

Normativa de estructuras de madera en la región. Sugerencias para Uruguay

RESUMEN

Esta presentación resume las actividades llevadas a cabo entre los días 1 y 4 de setiembre de 2014, en el marco del proyecto **Documentos técnicos base para la normalización de estructuras y construcciones con madera**, y los principales resultados.

Actividades: i) charlas de difusión abiertas al público y ii) talleres de trabajo entre el equipo investigador y expertos invitados.

Participantes invitados: profesionales que lideraron el proceso de redacción de normas de estructuras de madera en Argentina (JC Piter), Brasil (C Calil Jr), Chile (M Wagner) y España (F Arriaga); profesionales nacionales que aportaron su visión del estado del arte y del sector forestal-maderero en UY (M Reina, S Dieste, P Páez, A Dieste) .

Objetivos de las actividades

- conocer experiencias en el desarrollo de los cuerpos normativos sobre madera estructural
- discutir los motivos que incidieron en la elección del **formato de cálculo** de estructuras de madera en cada país
- evaluar la situación en Uruguay
- recibir sugerencias sobre el camino a seguir en Uruguay

INTRODUCCIÓN- SEGURIDAD & FILOSOFÍAS DE CÁLCULO

Seguridad es una exigencia clave en la mayoría de normas, códigos y reglamentos de cálculo y construcción de estructuras, y es un objetivo que integra múltiples variables, entre ellas:

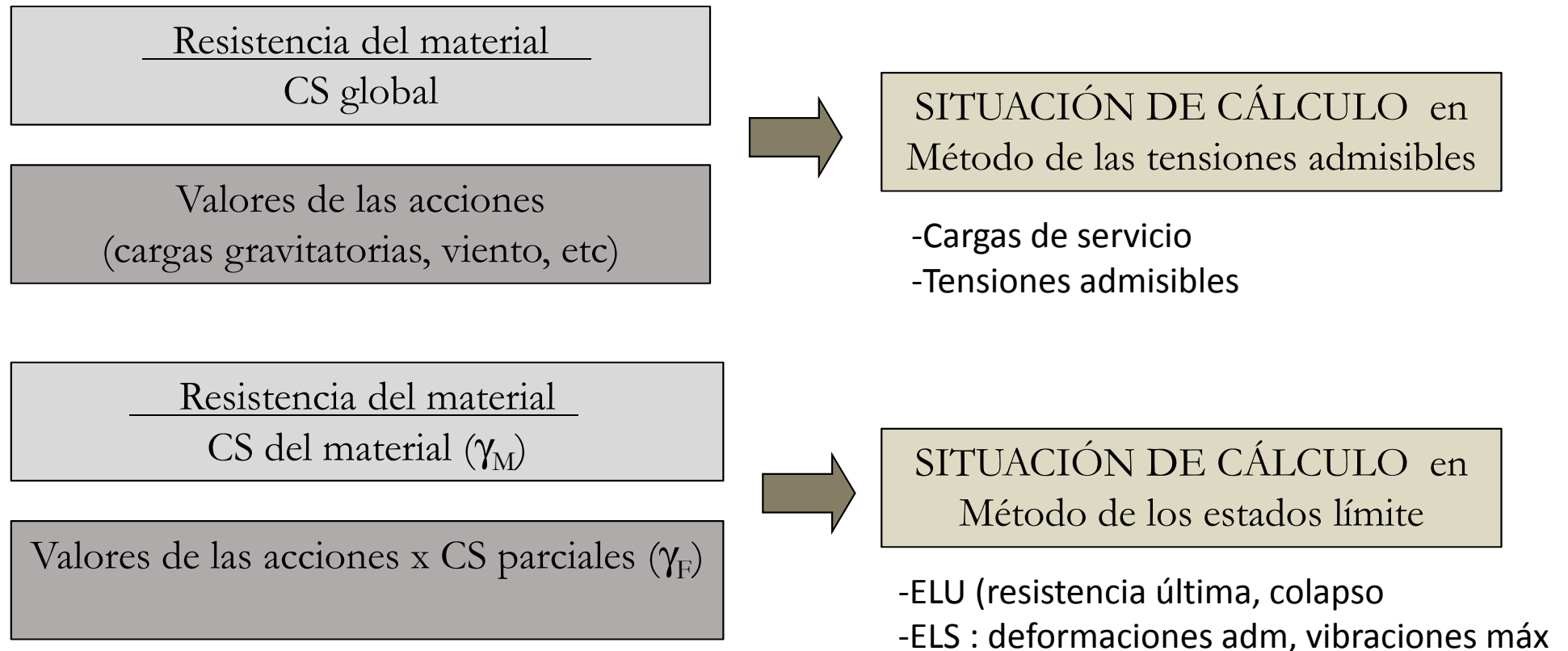
- i) caracterización de las propiedades resistentes y elásticas de los materiales
- ii) definición de cargas y su combinación
- iii) definición/acuerdo de un nivel aceptable de seguridad que sea de fácil y consistente aplicación por los calculistas

Estos aspectos tendrán diferente tratamiento e interpretación dependiendo de la filosofía de cálculo estructural que se emplee, **tensiones admisibles** o **estados límite**. A nivel internacional co-existen ambos formatos, si bien la tendencia es hacia el remplazo del segundo por el primero.

En Uruguay al no existir un cuerpo normativo que incluya desde las especificaciones de fabricación de productos y componentes, hasta el diseño cálculo y ejecución de obras, el método de cálculo es seleccionado por el calculista en base a su experiencia.

El calculista al enfrentarse con los vacíos normativos nacionales, especialmente los relacionados con las propiedades de las maderas de procedencia local, se ve forzado a adoptar valores de propiedades tabulados en normas extranjeras y recurrir a estrategias de análisis que le permitan lidiar con las incertidumbres del material nacional.

La seguridad se garantiza en forma diferente según el formato de cálculo



MEL presenta una serie de ventajas frente MTAdm: racionalidad del método y posibilidad de introducir cambios a los factores de carga y de resistencia independiente (ej. cuando se combinan diferentes materiales).

CHARLAS DE DIFUSIÓN

Lunes 1 de setiembre

Lugar: Auditorio Facultad Arquitectura, ORT

Conferencias públicas: La normalización de estructuras de madera

8:00h. Presentación - Dra. Arq. L. Moya, Dra. Ing. V. Baño y Per. Agr. H. O'Neill

8:15h. Normas de estructuras en Uruguay. Estado del arte. - Ing. Martín Reina

8:45h. Reglamento CIRSOC 601- Dr. Ing. Juan Carlos Piter

Consideración de las propiedades de resistencia, rigidez y densidad de una clase resistente para el cálculo por estados límite como por tensiones admisibles. Adaptación de los valores a las condiciones de servicio en obra.

Principales lineamientos que guiaron su redacción. Su relación con el National Design Specification (NDS-2005). Requerimientos generales para el diseño estructural. Valores de diseño. Disposiciones y ecuaciones para el diseño.

9:35h. Norma NBR 7190- Dr. Ing. Carlito Calil Jr.

Principales lineamientos que guiaron su redacción. Requerimientos generales para el diseño estructura. Valores de diseño. Disposiciones y ecuaciones para el diseño

10:25h. Descanso-Café

10:45h. Norma NCh 1198- Ing. Mario Wagner Muñoz

Principales lineamientos que guiaron su redacción. Requerimientos generales para el diseño estructura. Valores de diseño. Disposiciones y ecuaciones para el diseño.

11:35h. Eurocódigo 5/C.T.E. – Dr. Arq. Francisco Arriaga

Principales lineamientos que guiaron su redacción. Requerimientos generales para el diseño estructura. Valores de diseño. Disposiciones y ecuaciones para el diseño

12:25h. Ronda preguntas

Conferencias disponibles en:

http://fa.ort.edu.uy/innovaportal/v/20924/8/fa.ort.front/normativa_de_estructuras_de_madera_-_presentaciones.html

El Consejo Sectorial Forestal Madera (CSFM), a través de la Fac. de Arquitectura (Univ. ORT), del Dpto. de Productos Forestales del LATU, y del Instituto de Estructuras y Transporte de la Fac. de Ingeniería (Univ. de la República) y tienen el agrado de invitarles a:

Conferencias sobre Normativa de Estructuras de Madera

que tendrán lugar el **lunes 1 de setiembre de 2014** en el Auditorio de la Fac. de Arquitectura, de la Univ. ORT, en Bvar. España, 2633, Montevideo

Entre los invitados internacionales se cuenta con la participación de los ingenieros responsables y/o involucrados en la redacción de la normativa de cálculo estructural en madera en Argentina, Brasil, Chile y España

Hora	Conferencia	Invitados Internacionales
8:00	Presentación	Dra. Arq. L. Moya Dra. Ing. V. Baño Per. Agr. H. O'Neill
8:15	Normativa estructural en Uruguay. Estado del arte.	Ing. Martín Reina Presidente SIE - AIIJ
8:45	Reglamento CIRSOC 601	Dr. Ing. J. C. Piter UTN Concepción, Argentina
9:35	Norma NBR 7190	Dr. Ing. Carlito Calil Jr. USP, Brasil
10:25	Café	
10:45	Norma NCh 1198	Ing. Mario Wagner Pontificia Univ. Católica, Chile
11:35	Eurocódigo 5 / Código Técnico de la Edificación	Dr. Arq. Francisco Arriaga UPM, España
12:25	Ronda de preguntas	

Financia: Auspicio:

Organiza:



PROYECTO: Documentos técnicos base para la normalización de estructuras y construcciones con madera



Invitación

TALLERES DE TRABAJO

Temas abordados

Martes 2 de setiembre Lugar: Dpto. Productos Forestales, LATU

Jornada de trabajo 2. Caracterización de la madera estructural. Clasificación visual
 Participantes: expertos invitados y equipo investigador

9:00h. Madera aserrada estructural de coníferas (Presentaciones expertos de 15 min. de duración aprox. y mesa redonda)

NORMA	PRESENTADOR	CONTENIDOS PREVISTOS:
CIRSOC 601	J. C. Piter	1. Presentación de las normas
NBR 7190	C. Calil Jr.	2. Criterios de caracterización y soporte estadístico
NCh 1198	M. Wagner	3. Peculiaridades de las especies
EN 1912/UNE 56544	V. Baño	4. Singularidad que más penalizó la calidad
		5. Propiedad mecánica más desfavorable
		6. Clasificación visual en seco/húmedo
MESA REDONDA	Expertos invitados y equipo investigador	

11:00h. Descanso-café

11:30h. Madera aserrada estructural de frondosas (Presentaciones expertos de 15 min. de duración aprox. y mesa redonda)

NORMA	PRESENTADOR	CONTENIDOS PREVISTOS:
CIRSOC 601	J. C. Piter	1. Presentación de las normas
NBR 7190	C. Calil Jr.	2. Criterios de caracterización y soporte estadístico
NCh 1198	M. Wagner	3. Peculiaridades de las especies
EN 1912/UNE 56546	V. Baño	4. Singularidad que más penalizó la calidad
		5. Propiedad mecánica más desfavorable
		6. Clasificación visual en seco/húmedo
MESA REDONDA	Expertos invitados y equipo investigador	

- Madera aserrada estructural
- Madera laminada encolada
- Normativa de cálculo estructural
- Valores de diseño para la madera
- Acciones, límites de deflexión
- Análisis de la situación y

S
ra

TALLERES DE TRABAJO

Temas abordados

- Madera aserrada estructural. Caracterización y clasificación visual
- Madera laminada encolada. Fabricación y ensayos
- Normativa de cálculo est
- Valores de diseño para la
- Acciones, límites de defo
- Análisis de la situación y

Martes 2 de setiembre		Lugar: Dpto. Productos Forestales, LATU
Jornada de trabajo 3. Caracterización de la madera laminada encolada		
14.30 h. Caracterización de la madera laminada encolada: Fabricación y Ensayos		
NORMA	PRESENTADOR	CONTENIDOS:
CIRSOC 601	J. C. Piter	1. Presentación de las normas
NBR 7190	C. Calil Jr.	2. Criterios de caracterización y soporte estadístico
NCh 1198	M. Wagner	3. Problemas para definir los requisitos de fabricación
EN 14080/PrWDWI 24250	V. Baño	4. Tipos adhesivos utilizados: línea de cola y finger
		5. Ensayos iniciales tipo y ensayos de control de calidad
MESA REDONDA	Expertos invitados y equipo investigador	

TALLERES DE TRABAJO

Temas abordados

- Madera aserrada estructural. Caracterización y clasificación visual
- Madera laminada encolada. Fabricación y ensayos
- Normativa de cálculo estructural con madera. Criterios adoptados
- Valores de diseño para las
- Acciones, límites de defor
- Análisis de la situación y p

Miércoles 3 de setiembre Lugar: Instituto de Estructuras y Transporte, Fac. Ingeniería

Jornada de trabajo 4. Normativa de cálculo estructural con madera

9:00h. Normativa de cálculo estructural con madera. Criterios adoptados (Presentaciones expertos de 15 min. de duración aprox. y mesa redonda)

NORMA	PRESENTADOR	CONTENIDOS:
ECS/CTE-SE-M	V. Baño	Presentación del contenido de las normas
NBR 7190	C. Calil Jr.	
CIRSOC 601	J. C. Piter	
NCh 1198	M. Wagner	
MESA REDONDA	Expertos invitados y equipo investigador	

11:00h. Descanso-café

TALLERES DE TRABAJO

Temas abordados

- Madera aserrada estructural. Caracterización y clasificación visual
- Madera laminada encolada. Fabricación y ensayos
- Normativa de cálculo estructural con madera. Criterios adoptados
- Valores de diseño para las distintas especies y formatos de madera

Miércoles 3 de setiembre Lugar: Instituto de Estructuras y Transporte, Fac. Ingeniería

11:30h. Valores de diseño para las distintas especies y formatos de madera
(Presentaciones expertos de 15 min. de duración aprox. y mesa redonda)

NORMA	PRESENTADOR	CONTENIDOS:
EC5/CTE-SE-M	V. Baño	1. Coeficientes que afectan a las propiedades mecánicas para determinar los valores de diseño
NBR 7190	C. Calil Jr.	2. Cómo se presentan los grados estructurales o clases resistentes en la norma de cálculo
CIRSOC 601	J. C. Piter	3. Cómo se diferencia entre las diferentes especies y formatos de madera (aserrada, laminada, etc.)
NCh 1198	M. Wagner	4. Uniones
MESA REDONDA	Expertos invitados y equipo investigador	

13:00h. Descanso, comida

- Acciones, límites de deformación
- Análisis de la situación y p...

TALLERES DE TRABAJO

Temas abordados

- Madera aserrada estructural. Caracterización y clasificación visual
- Madera laminada encolada. Fabricación y ensayos
- Normativa de cálculo estructural con madera. Criterios adoptados
- Valores de diseño para las distintas especies y formatos de madera
- Acciones, límites de deformación y fuego
- Análisis de la situación y propuestas para Uruguay

TALLERES DE TRABAJO

Temas abordados

- Madera aserrada estructural. Caracterización y clasificación visual
- Madera laminada encolada. Fabricación y ensayos
- Normativa de cálculo estructural con madera. Criterios adoptados
- Valores de diseño para las distintas especies y formatos de madera
- Acciones, límites de deformación y fuego
- Análisis de la situación y

Lunes 1 de setiembre

Lugar: Auditorio Facultad Arquitectura, ORT

Jornada de trabajo 1. Presentación a los expertos de los avances en Uruguay

15:00-18:00h. Presentación a cargo del equipo investigador:

- Base de datos e información de las propiedades físicas y mecánicas de piezas de tamaño estructural y de pequeñas probetas de *Pinus elliottii*, *P. taeda* y *Eucalyptus grandis*.

- Estado de avance de la caracterización completa y clasificación visual.

ANTECEDENTES Y DIFICULTADES SIMILARES ENTRE LOS PAÍSES DEL CONO SUR

Diseño con madera y productos de ingeniería de madera

- Inexistencia de reglas de diseño para estos materiales
- Débil tradición en su utilización y desconexión entre los distintos sectores participantes
- Aspectos culturales negativos
- En el caso de Argentina, normativa IRAM de acompañamiento desactualizada
- Escasa información a nivel nacional sobre el comportamiento estructural de las especies cultivadas en cada uno de los países
- Débil y dispersa enseñanza en las universidades

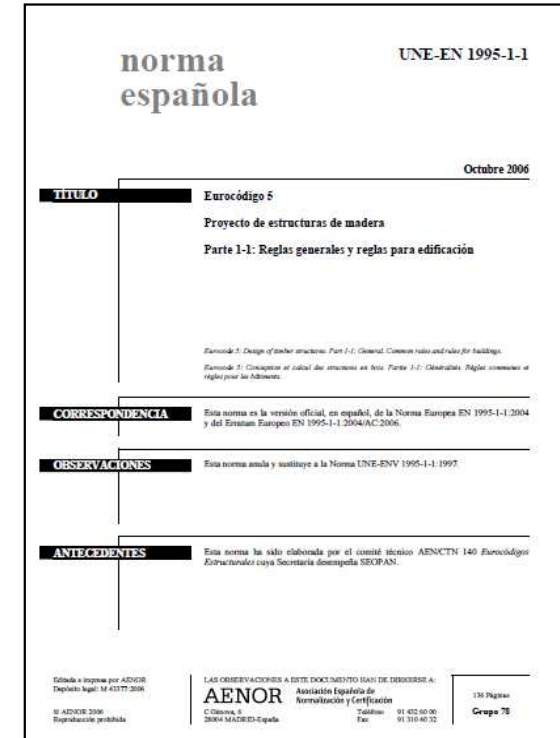
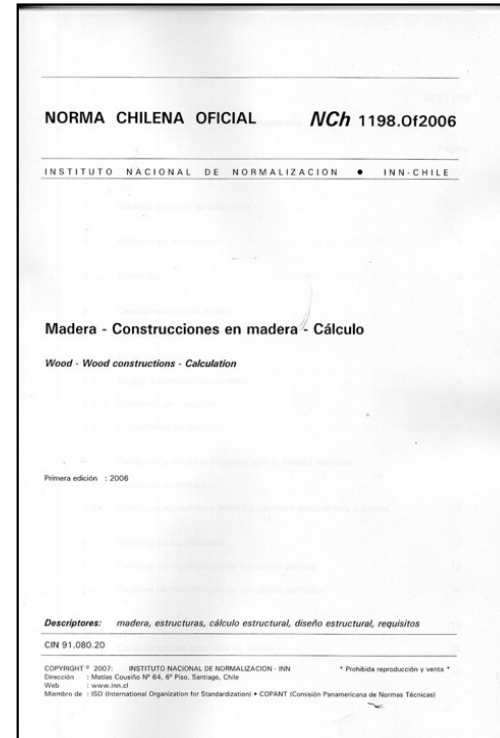
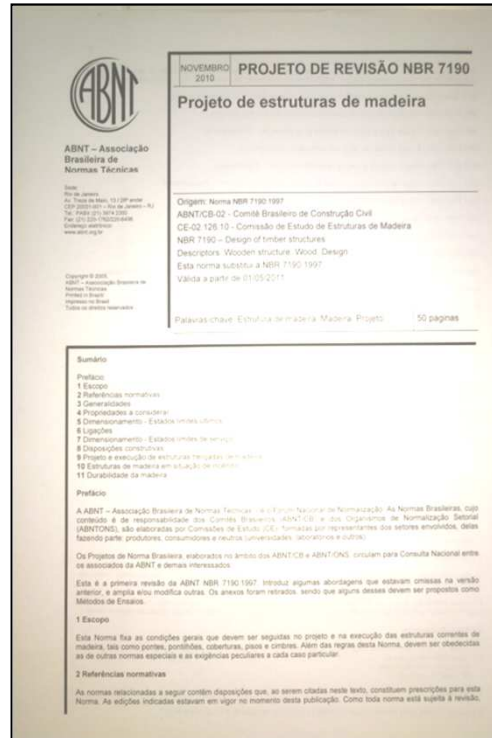
REGLAMENTOS Y NORMAS DE PROYECTO DE ESTRUCTURAS DE MADERA

Argentina
CIRSOC 601

Brasil
NBR 7190

Chile
NCh 1198

Europa
EN 1995-1



Tensiones admisibles

Estados límite

Tensiones admisibles

Estados límite



Estados límite

ESQUEMA DEL PROCESO DE CARACTERIZACION ESTRUCTURAL DE LA MADERA

Europa

1. Clasificación de la madera estructural
Clasificación por resistencia – visual /mecánica (NDT)

EN 14081-1

Nacionales



2. Realización de ensayos para determinar las propiedades estructurales de la madera
Madera aserrada y madera laminada encolada para uso estructural

EN 408



3. Análisis de datos y cálculo de los valores medios, característicos (y admisibles) de las propiedades estructurales de la madera (prop. mecánicas y densidad)

EN 384



4. Asignación a clases resistentes/grados estructurales

EN 338



5. Aprobación de la norma de clasificación y asignaciones resistentes a clases resistentes del CEN TC 124 (Comité Europeo de Normalización. Comité Técnico-Estructura de madera)

EN 1912

ESQUEMA DEL PROCESO DE CARACTERIZACION ESTRUCTURAL DE LA MADERA

Argentina

IRAM 9662-3_Clasif visual
P taeda y P elliottii
IRAM 9662-2_Clasif visual
E grandis



IRAM 9663_Madera y MLE.
Determinación propiedades
físicas y mecánicas [EN 408]



IRAM 9664_Determinación
valores característicos de prop.
mecánicas y densidad [EN384]



CIRSOC 601-Suplementos 1_
Valores de diseño M aserrada

Brasil

ABNT/CCE-126- PN 02:126.10-0001-1
Clasif visual maderas [ASTM D245]



ABNT/CCE-126- PN 02:126.10-0001-2
Método ensaio caract corpos de
prova isentos de defeitos

ABNT/CCE-126- PN 02:126.10-0001-3
Método de ensaio de caract. De
peças estruturais de madeira



NBR 7190- Tabla 2 y 3- Clases de
resistencia coníferas y frondosas

Chile

NCh 1207_Clasif visual P radiata
NCh 1970-1_Clasif visual latifoliadas
NCh 1970-2_Clasif visual coníferas
(excepto P radiata)



NCh 987_Ensayo de flexión estática
(cuerpos prueba libre de defectos)

NCh 973_Ensayo de compresión paral
(cuerpos prueba libre de defectos)

NCh3028/1_Det prop físicas y
mecánicas. Ensayos tamaño estructural



ASTM D2555_Standard practice for
establishing clear wood strength

ASTM D 2915_Standard practice for
evaluating allowable prop for grades
of structural lumber- (P radiata)



NCh 1990_Tensiones admisibles para
madera estructural (excepto P radiata)

Europa

UNE56544- Clasif visual
coníferas
pUNE 56546- Clasif visual
frondosas



EN 408_Madera aserrada y
MLE . Determinación
propiedades mecánicas y
densidad



EN 384_Determinación de
valores característicos prop
mecánicas y densidad



EN 338_Madera estructural.
Clases resistentes

MADERA LAMINADA ENCOLADA- FABRICACIÓN Y ENSAYOS

Argentina

IRAM 9662-3_Clasif visual
P taeda y P elliottii
IRAM 9662-2_Clasif visual
E grandis



IRAM 9660-1_MLE estructural.
Clases de resistencia y
requisitos fabricación y control

IRAM 9660-2_MLE estructural.
Métodos de ensayo



IRAM 9663_Madera y MLE.
Determinación propiedades
físicas y mecánicas [EN 408]



CIRSOC 601-Suplementos-2_
Valores de diseño-MLE

Brasil

ABNT/CCE-126- PN 02:126.10-0001-1
Clasif visual maderas [ASTM D245]



ABNT/CCE-126.10 _MLE. Requisitos



ABNT/CCE-126- PN 02:126.10-0001-3
Método de ensaio de caract. de
pecas estruturais de madeira



ABNT/CCE-126- PN 02:126.10-0001-5
Método de ensaio de elementos
estruturais de MLE



NBR 7190- Tabla 2 y 3- Clases de
resistencia coníferas y frondosas

Chile

NCh 2148_MLE Requisitos de
fabricación y control

NCh 2150_MLE Clasificación mecánica
y visual de madera aserrada de P
radiata



NCh3028/1_Det prop físicas y
mecánicas. Ensayos tamaño estructural



NCh2165_Tensiones admisibles para
MLE estructural de P radiata

Europa

EN 14080_MLE y madera
maciza encolada. Requisitos

Nacionales
UNE56544- Clasif visual
coníferas
pUNE 56546- Clasif visual
frondosas

EN 408_Madera aserrada y
MLE . Determinación prop
mecánicas y densidad

EN 1194_MLE. Clases
resistentes y determinación
de los valores
característicos-- EN 14080

SITUACIÓN EN URUGUAY

Información disponible

Valores de diseño de referencia para madera aserrada de pinos

- Valores basados en ensayos de piezas de tamaño estructural
- Procedencia litoral y suroeste (actual); norte (próximo)

Reglas de clasificación visual estructural para madera aserrada de pinos

Trabajos en marcha...

Valores de diseño de referencia para MLE de eucalipto (*E. grandis*)

Reglas de clasificación visual estructural para madera aserrada de eucalipto (*E. grandis*)

REFLEXIONES- F Arriaga (España)

Consideraciones para el desarrollo de una norma

Coordinación con:

- Otros materiales estructurales (notación, enseñanza)
- Normas de acciones y bases de cálculo
- Normas de ensayo y de clasificación

Normativa internacional

Documentos Nacionales de Aplicación

- Documentos de apoyo al proyectista- (ej. Manuales con ejemplos resueltos)
- Simplificaciones
- Desarrollos específicos

Consensos imprescindibles para el afianzamiento de una norma

RECOMENDACIONES

Adoptar el cuerpo normativo europeo

Justificación

- Consistente y coherente
 - incluye especificaciones de fabricación de materiales, metodología de ensayos, interpretación y análisis de resultados, reglas de diseño, etc
- Actualizado periódicamente
 - en función de los avances del conocimiento y de la tecnología
- “Moderno”
 - Reglas de diseño basadas en la filosofía de los estados límite (enfoque probabilístico)
 - metodología de ensayos (piezas de tamaño estructural) y análisis de datos
- “Prácticas”
 - permite ahorrar gran parte del trabajo necesario para generar un cuerpo normativo de características similares

RECOMENDACIONES

Actividades

1. Adoptar el cuerpo normativo europeo (EN)

- EN 1995-1-Eurocódigo 5- Proyecto de estructuras de madera. Partes 1 y 2
- EN 14080- Madera laminada encolada y madera maciza encolada.
Requisitos
- EN 338- Madera estructural. Clases resistentes
- Y en general todas las normas de ensayos, determinación de valores característicos, etc

2. Desarrollar un cuerpo normativo nacional de acompañamiento

- UNIT - Clasificación visual estructural y propiedades mecánicas de madera aserrada de pinos cultivados en Uruguay (*P. elliotii* y *P. taeda*)
- UNIT - Clasificación visual estructural y propiedades mecánicas de madera aserrada de eucaliptos cultivados en Uruguay (*E. grandis*)
- UNIT- Madera laminada encolada de eucalipto. Requisitos de fabricación y propiedades mecánicas
- etc

RECOMENDACIONES

3. Redactar Anexos Nacionales del Eurocódigo 5

- EN 1995-1-Eurocódigo 5- Proyecto de estructuras de madera.
Parte1. Reglas generales
- EN 1995-1- Eurocódigo 5- Proyecto de estructuras de madera.
Parte 2. Fuego

4. Desarrollar documentos/actividades de apoyo al proyectista

- Manuales con ejemplos resueltos
- Actividades de difusión
- Cursos de actualización