



Estructuras de madera

Dpto. Estructuras. IET. Instituto de Estructuras y Transporte



0. ¿Por qué madera?

1. Usos habituales
2. Tipologías estructurales
3. Especies
4. Productos de madera
5. Ubicación de la madera
6. Uniones
7. Transporte y montaje
8. Normativa

1.2. Variables a tener en cuenta para proyectar con madera

¿POR QUÉ MADERA?

1. La construcción con madera tiene **ventajas ambientales**:

1.1. Recurso natural, proveniente de plantaciones renovables y sostenibles (mayor diferencia con el acero o el hormigón)



¿POR QUÉ MADERA?

1. La construcción con madera tiene **ventajas ambientales**:

1.1. Recurso natural, proveniente de plantaciones renovables y sostenibles (mayor diferencia con el acero o el hormigón)

1.2. La transformación de la madera a productos finales de construcción consume poca energía

¿POR QUÉ MADERA?

1. La construcción con madera tiene **ventajas ambientales**:

- 1.1. Recurso natural, proveniente de plantaciones renovables y sostenibles (mayor diferencia con el acero o el hormigón)
- 1.2. La transformación de la madera a productos finales de construcción consume poca energía
- 1.3. Las estructuras de madera son sumideros de carbono



HSB- Timber School Engineering
Biel (Switzerland)



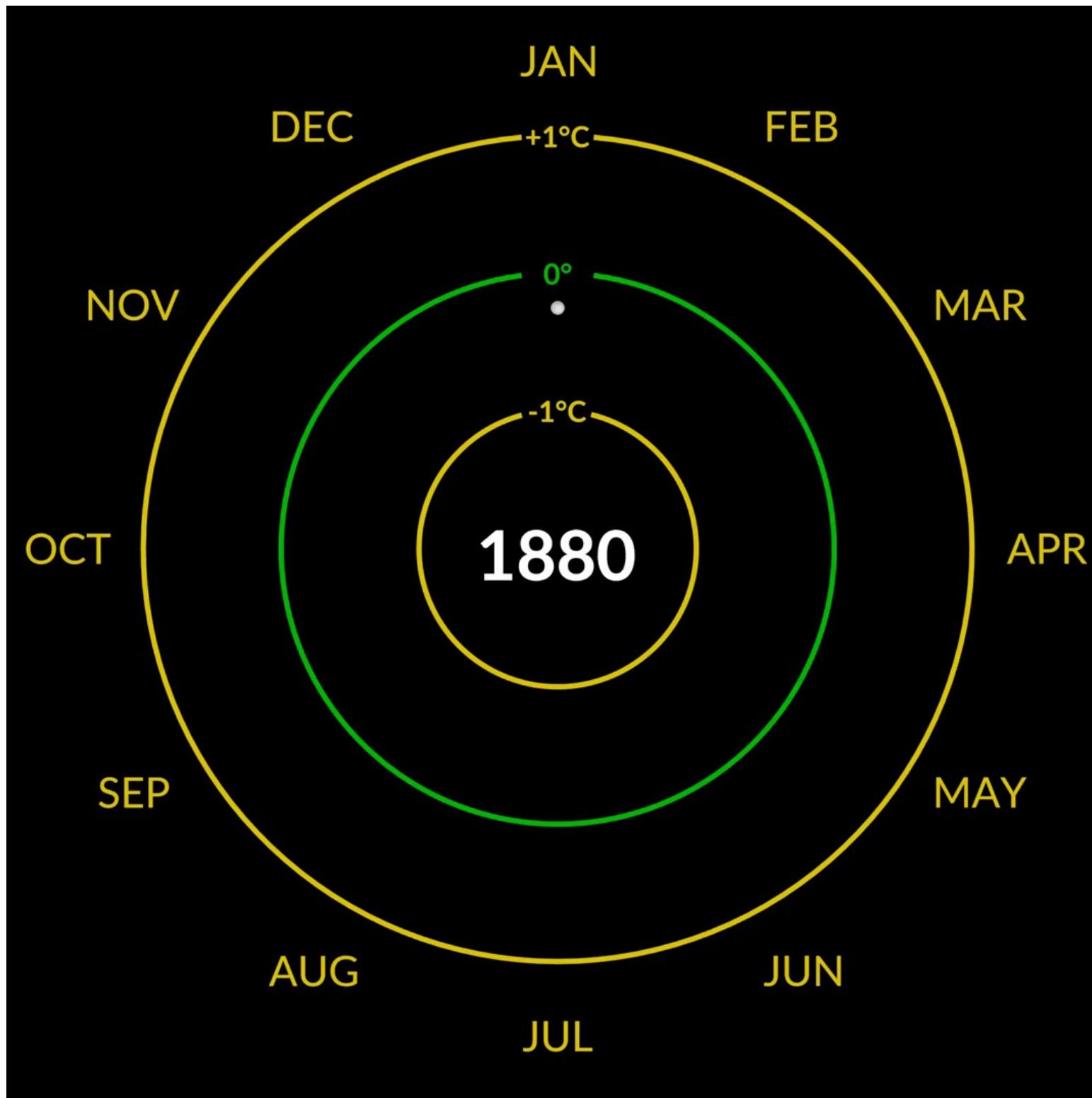
¿POR QUÉ MADERA?

1. La construcción con madera tiene **ventajas ambientales**:

- 1.1. Recurso natural, proveniente de plantaciones renovables y sostenibles (mayor diferencia con el acero o el hormigón)
- 1.2. La transformación de la madera a productos finales de construcción consume poca energía
- 1.3. Las estructuras de madera son sumideros de carbono
- 1.4. El consumo de productos de madera facilita el cumplimiento de los compromisos del **Acuerdo de París** (2015) – **Acuerdo de Glasgow** (2021).

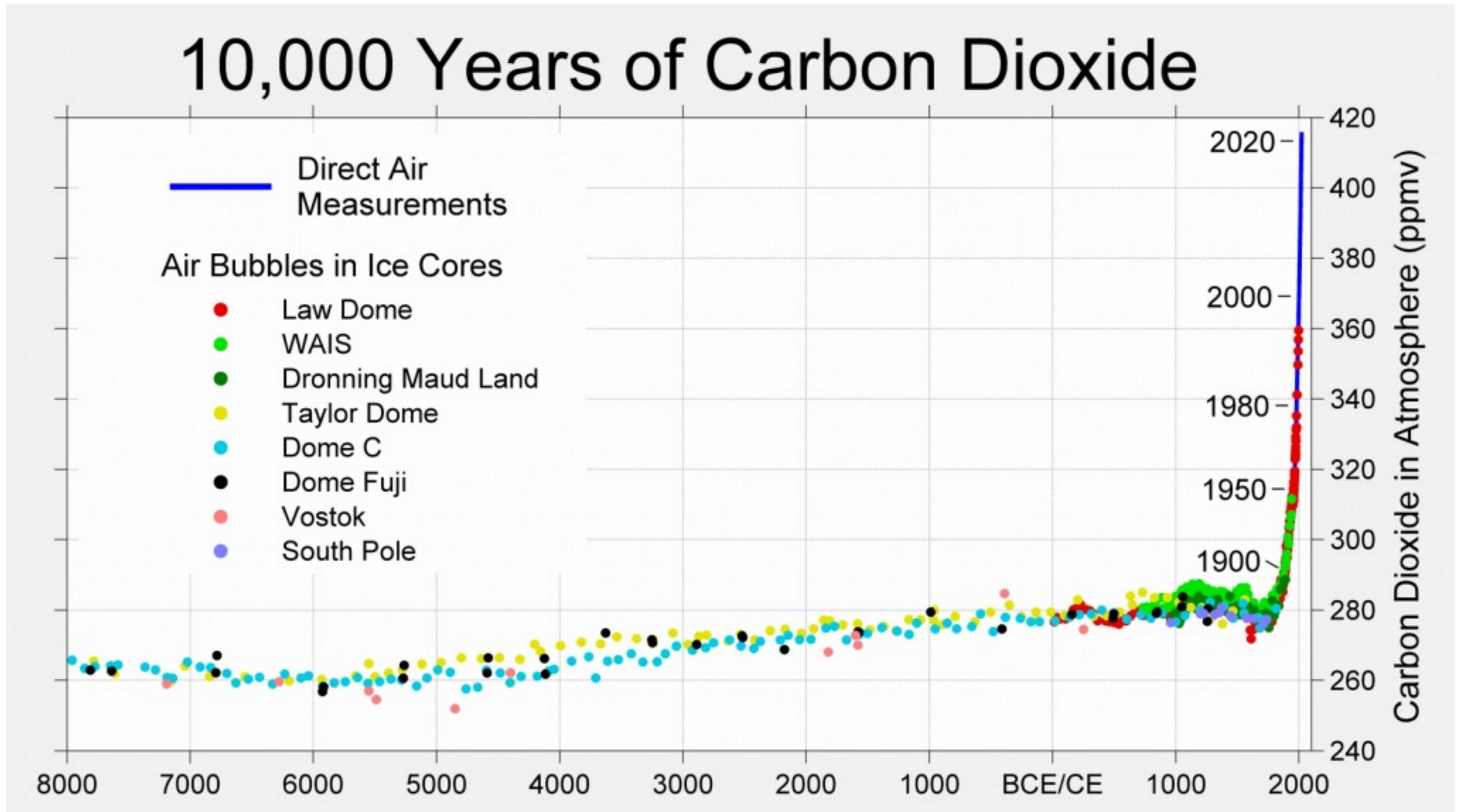
¿POR QUÉ MADERA?

1. La construcción con madera tiene **ventajas ambientales**:



¿POR QUÉ MADERA?

1. La construcción con madera tiene **ventajas ambientales**:



¿POR QUÉ MADERA?

1. La construcción con madera tiene **ventajas ambientales**:

- 1.1. Recurso natural, proveniente de plantaciones renovables y sostenibles (mayor diferencia con el acero o el hormigón)
- 1.2. La transformación de la madera a productos finales de construcción consume poca energía
- 1.3. Las estructuras de madera son sumideros de carbono
- 1.4. El consumo de productos de madera facilita el cumplimiento de los compromisos del Acuerdo de París (2015) – Acuerdo de Glasgow (2021).

¿POR QUÉ MADERA?

1. La construcción con madera tiene **ventajas ambientales**

- 1.1. Recurso natural, proveniente de plantaciones renovables y sostenibles (mayor diferencia con el acero o el hormigón)
- 1.2. La transformación de la madera a productos finales de construcción consume poca energía
- 1.3. Las estructuras de madera son sumideros de carbono
- 1.4. El consumo de productos de madera facilita el cumplimiento de los compromisos del Acuerdo de París (12/12/2015).

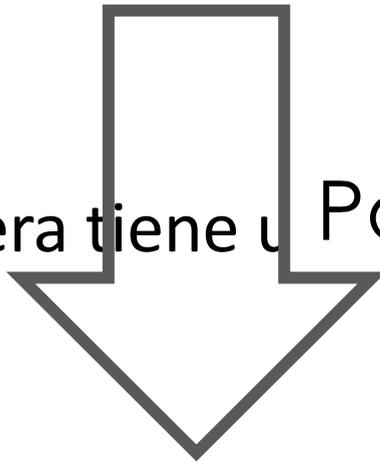
2. Propiedades estructurales: la madera tiene una **alta relación resistencia/peso propio**



¿POR QUÉ MADERA?

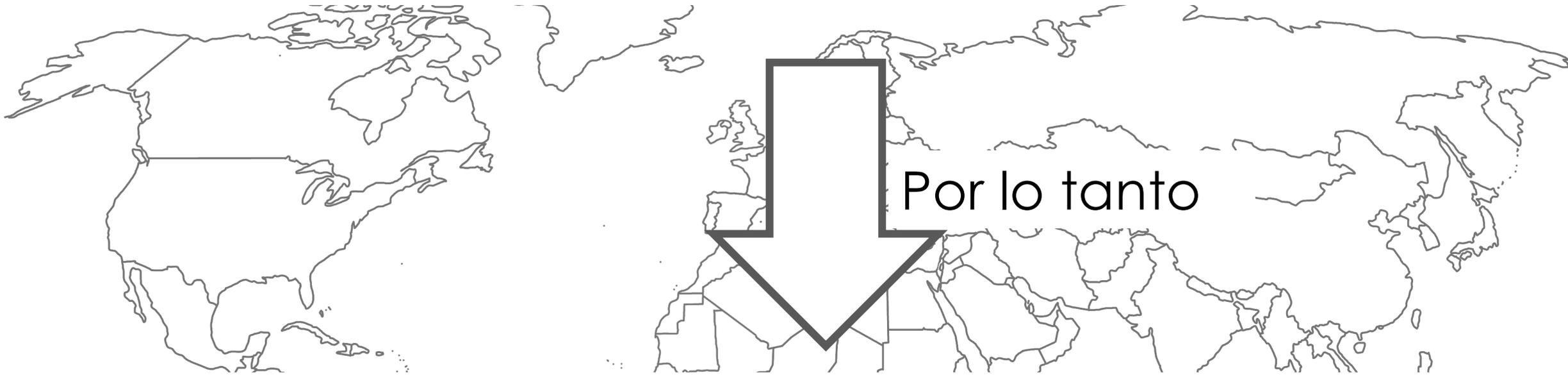
1. La construcción con madera tiene **ventajas ambientales**

2. Propiedades estructurales: la madera tiene una **alta resistencia** y **un peso propio** **menor**. Por lo tanto **resistencia/peso propio**



¿POR QUÉ MADERA?

1. La construcción con madera tiene **ventajas ambientales**
2. Propiedades estructurales: la madera tiene una **alta relación resistencia/peso propio**

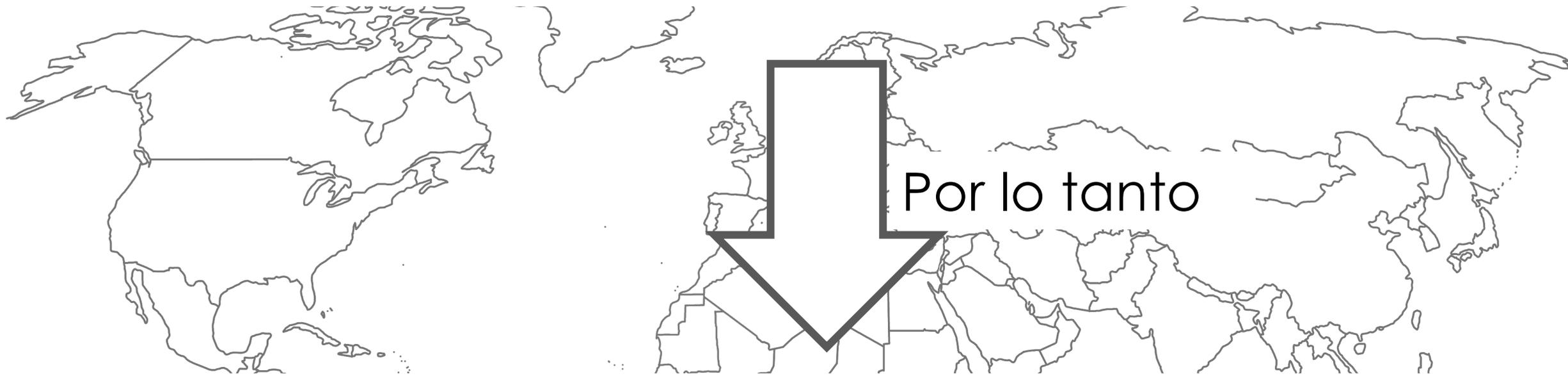


Un creciente número de países están diseñando **políticas para construir con madera**



¿POR QUÉ MADERA?

1. La construcción con madera tiene **ventajas ambientales**
2. Propiedades estructurales: la madera tiene una **alta relación resistencia/peso propio**



Un creciente número de países están diseñando políticas para construir con madera

La construcción con madera se está haciendo global (Ramage et al. 2017)



0. ¿Por qué madera?

1. Usos habituales

2. Tipologías estructurales

3. Especies

4. Productos de madera

5. Ubicación de la madera

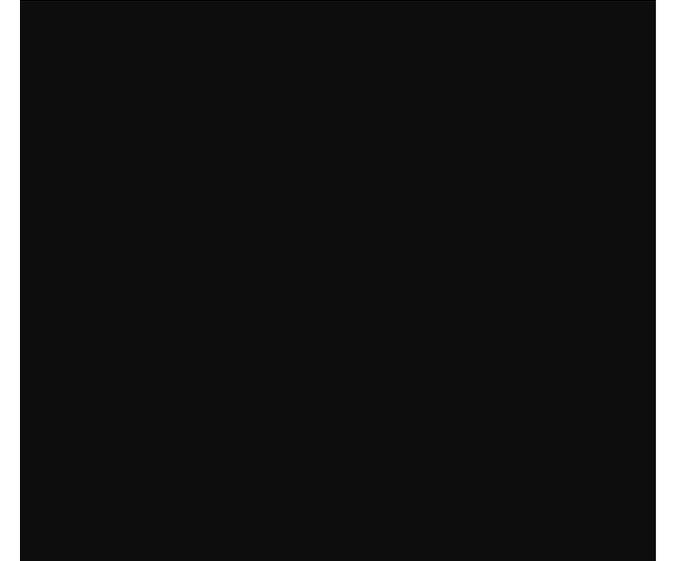
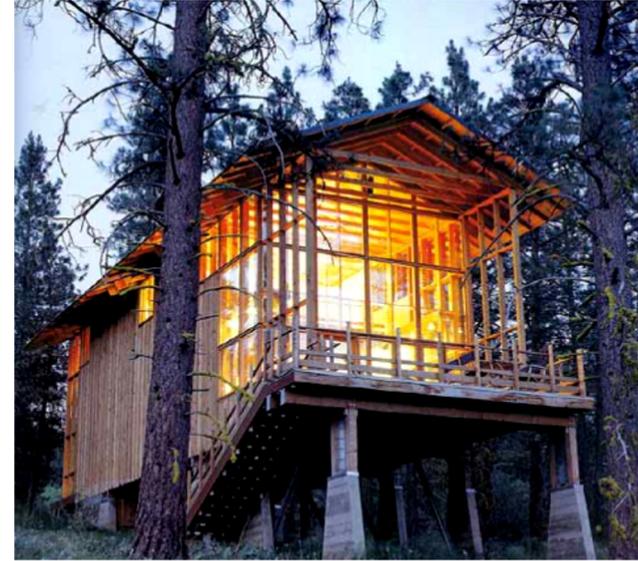
6. Uniones

7. Transporte y montaje

8. Normativa

1.2. Variables a tener en cuenta para proyectar con madera

VIVIENDA



Fuente: N. Braghieri "Casas de madera". Ed. Gamma. 2005



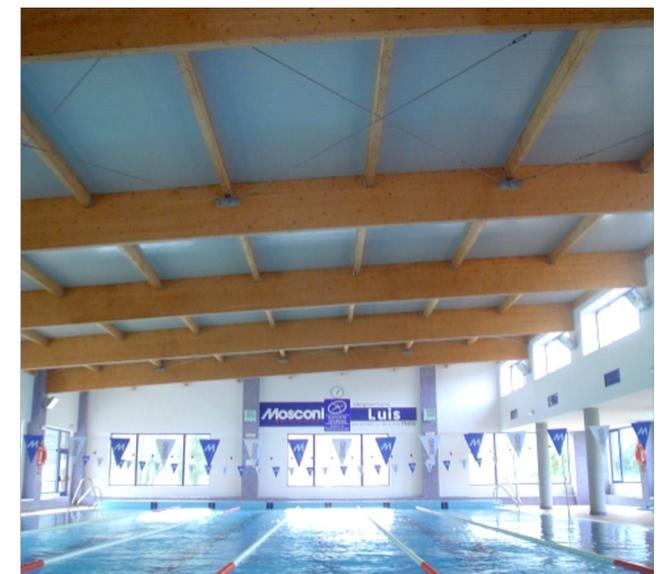




<https://www.theb1m.com/video/top-5-the-world-s-tallest-timber-buildings>



PISCINAS









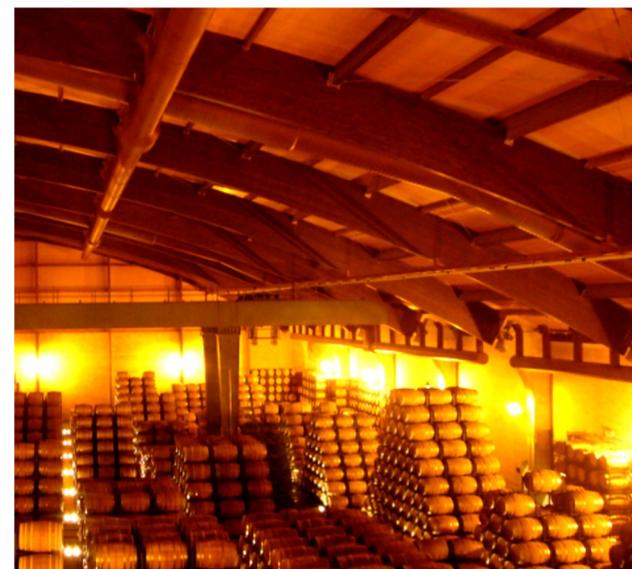
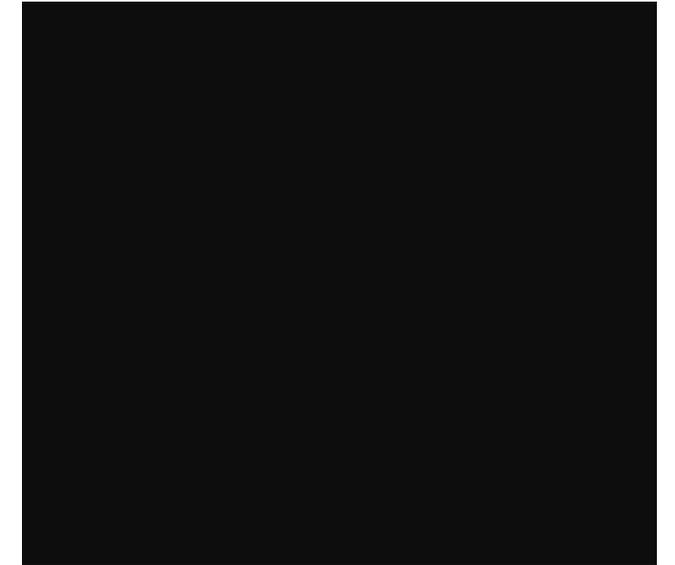
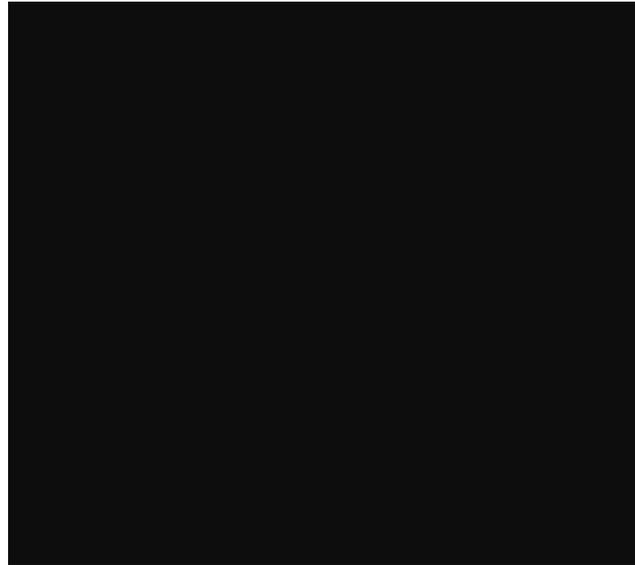










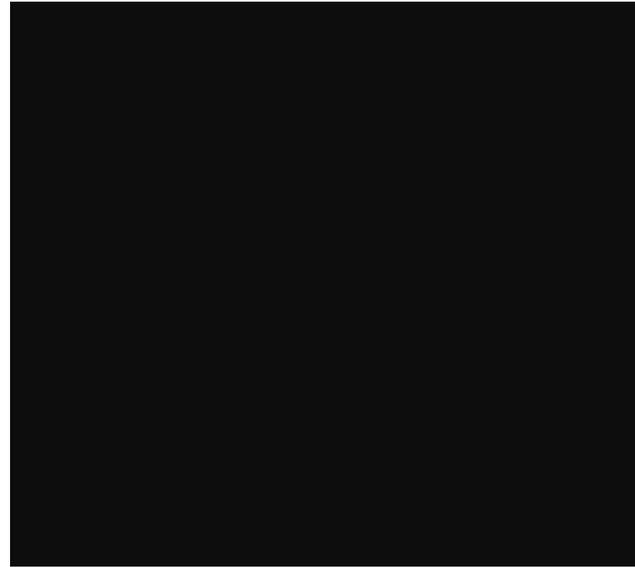






<https://inhabitat.com>

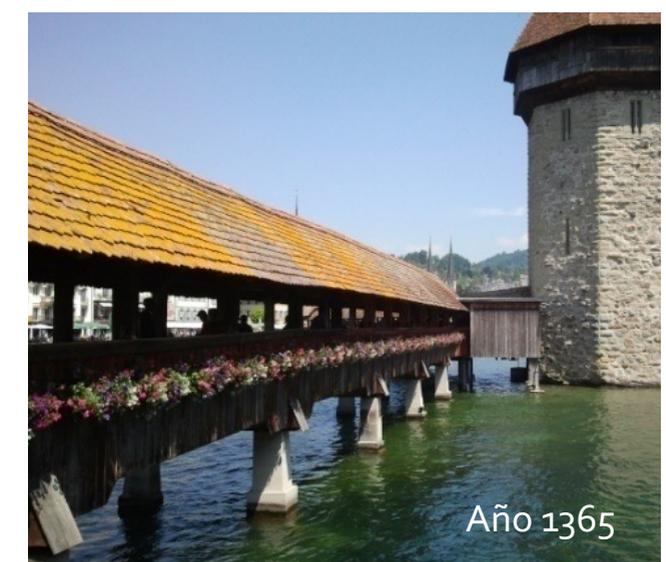












Año 1365



XXXVI

**JORNADAS SUDAMERICANAS
DE INGENIERÍA ESTRUCTURAL**

*19 al 21 de noviembre de 2014
Montevideo, Uruguay*



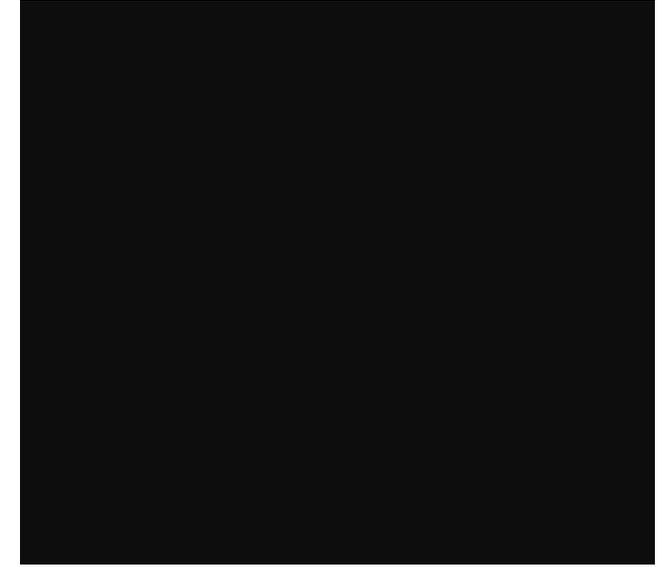
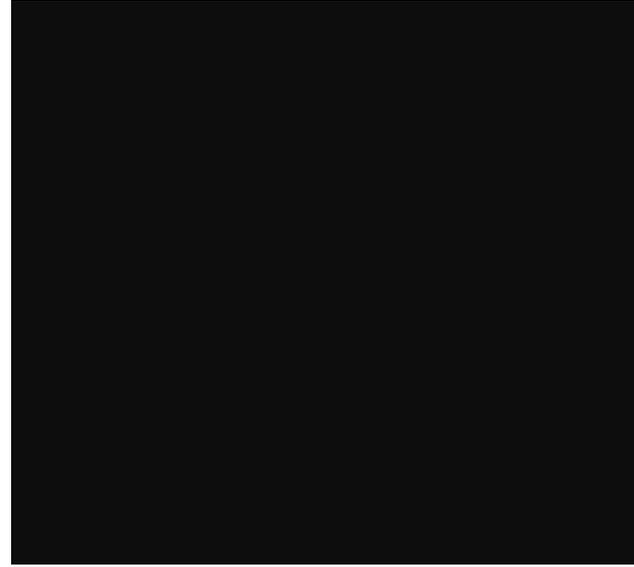




Año 1365

Viamala-Canton of Graubünden, Suiza





**PUENTES
VEHICULARES**





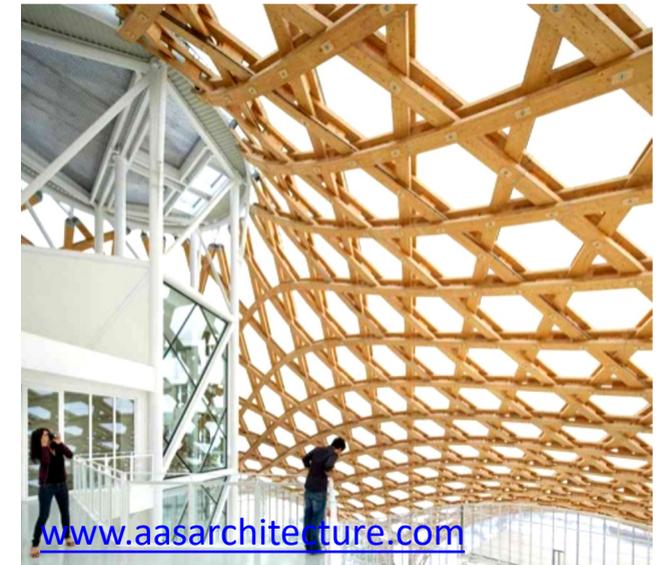




Año 1815

1.2. VARIABLES A TENER EN CUENTA PARA PROYECTAR CON MADERA





Edificio de oficinas
de Tamedia,
Zürich, Suiza.
Arq. Shigeru Ban,
Ing. Lehmann



1.2. VARIABLES A TENER EN CUENTA PARA PROYECTAR CON MADERA



Metrosol-Parasol,
Sevilla, España.
Arq. J. Mayer H.+ Ing.
ARUP+ Finnforest



es.wikipedia.org



Área Central Expo 2000, Hannover, Alemania.
IEZ Natterer (Ing. Julius Natterer + Arq. Thomas Herzog)



www.heinrichhecht.de

Centro Pompidou-Metz, Metz, Francia.
Arq. Shigeru Ban. Ing. ARUP



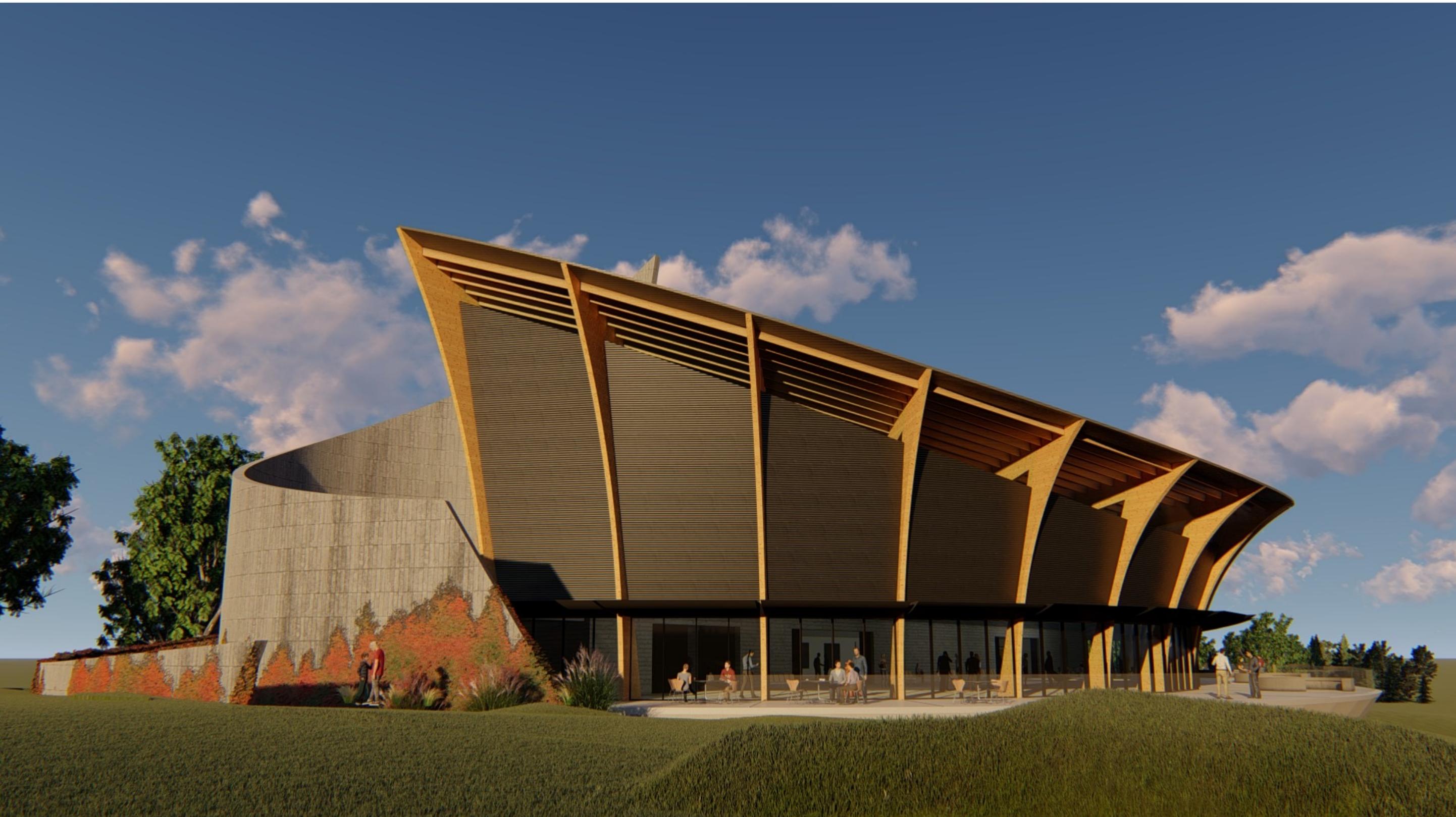
<http://worldtourisminfo.com/france/3235-Centre-PompidouMetz-photo-description-Le-centre-PompidouMetz.html>



Hotel del viento, Patagonia,
Argentina
Arq. Cazu Zegers



Museo de Arte Latinoamericano – Fundación Atchugarry
Manantiales, Maldonado



Fuente: Carlos Ott Architects



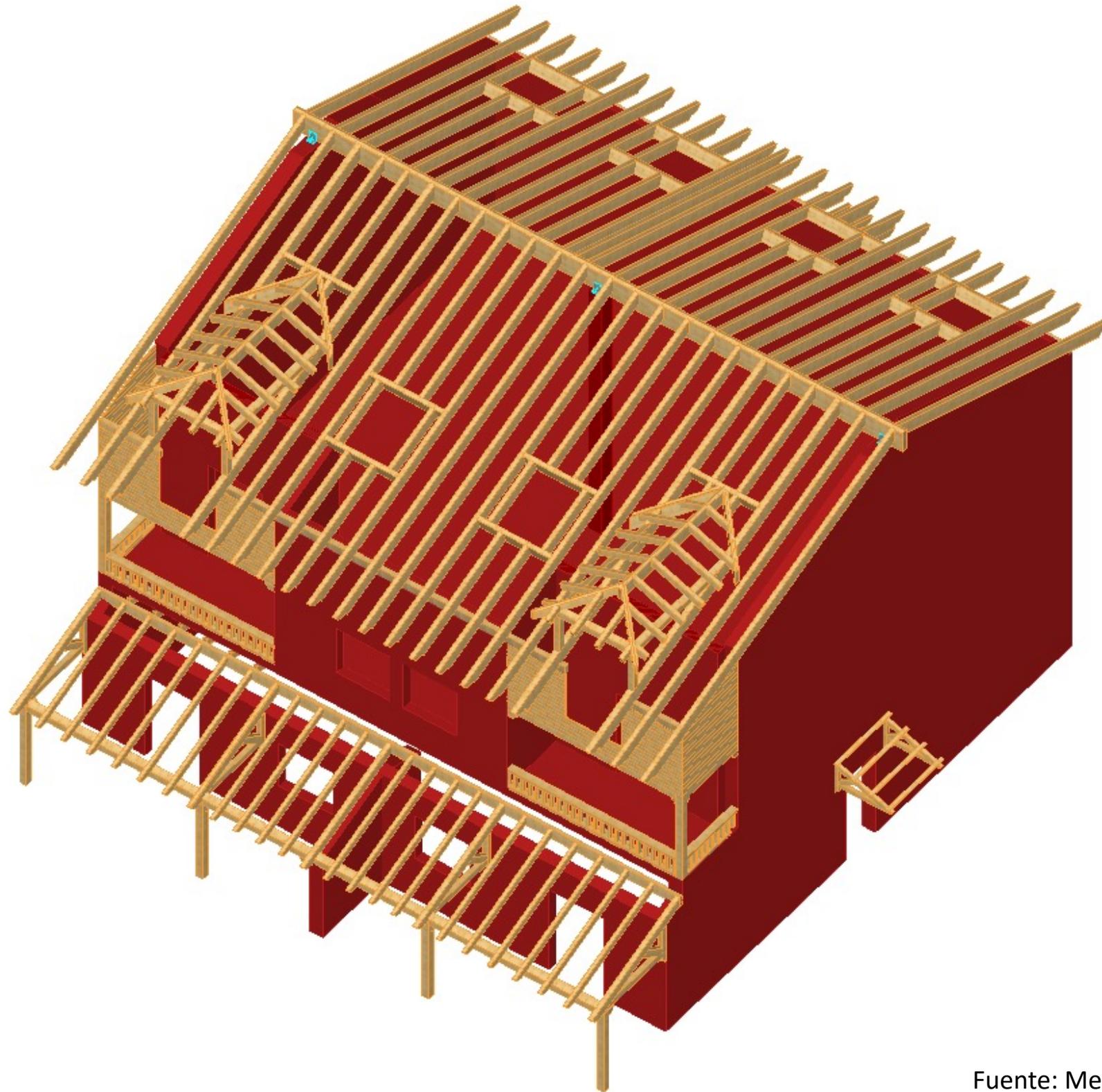


0. ¿Por qué madera?
1. Usos habituales
2. Tipologías estructurales
3. Especies
4. Productos de madera
5. Ubicación de la madera
6. Uniones
7. Transporte y montaje
8. Normativa

1.2. Variables a tener en cuenta para proyectar con madera

TIPOLOGÍAS ESTRUCTURALES: SISTEMA POSTE Y VIGA

ELEMENTOS SIMPLES RECTOS: VIGAS, CORREAS, CABIOS, PILARES, etc.



Fuente: Media Madera, ingenieros consultores, S.L.

TIPOLOGÍAS ESTRUCTURALES: SISTEMA POSTE Y VIGA

ELEMENTOS SIMPLES RECTOS: VIGAS, CORREAS, CABIOS, PILARES, etc.



TIPOLOGÍAS ESTRUCTURALES: SISTEMA POSTE Y VIGA

ELEMENTOS SIMPLES RECTOS: VIGAS, CORREAS, CABIOS, PILARES, etc.



TIPOLOGÍAS ESTRUCTURALES: SISTEMA POSTE Y VIGA

VIGAS A DOS AGUAS



Fuente: Media Madera, ingenieros consultores, S.L.



Fuente: Media Madera, ingenieros consultores, S.L.

TIPOLOGÍAS ESTRUCTURALES: SISTEMA POSTE Y VIGA

VIGAS CURVAS



TIPOLOGÍAS ESTRUCTURALES: SISTEMA POSTE Y VIGA

ARCOS



Fuente: Media Madera, ingenieros consultores, S.L.

TIPOLOGÍAS ESTRUCTURALES: SISTEMA POSTE Y VIGA

CERCHAS Y VIGAS EN CELOSÍA



Fuente: Media Madera, ingenieros consultores, S.L.



Fuente: Media Madera, ingenieros consultores, S.L.

TIPOLOGÍAS ESTRUCTURALES: SISTEMA POSTE Y VIGA

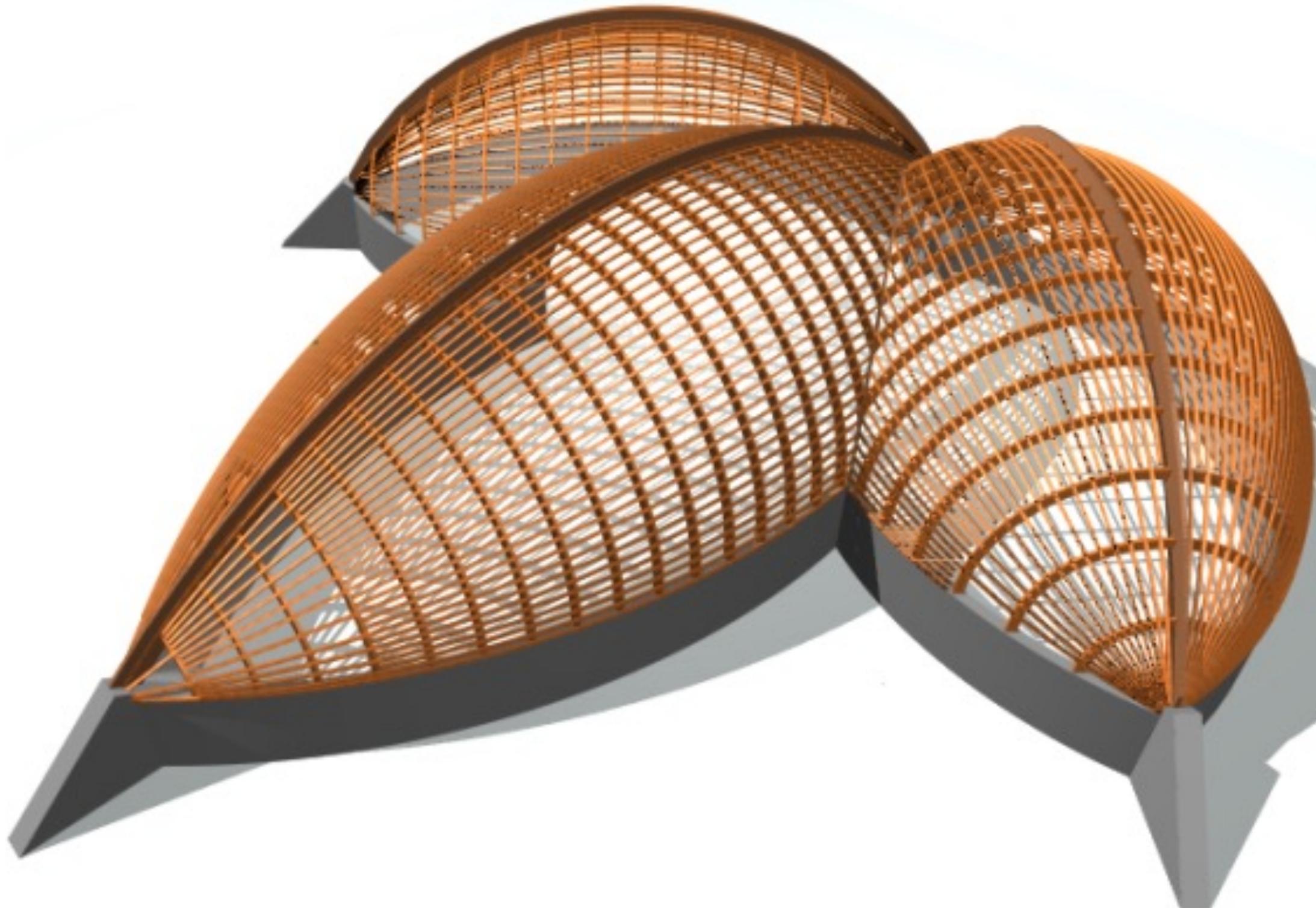
PÓRTICOS



Fuente: Media Madera, ingenieros consultores, S.L.

TIPOLOGÍAS ESTRUCTURALES: SISTEMA POSTE Y VIGA

ESTRUCTURAS TRIDIMENSIONALES



Fuente: Media Madera, ingenieros consultores, S.L.

TIPOLOGÍAS ESTRUCTURALES: SISTEMA ENTAMADO LIGERO



<http://www.casademadera.org/not104.html>

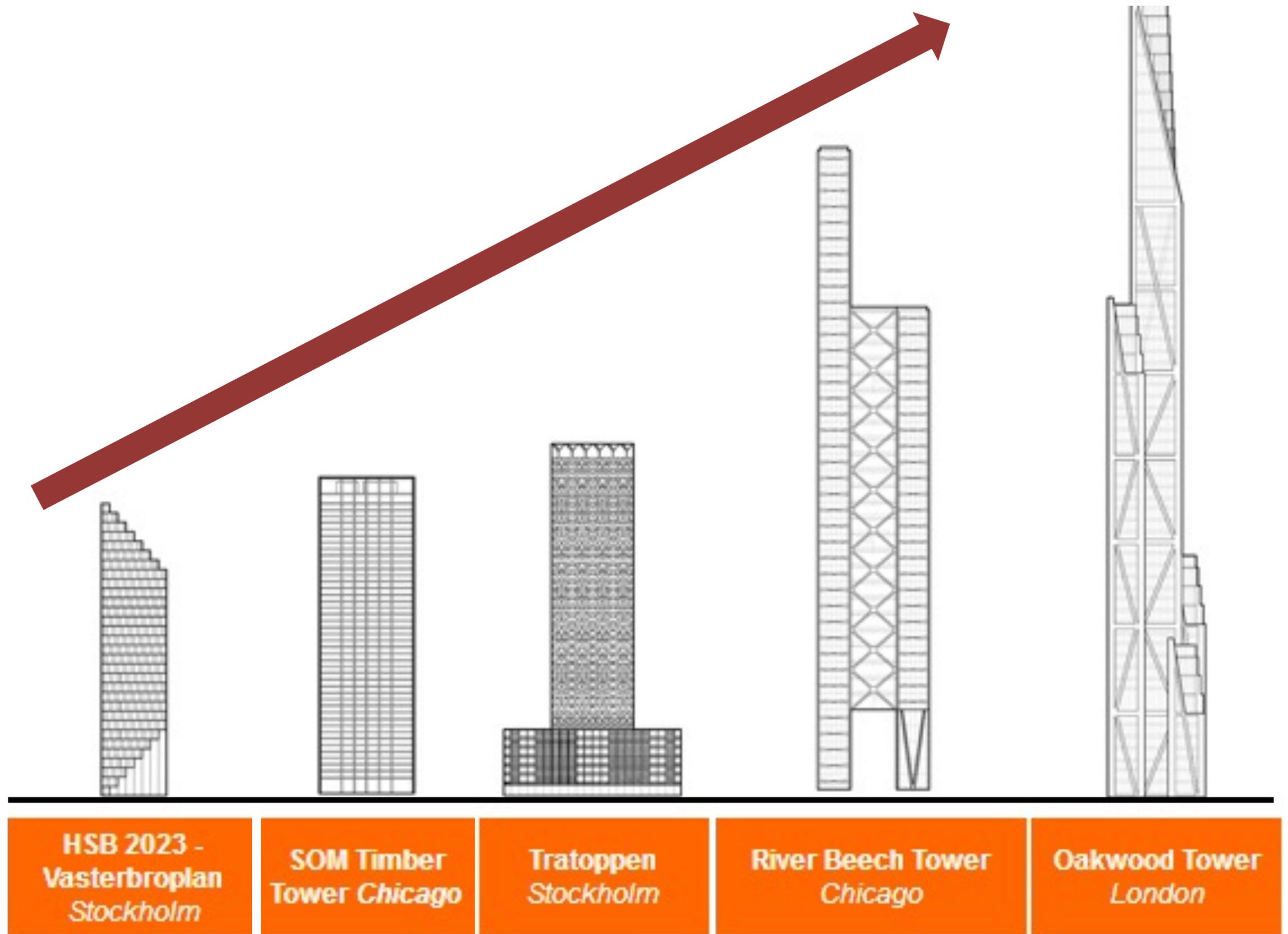
TIPOLOGÍAS ESTRUCTURALES: SISTEMA ENTRAMADO LIGERO

Proyecto LA CASA URUGUAYA

Fac. Arquitectura,
Universidad ORT



TIPOLOGÍAS ESTRUCTURALES: SISTEMA "MASS TIMBER"



Fuente: Media Madera, Ingenieros Consultores, S.L.

HOTEL LA JUANITA

José Ignacio, Uruguay

ENKELGROUP, Uruguay

DOLOMIT, Italia



0. ¿Por qué madera?
1. Usos habituales
2. Tipologías estructurales
3. **Especies**
4. Productos de madera
5. Ubicación de la madera
6. Uniones
7. Transporte y montaje
8. Normativa

1.2. Variables a tener en cuenta para proyectar con madera

1.2. VARIABLES A TENER EN CUENTA PARA PROYECTAR CON MADERA

ESPECIE

CONÍFERAS

PINO

FRONDOSAS

EUCALIPTO



ESPECIE

Procedencias: Alemania, Austria, Canadá, Eslovenia, EEUU, España, Francia, Irlanda, Italia, Países Bajos, Países Nórdicos, Portugal, Reino Unido, República Checa y República de Eslovaquia

CONÍFERAS

Abies alba
Abies amabilis
Abies balsamea
Abies concolor
Abies grandis
Abies lasiocarpa
Abies magnifica
Abies procera (A. nobilis)
Araucaria angustifolia
Larix decidua (L. europea)
Larix eurolepsis
Larix kaempferi (L. leptolepsis)
Larix occidentalis
Picea abies
Picea engelmannii
Picea glauca
Picea mariana
Picea rubens
Picea sitchensis

Pinus banksiana
Pinus caribaea
Pinus contorta
Pinus echinata
Pinus elliottii
Pinus lambertiana
Pinus monticola
Pinus nigra
Pinus oocarpa
Pinus palustris
Pinus pinaster
Pinus ponderosa
Pinus sylvestris
Pinus taeda
Pinus radiata
Populus^a
Populus nigra
Pseudotsuga menziesii
Thuja plicata
Tsuga heterophylla
Tsuga mertensiana

FRONDOSAS

Acer pseudoplatanus
Castanea sativa
Cylicodiscus gabunensis Harms
Dinizia excelsa Ducke
Dipteryx odorata Willd
Dicorynia guianensis Amsh
Dipterocarpus spp
Dryobalanops spp
Erismia uncinatum Warm
Erythrophleum ivorense A. Chev
Erythrophleum suaveolens Brenan
Entandrophragma cylindricum
Eucalyptus diversicolor
Eucalyptus marginata
Eucalyptus globulus
Intsia bijuga
Intsia palembanica
Koompassia malaccensis
Lophira alata
Manikara bidentata
Milicia excelsa
Milicia regia

Nauclea diderrichii
Nauclea suaveolens Brenan
Ocotea rodiaei
Shorea glauca
Shorea maxwelliana
Tectona grandis
Tabebuia Spp
Fagus sylvatica
Quercus petraea
Quercus robur
Quercus alba
Quercus rubra
Quercus Spp: Ruizterania spp
Fraxinus americana
Fraxinus excelsior

0. ¿Por qué madera?
1. Usos habituales
2. Tipologías estructurales
3. Especies
4. Productos de madera
5. Ubicación de la madera
6. Uniones
7. Transporte y montaje
8. Normativa

1.2. Variables a tener en cuenta para proyectar con madera

1.2. VARIABLES A TENER EN CUENTA PARA PROYECTAR CON MADERA

TIPO DE MADERA

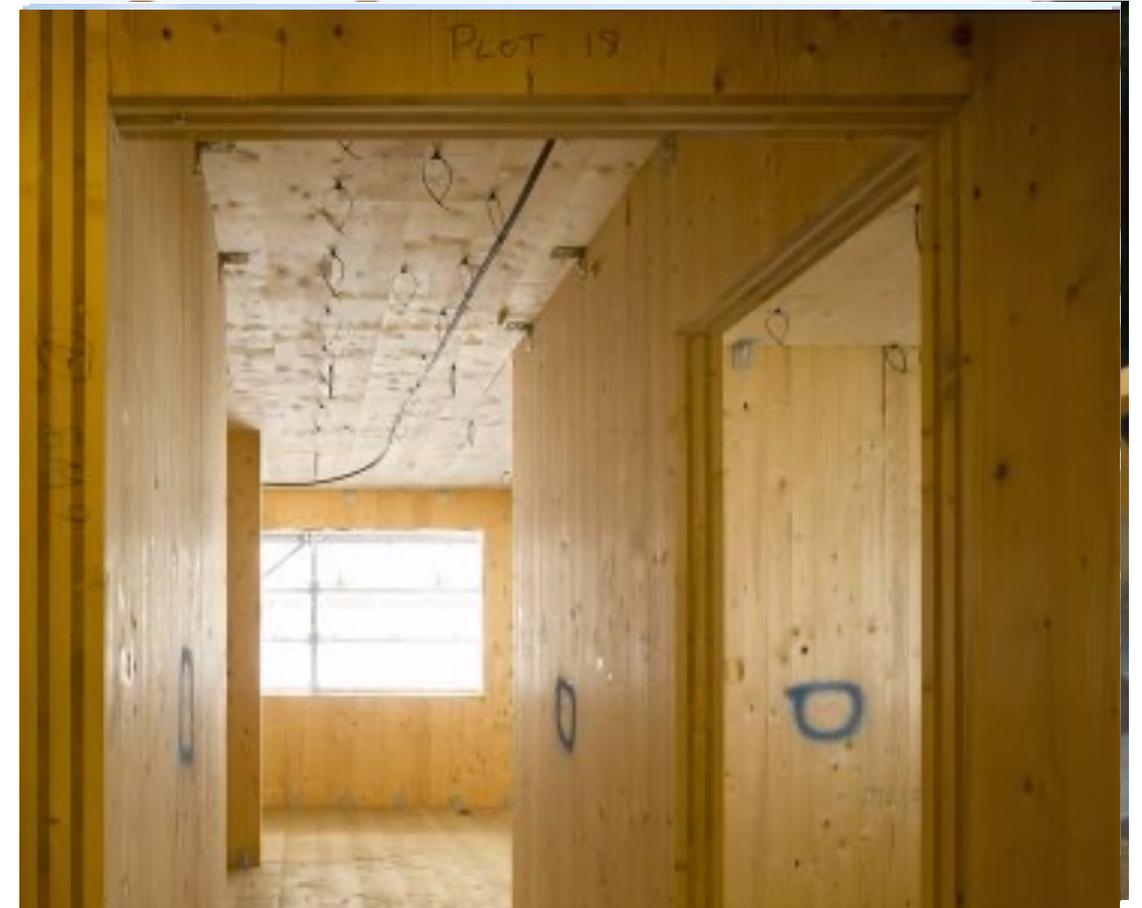
ASERRADA

LAMINADA

MICROLAMINADA

ROLOS

CLT



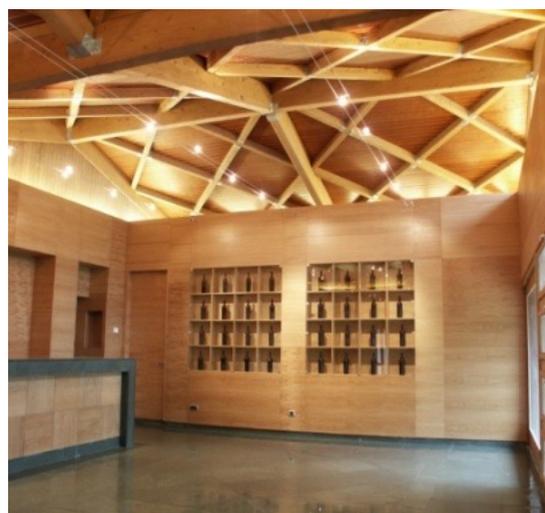
0. ¿Por qué madera?
1. Usos habituales
2. Tipologías estructurales
3. Especies
4. Productos de madera
5. Ubicación de la madera
6. Uniones
7. Transporte y montaje
8. Normativa

1.2. Variables a tener en cuenta para proyectar con madera



1.2. VARIABLES A TENER EN CUENTA PARA PROYECTAR CON MADERA

ESPECIE	TIPO DE MADERA	UBICACIÓN
CONÍFERAS	ASERRADA	CLASE DE USO
FRONDOSAS	LAMINADA	CLASE 1
	MICROLAMINADA	CLASE 2
	ROLLIZOS	CLASE 3
	TABLEROS	CLASE 4
		CLASE 5

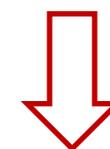


1.2. VARIABLES A TENER EN CUENTA PARA PROYECTAR CON MADERA

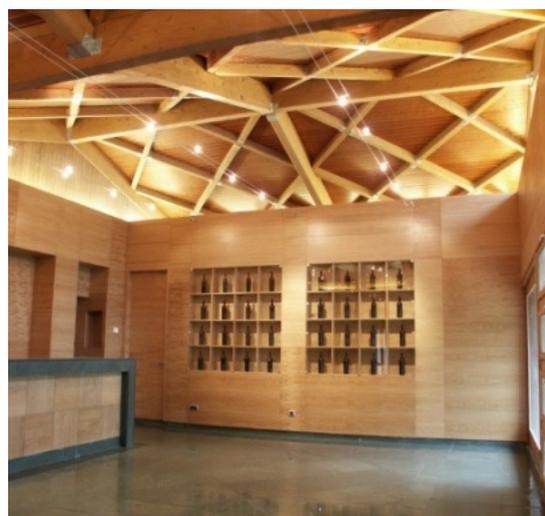


1.2. VARIABLES A TENER EN CUENTA PARA PROYECTAR CON MADERA

ESPECIE	TIPO DE MADERA	UBICACIÓN	
CONÍFERAS	ASERRADA	CLASE DE USO	CLASE SERVICIO
FRONDOSAS	LAMINADA	CLASE 1	CLASE 1
	MICROLAMINADA	CLASE 2	CLASE 2
	ROLLIZOS	CLASE 3	CLASE 3
	TABLEROS	CLASE 4	
		CLASE 5	



VALORES DE CÁLCULO		
CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3



Fuente: Media Madera, ingenieros consultores, S.L.

0. ¿Por qué madera?
1. Usos habituales
2. Tipologías estructurales
3. Especies
4. Productos de madera
5. Ubicación de la madera
- 6. Uniones**
7. Transporte y montaje
8. Normativa

1.2. Variables a tener en cuenta para proyectar con madera



1.2. VARIABLES A TENER EN CUENTA PARA PROYECTAR CON MADERA

ESPECIE	TIPO DE MADERA	UBICACIÓN		UNIONES
CONÍFERAS	ASERRADA	CLASE DE USO	CLASE SERVICIO	TRADICIONALES
FRONDOSAS	LAMINADA	CLASE 1	CLASE 1	HERR.METÁLICOS
	MICROLAMINADA	CLASE 2	CLASE 2	
	ROLLIZOS	CLASE 3	CLASE 3	
	TABLEROS	CLASE 4		
		CLASE 5		

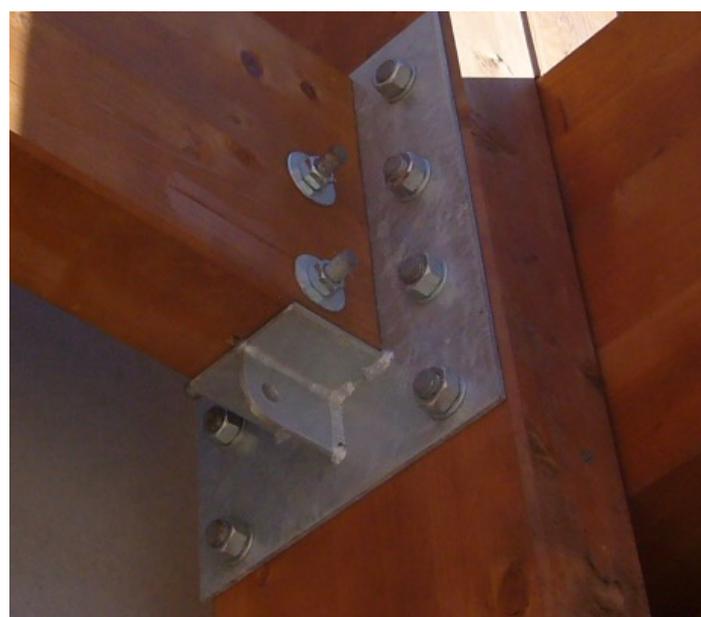
www.fustesgraus.com



inoxidable



galvanizado en caliente



unión oculta

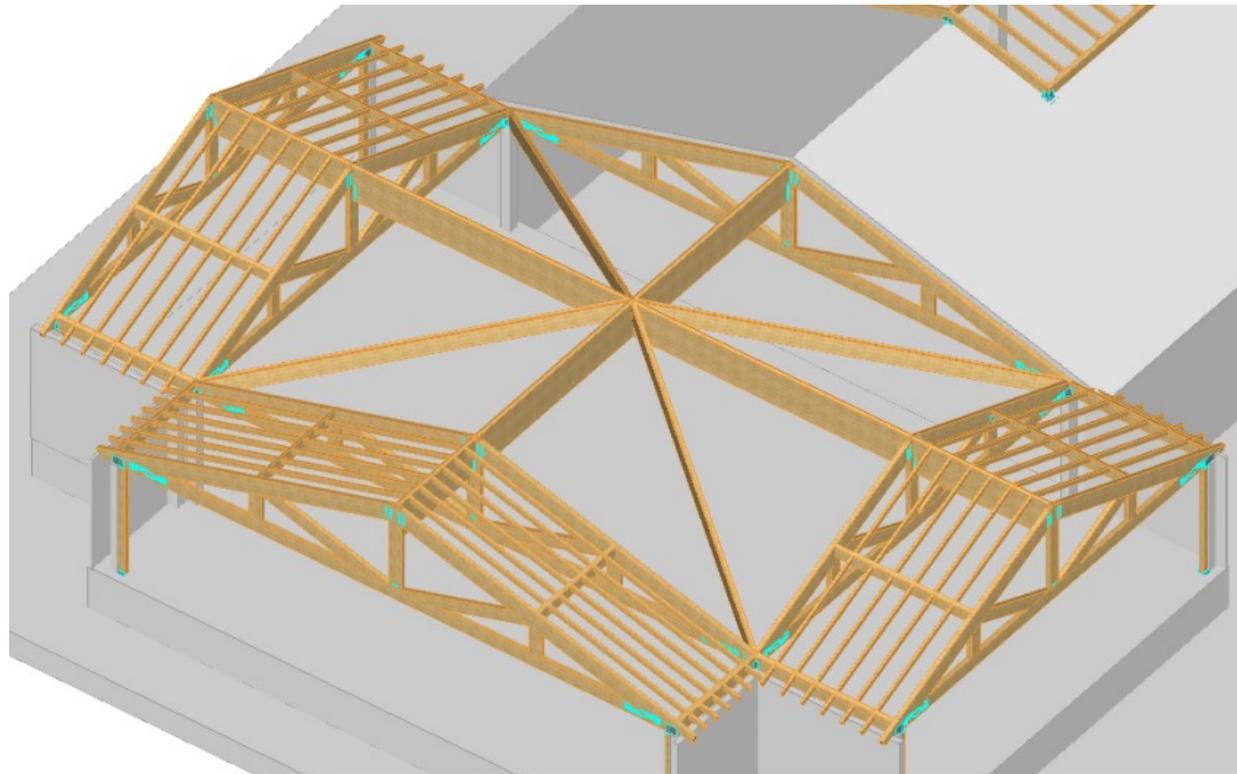


0. ¿Por qué madera?
1. Usos habituales
2. Tipologías estructurales
3. Especies
4. Productos de madera
5. Ubicación de la madera
6. Uniones
7. Transporte y montaje
8. Normativa

1.2. Variables a tener en cuenta para proyectar con madera

1.2. VARIABLES A TENER EN CUENTA PARA PROYECTAR CON MADERA

Fuente: Media Madera, ingenieros consultores, S.L.



DISEÑO Y CÁLCULO



FABRICACIÓN



MONTAJE

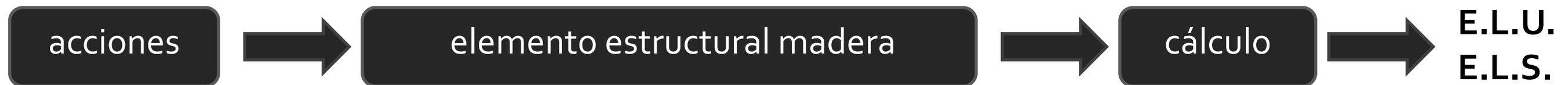


TRANSPORTE

0. ¿Por qué madera?
1. Usos habituales
2. Tipologías estructurales
3. Especies
4. Productos de madera
5. Ubicación de la madera
6. Uniones
7. Transporte y montaje
8. Normativa

1.2. Variables a tener en cuenta para proyectar con madera

NORMATIVA



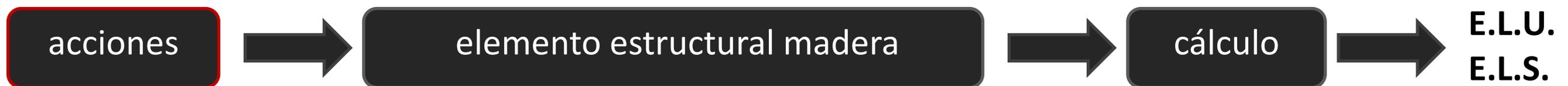
NORMATIVA

NORMATIVA Y PLIEGOS A CONSIDERAR EN **URUGUAY** PARA DEFINIR LAS **ACCIONES** QUE INDICEN SOBRE LAS ESTRUCTURAS:

UNIT 33:91. Cargas a utilizar en el proyecto de edificios

UNIT 50:84. Acción del viento sobre construcciones

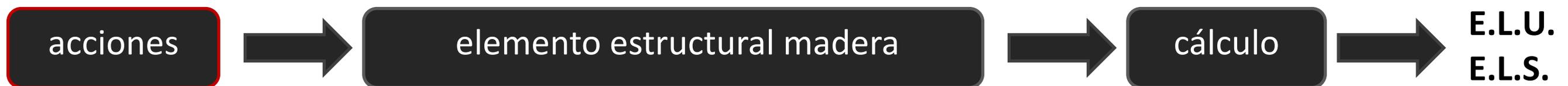
Pliego DNV:1989. Pliego de condiciones de la Dirección Nacional de Vialidad para la construcción de puentes y carreteras. Ministerio de Transporte y Obras Públicas. Uruguay
Capítulo D: proyecto de puentes



NORMATIVA

NORMATIVA Y PLIEGOS A CONSIDERAR EN **URUGUAY** PARA DEFINIR LAS **ACCIONES** QUE INDICEN SOBRE LAS ESTRUCTURAS:

UNIT 33:91.	Cargas a utilizar en el proyecto de edificios
UNIT 50:84.	Acción del viento sobre construcciones
Pliego DNV:1989.	Pliego de condiciones de la Dirección Nacional de Vialidad para la construcción de puentes y carreteras. Ministerio de Transporte y Obras Públicas. Uruguay Capítulo D: proyecto de puentes



NORMATIVA Y PLIEGOS A CONSIDERAR EN **EUROPA** PARA DEFINIR LAS **ACCIONES** QUE INDICEN SOBRE LAS ESTRUCTURAS:

EN-1990.	Eurocódigo 1. Bases de proyecto y acciones en la edificación
CTE-SE-AE.	Código Técnico de la Edificación. Seguridad Estructural. Acciones en la edificación
IAP.	Instrucción de Acciones en Puentes de Carretera

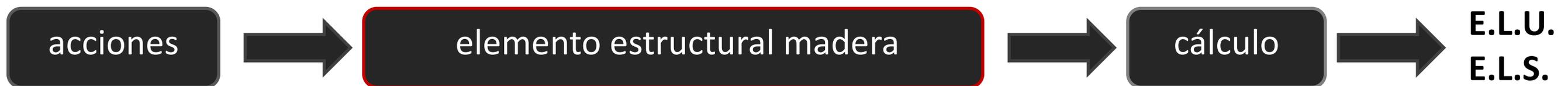
NORMATIVA



NORMATIVA

PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA MADERA **URUGUAYA**:

UNIT 1261	Madera aserrada de uso estructural. Clasificación visual. Madera de pino taeda y pino ellioti (<i>Pinus taeda</i> y <i>Pinus elliotii</i>)
UNIT 1262	Madera aserrada de uso estructural. Clasificación visual. Madera de eucalipto (<i>Eucalyptus grandis</i>)
UNIT 1264	Estructuras de madera. Madera laminada encolada. Requisitos de fabricación
UNIT 1265	Estructuras de madera. Madera laminada encolada. Requisitos

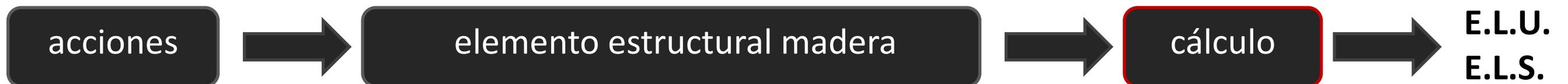


PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE MADERA DE **OTRAS PROCEDENCIAS**:

EN 338. Madera estructural. Clases resistentes

Argentina, Chile, Brasil, EEUU, ...

NORMATIVA



NORMATIVA PARA EL CÁLCULO ESTRUCTURAL EN MADERA: **EUROCÓDIGO 5**

EN 1995-1-1:2006/A1:2010. Proyecto de estructuras de madera. Parte 1-1: Reglas generales y reglas para la edificación

EN 1995-1-2:2011. Proyecto de estructuras de madera. Parte 1-2: Proyecto de estructuras sometidas a fuego

EN 1995-2:2010. Proyecto de estructuras de madera. Parte 2: Puentes

PROPUESTA DE ANEXO NACIONAL URUGUAYO AL EUROCÓDIGO 5



**GRACIAS POR LA
ATENCIÓN**

