

# REVISTA DE OBRAS PUBLICAS

PUBLICACIÓN TÉCNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

CONGRESO DE CIENCIAS DE VALENCIA

## CONSERVACIÓN DE MADERAS

NOTA PRESENTADA EN LA SECCIÓN DE CIENCIAS APLICADAS

por

D. DOMINGO MENDIZÁBAL

Ingeniero de Caminos.

(CONCLUSIÓN)

### Empleo de las maderas y su conservación.

Toda industria que tiene que emplear madera en cantidades de importancia se esfuerza en emplearlas en las mejores condiciones para que su vida sea más larga, ya fijándose para ello en todas las fases por que la madera tiene que pasar desde que forma parte constituyente del árbol, hasta que se emplea en la industria en la forma necesaria.

Puede traer graves consecuencias desde el punto de vista en que consideramos el asunto, el que cualquiera de las transformaciones que tiene que sufrir la madera no esté hecha con completo conocimiento de causa y resumen de muy diversas experiencias y observaciones.

Las fases más interesantes que hay que considerar para la madera son las siguientes:

- 1.ª Época de la corta.
- 2.ª Edad de la madera.
- 3.ª Tiempo transcurrido entre la corta y la preparación de la madera.
- 4.ª Almacenaje de las maderas.
- 5.ª Transporte.
- 6.ª Preparación mecánica de las maderas.

Pasemos á estudiar el primer punto.

1.ª *Época de la corta.*—Es esta una cuestión que se ha debatido mucho, pues los árboles son más ó menos resistentes y se pudren más ó menos pronto, según la época en que han sido cortados.

Hay muy diversas opiniones; hay quien defiende se haga la corta en primavera, cuando comienza el movimiento de la savia; otros en verano, cuando están en su máximo desarrollo las funciones nutritivas del vegetal, y otros, que son la inmensa mayoría, opinan deben cortarse en invierno y fines de otoño, que es cuando la savia está sin movimiento.

Hay un poco de tradicional en este criterio, pues es el

que desde antiguo se ha seguido, y realmente la experiencia ha demostrado que las maderas cortadas en esa época han resistido mayor número de años.

Pero estas experiencias se han hecho con maderas sin inyectar ni preparar, y en ese caso lo encuentro muy justificado, pues la savia al moverse impregna todos los tejidos de la madera y la pone en condiciones más adecuadas para la putrefacción.

Pero si las maderas, como se hace actualmente en casi todas las aplicaciones y sobre todo en los ferrocarriles, se inyectan y preparan, creo tal vez fuese más conveniente hacer la corta en primavera y comienzos de verano, pues en esa época se encuentra la savia más fluida y puede por lo tanto extraerse con más facilidad, siendo reemplazada por la materia conservadora más completamente.

Siendo este un asunto de tanta transcendencia, creo necesario se hiciesen algunas observaciones y desearía diese el Congreso su opinión.

También se opina por algunos que las fases de la luna tienen influencia sobre la madera, pero esto no está confirmado por la experiencia, á pesar de lo cual, en algunos pliegos de condiciones de las Repúblicas sudamericanas se exige que las maderas estén cortadas en cuarto menguante.

Como resumen, puede asegurarse que en el 90 por 100 de las industrias se exige que la madera esté cortada, como límites máximos, entre 1.º de Octubre y 1.º de Abril, según los climas.

2.ª *Edad de la madera.*—Otra cuestión también de suma transcendencia es la relativa á la edad de los árboles.

Es preciso que los agentes que se encuentran encargados, tanto de la redacción de los pliegos de condiciones como de la recepción, tengan verdadero cuidado y una gran vigilancia con los contratistas del suministro de maderas, pues el interés de éstos es explotar los montes en los que se practica la corta sin tener en cuenta si las condiciones de la misma para la construcción y la industria son las más á propósito.

Cuando se trata de un propietario concienzudo que trata de explotar su monte de un modo racional, no hay que temer ni sostener lucha alguna, pues sus intereses van de acuerdo con los del industrial.

En la industria en general es necesaria madera con buen número de años, pues de ese modo se dispone de maderas de buenas dimensiones y con gran dureza, pues hay formado

el suficiente número de capas de duramen y éste está ya con poca humedad y adquiere gran resistencia.

El interés del propietario de un monte no es agotarlo y explotarlo en pocos años, sino en establecer una explotación regular sin destrozar el monte.

Es esta una operación muy delicada y que exige estudios muy detenidos de las condiciones del monte, climatológicas, topográficas, etc., así como de la naturaleza de los árboles, entrando en juego lo que se llama la explotabilidad y la posibilidad del monte.

Por lo primero se entiende el conjunto de condiciones que definen al monte, y por lo segundo la cantidad de madera que puede producir anualmente.

Hay una escala establecida por Fremy, en que se establece la relación entre la edad y el valor del árbol en circunstancias medias y corrientes:

Es la siguiente:

| Años del árbol. | Valor del árbol. |
|-----------------|------------------|
| 1               | 1                |
| 5               | 25               |
| 10              | 100              |
| 15              | 225              |
| 20              | 400              |
| 25              | 625              |
| 30              | 900              |
| 40              | 1.600            |
| 50              | 2.500            |
| 60              | 3.600            |
| 70              | 4.900            |
| 80              | 6.400            |
| 90              | 8.100            |
| 100             | 10.000           |

Por el examen de la anterior relación se observa lo rápidamente que crece el valor de un árbol con su edad, y, por lo tanto, se deduce que el interés del propietario de un monte está de acuerdo en general con el del industrial.

Respecto al crecimiento pueden observarse las siguientes reglas:

1.º Cuando la edad de un árbol en pleno crecimiento se aumenta en un cuarto, el volumen de su madera casi es doble.

2.º Cuando la edad de un árbol se dobla, su volumen queda ocho veces mayor.

3.º Cuando la edad de un árbol se dobla, su crecimiento anual se cuadruplica.

Hay grandes discordancias en los pliegos de condiciones de las diversas Naciones por lo que á este particular se refiere.

En Francia, el pino se le admite de cincuenta á cien años; el roble de cuarenta y cinco á ciento cincuenta años.

En Hungría, de ciento á doscientos cincuenta años para el roble y para el pino de sesenta á noventa.

En Bélgica, el roble de ochenta á noventa años y el pino de veinticinco á cincuenta.

En Inglaterra, el pino de sesenta años y el roble de ciento.

En Italia, el roble de ochenta á ciento cincuenta años y el pino de sesenta.

En Rusia, el roble de cuarenta á cien años y el pino de veinticinco á cincuenta.

En España no se ha fijado con carácter general este dato en los pliegos de condiciones y se hace depender del tamaño de las maderas de construcción.

3.º *Tiempo transcurrido entre la corta y su empleo.*—Depende de muchas circunstancias este plazo; principalmente depende de si la madera ha de prepararse ó no, bien creosotándola, bien inyectándola con otras materias; depende, además, de la clase de la madera, de las condiciones climatológicas, etc., etc.

En general conviene dejar algún tiempo para favorecer la desecación, pues de ese modo no se hace en obra, con los consiguientes perjuicios para la misma.

Cuando se trata de maderas á creosotar, conviene obrar con maderas muy secas; entonces se deja pasar un plazo, que suele ser el doble del transcurrido cuando las maderas no se preparan.

En cambio, cuando las maderas se sulfatan, se preparan y emplean tan pronto como se hace la corta.

Por lo que se refiere á las diversas clases de madera, pueden darse las siguientes reglas generales, refiriéndose á maderas que no se preparan; para las creosotadas se tendrá en cuenta la anterior observación.

Roble, de un año á dos años.

Haya, de seis meses á un año.

Pino, de dos meses á seis meses.

Por lo que se refiere á costumbres generales en las diversas Naciones, que son consecuencia de sus condiciones climatológicas, etc., pueden clasificarlas en las siguientes formas:

Alemania, uno y medio años.

Austria, un año.

Bélgica, seis meses.

Dinamarca, un año.

Francia, de tres meses á un año.

Inglaterra, un año.

Italia, dos años.

España, un año.

Rusia, seis meses.

Como se ve hay grandes divergencias, y aunque las cifras indicadas son las generales dentro de cada Nación, hay variaciones á su vez, de manera que lo práctico es que en cada caso particular hacer un detenido estudio antes de dictar reglas deducidas por comparación de límites generales admitidos.

4.º *Almacenaje de las maderas.*—Cuando no se preparan inmediatamente los árboles de su corta, hay que tomar muchas precauciones para su conservación.

Les es perjudicial para su conservación conservar la corteza, sobre todo cuando están expuestos á la humedad.

La savia fermenta bajo la corteza y se ve bien pronto aparecer en la superficie de ésta larvas de insectos que se alimentan de la albura de la madera.

Los árboles cortados en invierno están en menor peligro de sufrir estos percances que los cortados en primavera y otoño.

Se pueden tomar, por lo tanto, como precauciones generales la de preservarla del sol del modo más completo, siempre, sin embargo, al aire libre y descortezarla lo antes posible.

Esto último no conviene, sin embargo, en los troncos que están destinados á preparar su madera de carpintería.

Cuando un tronco de estos se sierra y prepara inmediatamente después de su corta, no tardan las piezas, así preparadas, en presentar grietas y hendiduras, además de alabearse.

Para evitar estos inconvenientes conviene dejar la corteza algún tiempo antes de serrarla.

Una vez preparadas, la mejor manera de evitar que se rajen y alabeen las maderas consiste en apilarlas las unas sobre las otras, teniendo cuidado de separar todas las piezas por pequeños tacos de madera para conseguir que el aire circule alrededor de todas ellas.

Se cubre con un tablero inclinado recubierto de tierra y así se evita que el agua de lluvia se deposite en ellas y dé lugar á su pudrición.

5.ª *Transporte de las maderas.*—No describiremos aquí los procedimientos de transportes de maderas que son sobradamente conocidos, bien se refiera al recorrido desde el monte al taller ó desde éste al almacén ó á obra; pero sí nos fijaremos en la importancia que dicho transporte tiene en la conservación de la madera.

Bajo el punto de vista que nos interesa, conviene considerar principalmente, cuando los transportes se hacen dejando deslizar la madera por planos inclinados ó laderas muy inclinadas, ó bien el transporte por flotación.

Los demás procedimientos afectan muy poco ó nada á su conservación.

Se comprende los dañosos efectos que en la madera puede producir el procedimiento de transporte por planos inclinados.

Cualquier choque produce en la corteza del tronco profunda herida que puede penetrar á través de su albura hasta el mismo duramen; puede asimismo producir fuerte contusión en los tejidos y rompiendo algunos vasos producirse derrames de savia que activen la putrefacción por producirse focos de infección, en los cuales crían y se desarrollan con rapidez insectos y larvas que producen la muerte del tronco.

El rozamiento con el terreno, si éste no se encuentra perfectamente preparado, produce, aunque en menos escala, los mismos inconvenientes, pues degrada la corteza, pudiendo poner al descubierto la madera con el peligro de perder gran cantidad de materia utilizable por tener que serrarla, bien con el peligro de putrefacción y descomposición.

Respecto al transporte por agua en la que la madera vaya flotando puede darse dos casos: que el transporte sea por agua dulce ó por agua salada.

En el primer caso dos son los principales inconvenientes que tiene el sistema.

Como es difícil que todo un río que tienen que recorrer unas maderas, bien vayan sueltas ó en almadías, no se encuentre interrumpido, bien por presas, canales, puentes, etc., etc., se da frecuentemente el caso que tener que sacar nuevamente las maderas para en seguida sumergirlas, y como esta operación puede repetirse diferentes veces, vemos exponer las maderas á frecuentes alternativas de sequedad y humedad, con los consiguientes perjuicios de que ya hemos hecho mención anteriormente.

Otro grave perjuicio que sufren las maderas así transportadas, sobre todo en el caso de ir sueltas, son los frecuentes golpes y heridas que se producen al chocar en las orillas con rocas, obras, etc.

Procurando que no existan estos dos graves defectos, es muy ventajosa la madera navegada, sobre todo en el caso de inyección, pues la prolongada estancia en el agua que á veces se prolonga á muchos meses, ablanda algo los tejidos y expulsa algo de savia facilitando la inyección; siempre para

practicar esta operación se deja desecar completamente los troncos.

Respecto á la madera navegada en agua de mar, hay muchos partidarios de ello y muchos contradictores de este sistema; penetran en este caso en el interior de la madera muchos principios salinos, no todos ellos favorables, y que son además algunos de ellos perjudiciales al mezclarse con las sustancias que se inyectan en la madera.

Los partidarios de este sistema opinan, en cambio, que esos principios favorecen la conservación; en los casos de no inyección tal vez sean convenientes; pero existe además el peligro de que se introduzca en la madera alguno de los animales xilófagos que tanto abundan en el agua.

La principal ventaja de estos procedimientos es que la madera así transportada resulta á precio muy bajo, pues el transporte es muy económico.

6.ª *Preparación mecánica de las maderas.*—La preparación de las maderas puede hacerse á mano ó mecánicamente, adoptándose en general criterio distinto, según el fin á que éstas se destinen.

En el caso de maderas de construcción, casi siempre se hace su preparación mecánicamente, pues las superficies deben presentarse con la necesaria regularidad.

En las maderas que se destinan á traviesas de vía, generalmente se exige igualmente la preparación mecánica, pero en algunos casos se tolera que algunas de sus caras estén preparadas con hacha solamente.

Tiene suma importancia el criterio que se fije en lo que se refiere á la preparación de ensamblajes, superficies de juntas, cajado de las traviesas, preparación de cajas para tornillos, tirafondos, etc.

En efecto, parece á primera vista posible practicar en la madera todas las modificaciones que en su forma ha de experimentar y proceder *à posteriori* á su inyección para que de este modo presente todas sus superficies visibles, preparadas para resistir á la descomposición, pero este procedimiento tiene más inconvenientes que ventajas.

Si se trata de maderas que han de prepararse para ensamblajes de cierta delicadeza y precisión, no se puede confiar que las maderas, después de inyectadas, no hayan cambiado de forma y experimentado algunas variaciones como consecuencia de las varias temperaturas que tienen que resistir y del líquido que se les inyecta, teniendo en tal caso que rectificar las superficies de ensamblajes con el doble perjuicio consiguiente.

Por lo que se refiere á traviesas tiene tal procedimiento menos inconvenientes, pues son menos delicadas y exactas las superficies y orificios que se preparan, pero, sin embargo, sobre todo por lo que se refiere á los taladros para los tirafondos, obligaría á preparar las traviesas *à priori* con el ancho de vía que había de tener según su posición en recta ó en curva de uno ú otro radio, obligando á tener en almacén traviesas preparadas para cada clase de curva.

Esta grave dificultad se remedia no cajeándolas sino en el lugar donde han de ser empleadas y con las condiciones propias de tal emplazamiento.

En tal caso, lo que se hace es recubrir las superficies así descubiertas de la madera, nuevamente, con sustancia conservadora.

Una precaución que se toma con frecuencia y que es muy necesaria, sobre todo en las maderas de roble, es el colocar en sus testas S de hierro que sujetan las fibras y evitan el alabeo de la pieza de madera.

### Sistema de inyección más frecuentemente usado.

En la ligera reseña histórica que acerca de este punto se ha hecho al principio de este trabajo se han descrito ligeramente todos los sistemas de inyección en líneas generales sin descender á detalles.

Dentro de cada sistema existen un sin fin de variantes que, aunque constituyan sistemas distintos que obtienen sus correspondientes patentes, no son en realidad más que modificaciones y pequeñas variaciones de los sistemas fundamentales primitivos, los cuales sistemas tienen los nombres de sus inventores, constituyendo el calificativo de los mismos.

La mayor parte de los establecimientos dedicados á la inyección y preparación de maderas, así como las Compañías de ferrocarriles que en tan gran escala se dedican á la preparación de traviesas, han adoptado la creosota como materia inyectante, tendiendo esta sustancia á hacer desaparecer todas las demás, pues que sus buenos resultados tienen cada día más partidarios.

Tengo conocimiento de los procedimientos adoptados por 59 Compañías de ferrocarriles y por 17 establecimientos industriales dedicados á la preparación de maderas.

Las primeras se pueden clasificar por el punto que nos ocupa del modo siguiente:

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| Compañías que usan la creosota..... | 38 |
| Idem id. el cloruro de zinc.....    | 18 |
| Idem id. ambas sustancias.....      | 4  |
| Idem id. el sulfato de cobre.....   | 3  |
| Idem id. el agua de mar.....        | 1  |

Las segundas se pueden clasificar del modo siguiente:

|                                               |    |
|-----------------------------------------------|----|
| Establecimientos que emplean la creosota..... | 10 |
| Idem id. el cloruro de zinc.....              | 2  |
| Idem id. el sulfato de cobre.....             | 5  |

De las 38 Compañías que emplean la creosota, 13 emplean el procedimiento Bethel ya descrito (en cilindros cerrados inyección de 6 á 12 atmósferas), 18 emplean el procedimiento Blyth (entre ellas las españolas) y 7 emplean la simple inyección en baños de creosota calentada de 60 á 90 grados.

Las 18 Compañías que emplean el cloruro de zinc han adoptado el procedimiento Burnes (en cilindros cerrados), tratamiento de la madera por vapor de agua, después el vacío, y por último, la inyección de la sustancia antiséptica de 6 á 8 atmósferas.

Este procedimiento se emplea principalmente en Austria, Holanda y Rusia.

En Alemania emplean el procedimiento Rutgers, que consiste en la inyección de una emulsión de cloruro de zinc y creosota en la proporción de 90 por 100 y 10 por 100 respectivamente.

Este procedimiento es muy defendido por las cuatro Compañías alemanas que se emplean sobre todo, porque resulta muy barato, especialmente en las maderas que por tener mucha albura absorben gran cantidad de líquido antiséptico.

El sulfato de cobre tiende á desaparecer rápidamente en las Compañías de ferrocarriles en la preparación de traviesas, pues desaparece con rapidez de la madera, quedando ésta sin defensa alguna; en las que aún lo emplean usa el método Boucherie.

La inmersión en agua salada la emplea únicamente la Compañía de Baskountchal (Rusia), á la cual le sale muy económico este procedimiento por tener todas sus líneas en la proximidad del lago de su nombre, en el cual se concentra el agua muy cargada de sales.

En los establecimientos industriales ya reseñados podemos hacer una análoga clasificación.

De los 10 que emplean la creosota, 4 usan el procedimiento Bethel, 5 el Blythe y 1 la inversión.

Los dos que emplean el cloruro de zinc usa el procedimiento Burnett, lo mismo que las Compañías de ferrocarriles.

Y las 5 que usan sulfato de cobre emplean como las Compañías el método Boucherie; pero casi únicamente se dedican á la preparación de postes telégraficos, en los cuales da buen resultado dicho antiséptico.

No hemos citado todavía en el concurso de esta nota dos procedimientos que en la actualidad están en ensayo, pero que por los resultados hasta ahora obtenidos, y por los muchos defensores que los preconizan, parece han de ser en el porvenir muy empleados.

Por su importancia, por los fundamentos lógicos en que están asentados, así como la creencia que tenemos de que, como acabamos de manifestar, han de ser en el porvenir muy usados, nos detendremos algún tanto en su descripción.

El primero es el método Ruping, muy extendido en Francia y Alemania, repito que en período de ensayo, y el segundo el procedimiento Guissani, que se está ensayando en Italia.

Pasemos á la descripción del primero, del cual existe un taller de inyección de gran importancia en Villanave d'Ornon, cerca de Burdeos, cuyo taller he visitado, habiéndome causado muy buena impresión la visita.

*Método Ruping.*—En este procedimiento se emplea como materia antiséptica la creosota.

Antes de pasar á hablar de los procedimientos de conservación de las maderas, creo oportuno y conveniente decir algo muy á la ligera, aunque todos los que me escuchan sobradamente lo conocen, de la constitución de la madera.

### Constitución de las maderas.

La madera está constituida por dos partes principales; la primera la que constituye el esqueleto, el armazón de la misma, y la segunda el relleno.

Tanto una como otra parte están formadas por elementos anatómicos análogos, que son los elementales de la constitución del vegetal.

El elemento primitivo de su constitución es la célula en todas sus formas y manifestaciones, la puntuada, rayada, vermiculada, etc.

Derivadas de la célula y transformaciones de la misma son las fibras, vasos, etc.

Los elementos que constituyen la primera reciben la denominación general de *cuerpos celulósicos*.

La fórmula general es  $C^{12}H^{10}O^{10}$ .

Se pueden distinguir los siguientes:

*Xilosa*, se encuentra en las fibras centrales y en el tejido de las raíces, hojas, flores y frutos.

Es soluble en frío en el ácido sulfúrico, en caliente en el ácido clorhídrico y es insoluble en la potasa.

La *paraxilosa* constituye el tejido del corazón de los

árboles; es insoluble en reactivo cúprico y se transforma en xilosa.

La *fibrosa* existe en las fibras de los troncos de los árboles.

La *medulosa* forma las células de los rayos medulares; es parecida á la fibrosa aunque algo más alterable por los álcalis.

Aislamos el cilindro *B* cerrando las llaves *a* y *d* elevando continuamente la temperatura de la creosota enfriada por el contacto con la madera fría.

Con la bomba *D* se inyecta más creosota en el cilindro *B* hasta conseguir una presión próximamente el doble que la anteriormente alcanzada.

Así logramos reducir á un volumen mitad el aire contenido en todas las cavidades de la madera, ocupando el resto la creosota comprimida.

Cuando la madera ha sido de este modo inyectada á saturación, se abre la llave *c*, poniéndose en comunicación los dos cilindros, habiéndose puesto previamente el *A* á la presión atmosférica.

La creosota se trasvasa al cilindro *A*.

Se cierra nuevamente la llave *c* y se hace el vacío más perfecto posible en el cilindro *B*, y, por último, se abre la llave *b* escurriendo al recipiente *E* toda la creosota sobrante que así se ha extraído de la madera.

De esta forma hemos logrado que la creosota sobrante haya sido expulsada, no quedando así más que la adherida á las paredes de los vasos celulares que, barnizando éstos, eviten la descomposición y putrefacción.

En esta última fase de la operación conviene observar se verifica una transformación muy conveniente para el fin que nos proponemos, cual es que al producirse el vacío en el cilindro *B*, coincidiendo esta operación con la elevada temperatura que en él existe por introducirse la creosota á 70 ú 80 grados, el agua contenida en la madera entra en ebullición y es aspirada por la bomba en forma de vapor y arrastra al mismo tiempo todos los principios que constituyen la savia y que facilitarían la descomposición.

Con este procedimiento se logra que la creosota se emplee mejor y se saque su mejor rendimiento.

Basta con 5 ó 6 kilogramos de creosota por traviesa, mientras que en los procedimientos ordinarios hacen falta 12 y 14.

Otras ventajas hacen notar los defensores de este sistema, cuales son:

Ligereza de la madera.

Disminución de riesgos de incendios.

No hace falta secar la madera.

No hay filtraciones en los depósitos, etc., etc.

Este sistema lleva en ensayo unos cinco años y realmente no se puede todavía garantizar sus resultados, pero por sus condiciones especiales creemos han de ser buenos.

**Procedimiento Giussani.**—Los principios en que funda Giussani su procedimiento son los siguientes:

«Si en un recipiente cualquiera se calienta un líquido que tenga su punto de ebullición superior á 100 grados, como por ejemplo la creosota, y se le mantiene á una temperatura intermedia entre dicho punto de ebullición y 100 grados, y si en el mismo se sumerge un trozo de madera, se producirá en el líquido un efecto parecido al de la ebullición, el cual no será otra cosa que el agua contenida dentro de los poros y células de la madera hierve y es expulsado y sale á través de la creosota en forma de vapor de agua.

Si se mantiene sumergido el trozo de madera hasta que ese movimiento haya cesado, habremos conseguido expulsar toda la humedad de la madera con excepción de una muy pequeña parte, la cual, por la dilatación producida por la elevación de la temperatura, llenará todos los poros y células de la madera.

Si hacemos descender la temperatura, entonces, condensándose esa humedad, se produce dentro de la madera una especie de vacío que llama y se llena con el líquido antiséptico, la cual quedará inyectada de un modo muy completo.

En la práctica, este enfriamiento se produce introduciendo la madera tan pronto se saca del baño caliente en un baño frío, que puede ser del mismo ó de diferente líquido antiséptico.

Este modo de obrar facilita la introducción de sustancia antiséptica, cuyo punto de ebullición es inferior á 100 grados y con los cuales no se hubiese logrado extraer el agua, pues hubiera hervido antes de conseguir este resultado.

En la práctica se realiza con gran facilidad gracias á unas ingeniosas máquinas proyectadas por Giussani en las que están dispuestos los dos baños frío y caliente, uno á continuación de otro, y por los que circulen por medio de cadenas sin fin de movimiento muy lento las traviesas dos á dos sostenidas en estribos colgados de esas cadenas sin fin.

Existen aparatos muy ingeniosos para la rápida introducción en el baño caliente, que está cerrado, de las traviesas á inyectar y otro de maniobra rapidísima para la extracción de las traviesas del baño caliente ó introducción en el baño frío estando éste cubierto.

No entro en la disposición de los detalles de los aparatos, pues aunque interesantes, son de un orden secundario al lado de la esencia del sistema, que es lo interesante.

Vemos que este sistema, muy ingenioso y bien estudiado, cae dentro del grupo de métodos en los que la cantidad de creosota alcanza los límites de 10, 12, 14 y aun 16 kilogramos por traviesa, diferenciándose por este concepto considerablemente del procedimiento Ruping.

¿Cuál de estos dos sistemas será preferible? El tiempo contestará, pues sólo con este factor podemos adquirir datos ciertos por lo que se refiere á la duración, puesto que por lo que se refiere á su coste, es evidentemente más barato el método Ruping, pues consume próximamente la mitad de creosota que el Giussani y análogos.

### **Duración de la madera inyectada.**

Una vez estudiados todos los debidos pormenores de esta cuestión, deduzcamos consecuencia por lo que á la duración de la madera se refiere.

De todas las observaciones recogidas, se puede deducir que la vida de las maderas aumenta con la inyección y preparación en razón inversa de su dureza y resistencia, es decir, que cuanto más dura y resistente es una madera, menos se prolonga su vida inyectándola con respecto á la que tendría si no se hubiesen inyectado.

Eso se explica perfectamente, conociendo la manera de funcionar de los líquidos antisépticos con relación á la construcción de la madera.

Por ello hoy día la mayor parte de las industrias que emplean la madera no inyectan el roble y la encina y sí todas el pino y demás maderas blancas.

El pino, que de las maderas blandas es hoy en día el más

empleado, obtiene notables aumentos en su duración con la inyección.

Maderas de pino que sin inyectar sólo duraban en condiciones de empleo cuatro y cinco años, se consiguen duren diez, doce y catorce años, y si bien como excepción, podemos citar maderas que han durado hasta diez y ocho y diez y nueve años.

Entre las maderas duras, las más empleadas, como sabemos, es el roble, y no experimenta, como ya habíamos anunciado, tan considerables aumentos de vida.

Maderas que sin inyectar duran diez y doce años, duran inyectadas diez y seis y diez y ocho años; esto último casi como excepción.

Con esta ligera reseña hemos redactado, más que un verdadero trabajo, un índice de asuntos á tratar y á ampliar que convendrá sea examinado por quien más competentes que yo en estas cuestiones puedan deducir conclusiones que sirvan de base firme y segura á quienes por interesar estos asuntos puedan necesitar de sus conocimientos y experiencias que los orienten entre lo mucho que hay escrito y publicado sobre esta materia, para acertar, dentro de los límites de la probabilidad, con las soluciones más económicas y convenientes.

Son de tal importancia los asuntos que aquí se tratan, que confiamos que el Congreso fije en ellos su atención, y para facilitar la labor se redactan á continuación algunas cuestiones, las que convienen sean discutidas para poder expresar la opinión del Congreso acerca de ellas:

- 1.ª Maderas cuyo empleo es conveniente en la construcción.
- 2.ª Condiciones que deben reunir estas maderas y precauciones que se deben tomar para su mejor empleo.
- 3.ª ¿Cuáles son las sustancias antisépticas más convenientes?
- 4.ª ¿Cuáles son los procedimientos más aceptables?
- 5.ª Ventajas obtenidas por la preservación: a) Enfermedades y deterioros evitados. b) Duración de la madera.

Madrid 10 de Agosto de 1909.

## EXCMO. SR. D. EVARISTO DE CHURRUCA

La Junta de Obras del puerto de Bilbao ha editado un lujoso libro titulado *Churruca y el puerto de Bilbao* (1), del que con mucho gusto copiamos el prefacio y los apuntes biográficos de tan ilustre Ingeniero de Caminos:

(1) Este libro de esmeradísima edición, por el cual merece entusiastas plácemes la Junta citada, contiene los siguientes grabados y planos:

**Grabados:** Excmo. Sr. D. Evaristo de Churruca, Conde de Motrico.—Plano de Bilbao en 1442.—Escudo del Consulado.—Góndola del Consulado.—Copia de una pintura existente en las oficinas de la Junta de Obras del puerto.—Vista antigua del puente de San Antón desde Achuri.—Antiguos muelles de la Ribera y de la Merced.—Ruinas de San Agustín y antiguos muelles de la Sendeja.—Vista antigua de la ría entre Luchana y el Convento de San Francisco.—Bilbao con su ría.—Copia de una pintura existente en las oficinas de la Junta de Obras del puerto.—Abra de Bilbao, ídem id. id.—Plano general topográfico de Bilbao.—Perspectiva del corte de La Salve en Julio de 1882.—Draga de succión Bilbao.—Vapor *Eleano* para la inspección y vigilancia de las

«Obedeciendo á imperiosas y urgentes necesidades de la navegación, y por iniciativa de la Junta de Comercio, presidida por D. Eduardo Coste y Vildósola, hoy Marqués de Lamiaco, se constituyó el 24 de Febrero de 1873 la Junta especial que había de tener á su cargo todo lo relativo á las obras de mejora de la ría y puerto de Bilbao, cuya creación fué autorizada por Real orden de 19 de Noviembre de 1872.

Es un hecho real y positivo, exento de toda duda, que las condiciones de la ría y puerto en aquella época eran pésimas; los obstáculos que la naturaleza había acumulado en ellos hacían difícilísima la navegación. El puerto, inabordable por poco alterado que se hallase el mar, era tenido muy justamente como malísimo y de los más peligrosos; en su temible barra, los naufragios con pérdida total del buque eran frecuentísimos y las varadas, aun dentro de la ría, continuas y sumamente peligrosas por quedar el buque varado expuesto durante días y semanas enteras á la acción de las marejadas que causaban en él graves daños, ocasionando con frecuencia su pérdida. Hoy, grato es decirlo, gracias á las gigantescas obras proyectadas por el Excmo. Sr. D. Evaristo de Churruca y llevadas á feliz término bajo su inteligente é inmediata dirección, nuestro puerto es uno de los mejores de España; su tráfico se ha multiplicado de modo notable cuadruplicándose el porte de los buques que al mis-

obras.—Perspectiva de las obras de prolongación del muelle de Portugalete en bajamar del 30 de Junio de 1882.—Basamento y armazón metálico del muelle de Portugalete.—Vista del Abra en 1891, terminada la construcción del muelle de hierro de Portugalete.—Playa que se formaba á la terminación del muelle de Las Arenas que ha desaparecido con los trabajos del dragado.—Faro de Portugalete.—Draga de ro arío *Espana*.—Vapores gánguiles *Portugalete* y *Algorta*.—La draga *Axe* y los vapores gánguiles *Nervión* y *Vizcaya* en los trabajos de dragado del río Cadagua.—Dársena de Portu, Altos Hornos y desembocadura del río Galindo.—Desembocadura de la ría.—Puerto exterior.—Taller de bloques para las obras del puerto exterior y cargaderos de Axe.—Ídem id. id. del contramuelle ó dique del Este.—Averías producidas en las obras del rompeolas ó dique del Oeste por el formidable temporal de 30 y 31 de Diciembre de 1894 y que obligaron á modificar el proyecto.—Vista de la grúa *Titán* de 60 toneladas y campana de buzo, empleadas en la construcción del rompeolas.—Colocación de un cajón para la fundación del rompeolas.—Vista del rompeolas en 1908.—Grúa *Titán* de 60 toneladas empleada en la construcción del contramuelle.—Faros del rompeolas y contramuelle.—Muro de defensa y camino de la costa de Las Arenas.—Ídem id. de la costa de Algorta.—Dársena para embarcaciones menores al abrigo del contramuelle.—Muro de la zona de acceso al muelle de atraque en construcción.—Grúa flotante de 100 toneladas que se emplea en la construcción del muelle de atraque.—Campana de buzo que se emplea en la cimentación del muelle de atraque.—Dársena de Santurce y obras de acceso al muelle de atraque.—Muelle de Ibeni y puente nuevo de San Antón.—Muelles del Arenal, Ripa y Sendeja.—Ídem de Uribitarte y vuelta de La Salve.—Vuelta de Elorrieta, río Cadagua y fábricas de sus márgenes.—Cargaderos de las Compañías mineras «Orconera», «Luchana-Mining» y «Franco Belga».—Dársena de Axe.—Canteras de Axe.—Ensenada de Sestao y cargaderos del ferrocarril de Galdames.—Muelle de la Benedicta y ribera de Las Arenas.—Puente *Vizcaya*.—Puerto exterior.—Costa de Portugalete y Santurce.—Ídem id.—Entrada del puerto y de la ría.—Ídem id.—Las Arenas y Costa de Algorta.

**Planos:** Secciones tipos del muelle de Portugalete.—Extremidad del muelle de Portugalete.—Perfil transversal del rompeolas.—Extremidad del rompeolas.—Sección transversal del contramuelle.—Extremidad del contramuelle.—Detalles de construcción del muelle de atraque.—Sección transversal del muelle de atraque.—Plano general de la Ría y Abra de Bilbao con indicación de las obras construidas, en construcción y subastadas, desde la constitución de la Junta hasta 31 de Diciembre de 1908.—Ídem id. id. en 31 de Diciembre de 1903.—Perfiles longitudinales comparativos por el eje del cauce de la ría entre la extremidad del muelle nuevo de Portugalete y el puente del Arenal de Bilbao en los años 1878 y 1908.