



DURABILIDAD DE LA MADERA

Prof. Néstor Mora

FACTORES QUE DETERMINAN LA DURABILIDAD NATURAL DE LA MADERA

Factores inherentes a la naturaleza de la madera

- Albura y duramen
- Densidad
- Color
- Velocidad de crecimiento de los árboles
- Madera juvenil y adulta

Condiciones finales de uso

METODOS PARA DETERMINAR LA DURABILIDAD NATURALE INDUCIDA DE LA MADERA

Métodos de laboratorio

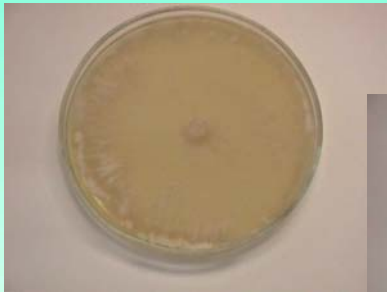
- **Agar/Block**
- **Soil/Block**
- **Microcosmos terrestres (suelos no estériles)**

Método de campo

Cementerio de estacas

MÉTODOS PARA DETERMINAR LA DURABILIDAD NATURAL DE LA MADERA

Métodos de laboratorio



METODOS PARA DETERMINAR LA DURABILIDAD NATURAL DE LA MADERA

TERMITAS



METODOS PARA DETERMINAR LA DURABILIDAD NATURAL DE LA MADERA

$$\text{Pérdida de Peso} = \frac{(P1 - P2)}{P1} * 100$$

P1= Peso original.

P2= Pérdida de peso por la pudrición.

CLASIFICACION DE LA MADERA POR SU DURABILIDAD

Promedio de pérdida de peso (%)	Grado de resistencia	Clase
0 – 10	Altamente resistente	A
11 – 24	Resistente	B
24 – 44	Moderadamente resistente	C
45 en adelante	No resistente	D

METODOS PARA DETERMINAR LA DURABILIDAD NATURAL DE LA MADERA

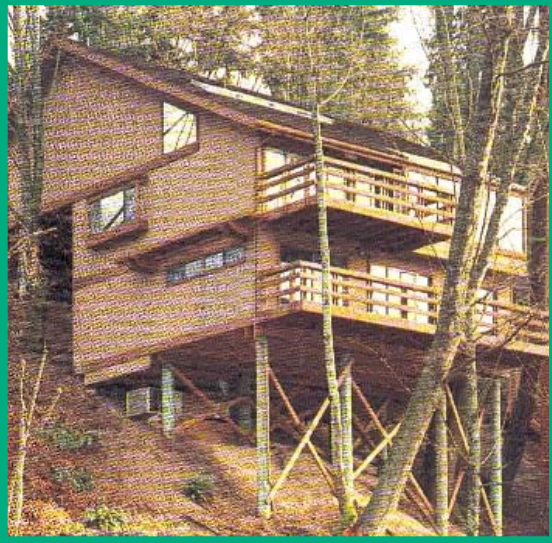
Método de campo



Clasificación de las maderas según su durabilidad natural

Clase	Definición	Vida en servicio	
		Clima moderado	En los trópicos
1	Muy durable	> de 25 años	> de 15 años
2	Durable	15 - 20 años	10 - 15 años
3	Moderadamente durable	10 - 15 años	5 - 10 años
4	No durable	5 - 10 años	2 - 5 años
5	Perecedero	< de 5 años	< de 2 años

Clase de riesgo	Situación de servicio	Exposición a la humidificación	Tipo de Protección	
			Necesaria	Recomendable
1	Sin contacto con el suelo. Bajo cubierta (ambiente seco)	Ninguna	Superficial	Superficial
2	Sin contacto con el suelo. Bajo cubierta (riesgo de humedad)	Ocasionalmente	Superficial	Media
3	Sin contacto con el suelo. No bajo cubierta (situación expuesta)	Frecuentemente	Media	Profunda
4	En contacto con el suelo	Permanente	Profunda	Profunda
5	En agua salada	Permanente	Profunda	Profunda



PRESERVANTES PARA MADERA

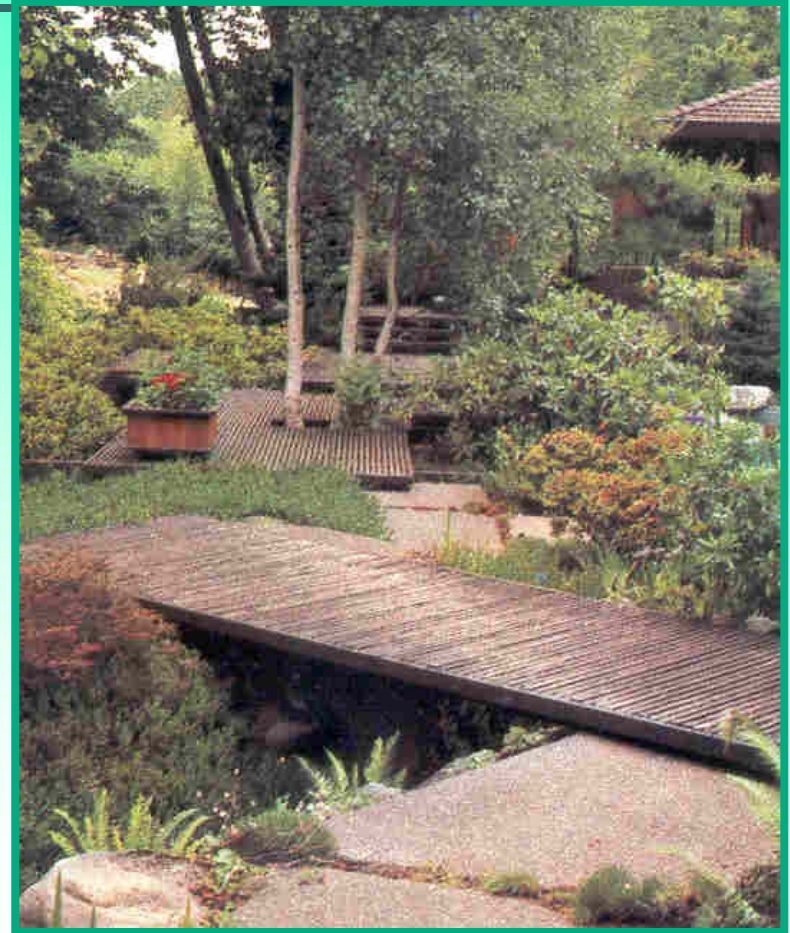
MADERA PRESERVADA - PRODUCCIÓN

Situación actual

Producción

Aproximada (m³)

<i>Estados Unidos</i>	17 millones
<i>Brasil</i>	500 mil
<i>Suecia</i>	800 mil



PRESERVANTES PARA MADERAS

Requisitos

- Toxicidad
- Penetrabilidad
- Permanencia
- Inocuidad
- No corrosivo
- Fácil de aplicar
- Permitir acabados
- Económicos y accesibles



Fotos: Battistella

CLASIFICACIÓN DE LOS PRESERVANTES PARA MADERAS

Creosota

Preservantes orgánicos

Preservantes inorgánicos

Creosota

- ❑ En uso desde 1838
- ❑ Consiste de aceites medianos y pesados, constituidos por hidrocarburos aromáticos con bases de alquitrán
- ❑ Eventualmente biodegradable
- ❑ Altamente efectiva contra hongos insectos y perforadores marinos
- ❑ Preservante para postes y durmientes
- ❑ No es conductora de electricidad, reduce la corrosión y desgaste mecánico

Preservantes orgánicos

- ❑ Sustancias oleosolubles
- ❑ Gran poder tóxico
- ❑ No corrosivas
- ❑ Gran poder de penetración
- ❑ Permite acabados superficiales

Naftenato de cobre (CuN),
Quinolinolato 8 de cobre (Cu-8),
Clorotalonil, TCBTM, IPBC, Triazoles,
Triazol + IPBC

Preservantes inorgánicos

- ❑ Sustancias hidrosolubles
- ❑ Constituidas por sales múltiples
- ❑ Reconocido poder fungicida e insecticida
- ❑ Buena fijación, no fitotóxicos, no inflamables
- ❑ Permiten buenos acabados superficiales
- ❑ Causa hinchazón en la madera recién tratada

Cobre amonio cuaternario (ACQ), Cobre cromo arsénico (CCA), Cobre cromo boro (CCB), Amonio cobre arsénico (ACA), Cobre cromo flúor (CCF), cobre + azol

- ❑ Compuestos de boro (ácido bórico, bórax)

EVALUACIÓN DEL GRADO DE PROTECCIÓN

□ Absorción $A = (P_i - P_f) / V$ (kg/m³)

□ Retención $R = A \times C / 100$ (kg/m³)

□ Penetración: Total regular, total irregular, parcial regular, parcial irregular, parcial vascular, nula

PROTECCIÓN DE LA MADERA CONTRA EL FUEGO

- ❑ Impedir o retardar la combustión
- ❑ Capa aislante y resistente que impida el acceso de oxígeno o calor necesario para la combustión
- ❑ Reacción interna, produciendo vapores no inflamables, formación de carbón y agua

Cloruro de zinc, sulfato de amonio, ácido bórico, fosfato de amonio,



METODOS DE PRESERVACION

ACONDICIONAMIENTO DE LA MADERA ANTES DE LA PRESERVACIÓN

- ❑ Descortezado
- ❑ Secado
- ❑ Labrado y taladrado
- ❑ Incisiones

TIPOS DE TRATAMIENTOS

SIN PRESIÓN:

- ❑ Brocha, rodillo, aspersión
- ❑ Difusión
- ❑ Doble difusión
- ❑ Baño caliente - frío
- ❑ Desplazamiento de savia

CON PRESIÓN:

- ❑ Proceso a célula llena (Bethell)
- ❑ Proceso a célula vacía (Lowry, Rueping)

BROCHA, RODILLO, ASPERSION

- ❑ $CH \leq 20 \%$
- ❑ Libre de recubrimientos
- ❑ Tratamientos temporales
- ❑ Uso para interiores o protegidos de la intemperie

INMERSION

- ❑ Madera verde o seca
- ❑ Tiempo variable
- ❑ Retenciones bajas
- ❑ Utilizado en aserraderos

DIFUSION SIMPLE

- ❑ CH >> PSF >> 50 %
- ❑ Preservantes hidrosolubles: bórax + ácido bórico (Timbor®), sulfato de cobre ($\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$), fluoruro de sodio (NaF)
- ❑ Tiempo inmersión variable
- ❑ Periodo de difusión variable (7 días)

DOBLE DIFUSION

- ❑ CH>>PSF >>50 %
- ❑ Primera inmersión: (primera solución) duración 1-3 días, difusión de 7-10 días. Producto: sulfato de cobre (7-10%)
- ❑ Segunda inmersión: (segunda solución) duración 7-10 días, difusión 7-10 días Producto: bórax (8-10%)

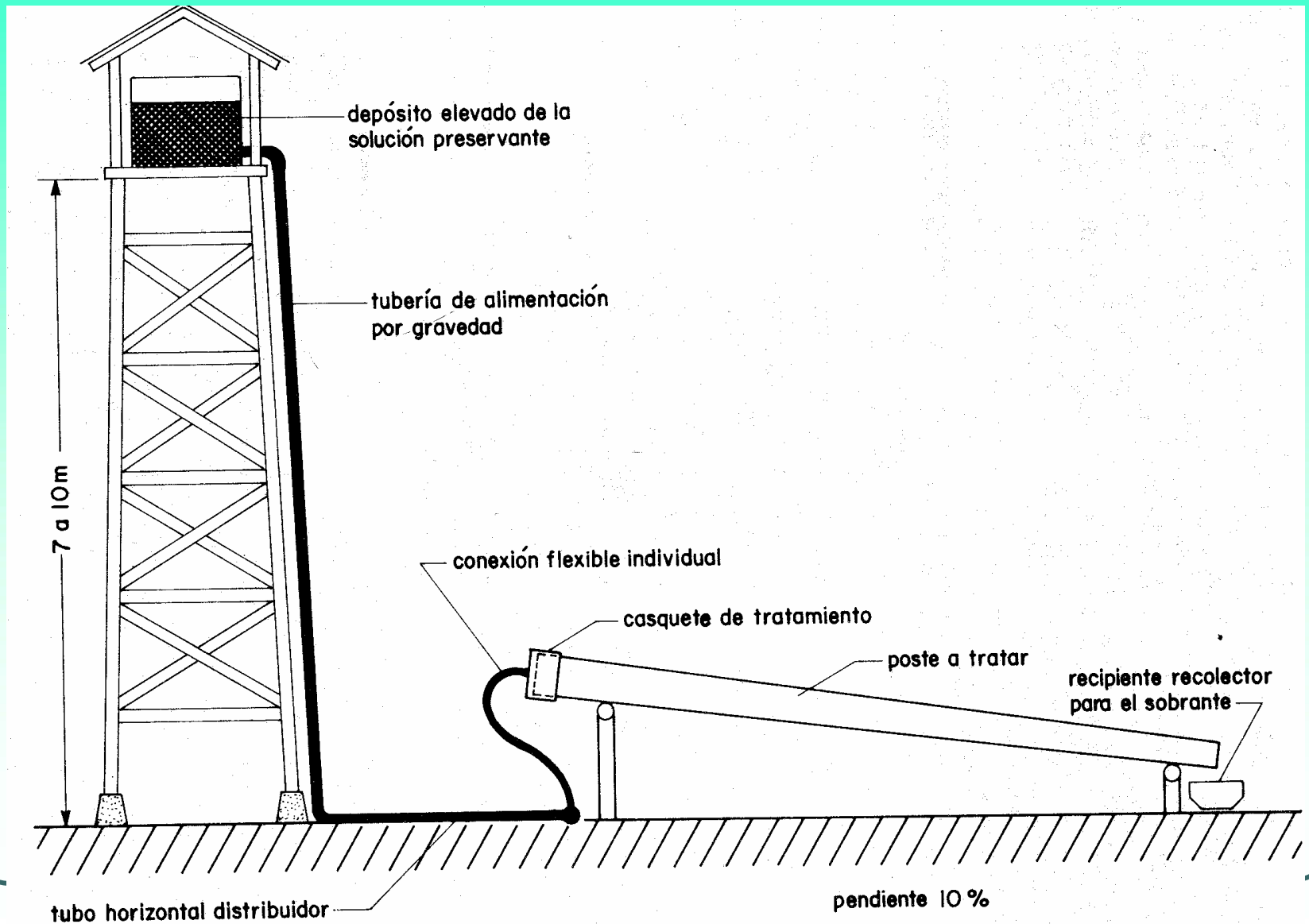
BAÑO CALIENTE - FRIO

- ❑ Madera seca o parcialmente seca
- ❑ Preservantes oleosolubles
- ❑ Baño caliente: temperatura 90 - 110 °C, duración 6 horas o mas
- ❑ Baño frió: temperatura ambiente, duración aproximadamente el doble

DESPLAZAMIENTO DE SAVIA

- ❑ Madera rolliza en condición verde con corteza
- ❑ Preservantes hidrosolubles
- ❑ Tiempo: horas a días
- ❑ Desventajas: inefectivas en duramen impermeable y tendencia a rajaduras
Dificultad para determinar la retención
Pérdidas de preservante por rechazo.
La finalización del tratamiento es subjetiva.

DESPLAZAMIENTO DE SAVIA



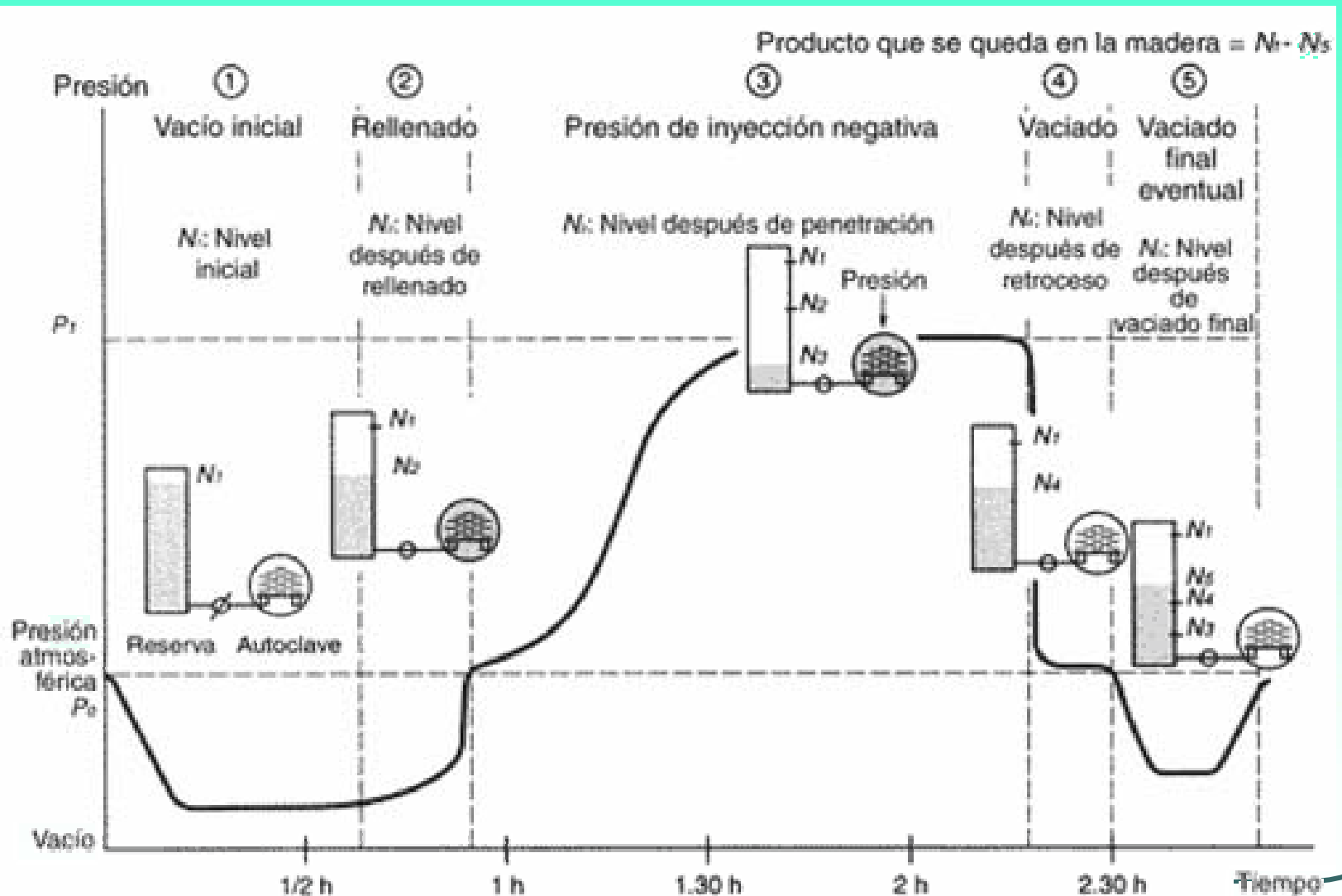
PROCEDIMIENTO BETHELL

- ❑ CH \leq 25%
- ❑ Madera en dimensiones finales de uso, labrado y taladrado
- ❑ Preservantes hidrosolubles
- ❑ Se alcanzan altas retenciones y penetraciones
- ❑ Planta de preservación

PLANTA DE PRESERVACIÓN



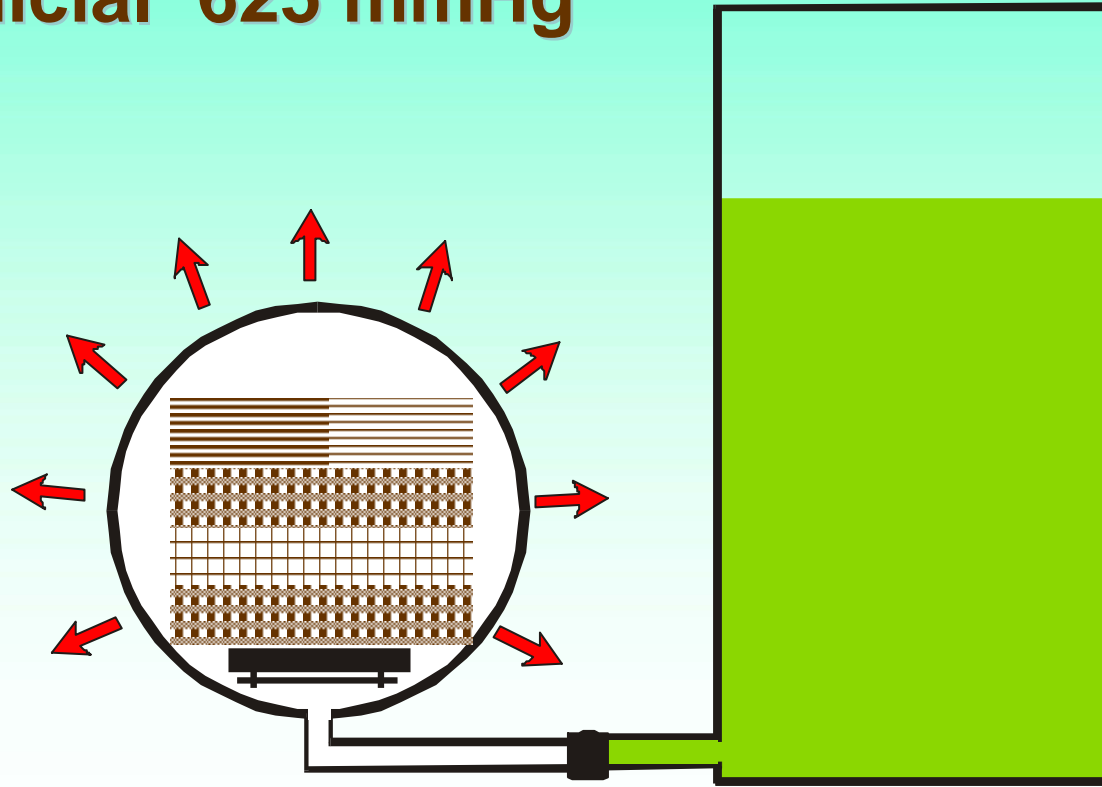
PROCEDIMIENTO BETHELL



PROCEDIMIENTO BETHELL

FASES DEL PROCESO

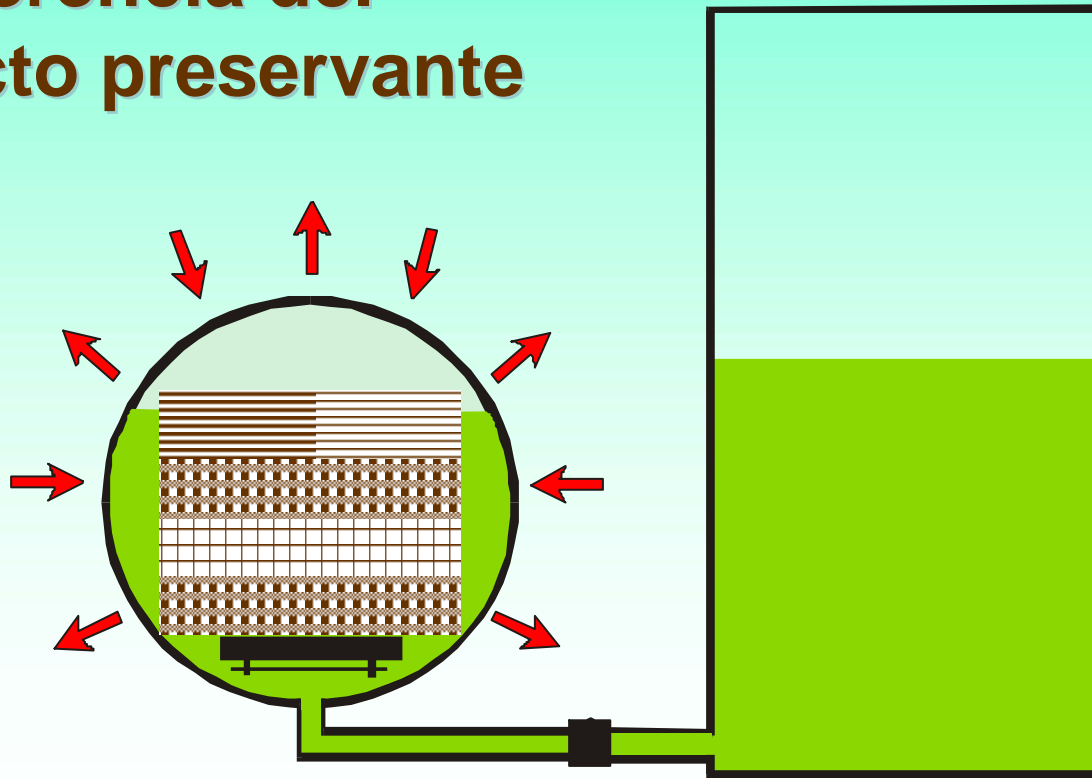
1. Vacío inicial 625 mmHg



PROCEDIMIENTO BETHELL

FASES DEL PROCESO

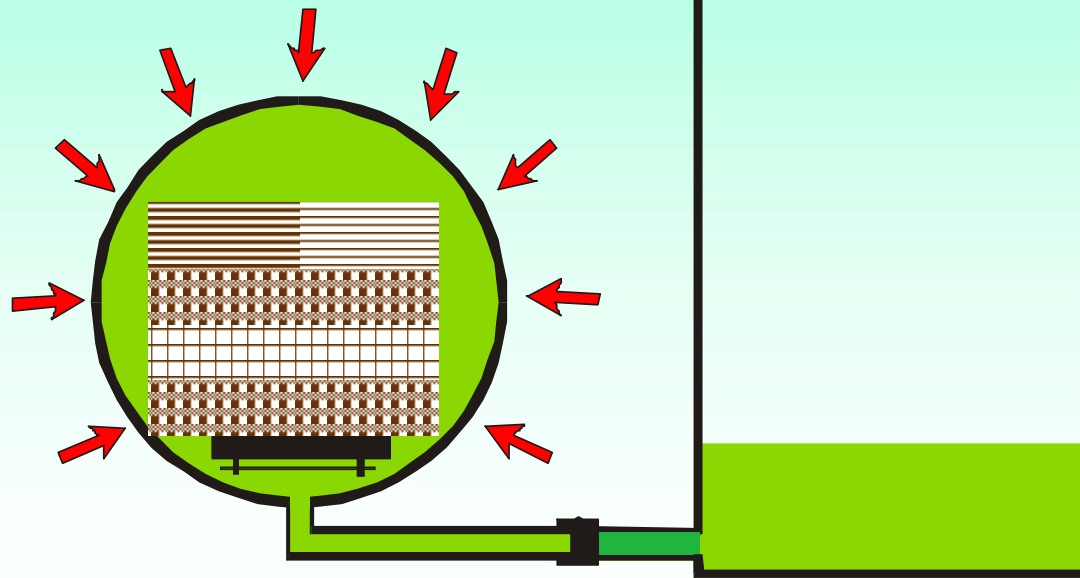
2. Transferencia del producto preservante



PROCEDIMIENTO BETHELL

FASES DO PROCESSO

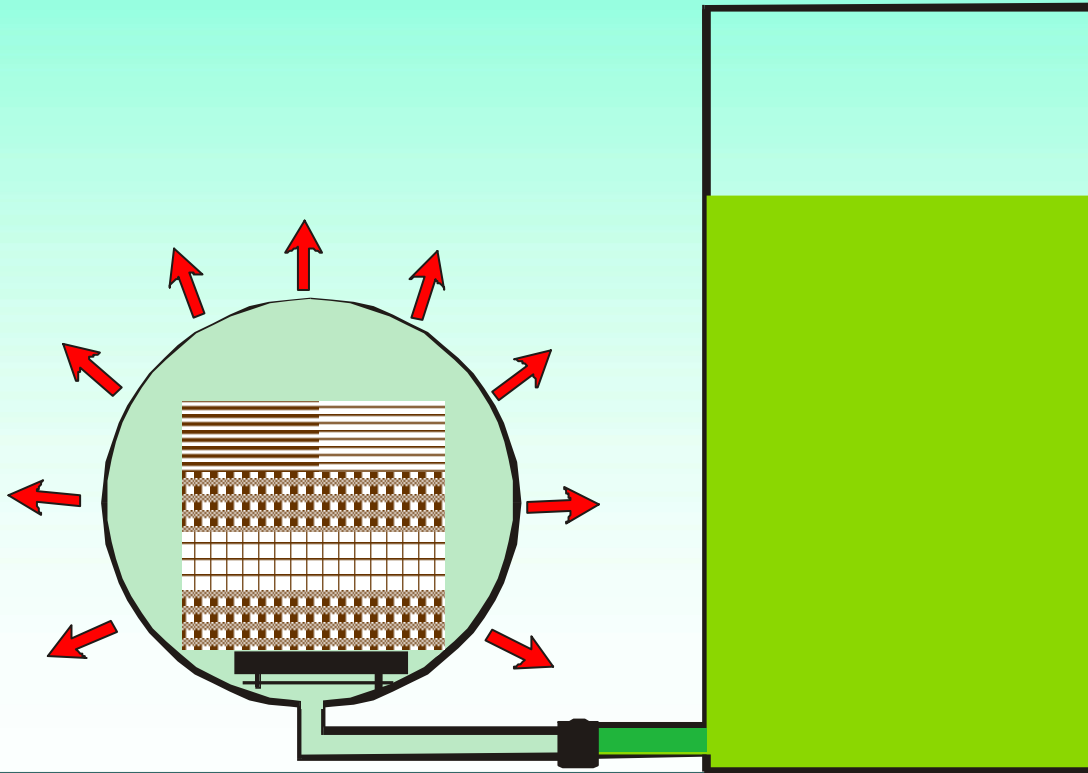
3. Presión de 8 a 12 kg/cm²



PROCEDIMIENTO BETHELL

FASES DO PROCESSO

4. Vacío Final



PROCEDIMIENTO LOWRY

- CH \leq 25%
- Madera en dimensiones finales de uso, labrado y taladrado
- Preservantes hidrosolubles, pero también oleosolubles
- Retención: mas o menos la mitad del proceso a célula llena
- Planta de preservación

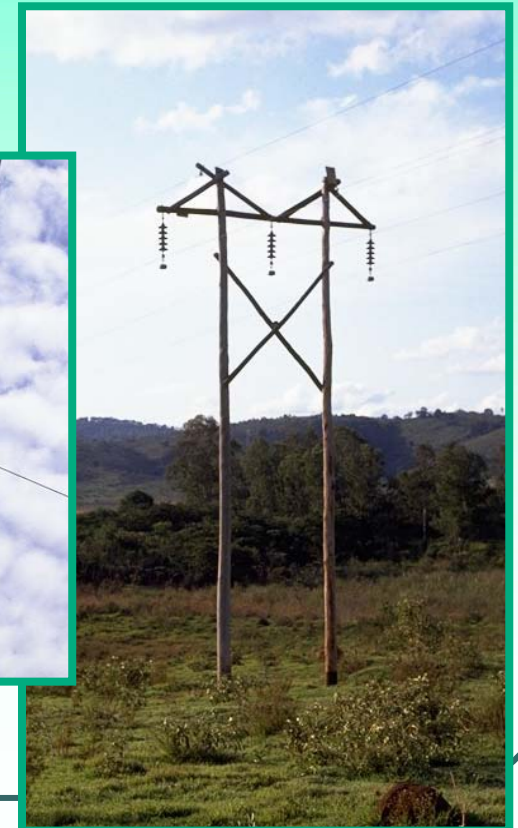
PROCEDIMIENTO RUEPING

- Ch $\leq 25\%$

- Madera en dimensiones finales de uso, labrado y taladrado
- Preservantes oleosolubles, creosota en caliente
- Retención: cerca de una tercera parte del proceso a célula llena , pero se obtiene mayor penetración
- Planta de preservación con recipiente de expulsión o tanque Rueping y sistema de calefacción

Usos Potenciales de la Madera Preservada

Sector Eléctrico



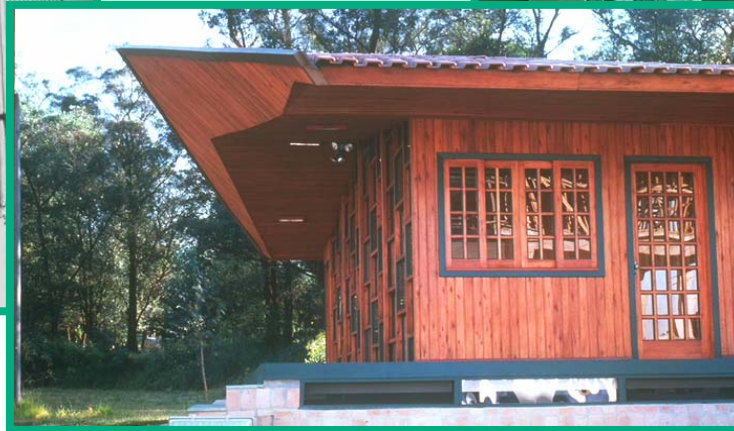
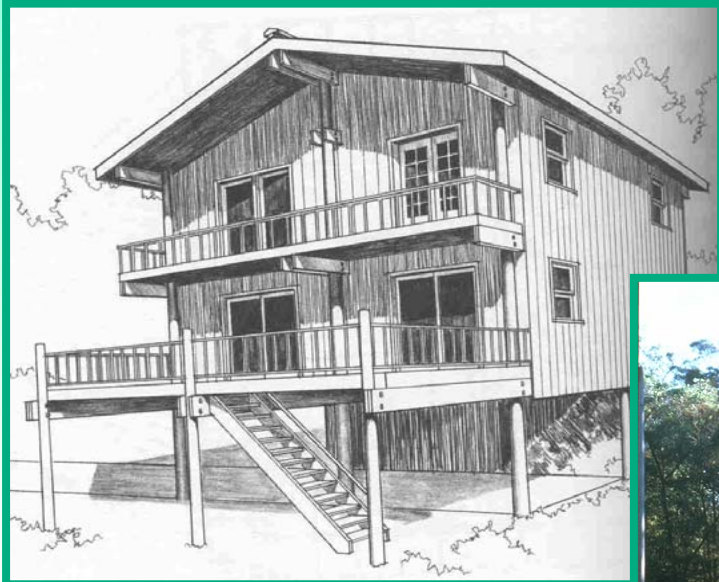
Usos Potenciales de la Madera Preservada

Sector ferroviário



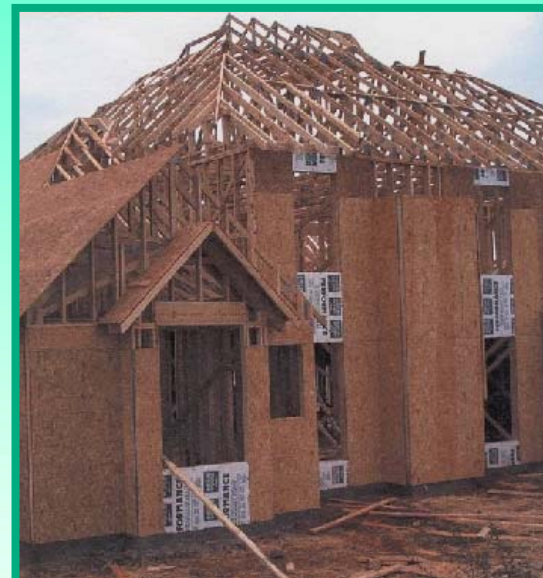
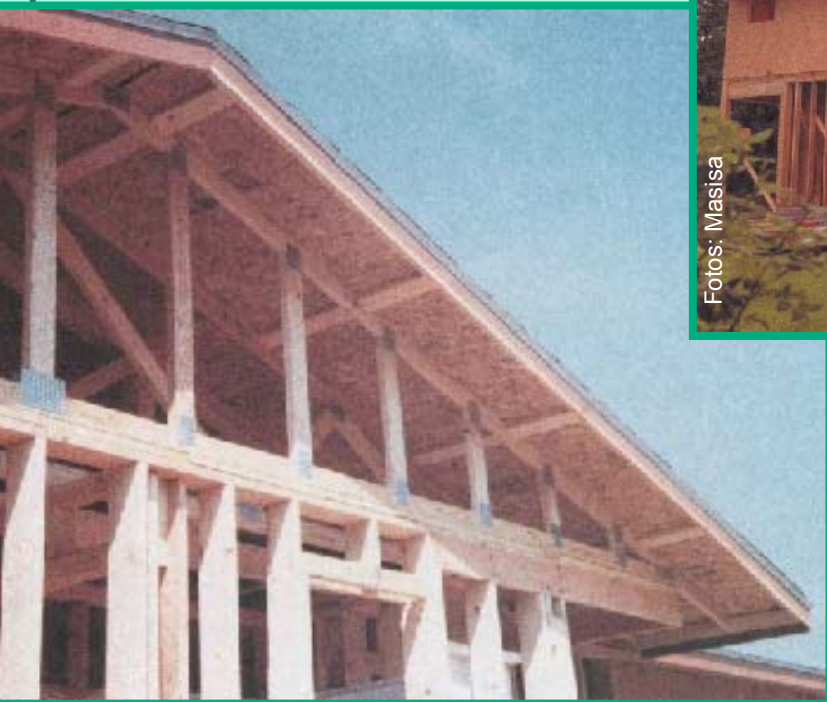
Usos Potenciales de la Madera Preservada

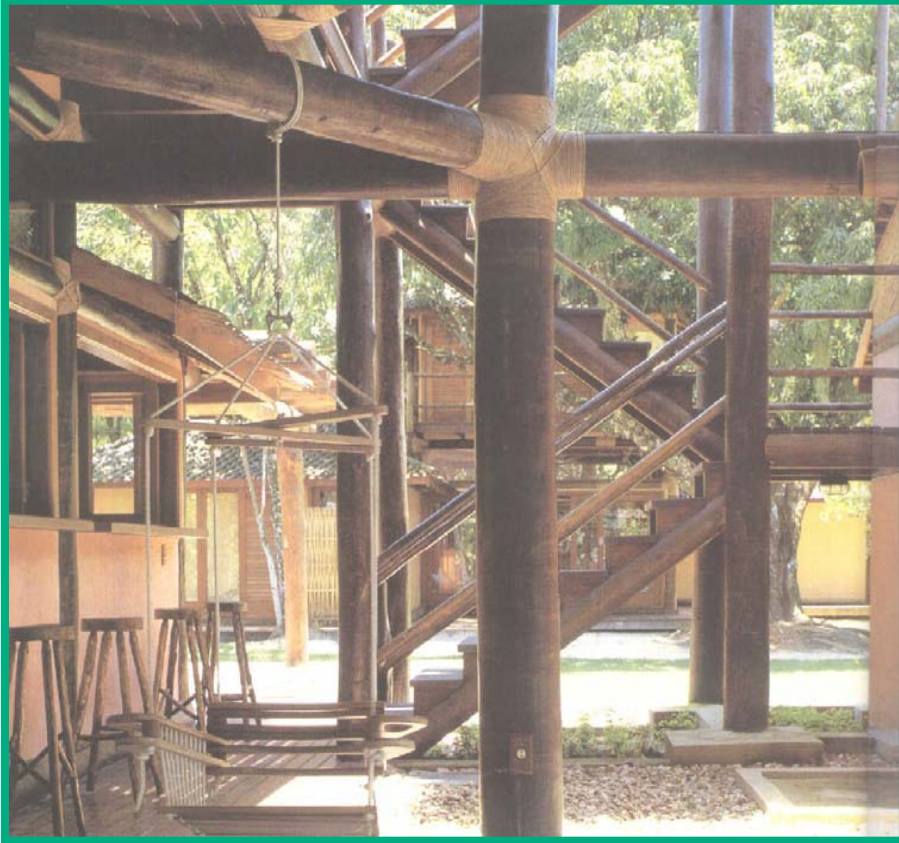
Sector construcción

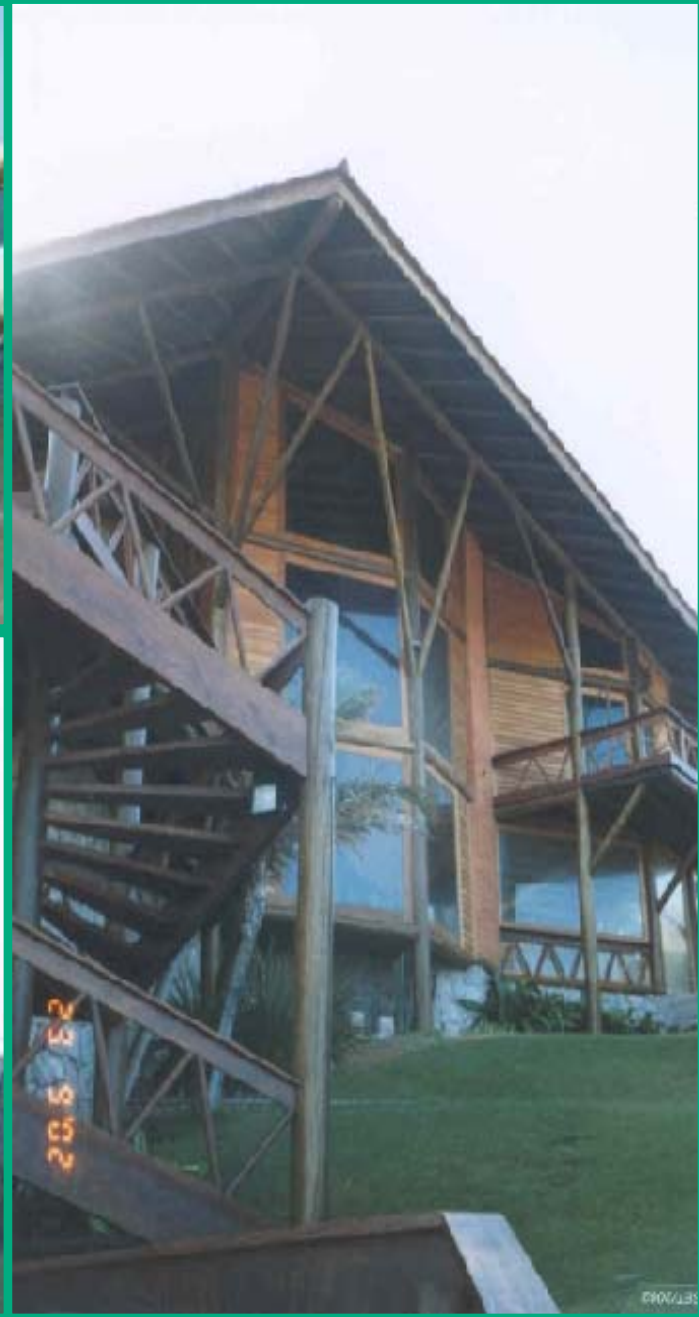
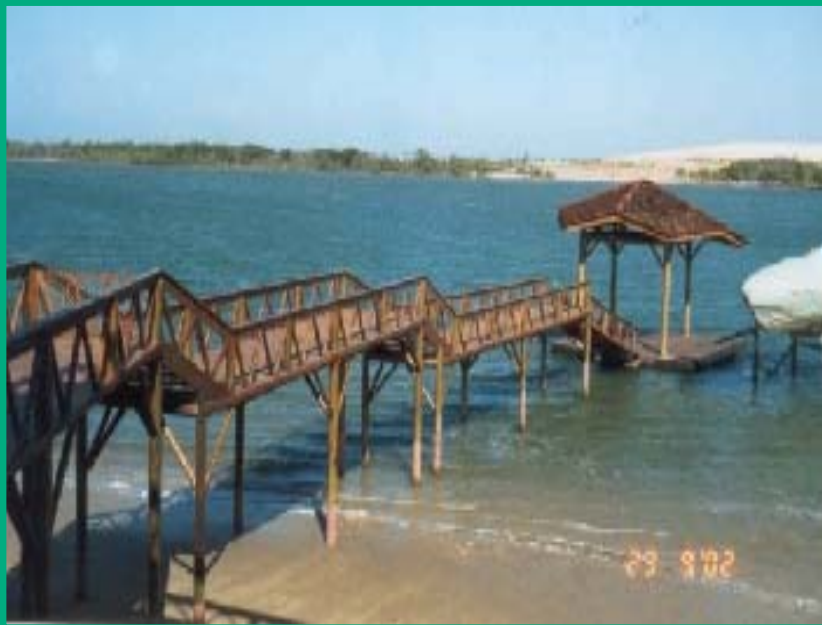


Usos Potenciales de la Madera Preservada

Sector construcción









Parque

