

por aprovechamiento de las aguas públicas, sin causar ningún género de molestias á los concesionarios, con el exclusivo fin de que no se desperdicien las aguas y de que desaparezcan los abusos, debiendo llegar la tolerancia hasta el extremo de que aun los usuarios de aprovechamientos no autorizados encuentren en ella el medio de legalizar su situación, siempre que no resulte perjuicio de tercero.

Entiendo, por lo tanto, que la revisión debe llevarse á cabo bajo las siguientes bases:

1.^a En todos los aprovechamientos de aguas públicas dotados de concesiones legalmente otorgadas, se comprobará si funcionan dentro de las cláusulas contenidas en sus respectivas concesiones.

2.^a En los aprovechamientos antiguos sin concesión que hayan adquirido y consolidado sus derechos al amparo de las prescripciones de la ley de Aguas, se comprobará si se ajustan en un todo á las disposiciones de la vigente legislación.

3.^a En los que no concurra ninguna de las circunstancias señaladas en las dos bases anteriores, se tomará nota de las condiciones en que funcionan, informando si son las más apropiadas para el objeto ó importancia del aprovechamiento, y se hará constar, sobre todo, si están dispuestos en forma que resulte daño ó perjuicio para tercero.

4.^a Los aprovechamientos de aguas públicas, en cuya concesión no se haya fijado su naturaleza, la cantidad en metros cúbicos por segundo del agua concedida, y la extensión en hectáreas del terreno que haya de regarse si fuese para riego, según previene el art. 152 de la ley de Aguas, ya se encuentren en el caso del párrafo 1.^o ó del 2.^o de dicho artículo, serán objeto de un informe en que se determinen los expresados datos, indicando además si se considera ó no necesario el establecimiento de módulos.

5.^a En los aprovechamientos colectivos para riegos, donde los regantes y demás usuarios de las aguas estén constituidos en comunidad con sus Ordenanzas debidamente aprobadas, la revisión podrá reducirse á tomar nota, sacada de las mismas Ordenanzas, de las principales circunstancias y límites del aprovechamiento, reconociendo en todo caso las condiciones en que se encuentran las obras de toma y de derivación de las aguas.

6.^a En los aprovechamientos para riegos donde la zona regable esté bien limitada por los accidentes del terreno, bastará indicar cuáles son esos límites, sin determinar la extensión en hectáreas del terreno que se riega ni aun la cantidad en litros por segundo del agua que debe concederse.

7.^a Se tomará nota de todos los aprovechamientos colectivos de aguas públicas para riegos en que no haya comunidad de regantes, ni Ordenanzas, ni reglas escritas sobre la distribución de las aguas y orden en que deben verificarse los riegos, á fin de que se obligue á los usuarios á constituirse en comunidad, siempre que estén comprendidos en el caso previsto en el artículo 228 de la ley de Aguas.

8.^a También se tomará nota de los aprovechamientos aplicados á uso distinto de aquel para que fueron concedidos.

9.^a Se incluirán en la revisión las barcas de paso, puentes rurales y mecanismos flotantes, expresando si reúnen las debidas condiciones de seguridad y si alteran el régimen de la corriente sobre que están establecidos.

Y 10.^a Se dará cuenta de los principales abusos que se cometen en las épocas de sequía y de escasez de aguas, á fin de que por la autoridad competente se adopten las medidas necesarias para reprimirlos.

Claro es que, de esta revisión de los aprovechamientos de aguas públicas, deben exceptuarse todos aquellos que los particulares pueden poner en práctica sin necesidad de autorización. En este caso deben considerarse todos los comprendidos en los capítulos 1.^o y 2.^o de la vigente ley de aguas y en sus artículos 176, 177, 178, 180 y 184.

Una vez hecha la revisión, y resueltos por las autoridades administrativas á quienes respectivamente correspondan los

incidentes que de la misma se desprendan, se formará en cada provincia una relación de todos los aprovechamientos de aguas públicas que en ella existan, con expresión de las cláusulas que se hayan fijado definitivamente en sus correspondientes concesiones, y convenientemente ordenados y clasificados se llevarán á un registro que quedará de manifiesto al público en las Secciones de Fomento de las Jefaturas de Obras públicas, anotando después con el debido orden los nuevos aprovechamientos á medida que se vayan autorizando, los casos de caducidad en que otros incurran y las modificaciones que sean autorizadas competentemente.

Por este medio se habrá conseguido un conocimiento perfecto de todos los aprovechamientos existentes; dictense luego las disposiciones ó instrucciones necesarias para que sea una verdad el servicio de vigilancia y de policía de las aguas públicas; comuníquense además órdenes terminantes y enérgicas á las autoridades para que velen por el cumplimiento de las disposiciones vigentes y para que apliquen los debidos correctivos, y habremos entrado en una era de orden y de normalidad á que todavía no hemos llegado.

A. MORALES AMORES.

LA ASOCIACIÓN INTERNACIONAL

PARA EL

ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

POR

D. J. EUGENIO RIBERA

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos (1).

COMPARACION ENTRE LOS CEMENTOS PORTLAND y los de escoria (Laitiers).

Mi proposición en el Congreso de Stockolmo.—Definición del cemento Portland artificial.—Su diferencia de los Portlands naturales y grappiers.—Definición de los laitiers.—Propiedades hidráulicas de las escorias de alto horno.—Su buen empleo como arenas.—Recelos que despiertan los cementos Laitiers.—Opiniones de Churruca y Tettmayer.—Discusión promovida por esta cuestión.—Conclusión que parece deducirse.

En la tercera sesión del Congreso de Stokolmo, y según consta en el acta oficial, después de apoyar la proposición de Mr. Seligman sobre la influencia de la arena en los morteros, en los términos que expuse en el artículo anterior, presenté personalmente otra proposición pidiendo á la *Asociación internacional* que estudiara comparativamente el empleo de los cementos *Portlands* y *Laitiers*, suscitándose con este motivo vivísima discusión, de la que dí ya cuenta, aunque en extracto, en el número de 24 de Febrero de 1898 de la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS.

Creo útil ampliar la tesis y argumentos que sostuve en el Congreso, en nombre del Ministerio que me honró con su representación, pues es cuestión que entiendo interesa al Gobierno y á sus Ingenieros.

Sabido es que el empleo cada día más generalizado en España de los cementos de fraguado lento, y el precio elevado que alcanzan las buenas marcas de Portland, han promovido la introducción de los cementos de escoria vulgarmente llamados *Laitiers*, cuyas condiciones de pulverización y resistencia luchan muchas veces victoriosamente con los mejores Portland Bournais.

(1) Véase el número anterior.

Y, sin embargo, á pesar de las satisfactorias pruebas que con los *Laitiers* se han obtenido, la mayoría de los Ingenieros franceses y españoles no los admiten en obras de puertos por considerar que no presentan las garantías de resistencia ulterior que la experiencia ha sancionado en los verdaderos Portlands.

¿Cuál es, pues, la diferencia esencial que existe entre unos y otros?

Conviene señalarla aquí, ya que los tratados de materiales de construcción más clásicos, son anteriores á los estudios hechos sobre este particular y á la fabricación en gran escala de los cementos *Laitiers*.

El cemento Portland es un producto *artificial*, obtenido por la pulverización y coadura de una mezcla íntima de carbonato de cal y arcilla rigurosamente dosificado y química y físicamente homogéneo en todas sus partes. No sólo debe llevarse la pulverización de las partes hasta un límite extraordinario, sino que la mezcla de la caliza y arcilla que se hace por vía húmeda, debe ser muy íntima; la pasta así obtenida se seca y se lleva á los hornos de cocción, cuya temperatura debe alcanzar de 1.800 á 2.000 grados para llegar al estado de fusión pastosa. A la salida del horno, el producto se somete á una minuciosa clasificación que separa los fragmentos poco ó muy cocidos. Vuelve á pulverizarse la roca así obtenida, y después de tamizada una vez más, se deposita en silos ó almacenes (1).

El cemento de *Laitiers*, en cambio, es un producto formado por la mezcla de escorias de alto horno y de cal, es decir, una mezcla de dos cuerpos absolutamente diferentes y que se mantienen siempre separados. Más que un cemento, es una puzolana artificial. Pero como las escorias de alto horno son residuos de fabricación de muy irregular composición química, pues que ésta depende, no sólo de la mezcla del horno, sino de la clase de minerales, carbonos y fundentes que se empleen, y como esta escoria es la que en los *Laitiers* determina el principio puzolánico que actúa sobre la cal, se comprende fácilmente que no pueda garantizarse la igualdad de composición que es precisa para la homogeneidad de los morteros.

No puede negarse que algunas escorias de alto horno contienen muy pronunciadas propiedades hidráulicas. Prueba de ello es, que en las fábricas de Mieres y La Felguera, es hoy corriente vender la arena granulada, que procede de la súbita inmersión en agua fría, del chorro de escoria de los altos hornos. Dicha arena, que para ser buena, debe presentar el aspecto de sal gruesa de cocina, mezclada con cal ordinaria, produce morteros hidráulicos, muy recomendables, que adquieren gran dureza en la mayor parte de los casos.

Como por otra parte el empleo de las escorias de altos hornos preocupa cada día más á los fabricantes de hierro por el gasto que ocasiona su transporte y depósito, natural es que todos hayan procurado fabricar con ellas cementos y otros productos que indemnicen por lo menos aquellos gastos. En Asturias, me consta que los Directores de las fábricas de Mieres y La Felguera, Sres. Junquera y Bayo, han hecho repetidos ensayos para obtener cementos con escorias de sus altos hornos, pero han tenido que desistir ante la irregularidad de los productos obtenidos. En cambio, muchos fabricantes franceses, y alemanes sobre todo, con más persistencia ó mejor resultado continúan lanzando al mercado una gran cantidad de cementos, que por su baratura y las notables resistencias que oponen muchas veces á los ensayos por tracción, ha logrado introducirse en multitud de obras, marítimas algunas de ellas (2).

(1) Hay también cementos naturales de fraguado lento, obtenidos por coadura natural de las calizas que contengan 20 á 25 por 100 de arcilla, y también suelen denominarse Portland los cementos *grappiers* que se obtienen haciendo sufrir diferentes mezclas y preparaciones á los residuos, huesos y recochos de la cal ordinaria; pero estos cementos no tienen ni la composición constante, ni alcanzan las resistencias de los verdaderos cementos Portland, si bien se emplean con éxito en multitud de aplicaciones.

(2) En Bilbao (Sestao) hay también una fábrica de cemento *Laitier*, hecho con escorias de La Vizcaya, que parece presentar buenas condiciones.

Y sin embargo, y como he dicho, es aún muy general la opinión que los cementos *Laitiers*, formados por mezclas de cal en polvo y escorias molidas, donde la cal se halla en *estado libre*, ó sea sin combinar, forma ó puede formar con el tiempo y en contacto con el agua de mar, sales solubles que sean causa de la descomposición de los morteros y ocasione la ruina de las obras. En cambio en los cementos de Portland *bien fabricados*, no existe cal libre, pues ella está combinada con la sílice formando silicatos ó *sales estables* en agua de mar.

También suelen contener los cementos de escoria de 3 á 4 por 100 de sulfuro de calcio, que es algo soluble en agua de mar, añadiéndose esta causa de destrucción á los inconvenientes ya apuntados.

No han bastado, pues, los esfuerzos de los fabricantes de esta clase de cementos para vencer las resistencias que oponen, quizá sistemáticamente, muchos Ingenieros.

Nuestro distinguido compañero D. Evaristo Churruga, de Bilbao, á quien consultamos sobre este particular, nos manifestó que no los aceptaba, pues tratándose de obras importantes no le parecía prudente aceptar cementos que no estén sancionados por larga experiencias, y mucho más tratándose de obras marítimas, si bien reconocía que había obtenido con dichos cementos resistencias y pruebas muy satisfactorias.

Los Ingenieros de puentes y calzadas en Francia, tampoco creo los admitan para ciertas partes de obras de puertos; yo mismo, en las obras del Musel, los he rechazado.

También el ilustrado Presidente de la Asociación Internacional, Mr. Tettmayer, que ha hecho notables estudios sobre estos cementos, aunque reconoce los buenos resultados de algunos *Laitiers*, lo hace con tales reservas, que parecen aconsejar una precavida abstención.

Por último, algunos Ingenieros pretenden que los cementos *Laitiers*, no dan la impermeabilidad que con los Portlands se obtiene y que expuestos al aire suelen agrietarse y pulverizarse.

Y, sin embargo, he visto que en Alemania sobre todo se ha generalizado su empleo y no parecen ser tan generales los recelos que para este producto existe en los países latinos.

Y como la economía que pudiera representar para las grandes obras marítimas pudiera ser de muchos millones, si se pudieran emplear sin peligro alguno en ellas los cementos *Laitiers*, cuyos precios son inferiores en un 30 por 100 á los de los buenos Portlands, ¿no sería conveniente que la Asociación Internacional, poniendo á contribución los ensayos verificados en todos los países por sus miembros, pusiera este tema á discusión, para poder determinar en un plazo más ó menos largo, las verdaderas garantías que ofrece este cemento y las obras en que pudiera emplearse sin riesgo, y aquellos en que fuera preciso recurrir al verdadero Portland artificial?

Este fué el tema por mí sostenido, y en verdad que no podía ni presumir siquiera la acalorada discusión á que dió lugar mi insignificante personalidad.

Mis colegas alemanes, y en particular M. Dickherhoff (que es fabricante de cemento, supongo que *Laitier*), sostuvieron con singular pasión que el problema por mí planteado no podía ser resuelto por una Asociación científica, porque si ésta llegara á declarar, por ejemplo, que el empleo de tal ó cual cemento fuera peligrosa, estaba expuesta la Sociedad á que la intentarían pleitos de daños y perjuicios.

Sostuvieron otros señores que el objeto de la Asociación se limitaba al estudio de los medios de ensayo de los materiales y no á discutir sus cualidades.

Repliqué yo entonces que siendo el ensayo un medio de apreciar las cualidades, natural parecía que se dedujeran por la Asociación las consecuencias obtenidas por los experimentos hechos por los Ingenieros de todos los países; y que en último caso, si con una amplia información, abierta por la Asociación, pudieran lastimarse intereses muy estimables, también me parecía que debíamos posponer éstos á los del arte de la construcción en general y á los intereses generales del país ó de las Em-

presas, que pudieran á su vez lesionarse con el empleo inconsciente de materiales de dudosa resistencia, y que ante la invasión creciente de cementos falsificados, muchos de ellos alemanes, cabía el examen detenido y la discusión amplísima que sólo puede obtenerse en una Asociación tan universalmente ramificada, y, por último, que este Congreso, no es sólo una Asamblea de sabios, sino también una reunión de Ingenieros y constructores, á quienes interesa más un estudio práctico y conclusiones concretas, que las investigaciones teóricas y más ó menos sublimes sobre los procesos físicos ó químicos del fraguado de los cementos, sobre cuyo fenómeno no parece aún poder recabarse acuerdo.

Apoyó con calor mi proposición el Ingeniero de San Petersburgo Mr. Japiouckui, que manifestó se presentaba el mismo problema en Rusia, en donde se acoge también el cemento Laitier con grandes reservas; pero ante la apasionada oposición de muchos fabricantes alemanes que formaban, si no la mayoría, por lo menos el elemento más bullicioso en la Sección, tuvo el Presidente que suspender la discusión sobre el punto debatido.

Felizmente, la Asamblea plena, según consta en el acta, acordó que se tomara en consideración y que se comunicara al Comité director para su examen, no sin anunciar yo que para el próximo Congreso, que se celebrará en París en 1900, me reservaba presentar un estudio sobre dicha cuestión.

En resumen, la cuestión no parece aún completamente resuelta, pues que siguen fabricándose Portlands naturales, grappiers y cementos de escoria que se emplean con éxito en muchos casos, pero no cabe dudar que para obras delicadas y constantemente sumergidas en el mar, debe siempre preferirse el Portland precisamente artificial, que es el que ofrece mayores garantías de resistencia y duración.

Utilidad de la Asociación Internacional para el ensayo de los materiales de construcción.

Centraliza las investigaciones aisladas.—Permitirá reducir los coeficientes de seguridad.—Es anómalo afinar los cálculos, para después adoptar coeficientes de seguridad exagerados.—Preferible sería el conocer más íntimamente los materiales de construcción.—Influencia que ha de ejercer en este sentido el Laboratorio central de Madrid.—Conveniencia de vulgarizar métodos uniformes y fáciles de ensayo.—Deben el Estado y los Ingenieros seguir con interés los problemas planteados por las Asociaciones internacionales.—Conveniencia de estos Congresos.—Los Ingenieros, no sólo deben estudiar, sino ver y viajar dentro y fuera de España.

La extraordinaria importancia que ha revestido el último Congreso de la Asociación internacional para el ensayo de los materiales de construcción, cuya fundación se debe á un grupo particular de Ingenieros y constructores que sintieron la necesidad de centralizar las investigaciones aisladas que sin fruto sensible se hacían en todos los países, la importancia de los temas analizados y de los problemas planteados, la científica elevación de miras con que se discuten en estas Asambleas las más encontradas opiniones, el número de Ingenieros (354) que los Gobiernos, las Empresas y las Sociedades científicas han nombrado para representarlos en este Congreso, demuestran su incuestionable utilidad y el interés con que en todos los países se persigue la anhelada uniformidad de reglas y procedimientos de ensayo de los materiales de construcción.

Hasta ahora los Ingenieros se han preocupado, sobre todo, en imaginar disposiciones nuevas, sistemas originales, en afinar los cálculos de estabilidad hasta un límite difícil de superar. Pero una vez determinados los esfuerzos á que puede estar sometida una obra, que se calculan con extremada precisión, se fijan las dimensiones de los elementos, asignándoles coeficientes de seguridad 4 ó 10 y hasta 20 veces mayores que los coeficientes de rotura de los materiales.

El acero rompe á 40 k por m^2 , nadie se atreve á darle mayor trabajo de 10 k; morteros de cemento hay que resisten á 200 k por c/m^2 y son pocas las obras en que trabajen á más de 10 k por c/m^2 ; tuberías que han de soportar cinco atmósferas de presión se prueban á 20 ó 30 atmósferas, y así ocurre en todos los casos de la práctica.

¿A qué obedece la anomalía de afinar tanto los cálculos, en los que se pierden á su vez días y meses determinando la influencia de esfuerzos secundarios inapreciables casi, si después se han de adoptar coeficientes de seguridad tan exagerados?

Al desconocimiento general en que estamos de las cualidades internas de los materiales de construcción, al escaso número de laboratorios que aquilaten sus propiedades, á la anarquía que reina entre los pliegos de condiciones.

Por todas estas razones, háse comprendido que la investigación científica debe encaminar hoy sus pasos hacia el estudio minucioso de los materiales, para que cesando el empirismo que hoy proscribía coeficientes tan amplios, venga la ciencia á fijarlos más reducidos con idénticas condiciones de seguridad, y permitiendo inmensas economías que redunden en beneficio de la riqueza general.

No han sido los Ingenieros españoles los últimos en secundar estas ideas.

Entre otros varios, citaremos las excitaciones que en este sentido ha hecho nuestro distinguido compañero D. Fernando García Arrenal, que en un artículo de la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS de 10 de Junio de 1897, notaba el hecho de que la creación de un Laboratorio de ensayo de materiales hidráulicos en Filadelfia, produjo á su Municipio, en un año, la economía de 195.000 pesetas en las obras que estaba ejecutando, y los cementos ganaron en resistencia de 30 á 50 por 100 sobre la que tenían.

Hoy, más que nunca, es, pues, de aplaudir la creación, en nuestra Escuela de Caminos, de un Laboratorio central para ensayo de materiales de construcción, y no ha de transcurrir mucho tiempo sin que apreciemos las ventajas que á toda la construcción ha de reportar y las economías que sus experiencias han de permitir por el empleo más científico de los diferentes materiales.

Pero no sólo es preciso poder ensayar éstos con minuciosidad y garantías de exactitud. Es menester también generalizar los métodos prácticos de ensayo. Es necesario que el Ingeniero, el contratista, el Arquitecto y hasta los Sobrestantes, puedan fácilmente distinguir entre lo bueno y lo malo, y para ello debe el Estado seguir muy de cerca los problemas que ha planteado la Asociación internacional; debe continuar fomentando esos estudios, que han de señalar la pauta que deberá seguirse en los ensayos para que éstos puedan ser frecuentes, rápidos, económicos y eficaces; debe, en resumen, tomar parte más activa en las funciones de dicha Sociedad, facilitando al mayor número de Ingenieros españoles los medios de concurrir á estos certámenes científicos, de tan provechosa é inmediata utilidad.

El estudio de lo que se hace en el extranjero, el contacto con otras regiones, si no más adelantadas, más prósperas, las relaciones que se establecen entre los Ingenieros y Sociedades de todos los países, contribuirán seguramente á dar á los de España más confianza en sí mismos, á convencerles de que aquí también se pueden emplear con éxito nuevos procedimientos y materiales.

Pronto habría el Estado de resarcirse del pequeño gasto que estas Comisiones pudieran representar. Con una disposición económica, en un proyecto, ahorra cualquier Ingeniero muchos miles de duros. Por lo que á mí me ha ocurrido, juzgo de lo que pudieran obtener otros compañeros.

De no haber visto en Suiza los viaductos en arco metálico, de no haber presenciado la ejecución del puente de hormigón de La Coulouvrenière, de no haber examinado en Dinamarca y Suecia las aplicaciones atrevidas del cemento armado, no me hubiese arriesgado á proponer á la superioridad, ni los viaduc-

tos metálicos Pino y Fermoselle, que salvan alturas de 100 metros y luces de 120 metros, con un gasto de poco más de 300.000 pesetas, ni me hubiera decidido á proyectar el puente de hormigón articulado de Las Segadas, en el que salvo 50 metros de luz por 70.000 pesetas, economizando seguramente al Estado con estos tres proyectos más de 40.000 duros, con relación á las soluciones que hubiese seguramente adoptado, si la vista de otras obras análogas no me hubiere dado ánimos para emprender soluciones que, estudiadas en los libros, parecen atrevimientos excepcionales.

Es preciso, sí, que los Ingenieros estudien, pero también deben ver mucho, alejarse de vez en cuando de las oficinas, en donde se deprimen con el tiempo las ideas, se desgastan las iniciativas y se amanaera el gusto con las rutinas administrativas y el estilo de los modelos oficiales y de las construcciones clásicas de nuestro país, que fueron buenas, pero que hoy exigen remozarse para estar en armonía con los adelantos de la construcción y la importancia de las obras.

Construidas ya casi por entero la carreteras de más importancia y los principales ferrocarriles, debe hoy España dedicar toda su actividad á las redes secundarias de caminos ordinarios y de hierro, construyendo extensísima red de vías económicas, para las que se precisan modificar esencialmente los tipos corrientes de las obras de fábrica.

Esta es la impresión que he deducido de mi última excursión por el extranjero, y para contribuir en la medida de mis fuerzas á la resolución de este problema, y así como después de mi primer viaje á Bélgica publiqué mi libro sobre *Puentes económicos*, y que el resultado de mi comisión á Suiza fué mi *Estudio sobre los grandes viaductos*, preparo, como resultado de mi excursión á Stokolmo, un libro sobre *El hormigón y sus aplicaciones*, que constituirá, por decirlo así, la segunda parte de esta Memoria, pues que ha sido mi viaje por aquellos países el que me ha inspirado la idea de contribuir, con los datos que en ellos he tomado, á la vulgarización del empleo del hormigón de Portland en sustitución de otros materiales más costosos, llamados á desaparecer de las construcciones utilitarias.

Réstame, por último, para terminar esta ya prolija Memoria, expresar mi agradecimiento al Excmo. Ministro de Fomento, que me honró con su representación en el Congreso de Stokolmo, esperando que la lectura de este trabajo evidenciará la utilidad de esta clase de reuniones y el fruto inmenso que de ellas puede sacar el Estado y el país.

Debo también manifestar, que habiendo la Asociación Internacional nombrado á Mr. E. Candlot(1) para presidir una Comisión encargada de estudiar «Las anomalías en el fraguado de los cementos», dicho señor ha tenido la atención de invitarme con cariñosa carta á formar parte de dicha Comisión.

Con este motivo espero poder comunicar á la Superioridad y á mis compañeros el resultado de estos nuevos trabajos, que quizá arrojen alguna luz sobre las cuestiones aún no dilucidadas, y me complazco en evidenciar esta nueva prueba de consideración con que han distinguido á un representante del Cuerpo nacional de Caminos, ya que por ningún concepto fuera yo merecedor de ninguna personal distinción.

JOSÉ EUGENIO RIBERA.

AVERÍAS EN EL PUERTO DE LEIXÕES Y SUS REPARACIONES

Después de escrita la ligera descripción de las averías causadas en el mes de Febrero último en el puerto de Leixões, según los datos que tuve ocasión de recoger en la misma obra, y publicada en el número 1.231 de esta REVISTA, algo más pode-

mos hoy publicar, merced á la atención de nuestro digno compañero el Ingeniero portugués al servicio del puerto de Leixões y río Duero, D. Manuel de Sousa Machado, aprovechando esta ocasión para enviarle desde las columnas de nuestra REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS mi afectuoso saludo, así como las más expresas vas gracias por los datos que sobre dicha construcción tuvo á bien enviarme.

El puente de Leixões, ya hemos dicho consistía en una bahía artificial saliente de la costa. Por su propia situación, esta bahía artificial sufre toda la violencia del Atlántico, desde el S. O. hasta el N. O., necesitando, por lo tanto, de una esmerada conservación y de constantes reparaciones, para resistir en buenas condiciones el efecto destructor de los temporales.

Ya durante su construcción tuvo diversas averías, siquiera fueran éstas de poca importancia. La mayor, en Marzo de 1838, no excedió su costo de cerca de 477.000 pesetas.

Acabado de construirse, pero aún no recibido por el Gobierno, sufrió en 1892 una gran avería en la que los contratistas perdieron el titán del Norte, el cual pesaba 450 toneladas.

Esta avería tuvo lugar en la noche del 23 al 24 de Diciembre, durante la cual reinó un fuerte temporal de O. N. O. levantando olas de grandes proporciones. Produjo averías importantes en las curvas más avanzadas de los dos muelles que vuelven su convexidad hacia el lado de la mar.

En el muelle del Norte esas averías consistieron: 1.º, en la demolición de 158 metros del parapeto y cordón inferior; 2.º, en la demolición de 153 metros de las tres hiladas subyacentes al cordón; 3.º, en la destrucción de la calzada perfectamente tomada con buen cemento, y de parte de la escollera en que se apoyaba en una extensión de 130 metros; 4.º, en la dislocación de parte de las piedras que formaban la escollera exterior y ruina de los bloques que la protegían; y 5.º, en grandes estragos en el titán, que fué derribado.

En el muelle Sur, las averías consistieron en la ruina de muchos bloques de los empleados en la defensa de dicho dique y en importantes movimientos en la escollera, llegando en algunos puntos á excavaciones por debajo del cero hidrográfico, nivel en el que asienta el muro de abrigo, el cual aún asentó desacompañado del lado exterior, pudiendo ser que en algunos sitios estuviera ya descalzado, puesto que hasta entonces no había presentado indicios de falta de apoyo ó de aplomo.

Según la autorizada opinión del entonces Ingeniero Director Sr. Nogueira Soares, las averías producidas en el muro de abrigo del muelle del Norte deben ser atribuidas principalmente á la existencia de dos aberturas en el parapeto para el paso de bloques que aún faltaba colocar, las cuales estaban provisionalmente tapadas con las respectivas piedras, pero solamente puestas en seco, faltándoles, por consiguiente, la solidez que les da la cohesión y adherencia de la argamasa. Sin la existencia de esas aberturas, no hubiera tenido lugar la ruina del muro de abrigo, ni, por consiguiente, la del titán, que parece estar averiguado que fué producida por el choque de una de las piedras del parapeto contra el soporte en que se apoyaba.

La destrucción de la calzada se debió á las grandes masas de agua que pasaron por encima del muro de abrigo después de demolido el parapeto, y que cayeron con gran choque sobre dicha calzada, la cual aún no estaba consolidada por completo, y en parte se encontraba desnivelada por lo irregular del plano en que se asentaba sobre la escollera.

Las averías producidas los días 5 y 6 de Diciembre de 1896, fueron mucho menos importantes que las anteriores.

En el dique Norte destruyó el temporal 90,30 metros de parapeto, cordón y revestimiento del muro de abrigo.

En el Sur, destruyó muchos bloques y parte de la berma en construcción.

El año 1897, también dejó sentir sus efectos la mar sobre este puerto, desde el 29 al 31 de Diciembre, en el que la velocidad del viento registrada en el anemógrafo del faro de *Senhora da Luz*, no excedió de 133 kilómetros por hora, conservando esta velocidad

(1) Mr. E. Candlot, fabricante de cementos, que asistió conmigo al Congreso de Stokolmo, y al de hormigón armado, en París, es el autor de la obra *Ciments et chaux hydrauliques*; Librería Baudry y C.ª, París, 1891, y muy conocido por sus estudios sobre los cementos.