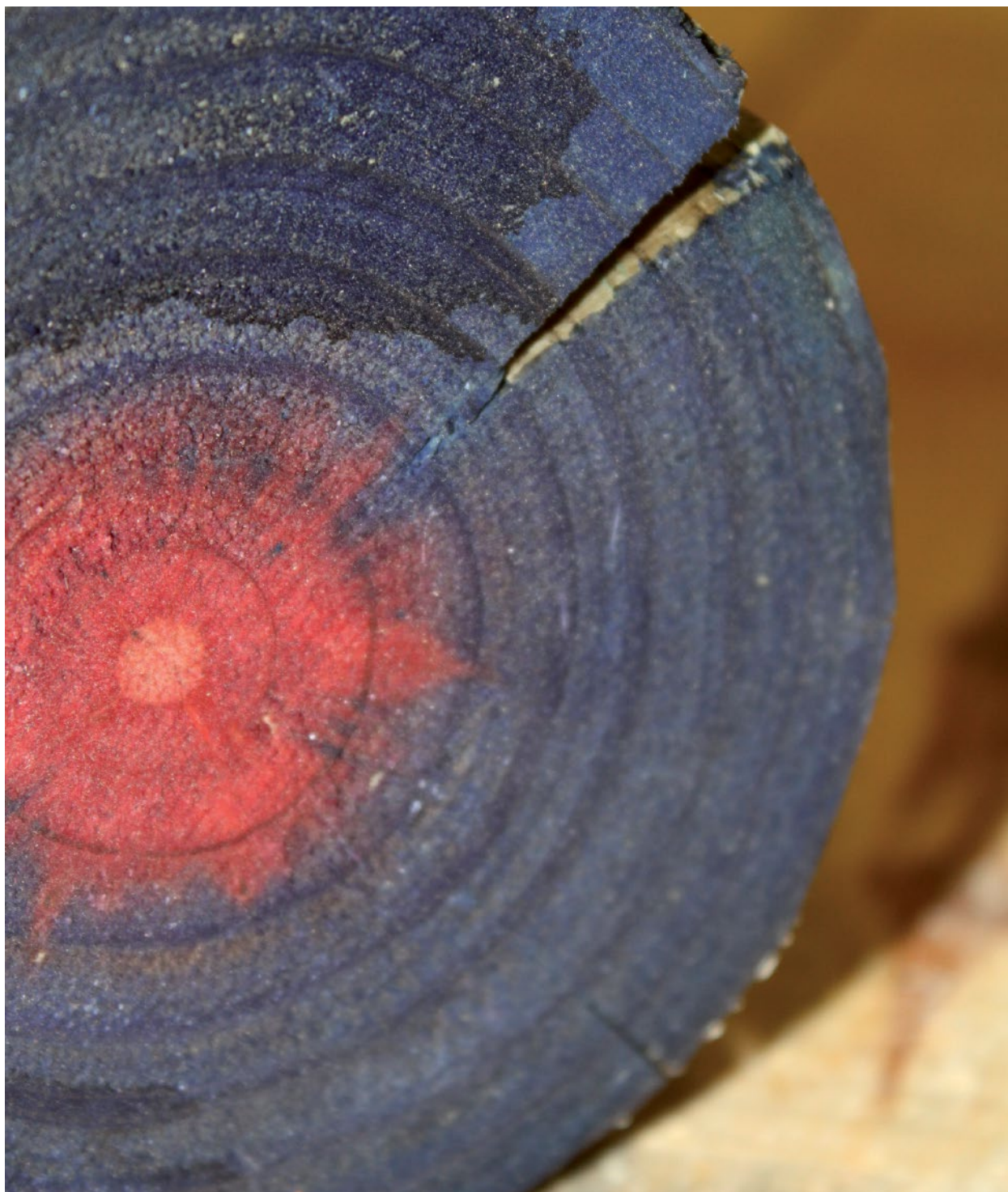
Aquest comportament es deu al fet que les cel·luloses, la lignina i els extractius reaccionen de manera diferent davant d'aquests agents. Els carbohidrats són molt estables davant els raigs ultraviolats, però tenen una gran avidesa per la humitat. Per contra, la lignina, que és el ciment que aglutina les cel·luloses, es degrada fàcilment amb els raigs ultraviolats i pateix l'inflament cíclic de les cel·luloses. Com a conseqüència d'això, la lignina es desintegra i la cel·lulosa s'acaba rentant amb la pluja. Al mateix temps, els extractius també es degraden amb la llum ultraviolada i la llum visible i es tornen més clars o més foscos, segons el cas. Molts d'ells també són hidrosolubles i es renten amb la pluja.



Fusta laminada que ha patit l'efecte de la intempèrie (a dalt) i fusta laminada que no ha patit l'efecte de la intempèrie (a baix).

6.

Durabilitat i tractaments protectors



La vida útil d'una estructura o un element de fusta depèn fonamentalment del disseny constructiu o de la forma de la peça, segons el cas, i de la durabilitat natural de l'espècie. En cas que el tipus de fusta a emprar no disposi de la durabilitat natural per resistir satisfactòriament les condicions a què ha d'estar sotmesa, aleshores caldrà aplicar-li un tractament preventiu. Ara bé, només s'aconseguirà una protecció correcta si el protector i el sistema de tractament són compatibles amb les característiques fisiològiques i químiques de la fusta i són capaços d'assolir una penetració i una retenció adequades.

6.1. Durabilitat i impregnabilitat natural. Espècies més habituals

La durabilitat natural de la fusta massissa es defineix com la resistència intrínseca als atacs dels agents destructius i varia amb l'espècie, encara que també depèn en gran manera de si es tracta de duramen o d'albeca (vegeu 2.1.1. Estructura de la fusta).

Per tal de poder avaluar les característiques de durabilitat de les diferents espècies, a la norma UNE-EN 350-1:1995 (AENOR, 1995c) s'ha establert una nomenclatura lligada a la tipologia d'atacs a què han estat exposades. A continuació, s'exposa en forma de quadres la simbologia emprada.

Pel que fa a la nomenclatura de la durabilitat natural de la fusta respecte de l'acció dels **fongs xilòfags**, la fusta es classifica en cinc grups. La durabilitat assenyalada a la taula correspon al duramen. L'albeca de qualsevol espècie s'ha de considerar pertanyent a la classe de durabilitat 5 (no durable) si no es disposa de dades concretes.

Classe de durabilitat	Descripció
1	Molt durable
2	Durable
3	Mitjanament durable
4	Poc durable
5	No durable

Taula 10. Classes de durabilitat de la fusta davant els fongs xilòfags segons la UNE-EN 350-1:1995 (AENOR, 1995c)

La durabilitat natural davant *Hylotrupes bajulus*, *Anobium punctatum*, *Lyctus brunneus* i *Hesperophanes cinnereus* es classifica en dos grups. La classificació "sensible" no implica necessàriament que tots els productes elaborats amb l'espècie de fusta en qüestió estiguin sotmesos a risc. Per exemple, el risc d'atac per *Hylotrupes bajulus* a les coníferes sensibles disminueix amb l'edat de la fusta. A més, la sensibilitat d'un element pot estar influenciada per altres factors, com ara la humitat en servei i l'aplicació de revestiments superficials.

Classe de durabilitat	Descripció
D	Durable
S	Sensible
SH	Duramen també sensible

Taula 10. Classes de durabilitat de la fusta davant els corcs segons la UNE-EN 350-1:1995 (AENOR, 1995c)

Pel que fa als **tèrmits**, s'estableix una classificació per a la fusta de duramen. L'albeca de qualsevol espècie es considera sempre atacable:

Classe de durabilitat	Descripció
D	Durable
M	Mitjanament durable
S	Sensible

Taula 12. Classes de durabilitat de la fusta davant els tèrmits segons la UNE-EN 350-1:1995 (AENOR, 1995c)

La classificació de la durabilitat natural davant els **xi-lòfags marins** s'estructura en tres nivells. Com en el cas anterior, la durabilitat es refereix únicament a la fusta de duramen; l'albeca és sempre atacable.

Classe de durabilitat	Descripció
D	Durable
M	Mitjanament durable
S	Sensible

Taula 13. Classes de durabilitat de la fusta davant els xi-lòfags marins segons la UNE-EN 350-1:1995 (AENOR, 1995c)

D'altra banda, dins la mateixa norma UNE-EN 350-1:1995 (AENOR, 1995c) també hi ha una classificació de la impregnabilitat natural de la fusta en funció de la penetració que poden assolir els tractaments en profunditat. S'estableixen quatre nivells.

Classe d'impregnabilitat	Descripció	Explicació
1	Impregnable	Molt fàcil d'impregnar. La fusta serrada pot ser impregnada totalment amb un tractament a pressió sense dificultat.
2	Mitjanament impregnable	Fàcil d'impregnar. Normalment no és possible una impregnació completa, però després de dues o tres hores de tractament a pressió, es pot assolir una penetració de més de sis mil·límetres en les coníferes i en les frondoses es pot aconseguir una proporció gran d'impregnació en els vasos.
3	Poc impregnable	Difícil d'impregnar. Després de tres o quatre hores de tractament sota pressió, tan sols s'assoleixen penetracions de tres a sis mil·límetres.
4	No impregnable	Pràcticament impossibles d'impregnar. Després de tres o quatre hores de tractament sota pressió, tan sols s'absorbeixen petites quantitats de producte. Penetracions longitudinals i laterals mínimes.

Taula 14. Classes d'impregnabilitat de la fusta segons la UNE-EN 350-1:1995 (AENOR, 1995c)

A continuació, la Taula 15 recull la durabilitat i la impregnabilitat de les espècies comercials i locals més habituals a Catalunya.

Nom científic	Nom comú	Durabilitat natural				Impregnabilitat	
		Fongs	Hylotrupes	Anòbids	Tèrmits	Duramen	Albeca
<i>Abies alba</i>	Avet blanc	4	SH	SH	S	2-3	2
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Auró blanc	5	---	S	S	1	1
<i>Acer rubrum</i> *	Auró roig	5	---	S	S	2-3	1
<i>Acer saccharum</i> *	Auró del sucre	5	---	S	S	3	1
<i>Azalia sp.</i>	Doussié	1	---	D	D	4	2
<i>Alnus rubra</i>	Vern vermell	5	---	S	S	1	1
<i>Amburana acreana</i> *	Amburana	3	---	S	M	2	2
<i>Bagassa guianensis</i> *	Peònia	1	---	D	D	3	n/d
<i>Betula pendula</i>	Bedoll	5	---	S	S	1-2	1-2
<i>Castanea sativa</i>	Castanyer	2	---	S	M	4	2
<i>Cedrela odorata</i>	Cedre americà	2	---	D	M	3-4	1-2
<i>Copaifera salikounda</i> *	Etimoe	3-4	---	S-M	S	3	n/d
<i>Diplotropis purpurea</i> *	Sucupira	1	---	D	D	4	n/d
<i>Dipteryx sp.</i> *	Cumarú	1	---	D	D	4	1-2
<i>Entandrophragma cylindricum</i>	Sapel·li	3	---	D	M	3	2
<i>Entandrophragma utile</i>	Sipo	2-3	---	n/d	M	4	2
<i>Erythrophleum sp.</i> *	Tali	1	---	D	D	3	n/d
<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucaliptus blau	5	---	n/d	S	3	1
<i>Fagus sylvatica</i>	Faig	5	---	S	S	1	1
<i>Fraxinus excelsior</i>	Freixe de fulla gran	5	---	S	S	2	2

<i>Fraxinus latifolia</i> *	Freixe americana	S	---	S	S	1	1
<i>Guarea cedrata</i>	Bossé	2	---	n/d	S	4	1
<i>Guibourtia ehie</i>	Ovengkol	2	---	n/d	D	3	1
<i>Guibourtia sp.</i>	Bubinga	2	---	n/d	D	4	1
<i>Hallea ciliata</i>	Abura	5	---	n/d	S	2	1
<i>Heritiera utilis</i>	Niangó	3	---	n/d	M	4	3
<i>Hymenaea sp.*</i>	Jatoba	1-3	---	n/d	M-D	3	n/d
<i>Intsia sp.</i>	Merbau	1-2	---	n/d	M	4	n/d
<i>Juglans nigra</i>	Noguer americana	3	---	n/d	n/d	3-4	1
<i>Juglans regia</i>	Noguer europeu	3	---	S	S	3	1
<i>Khaya sp.</i>	Caoba africana	3	---	n/d	S	4	2
<i>Liriodendron tulipifera</i> *	Tuliper de Virginia	5	---	S	S	2	1
<i>Mansonia altissima</i>	Mansònia	1	---	n/d	D	4	1
<i>Milicia excelsa</i>	Iroc	1-2	---	n/d	D	4	1
<i>Millettia laurentii</i>	Wenge	2	---	n/d	D	4	n/d
<i>Nesogordonia papaverifera</i>	Kotibé	3	---	n/d	M	3-4	1-2
<i>Nothofagus pumilio</i>	Lenga	5	---	n/d	S	4	n/d
<i>Pinus palustris</i>	Pi melis	3	S	S	M-S	3-4	1
<i>Picea abies</i>	Avet roig	4	SH	SH	S	3-4	3
<i>Pinus halepensis</i> *	Pi blanc	3	D	D	S	3	1
<i>Pinus nigra</i>	Pinassa	4	S	S	S	4	1
<i>Pinus pinaster</i>	Pinastre	3-4	S	S	S	4	1
<i>Pinus pinea</i> *	Pi pinyer	3	S	S	S	2	1
<i>Pinus radiata</i>	Pi insigne	4-5	S	SH	S	2-3	1
<i>Pinus sylvestris</i>	Pi roig	3-4	S	S	S	3-4	1
<i>Pinus taeda</i> ; <i>P. elliotti</i> ; <i>P. echinata</i> ; <i>P. caribaea</i>	Pi melis	4	S	S	S	3	1
<i>Pinus uncinata</i> *	Pi negre	3-4	S	S	S	4	1-2

<i>Platanus x hispanica</i> *	Plàtan	5	---	S	S	3	1
<i>Populus alba</i>	Àlber	5	---	S	S	3	1
<i>Populus nigra</i> *	Pollancre	5	---	S	S	3	1
<i>Populus tremula</i> *	Trèmol	5	---	S	S	3	1
<i>Prunus avium</i> *	Cirerer europeu	3-4	---	M-S	M-S	4	n/d
<i>Prunus serotina</i> *	Cirerer americà	1	---	S	S	2	n/d
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Pi d'Oregon	3	S	S	S	4	3
<i>Pterocarpus soyauxii</i>	Paduc africà	1	---	n/d	D	2	n/d
<i>Pterygota bequaertii</i>	Koto	5	---	n/d	S	1	1
<i>Quercus alba</i>	Roure blanc americà	2-3	---	S	M	4	2
<i>Quercus humilis</i> *	Roure martinenc	n/d	---	n/d	n/d	n/d	n/d
<i>Quercus ilex</i> *	Alzina	2	---	D	D	4	n/d
<i>Quercus petraea</i> ; <i>Q. robur</i>	Roure europeu	2	---	S	M	4	1
<i>Quercus rubra</i>	Roure roig americà	4	---	n/d	S	2-3	1
<i>Quercus suber</i> *	Alzina surera	n/d	---	n/d	n/d	n/d	n/d
<i>Robinia pseudoacacia</i> *	Robínia	1-2	---	D	D	4	1
<i>Tabebuia sp.</i> *	Ipé	1	---	D	D	3	n/d
<i>Tectona grandis</i>	Teca	1	---	n/d	M	4	3
<i>Terminalia ivorensis</i>	Framiré	2-3	---	n/d	S	4	2
<i>Thuja plicata</i> *	Cedre roig del Pacífic	2-3	---	S	S	3-4	3
<i>Triplochiton scleroxylon</i>	Samba	5	---	n/d	S	3	1
<i>Tsuga heterophylla</i> *	Tsuga heterofil·la	5	---	S	S	3	2

1. Les espècies denominades sp. fan referència a un grup d'espècies d'un mateix gènere. Poden existir diferències tecnològiques notables entre espècies d'un mateix gènere. Dades segons la UNE-EN 350-2:1995.

*Espècies no enumerades a la norma UNE-EN 350-2:1995. Dades segons Peraza et al. (2004).

Taula 15. Durabilitat i impregnabilitat de les espècies autòctones o locals i comercialitzades habitualment (AENOR, 1995c; Peraza et al., 2004)

6.2. Protector i sistemes de tractament comuns

La durabilitat de la fusta es pot millorar mitjançant l'aplicació de tractaments protectors. El mètode de tractament que es pot emprar depèn de:

- L'espècie.
- Si es tracta de duramen o d'albeca.
- El sistema protector a aplicar i del nivell de protecció que es vol assolir (penetració, retenció o modificació química).
- En els mètodes en què s'aplica un producte químic, també de la impregnabilitat de la fusta (capacitat que presenta una espècie de fusta a la penetració d'un líquid).
- La classe d'ús a què està exposada la fusta.

La norma UNE-EN 460:1994 (AENOR, 1995a) recull una taula en què s'indiquen tots aquests conceptes amb l'objectiu de proporcionar unes pautes de tractament per protegir la fusta dels fongs xilòfags:

Classe d'ús	Classe de durabilitat natural del duramen davant els fongs xilòfags				
	1	2	3	4	5
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	(0)	(0)
3	0	0	(0)	(0)-(X)	(0)-(X)
4	0	(0)	X	X	X
5	0	(0)	X	X	X

Llegenda

0 Durabilitat natural suficient.

(0) Durabilitat natural normalment suficient, però en la qual pot ser recomanable un tractament protector per a determinats usos.

(0)-(X) La durabilitat natural pot ser suficient, però pot ser necessari un tractament protector segons l'espècie de fusta, la seva permeabilitat i el seu ús.

(X) Es recomana normalment l'aplicació d'un tractament protector, però per a certs usos la durabilitat natural pot ser suficient.

X Tractament protector necessari.

Taula 16. Recomanacions de tractament segons la durabilitat natural i la classe d'ús. UNE-EN 460:1994 (AENOR, 1995a)

6.2.1. Protector i tractaments superficials de la fusta

El protector és la matèria activa o formulació que està destinada a prevenir els atacs a la fusta o als productes derivats de la fusta per part d'agents xilòfags (fongs, insectes i xilòfags marins) per evitar-ne l'alteració estètica o destrucció. Les principals famílies de productes protectors són les següents:

• Creosota:

és un derivat del destil·lat de quitrans amb grans propietats biocides. Atorga una protecció molt eficaç, però malauradament és un producte demostradament cancerigen. S'aplica mitjançant autoclau i la seva utilització es restringeix als casos en què no hi pot haver contacte directe amb les persones. A la pràctica, actualment només es pot emprar per protegir pals de línies aèries i tradicionalment s'ha emprat massivament en travesses de tren. Està específicament prohibit en parcs i jardins. Tractament capaç de suportar la classe d'ús 4 durant almenys 25 anys.

• Sals CCB:

sals hidrosolubles de coure, crom i bor. L'aigua és el dissolvent encarregat de transportar les sals dins la fusta. El crom actua com a fixador, el coure com a fungicida i el bor com a insecticida. Les sals amb arsènic actualment estan prohibides per la seva alta toxicitat. S'apliquen mitjançant autoclau i atorguen a la fusta un color verd o marró característic. Tractament apte per suportar la classe d'ús 4, encara que amb una durabilitat inferior a la de la creosota.

• Biocides sintètics:

el tractament també és conegut com tractament orgànic perquè pren el nom dels dissolvents orgànics encarregats de dispersar les substàncies actives en la fusta. La fusta es protegeix amb substàncies químiques sintètiques fungicides del tipus azol i insecticides de la família de les permetrines i els carbamats. Contenen resines encarregades de fixar els productes actius a la fusta. El tractament s'aplica mitjançant autoclau, pinzellat o polvorització i se'n comercialitzen en format industrial i domèstic. La perillositat de la formulació marca si poden ser aplicats pel públic en general o únicament per personal professional

especialitzat. Emeten COV. Tractament capaç de suportar la classe d'ús 3.1.

• **Lasur:**

tractament superficial també conegut com vernís de porus obert. Presenta la capacitat de penetrar a la fusta i permet que aquesta transpiri. No formen capa exterior i, per tant, no pateixen amb els canvis dimensionals de la fusta quan s'infla o minva. En podem trobar a l'aigua i a base de dissolvent orgànic; els primers són els més respectuosos amb el medi ambient i els segons són font de COV. Contenen dissolvents, resines, additius, pigments i càrregues diverses. N'existeixen de color transparent i de pigmentats, així com d'acabat mat, setinat i brillant. Aplicació per pinzellat o polvorització. Poden suportar la classe d'ús 3.1. La seva durabilitat depèn de l'exposició a la intempèrie i pot variar entre 3 i 5 anys sota condicions exigents i 7-10 anys si l'exposició als elements és menor.

• **Vernís:**

la seva aplicació crea una capa superficial, però el producte no té poder de penetració. Aquesta és la raó per la qual sovint es combina amb tractaments protectors de tipus orgànic. Acabat incolor o pigmentat, però sempre transparent. Són productes adequats per protegir la fusta contra l'abració, petits cops i l'acció dels raigs ultraviolats. N'existeixen d'hidròfugs i impermeables i són útils per evitar que la fusta s'humitegi o taqui els mobles i paviments d'interior. Aplicació amb pinzell o polvorització. Impedeixen que la fusta transpiri. Emprar-los a l'exterior comporta un risc elevat de clivellament i escatament. Quan això passa, l'aigua queda atrapada entre la fusta i el vernís i poden aparèixer floridures i podridures superficials. Hi ha vernissos a base d'aigua o dissolvent orgànic que poden emetre COV. La seva durabilitat depèn de la formulació i l'exposició a la intempèrie i pot variar entre 5 i 10 anys. Malauradament, cada vegada que s'ha de restaurar el vernís, cal polir o escatar la superfície, ja que és necessari enretirar el producte preexistent. És preferible emprar-los en interiors o en la classe d'ús 2. Si s'empren a la classe d'ús 3.1, la minva i l'inflament de la fusta comprometrà greument l'elasticitat del vernís.

• **Pintura:**

acabat superficial opac i colorit que amaga l'aspecte natural de la fusta. La impermeabilitza totalment o parcialment i la protegeix contra els raigs ultraviolats. La pintura no té poder de penetració i si es vol protegir la fusta en profunditat, es pot combinar amb tractaments protectors de tipus orgànic. Algunes formulacions són aptes al mateix temps per a fusta, metalls i morters i permeten acabar tot l'element amb el mateix producte. Poden requerir emprimacions. Deixant de banda les aplicacions industrials, la fusta es pinta directament amb pinzell o polvorització. Emprar-les a l'exterior comporta un risc elevat de clivellament i escatament. Quan això passa, l'aigua queda atrapada entre la fusta i el vernís i poden aparèixer floridures i podridures superficials. Hi ha pintures a base d'aigua o de dissolvent orgànic que poden emetre COV. La seva durabilitat depèn de la formulació i l'exposició a la intempèrie i pot variar entre 5 i 10 anys. Malauradament, cada vegada que s'ha de restaurar la pintura, cal polir o escatar la superfície, ja que és necessari enretirar el producte preexistent. És preferible emprar-les en interiors o en la classe d'ús 2. Si s'empren en la classe d'ús 3.1, la minva i l'inflament de la fusta comprometrà greument l'elasticitat de la pintura.

• **Oli:**

productes dissenyats principalment per al manteniment de mobles de jardí o terrassa i evitar que es tornin grisos per l'acció dels raigs ultraviolats i la pluja. El seu objectiu és filtrar els raigs solars i retornar a la fusta els extractius que es renten amb l'aigua. La presència d'oli dins la fusta desplaça l'aigua i per aquest motiu evita la humectació i en minimitza els efectes. S'apliquen directament per pinzellat o polvorització i si s'han aplicat prèviament, no necessiten poliment previ. Les formulacions són molt variades i encara que es basen en olis vegetals naturals (llinassa, *tung...*), algunes poden contenir COV. N'existeixen de color transparent i de pigmentats. Aplicació anual o bianual en la majoria dels casos. Suporten la classe d'ús 3.1 si el manteniment és freqüent. Es desaconsella totalment emprar olis usats de motor. Aquests olis no garanteixen la protecció i són potencialment perillosos per a la salut humana.

6.2.2. Sistemes protectors de la fusta

Es distingeixen tres grans grups de sistemes per millorar la durabilitat de la fusta: **passius**, **actius** i **modificadors de la fusta**.

• Sistemes de protecció passius:

es basen en la capacitat natural de la fusta per rebre o absorbir el protector. Amb aquesta forma de tractament, la quantitat de producte absorbit és irregular i no es pot controlar. En aquest grup s'inclouen els sistemes de:

- **Pinzellat:** aplicació mitjançant pinzell, brotxa o corró. El líquid protector penetra per capil·laritat i per això la fusta ha d'estar seca (<18% d'humitat). El protector es dispersa dins la fusta gràcies a un dissolvent orgànic o aquós. Dóna una protecció superficial contra agents biòtics i contra la fotodegradació.
- **Polvorització:** el protector s'aplica mitjançant polvoritzador manual o mecànic i normalment s'empren protectors amb dissolvent orgànic. La seva eficàcia és superior al pinzellat, de manera que una polvorització equival a tres aplicacions de pinzellat. La penetració del protector és variable i dependrà de la formulació i de l'espècie de fusta. La humitat de la fusta ha de ser inferior al 18% per a una penetració adequada. D'altra banda, és habitual polvoritzar la fusta acabada de serrar amb productes hidrosolubles o hidrodispersables quan encara es troba per sobre del 28%. D'aquesta manera s'evita l'acció dels fongs cromògens i les floridures durant el procés d'assecatge i serrada.
- **Immersió:** la fusta se submergeix completament en el protector sense aplicar pressió ni buit. El líquid penetra per capil·laritat i per això la humitat de la fusta ha de ser inferior al 18%. El temps d'immersió determina el grau de protecció que s'assoleix. Les immersions breus inferiors als 10 minuts atorguen una protecció superficial, mentre que les perllongades més enllà d'aquest temps poden assolir penetracions mitjanes contra agents biòtics, sempre que la fusta sigui permeable. L'única fusta que es tracta amb una humitat per sobre del 28% és l'acabada de serrar. Això es fa per evitar l'aparició de fongs cromògens i floridures durant el procés d'assecatge a l'aire i la serrada. En aquest cas, les immersions són sempre breus.

• Sistemes de protecció actius:

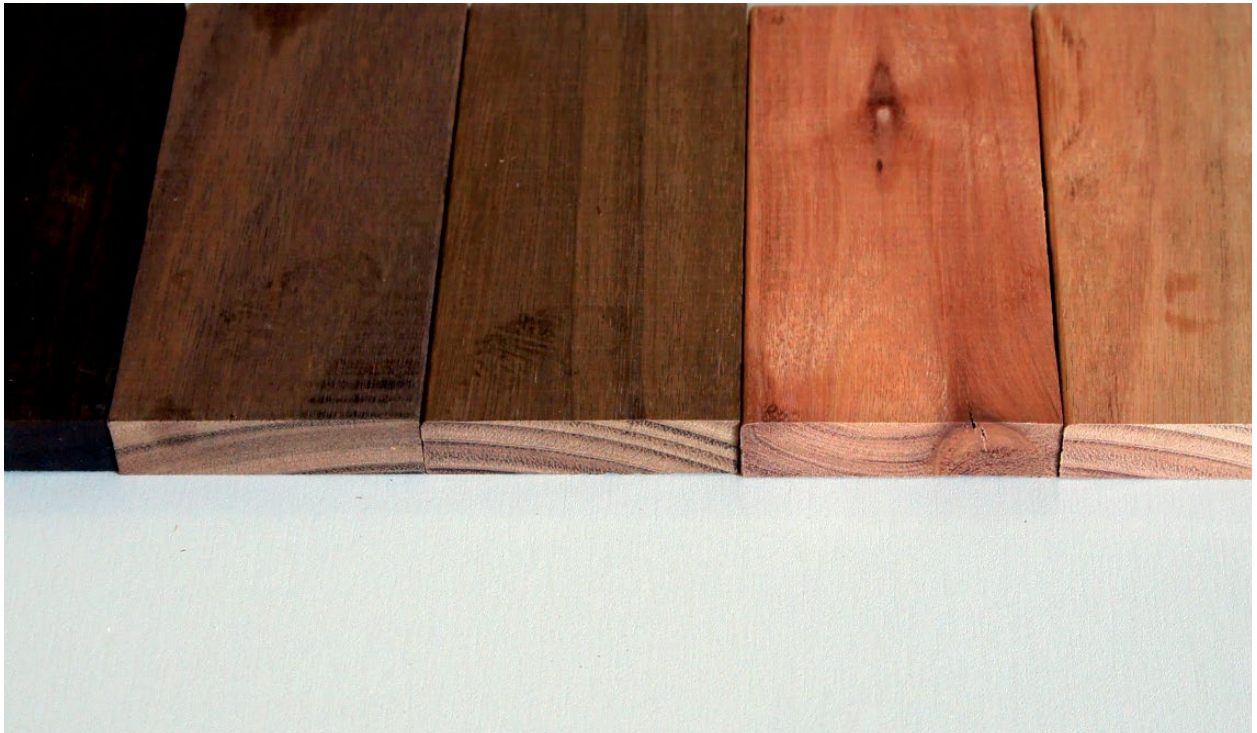
l'objectiu dels tractaments amb autoclau és protegir la fusta amb productes químics per tal que penetrin en profunditat i aconseguir un alt grau de protecció. La seva efectivitat depèn de la impregnabilitat de la fusta, el tipus de producte, la pressió aplicada i la durada del cicle de tractament. La penetració i retenció del producte dins la fusta s'aconsegueix gràcies a la dispersió dels principis actius en un dissolvent i a l'alternança d'altres pressions i buit aplicats amb un autoclau. El buit, o pressió negativa, extreu l'aire a l'inici del cicle per maximitzar l'entrada de producte i, al final, també serveix per enretirar el sobrant. Amb aquests sistemes es pot controlar la quantitat de producte absorbit amb més precisió que amb les formes passives. Habitualment s'empren sals CCB i biocides combinats amb dissolvents orgànics. L'aplicació de tractaments basats en sals hidrosolubles CCB incrementa la humitat de la fusta en gran manera i s'ha d'assecar de nou si s'ha de lliurar seca. D'altra banda, després d'un tractament basat en dissolvent orgànic, les emissions de COV poden ser força importants durant un llarg temps. Hi ha diversos tipus de sistemes i els més habituals són els següents:

- Cèl·lula plena
- Cèl·lula buida
- Doble buit

• Sistemes de protecció modificadors de la fusta:

aquests mètodes de protecció, a diferència de la resta, consisteix a modificar químicament la fusta per evitar l'acció dels xilòfags. Alterant l'estructura de la cel·lulosa, l'hemicel·lulosa i la lignina s'aconsegueix que els xilòfags no es puguin alimentar amb la fusta i deixen d'atacar-la. A causa de l'alteració de l'estructura de la fusta, aquests productes no són a priori aptes per a ús estructural. En tots els casos aquests tipus de fustes estan 100% lliures de productes tòxics. Entre aquestes tècniques destaquen les següents:

- **Termotractament:** probablement, la tècnica més coneguda. La fusta se sotmet a temperatures d'aproximadament 190-210 °C, es torna més lleugera i adquireix un color torrat característic.



Fusta d'eucaliptus termotractada amb diferents graus d'intensitat.

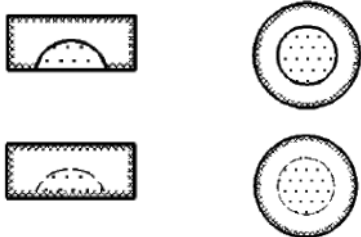
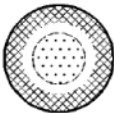
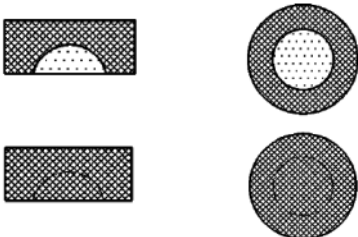
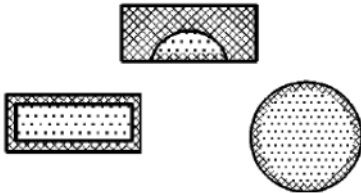
La fusta termotractada es recomana per a interiors i exteriors en elements no estructurals, ja que les temperatures a les quals arriba semblen minvar les capacitats mecàniques de les peces.

- **Acetilació:** mètode de transformació química mitjançant autoclau en què els grups hidroxil se substitueixen per grups acetil. La fusta es torna menys higroscòpica, més estable i resistent als raigs UV i presenta una lleugera olor característica de vinagre. Durabilitat garantida de vint-i-cinc anys si està en contacte amb el terra i cinquanta anys quan està a l'aire.
- **Furfurilació:** mètode molt semblant a l'acetilació en què en lloc d'emprar anhidrid acètic, com en el cas de la fusta acetilada, s'empra alcohol furfurilic derivat de la canya de sucre. El tractament a pressió i temperatura torna la fusta més pesant, dura, estable i durable. En el procés de furfurilació essencialment es modifica la lignina.

6.3. Penetració i retenció

A la norma UNE-EN 351-1:2008 (AENOR, 2008b) s'estableixen sis **nivells de penetració** anomenats NP1 a NP6 (vegeu la Taula 17 i la Taula 18). El requisit de penetració fa referència a la penetració lateral a l'albeca, però també inclou el duramen quan no es pot distingir l'albeca del duramen a simple vista. Els requisits de penetració lateral també es poden complementar amb un requisit de penetració longitudinal que ha de ser, com a mínim, deu vegades més gran que el corresponent al requisit de penetració lateral.

Alguns nivells de penetració requereixen una penetració total a l'albeca. Ara bé, ocasionalment pot passar que petites zones d'albeca, per exemple, fusta de transició, no acceptin el tractament per motius fisiològics. Si es dona aquest cas, aquestes zones s'han de menysprear per avaluar la penetració a l'albeca.

Classe de penetració	Requisits de penetració	Figura esquemàtica del requisit de penetració
NP1	Cap	
NP2	Almenys 3 mm en les cares laterals de l'albeca	 Si no és possible distingir entre albeca i duramen
NP3	Almenys 6 mm en les cares laterals de l'albeca	 Si no és possible distingir entre albeca i duramen
NP4	25 mm en les cares laterals en l'albeca	 Gruix de l'albeca > 25 mm
NP5	Penetració total en l'albeca	 Si no és possible distingir entre albeca i duramen
NP6	Penetració total en l'albeca i almenys 6 mm en la fusta de duramen exposada	 Si no és possible distingir entre albeca i duramen

Taula 17. Nivell de penetració dels tractaments a la fusta segons la UNE-EN 351-1 (AENOR, 2008b)

Tipus de protecció	Mètodes de tractament més habituals	Nivell de penetració segons la UNE-EN 351-1 ¹	Protectors més comuns
Superficial	Pinzellat, polvorització, immersió breu	NP1	Sals hidrosolubles Biocides en dissolvent orgànic
Mitjana	Immersion prolongada, autoclau	NP2	Sals hidrosolubles Biocides en dissolvent orgànic
Profunda	Autoclau	NP3 a NP6	Sals hidrosolubles Biocides en dissolvent orgànic

1. El nivell de penetració efectiu dependrà del tractament i de la impregnabilitat de la fusta.

Taula 18. Tipus de protecció segons el nivell de penetració i el mètode de tractament

Elecció del tipus de protecció		
Classe d'ús		Nivell de penetració NP
1	NP1 ⁽¹⁾	Sense exigències específiques. Totes les cares tractades
2	NP1 ⁽²⁾⁽³⁾	Sense exigències específiques. Totes les cares tractades
3.1	NP2 ⁽³⁾	Almenys 3 mm a l'albeca de totes les cares de la peça
3.2	NP3 ⁽⁴⁾	Almenys 6 mm a l'albeca de totes les cares de la peça. Totes les cares tractades
4	NP4 ⁽⁵⁾	Almenys 25 mm a totes les cares
	NP5	Penetració total a l'albeca. Totes les cares tractades
5	NP6 ⁽⁴⁾	Penetració total a l'albeca i almenys 6 mm a la fusta de duramen exposada

(1) Es recomana un tractament superficial amb un producte insecticida.

(2) L'element de fusta haurà de rebre un tractament superficial amb un producte insecticida i fungicida.

(3) Els elements situats en cobertes ventilades s'assignaran a la classe 2. En cobertes no ventilades, s'assignaran a la classe 3.1 aquells casos en què a l'interior de l'edificació hi hagi risc de generació de punts de condensació no evitables mitjançant mesures de disseny i evacuació de vapor d'aigua.

(4) Les fustes no durables naturalment emprades en aquesta classe d'ús hauran de ser fustes impregnable (classe 1).

(5) Només per al cas de fustes de secció circular.

Taula 19. Elecció del tipus de protecció segons el nivell de penetració (NP) (CTE DB SE-M, 2009)

Els tractaments en profunditat no són igual de necessaris en funció de la classe d'ús i els xilòfags presents i, a més, no són compatibles amb totes les espècies de fusta. No totes les fustes són igual d'impregnable i si la fusta és fisiològicament impermeable, el tractament no podrà assolir el nivell de penetració prescrit. La Taula 20 relaciona tots aquests aspectes.

Ara bé, no només cal valorar el grau de penetració, sinó que també cal que la retenció efectiva del producte a la fusta sigui suficient per garantir una vida útil satisfactòria dels elements. El valor de referència de retenció és únic per a cada substància protectora i es determina en funció dels requeriments de durabilitat que consideri oportuns el prescriptor. La retenció efectiva varia de forma notable segons el procediment d'aplicació del producte. El tractament superficial s'expressa en grams de producte per metre quadrat. El tractament d'impregnació s'expressa en quilograms per metre cúbic.

Classe d'ús	Xilòfags presents segons la classe d'ús	Durabilitat natural mínima recomanable	Impregnabilitat mínima requerida a l'albeca i el duramen sota tractament d'impregnació
1	Tèrmits	Sensible	No impregnable
	Coleòpters	Sensible	
	Atacs de fongs accidentals	Poc durable	
2	Tèrmits	Mitjanament durable	No impregnable
	Coleòpters	Sensible	
	Fongs cromògens i de podriments	Mitjanament durable	
3.1	Tèrmits	Durable	No impregnable
	Coleòpters	Durable	
	Fongs cromògens i de podriments	Durable	
3.2	Tèrmits	Durable	No impregnable
	Coleòpters	Durable	
	Fongs cromògens i de podriments	Durable	
4	Tèrmits	Durable	No impregnable
	Coleòpters	Durable	
	Fongs cromògens, de podriments i podriments tou	Durable	
5	Fongs de podriments i podriments tou	Durable	No impregnable
	Xilòfags marins	Durable	

Taula 20. Durabilitat i impregnabilitat de la fusta aconsellada segons la classe d'ús

6.4. Recomanacions generals i metodologia per a la presa de decisions

El CTE DB SE-M (2009) i els diversos estàndards recullen recomanacions sobre com dissenyar, instal·lar i muntar els elements de fusta per evitar l'aparició de problemes de degradació al llarg de la vida útil dels elements. Les indicacions més destacades són les següents:

- Pel que fa a la **durabilitat de les espècies**:
 - ▶ En cas que l'espècie de fusta elegida no tingui una durabilitat natural adient a la classe d'ús en què es col·locarà l'element, caldrà tractar la peça amb una protecció preventiva davant els agents biòtics.
 - ▶ Algunes espècies de conífera emprades amb freqüència com l'avet, la pícea i el cedre roig són difícilment impregnable (si no s'empren procediments especials). El fabricant garantirà que s'assoleix la protecció especificada per a cada classe d'ús.
 - Durant el **transport, la manipulació i el muntatge** dels elements estructurals de fusta, aquests no hauran de quedar exposats a una classe d'ús superior a la prevista en les seves condicions de servei finals. Si això no és possible, caldrà proporcionar una protecció addicional que cobreixi el risc existent.
 - En **obres de rehabilitació estructural** en què s'hagin detectat atacs previs per agents xilòfags, s'hauran d'incrementar els nivells de protecció corresponents a les classes d'ús normals en una categoria. En aquests casos s'aplicarà, com a mínim:
 - ▶ Als elements nous que s'integrin a l'obra i que no gaudeixin d'una durabilitat natural suficient per resistir els atacs detectats: tractament superficial (NP2) de caràcter insecticida i fungicida en funció de les patologies observades. En els casos en què s'hagin detectat atacs previs de tèrmits, el tractament haurà de ser en profunditat (NP5) i s'haurà de garantir que els caps de les bigues queden totalment tractats en una longitud axial de 50 cm. A més, si durant el procés de col·locació de la fusta es duu a terme un escapçament de la fusta ja tractada, caldrà aplicar in situ un tractament superficial a les testes (NP2), amb un producte protector almenys amb caràcter insecticida. En el cas d'atac per tèrmits, cal valorar la conveniència de la utilització addicional
- de tractaments de barrera destinats a protegir el conjunt de l'edifici o tractaments mitjançant esquers destinats a eliminar la colònia.
- ▶ En el cas dels elements estructurals existents, els tractaments curatius d'atacs actius de fongs de podriment i tèrmits es farà mitjançant la injecció en profunditat (almenys NP5) de producte protector per tal de poder impregnar adequadament la zona del duramen.
- Per a la protecció de peces de **fusta laminada encolada**:
 - ▶ En el cas de protecció per a la classe d'ús 2, es durà a terme sobre la peça acabada i després de les operacions d'acabat (raspallada, mecanització d'arestes i foradament, etc.).
 - ▶ En el cas de protecció per a la classe d'ús 3.1, el tractament protector es podrà efectuar sobre la peça acabada o sobre les làmines abans de l'encolada.
 - ▶ En el cas de protecció per a les classes d'ús 3.2 i 4, es durà a terme sobre les làmines abans de l'encolada. El fabricant haurà de comprovar que el producte protector és compatible amb l'encolada, especialment quan es tracti de protectors orgànics.
 - Pel que fa a la **protecció davant els agents meteorològics**:
 - ▶ El millor protector davant els agents meteorològics és el disseny constructiu i, especialment, les mesures que evitin o minimitzin la retenció d'aigua.
 - ▶ Si la classe d'ús és igual o superior a 3, els elements han d'estar protegits davant els agents meteorològics.
 - ▶ Si cal una protecció superficial, és recomanable emprar productes que permetin l'intercanvi d'humitat entre l'ambient i la fusta. Es recomana emprar protectors superficials que no formin una capa rígida, de manera que es permeti l'intercanvi de vapor d'aigua entre la fusta i l'ambient.
 - ▶ En cas d'emprar productes que formen una pel·lícula, com ara pintures i vernissos, caldrà establir i seguir un programa de manteniment posterior.

Finalment, tenint en compte tot el que s'ha esmentat i emprant la seqüència de presa de decisions representada en el diagrama de flux que s'insereix tot seguit, hom pot seleccionar un material adient per a l'aplicació prevista. Els passos a seguir es resumeixen a continuació:

1. Es consideren les prestacions que es requereixen per a l'element.
2. Es determina la classe d'ús corresponent a la situació en què s'hagi d'emprar l'element de fusta i els agents biològics als quals estarà exposat.
3. S'avalua si la durabilitat natural de la fusta que es projecta emprar és suficient o si requereix alguna mena de tractament protector.
4. Se seleccionen les espècies de fusta més resistents per a aquest element o es busca una altra solució (disseny) o un tractament protector.
5. En cas de requerir un tractament protector, se selecciona el més adient tenint en compte els agents biològics contra els quals s'ha de protegir.

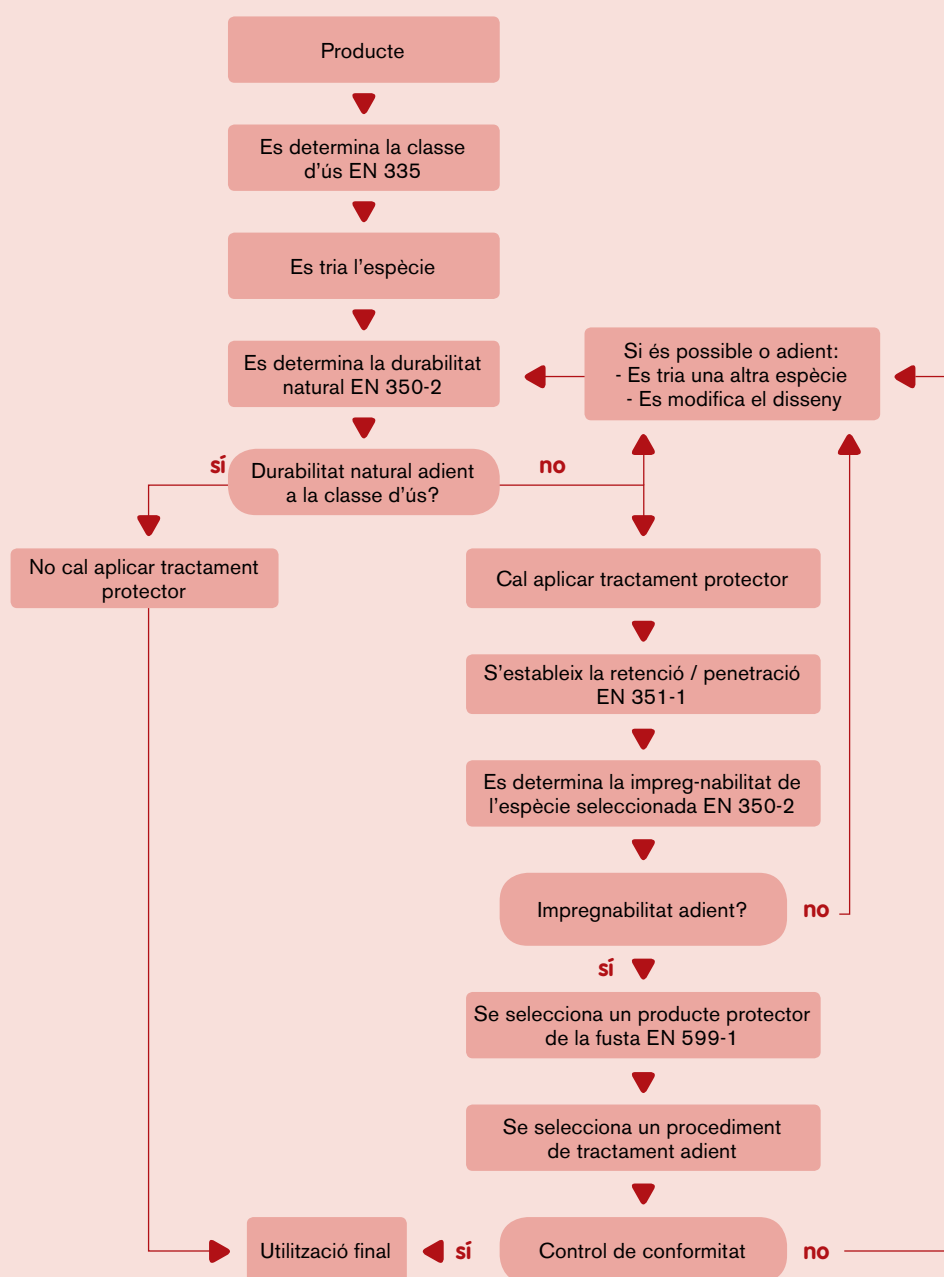


Figura 8. Diagrama de presa de decisions

7.

Elements auxiliars de la fusta



7.1. Ferramenta: protecció contra la corrosió

Els elements de fusta sovint es combinen amb materials metàl·lics amb suports o unions que poden quedar exposats a les mateixes condicions d'instal·lació. Com que la humitat en pot condicionar la funcionalitat i/o durabilitat, cal prestar especial atenció a l'hora de triar-los.

A continuació s'insereix el quadre que relaciona els gruixos de protecció mínims i els tipus de material d'elements metàl·lics en funció de la classe de servei per tal de prevenir-ne la corrosió.

Les unions exteriors exposades a l'aigua s'han de dissenyar de manera que s'eviti la retenció d'aigua. En les estructures que no estiguin a les classes de servei 1 o 2, a més de la consideració del tractament de la fusta i la protecció d'altres materials, les unions han de quedar ventilades i amb capacitat d'evacuar l'aigua ràpidament i sense retencions.

Classe d'impregnabilitat	Protecció mínima necessària de la ferramenta o tipus d'acer necessari		
	Classe de servei 1	Classe de servei 2	Classe de servei 3
Puntes i tirafons amb $d \leq 4$ mm	Cap	Fe/Zn 12c ⁽¹⁾	Fe/Zn 25c ⁽²⁾
Perns, passadors i puntes amb $d > 4$ mm	Cap	Cap	Fe/Zn 25c ⁽²⁾
Grapes	Fe/Zn 12c ⁽¹⁾	Fe/Zn 12c ⁽¹⁾	Acer inoxidable
Plaques dentades i xapes d'acer amb gruixos de fins a 3 mm	Fe/Zn 12c ⁽¹⁾	Fe/Zn 12c ⁽¹⁾	Acer inoxidable
Xapes d'acer de gruixos per sobre de 3 mm fins a 5 mm	Cap	Fe/Zn 12c ⁽¹⁾	Fe/Zn 25c ⁽²⁾
Xapes d'acer de gruix superior a 5 mm	Cap	Cap	Fe/Zn 25c ⁽²⁾

(1) Si s'empra galvanitzat en calent, la protecció Fe/Zn 12c s'ha de substituir per Z275 i la protecció Fe/Zn 25c per Z350.

(2) En condicions exposades especialment a la corrosió, cal considerar la utilització de Fe/Zn 40c, un galvanitzat en calent més gruixut o acer inoxidable.

Taula 21. Protecció mínima davant la corrosió o tipus d'acer necessari



Figura 9. Exemples de diferents tipus de ferramentes habitualment emprades en elements de fusta

7.2. Adhesius de la fusta

7.2.1. Principis bàsics

El camp dels adhesius és vast i complex. Hi ha infinites formulacions i moltes formes de classificar-los com, per exemple, en funció de la seva composició bàsica, el nombre de components, l'estructura polimèrica, la forma i velocitat de curació, els materials que adhereixen, l'origen natural o sintètic, el color, la forma d'aplicació, la reactivitat, la resposta al calor i també de la seva durabilitat, entre d'altres. Efectivament, la durabilitat dels elements urbans que contenen fusta encolada també depèn de les prestacions de l'adhesiu emprat. **És tan important que la fusta no es malmeti com el fet que no es desencoli.**

La fusta és un material del qual s'obté una gran quantitat de materials derivats depenent del tractament o grau de transformació que s'aplica a la fusta i del tipus d'adhesiu que s'empra. Ara bé, només té sentit optar per aquests productes si les seves prestacions són superiors al material sense transformar. En el cas dels productes estructurals, es considera que això només passa si l'encolada és almenys tan resistent com la fusta, és a dir, si la cola és menys resistent que la fusta, s'empitjoren les prestacions.

Quan la fusta encolada es posa en servei, s'exposa a canvis d'humitat d'equilibri higroscòpic i apareixen fenòmens d'inflament o minva. Com a conseqüència dels canvis volumètrics cíclics, la interfície d'encolada pateix tensions mecàniques i la fusta es pot arribar a desencolar quan els esforços superen la capacitat de l'adhesiu. Per tant, la fusta susceptible de patir canvis d'humitat requereix adhesius que siguin suficientment elàstics.

La qualitat de l'encolada de la fusta serrada s'analitza mitjançant el test d'esforç de cisallament i de delaminació. El primer permet valorar si la cola és més resistent que la fusta o viceversa i dona una idea del comportament mecànic. El segon, en canvi, avalua la capacitat de l'encolada de suportar els canvis d'humitat de la fusta i, per tant, la seva qualitat i durabilitat.

Les coles només funcionen correctament si s'avenen amb les característiques químiques i físiques de la fusta. Per tant, tenint en compte que cada espècie és diferent, es necessita un adhesiu determinat per a cada tipus de fusta. Per això, es recomana al prescriptor que s'asseguri que l'adhesiu emprat i la tecnologia d'encolada aplicada sigui compatible amb l'ús al qual està destinat el producte fuster. Cada cola és apta per a un material i ús concrets i no per a d'altres. Es recomana:

- Un element de fusta encolat només serà durable si l'adhesiu també ho és. Cal comprovar-ne la compatibilitat amb l'ambient on s'ha d'instal·lar.
- No es pot garantir que un adhesiu és resistent a una classe d'ús en funció de la família a la qual pertany. Cada formulació té unes prestacions determinades.
- Cal comprovar que el tractament protector és compatible amb el tipus de fusta i amb l'adhesiu. Els tractaments amb autoclau xopen la fusta amb dissolvent i en provoquen l'inflament sobtat. Les grans tensions internes que es generen poden malmetre l'encolada. Per això, es recomana no tractar amb autoclau els productes encolats, especialment si són estructurals.
- Si es vol instal·lar fusta laminada encolada exposada a les classes d'ús 3.2 o 4, és obligatori tractar les làmines de fusta abans de l'encolada. Només així s'eviten els problemes esmentats en el punt anterior. Cal tenir en compte que els productes protectors interfereixen negativament amb els adhesius perquè modifiquen les característiques químiques de la fusta.
- Els adhesius d'acetat de polivinil (PVAC), més comunament coneguts com cola blanca de fuster, són econòmics, polivalents, fàcils d'aplicar, poc tòxics i nets d'emprar, però les seves prestacions són limitades. Malauradament, no són aptes per a ús estructural i tenen poca resistència a la intempèrie. Si s'instal·len a l'exterior, cal que tinguin la protecció d'un recobriments superficial adequat.
- Els adhesius a base de caseïna, una proteïna derivada de la llet, són els primers que es van emprar per encolar fusta estructural. Són molt sensibles als atacs de fongs i només són aptes per a interiors. Actualment hi ha adhesius molt més evolucionats que aquests. Les seves especificacions es recullen a la norma UNE-EN 12436:2002 (AENOR, 2002a).
- Els adhesius fenòlics i els aminoplàstics són els més comuns en ús estructural. Els de tipus I es poden emprar a les classes de servei 1, 2 i 3. Els de tipus II només es poden utilitzar a la classe de servei 1. Vegeu la norma UNE-EN 301:2014 (AENOR, 2014a). Els més comuns són el fenol-formaldehid (PF), la resorcina-fenol-formaldehid (RPF), la

resorcina-formaldehid (RF), que són de color fosc, i la melamina-urea-formaldehid (MUF), la urea-formaldehid (UF), el poliuretà (PUR) i les emulsions de poliisocianat (EPI), que generalment són clars o transparents i queden estèticament integrats a la fusta.

- Les resines epoxídiques (EP) són relativament cares i no s'empren en producció industrial a gran escala. Són útils en reparacions in situ per la seva capacitat adhesiva, versatilitat i capacitat d'ompliment.

7.2.2. Condicions climàtiques admissibles per als adhesius

Els adhesius es poden classificar de moltes maneres, però les més rellevants en el camp que ens ocupa són la composició, l'ús al qual van destinats i l'ambient que són capaços de suportar. Els fabricants dels adhesius que s'utilitzen habitualment en la fabricació de productes fusters a escala industrial no garanteixen el correcte comportament de les seves coles si la fusta ha de suportar condicions d'exposició superiors a la classe de servei 3.

Classe de durabilitat			Classe d'impregnabilitat
Camps d'aplicació	Adhesius termoplàstics. UNE-EN 204:2002	Adhesius termoenduribles. UNE-EN 12765:2002	
Mobles i estructures interiors, emplafonament amb fusta, portes, finestres, escales	D1	C1	Interior. La humitat de la fusta no supera el 15%
	D2	C2	Interior. Exposicions curtes ocasionals a l'aigua corrent o condensada i/o humitat alta ocasional. La humitat de la fusta no supera el 18%
	D3	C3	Interior amb exposicions curtes freqüents a l'aigua corrent o condensada i/o alta exposició a alta humitat. Exterior no exposat a la meteorologia
	D4	C4	Interior amb exposicions llargues freqüents a l'aigua corrent o condensada. Exterior exposat a la meteorologia, però amb la protecció d'un recobriment superficial adequat

Taula 22. Adhesius per a ús no estructural. Condicions climàtiques admissibles

Tipus d'adhesiu	Classes de servei admissibles		
	Isocianat polimeritzat en emulsió (EPI). UNE-EN 16254:2014	Fenòlics i aminoplàstics UNE-EN 301:2014	Poliuretà monocomponent UNE-EN 15425:2008
I	1,2	1,2,3	1,2,3
II	1	1	1,2

Taula 23. Adhesius per a ús estructural segons les classes de servei de l'Eurocodi 5 (AENOR, 2006).

7.3. Compostos orgànics volàtils (COV)

Els compostos orgànics volàtils (COV) són tots aquells hidrocarburs que es presenten en estat gasós o són altament volàtils a temperatura ambient (20 °C). Són compostos que solen presentar una cadena amb un nombre de carbonis inferior a dotze i contenen altres elements com oxigen, fluor, clor, brom, sofre o nitrogen. Alguns de prou coneguts i habituals són el metà, el toluè, l'età, el benzè, el propà, l'acetona, l'anilina, el metanal o l'etilè.

Són perillosos per a la salut per inhalació o contacte amb la pell i es poden acumular als teixits grasos dels individus. Poden produir problemes a les vies respiratòries, irritació d'ulls, nàusees i marejos. A llarg termini poden causar problemes renals, de fetge, al sistema nerviós central o, fins i tot, poden resultar cancerígens. També tenen efectes adversos sobre l'ambient. Alguns són precursors de l'ozó al nivell del terra i d'altres, en canvi, són grans destructors de la capa d'ozó.

El seu origen és natural, per la descomposició de la matèria orgànica, i antropogènic, procedent de productes químics artificials. Les fonts principals són les pintures, els dissolvents, els adhesius i els dispersants que utilitzen la indústria siderúrgica, la indústria de la fusta, la indústria cosmètica i la indústria farmacèutica.

Entre tots els COV, el metanal o formaldehid requereix menció especial a causa de la seva toxicitat i àmplia utilització per part de la indústria. És un compost orgànic de fórmula CH_2O i és l'aldehid més simple. Té moltes aplicacions industrials, però principalment es destina a la producció d'adhesius i recobriments com pintures o vernissos, ja que polimeritza molt fàcilment. Per aquest motiu el podem trobar en infinitat de productes, com ara aïllaments, materials de construcció, mobiliari, pintures, vernissos, pigments, plàstics, gomes i derivats, teixits sintètics, perfums, cosmètics, medicaments o productes de neteja, entre d'altres. Per tant, **qualsevol producte fuster elaborat amb adhesius o acabat amb recobriments que continguin formaldehid en la seva formulació és un emissor potencial d'aquest gas.**

Malauradament, el formaldehid és un gas d'olor forta i irritant que pot provocar càncer i se sospita que provoca defectes genètics en humans. Per això, el seu ús cada vegada s'està restringint més i, fins i tot, en països com el Japó està prohibit. A Europa es permet usar-lo, però en interiors només es poden emprar productes E1 ($\leq 3,5 \text{ mg/m}^2\text{h}$). Els materials com la fusta laminada encolada i els taulers derivats de la fusta per al seu ús en la construcció es classifiquen en E1 ($\leq 0,124 \text{ mg HCHO/m}^3 \text{ aire}$) o E2 ($> 0,124 \text{ mg HCHO/m}^3 \text{ aire}$), segons les emissions de formaldehid que generen. Per tant, la millor opció és emprar productes totalment lliures de formaldehid i COV en general.

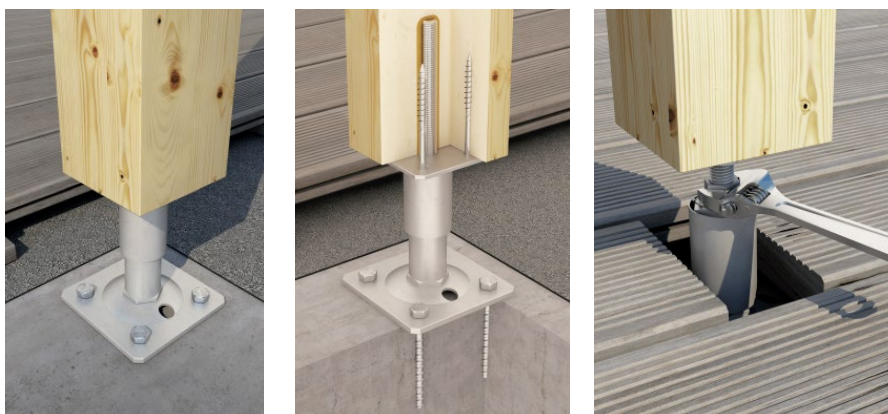


Figura 10. Exemples de diferents tipus d'elements metàl·lics per ancorar peus drets de fusta i evitar el contacte amb el terra i l'entollament d'aigua

8.

Productes fusters



La fusta natural és un material fibrós, lleuger, molt resistent i biodegradable. Malauradament, també és heterogènia, presenta limitacions quant a la durabilitat, és higroscòpica, pateix moviments i les restriccions dimensionals pròpies dels troncs de què s'obté. Per superar aquestes limitacions i conservar-ne els avantatges, la tecnologia de la fusta ha desenvolupat infinitat de productes derivats.

La fusta se serra, s'estella, es desenrotlla, es mol, es tracta, s'impregna i fins i tot es transforma químicament per separar les fibres de la resta de substàncies químiques. A més, es combina amb tot tipus d'aglomerants i adhesius, ciment pòrtland i diversos tipus de plàstics. També es tracta químicament per protegir-la, estabilitzar-la o canviar-li el color. Aquests compostos químics requereixen una menció especial, ja que no sempre són tan innocus amb el medi i la salut humana com la fusta. La degradació problemàtica de la majoria de plàstics en el medi, la incidència del formaldehid sobre la salut humana o la presència de biocides en fustes tractades, alguns tan perillosos com la creosota, són punts a tenir en compte a l'hora de decantar-se per un producte o l'altre. Decantar-se per productes plenament biodegradables i lliures de tòxics ens garantirà un cicle de vida més respectuós amb el medi i les persones.

Dit això, si tenim en compte les propietats intrínseques de cada una de les espècies fusteres i la gran quantitat de tècniques i productes amb què es combinen, el nombre resultant de productes és extraordinàriament extens. Cada un d'aquests derivats presenta unes característiques específiques i concretes i està pensat per a un ús determinat. Conèixer quines són les seves aplicacions i entendre quins són els seus punts forts i les seves debilitats és indispensable per obtenir uns resultats òptims. Per això, les fitxes de més avall contenen la informació següent:

- Nom tècnic del producte.
- Fotografia d'identificació.
- Altres noms comuns i comercials utilitzats habitualment.
- Descripció tècnica del producte per facilitar la tria del producte més adient per a cada ús.
- Aplicacions principals. Usos en què s'utilitza habitualment el producte.
- Classe d'ús màxima recomanada. Condicions ambientals que el producte pot suportar de manera satisfactòria i sense que se'n comprometi la vida útil.
- Impacte ambiental del producte. Principals implicacions sobre el medi ambient i la salut humana derivades de la utilització del producte.

Laminat decoratiu d'alta pressió



Foto: endoradisseny

Altres denominacions i/o marques comercials: high pressure laminate, HPL, tauler compacte fenòlic, tauler estratificat, Parklex, Trespa.

Descripció del producte: tauler sandvitx format per una ànima de làmines de paper kraft impregnades amb adhesiu i un acabat superficial variable. El tauler es conforma mitjançant la reticulació de l'adhesiu a alta pressió i temperatura. La capa visible generalment és xapa de fusta natural de 0,8 mm de gruix, paper acolorit o paper que imita la fusta. Es pot incorporar una capa transparent exterior suplementària per millorar la resistència i durabilitat de la capa exterior. En funció de l'acabat pot tenir una alta resistència a la radiació UV, als agents atmosfèrics i als impactes. Té una bona estabilitat dimensional i de planimetria.

Aplicacions principals: material no estructural. En interiors s'empra en revestiments de parets, sostres, mobiliari d'oficina, mobiliari de laboratoris, banys, cuines, revestiments interiors de piscines, etc. En exteriors és freqüent utilitzar-lo en façanes, tancaments, elements de guarderia i jocs infantils.

Classe d'ús màxima recomanada: 3.1. L'adhesiu també ha de ser durable.

Impacte ambiental del producte: presenta un contingut en coles de fins al 40%. si les coles contenen formaldehid, el producte pot ser una font d'emissió de COV, per la qual cosa s'aconsella seleccionar taulers classificats com E1 (baixa emissió) abans que E2. Material reciclable.

Tauler de fibres de baixa densitat



Foto: endoradisseny

Altres denominacions i/o marques comercials: taulers de fibres aïllants.

Descripció del producte: tauler de fibres de fusta lliure d'adhesius. S'aglomera amb la lignina de la fusta aplicant calor i/o pressió a fusta desfibrada amb una humitat superior al 20%. La seva densitat oscil·la habitualment entre els 50 kg/m³ i els 300 kg/m³ en funció de la compacitat. Presenta unes bones propietats tèrmiques i acústiques. Fàcil de tallar i transportar.

Aplicacions principals: material no estructural. Panells aïllants tèrmics.

Classe d'ús màxima recomanada: 2.

Impacte ambiental del producte: el baix o nul contingut en coles els fa especialment aptes per a interiors. En contraposició als aïllants tradicionals derivats del petroli, són transpirables i ajuden a generar un ambient saludable. Material reciclable.

Tauler de fibres de densitat mitjana

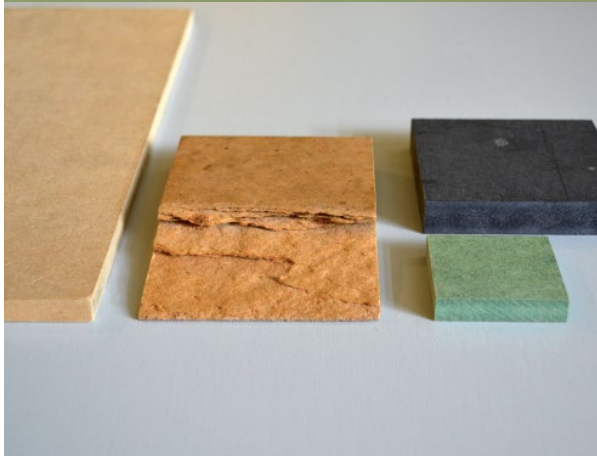


Foto: endoradisseny

Altres denominacions i/o marques comercials: medium density fibreboard, tauler MDF, DM, tauler de densitat mitjana.

Descripció del producte: tauler de fibres format per fibres lignocel·lulòsiques aglomerades amb adhesiu de melamina i premsat en calent. Fibres majoritàriament entre 0,2 mm i 5 mm. Taulers uniformes i homogenis. Densitat entre els 600 i 800 kg/m³. Els diferents tipus de taulers poden ser: recoberts i nus resistents a la humitat, ignífugs, amb un determinat contingut de formaldehid, mixtos i tractats contra agents biològics. Excel·lent acabat superficial.

Aplicacions principals: material no estructural. fabricació de portes i mobles en general, bases de cobertes i paviments, divisions interiors, prefabricats, motllures.

Classe d'ús màxima recomanada: 1. (tauler normal), 2 (tauler hidròfug).

Impacte ambiental del producte: si les coles contenen formaldehid, el producte pot ser una font d'emissió de COV, per la qual cosa s'aconsella seleccionar taulers classificats com E1 (baixa emissió) abans que E2. La incorporació de substàncies hidròfugues, ignífugues o biocides és una font addicional de COV. Cal considerar aquest risc especialment en interiors i es recomana no emprar productes tractats si no és estrictament necessari. Material reciclable.

Tauler de fibres d'alta densitat



Foto: endoradisseny

Altres denominacions i/o marques comercials: tauler de fibres dur, hardboard, tauler HB, high-density fiberboard, Tablex.

Descripció del producte: tauler de fibres lignocel·lulòsiques aglomerades amb aigua, temperatura i alta pressió. Generalment lliures de resines. Fibres majoritàriament entre 0,2 mm i 5 mm. Taulers uniformes, homogenis i prims. Destaquen per la seva duresa. Solen tenir una cara rugosa i una de llisa. Arriben a tenir una densitat d'entre 800 i 1000 kg/m³.

Aplicacions principals: material no estructural. Embalatges, fabricació de mobles, fons de calaixos i portes. S'utilitza com a panell a la indústria de l'automòbil.

Classe d'ús màxima recomanada: 1 (tauler normal), 2 (tauler hidròfug)..

Impacte ambiental del producte: si les coles contenen formaldehid, el producte pot ser una font d'emissió de COV, per la qual cosa s'aconsella seleccionar taulers classificats com E1 (baixa emissió) abans que E2. Material reciclable.

Compost de fusta i plàstic

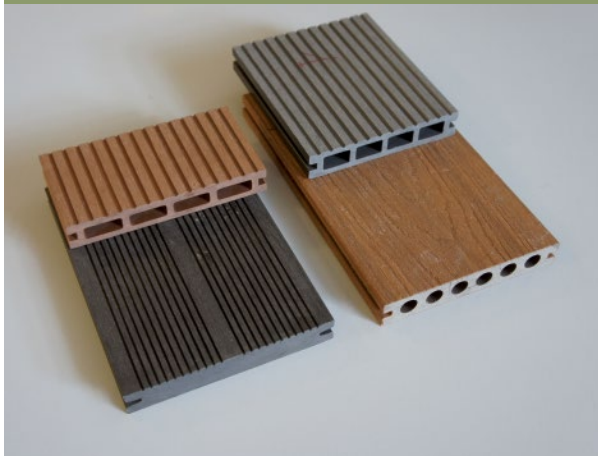


Foto: endoradisseny

Altres denominacions i/o marques comercials: wood-plastic composite, WPC, tauler fusta-plàstic, fusta tecnològica.

Descripció del producte: material format principalment per farina de fusta de conífera (0,1-0,3 mm) i plàstic termoplàstic de tipus molt diversos: polietilè, PVC, polipropilè, ABS, poliestirè o PLA. Additius com colorants, enduridors o agents de farcit, entre d'altres, també són presents a les diverses formulacions. Es poden emprar materials reciclats per fabricar-lo. Generalment, el contingut en fusta no supera el 70%, de manera que així s'assegura que el plàstic n'encapsuli totalment les fibres per tal que quedin protegides de la humitat i els fongs xilòfags. S'obté per extrusió i temperatura. La temperatura és suficientment elevada per fondre el plàstic, però insuficient per malmetre la fusta. Són taulers amb superfícies dures, amb un bon comportament davant el foc i l'aigua i amb una alta durabilitat.

Aplicacions principals: material no estructural. Ús exterior, com ara paviments, façanes, tarimes, pòrtics, marquesines, etc.

Classe d'ús màxima recomanada: 4.

Impacte ambiental del producte: la seva incidència ambiental depèn essencialment del tipus de plàstic utilitzat. Els plàstics biodegradables com el PLA presenten un impacte menor sobre el medi a llarg termini que els derivats del petroli. A més, els plàstics com el PVC presenten un alt contingut de clor. Material reciclable únicament en ell mateix i un nombre limitat de vegades a causa de la degradació que pateix el plàstic i la fibra durant l'escalfament de l'extrusió.

Tauler de partícules aglomerat



Foto: endoradisseny

Altres denominacions i/o marques comercials: tauler aglomerat, tauler de partícules.

Descripció del producte: tauler aglomerat format per partícules de material llenyós (0,3-30 mm), aglomerades entre elles mitjançant adhesiu de melamina reticulat a alta pressió i temperatura. Tenen una superfície llisa i homogènia que es pot acabar en cru, recobert amb paper melaminitzat o amb qualsevol làmina de material que es vulgui. N'existeixen d'ignífugs i d'hidròfugs. Alguns productes combinen el tauler de partícules amb el de fibres de densitat mitjana per millorar l'acabat superficial i les prestacions portants. Densitat entre 250 i 800 kg/m³.

Aplicacions principals: material no estructural. En prefabricats, bases de paviments i cobertes, encofrats, envans, falsos sostres, sòcols, fabricació de mobles i portes, cuines.

Classe d'ús màxima recomanada: 1 (tauler normal), 2 (tauler hidròfug).

Impacte ambiental del producte: si les coles contenen formaldehid, el producte pot ser una font d'emissió de COV, per la qual cosa s'aconseixa seleccionar taulers classificats com E1 (baixa emissió) abans que E2. La incorporació de substàncies hidròfuges, ignífuges o biocides és una font addicional de COV. Cal considerar aquest risc especialment en interiors i es recomana no emprar productes tractats si no és estrictament necessari. El tauler de partícules admet fins a un 80% de fusta reciclada amb presència d'adhesius i impureses. Per aquest motiu és la destinació d'una gran varietat de productes fusters quan acaben la seva vida útil: palets, altres taulers o fusta massissa. Material reciclable.

OSB i waferboard



Foto: endoradisseny

Altres denominacions i/o marques comercials: oriented strand board, tauler OSB, tauler waferboard (tauler de partícules no orientades).

Descripció del producte: taulers formats per partícules de fusta de grandària mitjana (80-30 x 1 mm), aglomerades entre elles mitjançant un adhesiu i pressió a la temperatura adequada. Les partícules poden tenir orientació preferent (OSB) o estar disposades aleatòriament (waferboard). El tauler OSB està pensat per optimitzar els esforços en una determinada direcció com, per exemple, bigues tipus I-Joist, mentre que els waferboard treballen millor en aplicacions de tipus superficial. Densitat superior a 650 kg/m³.

Aplicacions principals: material estructural. Suport de cobertes, entrebigats de forjats, tancaments de façanes, envans i mobiliari.

Classe d'ús màxima recomanada: 2. Si disposa d'una protecció superficial adequada, pot assolir la 3.1.

Impacte ambiental del producte: si les coles contenen formaldehid, el producte pot ser una font d'emissió de COV, per la qual cosa s'aconseja seleccionar taulers classificats com E1 (baixa emissió) abans que E2. La incorporació de substàncies hidròfugues, ignífugues o biocides és una font addicional de COV. Cal considerar aquest risc especialment en interiors i es recomana no emprar productes tractats si no és estrictament necessari. Material reciclable.

Fusta laminada de tires



Altres denominacions i/o marques comercials: fusta reconstruïda de tires, laminated strand lumber, LSL.

Descripció del producte: és un producte molt semblant a l'OSB en què les partícules estan orientades principalment en la mateixa direcció. Dissenyat per elaborar productes longitudinals en lloc de taulers. Hi ha dos tipus de taulers LSL: els que presenten totes les partícules orientades en la direcció longitudinal i els que presenten una proporció de partícules orientades perpendicularment a la direcció longitudinal.

Aplicacions principals: material estructural. Els que presenten totes les partícules en la mateixa direcció són ideals per a bigues, cabirons i pilars. Els altres s'utilitzen com a parets, paviments o sostres.

Classe d'ús màxima recomanada: 2. Si disposa d'una protecció superficial adequada, pot assolir la 3.1.

Impacte ambiental del producte: si les coles contenen formaldehid, el producte pot ser una font d'emissió de COV, per la qual cosa s'aconseja seleccionar taulers classificats com E1 (baixa emissió) abans que E2. La incorporació de substàncies hidròfugues, ignífugues o biocides és una font addicional de COV. Cal considerar aquest risc especialment en interiors i es recomana no emprar productes tractats si no és estrictament necessari. Material reciclable.

Tauler aglomerat de fusta-ciment



Foto: endoradisseny

Altres denominacions i/o marques comercials: tauler fusta-ciment, tauler ordinary portland cement, OPC.

Descripció del producte: tauler compost format principalment per ciment pòrtland (60-70%), fibres o partícules de fusta (20-30%), en algunes formulacions, fibres de cel·lulosa (10%) i altres additius. El ciment embolca les fibres de fusta. Permet la transpiració. Són taulers amb superfícies llises i dures, amb un bon comportament al foc, resistència a l'impacte, aïllament acústic i durabilitat. Hi ha tres tipus de taulers: en ambient sec, en ambient humit i en exteriors. Si el tauler queda fortament exposat a la intempèrie, es pot aplicar una capa d'acabat superficial. Densitat entre 1.100 i 1.300 kg/m³.

Aplicacions principals: material no estructural. Taulers de coberta, tancaments, façanes, divisions i sota d'acabats de paviments.

Classe d'ús màxima recomanada: 3.1.

Impacte ambiental del producte: aquest tauler porta un alt contingut en ciment pòrtland, el qual és una gran font d'emissions de diòxid de carboni a l'atmosfera. Reciclatge difícil tot i que el ciment és inert.

Taulers mixtes de paper i guix



Foto: endoradisseny

Altres denominacions i/o marques comercials: Fermacell, Pladur, Cartró-guix i fibra-guix

Descripció del producte: taulers que combinen el paper i el guix. Principalment se'n poden trobar de dos tipus. Les plaques de cartró-guix tenen un nucli de guix premsat recobert per làmines de cartró. En canvi, els taulers de fibra-guix estan formats per una mescla premsada de guix i fibres de paper. No són materials resistents a l'aigua però es poden instal·lar fins a classe d'ús 2 amb precaucions.

Aplicacions principals: encofrats de formigó.

Classe d'ús màxima recomanada: 3.2 si la vida de servei és curta (encofrat). 2 si la seva vida de servei ha de ser llarga.

Impacte ambiental del producte: el principal impacte rau en l'origen mineral del guix al ser és un material no renovable. Les fibres de paper poden ser d'origen reciclat. Reciclatge difícil.

Fusta termotractada



Foto: endoradisseny

Altres denominacions i/o marques comercials: ThermoWood.

Descripció del producte: fusta modificada tèrmicament amb l'objectiu de modificar l'estructura química de la fusta per tal que deixi de ser nutritiva per als xilòfags. El termotractament es pot dur a terme amb presència d'oxigen o sense. Les temperatures més habituals de tractament són entre 190 °C i 210 °C, però poden arribar als 260 °C. La modificació química aporta estabilitat dimensional a la fusta en canvi de minvar les propietats mecàniques, la duresa i la densitat de la fusta original.

Aplicacions principals: material no estructural. En revestiments de façana, paviments d'exterior, elements de fusteria, etc.

Classe d'ús màxima recomanada: 3.2.

Impacte ambiental del producte: la fusta termotractada no incorpora els productes químics tòxics dels tractaments de protecció. A més, permet l'ús d'espècies autòctones amb característiques equivalents de durabilitat d'espècies més cares. El tractament tèrmic implica emetre CO₂.

Fusta furfurilada



Foto: kebony.com

Altres denominacions i/o marques comercials: Kebony.

Descripció del producte: fusta massissa modificada químicament amb alcohol furfurílic procedent de la canya de sucre per tal que deixi de ser nutritiva per als xilòfags. El tractament consta de diverses etapes en què s'aconsegueix la polimerització dels compostos químics de la fusta. S'inicia amb un autoclau, segueix amb un assecatge intermedi i finalitza amb un assecatge final. Aquesta transformació millora la higroscopicitat i durabilitat de la fusta i n'incrementa la densitat i duresa. Les propietats mecàniques tendeixen a millorar.

Aplicacions principals: material no estructural. Fusteria d'exterior, mobiliari urbà i de jardí, façanes, entarimats d'exterior i cobertes d'embarcacions marines.

Classe d'ús màxima recomanada: 4.

Impacte ambiental del producte: la fusta furfurilada no incorpora els productes químics tòxics dels tractaments de protecció. Plenament biodegradable. El tractament es podria aplicar a espècies autòctones per evitar així la importació de fusta exòtica. Material reciclable.

Fusta acetilada



Foto: www.accoya.com

Altres denominacions i/o marques comercials:
Accoya wood.

Descripció del producte: fusta massissa modificada químicament amb l'objectiu que la fusta deixi de ser nutritiva per als xilòfags. Es provoca una reacció química en què es substitueixen els grups hidroxil en grups acetil a través d'un tractament fet amb autoclau que impregna la fusta amb anhidrid acètic. Olor característica de vinagre. El procés minva de forma extraordinària la higroscopicitat de la fusta, n'incrementa la densitat i millora la durabilitat davant els fongs de podriment. Es fabrica majoritàriament amb fusta de pi insigne, però també amb faig i vern.

Aplicacions principals: material no estructural, tot i que s'han fet algunes estructures prototip experimentals. S'utilitza en tancaments per a exteriors, mobiliari urbà, façanes, entarimats d'exterior, mobiliari de jardí, aplicacions en contacte amb aigua dolça, ponts i passarel·les, mobiliari infantil, escultures a l'exterior, etc.

Classe d'ús màxima recomanada: 4.

Impacte ambiental del producte: la fusta acetilada no incorpora els productes químics tòxics dels tractaments de protecció. Plenament biodegradable. El tractament es podria aplicar a espècies autòctones per evitar així la importació de fusta exòtica. Material reciclable.

Fusta creosotada

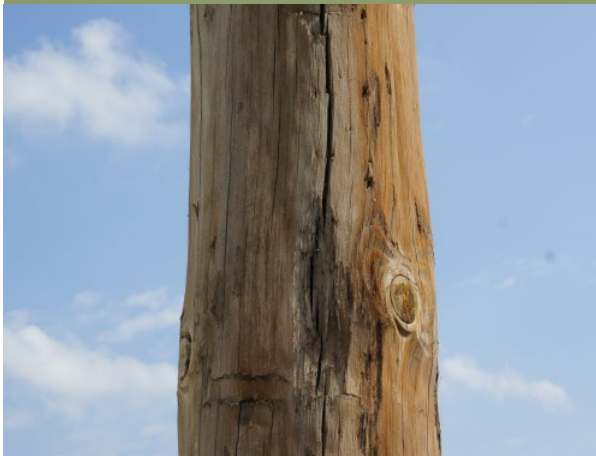


Foto: endoradisseny

Altres denominacions i/o marques comercials:
— — —

Descripció del producte: la creosota és un derivat del destil·lat del quitrà procedent de la combustió de l'hulla. S'impregna la fusta amb autoclau i actua com un protector altament efectiu.

Aplicacions principals: travesses de ferrocarril, pals de línies aèries de telèfon i electricitat. Es pot reciclar com a elements de restauració paisatgística si no hi ha d'haver contacte directe amb humans.

Classe d'ús màxima recomanada: 4.

Impacte ambiental del producte: producte altament tòxic reconegut com a carcinogen en humans. Provoca càncer de pell per contacte. Per això se'n limita l'ús a productes fora de l'abast de la població. Aquí, a la pràctica, només s'usa en pals de línies aèries. Material no reciclable considerat com un residu industrial perillós. No es recomana que estigui en contacte amb aigua dolça o salada pels llixiviats que pot generar.

Fusta tractada amb biocides



Foto: endoradisseney

Altres denominacions i/o marques comercials: fusta tractada amb dissolvent orgànic, tractament incolor.

Descripció del producte: fusta impregnada amb insecticides (carbamats i permetrines) i fungicides (azoles com el propiconazol). Les substàncies actives es dispersen en la fusta gràcies a l'acció del dissolvent orgànic. El tractament s'aplica mitjançant autoclau, pinzellat o polvorització. Durabilitat millorada. Producte incolor. L'espècie de fusta ha de ser impregnable; en cas contrari, el tractament únicament serà superficial. Si es tracta fusta encolada, l'adhesiu ha de ser compatible amb el tractament.

Aplicacions principals: material estructural (només si està prèviament classificada per determinar-ne la resistència). En revestiments de façana, paviments d'exterior, elements de fusteria i mobiliari urbà, jardineria, construcció, etc.

Classe d'ús màxima recomanada: 3.1.

Impacte ambiental del producte: la incorporació de biocides a la fusta és una font potencial de risc per a la salut i el medi ambient. Cal valorar-ne l'aplicació, sobretot en interiors. El dissolvent orgànic és una font molt important de COV. Actualment només es permet l'ús de productes registrats respectuosos amb la salut i el medi ambient. Material reciclable. Millorar la durabilitat de la fusta local evita el consum de fustes exòtiques.

Fusta tractada amb sals CCB



Foto: endoradisseney

Altres denominacions i/o marques comercials: fusta tractada amb sals de coure.

Descripció del producte: fusta impregnada amb sals hidrosolubles de coure, crom i bor. Les sals a base d'arsènic ja no estan autoritzades. Les substàncies actives es dissolen en aigua i s'apliquen mitjançant autoclau. Durabilitat millorada. Acabat de color verd o marró. L'espècie de fusta ha de ser impregnable; en cas contrari, el tractament únicament serà superficial. Si es tracta fusta encolada, l'adhesiu ha de ser compatible amb el tractament.

Aplicacions principals: material estructural (només si està prèviament classificada). En revestiments de façana, paviments d'exterior, elements de fusteria i mobiliari urbà, jardineria, construcció, etc.

Classe d'ús màxima recomanada: 4.

Impacte ambiental del producte: la incorporació de biocides a la fusta és una font potencial de risc per a la salut i el medi ambient. Cal valorar-ne l'aplicació, sobretot en interiors. Actualment només es permet l'ús de productes registrats respectuosos amb la salut i el medi ambient. Material reciclable. Millorar la durabilitat de la fusta local evita el consum de fustes exòtiques.

Roll tornejat impregnat



Foto: endoradisseny

Altres denominacions i/o marques comercials: RTI, roll de fusta cilindrada.

Descripció del producte: pal de fusta massissa cilindrat en un torn i impregnat mitjançant autoclau amb sals CCB. Els RTI es fabriquen habitualment amb pals de petit diàmetre de pi ($\varnothing > 5-7$ cm). També es pot tornejat fusta d'acàcia o castanyer, però en aquest cas no és habitual tractar la fusta, ja que la durabilitat d'aquestes espècies és superior a la de les coníferes autòctones.

Aplicacions principals: material no estructural. En tanques de parcs, jardins, senderes i vials.

Classe d'ús màxima recomanada: 4.

Impacte ambiental del producte: la incorporació de biocides a la fusta és una font potencial de risc per a la salut i el medi ambient. Cal valorar-ne l'aplicació, sobretot en interiors. Actualment només es permet l'ús de productes registrats respectuosos amb la salut i el medi ambient. Material reciclable.

Fusta massissa estructural



Foto: endoradisseny

Altres denominacions i/o marques comercials: fusta massissa.

Descripció del producte: fusta sòlida serrada, generalment escairada amb cares paral·leles entre elles i cantells perpendiculars. Obtinguda a partir del tronc de l'arbre sense aplicar cap transformació addicional, inclosos els tractaments protectors, excepte l'assecatge a l'aire o a l'assecador. Cada espècie de fusta té unes propietats intrínseques de resistència, densitat, duresa, durabilitat, proporció albeca/duramen, etc., que cal tenir en compte en el moment de la tria. Les propietats estructurals de la fusta massissa es defineixen segons classes resistents separades entre coníferes (C) i frondoses (D), tal com recull la norma UNE-EN 338:2010 (AENOR, 2010).

Aplicacions principals: material estructural. Bigues, biguetes, corretges, forjats de coberta i pisos, pilars, pèrgoles i altres construccions, així com revestiments d'interior i exterior.

Classe d'ús màxima recomanada: segons la durabilitat natural. Vegeu la Taula 16.

Impacte ambiental del producte: és el producte amb menor impacte ambiental. Lliure de productes químics i amb un nivell de transformació molt baix, per la qual cosa incorpora poc CO₂. La utilització de fustes tropicals comporta la necessitat d'un transport de fusta des de llargues distàncies. Material reciclable.

Fusta massissa empalmada amb unió dentada



Foto: endoradisseny

Altres denominacions i/o marques comercials: fusta empalmada, KVH, Konstruktionsvollholz.

Descripció del producte: peces de fusta, generalment de coníferes, seca i sense defectes empalmades per testa mitjançant una unió dentada i adhesiu. L'eliminació dels defectes més crítics de la fusta en millora la resistència mecànica. A més, supera les limitacions longitudinals de la fusta massissa. Si les condicions sota les quals s'instal·la requereixen un tractament protector en profunditat (autoclau), la fusta s'ha de tractar abans de fer l'encolada de la peça. L'adhesiu també ha de suportar les condicions ambientals de la classe d'ús on s'instal·li.

Aplicacions principals: material estructural. Bigues, biguetes, corretges, forjats de coberta i pisos, pèrgoles i revestiments d'interior i exterior.

Classe d'ús màxima recomanada: 2 (fusta no tractada), 3.1, (fusta impregnable tractada), 3.2 o 4 (fusta impregnable tractada abans de l'encolada). L'adhesiu també ha de ser durable.

Impacte ambiental del producte: si les coles contenen formaldehid, el producte pot ser una font d'emissió de COV, per la qual cosa s'aconsella seleccionar taulers classificats com E1 (baixa emissió) abans que E2. Material reciclable.

Fusta sòlida encolada



Foto: endoradisseny

Altres denominacions i/o marques comercials: bilaminat, trilaminat, Duo, Trio.

Descripció del producte: parelles o tríos de taulons encolats entre ells per les cares de manera que la part externa del roll se situa a la part interna del tauló encolat per evitar l'aparició de clivelles d'assecatge. Prèviament a l'encolada, els taulons s'assequen i es classifiquen per la seva resistència. S'aconsegueixen fàcilment seccions importants amb grans longituds. Si les condicions sota les quals s'instal·la requereixen un tractament protector en profunditat (autoclau), la fusta s'ha de tractar abans de fer l'encolada de la peça. L'adhesiu també ha de suportar les condicions ambientals de la classe d'ús on s'instal·li.

Aplicacions principals: material estructural. Bigues, biguetes, corretges, pilars, forjats de coberta.

Classe d'ús màxima recomanada: 2 (fusta no tractada), 3.1, (fusta impregnable tractada), 3.2 o 4 (fusta impregnable tractada abans de l'encolada). L'adhesiu també ha de ser durable.

Impacte ambiental del producte: si les coles contenen formaldehid, el producte pot ser una font d'emissió de COV, per la qual cosa s'aconsella seleccionar taulers classificats com E1 (baixa emissió) abans que E2. Material reciclable.

Fusta laminada encolada



Foto: endoradisseny

Altres denominacions i/o marques comercials: fusta laminada, glulam.

Descripció del producte: làmines de fusta d'entre 6 i 45 mm de gruix encolades per les cares i empalmades per les testes amb les fibres orientades de forma paral·lela. Prèviament a l'encolada, les làmines s'assequen i es classifiquen per la seva resistència. La fusta laminada encolada es classifica en classes resistents GLh o GLc en funció de si les lames són totes homogènies o si es combinen lames de diferents qualitats. Les úniques limitacions dimensionals del producte vénen donades, habitualment, pel transport. Si les condicions ambientals sota les quals s'instal·la requereixen un tractament protector en profunditat (autoclau), les lames s'han de tractar abans de ser encolades. L'adhesiu també ha de suportar les condicions ambientals de la classe d'ús on s'instal·li.

Aplicacions principals: material estructural. Bigues, biguetes, corretges, pilars.

Classe d'ús màxima recomanada: 2 (fusta no tractada), 3.1, (fusta impregnable tractada), 3.2 o 4 (fusta impregnable tractada abans de l'encolada). L'adhesiu també ha de ser durable.

Impacte ambiental del producte: si les coles contenen formaldehid, el producte pot ser una font d'emissió de COV, per la qual cosa s'aconsella seleccionar taulers classificats com E1 (baixa emissió) abans que E2. Material reciclable.

Fusta laminada encreuada

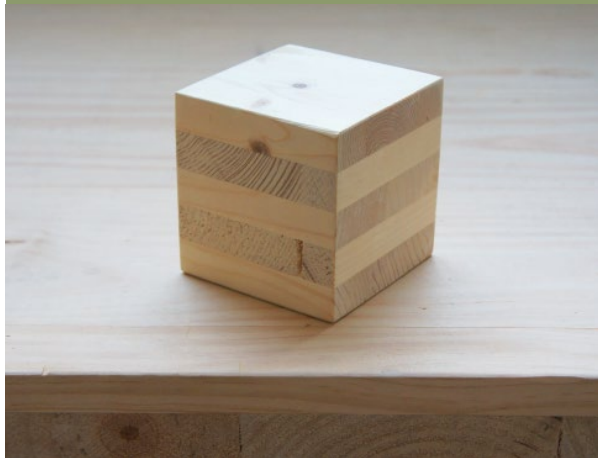


Foto: endoradisseny

Altres denominacions i/o marques comercials: contralaminat, cross laminated timber, CLT.

Descripció del producte: làmines de fusta d'entre 12 i 45 mm de gruix encolades per les cares i empalmades per les testes. Les fibres s'orienten paral·leles dins una mateixa capa, però queden disposades perpendicularment entre capes alternes. A causa de la col·locació encreuada, es redueixen els coeficients de contracció i s'incrementa la rigidesa i la resistència. A més, són taulers lleugers i tèrmicament eficients. Prèviament a l'encolada, les làmines s'assequen i es classifiquen per la seva resistència. Les úniques limitacions dimensionals del producte vénen donades pel transport. Si les condicions sota les quals s'instal·la requereixen un tractament protector en profunditat (autoclau), la fusta s'ha de tractar abans de fer l'encolada de la peça. L'adhesiu també ha de suportar les condicions ambientals de la classe d'ús on s'instal·li.

Aplicacions principals: material estructural. Elements superficials com forjats, tancaments, envans o murs de càrrega.

Classe d'ús màxima recomanada: 2 (fusta no tractada), 3.1, (fusta impregnable tractada), 3.2, (fusta impregnable tractada abans de l'encolada). L'adhesiu també ha de ser durable.

Impacte ambiental del producte: si les coles contenen formaldehid, el producte pot ser una font d'emissió de COV, per la qual cosa s'aconsella seleccionar taulers classificats com E1 (baixa emissió) abans que E2. Material reciclable.

Taulers monocapa de fusta massissa



Foto: endoradisseny

Altres denominacions i/o marques comercials: tauler enllistonat monocapa, solid wood panel, SWP.

Descripció del producte: tauler format per llistons de fusta de gruix i amplada iguals dins el mateix tauler però amb una longitud igual o diferent. La unió dels llistons es fa mitjançant sistemes d'encolat no aptes per a ús estructural. Millora les prestacions de la fusta natural en estabilitat, versatilitat i manejabilitat.

Aplicacions principals: material no estructural. Fabricació de mobles, portes i finestres.

Classe d'ús màxima recomanada: 2 (fusta no tractada). L'adhesiu també ha de ser durable.

Impacte ambiental del producte: si les coles contenen formaldehid, el producte pot ser una font d'emissió de COV, per la qual cosa s'aconsella seleccionar taulers classificats com E1 (baixa emissió) abans que E2. La utilització de fustes tropicals comporta la necessitat d'un transport de fusta des de llargues distàncies. Material reciclable.

Taulers multicapa de fusta massissa



Foto: endoradisseny

Altres denominacions i/o marques comercials: tauler enllistonat multicapa, solid wood panel, SWP, tauler d'encofrar.

Descripció del producte: tauler format generalment per tres capes de llistons de fusta de gruix iguals dins de la mateixa capa però amb una longitud igual o diferent. La unió dels llistons es fa mitjançant sistemes d'encolat no aptes per a ús estructural. Millora les prestacions de la fusta natural en estabilitat i resistència. Generalment fabricats amb fusta d'avet o pi europeus.

Aplicacions principals: encofrats de formigó.

Classe d'ús màxima recomanada: 3.2 si la vida de servei és curta (encofrat). 2 si la seva vida de servei ha de ser llarga.

Impacte ambiental del producte: si les coles contenen formaldehid, el producte pot ser una font d'emissió de COV, per la qual cosa s'aconsella seleccionar taulers classificats com E1 (baixa emissió) abans que E2. Material reciclable.

Perfil laminat



Foto: endoradisseny

Altres denominacions i/o marques comercials: perfil laminat.

Descripció del producte: peces formades per l'encolada de làmines de fusta amb la direcció de les fibres bàsicament paral·lela a l'eix del perfil. Normalment s'encolen 3 làmines. La unió dels llistons es fa mitjançant sistemes d'encolada no aptes per a ús estructural. Millora les prestacions de la fusta natural en estabilitat, resistència, versatilitat i manejabilitat. Si les condicions sota les quals s'instal·la requereixen un tractament protector en profunditat (autoclau), la fusta s'ha de tractar abans de fer l'encolada de la peça. També cal tenir en compte que l'adhesiu ha de suportar les condicions ambientals de la classe d'ús on s'instal·li.

Aplicacions principals: material no estructural. Elements auxiliars o principals en la fabricació d'elements de fusteria com finestres i portes i de mobles de fusta.

Classe d'ús màxima recomanada: 2 (fusta no tractada), 3.1, (fusta impregnable tractada), 3.2, (fusta impregnable tractada abans de l'encolada). L'adhesiu també ha de ser durable.

Impacte ambiental del producte: si les coles contenen formaldehid, el producte pot ser una font d'emissió de COV, per la qual cosa s'aconsella seleccionar taulers classificats com E1 (baixa emissió) abans que E2. La utilització de fustes tropicals comporta la necessitat d'un transport de fusta des de llargues distàncies. Material reciclable.

Parallel strand lumber



Altres denominacions i/o marques comercials: fusta reconstruïda de tires de xapa paral·leles, Parallam, PSL.

Descripció del producte: producte que s'obté adherint mitjançant pressió i calor tires de fusta de xapa desenrotllada de 2,5 metres de llarg i d'entre 2 i 4 mm de gruix. És un material homogeni que gairebé no presenta canvis dimensionals, minves, deformacions, curvatures o clivelles. Les úniques limitacions dimensionals del producte vénen donades pel transport.

Aplicacions principals: material estructural. Bigues, columnes, jàsseres i construcció lleugera. Gran capacitat de càrrega. Apreciat decorativament, també s'empra en fusteria i mobles.

Classe d'ús màxima recomanada: 2 (fusta no tractada), 3.1, (fusta impregnable tractada), 3.2, (fusta impregnable tractada abans de l'encolada). L'adhesiu també ha de ser durable.

Impacte ambiental del producte: si les coles contenen formaldehid, el producte pot ser una font d'emissió de COV, per la qual cosa s'aconsella seleccionar taulers classificats com E1 (baixa emissió) abans que E2. La incorporació de substàncies hidròfugues, ignífugues o biocides és una font addicional de COV. Cal considerar aquest risc especialment en interiors i es recomana no emprar productes tractats si no és estrictament necessari. Material reciclable.

Tauler contraxapat



Foto: endoradisseny

Altres denominacions i/o marques comercials: tauler contraplacat.

Descripció del producte: tauler format per xapes de fusta encolades on les fibres de dues xapes consecutives formen un angle de 90°. Normalment presenten un nombre senar de xapes. Aquests taulers presenten una alta resistència, propietats uniformes i poc pes. Densitat de 550 kg/m³, ja que s'utilitzen fustes lleugeres com pollancre o coníferes. Gruix de les xapes inferior a 3 mm.

Aplicacions principals: material no estructural. Tauler de coberta, en entrebigats, tancaments, envans, fabricació de bigues mixtes, revestiments, encofrats, realització de mobles, caixes de camions i paviments d'autobusos.

Classe d'ús màxima recomanada: 2 (fusta no tractada), 3.1, (fusta impregnable tractada), 3.2, (fusta impregnable tractada abans de l'encolada). L'adhesiu també ha de ser durable.

Impacte ambiental del producte: si les coles contenen formaldehid, el producte pot ser una font d'emissió de COV, per la qual cosa s'aconseylla seleccionar taulers classificats com E1 (baixa emissió) abans que E2. La incorporació de substàncies hidròfugues, ignífugues o biocides és una font addicional de COV. Cal considerar aquest risc especialment en interiors i es recomana no emprar productes tractats si no és estrictament necessari. Material reciclable.

Microlaminat



Foto: endoradisseny

Altres denominacions i/o marques comercials: fusta microlaminada, laminated veneer lumber, LVL, Kerto.

Descripció del producte: producte que s'obté encolant xapes de fusta de pi roig o avet roig d'entre 3 i 5 mm de gruix. El nombre mínim de xapes és set. Habitualment s'empra adhesiu de resorcina i d'aquí el color fosc de les línies de cola. Hi ha diverses conformacions del producte en funció de la proporció en l'orientació de les fibres de cada una de les xapes. Es poden assolir llums de fins a 18 m. Presenta una gran resistència i elevada estabilitat.

Aplicacions principals: material estructural. Bigues, panells, muntants, envans, bigues I-Joist, encofrats

Classe d'ús màxima recomanada: 2 (fusta no tractada), 3.1, (fusta impregnable tractada), 3.2, (fusta impregnable tractada abans de l'encolada). L'adhesiu també ha de ser durable.

Impacte ambiental del producte: si les coles contenen formaldehid, el producte pot ser una font d'emissió de COV, per la qual cosa s'aconseylla seleccionar taulers classificats com E1 (baixa emissió) abans que E2. La incorporació de substàncies hidròfugues, ignífugues o biocides és una font addicional de COV. Cal considerar aquest risc especialment en interiors i es recomana no emprar productes tractats si no és estrictament necessari. Material reciclable.

9.

Elements urbans



9.1. Principis essencials de prescripció

Les característiques tècniques de les fustes i els materials derivats de la fusta han de ser compatibles amb les condicions ambientals que hauran de suportar els elements per aconseguir tenir la vida útil que se n'espera. Tal com s'ha vist, hi ha una gran quantitat d'espècies i productes que permeten assolir solucions vàlides de formes molt diverses. A més, la variabilitat del mercat de la fusta és molt alta i l'evolució dels productes fusters és constant. Per tant, com que hi ha

moltes vies d'aconseguir aquestes solucions i, sovint, la poca disponibilitat al mercat d'algunes d'elles ens pot complicar el seu subministrament, **es recomana definir les prescripcions d'un projecte especificant les característiques que ha de complir el producte fuster abans d'especificar una determinada espècie o producte.**

Per a qualsevol aplicació de la fusta es poden fer servir diferents espècies. Per això es recomana tenir en compte els principis essencials següents per tal d'evitar l'aparició de problemàtiques tècniques i fer un ús racional dels recursos forestals.

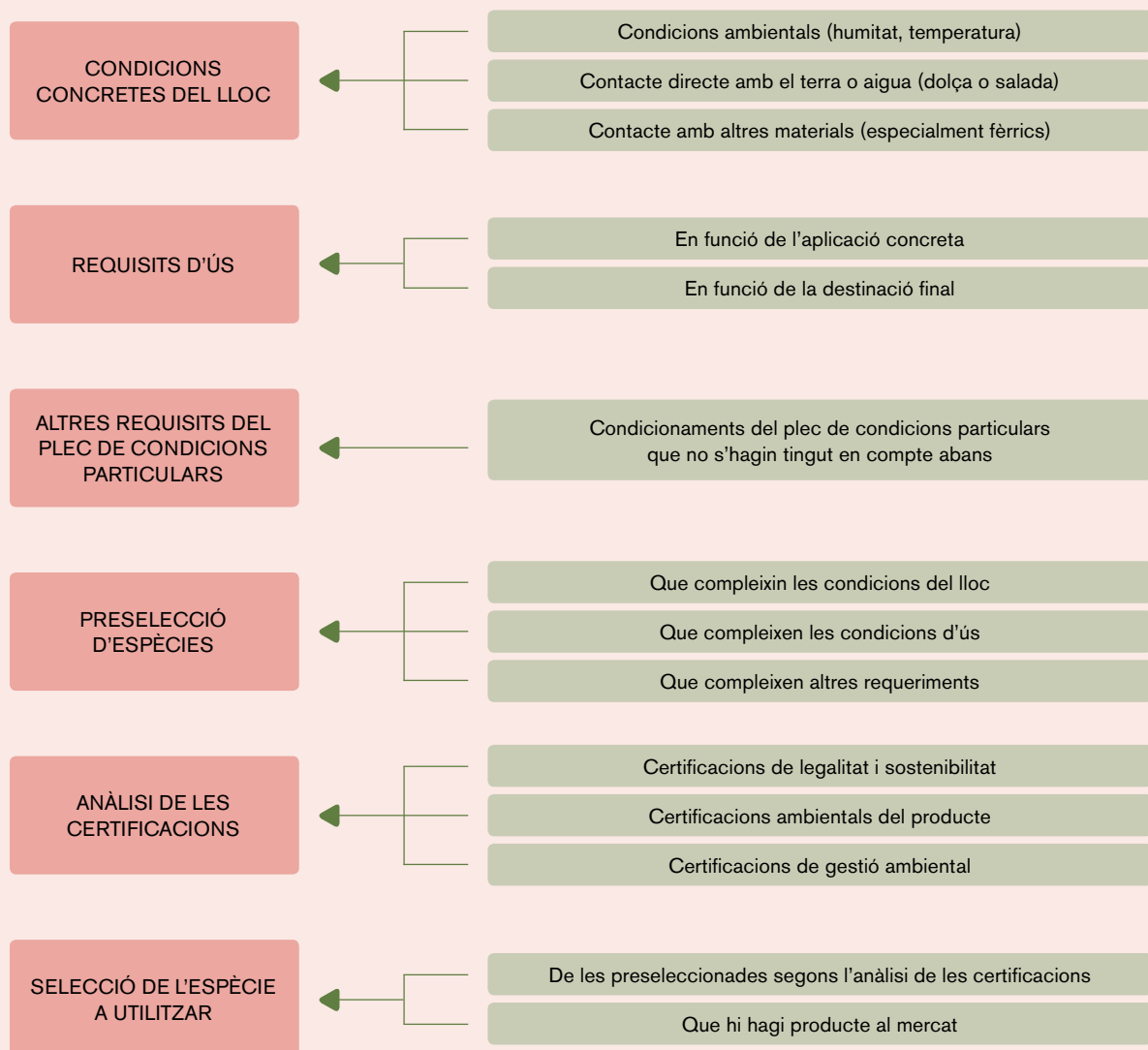


Figura 10. Principis essencials per a l'ús racional de la fusta

Si no es pot determinar amb prou precisió la classe d'ús d'un element, o quan diferents parts d'un mateix element queden classificades en diferents classes d'ús, les decisions s'hauran de prendre basant-se en la classe d'ús més severa entre les possibles classes d'ús. Tanmateix, pot ser necessari equiparar la situació dels elements que, encara sense estar en contacte amb el terra, acumulen aigua de forma continuada per raons de disseny o per dipòsits superficials a la dels que es troben en contacte amb el terra o amb aigua dolça. La part situada per sobre del terra o de l'aigua és susceptible de ser atacada per altres agents que, normalment, no estan associats a aquestes classes de risc.

Quan un element de fusta és inaccessible o quan les conseqüències de la seva ruptura són especialment greus, pot resultar més adient utilitzar una fusta més durable o aplicar un tractament protector més rigorós del que normalment s'empraria per a la classe d'ús en qüestió. Sempre s'ha de tenir en compte que la durabilitat i la impregnabilitat de l'albeca i el duramen de la fusta són diferents.

En alguns protectors de la fusta hi ha el risc d'esbandida si l'element de fusta tractat no està suficientment protegit després del tractament i abans de la posada en obra. Això s'aplica particularment als elements de les classes 1 i 2 que es troben exposats a la intempèrie durant la construcció. En aquestes circumstàncies, i si el protector de fusta és susceptible de patir l'efecte d'esbandida, resulta essencial cobrir l'element o protegir-lo d'alguna altra manera després del tractament, durant el transport i muntatge, i també durant la utilització.

Entre els factors que poden influir en les prestacions de la fusta tractada que s'han de tenir en compte a l'hora de desenvolupar les especificacions destaquen els següents: els costums en la manipulació de la fusta durant la construcció, la qualitat del manteniment, el tipus i la integritat dels revestiments aplicats i la compatibilitat entre tractaments i revestiments superficials.

Com a recomanació general per als elements que tinguin suports que transmetin càrregues al terra, com ara les pèrgoles, les passarel·les, els jocs infantils o els elements esportius, cal evitar, sempre que sigui possible, encastar-los al terreny. El correcte és ficar la fusta de suport en un element metàl·lic galvanitzat o d'acer inoxidable per tal que sigui aquest element el que s'encasti al terra. D'aquesta manera, la fusta resta ventilada en tot moment. Emprar aquesta solució fa que el nivell de penetració del tractament de la fusta exigít sigui considerablement menor i això, a

més d'abaratir el tractament, allarga significativament la vida útil de la instal·lació.

Pel que fa al grup tecnològic de la fusteria per a exteriors, on s'inclouen els elements de mobiliari urbà, les principals propietats que es demanen a la fusta i que cal tenir en compte a l'hora d'escollir una espècie són múltiples. Es recomanen coeficients de contracció baixos amb diferències petites entre el coeficient de contracció radial i tangencial per evitar moviments bruscos a la fusta en canvis d'humitat importants. La resistència mecànica ha de ser mitjana o elevada i la fibra ha de ser recta. La durabilitat natural ha de ser elevada o si això no és possible, ho ha de ser la impregnabilitat per garantir l'aplicació correcta del tractament protector.

En el cas concret d'elements de mobiliari, a part de les propietats anteriors, se solen requerir característiques estètiques, d'obra i resistència a l'ús. La fusta ha de tenir una aparença, un color, unes vetes i una textura atractius. Ha de ser fàcil de treballar, corbar, encolar i acabar i ha d'admetre un acabat superficial que sigui resistent a l'abrasió. Al mateix temps, ha de ser resistent a l'arrencada de cargols i a l'esqueixament.

De manera semblant, la utilització de fusta per a tanques i pals requereix fibra recta, rectitud dels pals, pocs nusos, resistències entre mitjanes i elevades i una durabilitat natural adient. Si és insuficient, es pot suplir aquesta mancança amb un tractament protector, però llavors cal que la impregnabilitat sigui compatible amb la penetració requerida.

9.2. Fitxes dels elements urbans més usuals

Com a complement a aquestes nocions generals, s'ha confeccionat una llista de fitxes individualitzades per a cada element urbà més usual. Cada fitxa proporciona consells adaptats a cada element sobre la utilització del tipus de fusta, altres productes fusters i els elements de fixació en funció de l'exposició a la intempèrie, la situació i les condicions d'ús.

En el cas de la fusta massissa, s'informa dels requisits mínims sobre durabilitat natural i impregnabilitat en cas que l'espècie no pugui suportar amb garanties les condicions de servei i requereixi un tractament. També es recullen els tractaments a aplicar i el nivell de penetració que han d'assolir. També s'assenyalen els productes fusters més habituals per a cada element i aquelles característiques bàsiques que s'han de tenir en compte.

Paviment a l'interior



CLASSE D'ÚS 1.

Situació: a l'interior, sota coberta en una zona seca i ventilada. Lliures d'aigua corrent.

Observacions: els paviments de fusta per a interiors són productes industrials sobre els quals només s'intervé si cal reparar la superfície quan això és possible. Els paviments de fusta no incorporen protecció contra xilòfags. Cal condicionar-los a la humitat ambient abans d'instal·lar-los i respectar les indicacions del fabricant sobre la instal·lació de juntes de dilatació.

PAVIMENT DE FUSTA MASSISSA

Espècies habituals: qualsevol espècie pot ser apta, però es recomana utilitzar fustes que no siguin toves o molt toves per minimitzar els danys mecànics. En un paviment és freqüent trobar combinacions d'espècies de propietats molt diverses.

Fusta a protegir: sense limitacions.

Tractament protector: NP1. No cal aplicar tractament. Pinzellat. Els vernís superficial impedeix la penetració de qualsevol tractament. Tractar el paviment de fusta just abans de la instal·lació en pot comprometre l'estabilitat dimensional. L'acabat superficial ha de ser compatible amb el desgast potencial per abrasió i ha de generar una protecció efectiva contra taques. Vernís lliure de COV.

Adhesius: adhesiu no estructural. Classe de durabilitat D1 o C1 com a mínim. Classe E1 obligatòria.

PAVIMENT MULTICAPA

Producte format per diverses combinacions de capes de materials fusters com fusta massissa, contraxapat o panell de fibres i diversos acabats de vernís o capes melaminitzades. No s'hi pot aplicar tractament.

Adhesius: adhesiu no estructural. Classe de durabilitat D1 o C1 com a mínim. Classe E1 obligatòria.

Mobiliari interior



CLASSE D'ÚS 1.

Situació: a l'interior, sota coberta en una zona seca i ventilada. Lliures d'aigua corrent.

Observacions: en interiors, les emissions de formaldehid i de COV procedents principalment d'adhesius, acabats superficials i tractaments protectors poden incidir negativament sobre la salut dels usuaris.

PAVIMENT DE FUSTA MASSISSA

Espècies habituals: qualsevol espècie pot ser apta, però es recomana utilitzar una espècie de fusta que no sigui molt tova per minimitzar els danys mecànics.

Fusta a protegir: sense limitacions.

Tractament protector: NP1. No cal aplicar tractament protector. Pinzellat. Tot i això, si es decideix fer-ho, davant atacs de corcs cal emprar tractaments lliures de COV o altres productes no nocius per a la salut humana. En fustes poc o no impregnables, l'eficàcia del tractament serà molt baixa. També es pot aplicar tractament superficial si es vol protegir la fusta contra el desgast potencial per abrasió o generar una protecció efectiva contra taques. Olis naturals (5 anys), vernís (10 anys) o pintura (10 anys) lliures de COV.

Adhesius: adhesiu no estructural. Classe de durabilitat D1 o C1 com a mínim. Classe E1 obligatòria.

FUSTA ENLLISTONADA

Recomanacions: s'apliquen les mateixes recomanacions que amb la fusta massissa.

Adhesius: adhesiu no estructural. Classe de durabilitat D1 o C1 com a mínim. Classe E1 obligatòria.

TAULERS DERIVATS DE LA FUSTA

Taulers de partícules, taules de fibres, OSB, HPL. No cal protegir-los. Classe E1 obligatòria.

Recomanacions: no cal protegir-los.

Adhesius: adhesiu no estructural. Classe de durabilitat D1 o C1 com a mínim. Classe E1 obligatòria.

FERRAMENTA

Puntes, tirafons, perns i passadors: no és necessària cap protecció especial.

Grapes, plaques dentades i xapes d'acer amb gruixos de fins a 3 mm: galvanitzat Fe/Zn 12c o Z275.

Xapes d'acer de gruixos superiors a 3 mm: no és necessària cap protecció especial.

Ambient interior amb alta humitat: piscina coberta, hivernacle, WC



CLASSE D'ÚS 2.

Situació: a l'interior, sota coberta, però amb humitat ambiental elevada. Possibilitat de condensació d'aigua.

Observacions: cal controlar periòdicament les condensacions sobre la fusta i la ferramentaria per evitar l'aparició de podridures o corrosions. En aquest cas, la classe d'ús seria 3.1 o fins i tot 3.2. En interiors, les emissions de formaldehid i de COV procedents principalment d'adhesius, acabats superficials i tractaments protectors poden incidir negativament sobre la salut dels usuaris.

FUSTA MASSISSA SERRADA

Espècies habituals: en bigues de fusta massissa és habitual emprar fusta de *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra*, *Picea abies* o *Abies alba*, entre d'altres.

Marcatge: la fusta que tingui funcions estructurals ha de disposar de marcatge CE.

Fusta a protegir: només és recomanable tractar les espècies poc durables o no durables.

Tractament protector: NP1. Tractament insecticida i fungicida superficial. Cal emprar tractaments lliures de COV o altres productes nocius. Pinzellat, polvorització o immersió breu. Es pot utilitzar fins i tot fusta no impregnable. Addicionalment, es pot aplicar com a acabat superficial un lasur a l'aigua (10 anys) o vernís (10 anys) lliures de COV.

FUSTA LAMINADA ENCOLADA

Ús: elements estructurals com jàsseres i bigam.

Adhesius: adhesiu estructural apte per a les classes de servei 2 o 3. Tipus I si és isocianat polimeritzat en emulsió, fenòlic, aminoplàstic o poliuretà monocomponent o bé tipus II si és poliuretà monocomponent. Adhesiu tipus E1 obligatori.

Tractament protector: Cal aplicar pinzellat, polvorització o immersió. No s'ha de tractar amb autoclau a pressió elevada perquè existeix perill potencial de malmetre l'encolada de les làmines. La fusta d'abet és impermeable, la penetració del protector és mínima i l'efectivitat del tractament és molt limitada. Cal aplicar un tractament lliure de COV.

FERRAMENTA

Puntes, tirafons, perns i passadors: galvanitzat Fe/Zn 12c o Z275.

Grapes, plaques dentades i xapes d'acer amb gruixos de fins a 3 mm: galvanitzat Fe/Zn 12c o Z275.

Xapes d'acer de gruixos superiors a 3 mm: galvanitzat Fe/Zn 12c o Z275.

Porxos, marquesines i quioscos



CLASSE D'ÚS 2.

Situació: sota coberta, a raser de la pluja, però en ambient no climatitzat.

Observacions: cal aplicar mesures de disseny per evitar esquitxos de pluja o neu i entollaments.

FUSTA MASSISSA SERRADA

Espècies habituals: en bigues de fusta massissa és habitual emprar fusta de *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra*, *Picea abies* o *Abies alba*, entre d'altres.

Marcatge: la fusta que tingui funcions estructurals ha de disposar de marcatge CE i si la fusta s'incorpora com a ja tractada, el marcatge ja ha d'incorporar el tractament.

Fusta a protegir: només és recomanable tractar les espècies poc durables o no durables.

Tractament protector: NP1. Tractament insecticida i fungicida. Pinzellat, polvorització o immersió breu. Es pot utilitzar fins i tot fusta no impregnable. Addicionalment, es pot aplicar com a acabat superficial un lasur a l'aigua (10 anys) o vernís (10 anys).

FUSTA LAMINADA ENCOLADA

Ús: elements estructurals com jàsseres i bigam.

Adhesius: adhesiu estructural apte per a les classes de servei 2 o 3. Tipus I si és isocianat polimeritzat en emulsió, fenòlic, aminoplàstic o poliuretà monocomponent o bé tipus II si és poliuretà monocomponent. Adhesiu tipus E1 obligatori.

Tractament protector: Cal aplicar pinzellat, polvorització o immersió. No s'ha de tractar amb autoclau a pressió elevada perquè existeix perill potencial de malmetre l'encolada de les làmines. La fusta d'abet és impermeable, la penetració del protector és mínima i l'efectivitat del tractament és molt limitada. Cal aplicar un tractament lliure de COV.

FERRAMENTA

Puntes, tirafons, perns i passadors: galvanitzat Fe/Zn 25c o Fe/Zn 40c en condicions especialment exposades.

Grapes, plaques dentades i xapes d'acer amb gruixos de fins a 3 mm: acer inoxidable.

Xapes d'acer de gruixos superiors a 3 mm: galvanitzat Fe/Zn 25c o Fe/Zn 40c en condicions especialment exposades.

Mobiliari a l'exterior



CLASSE D'ÚS 3.2.

Situació: a l'exterior per damunt del terra, exposada a la intempèrie.

Observacions: es pot aconseguir passar de la classe d'ús 3.2 a la 3.1 si es dissenyen els elements per evitar entollaments. Si els suports són de fusta i estan encastats al terra, estaran sota la classe d'ús 4.

FUSTA MASSISSA SERRADA

Espècies habituals: es poden emprar frondoses tropicals, com ara *Castanea sativa* lliure d'albeca o *Robinia pseudoacacia*, *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra* o *Pinus uncinata*, entre d'altres.

Fusta a protegir: no cal protegir la fusta durable ni la molt durable. Es recomana protegir la resta d'espècies.

Tractament protector: NP3. Si la fusta no és durable, ha de ser impregnable. Autoclau CCB o amb biocides/orgànic. NP3 si la classe d'ús és 3.2. NP2 si és 3.1. NP5 si és 4 pels encastaments. Les sals CCB suporten la classe d'ús 5. Els biocides amb dissolvent orgànic suporten fins a la classe d'ús 3.1. Es recomana usar fusta almenys mitjanament impregnable, però si hi ha encastament, ha de ser impregnable. En mobles per a ús domèstic no tractats ni encastats al terra es poden aplicar com a acabat superficial lasur a l'aigua lliure de COV (3-7 anys) o olis naturals (1-2 anys).

FUSTA LAMINADA ENCOLADA

En aquest ús la fusta laminada no treballa com a element estructural, per la qual cosa els requeriments quant a resistència no són aplicables. De tota manera, cal que els adhesius siguin compatibles amb la classe d'ús 3.2 i es recomana instal·lar fusta laminada amb làmines tractades abans de l'encolada o, com a mínim, aplicar un tractament protector sobre la peça ja acabada. Els tractaments amb autoclau sota pressions agressives poden malmetre l'encolada. Si la fusta no és impregnable, com la d'abet, el tractament no penetrarà.

WOOD PLASTIC COMPOSITE

WPC massís si ha de suportar càrregues elevades. Els WPC de colors foscos acumulen més calor que els clars i a l'estiu tendeixen a escalfar-se més, sobretot si estan molt exposats al sol.

FUSTA MODIFICADA

Es pot emprar fusta acetilada, furfuralada i termotractada. Cal tenir en compte que el termotractament pot fer tova i menys resistent la fusta.

FERRAMENTA

Puntes, tirafons, perns i passadors: galvanitzat Fe/Zn 25c o Fe/Zn 40c en condicions especialment exposades.

Grapes, plaques dentades i xapes d'acer amb gruixos de fins a 3 mm: acer inoxidable.

Xapes d'acer de gruixos superiors a 3 mm: galvanitzat Fe/Zn 25c o Fe/Zn 40c en condicions especialment exposades.

Pèrgoles i estructures a la intempèrie



CLASSE D'ÚS 3.2.

Situació: a l'exterior per damunt del terra, exposada a la intempèrie.

Observacions: es pot aconseguir passar de la classe d'ús 3.2 a la 3.1 si es dissenyen els elements per evitar entollaments. Si els suports són de fusta i estan encastats al terra, estaran sota la classe d'ús 4. Cal usar ferramenta o pedestals per no encastar la fusta directament al sòl.

FUSTA MASSISSA SERRADA

Espècies habituals: es poden emprar frondoses tropicals, com ara *Castanea sativa* lliure d'albeca o *Robinia pseudoacacia*, *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra* o *Pinus uncinata*, entre d'altres.

Marcatge: la fusta que tingui funcions estructurals ha de disposar de marcatge CE i si la fusta s'incorpora com a ja tractada, el marcatge ja ha d'incorporar el tractament.

Fusta a protegir: no cal protegir la fusta durable ni la molt durable. Es recomana protegir la resta d'espècies.

Tractament protector: NP3. Si la fusta no és durable, ha de ser impregnable. Autoclau CCB o amb biocides/orgànic. NP3 si la classe d'ús és 3.2. NP2 si és 3.1. NP5 si és 4 pels encastaments. Les sals CCB suporten la classe d'ús 5. Els biocides amb dissolvent orgànic suporten fins a la classe d'ús 3.1. Es recomana usar fusta almenys mitjanament impregnable, però si hi ha encastament, ha de ser impregnable.

FUSTA LAMINADA ENCOLADA

Cal que els adhesius siguin compatibles amb la classe d'ús 3.2 i es recomana instal·lar fusta laminada amb làmines tractades abans de l'encolada. Si es redueix l'exposició a la classe 3.1 amb mesures de disseny, es pot aplicar un tractament protector sobre la peça ja acabada. Els tractaments amb autoclau sota pressions agressives poden malmetre l'encolada. Si la fusta no és impregnable, com la d'avet, el tractament no penetrarà.

FERRAMENTA

Puntes, tirafons, perns i passadors: galvanitzat Fe/Zn 25c o Fe/Zn 40c en condicions especialment exposades.

Grapes, plaques dentades i xapes d'acer amb gruixos de fins a 3 mm: acer inoxidable.

Xapes d'acer de gruixos superiors a 3 mm: galvanitzat Fe/Zn 25c o Fe/Zn 40c en condicions especialment exposades.

Passarel·la



CLASSE D'ÚS 3.2.

Situació: a l'exterior per damunt del terra, exposada a la intempèrie.

Observacions: es pot aconseguir passar de la classe d'ús 3.2 a la 3.1 si es dissenyen els elements per evitar entollaments. Si els suports són de fusta i estan encastats al terra, estaran sota la classe d'ús 4. Cal usar ferramenta o pedestals per no encastar la fusta directament al sòl.

FUSTA MASSISSA SERRADA

Espècies habituals: es poden emprar frondoses tropicals, com ara *Castanea sativa* lliure d'albeca o *Robinia pseudoacacia*, *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra* o *Pinus uncinata*, entre d'altres.

Marcatge: la fusta que tingui funcions estructurals ha de disposar de marcatge CE i si la fusta s'incorpora com a ja tractada, el marcatge ja ha d'incorporar el tractament.

Fusta a protegir: no cal protegir la fusta durable ni la molt durable. Es recomana protegir la resta d'espècies.

Tractament protector: NP3. Si la fusta no és durable, ha de ser impregnable. Autoclau CCB o amb biocides/orgànic. NP3 si la classe d'ús és 3.2. NP2 si és 3.1. NP5 si és 4 pels encastaments. Les sals CCB suporten la classe d'ús 5. Els biocides amb dissolvent orgànic suporten fins a la classe d'ús 3.1. Es recomana usar fusta almenys mitjanament impregnable, però si hi ha encastament, ha de ser impregnable.

FUSTA LAMINADA ENCOLADA

Cal que els adhesius siguin compatibles amb la classe d'ús 3.2 i es recomana instal·lar fusta laminada amb làmines tractades abans de l'encolada. Si es redueix l'exposició a la classe 3.1 amb mesures de disseny, es pot aplicar un tractament protector sobre la peça ja acabada. Els tractaments amb autoclau sota pressions agressives poden malmetre l'encolada. Si la fusta no és impregnable, com la d'avet, el tractament no penetrarà.

RTI

Espècies habituals: *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra* o *Pinus uncinata*, entre d'altres.

Fusta a protegir: no cal protegir la fusta durable ni la molt durable. Es recomana protegir la resta d'espècies.

Tractament protector: NP3. Si la fusta no és durable, ha de ser impregnable. Autoclau CCB o amb biocides/orgànic. NP3 si la classe d'ús és 3.2. NP2 si és 3.1. NP5 si és 4 pels encastaments. Les sals CCB suporten la classe d'ús 5. Els biocides amb dissolvent orgànic suporten fins a la classe d'ús 3.1. Es recomana usar fusta almenys mitjanament impregnable, però si hi ha encastament, ha de ser impregnable.

WOOD PLASTIC COMPOSITE

Únicament sota ús no estructural. WPC massís si ha d'actuar com a paviment. WPC alveolar si no ha de suportar càrrega. Els WPC de colors foscos acumulen més calor que els clars i a l'estiu tendeixen a escalfar-se més, sobretot si estan molt exposats al sol.

FUSTA MODIFICADA

Es pot emprar fusta acetilada, furfuralada i termotractada. Cal tenir en compte que el termotractament fa més tova i menys resistent la fusta. Materials no certificats per a ús estructural.

Jocs infantils i elements esportius



CLASSE D'ÚS 3.2.

Situació: a l'exterior per damunt del terra, exposada a la intempèrie.

Observacions: es pot aconseguir passar de la classe d'ús 3.2 a la 3.1 si es dissenyen els elements per evitar entollaments. Si els suports són de fusta i estan encastats al terra, estaran sota la classe d'ús 4. Cal usar ferramenta o pedestals per no encastar la fusta directament al sòl.

FUSTA MASSISSA SERRADA

Espècies habituals: es poden emprar frondoses tropicals, com ara *Castanea sativa* lliure d'albeca o *Robinia pseudoacacia*, *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra* o *Pinus uncinata*, entre d'altres.

Fusta a protegir: no cal protegir la fusta durable ni la molt durable. Es recomana protegir la resta d'espècies.

Tractament protector: NP3. Si la fusta no és durable, ha de ser impregnable. Autoclau CCB o amb biocides/orgànic. NP3 si la classe d'ús és 3.2. NP2 si és 3.1. NP5 si és 4 pels encastaments. Les sals CCB suporten la classe d'ús 5. Els biocides amb dissolvent orgànic suporten fins a la classe d'ús 3.1. Es recomana usar fusta almenys mitjanament impregnable, però si hi ha encastament, ha de ser impregnable.

FUSTA LAMINADA ENCOLADA

Cal que els adhesius siguin compatibles amb la classe d'ús 3.2 i es recomana instal·lar fusta laminada amb làmines tractades abans de l'encolada. Si es redueix l'exposició a la classe 3.1 amb mesures de disseny, es pot aplicar un tractament protector sobre la peça ja acabada. Els tractaments amb autoclau sota pressions agressives poden malmetre l'encolada. Si la fusta no és impregnable, com la d'avet, el tractament no penetrarà.

RTI

Espècies habituals: *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra* o *Pinus uncinata*, entre d'altres.

Fusta a protegir: no cal protegir la fusta durable ni la molt durable. Es recomana protegir la resta d'espècies.

Tractament protector: NP3. Si la fusta no és durable, ha de ser impregnable. Autoclau CCB o amb biocides/orgànic. NP3 si la classe d'ús és 3.2. NP2 si és 3.1. NP5 si és 4 pels encastaments. Les sals CCB suporten la classe d'ús 5. Els biocides amb dissolvent orgànic suporten fins a la classe d'ús 3.1. Es recomana usar fusta almenys mitjanament impregnable, però si hi ha encastament, ha de ser impregnable.

Acabat superficial (manteniment): no cal aplicar tractament addicional.

WOOD PLASTIC COMPOSITE

Únicament sota ús no estructural. WPC massís si ha d'actuar com a paviment. WPC alveolar si no ha de suportar càrrega. Els WPC de colors foscos acumulen més calor que els clars i a l'estiu tendeixen a escalfar-se més, sobretot si estan molt exposats al sol.

FUSTA MODIFICADA

Es pot emprar fusta acetilada, furfúridada i termotractada. Cal tenir en compte que el termotractament fa més tova i menys resistent la fusta. Materials no certificats per a ús estructural.

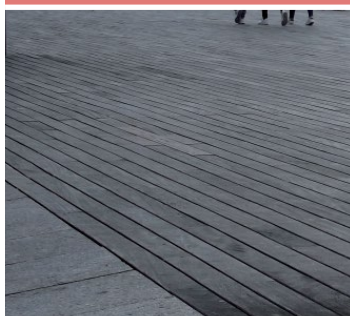
FERRAMENTA

Puntes, tirafons, perns i passadors: galvanitzat Fe/Zn 25c o Fe/Zn 40c en condicions especialment exposades.

Grapes, plaques dentades i xapes d'acer amb gruixos de fins a 3 mm: acer inoxidable.

Xapes d'acer de gruixos superiors a 3 mm: galvanitzat Fe/Zn 25c o Fe/Zn 40c en condicions especialment exposades.

Paviment sobre formigó



CLASSE D'ÚS 4.

Situació: a l'exterior en contacte amb el terra i possibles entollaments d'aigua dolça.

Observacions: cal preveure drenatges eficaços. Acabat estriat en sentit perpendicular a la marxa. cal evitar l'ús d'adhesius o materials fusters que en continguin.

FUSTA MASSISSA SERRADA

Espècies habituals: es poden emprar frondoses tropicals, com ara *Castanea sativa* lliure d'albeca o *Robinia pseudoacacia*, *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra* o *Pinus uncinata*, entre d'altres.

Fusta a protegir: no cal protegir la fusta molt durable. Cal tractar la fusta poc o no durable. Es recomana protegir la resta d'espècies.

Tractament protector: NP5. Autoclau CCB. La fusta ha de ser com a mínim impregnable.

WOOD PLASTIC COMPOSITE

WPC massís. Els WPC de colors foscos acumulen més calor que els clars i a l'estiu tendeixen a escalfar-se més, sobretot si estan molt exposats al sol. Cal escollir preferiblement acabats estriats i disposar-los en sentit perpendicular a la marxa.

FUSTA MODIFICADA

Es pot emprar fusta acetilada, furfurilada i termotractada. Cal tenir en compte que el termotractament fa més tova i menys resistent la fusta.

FERRAMENTA

Puntes, tirafons, perns i passadors: galvanitzat Fe/Zn 25c o Fe/Zn 40c en condicions especialment exposades.

Grapes, plaques dentades i xapes d'acer amb gruixos de fins a 3 mm: acer inoxidable.

Xapes d'acer de gruixos superiors a 3 mm: galvanitzat Fe/Zn 25c o Fe/Zn 40c en condicions especialment exposades.

Paviment sobre terreny drenant



CLASSE D'ÚS 4.

Situació: a l'exterior en contacte amb el terra i possibles entollaments d'aigua dolça.

Observacions: cal preveure drenatges eficaços. Acabat estriat en sentit perpendicular a la marxa. Cal evitar l'ús d'adhesius o materials fusters que en continguin.

FUSTA MASSISSA SERRADA

Espècies habituals: es poden emprar frondoses tropicals, com ara *Castanea sativa* lliure d'albeca o *Robinia pseudoacacia*, *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra* o *Pinus uncinata*, entre d'altres.

Fusta a protegir: no cal protegir la fusta molt durable. Cal tractar la fusta poc o no durable. Es recomana protegir la resta d'espècies.

Tractament protector: NP5. Autoclau CCB. La fusta ha de ser com a mínim impregnable.

WOOD PLASTIC COMPOSITE

WPC massís. Els WPC de colors foscos acumulen més calor que els clars i a l'estiu tendeixen a escalfar-se més, sobretot si estan molt exposats al sol. Cal escollir preferiblement acabats estriats i disposar-los en sentit perpendicular a la marxa.

FUSTA MODIFICADA

Es pot emprar fusta acetilada, furfurilada i termotractada. Cal tenir en compte que el termotractament fa més tova i menys resistent la fusta.

FERRAMENTA

Puntes, tirafons, perns i passadors: galvanitzat Fe/Zn 25c o Fe/Zn 40c en condicions especialment exposades.

Grapes, plaques dentades i xapes d'acer amb gruixos de fins a 3 mm: acer inoxidable.

Xapes d'acer de gruixos superiors a 3 mm: galvanitzat Fe/Zn 25c o Fe/Zn 40c en condicions especialment exposades.

Tanca de parc o jardí



CLASSE D'ÚS 4.

Situació: a l'exterior en contacte amb el terra i possibles entollaments d'aigua dolça.

Observacions: cal evitar l'ús d'adhesius o materials fusters que en continguin. Els pals encastats a terra es troben sota la classe d'ús 4, però si s'utilitza ferramenta o pedestals, se'n pot reduir l'exposició a 3.2. Aquesta classe és la mateixa a la qual s'enfronten els passamans en què es pot acumular l'aigua. Dissenyar els elements per evitar entollaments pot reduir la classe d'ús a 3.1.

FUSTA MASSISSA SERRADA

Espècies habituals: es poden emprar frondoses tropicals, com ara *Castanea sativa* lliure d'albeca o *Robinia pseudoacacia*, *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra* o *Pinus uncinata*, entre d'altres.

Fusta a protegir: no cal protegir la fusta molt durable. Cal tractar la fusta poc o no durable. Es recomana protegir la resta d'espècies.

Tractament protector: NP4 si s'empra fusta de secció circular i NP5 en la resta de casos. Autoclau CCB. La fusta ha de ser com a mínim impregnable.

ASPRES

Una alternativa als RTI són els pals sense escorçar de *Castanea sativa* i *Robinia pseudoacacia*. Tenen un acabat més rústic, però estan lliures de producte protector.

RTI

Espècies habituals: *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra* o *Pinus uncinata*, entre d'altres.

Fusta a protegir: no cal protegir la fusta molt durable. Cal tractar la fusta poc o no durable. Es recomana protegir la resta d'espècies.

Tractament protector: NP4. Autoclau CCB. La fusta ha de ser com a mínim impregnable.

Acabat superficial (manteniment): no cal aplicar tractament addicional.

FERRAMENTA

Puntes, tirafons, perns i passadors: galvanitzat Fe/Zn 25c o Fe/Zn 40c en condicions especialment exposades.

Grapes, plaques dentades i xapes d'acer amb gruixos de fins a 3 mm: acer inoxidable.

Xapes d'acer de gruixos superiors a 3 mm: galvanitzat Fe/Zn 25c o Fe/Zn 40c en condicions especialment exposades.

Pals per a tanca de pipicà



CLASSE D'ÚS 4.

Situació: a l'exterior en contacte amb el terra i possibles entollaments d'aigua dolça. Aquests elements tenen una aportació contínua d'humitat i components químics procedents de l'orina dels gossos que n'acceleren la degradació.

Observacions: cal evitar l'ús d'adhesius o materials fusters que en continguin. Els pitjors danys es manifesten a la part inferior dels elements. Els pals encastats a terra es troben sota la classe d'ús 4, però si s'utilitza ferrament o pedestals, se'n pot reduir l'exposició a 3.2. Els pals de la tanca s'instal·len dins un tub d'acer inoxidable, de manera que el pal quedi uns dos centímetres separat de la base del tub. El pal se subjecta amb un parell de tirafons. Tot i això, si el pal s'arriba a degradar, la substitució és senzilla i econòmica.

RTI

Espècies habituals: *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra* o *Pinus uncinata*, entre d'altres.

Fusta a protegir: no cal protegir la fusta molt durable. Cal tractar la fusta poc o no durable. Es recomana protegir la resta d'espècies.

Tractament protector: NP4. Autoclau CCB. La fusta ha de ser com a mínim impregnable.

FERRAMENTA

Puntes, tirafons, perns i passadors: galvanitzat Fe/Zn 25c o Fe/Zn 40c en condicions especialment exposades.

Grapes, plaques dentades i xapes d'acer amb gruixos de fins a 3 mm: acer inoxidable.

Xapes d'acer de gruixos superiors a 3 mm: galvanitzat Fe/Zn 25c o Fe/Zn 40c en condicions especialment exposades.

Passera exterior



CLASSE D'ÚS 4.

Situació: a l'exterior en contacte amb el terra i possibles entollaments d'aigua dolça.

Observacions: cal evitar l'ús d'adhesius o materials fusters que en continguin.

FUSTA MASSISSA SERRADA

Espècies habituals: es poden emprar frondoses tropicals, com ara *Castanea sativa* lliure d'albeca o *Robinia pseudoacacia*, *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra* o *Pinus uncinata*, entre d'altres.

Marcatge: la fusta que tingui funcions estructurals ha de disposar de marcatge CE i si la fusta s'incorpora com a ja tractada, el marcatge ja ha d'incorporar el tractament.

Fusta a protegir: no cal protegir la fusta molt durable. Cal tractar la fusta poc o no durable. Es recomana protegir la resta d'espècies.

Tractament protector: NP4 si s'empra fusta de secció circular i NP5 en la resta de casos. Autoclau CCB. La fusta ha de ser com a mínim impregnable.

RTI

Espècies habituals: *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra* o *Pinus uncinata*, entre d'altres.

Fusta a protegir: no cal protegir la fusta molt durable. Cal tractar la fusta poc o no durable. Es recomana protegir la resta d'espècies.

Tractament protector: NP4. Autoclau CCB. La fusta ha de ser com a mínim impregnable.

Acabat superficial (manteniment): no cal aplicar tractament addicional.

WOOD PLASTIC COMPOSITE

S'ha d'usar en el paviment. WPC massís. Els WPC de colors foscos acumulen més calor que els clars i a l'estiu tendeixen a escalfar-se més, sobretot si estan molt exposats al sol. Cal escollir preferiblement acabats estriats i disposar-los en sentit perpendicular a la marxa.

FUSTA MODIFICADA

Es pot emprar fusta acetilada, furfurilada i termotractada. Cal tenir en compte que el termotractament fa més tova i menys resistent la fusta.

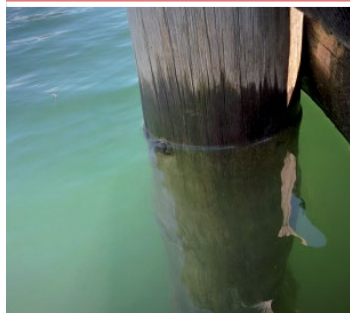
FERRAMENTA

Puntes, tirafons, perns i passadors: galvanitzat Fe/Zn 25c o Fe/Zn 40c en condicions especialment exposades.

Grapes, plaques dentades i xapes d'acer amb gruixos de fins a 3 mm: acer inoxidable.

Xapes d'acer de gruixos superiors a 3 mm: galvanitzat Fe/Zn 25c o Fe/Zn 40c en condicions especialment exposades.

Embarcador en aigua dolça



CLASSE D'ÚS 4.

Situació: a l'exterior en contacte amb aigua dolça.

Observacions: cal evitar l'ús d'adhesius o materials fusters que en continguin.

FUSTA MASSISSA SERRADA

Espècies habituals: es poden emprar frondoses tropicals, com ara *Castanea sativa* lliure d'albeca o *Robinia pseudoacacia*, *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra* o *Pinus uncinata*, entre d'altres.

Marcatge: la fusta que tingui funcions estructurals ha de disposar de marcatge CE i si la fusta s'incorpora com a ja tractada, el marcatge ja ha d'incorporar el tractament.

Fusta a protegir: no cal protegir la fusta molt durable. Cal tractar la fusta poc o no durable. Es recomana protegir la resta d'espècies.

Tractament protector: NP4 si s'empra fusta de secció circular i NP5 en la resta de casos. Autoclau CCB. La fusta ha de ser com a mínim impregnable.

RTI

Espècies habituals: *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra* o *Pinus uncinata*, entre d'altres.

Fusta a protegir: no cal protegir la fusta molt durable. Cal tractar la fusta poc o no durable. Es recomana protegir la resta d'espècies.

Tractament protector: NP4. Autoclau CCB. La fusta ha de ser almenys impregnable.

Acabat superficial (manteniment): no cal aplicar tractament addicional.

WOOD PLASTIC COMPOSITE

S'ha d'usar en el paviment. WPC massís. Els WPC de colors foscos acumulen més calor que els clars i a l'estiu tendeixen a escalfar-se més, sobretot si estan molt exposats al sol. Cal escollir preferiblement acabats estriats i disposar-los en sentit perpendicular a la marxa.

FUSTA MODIFICADA

Es pot emprar fusta acetilada, furfurilada i termotractada. Cal tenir en compte que el termotractament fa més tova i menys resistent la fusta.

FERRAMENTA

Puntes, tirafons, perns i passadors: galvanitzat Fe/Zn 25c o Fe/Zn 40c en condicions especialment exposades.

Grapes, plaques dentades i xapes d'acer amb gruixos de fins a 3 mm: acer inoxidable.

Xapes d'acer de gruixos superiors a 3 mm: galvanitzat Fe/Zn 25c o Fe/Zn 40c en condicions especialment exposades.

Passera de platja



CLASSE D'ÚS 4.

Situació: a l'exterior en contacte amb el terra i possibles entollaments d'aigua salada. No accessible als xilòfags marins.

Observacions: la sal marina no minva significativament la durabilitat del material. cal evitar l'ús d'adhesius o materials fusters que en continguin.

FUSTA MASSISSA SERRADA

Espècies habituals: es poden emprar frondoses tropicals, com ara *Castanea* sà-tiva lliure d'albeca o *Robinia pseudoacacia*, *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra* o *Pinus uncinata*, entre d'altres.

Marcatge: la fusta que tingui funcions estructurals ha de disposar de marcatge CE i si la fusta s'incorpora com a ja tractada, el marcatge ja ha d'incorporar el tractament.

Fusta a protegir: no cal protegir la fusta molt durable. Cal tractar la fusta poc o no durable. Es recomana protegir la resta d'espècies.

Tractament protector: NP6. Si la fusta no és durable, ha de ser impregnable. Autoclau CCB. La fusta ha de ser com a mínim impregnable.

RTI

Espècies habituals: *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra* o *Pinus uncinata*, entre d'altres.

Fusta a protegir: no cal protegir la fusta molt durable. Cal tractar la fusta poc o no durable. Es recomana protegir la resta d'espècies.

Tractament protector: NP4. Autoclau CCB. La fusta ha de ser com a mínim impregnable.

Acabat superficial (manteniment): no cal aplicar tractament addicional.

WOOD PLASTIC COMPOSITE

WPC massís. Els WPC de colors foscos acumulen més calor que els clars i a l'estiu tendeixen a escalfar-se més, sobretot si estan molt exposats al sol. Cal escollir preferiblement acabats estriats i disposar-los en sentit perpendicular a la marxa.

FUSTA MODIFICADA

Es pot emprar fusta acetilada, furfurilada i termotractada. Cal tenir en compte que el termotractament fa més tova i menys resistent la fusta.

FERRAMENTA

Puntes, tirafons, perns i passadors: galvanitzat Fe/Zn 25c o Fe/Zn 40c en condicions especialment exposades.

Grapes, plaques dentades i xapes d'acer amb gruixos de fins a 3 mm: acer inoxidable.

Xapes d'acer de gruixos superiors a 3 mm: galvanitzat Fe/Zn 25c o Fe/Zn 40c en condicions especialment exposades.

Embarcador en aigua salada



CLASSE D'ÚS 5.

Situació: submergit en aigua salada de forma regular o permanent. Accessible a xilòfags marins.

Observacions: la sal marina no minva significativament la durabilitat del material. cal evitar l'ús d'adhesius o materials fusters que en continguin.

FUSTA MASSISSA SERRADA

Espècies habituals: es poden emprar frondoses tropicals, com ara *Castanea sativa* lliure d'albeca o *Robinia pseudoacacia*, *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra* o *Pinus uncinata*, entre d'altres.

Marcatge: la fusta que tingui funcions estructurals ha de disposar de marcatge CE i si la fusta s'incorpora com a ja tractada, el marcatge ja ha d'incorporar el tractament.

Fusta a protegir: no cal protegir la fusta molt durable. Cal tractar la fusta poc o no durable. Es recomana protegir la resta d'espècies.

Tractament protector: NP6. Si la fusta no és durable, ha de ser impregnable. Autoclau CCB. La fusta ha de ser com a mínim impregnable.

RTI

Espècies habituals: *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra* o *Pinus uncinata*, entre d'altres.

Fusta a protegir: no cal protegir la fusta molt durable. Cal tractar la fusta poc o no durable. Es recomana protegir la resta d'espècies.

Tractament protector: NP6. Autoclau CCB. La fusta ha de ser almenys impregnable.

Acabat superficial (manteniment): no cal aplicar tractament addicional.

WOOD PLASTIC COMPOSITE

S'ha d'usar en el paviment. WPC massís. Els WPC de colors foscos acumulen més calor que els clars i a l'estiu tendeixen a escalfar-se més, sobretot si estan molt exposats al sol. Cal escollir preferiblement acabats estriats i disposar-los en sentit perpendicular a la marxa.

FUSTA MODIFICADA

Es pot emprar fusta acetilada, furfurilada i termotractada. Cal tenir en compte que el termotractament fa més tova i menys resistent la fusta.

FERRAMENTA

Puntes, tirafons, perns i passadors: galvanitzat Fe/Zn 25c o Fe/Zn 40c en condicions especialment exposades.

Grapes, plaques dentades i xapes d'acer amb gruixos de fins a 3 mm: acer inoxidable.

Xapes d'acer de gruixos superiors a 3 mm: galvanitzat Fe/Zn 25c o Fe/Zn 40c en condicions especialment exposades.

Bibliografia

- AEIM (2015). Asociación Española del Comercio de Industria de la Madera [en línea]. [Madrid: AEIM]. Disponible a Internet: <http://www.aeim.org/>
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN (1995a). Durabilidad de la madera y de los materiales derivados de la madera. Durabilidad natural de la madera maciza. Guía de especificaciones de durabilidad natural de la madera para su utilización según las clases de riesgo. UNE-EN 460:1995. Madrid: AENOR.
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN (1995b). Durabilidad de la madera y de los materiales derivados de la madera. Durabilidad natural de la madera maciza. Parte 1: guía para los principios de ensayo y clasificación de la durabilidad natural de la madera. UNE-EN 350-1:1995. Madrid: AENOR.
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN (1995c). 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. UNE-EN 350-2:1995. Madrid: AENOR.
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN (2002a). Adhesivos para madera de uso estructural. Adhesivos de caseína. Clasificación y requisitos de aptitud a la función. UNE-EN 12436:2002. Madrid: AENOR.
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN (2002b). Clasificación de adhesivos termoplásticos para madera de uso no estructural. UNE-EN 204:2002. Madrid: AENOR.
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN (2002c). Clasificación de adhesivos termoendurecibles para madera de uso no estructural. UNE-EN 12765:2002. Madrid: AENOR.
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN (2006). Eurocódigo 5. Proyecto de estructuras de madera. Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificación. UNE-EN 1995-1-1:2006. Madrid: AENOR.
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN (2008a). Adhesivos. Adhesivos de poliuretano de un componente para estructuras de madera bajo carga. Clasificación y requisitos de comportamiento. UNE-EN 15425:2008. Madrid: AENOR.
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN (2008b). 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. UNE-EN 351-1:2008. Madrid: AENOR.
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN (2010). Madera estructural. Clases resistentes. UNE-EN 338:2010. Madrid: AENOR.
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN (2013). Durabilidad de la madera y de los productos derivados de la madera. Clases de uso: definiciones, aplicación a la madera maciza y a los productos derivados de la madera. UNE-EN 335:2013. Madrid: AENOR.

- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN (2014a). Adhesivos fenólicos y aminoplásticos para estructuras de madera bajo carga. Clasificación y requisitos de comportamiento. UNE-EN 301:2014. Madrid: AENOR.
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN (2014b). Adhesivos. Isocianato polimerizado en emulsión (EPI) para madera de uso estructural. Clasificación y requisitos de comportamiento. UNE-EN 16254:2014. Madrid: AENOR.
- ASSOCIACIÓ CATALANA PROMOTORA DE LA CERTIFICACIÓ FORESTAL (2015). Catforest - Producte forestal de Catalunya [en línia]. [Santa Perpètua de Mogoda: Catforest]. Disponible a Internet: <http://www.catforest.cat/>
- BURRIEL, J. A. [et al.] (2000-2004). Inventari Ecològic i Forestal de Catalunya. Bellaterra [Barcelona]: CREAF. ISBN 84-931323-0-6.
- CASANOVAS, X.; LABÈRNIA, C.; BORRAS, A.; TRUJILLO, L.; FELIP, X.; BARRACÓ, H.; CAMPANERO, M. (2012). Pautes per a la tria sostenible de fusta en elements urbans. Barcelona: Ajuntament de Barcelona. Àrea d'Hàbitat Urbà.
- CITES (2015). Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora [en línia]. [Ginebra: CITES Secretariat]. Disponible a Internet: <https://www.cites.org/>
- CORREAL MÒDOL, E; VILCHES CASALS, M.; GENÉ SERA, J.; BORRAS ESQUIUS, A. (2015). *Guia de la fusta de les espècies forestals de Catalunya*. Lleida: Institut Català de la Fusta. DL L 490-2015.
- CREAF (2015). *Mapa de Cobertes del Sòl de Catalunya* [en línia]. [Cerdanyola del Vallès: Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals]. Disponible a Internet: <http://www.creaf.uab.es/mcsc/>
- EMAS (2015). Eco-Management and Audit Scheme [en línia]. [Brussel·les: Direcció General de Medi Ambient de la Comissió Europea]. Disponible a Internet: http://ec.europa.eu/environment/emas/index_en.htm
- ESPAÑA (2009). *Código Técnico de la Edificación. Documento Básico SE-M. Seguridad Estructural Madera*.
- ESPAÑA (2015). *Real Decreto 1088/2015, de 4 de diciembre, para asegurar la legalidad de la comercialización de madera y productos de la madera*.
- EUROPA (2005). *Reglament (CE) núm. 2173/2005 del Consell, de 20 de desembre, relatiu a l'establiment d'un sistema de llicències FLEGT per a importacions de fusta a la Comunitat Europea*.
- EUROPA (2010). *Reglament (UE) núm. 995/2010 del Parlament Europeu i del Consell, de 20 d'octubre de 2010, pel qual s'estableixen les obligacions dels agents que comercialitzen fusta i productes de la fusta*.
- EUTR (2015). *European Union Timber Regulation* [en línia]. [Brussel·les: Direcció General de Medi Ambient de la Comissió Europea]. Disponible a Internet: http://ec.europa.eu/environment/forests/timber_regulation.htm

- FLEGT (2015). Forest Law Enforcement, Governance and Trade [en línia]. [Joensuu: European Forest Institute]. Disponible a Internet: <http://www.euflegt.efi.int/home>
- FSC (2006). Estándar para Evaluación por Parte de Empresas de Madera Controlada FSC. FSC-STD-40-005 V2-1 ES. Bonn: FSC International Center.
- FSC (2006). Estándar para Madera Controlada FSC Aplicable a Empresas de Manejo Forestal. FSC-STD-30-010 V2-0 ES. Bonn: FSC International Center.
- FSC (2011). Estándar FSC para Certificación de Cadena de Custodia. FSC-STD-40-004 V2-1 ES. Bonn: FSC International Center.
- FSC International (2015). Forest Stewardship Council [en línia]. [Bonn: FSC International]. Disponible a Internet: <https://ic.fsc.org/index.htm>
- HOLDRIDGE, L. R. (1947). "Determination of World Plant Formations From Simple Climatic Data". Science, vol. 105, núm. 2727, p. 367-368.
- IUCN (2015). The IUCN Red List of Threatened Species [en línia]. [Gland: IUCN Headquarters]. Disponible a Internet: <http://www.iucnredlist.org/search>
- KEYLWERTH, R. (1969). "Praktische Untersuchungen zum Holzfeuchte-Gleichgewicht". Holz als Roh- und Werkstoff, vol. 27, núm. 8, p. 285-290.
- PEFC COUNCIL (2013). Chain of Custody of Forest Based Products – Requirements. PEFC ST 2002:2013. Ginebra: PEFC.
- PEFC International (2015). Programme for the Endorsement of Forest Certification [en línia]. [Ginebra: PEFC International]. Disponible a Internet: <http://www.pefc.org/>
- PERAZA SÁNCHEZ, F. [et al.]. (2004). *Especies de maderas para carpintería, construcción y mobiliario*. Madrid: AITIM. ISBN 84-87381.



**Ajuntament
de Barcelona**



**COL·LEGI D'APARELLADORS, ARQUITECTES TÈCNICS
I ENGINYERS D'EDIFICACIÓ DE BARCELONA**