

CARACTERIZACIÓN MECÁNICA DE LA MADERA CON FINES ESTRUCTURALES: *APLICACIÓN AL CASO DEL Castaño*

Dr. Juan I. Fernández-Golfín Seco
Laboratorio de Estructuras de madera
CIFOR-INIA

LA SITUACIÓN DE PARTIDA

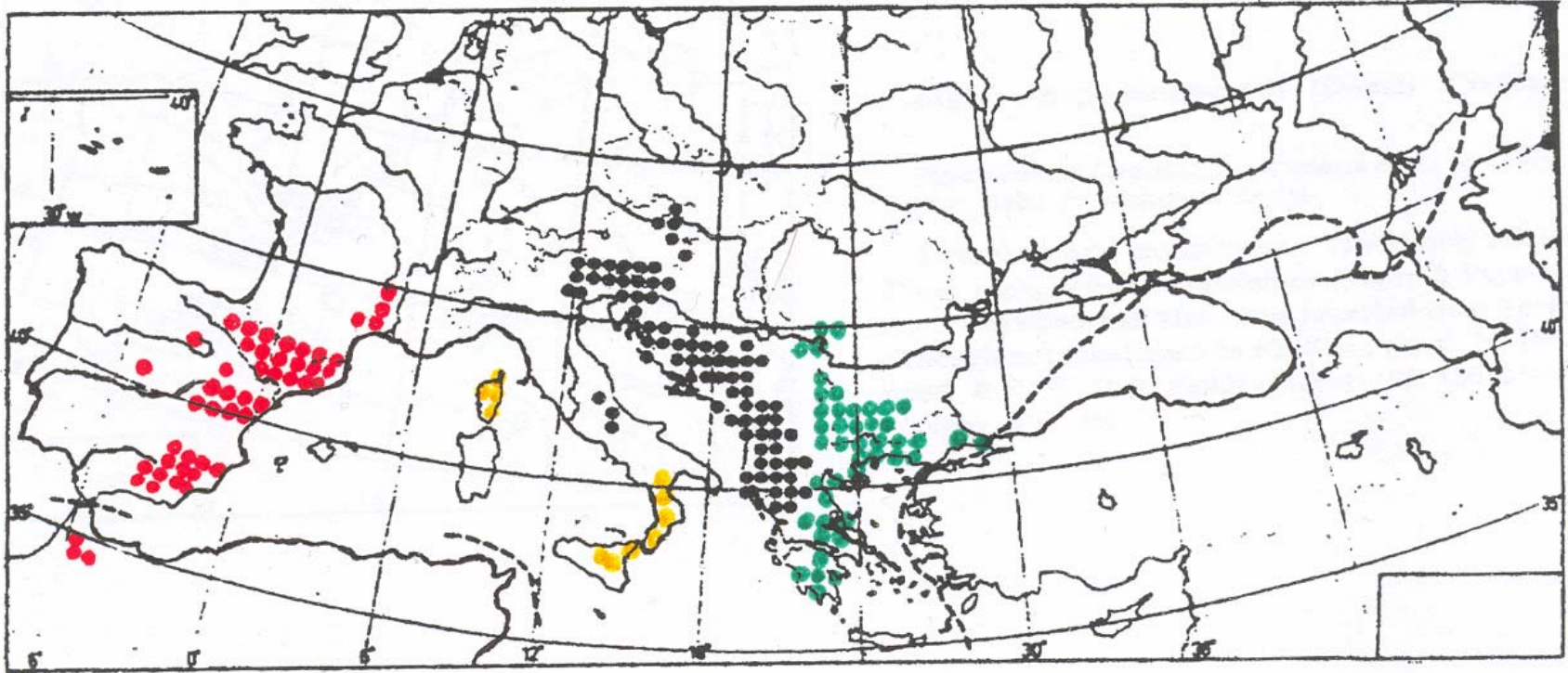
- La madera es un material anisótropo
- La madera es un material higroscópico
- La madera es un material heterogéneo

LA MADERA ES UN MATERIAL HETEROGÉNEO

- Porque su estructura anatómica varía a nivel de:
 - Orden: Coníferas y Frondosas
 - Familia: Pináceas, cupresáceas,..
 - Género: Pinos, abetos, piceas,..
 - Especie: Pino silvestre, pino laricio,...
- Porque para la misma especie puede haber también diferencias entre procedencias
- Porque para la misma especie y procedencia puede haber también diferencias en función de la Selvicultura aplicada
- Porque puede haber también diferencias respecto de la altura del muestreo (procedencia dentro del árbol)

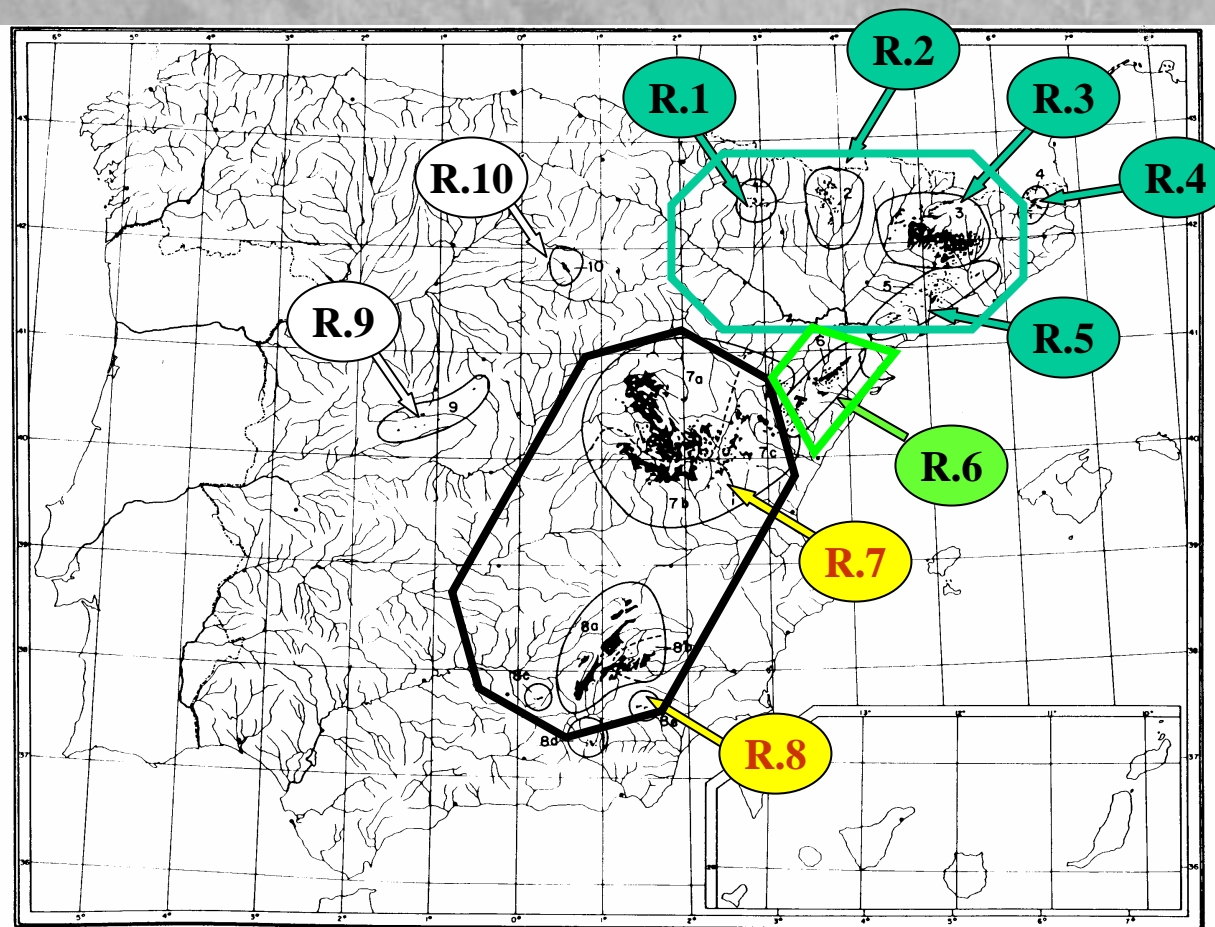
TODO LO QUE AFECTE AL CRECIMIENTO AFECTA A LA ESTRUCTURA Y PUEDE AFECTAR A LAS PROPIEDADES

Ej.: DISTRIBUCIÓN DEL PINO LARICIO EN EL MUNDO



- *Pinus nigra* subsp. *nigra*
- *Pinus nigra* subsp. *pallasiana*
- *Pinus nigra* subsp. *salzmannii*
- *Pinus nigra* subsp. *laricio*

Ej.: DISTRIBUCIÓN DEL PINO LARICIO EN ESPAÑA



- 1.-Prepirineo Aragonés Occidental
- 2.-Prepirineo Aragonés Oriental
- 3.-Prepirineo Catalán
- 4.-Alto Alpuárdán
- 5.-Baja Cataluña
- 6.-Alto Maestrazgo
- 7.-Sistema Ibérico
- 8.-Cordilleras Béticas
- 9.-Sistema Central
- 10.-Soria

Aclareos sucesivos uniformes en todas las Regiones salvo en R5 a matarrasa con material para postes

Forma pyrenaica

Zona de transición

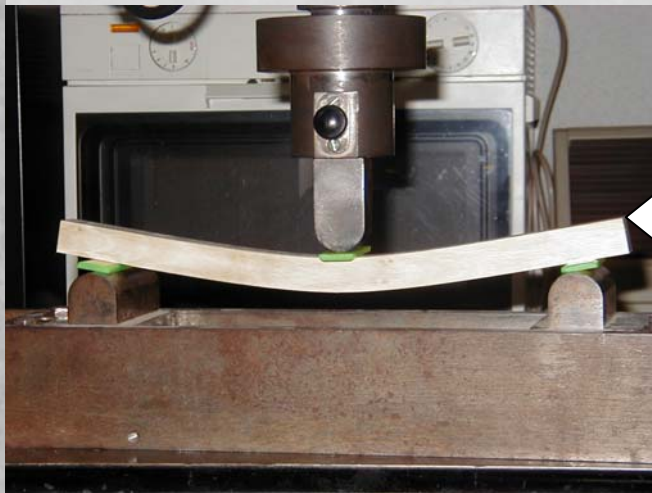
Forma hispánica

Y POR ELLO.....

- **LOS PROYECTOS DE CARACTERIZACIÓN DE UNA MADERA DEBEN CONSIDERAR:**
 - Todas las posibles procedencias de la especie
 - Todas las fuentes de variación posibles
 - Selviculturas diferentes
 - Calidades de madera
 - Formas de aserrado y procedencia de madera
 - Distintas propiedades
 - El efecto de la humedad
 - El efecto de la dirección de la fibra

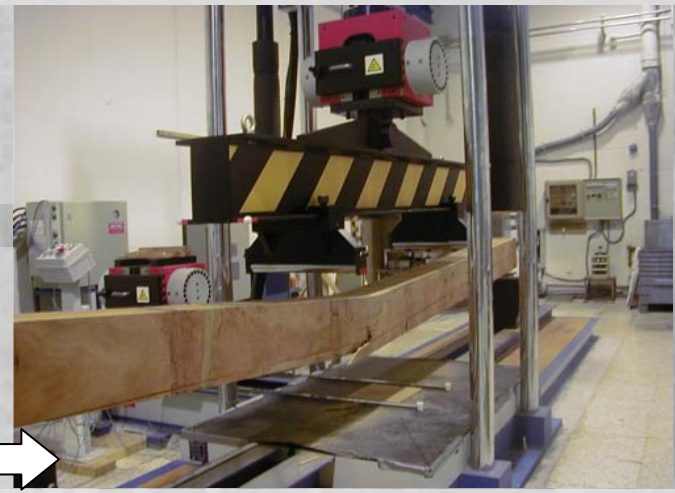
ADICIONALMENTE EXISTEN DOS ESTRATEGIAS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LA MADERA...

- **CON PROBETAS DE PEQUEÑAS DIMENSIONES LIBRES DE DEFECTOS**



No considera el efecto de la Selvicultura y la calidad

Permite considerar el efecto de la Selvicultura y la calidad



- **CON PROBETAS DE TAMAÑO REAL**

MÉTODO DE LAS PROBETAS DE PEQUEÑAS DIMENSIONES LIBRES DE DEFECTOS

- Método de elección hasta comienzos de los 70
- Permitía conocer la potencialidad de una madera
- Permitía comparar entre sí maderas
- Para la determinación de valores resistentes:
 - A partir de los datos de ensayo se determinaban tensiones básicas
 - Posteriormente sobre los valores de tensiones básicas se aplicaban coeficientes reductores por diversos factores de la calidad del material (nudosidad, desviación de fibras,...) y la humedad
- A comienzos de los 70 los estudios de Madsen demuestran que las propiedades a veces se sobrevaloran pero a veces se infravaloran...
- Y por ello, se pasa a trabajar con probetas de tamaño cuasi-real

MÉTODO DE LAS PROBETAS DE TAMAÑO REAL

- Se ensayan probetas de gran tamaño (Cuasi-real)
- Los resultados de los ensayos se agrupan por procedencias, calidades, secciones, etc.
- Es necesario haber definido una norma de clasificación acorde con **UNE-EN 14081-1**
- A través de métodos paramétricos se determinan los valores característicos de cada propiedad y muestra siguiendo una metodología normalizada según **UNE-EN 384**
- Las propiedades del material se suelen expresar en forma de clases de resistencia: **UNE-EN 338**
- Conocidas las asignaciones de las clases de calidad de la norma de clasificación a clases resistentes es necesario buscar la aprobación del CEN TC 124 para conseguir su inclusión en **UNE-EN 1912**

MÉTODO DE LAS PROBETAS DE TAMAÑO REAL

- Ensayos normalizados en todo el ámbito europeo
 - Ensayo estructural según:
 - UNE-EN 408 (Estructuras)
 - Cálculos de valores característicos según:
 - UNE-EN 384 (Estructuras)
 - Asignación de clases resistentes según:
 - UNE-EN 338 (Madera aserrada)
 - Aprobación de norma de clasificación y asignaciones resistentes y posterior inclusión en :
 - UNE-EN 1912 (Madera aserrada)
- Posibilidad de marcado CE
 - Según EIT nacional (UNE-EN 1912)
 - Según EIT propio (Validez local y separación procedencias en parque)

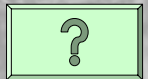
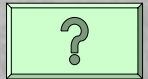
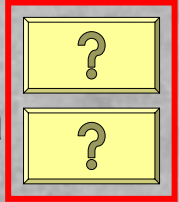
CARACTERIZACIÓN DE UNA MADERA

Aplicación al caso del Castaño

CARACTERIZACIÓN DE UNA MADERA

Aplicación al caso del Castaño

- Muestreo
- Caracterización con probetas de madera aserrada de tamaño estructural
- Caracterización con probetas de pequeñas dimensiones
- Caracterización biológica y tecnológica (BIOTEC)
 - Estudio de la estructura anatómica
 - Estudio de la durabilidad natural/impregnabilidad
 - Estudio de la aptitud al secado



MUESTREO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE UNA MADERA

APLICACIÓN AL CASO DEL Castaño

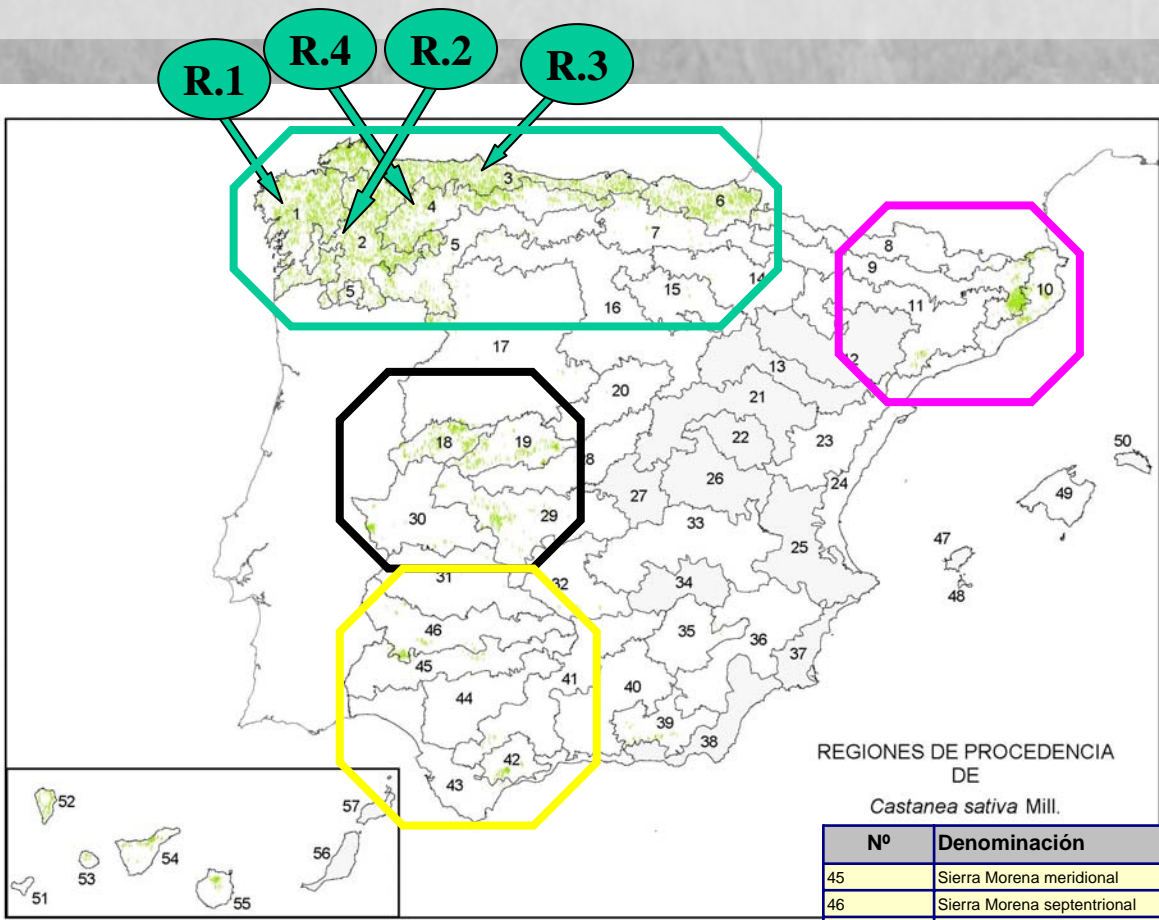
Dr. Juan I. Fernández-Golfín Seco
Laboratorio de Estructuras de madera
CIFOR-INIA

MUESTREO

Aplicación al caso del Castaño

- Pasos para un correcto muestreo:
 1. Análisis de las procedencias y de las variables que puedan afectar a la calidad del material estructural (**UNE-EN 384**)
 2. Diseño del muestreo => Común para todo el trabajo
 1. Monte (propiedades físicas y variabilidad densidad)
 2. En aserradero (Propiedades mecánicas y calidad estructural)

Análisis de procedencias y Selvicultura



REGIONES DE PROCEDENCIA DE *Castanea sativa* Mill.

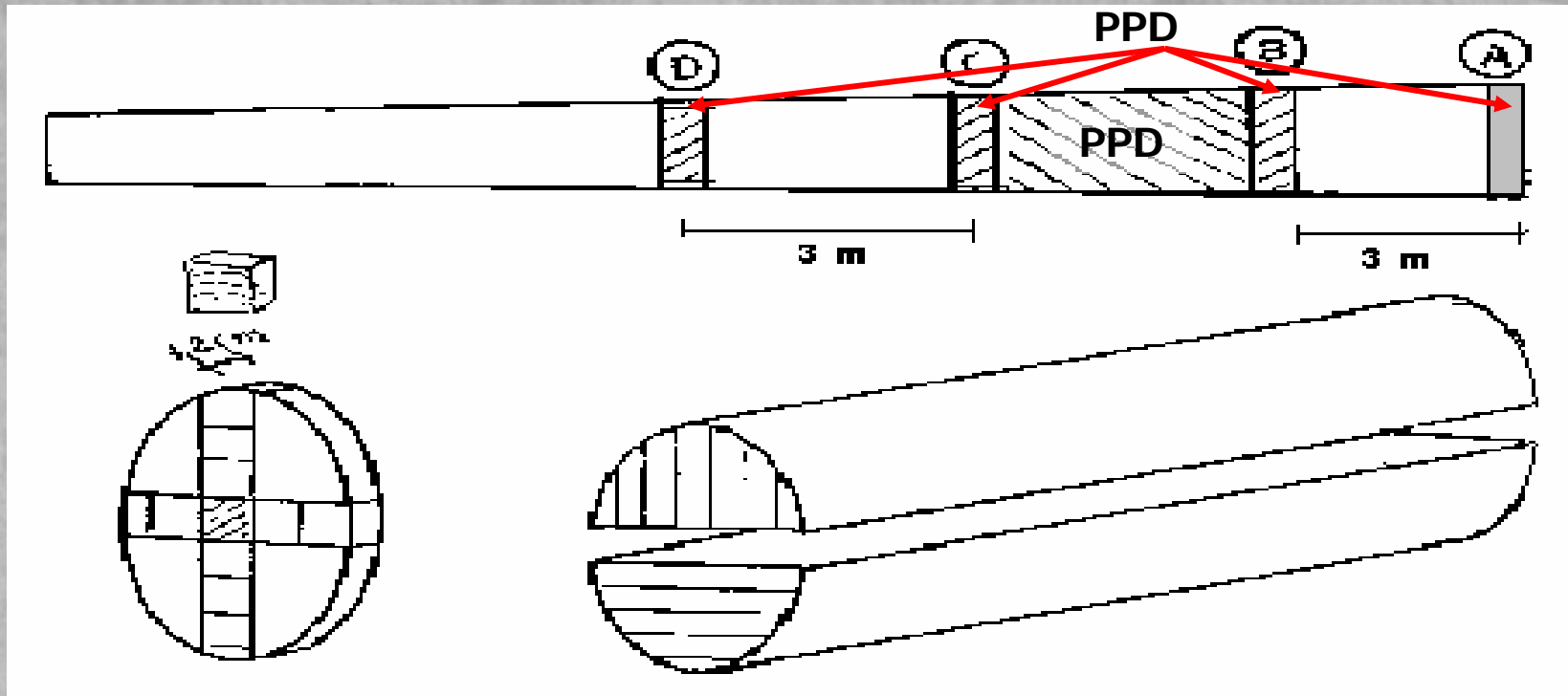
Nº	Denominación
01	Galicia litoral
02	Montañas y Mesetas interiores de Galicia
03	Litoral astur-cántabro
04	Vertiente septentrional cantábrica
05	Vertiente meridional cantábrica-Lomas de La Maragatería
06	Litoral vasco
07	Montes vasco-navarros
08	Pirineo Axial
09	Prepirineo
10	Litoral catalán
11	Orla septentrional de la Depresión del Ebro
12	Depresión del Ebro
13	Orla meridional de la Depresión del Ebro
14	La Rioja
15	Sistema Ibérico septentrional-Macizo del Moncayo
16	Páramos del Duero-Fosa de Almazán
17	Tierras del Pan y del Vino
18	Sierra de Gata
19	Sierra de Gredos
20	Sierras de Guadarrama-Ayllón
21	Alcarrias
22	Sierra de Albaracín
23	Sistema Ibérico oriental
24	Litoral levantino
25	Sistema Ibérico meridional
26	Serranía de Cuenca
27	Campo de Criptana
28	Campo Arañuelo-Cuenca de Madrid
29	Montes de Toledo-Monfragüe
30	Alcántara-Sierra de San Pedro-Llanos de Cáceres
31	Vegas del Guadiana-La Serena
32	Campo de Calatrava
33	La Mancha
34	Campo de Montiel
35	Sierras de Cazorla y Segura
36	Cordillera Subbética murciana
37	Litoral murciano
38	Litoral sur-oriental andaluz
39	Sierras Nevada-Filábres
40	Cordillera Subbética granadina
41	Orla meridional de la Depresión del Guadalquivir
42	Serranía de Ronda
43	Litoral meridional andaluz
44	Depresión del Guadalquivir
45	Sierra Morena meridional
46	Sierra Morena septentrional
47	Ibiza
48	Formentera
49	Mallorca, Conejera y Cabrera
50	Menorca
51	El Hierro
52	La Palma
53	La Gomera
54	Tenerife
55	Gran Canaria
56	Fuerteventura
57	Lanzarote

MUESTREO

Aplicación al caso del Castaño

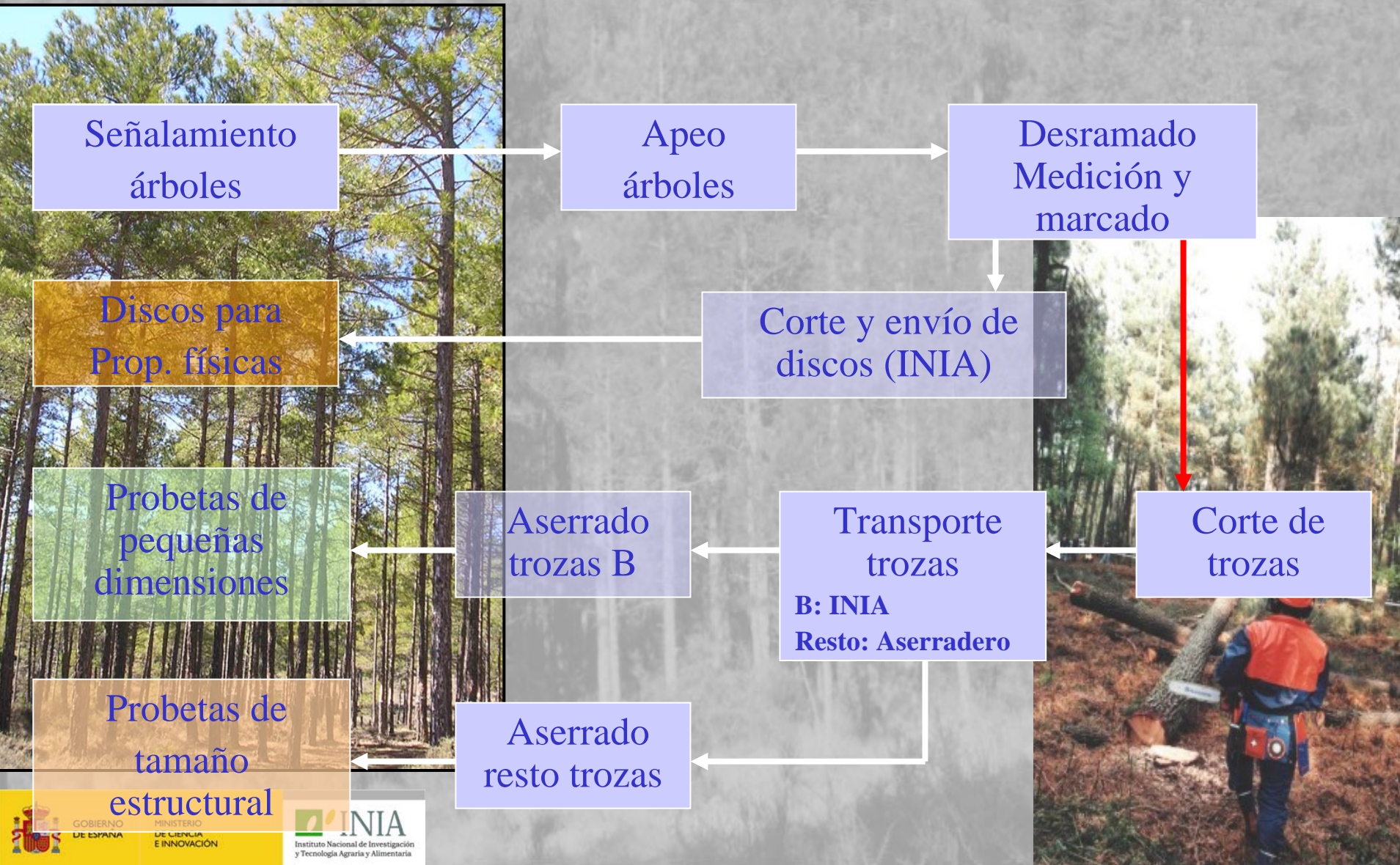
- Pasos para un correcto muestreo:
 1. Análisis de las procedencias y de las variables que puedan afectar a la calidad del material estructural (UNE-EN 384)
 2. Diseño del muestreo => Común para todo el trabajo
 1. Monte
 2. En aserradero
 3. Toma y preparación de las muestras de ensayo
 1. Material de monte (árboles):
 1. Trozas "B" para ensayos mecánicos en PPD
 2. Discos para ensayos físicos en PPD
 3. Muestras para caracterización anatómica y dendrológica
Muestras para caracterización biológica
 2. Material mixto monte-aserradero:
 1. Tablas/Tablones para caracterización tecnológica
 2. Tablas/Tablones para ensayos mecánicos a escala real

MUESTREO "DE MONTE"



MUESTREO DE "ÁRBOL"

ESQUEMA EXTRACCIÓN MUESTRAS EN MUESTREO DE MONTE



PREPARACIÓN DE MUESTRA DE MONTE

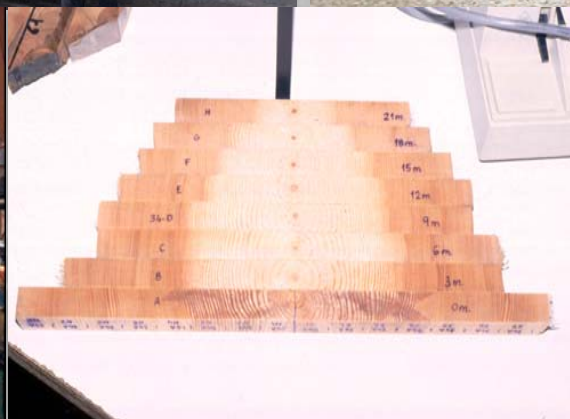


TRABAJOS EN ASERRADERO COLABORADOR

- Aserrado resto de trozas (no B)
- Secado combinado aire-cámara hasta el 12% de vigas de ensayo mecánico
- Empaquetado y envío muestras de ensayo



MUESTRA DE MONTE



EXIGENCIAS PARA EL MUESTREO

La norma EN 384 plantea las siguientes exigencias para el muestreo (propiedades estructurales):

- El material muestreado debe ser representativo de la población
- La muestra de ensayo debe incorporar, con el peso adecuado todas las procedencias, dimensiones y calidades que estarán en el mercado
- Cualquier variable que se sospeche que pueda tener influencia en los resultados debe ser considerada con el peso apropiado (edad del arbolado, Selvicultura, patrón de aserrado, tasa de crecimiento, calidad de estación, etc.)
- El número mínimo de muestras por combinación de variables deberá ser de 40



construir
con
madera

CONSEJO ESPAÑOL
DE PROMOCIÓN
DE LA MADERA