

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

FUNDADA Y SOSTENIDA POR EL CUERPO NACIONAL DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

Redactor-Presidente..... Ilmo. Sr. D. Federico Rivero O'Neale, Inspector general del Cuerpo.
Redactores..... Los Sres. Presidentes de las Comisiones regionales de Ingenieros.
 D. Toribio Cáceres, Profesor de la Escuela de Caminos.
 D. Enrique Latre, Ingeniero de Caminos (Sección de Información).
 D. Manuel Maluquer, Ingeniero del mismo Cuerpo, *Secretario*.
Colaboradores..... Todos los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

SE PUBLICA LOS JUEVES

Redacción y Administración: Puerta del Sol, 9, pral.

REVISTA EXTRANJERA

La preparación de la madera con objeto de hacerla inflamable.

(Conclusión.)

Consiste el método de inyección, en someter la madera a la acción del vapor en presión, produciendo en ella una especie de lavado, y en introducir en el lugar de las materias así arrastradas, soluciones ignífugas que penetran profundamente en las maderas. Le favorece la penetración por una rarefacción que se efectúa después de la vaporización y que también sirve para facilitar la última fase de la operación; es decir, la introducción del ignífugo dentro del recipiente que contiene las maderas, y en el cual, por último, se eleva la presión hasta la máxima que permita la resistencia del mencionado recipiente. La penetración del líquido en la madera es a pesar de esto muy lenta, necesiándose treinta á treinta y seis horas para impregnar totalmente una pieza de madera blanda de 3 centímetros de espesor. Y si la madera es dura, no llega nunca á tanta penetración. Con este sistema gana la madera en condiciones de resistencia á la inflamación, pero pierde en las de resistencia á los esfuerzos mecánicos.

Ferrel de Filadelfia publicó en el *Scientific American* en Julio de 1900 una modificación introducida por él en el procedimiento descrito, y en la cual se suprime la vaporización y la rarefacción subsiguiente, con lo cual no se perjudica la madera ni en su aspecto ni en su resistencia.

En cuanto á los revestimientos y enlucidos de materias ignífugas, pueden considerarse sólo como un paliativo aplicable á la madera ya trabajada y puesta en obra. No se puede esperar de ellos más acción que la de retardar el momento de la inflamación de la madera, ventaja que no es nada despreciable; no se olvide, sin embargo, que esta propiedad se atenúa mucho en los casos de incendio, porque el calor produce grietas y desprendimientos en la costra protectora.

La madera bien inyectada y penetrada hasta donde sea posible por las materias ignífugas, presenta una resistencia á la inflamación que es en la práctica sobrada para dar tiempo al salvamento de las personas y de las cosas.

Se deduce de todo lo que va dicho, que el problema de la ignifugación de las maderas puede hoy considerarse resuelto en la práctica, y su empleo es ya corriente en América, donde existen establecimientos importantes dedicados á la preparación correspondiente de las maderas, y donde muchos pliegos de condiciones exigen el empleo de las maderas ignifugadas, ejemplo digno de imitarse.

Yo creo que al hacer una reglamentación para la construcción de teatros, debiera establecerse como condición *sine qua non* para toda la madera que se emplee, y en las reparaciones para toda la que deba introducirse de nuevo, ignifugando además todo el material inflamable.

En Italia está ya establecida la preparación de las traviesas y de los postes telegráficos (1) para proporcionarles mejores condiciones de resistencia á la humedad y á otras causas de destrucción. Aunque el objeto de esta industria y el de la ignifugación son totalmente diferentes, los procedimientos son los mismos y el material es casi idéntico. Sólo es diferente el líquido que se emplea. Espero, pues, que pronto se inaugurará en Italia la industria de la ignifugación de las maderas.

L. GABRA.

EXPLOTACIÓN DEL PANTANO DE PUENTES

(CONCLUSIÓN)

Como ejemplo más notable citaremos el atoramiento de los túneles 2 y 3 en el desagüe total de Enero de 1893. En el primero, rompió el *taco* á los veintiseis días, con 34,69 metros de altura del embalse, y en el segundo, á los dos meses y once días, con 40,19 metros de altura. En la limpia de Febrero de 1898 también quedó atascada la galería número 3 con un peñón, y no obstante haberlo roto, dejándola con ello expedida hasta donde aquél se encontraba, no se desatoró hasta el décimo día, en que la altura de agua alcanzó 32,80 metros.

Debemos observar que los atascamientos son tanto más difíciles de vencer cuanto mayor es el tiempo transcurrido de una á otra limpia, como sucedió en la de 1893, que correspondía á un periodo de nueve años y en la de 1898, á otro de cuatro.

Los tres desagües restantes, en los que el espacio de tiempo no excedió de un año, se verificaron sin accidente alguno que merezca anotarse.

Continuando el estudio de todos aquellos fenómenos que se relacionan con las limpias, no creemos aventurado exponer que los tarquines se deslizan lentamente hacia los puntos bajos, con movimiento análogo al de los glaciares. De este modo se explica cómo blaques ó peñones desprendidos de las laderas, que al caer quedan entre los légamos á distancia más ó menos grande de la vagnada, pasado algún tiempo, llegan á ésta, continuando su avance hacia la presa. Se comprende igualmente que allí donde la superficie en que descansan los tarquines sea horizontal ó de pendiente muy pequeña no habrá movimiento alguno.

Volviendo ahora á fijar nuestra atención en los accidentes que se producen en las galerías de desagüe, nos parece ocioso hacer resaltar la gravedad que encierra el caso de que aquéllas se inutilizasen, considerando solamente que la prolongación de la vida de un pantano está íntimamente ligada con el buen funcionamiento de los desagües de fondo; y que el peligro apuntado puede llegar, pruébase con lo acaecido en Enero del 93, en que los dos túneles quedaron atascados durante veintiseis días, en cuyo espacio de tiempo, de presentarse una riada, el depósito de tarquines sobre las bocas de las galerías hubiese dificultado mucho más la rotura de los *tacos*, hasta hacerla quizás imposible; de igual modo lo hubiera sido si en éste, como en otros pantanos, la altura disponible no excediera de 34 metros.

De todo lo que llevamos expuesto sobre limpias se desprende cuán necesario es hacer aquéllas con frecuencia, á fin de expulsar del em-

(1) Se ha dado cuenta en esta REVISTA.

balse la mayor cantidad posible de tarquines, y para evitar ó hacer menos graves los accidentes que en ellas se presenten.

El número de galerías de fondo deberá ser el de dos ó tres, para prevenir el caso de inutilización, para dar amplitud al desagüe y para regular las crecidas. Cuanto mayor sea la sección de aquéllas, tanto más se facilitará la salida de los materiales depositados; pero ya hemos visto que esta ventaja queda compensada con los inconvenientes que presentan las maniobras en los grandes vanos. Creemos, sin embargo, que podrían amortizarse ambas cosas del modo siguiente: estableciendo dos de aguas de fondo de igual forma, dimensiones y mecanismos que los del pantano de que nos ocupamos, y un tercero, mayor, destinado exclusivamente para la limpia, no abriéndose en el desagüe total hasta que la altura del embalse se reduzca á 20 ó 25 metros, ó bien en el momento de quedar en seco, con lo cual el esfuerzo para su manejo quedaría dentro de los límites ordinarios.

Otra de las precauciones que se toman es la de ir rompiendo todos aquellos peñones que aparecen entre los tarquines, cuando éstos adquieran la consistencia necesaria para trabajar sobre ellos.

A continuación presentamos dos estados sobre las limpias: el primero es un resumen de las verificadas hasta el día, y en el segundo se detalla la última de aquéllas.

Desagües totales del embalse.

MES	AÑO.	Duración.	Aportación de los ríos en metros cúbicos.	Tarquín arrojado. — Metros cúbicos	OBSERVACIONES
Enero.....	1893	23 horas..	3	816.019	Se suspendió por atascamiento de los túneles.
Diciembre..	1894	23 días...	8	4.500.600	"
Febrero.....	1898	15 horas..	7	"	Se suspendió por atascamiento de los túneles á causa de dos grandes peñones.
Noviembre..	1898	10 días...	4	1.021.310	"
Noviembre..	1900	24 días...	4	4.474.563	"
Total.....		58 días...		10.811.892	

Tarquín arrojado del embalse durante el quinto desagüe total en el año 1900.

MES	Día.	Hora.	Altura del embalse. — Metros.	Aportación de los ríos por primer (limpio). — Mts. cúbicos	Tanto por 100 de tarquín arrojado	Tarquín arrojado entre dos observaciones. — Metros cúbicos.
Octubre.....	28	7 m.	34.72	14.916	"	"
—	29	7 m.	28.79	10.015	20	815.600
—	29	7 3/4 m.	28.46	6.000	20	24.840
—	29	9 1/2 m.	28.46	5.927	20	9.340
—	—	11 1/2 m.	28.45	8.000	20	15.215
—	30	7 m.	27.67	6.500	20	135.180
—	—	2 t.	—	6.500	56	478.576
—	31	7 m.	—	5.000	68	650.250
Noviembre...	1.º	7 m.	—	3.615	45	255.548
—	2	7 m.	—	3.615	38	191.270
—	3	7 m.	—	3.615	32	146.981
—	4	7 m.	—	3.615	25	104.112
—	5	7 m.	—	3.700	23	95.748
—	6	7 m.	—	3.750	22	91.385
—	7	7 m.	—	3.800	20	82.080
—	8	7 m.	—	3.850	20	83.160
—	9	7 m.	—	3.900	21	89.572
—	11	7 m.	—	4.000	15	121.976
—	13	7 m.	—	4.100	16	134.948
—	19	7 m.	—	4.200	15	384.225
—	20	9 1/4 m.	—	4.200	15	70.041
Diciembre...	3	4 t.	26.10	160.797	2.87	33.269
—	3	8 n.	23.95	55.929	5.20	20.103
—	4	8 m.	—	167.788	20	151.200
—	5	7 m.	—	321.595	27	118.946
—	6	7 m.	—	335.577	13	50.144
—	7	12 n.	—	573.278	11	70.854
—	8	2 t.	15.85	195.754	"	"
Total.....						4.474.563

Un medio que á nuestro juicio haría más eficaces las limpias sería el de establecer un canal de aguas claras que circunvalase gran parte del embalse, con las brencas y tablachos necesarios para arrojar el agua en forma torrencial sobre aquellos puntos donde la acción de los desagües totales pueda considerarse como nula. Dadas las condiciones del pantano de Puentes, la capacidad del canal para un gasto de 4 ó 5 metros cúbicos por un segundo la consideramos como suficiente.

No tenemos noticia de que obra semejante á la propuesta se haya construido; pero todo hace pensar que en aquellos sitios adonde se dirige la corriente de la manera ya indicada, se hará perfectamente la remoción de los tarquines y éstos serán arrastrados al exterior.

Tratando ahora de un modo general la cuestión de limpias en los pantanos, opinamos con la mayoría; esto es, que no está resuelto dicho problema. Testimonio de ello encontramos en el de la localidad, donde si en los primeros años no se hicieron desagües totales por dificultades que no son del caso examinar, en cambio desde 1893 la Empresa concesionaria de esta obra no ha perdonado medios para evitar los depósitos, expulsando la respetable cifra de 10.811.892 metros cúbicos ya acumulados; á pesar de lo cual todavía quedan unos siete millones de metros cúbicos, cantidad que se aproxima á la cuarta parte del volumen máximo del embalse. ¿Podría deducirse de este resultado que en doble tiempo de servicio aumentarían en igual proporción las materias depositadas? Nos atrevemos á afirmar que no. En primer término, porque al elevarse el nivel de aquéllas en el vaso, la pendiente general, con relación al punto fijo de desagüe, aumenta, y con ella la velocidad de la corriente y su fuerza de arrastre, que en la práctica viene á traducirse en mayor facilidad para el arranque y transporte de los légamos.

Otra de las razones que nos hacen suponer que el aumento ha de ser mucho menor que el correspondiente á una progresión aritmética del tiempo y el volumen de los depósitos, es el mejor conocimiento que después de los años transcurridos se tiene del régimen de los ríos, de sus avenidas, de los mecanismos para los desagües, de las dificultades que en ellas se presentan y manera de vencerlas, y de todos aquellos medios que forman un verdadero sistema preventivo para detener el avance en la altura de los tarquines.

Como consecuencia de los que llevamos dicho resulta: 1.º, que los pantanos, en los regadíos donde las necesidades de estos impiden tener largo tiempo abiertas las galerías de fondo, requieren grandes cuidados para evitar su entarquinamiento; 2.º, que, dada la perfección de los mecanismos de que hoy se dispone, puede prolongarse la vida de esas obras, si no indefinidamente, acaso el tiempo bastante para dar solución económica al problema que estudiamos; y 3.º, que en los pantanos destinados exclusivamente á regular crecidas, la cuestión se simplifica dejando casi constantemente abiertos los desagües de fondo, que sólo deberán cerrarse parcial ó totalmente cuando importe regular la crecida de un modo distinto á como se verifica estando levantadas las compuertas, ó ya eventualmente en algunas otras ocasiones.

De estas obras pudiera decirse que el servicio que prestan le prestarán por tiempo indefinido, si un accidente fortuito no las inutiliza. Así se ve que el pantano de Valdeinfierno, donde, al rehabilitarlo para regulador de crecidas, no se colocaron compuertas en su túnel de fondo, dispone actualmente de mayor capacidad que antes de terminar el recrecimiento del muro, pues no solamente ha dado salida por la amplia galería de desagüe á los arrastres de aquéllas, sino que al mismo tiempo han limpiado una buena parte de los tarquines largo tiempo acumulados en él.

Antes de terminar nuestro trabajo, creemos un deber de justicia consignar aquí que consideramos el pantano de Puentes como la obra más acabada, en su clase, de la época actual, pues no sabemos que en ninguna otra se haya llevado á mayor grado el perfeccionamiento en los detalles á que me he referido.

Resumiendo aquello que más interesa señalar, podríamos establecer las siguientes conclusiones:

- 1.º El número de galerías de desagüe deberá ser el de dos ó tres.
- 2.º En ellas se reforzarán con materiales de gran dureza aquellos puntos que estén sometidos al choque de los filetes líquidos.
- 3.º Se colocarán en la parte superior de las galerías tubos respiradores para evitar las detonaciones ó cañonazos.
- 4.º Los mecanismos de las compuertas de fondo se maniobrarán por un acumulador ú otro medio que haga rápidas y fáciles las operaciones, y además por aparatos más sencillos, para prevenir el caso de averías en los primeros.
- 5.º En el momento de iniciarse una crecida, se abrirán las galerías de fondo, y así permanecerán hasta que el agua salga clara.

6.^a Las limpias en el embalse se practicarán cuantas veces se encuentre ocasión oportuna.

7.^a Debería establecerse en los nuevos pantanos una galería de fondo de mayores dimensiones que las otras, destinada exclusivamente para las limpias.

8.^a Que, como medio auxiliar para hacerlas más eficaces, conveniría ejecutar un canal de aguas claras que circunvalara el embalse, para dirigir aquéllas á los puntos donde no llegara la acción de las llamadas «limpias naturales»; y

9.^a En los pantanos que sólo prestan el servicio de reguladores de avenidas, las galerías de fondo permanecerán siempre abiertas, no cerrándose sino en casos muy excepcionales y por poco tiempo.

RICARDO EGEA.

ABASTECIMIENTO DE AGUA DE BUENOS AIRES (1)

Decir el punto del cual deberían venir las aguas á la ciudad, no ofrecía ciertamente campo muy ancho á la controversia. Situado como está Buenos Aires, sobre la ribera del Río de la Plata, en el nacimiento, puede decirse, del delta, que forman los grandes ríos Paraná y Uruguay, y circunscrita por el lado de tierra por las vastísimas Pampas, que se extienden hasta casi todas las faldas de los Andes, no había otro punto de donde pudiese tomarse el agua, sino del expresado Río de la Plata. La cuestión se limitó, pues, á escoger el sitio más á propósito, teniendo á su vista el futuro engrandecimiento de la ciudad y la necesidad de conservar las aguas libres de toda influencia nociva.

Después de un maduro examen, fué elegido un paraje casi enfrente del pueblo Belgrano, á unos seis kilómetros río arriba del extremo Norte de la ciudad.

En este sitio, y á unos 1.000 metros de distancia del litoral, existe un canal que forma el extremo Norte de la hondura conocida por «Los Pozos». Hay allí casi permanentemente una corriente denominada *Corriente del Capitán*, y cuyo nombre lo debe, sin duda, á la creencia de que por este canal bajan las aguas del Arroyo Capitán, que es un brazo del *Paraná de las Palmas*, río que á su vez desemboca en el Plata, cerca de San Fernando.

En el centro, pues, de dicho canal, está el punto escogido para la toma de agua, y en el cual las mareas bajas acusan 4,30 metros de profundidad.

Por los varios análisis de las aguas, hechos en diferentes parajes del río, se ha demostrado que ella era en este sitio más pura que en los demás; y como también podía allí contarse con una profundidad regular en todo tiempo (cosa difícil en el Río de la Plata dentro de límites razonables), era juicioso esperar que se obtendría siempre en él agua fresca y libre de contaminaciones perniciosas.

Aun cuando el agua del Río de la Plata no es de las mejores, puede, sin embargo, considerarse como una buena agua potable, y un análisis hecho últimamente de una muestra tomada en la torre de toma, dió el siguiente resultado:

	Partes por millón.
Sales en disolución.....	130
Cloro.....	17
Amoniaco libre.....	0,06
Amoniaco Albuminóideo.....	0,24

Su aspereza es, término medio, de 4° 25, en lo que cada grado representa un miligramo de carbonato cálcico ó su equivalente en 100.000 partes.

Las sales en disolución se componen principalmente de las de sosa.

La cantidad de amoniaco albuminóideo, que es algo crecida, y que en otras condiciones podría hacer sospechosa la calidad del agua, se debe á materias vegetales saturadas probablemente durante el largo y tortuoso viaje del río, por el gran delta del Paraná.

Todas estas materias desaparecen por completo con la filtración cuando ella es bien hecha, quedando el agua buena, sana y adaptable á todos los usos de una gran población.

Como todos los grandes ríos en iguales circunstancias, tales como Missisipi, el Hoogli en Calcuta y otros, el Paraná lleva siempre sus aguas cargadas de una cantidad considerable de limo, ó sea arcilla en estado de suspensión.

Según observaciones hechas por el Sr. Bateman en 1870, las aguas del Paraná llevaban generalmente 1,9000 partes de su peso de arcilla en suspensión; y otros análisis hechos últimamente de agua más próxima á la costa demostraron 1,7752 partes. Nótese que la materia en suspensión varía casi diariamente, según la cantidad de lluvia que cae ó los vientos reinantes.

Por pequeña que pueda parecer la cantidad de materia que llevan en suspensión las aguas, ella es de gran interés para el estudio del río, pues con solo 1,7752 partes de su peso y tomando como volumen del río en su estado bajo la cifra de 700.000 pies cúbicos por segundo, resultaría que la cantidad de arcilla llevada cada veinticuatro horas al mar, equivale á 223.714 toneladas, ó sea 242.860 metros cúbicos.

Esta materia se halla tan extremadamente dividida que casi parece disuelta en el agua y no suspendida mecánicamente.

Colocada en una botella una muestra de agua y dejada en reposo, necesita dos ó tres meses para efectuar su precipitación; aun asimismo nunca queda enteramente clara, sino después de un período muy largo de tiempo.

Era, pues, muy importante escoger un sitio para la toma, en el cual pudiese obtenerse el agua en su estado más puro, para facilitar así su futura purificación.

Torre de Toma.—Por esta torre entra toda el agua destinada al consumo de la ciudad. Su emplazamiento se eligió porque la playa, que está á veces en seco hasta distancia de 1.000 metros de la margen del río, cae repentinamente allí á una profundidad mayor que la que se ha observado en ningún otro sitio en las inmediaciones.

Para proceder á la construcción de esta obra, se empezó por establecer un entramado de pilotes en el sitio designado, colocándose en él un martinete susceptible de funcionar en un círculo del radio de 7,60 metros, igual al del contradique circular que se proyectaba construir. Luego se clavaron pilotes de 0,305 m. labrados para ese radio, uno contra el otro, hasta la tosca, que se hallaba á una profundidad de 3 metros debajo del lecho del río, y una vez terminado el círculo, se bombeó el agua que contenía, resultando del todo satisfactoria la obra así hecha.

Con el fin de conseguir buenos cimientos para las paredes de la torre, se construyó un cilindro de ladrillo, del diámetro interior de 3 metros, con paredes del espesor de 0,30 m. hasta la profundidad de 4,25 m. debajo del lecho del río, alrededor de cuyo cilindro se construyeron doce cubas, de forma octogonal, de 1,78 m. entre sus lados opuestos, llevadas hasta la profundidad de 3,00 m. Luego se cavó un pozo de 2,24 m. de diámetro, dentro del cilindro central, hasta los 1,98 m. debajo del plano de comprobación, ó sean unos 10,50 m. debajo del lecho del río. El revestimiento de este pozo se prolongó hacia arriba, de un espesor de 0,61 m., y del diámetro de 2,66 m. hasta el nivel de las más altas mareas, y en sus costados se insertaron cuatro válvulas de paso, para regular la admisión del agua. La torre se edificó alrededor de este pozo, de hormigón revestido de ladrillo, sirviéndole de cimientos las doce cubas octogonales. La torre es cuadrada, con mochetas de granito. En la parte inferior, frente á las válvulas ya mencionadas, se hallan cuatro aberturas para el agua, con fuerte reja de hierro, para impedir la entrada de maderos y demás substancias flotantes. Las paredes de la

(1) De La Ingeniería.