

# INFLUENCIA DE DIVERSOS FACTORES EN LA CALIDAD DE LA MADERA DE USO ESTRUCTURAL DE *P. SYLVESTRIS* L.

M.R. DIEZ  
J.I. FERNANDEZ-GOLFIN  
Dpto. de Industrias Forestales.  
CIFOR-INIA. Apdo. 8111. Madrid

## RESUMEN

Sobre una muestra de 60 árboles de la especie *P. sylvestris* L. apeados en el monte Valsáin, Segovia (España) y obtenidos en 11 rodales de distintas calidades selvícolas, se estudia la influencia de dichas condiciones selvícolas, de las características de los árboles, del aserrado de las trozas y de la clasificación visual del material sobre el rendimiento y la calidad estructural de la madera de aserrio obtenida.

Se evidencia la influencia de las características genéticas individuales de cada árbol, de las condiciones de aserrado y de las propiedades individuales de cada tabla en el rendimiento y calidad de la madera obtenida.

Las condiciones selvícolas de los rodales y las características dasométricas de los árboles tienen escasa influencia sobre las variables estudiadas.

**PALABRAS CLAVE:** *P. sylvestris*  
Calidad selvícola  
Valores dasométricos  
Madera aserrada  
Rendimiento  
Propiedades físico-mecánicas

## INTRODUCCION

La productividad de un lote de madera destinada a la obtención de madera aserrada para uso estructural puede evaluarse por el porcentaje de piezas aptas para su utilización, por el porcentaje de piezas de primera calidad estructural (según UNE 56.544) y por los valores medios y característicos de las propiedades físico-mecánicas de las piezas aserradas.

Entre las citadas características destacamos: la densidad y los Módulos de Rotura (MOR) y Elasticidad (MOE) del conjunto (especie, monte, aserradero) de la madera objeto de estudio. La densidad es, además de un buen estimador *per se* de la calidad de la madera, un buen predictor de los valores de los módulos de rotura y elasticidad. El grosor medio

---

Recibido: 17-4-97

Aceptado para su publicación: 17-10-97

del anillo de crecimiento tiene un escaso valor predictivo de las propiedades citadas (Fdez.-Golfín, Díez, 1994).

La variabilidad encontrada en un lote de madera, especialmente elevada para los módulos de rotura y elasticidad, obliga a la utilización de clases de calidad y a la utilización de valores de seguridad (valores característicos) que penalizan severamente los valores comerciales de la madera de uso estructural.

Esta variabilidad debe depender de alguno o todos los factores siguientes:

- La calidad selvícola de cada lugar donde se han obtenido los árboles objeto de estudio.
- Las características individuales, genéticas o dasométricas, de cada árbol.
- Las diferencias físicas entre las tablas obtenidas (presencia o ausencia de nudos, y otras particularidades de la madera, posición de anillos en la sección de la tabla por razones de aserrado, etc.).
- Los trabajos selvícolas aplicados durante el desarrollo de las masas en estudio.

En el presente trabajo se determinará la influencia relativa que cada uno de los factores citados tiene sobre la variabilidad del material aportando sugerencias para el control y disminución de la misma.

## MATERIAL Y METODOS

Para el presente trabajo se han empleado los datos del estudio de las propiedades mecánicas de la madera de pino silvestre de Valsaín (Arriaga, Medina, 1994) con material procedente del muestreo de árboles (Rueda, 1994) efectuado sobre el citado monte de Valsaín. El muestreo de árboles se efectuó en distintos rodales del monte asignándose a cada rodal la calidad selvícola de acuerdo con la altura dominante de la masa a la que pertenecen (Rojo, 1995).

Las piezas estudiadas son tablas de dimensiones estructurales (300×15×5 cm) aserradas y secadas en la serrería de Valsaín siendo las características de la muestra las que se exponen en la Tabla 1.

**TABLA 1**  
**CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA**  
*Characteristics of sample*

Calidad de estación	Número de rodales	Arboles	Piezas aserradas	Piezas útiles	Piezas ensayadas
I	1	4	44	28	21
II	3	16	232	184	98
III	6	34	457	333	190
IV	1	6	40	24	13
<b>Totales</b>	11	60	773	569	322

Se denominan piezas útiles a aquellas que, tras el aserrado y secado, no presentan deformaciones (curvatura, alabeo, etc.) que las invalidan como madera estructural y han sido clasificadas según UNE 56.544. Dicha norma divide la muestra de piezas útiles en tres calidades de madera estructural. La primera calidad (ME1) está constituida por piezas libres, o casi libres, de defectos (nudos, fendas, gemas, etc.) y presentan valores superiores y menor variabilidad para las características físico-mecánicas aquí estudiadas. Constituyen aproximadamente el 25 p. 100 del total de las piezas útiles. Las piezas ensayadas (bajo EN 408) son una muestra aleatoria de las piezas útiles.

El desequilibrio de rodales por cada calidad de estación responde al muestreo del monte efectuado sobre los cuarteles en explotación. El número de árboles tomados por rodal es equilibrado (entre cuatro y seis árboles por rodal) y las características dasométricas de los árboles en estudio se exponen en la Tabla 2.

**TABLA 2**  
**CARACTERÍSTICAS DASOMÉTRICAS DE LOS ARBOLES**  
**DE LA MUESTRA**

*Dasometrics characteristics of sampled trees*

Arboles	Media	Coefficiente de variación (%)	Valor mínimo	Valor máximo
Edad (años)	139	17,4	86	173
Altura (m)	22,3	10,4	18	27
Diámetro (cm)	37,4	13,7	27	49

La influencia de las características dasométricas de cada árbol se ha determinado por medio del análisis de regresión lineal, según el modelo:

$$\text{Variable dependiente} = a + b * (\text{variable independiente})$$

Los posibles efectos sobre la variabilidad debidos a las diferencias entre rodales, entre árboles dentro del rodal y entre tablas de cada árbol se han cuantificado por medio de análisis de varianza según los modelos:

$$\text{Variable dependiente} = \text{Media} + \text{Rodaless}_i + \text{Error}(\text{árboles})_{j(i)}$$

para variables relativas al rendimiento en el aserrado, y

$$\text{Variable dependiente} = \text{Media} + \text{Rodal}_i + \text{Arbol}_{j(i)} + \text{Error}(\text{tablas})_{k[j(i)]}$$

para variables cuantitativas de cada tabla

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Análisis del rendimiento en madera útil y de primera calidad

Los rendimientos obtenidos tras el aserrado, secado y clasificación visual de la madera objeto de estudio se presentan en la Tabla 3.

**TABLA 3**  
**RENDIMIENTOS MEDIOS POR RODAL EN PIEZAS UTILES**  
**Y DE PRIMERA CALIDAD**

*Percentage of accepted and first grade boards per plot*

Rodales	Calidad de estación	Porcentaje de piezas útiles sobre totales	Porcentaje de primeras sobre útiles
NH	I	62	21
NQ	II	79	53
AD	II	78	45
P7	II	81	51
PE	III	67	42
VB	III	75	32
BT	III	71	40
VA	III	77	24
MA	III	82	32
RE	III	70	27
VE	IV	63	36
<b>Total</b>	—	73	37

Para determinar las posibles diferencias entre árboles propiciadas por sus diferencias dasométricas (edad, altura, diámetro) se ha analizado, por medio de ajustes de regresión lineal, la posible influencia de dichos factores sobre el porcentaje de piezas útiles y de piezas de primera calidad (ME1 en la norma UNE 56544).

Ninguna de las tres características ha mostrado la menor influencia sobre el rendimiento ni en piezas útiles ni de primera calidad, habiendo encontrado que el mayor coeficiente de determinación (piezas de primera vs. altura) no alcanza a explicar ni el 2 p. 100 de la variabilidad y sin que, a partir del estudio de los residuos, pueda sospecharse una variación no lineal.

Comprobada la nula incidencia de las características dasométricas de los árboles en los rendimientos de madera, es necesario analizar, por medio de un análisis de varianza, la influencia de las posibles diferencias entre los rodales de las diversas calidades, así como la influencia producida por otras características intrínsecas de los árboles individualizados y, confundidas con ellas, las producidas por el método industrial del aserrado. En la Tabla 4 figuran los resultados del citado análisis.

**TABLA 4**  
**ANÁLISIS DE LA VARIANZA DEL RENDIMIENTO EN PIEZAS ÚTILES**  
**Y DE PRIMERA CALIDAD**

*Analysis of variance of percentage of accepted and first grade boards*

Fuentes de variación	Piezas útiles/Piezas totales		Primeras/totales	
	Grados de libertad	Cuadrados medios	Grados de libertad	Cuadrados medios
Rodales	10	0,026	10	0,055
Arboles	49	0,036	49	0,042

Del análisis presentado en la Tabla 4 se comprueba que los rodales no muestran diferencias significativas entre ellos (para tablas de primera calidad explican el 4 p. 100 del total de la variabilidad) y, además, los rodales de mejor rendimiento se reparten de forma aparentemente aleatoria entre las diversas calidades de estación (Tabla 3).

De acuerdo con esto se infiere que la mayor parte de la variabilidad está asociada a las diferencias entre árboles, distintas de las dendrométricas, y que pueden ser debidas bien a causas genéticas o tecnológicas (aserrado). Ambas posibilidades abren interesantes posibilidades, que se expondrán más adelante, en la mejora del potencial productivo de esta madera.

### **Análisis de las propiedades físico-mecánicas**

Habiéndose comprobado la influencia relativa de las diversas causas de variación en el rendimiento en piezas de madera, se hace necesario proceder al estudio de la influencia de dichas variables en las características físico-mecánicas de las tablas obtenidas.

Así, en la Tabla 5 presentamos los valores medios para las cuatro variables estudiadas, tanto para el total de las piezas útiles ensayadas como para las de primera calidad estructural.

El estudio de la Tabla 5 demuestra la existencia de una variabilidad elevada en las cuatro características físico-mecánicas que, de nuevo, puede ser atribuible a los valores dasométricos de cada árbol, a otras propiedades de los árboles, a diferencias entre rodales y, además, a la variabilidad residual entre piezas del mismo árbol consecuencia del método de aserrado u otras causas.

La evidente variabilidad mostrada por los datos se considera que puede ser debida a las diferencias entre y dentro de árboles y entre los rodales pertenecientes a las distintas calidades de estación, aspecto éstos que trataremos de precisar.

La anchura media de anillo, para el total de piezas útiles ensayadas, presenta coeficientes de variación, para cada rodal, que oscilan entre 26 y 48 p. 100 mostrando una tendencia a que los rodales de superior calidad servícola (I y II) muestren una mayor anchura media.

**TABLA 5**  
**VALORES MEDIOS DE LAS VARIABLES FISICO-MECANICAS.**  
**PIEZAS UTILES / PIEZAS DE PRIMERA CALIDAD**  
**(NORMA UNE 56544)**

*Mean values of phyco-mechanical poorties. Accepted boards / First grade boards*

Rodal y calidad de estación	Anchura del anillo (mm)	Densidad al 12% (kg/m <sup>3</sup> )	MOR en Mpa	MOE en Mpa
NH-I	3,06 / 3,26	469 / 484	48 / 54	10810 / 10540
NQ-II	2,05 / 1,85	503 / 502	47 / 68	13830 / 15500
AD-II	2,06 / 1,91	487 / 501	51 / 62	12700 / 13680
P7-II	2,04 / 1,94	503 / 522	53 / 59	13540 / 14280
PE-III	1,32 / 1,21	507 / 523	57 / 65	14930 / 15430
VB-III	1,90 / 1,59	471 / 498	41 / 57	11110 / 12790
BT-III	2,19 / 1,87	491 / 519	49 / 62	13030 / 14660
VA-III	1,85 / 1,62	485 / 505	50 / 56	12740 / 14430
MA-III	1,59 / 1,68	485 / 487	51 / 55	13920 / 12470
RE-III	2,36 / 1,97	517 / 535	45 / 62	12150 / 14250
VE-IV	1,32 / 1,20	525 / 546	51 / 58	11890 / 12550
<b>Totales</b>	2,04 / 1,87	493 / 512	49 / 60	12660 / 13760

La densidad presenta un menor valor cuanto mejor es la calidad selvícola del rodal con coeficientes de variación relativamente bajos (5 a 13 p. 100). Estas apreciaciones confirman la suposición de que las mejores condiciones selvícolas permiten mejores crecimientos anuales con algún detrimento en la densidad de la madera.

Los módulos de rotura (MOR) y elasticidad (MOE) a flexión muestran una situación bastante menos clara. Así, los valores más extremos corresponden a rodales de calidad intermedia sin que se pueda establecer una relación clara entre calidad selvícola y valor de los módulos de rotura y elasticidad.

La tablas de primera calidad muestran resultados similares con algunas matizaciones.

La anchura de anillo muestra una variabilidad similar a la detectada para las piezas útiles y valores algo inferiores a los de la muestra general.

La volores mayores aparecen, de nuevo, en los rodales selvicolamente mejores.

La densidad presenta valores sistemáticamente superiores a los encontrados en la muestra general y también inversamente proporcionales a la calidad selvícola del rodal.

Los módulos muestran en general valores superiores a los de la muestra de piezas útiles y menor variabilidad. Tampoco puede establecerse una relación con la calidad selvícola de los rodales estudiados.

En la búsqueda de las causas de variabilidad es importante analizar y cuantificar el posible efecto que las variables dasométricas de cada árbol tienen sobre las características físico-mecánicas de las piezas. Los ajustes por regresión lineal se presentan en la Tabla 6.

Los resultados del análisis de regresión evidencian, en líneas generales, que el efecto producido por las variables dasométricas es muy modesto o inexistente con las excepciones que se destacan seguidamente.

TABLA 6

**INFLUENCIA DE LOS VALORES DASOMETRICOS EN LAS  
CARACTERISTICAS FISICO-MECANICAS\***

*Influence of dasometrics values on physico-mechanical properties*

Variables físico-mecánicas	Edad del árbol		Altura del árbol		Diámetro del árbol	
	Útiles	Primeras	Útiles	Primeras	Útiles	Primeras
<b>Espesor de anillo</b>	0,02±0,002 34%	-0,21±0,02 42%	0,002±0,02 0%	0,42±0,30 2%	0,05±0,008 11%	0,43±0,14 8%
<b>Densidad</b>	0,33±0,12 2%	0,45±0,23 3%	-1,23±1,27 0%	-1,29±2,24 0%	-0,05±0,56 0%	-0,78±1,06 0%
<b>Módulo de rotura</b>	0,05±0,04 0%	0,07±0,06 1%	0,65±0,43 1%	-0,21±0,60 0%	-0,39±0,19 1%	-0,25±0,28 1%
<b>Módulo de elasticidad</b>	15,8±8,5 1%	21,8±12,6 3%	75,0±83,0 3%	-51,4±116 0%	-97,0±37,0 3%	-83,0±55,6 2%

\* Pendiente de la regresión ± error típico / coeficiente de determinación.

La edad del árbol muestra un efecto contradictorio sobre la anchura del anillo. Así, sobre el total de las piezas ensayadas, la anchura media del anillo aumenta con la edad del árbol, pero disminuye cuando se consideran exclusivamente piezas de primera calidad. Esta aparente contradicción es explicable por la posición relativa de las tablas de primera calidad que se obtienen habitualmente de la parte baja, más gruesa y externa del árbol. Al mismo tiempo, a mayor edad mayor número de trozas y, por tanto, mayor cantidad de piezas obtenidas próximas a la médula (en las trozas superiores), con mayor anchura de anillo.

El diámetro normal influye en el decremento del grosor del anillo de forma leve pero significativa para ambas muestras. Los módulos de rotura y elasticidad parecen indiferentes a cualquiera de las características dasométricas.

Seguidamente se determinaron otros posibles orígenes de la variabilidad apreciada en la Tabla 5 para comprobar si, dicha variabilidad, es atribuible a las calidades selvícolas de los rodales, a otras diferencias (acaso genéticas) entre árboles o a las diferencias entre las tablas obtenidas del mismo árbol como consecuencia del método de ase-rado.

Una segunda cuestión es determinar qué porcentaje de la variabilidad total es atribuible a cada una de las citadas causas.

Se han efectuado análisis de varianza jerárquicos dobles para las piezas útiles y para las piezas de primera calidad. Los resultados del análisis se presentan en la Tabla 7 y los porcentajes de variabilidad entre rodales, entre árboles y dentro de árboles aparecen en la Tabla 8.

**TABLA 7**  
**CUADRADOS MEDIOS Y NIVELES DE SIGNIFICACION**  
**PARA TODAS LAS VARIABLES**

*Mean squares and signification levels for all variables*

Muestra	Fuentes de variación	Anchura de anillo	Densidad	MOR	MOE
<b>Todas las tablas</b>	Entre rodales	3,56**	8345**	539**	64—
	Entre árboles	1,68**	6996**	477**	1527*
	Error (tablas)	0,26	1482	246	1187
<b>Tablas de primera calidad</b>	Entre rodales	2,27**	3030—	117—	1435*
	Entre árboles	0,56**	5743**	379**	1009*
	Error (tablas)	0,30	1827	160	598

\* Diferencias significativas al 10 p. 100.

\*\* Diferencias significativas al 5 p. 100.

-- Diferencias no significativas.

**TABLA 8**  
**PORCENTAJE DE VARIABILIDAD ATRIBUIBLE**  
**A CADA CAUSA DE VARIACION**

*Percentage of variability from each source of variation*

Muestra	Porcentaje de variación	Anchura de anillo	Densidad	MOR	MOE
<b>Todas las tablas</b>	Entre rodales	15,4	4,4	1,7	0,0
	Entre árboles	42,1	39,1	14,6	6,5
	Error (tablas)	42,5	56,5	83,7	93,5
<b>Tablas de primera calidad</b>	Entre rodales	36,0	0,0	0,0	8,0
	Entre árboles	21,0	53,0	42,0	23,0
	Error (tablas)	43,0	47,0	58,0	69,0

En la Tabla 7 se evidencia que las diferencias selvícolas entre rodales influyen significativamente en el grosor de los anillos y en la densidad de las piezas de aserrío. En ambos casos se confirman los comentarios referidos a la Tabla 5 y ratifican que los mejores rodales selvícolas producen mayor grosor de anillos y menor densidad.

Con referencia a los módulos de rotura y elasticidad la situación se presenta confusa porque se detectan efectos significativos para el MOR en el conjunto total de datos y para el MOE exclusivamente en las piezas de primera calidad.

Las diferencias atribuibles a propiedades de los árboles individualizados son ciertamente constantes (aunque en grado diverso) para todas las propiedades y vuelve a sospe-



charse la importancia de cada individuo y del método de aserrado sobre la calidad estructural de la madera que produce.

La importancia relativa de las causas de variabilidad se discute a partir de los datos de la Tabla 8.

Lo primero que debemos resaltar es que la mayor parte de la variabilidad es atribuible a las diferencias entre piezas de un mismo árbol y que sólo produce problemas en el intento de poner en el mercado un material lo más homogéneo posible. La tímida disminución de esta variabilidad en las piezas de primera calidad no mejora apenas la situación.

Se debe hacer énfasis en algunos aspectos referentes al elevado porcentaje de variabilidad atribuible al concepto "entre tablas" que nunca es inferior al 40 p. 100 del total.

Desde un punto de vista estrictamente estadístico, el elevado valor relativo de los cuadrados medios del error (Tabla 7) puede enmascarar diferencias significativas entre los rodales de las distintas calidades selvícolas o entre los árboles de cada rodal.

Sin embargo, no es menos cierto que, a pesar de dichos valores, se manifiestan diferencias significativas importantes para el grosor medio de anillos atribuibles a las diferencias entre rodales y eso no ocurre para los demás caracteres estudiados.

La importancia del efecto árbol se repite, aunque de manera cuantitativamente distinta, para todos los caracteres a pesar del elevado valor de los cuadros medios "entre tablas".

Por otro lado, el efecto "entre tablas" entendemos que incluye una variabilidad propia de las características de la madera (nudos, fendas, gemas, etc.) pero también, y muy especialmente en tablas de primera calidad, es una consecuencia de la forma de aserrado.

Para cimentar la anterior aseveración se ha calculado el coeficiente de variación intra-árbol para las piezas de primera calidad (esencialmente libres de defectos). Para un total de 24 árboles que disponían de un número adecuado de tablas de primera calidad se han obtenido valores del coeficiente de variación que oscilan entre el 5 y el 39 p. 100. Es evidente que, para una buena parte de la muestra, estos valores explican la práctica totalidad de la variación encontrada.

Ahondando en la cuestión se ha efectuado, de nuevo sobre tablas de primera calidad, una comparación entre tablas obtenidas por corte tangencial y corte radial. Pues bien, el valor medio del MOR de una clase supera en un 13 p. 100 al de la otra y se detectan diferencias altamente significativas (5 p. 100) entre ambos tipos de corte.

Si el procedimiento de aserrado se modificase para obtener solamente tablas de corte radial no sólo se incrementaría el valor medio del MOR sino que, además, se disminuiría sustancialmente la variabilidad "entre tablas".

La variación atribuible a las diferencias entre rodales es escasa y solamente tiene una cierta importancia en el grosor de los anillos y testimonialmente en el módulo de elasticidad de las piezas de primera calidad. Habida cuenta que el grosor del anillo tiene una escasa influencia en la calidad estructural de la madera, no nos parece que la utilización de técnicas selvícolas intensivas se vea limitada por una disminución en la calidad del producto.

La variabilidad producida por diferencias entre árboles (distintas a las medidas dasométricas) en la densidad de la madera (que es un buen predictor de los módulos de rotura y elasticidad) abre un nuevo campo de trabajo. Teniendo en cuenta esta capacidad de predicción (con técnicas no destructivas) y que las diferencias entre árboles son responsables de, al menos, un 40 p. 100 de la variabilidad en la densidad parece interesante su utilización como una técnica para la disminución de la variabilidad del material.

## CONCLUSIONES

El rendimiento en madera aserrada parece deberse exclusivamente a características ligadas a los individuos (posiblemente genéticas) y de tipo de aserrado.

Ni la calidad selvícola del lugar donde se han obtenido los árboles, ni las características dendrométricas de los mismos parecen afectar al rendimiento de madera estructuralmente válida.

Dichas características dasométricas tampoco parecen influir de forma importante en las propiedades físico-mecánicas.

El grosor del anillo de crecimiento sí depende directamente de la calidad selvícola de las zonas de muestreo pero su influencia es casi trivial en los módulos de rotura y elasticidad. Los citados módulos y la densidad de la madera apenas son influidos por las características selvícolas.

La principal causa de variación de las propiedades físico-mecánicas reside en la aparición aleatoria de defectos (nudos, médula, desviación de fibra) en las tablas procedentes de cada árbol, así como de las actuales técnicas de aserrado.

La mejora de las técnicas de aserrado podría disminuir la variabilidad y aumentar los valores de las características físico-mecánicas pero a costa de una disminución en los rendimientos brutos de la madera de aserrio.

La variabilidad en la densidad de cada uno de los árboles tiene posibilidades de ser aprovechada para una selección en pie de los mejores árboles desde el punto de vista de la calidad mecánica de la madera obtenida de ellos.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a A. Rueda, F. Arriaga y G. Medina por las facilidades obtenidas para el uso de los datos y a R. Alia por su ayuda en los cálculos estadísticos y la minuciosa revisión del manuscrito.

## SUMMARY

### **Influence of different factors in the quality of structural timber of *P. sylvestris* L.**

On a sample of 60 longs of *P. sylvestris* L. sourced from the Valsain (Segovia, Spain) forest and logged from eleven different stands with different site qualities, is studied the influence of the selvicultural characteristics, the morphological characteristics of the trees, the sawing systems and the gradind systems on the yield and structural quality of timber.

The influence of the genetical characteristics of every tree, the processing factors of the logs and the properties of every board on the yield and quality of timber is clear.

The site quality and the dasometric characteristics of the individual trees seems to have little influence on the studied variables.

**KEY WORDS:** *P. sylvestris*  
Forest quality  
Dasometrics values  
Sawn wood  
Yield  
Physico-mechanical properties

**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

- ARRIAGA, F., MEDINA G., 1994. Propiedades mecánicas de la madera de pino silvestre de Valsáin. Monografía AITIM. Memoria y 11 Anexos.
- FERNANDEZ-GOLFIN J. I., DIEZ M. R., 1994. Influencia del anillo de crecimiento en la densidad y otras propiedades físico-mecánicas de la madera estructural de diversas especies. Invest. Agr. Sist. Recur. For. Vol. 3 (2):211-219.
- ROJO A., 1994 Crecimiento y producción del *P. sylvestris* L. en la sierra de Guadarrama. Tesis doctoral. ETSIM. UPM. Madrid, 385 pp.
- RUEDA A., 1994. Muestreo de árboles en el pinar de Valsáin para la clasificación mecánica de la madera (documento interno).
- UNE. pne. 56.544. Clasificación visual de la madera aserrada para uso estructural.