

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

PUBLICACION TECNICA 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.

Fabricación, ensayos y empleo de materiales hidrófugos.

El presente artículo, traducido del *Engineering News*, es debido a la pluma de Mr. J. Rosenzweig, quien acertadamente expone los nuevos métodos empleados para obtener un producto hidrófugo hasta ahora desconocido, usado ya en gran escala en los Estados Unidos.

La Public Service Commission of New York (primer distrito) está actualmente empleando enormes cantidades (4 millones de pies cuadrados) de tejidos hidrófugos en el nuevo camino subterráneo que se construye en Nueva York. Se tropezó con la dificultad de poder dar uniformidad al producto, y el autor del artículo hizo un estudio para poder determinar el mejor método (único empleado) para la fabricación y ensayo de estos materiales saturados.

El material hidrófugo se hace de un tejido saturado con asfalto ó pez de alquitrán y recubierto con serrín de madera para evitar que se adhieran unos á otros. El tejido se hace de yute, que es una fibra obtenida de la corteza interior de una planta asiática, *Genus Corcharus*. El serrín de madera es pulpa pulverizada ó granulada, generalmente de cedro ó pino blanco. La mayoría del tejido de yute se recibe de Dandee y Calcuta, en balas ó rollos de 1.200 á 2.000 yardas de longitud (1.097,28 á 1.828,8 metros), con un ancho que varía entre 32 y 42 pulgadas (81,28 y 106,68 centímetros).

Los mejores materiales llegan en rollos de 100 á 200 yardas de longitud (91,44 á 182,88 metros) y un ancho que varía entre 29 y 39 pulgadas (73,66 á 91,29 centímetros), debiéndose este distinto ancho á la distinta retracción producida por la saturación.

Como la Public Service Commission usa exclusivamente pez de alquitrán para la membrana de los productos hidrófugos, y es muy conveniente que el flujo de saturación y revestido del producto se adapte tan estrechamente como sea posible al forro, teniendo en cuenta que hasta ahora ningún tejido de yute se había saturado con pez de alquitrán, se hicieron experimentos para ver cómo se debía operar, y se llegó al resultado de que se podían preparar materiales de esta naturaleza, y en la actualidad son usados en las obras al mismo tiempo que materiales saturados con asfalto.

Cualidades de los productos.—De los experimentos hechos se ha llegado á deducir que un buen producto hidrófugo debe poseer las siguientes cualidades:

1.^a Los productos deben estar completamente saturados y bien revestidos, dejando suficientes mallas abiertas para permitir el buen depósito de sucesivas aplicaciones.

2.^a Los productos serán suficientemente plegables para poderse adaptar á las desigualdades de las superficies á que deben aplicarse.

3.^a El tejido, mientras se satura, no deberá resquebrajarse, lo que puede suceder si la temperatura de la materia saturadora es demasiado alta.

4.^a La materia saturadora deberá ser de tal naturaleza que no produzca deterioro en los tejidos que se saturan.

5.^a Los mejores rollos del material deberán desenrollarse fácilmente, usando tan sólo serrín de madera para evitar la adherencia.

6.^a En la totalidad de rollos del material hidrófugo se deberá evitar que se tuerzan, se arruguen ó se deterioren de otro modo poniendo un alma ó carrete en el centro, de madera ó fibra.

7.^a El flujo de saturación deberá tener el punto de fusión, por lo menos, á los 140° F, y la temperatura, durante el proceso de saturación, se mantendrá entre 270 y 300° F.

Para obtener el material con las anteriores condiciones, los experimentos han mostrado que el tejido se debe pasar á través de la materia saturadora muy lentamente y permanecer sumergida tanto tiempo como se necesita para llevar un máximo de 10 pies de tejido á través de la materia saturadora en treinta segundos; cuando esta materia está á 270° F, la velocidad, debiendo ser proporcional á la temperatura, ó sea á más alta temperatura de la materia saturadora, menos tiempo de inmersión y *viceversa*. Esta velocidad se puede aumentar si el tejido ha de recibir un revestimiento además de la saturación, esto es, si se emplea el doble proceso. El punto de fusión del flujo de revestimiento (que es de igual materia que el flujo saturador) debe ser doble del saturador, pero la temperatura y el tiempo de aplicación deben ser los mismos que el de aquél para efectuar la adhesión completa.

Fabricación del material.—El método para saturar el tejido que actualmente se emplea y se ha demostrado que es el mejor, es el siguiente:

Los rollos de tejidos se pasan á través de cilindros calientes con el fin de evaporar toda el agua que contiene, que algunas veces llega al 10 por 100 de su peso y nunca baja del 3 por 100. Después se saca de los cilindros y se coloca en una tabla enfrente de un depósito estrecho y largo; en este depósito está la materia saturadora, en la cual se sumerge el tejido, manteniéndole á

una profundidad de un pie debajo de la superficie del líquido, y se le hace recorrer así alrededor de 15 pies. Se puede emplear un depósito corto, pero muy profundo, en lugar del anterior, y hacer recorrer al tejido el camino verticalmente en lugar de horizontalmente, como se hacía antes. La materia saturadora se calienta y se sostiene á una determinada temperatura por medio de tubos, por los que circula vapor, colocados á lo largo de las paredes del depósito. Desde el depósito el tejido se lleva á dos rodillos compresores calentados con vapor. Estos rodillos sirven para quitar el exceso de materia saturadora del tejido y comprimir el resto dentro de él. El grado de presión ejercida por los cilindros determina el tanto por ciento de mallas del tejido, tapados con la materia saturadora.

El producto así saturado se lleva á un espacio aireado ó se pasa alternativamente por cilindros enfriados con agua, y desde aquí se lleva á una serie de cilindros secadores, que pueden ser grandes ó pequeños, estando solamente destinados á exponer el material saturado, tanto tiempo como sea posible, á una corriente de aire frío. En lugar del espacio aireado, donde hemos dicho anteriormente se ponía el tejido saturado, se puede emplear un potente ventilador eléctrico. Los cilindros secadores se usan también para extender sobre la superficie del tejido una película fina de serrín de madera, después de lo cual el material se enrolla sobre un eje central, del que fácilmente se puede separar; una sencilla medida muestra cuándo la longitud fijada se ha enrollado.

El tejido deberá presentar una malla uniformemente embreada, tanto en la trama como en la urdimbre, y al pasarlo á través de los cilindros para saturarlo, se debe cuidar de que no esté sometido á una gran tensión, que pudiera descomponer la malla y debilitar el material. El mejor tejido se ha comprobado que es el que pesa 7 á 8 onzas por yarda cuadrada (28,35 gramos por 0,836 metros cuadrados). La materia saturadora puede ser ó bien asfalto puro ó fundido ó bien brea de alquitrán. No hay ninguna prueba decisiva para preferir el asfalto á la brea, ya sea como envolvente ó como materia saturadora, pero teniendo en cuenta el hecho de que la brea de alquitrán se usa ahora, exclusivamente, como envolvente; es preferible también como materia saturadora, á causa de que el asfalto y la brea de alquitrán no se mezclan bien.

Los experimentos hechos han demostrado que mientras todos los asfaltos son atacables por los ácidos, la brea de alquitrán es atacada en mucha menor escala. El asfalto, si es fundido, no deberá ser demasiado quebradizo. La brea de alquitrán no deberá contener más de un 10 por 100 de carbono libre, porque el carbono, tanto como el mismo tejido, no es materia hidrófuga; por así decirlo, el carbono da cuerpo á la materia saturadora, y el tejido da cuerpo ó bien activa como un refuerzo de la membrana hidrófuga.

Se ha pensado que la creosota, siendo un excelente preservativo para la madera, y una destilación del alquitrán, podría ser también un buen preservativo del tejido. La objeción que se hace á esto es que la creosota se evapora muy rápidamente, dejando el material duro y sin protección contra el ataque mecánico.

Ensayos para la recepción del material.—La experiencia ha enseñado que los siguientes métodos de inspección revelan cuándo es bueno y cuándo es malo un material hidrófugo:

1.º Observar la superficie del material á través de una lente y ver si cada uno de los cordones está solamente manchado ó bien recubierto con la materia saturadora; la forma es completamente indiferente.

2.º Colocar una pieza de tejido delante de una luz, y anotar

el tanto por ciento de mallas abiertas, que deberá ser, aproximadamente, el 50 por 100 del tejido examinado. Este tanto por ciento asegura una buena envolvente ó faro, pero no implica una buena saturación.

3.º Separar de una pieza del material alrededor de un pie cuadrado (de un rollo elegido al azar) y cortarlo paralelamente á la trama, á la urdimbre y en diagonal á las dos. Esto no mostrará siempre la insuficiente saturación, pero por la rotura del material á lo largo de estos cortes, este defecto podrá llegar á ser visible y mostrar si el material es defectuoso.

4.º Flexibilidad y cierto grado de blandura del material son requisitos indispensables. Esto se puede descubrir estrujando el material con la mano cerca del oído; si se perciben crujidos, es prueba de que el asfalto es demasiado duro ó que la brea de alquitrán tiene demasiado alto el punto de fusión.

5.º Se cortará un pie cuadrado de material de cualquier parte de un rollo y se pesará cuidadosamente para determinar la cuantía de la saturación; hecho lo mismo con el tejido sin saturar, para los mejores tejidos, el peso del material saturado debe ser dos veces el del tejido sin saturar, siendo esto un mínimo.

6.º No es conveniente, y si hasta contraproducente, el revestido con exceso de serrín de madera, del tejido, y si el color es claramente blanco, debido á estar totalmente cubierto de serrín de pino blanco, se deberá rechazar; el tanto por ciento de serrín de madera tolerado es tres octavos de libra por cien pies cuadrados, uniformemente extendido por un lado sólo. En caliente, sin embargo, se permite media libra.

7.º Para determinar el efecto de la materia saturadora en el tejido, por si disminuye la carga de rotura por tensión, se deberá buscar la carga de rotura por tensión del tejido saturado; en un tejido bien saturado deberá ser mayor la carga de rotura por tensión comparada con la del tejido sin saturar; probado en tiras de una pulgada de ancho (2,54 centímetros) deberá resistir por lo menos una carga de 80 libras (36,288 kilo.).

8.º El análisis de la materia saturadora deberá ser el siguiente:

Solubilidad en tetracloruro de carbono, por lo menos 98 por 100.

Solubilidad en éter de petróleo, por lo menos 66 por 100.

Los ensayos físicos deben dar los resultados siguientes:

Hasta los 75° F., no debe perder dureza; el punto de fusión no debe bajar de 140° F.; penetración por lo menos, 0,75 centímetros; por lo menos 50 centímetros para la ductibilidad.

9.º El serrín de madera preferido es el de cedro aplicado en una delgada película por una cara solamente; si se usan aserraduras, deberán ser cuidadosamente esparcidas.

10. Cuando se almacene el material se deberá colocar en lugar seco y frío en pilas de tres ó cuatro rollos á lo más, protegido contra la lluvia y otras inclemencias del tiempo.

Es de advertir que en verano se debe emplear un flujo saturador con punto de fusión más alto que el que se emplea en invierno, pero manteniéndose dentro de los límites de 160° F. como máximo y 140° F. como mínimo; la proporción de serrín de madera se reducirá tanto más cuanto más baja sea la temperatura ambiente.

El material saturado con mallas ó poros abiertos es actualmente reconocido por la mayoría de los Ingenieros como superior al fieltro saturado en cuanto á sus condiciones hidrófugas.

La razón de esta preferencia reside en el hecho de que el material con poros ó mallas abiertas permite una más completa adherencia del revestimiento en las sucesivas aplicaciones al tejido, y permite también el escape del aire de las bolsas formadas

debajo del lecho de la fábrica y antes de aplicar el revestimiento al tejido.

Un sustituto de este material se ha encontrado en el fieltro perforado y saturado de la misma manera. Esto es, sencillamente, reconocer la eficacia del material saturado con mallas abiertas, que está libre de los inconvenientes que presenta el fieltro perforado, como son: distintos lechos en forma de alternadas capas, poca resistencia á la rotura por tensión, falta de adherencia á los materiales y tendencia al deslizamiento, sobre todo en la posición vertical; en lugar de todos estos inconvenientes, el tejido saturado posee la ventaja de actuar como refuerzo y soporte de la membrana, siendo más elástico y apto para extenderse sobre una gran área.

RAMÓN MARÍA SERRET.

Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

DISCURSO DEL NUEVO ACADÉMICO

DON AUGUSTO KRAHE

Modesto Profesor de Matemática, consagrábame al cuidado de iniciar inteligencias juveniles en estas disciplinas del humano saber, cuando, abrumado por vuestras bondades, me encuentro exaltado por vosotros al puesto que dejó vacante la muerte del insustituible y llorado D. Eduardo Saavedra. Aun temiendo fundadamente que el compromiso contraído sea muy superior á mis fuerzas, he aceptado el inmerecido cargo honrado y complacido, y aquí me tenéis dispuesto á compartir vuestras tareas.

Mi nombramiento no tiene ni puede tener otra explicación que el haber llegado á vuestros oídos mi fervoroso y casi innato entusiasmo hacia las ciencias exactas, y vuestra designación, que no he de ocultaros que con toda el alma agradezco, me pone en trance parecido al del noble godo, al del histórico personaje, que, alejado del mundanal ruido, vióse sorprendido por su exaltación al trono. Mi eterna gratitud, Sres. Académicos, y desde ahora insignes compañeros; por vuestra donación generosa.

Convendréis conmigo, y quedaréis por ello obligados á ser muy indulgentes, en que para mantener el honor del puesto con el brillo y esplendor con que lo mantuvieron Echegaray y Saavedra—entre otros muy ilustres varones que honraron la medalla núm. 6—, tendría que desplegar esfuerzos muy superiores á los de mis modestos músculos mentales. Admitiréis igualmente no ser éste ya solamente puesto de honor, sino sitio de verdadero peligro, por la tensión y desasosiego espirituales á que ha de estar sometido el que intente, no ya igualar, sino ni aun siquiera tratar de seguir ó de imitar á tan perfectos modelos. Echegaray y Saavedra alcanzaron fama mundial.

Tanto el uno como el otro, por sus aptitudes variadísimas y excepcionales para las más opuestas disciplinas, y por las obras maestras producidas por sus excelsas mentalidades, conquistaron, desde su juventud, el derecho á ver inscritos sus preclaros nombres, con áureos é indelebles caracteres, en las páginas de la Historia.

Perdido Saavedra para la Ciencia y la Literatura patrias, restantes el ilustre Presidente de esta Real Academia, este asombroso veterano, admiración de propios y extraños por su vigor y agilidad intelectuales, más bien acrecidos que amenguados por la edad, y cuyos recientes trabajos compiten con ventaja, en fres-

cura, belleza y lozanía, con los que su genio produjera en aquella juventud de que nos habla en sus exquisitos *Recuerdos*.

No tuve la honra de conocer personalmente á Saavedra, mas asóciáanse en mi memoria las noticias primeras de su inmenso saber con mis evocaciones infantiles.

Para los que frecuentábamos, en una de las últimas décadas del siglo anterior, las aulas de la Escuela de Caminos, por las cuales desfilaron, primero como alumnos y después como Maestros meritísimos, Saavedra y Echegaray, estos ilustres Ingenieros seguían formando parte de aquella casa. Aunque no les hubiéramos alcanzado como Profesores, sentíamos aún en el ambiente el luminoso rastro de sus enseñanzas.

Nuestros maestros habían sido discípulos de ambos, y en la orientación de los programas notábase la influencia de aquellos insignes varones. Los triunfos científicos y literarios de los dos egregios Ingenieros eran considerados como victorias propias; nuestro incipiente espíritu de Cuerpo, que en la juventud—á veces también en otras edades—adquiere marcados tintes de exclusivismo, no admitía peros ni distinguos tratándose de sus producciones. Cuando los trabajos estaban al alcance de nuestros conocimientos, los alabábamos por convicción; cuando así no era, por demasiado elevados en relación á nuestra escasa base científica, postulábamos, como dicen los matemáticos, y eran ensalzados á sentimiento, por hipótesis. Un drama ó un artículo de Física de nuestro Echegaray, un trabajo sobre resistencia de materiales ó un informe académico del ínclito Saavedra, eran admitidos como dogmas, sin dudas ni vacilaciones. Enteramente parecía que hubiéramos colaborado en aquéllos ó que sus autores no los publicaron sin haber obtenido antes nuestro beneplácito. En honor á la verdad, el sabio profesorado de aquel ilustre Centro docente nos daba el ejemplo, procurando injertar con toda ocasión y con todo motivo, en los primeros brotes de nuestra cultura técnica, la admiración hacia las enseñanzas del afamado Ingeniero. Aun recordarán con gusto, como yo lo recuerdo, los que en aquella época fueron mis entrañables compañeros, el deleite que nos producía la sustitución de la conferencia marcada para el día por la lectura y comentario y algún trozo entresacado de las Memorias ó monografías del insigne maestro.

Ha sido estudiado Saavedra por meritísimos escritores como Ingeniero, como Arquitecto, como historiador, como arqueólogo, como arabista, como filólogo, como matemático y como literato, mereciendo singular mención la admirable y sentidísima biografía que en la *Revista de la Sociedad Matemática Española* le dedicó nuestro egregio Presidente. Repetir como un eco, como una resonancia, lo que todos sabéis y lo que no se habrá seguramente borrado de vuestra memoria, me parecería casi una redundancia, y, en cambio, pretender hacer un análisis serio y de primera mano de la obra de Saavedra, sería en mí una verdadera temeridad, un loco atrevimiento, casi una profanación. Confieso que carezco de la preparación necesaria para esa labor de honda é intensa cultura, y estas cosas no son de las que se improvisan. Para estudiar á Saavedra se necesitaría casi ser otro Saavedra. El juego sinovial de sus escritos, la variadísima erudición de sus obras, la multiplicidad de sus creaciones, la diversidad de sus actividades mentales, todo ello requiere una base de ilustración y una altura de pensamiento fuera del alcance de mi especialización matemática. Yo leo, v. gr., el estudio de Saavedra acerca de nuestras calzadas romanas, y me parece que me hallo frente á un Ingeniero de los Escipiones; mas he de limitarme á eso, á admirarlo, y sería pretensión pueril atreverme á más; leo sus concienzudas investigaciones acerca de la arquitectura árabe, y me parece que me hallo ante un alarife del Cá-