

dad y zozobra de la junta de comercio. El gobierno de S. M. exclusivamente dedicado á lo que es de presumir, á los espinosos cuidados de la alta gobernacion, se hacia sordo á plegarias que en su situacion reputaria impertinentes. Se multiplicaban sin embargo los hundimientos de los muelles, y acaeci6 uno en el barrio de Olaveaga, de tal entidad, por las consecuencias inmediatas y desastrosas que podian preverse sino se apelaba al instante mismo á un remedio enérgico y eficaz, que alarmada sobremanera la junta, recurrió al jefe político proponiéndoselo.

»Y las olas prosiguiendo en sus estragos por el largo espacio de otros seis meses, han deshecho otros largos trozos de los diques y muelles; y si como es de temer, se descuida este asunto, vital para Bilbao, antes de mucho tiempo veremos completamente cerrado su puerto con los escombros espárcidos de aquellas obras atrevidas.»

El empleo de mezclas con una mínima parte de cemento en el interior de las construcciones, en uso en este puerto, como llevamos dicho, se halla recomendado en 1852 por el ingeniero de Caudenberg, del modo que á continuacion copiamos:

«Un hecho consolador resalta de las noticias publicadas en 1849 por Mr. Vicat y es, que los maticos de mamposteria espuestos al mar, contruidos con morteros hidráulicos muy débiles para resistir á la descomposicion aun despues de su completo endurecimiento, se conservan indefinidamente cuando se hallan protegidos por paramentos de silleria ó de mampuestos apiconados, cuidadosamente unidos en sus juntas por un buen cemento.»

Añadiremos que en los trabajos por mareas es preciso cuidar, como se ejecuta en Bilbao y encarece el precitado ingeniero, calificando de excelente método, de tomar juntas con el cemento no sólo en los paramentos, sino tambien en aquellas partes que han de ser luego cubiertas por las aguas ascendentes.

Tales son en resumen las precauciones que la experiencia, único guia en estas materias, aconseja tomar en los trabajos de mar que se lleven á cabo con el cemento de Zumaya. Al omitir detalles de la fabricacion para los morteros hidráulicos, ahorramos, con intencion, procedimientos muy conocidos, que por otra parte carecerian de aplicacion en muchas localidades en que se hace uso de otros ingredientes.

Mi único objeto, al coordinar estos apuntes, es dar á conocer un procedimiento ya en práctica en este puerto, y que tanto se recomienda en la actualidad en Francia, llamando al propio tiempo la atencion del gobierno de S. M., acerca de la conveniencia de destinar un ingeniero para el reconocimiento de una costa tan rica en caleras que suministran excelentes cementos.

FELIX URAGON

PUENTE PROYECTADO SEGUN EL SISTEMA DE MR. VERGNAIS.

Habiéndose resuelto que se ensaye este sistema en el puente que, en el supuesto de que iba á ser col-

gado, se habia empezado á construir sobre el Pisuer-ga en Valladolid, y aprobado por la junta consultiva del cuerpo el proyecto que hemos tenido el honor de someter á su exámen, lo publicamos sin otra aspiracion que comunicar á nuestros compañeros la idea, tal como la hemos formado, de un sistema que por lo mismo que es tan reciente, que apenas se conoce todavia, hemos procurado estudiar con asiduidad y detenidamente.

Cúmplenos manifestar previamente, que la iniciativa en este asunto, ha partido del escelentísimo Sr. D. José de Salamanca presentando una proposicion que ha sido aprobada.

El puente proyectado consta, conforme se presenta en la lámina que acompaña, de un gran arco escarzano en cada costado, de hierro fundido, y de 106°16', siendo su cuerda 68^m (244 pies), su flecha 17^m (61 pies), su radio 42^m 50 (152 ½ pies), y su rectificacion 78^m 82 (283 pies); tiene sus arranques á 4^m 50 (16 pies) sobre el nivel de las aguas bajas y está contrarestado hácia los riñones por dos arcos botareles tambien de hierro fundido y de igual radio que él, los cuales, hallándose en su mismo plano proyectante vertical, se apoyan en pilastras de 8^m (28 ¾ pies) de altura y 5^m 75 por 4^m 50 (15 ½ pies por 5 ½ pies) de grueso, levantadas sobre los estribos que estaban muy adelantados en su construccion para el puente colgado, y que se aprovechan en el nuevo, reforzándolos por detras con dos contrafuertes de la manera que se indica en el dibujo.

Tanto los dos grandes arcos como los cuatro botareles, están divididos en dovelas de 2^m 90 (10 ¾ pies) de longitud en el sentido del arco, siendo todas iguales excepto las de los arranques que tienen mas anchura en su union con la fábrica para distribuir la presion en mayor superficie.

De estos arcos y botareles, enlazados entre si por la parte interior del puente con arcos trasversales de fundicion, colocados de 7^m en 7^m (25 en 25 pies) está suspendido, por medio de péndolas de hierro maleable, el pavimento de firme de piedra machacada sostenido con armadura de hierro.

Tal es la disposicion general del proyecto; describamos ahora sus detalles que se hallan igualmente representados en la lámina.

Cada dovela se compone de tres piezas longitudinales, dos de las cuales, fundidas bajo el mismo modelo, afectan puestas de canto el arco escarzano; estan aplicadas de plano la una contra la otra, pero queda un espacio intermedio de 0^m 05 (2 pulgadas) para dejar paso entre las dos á las péndolas; su anchura, en el sentido del espresado plano proyectante vertical, es de 1^m 40 (5 pies) y su grueso de 0^m 06 (2 ½ pulgadas), resultando por consiguiente, una cercha de la anchura dicha y de un grueso de 0^m 12 (5 pulgadas) sin contar el espacio intermedio. La tercera es una pieza que está unida por la parte de fuera del puente á esta cercha en la mitad de su anchura formando una superficie cilindrica de generatriz horizontal, cuya anchura, en el sentido de la generatriz, es de 0^m 70 (2 ½ pies) y su grueso 0^m 05 (2 pulgadas); el objeto de ella es dar rigidez á la cercha trasversalmente, asi como

los botareles, previenen sus movimientos longitudinales. Estas tres piezas están aligeradas con claros circulares las dos primeras, y semicirculares la última, hallándose además vaciados los timpanos de manera, que solo aparecen llenos en una anchura de 0, ^m10 (4 ¹/₂ pulgadas) los anillos, las tangentes y una faja, que pasando por los centros de los círculos, sirve de refuerzo y para el enlace de la tercera pieza cilíndrica dicha. La unión de una dovela con otra, se hace atornillando al tope los rebordes que al efecto tiene cada pieza en toda su anchura. En los planos de junta pensamos intercalar planchas de plomo para que la presión se ejerza con mas uniformidad y para atenuar algun tanto los efectos de la dilatación.

Las péndolas, espaciadas de metro en metro, tienen de diámetro 0, ^m055 (18 líneas); pasan, como se ha dicho, por el hueco de la cercha y se apoyan en la parte superior de ella por medio de un pasador en forma de yugo, suspendiendo en su extremo inferior un larguero corrido por ambos lados del puente, de hierro fundido de 0, ^m02 (10 ¹/₂ líneas) de grueso y 0, ^m60 (26 pulgadas) de altura, aligerado convenientemente por medio de vacíos. Estos dos largueros sostienen los andenes por su parte exterior, y con especialidad sirven para sujetar sólidamente, con cajas en relieve de la misma fundición, los extremos de las viguetas transversales, cuyas viguetas son llantas de hierro forjado de 0, ^m08 (3 ¹/₂ pulgadas) de anchura y 0, ^m015 (7 ³/₄ líneas) de grueso, encorvadas de canto bajo una flecha de 0, ^m50 (15 pulgadas); estas llantas están situadas de 0, ^m16 en 0, ^m16 (7 en 7 pulgadas), y el empuje que necesariamente han de ejercer contra los dos largueros, está prevenido con tirantes de 0, ^m022 (11 ¹/₂ líneas) de diámetro, que repetidos de 0, ^m52 en 0, ^m52 (14 en 14 pulgadas) los mantienen invariablemente paralelos. Sobre las llantas se colocan en toda la anchura de 4^m (14 ¹/₂ pies) de la vía carretera, barras largueras de hierro forjado de 0, ^m02 y 0, ^m05 (10 ¹/₂ y 15 ¹/₂ líneas) de grueso, sujetas á dichas llantas y puestas alternativamente para que presentando alturas desiguales, impidan que resbale el material que se coloca sobre ellas. Solo queda entre barra y barra un hueco de 0, ^m05 (15 ¹/₂ líneas) que aun se cubre con bandas de hierro fleje. Se extiende sobre todo una capa de asfalto de 0, ^m55 (18 líneas) de grueso, con salientes longitudinales, y por último, el firme de 0, ^m15 (6 ¹/₂ pulgadas) de espesor uniforme, y bombeo de 0, ^m11 (4 ³/₄ pulgadas). El asfalto lo creemos aquí muy ventajoso, pues no solo pone al hierro á cubierto de la humedad, sino que impide su contacto con la piedra machacada del firme, y reparte además en mayor número de barras la presión de los carruages.

Los andenes, cuya anchura es de 0, ^m85 (3 pies), están elevados 0, ^m10 (4 ¹/₂ pulgadas) sobre los costados del firme; son de planchas de hierro fundido, caladas, sostenidas por fuera segun se ha dicho, y por dentro del puente con otro larguero tambien de fundición de 0, ^m018 (9 ¹/₂ líneas) de grueso y 0, ^m54 (14 ¹/₂ pulgadas) de altura, aligerado del mismo modo con vacíos, pero practica-

dos en la parte superior donde no tiene que encajonar el firme.

El piso es horizontal y su altura la misma, de 12^m (45 pies) sobre el nivel de las aguas ordinarias, que en el proyecto del puente colgado.

Si el actual proyecto lo hubieramos formado sin sujeción alguna, quizá habríamos propuesto menor flecha para los arcos; pero no pudiendo prescindir de lo muy adelantada que se encuentra la construcción de los estribos, hemos debido peraltar aquellos todo lo posible con objeto de que los arranques opongan menos obstáculo á las aguas en las avenidas extraordinarias.

Las dimensiones de las cerchas las hemos determinado calculando la presión longitudinal y habiendo creído deber establecer, al hacer este cálculo, las dos condiciones siguientes: que la carga de prueba sea de 400 kilogramos por metro cuadrado (608 libras por vara cuadrada) ó dupla de la carga legal con que se prueba los puentes colgados; y que aun en este caso no exceda la presión, en la sección transversal mínima de las cerchas, de 500 kilogramos por centímetro cuadrado (5509 libras por pulgada cuadrada). Esta presión es sin duda muy inferior al límite á que está permitido llegar; pero al adoptarla hemos tenido presente: que en arcos de tal magnitud no es fácil distribuirla con entera igualdad en toda la extensión de los planos de junta, por muchas que sean las precauciones que se tomen, con tanto mas motivo, cuanto que las cerchas no solo están sometidas á los sensibles efectos que producirán los cambios de temperatura en su circunferencia de 78, ^m82 (285 pies), sino á los movimientos que tiende á imprimirlas el tránsito; que siendo de gran tamaño todas las piezas de que se componen las dovelas, no debe olvidarse que en las fundiciones gruesas, sin contar con los vientos que se forman en la masa al correr por los moldes y efectuarse el enfriamiento, los núcleos son generalmente de peor calidad que el hierro de la superficie, no siendo posible juzgar, ni por la tersura ni limpieza de esta, si tales faltas existen ó no; que la oxidación, finalmente, debilita al hierro con mas ó menos prontitud segun las condiciones de localidad, y no pueden considerarse muy favorables las en que se hallará este puente donde el rio tiene en el rigor del verano siete metros de profundidad, debiendo suponerse por consiguiente, que el metal estará espuesto siempre al contacto de un aire mas bien húmedo que seco, y sabido es cuanto activa esta circunstancia aquel efecto destructor. Pero nuestro principal móvil, respecto de este punto, ha sido la dudosa eficacia de los barnices y pinturas empleados hasta el dia para evitar ó paralizar mal tan grave. Es cierto que la galvanización del hierro está dando excelentes resultados aplicada al alambre y á piezas pequeñas, pero no sabemos que este procedimiento se haya ensayado aun en tan grande escala como seria la galvanización de todas las voluminosas piezas de un puente.

Concluiremos haciendo algunas ligeras consideraciones acerca del sistema que acabamos de describir. La idea de suspender el pavimento de arcos rígidos de hierro por medio de péndolas, no es

nueva ciertamente; pero nadie puede disputar á Mr. Vergniais el mérito de la ingeniosa disposicion de las diferentes partes que constituyen el sistema que examinamos, y de haber inventado algunas de ellas de la mayor importancia, como vamos á ver: hablamos de los botareles; estos arcos, que suspendiendo el pavimento comprendido entre los estribos y los riñones de las grandes cerchas, completan así la unidad del sistema, de que el piso esté suspendido en toda su longitud, y fraccionando el considerable empuje que estas ejercerian contra los estribos, á la vez que impiden sus movimientos longitudinales, es una idea feliz y enteramente nueva; no demuestra menos ingenio la pieza cilindrica que sirviendo, como hemos dicho, para hacer rígidas las cerchas en el sentido trasversal, enlaza entre sí y con ella misma las piezas de que se componen, formando todo un solo cuerpo. En suma, los *puentes Vergniais*,—y les damos nosotros este nombre con preferencia al que se propone de *puentes Hércules*,—son una señalada prueba del distinguido talento de este ingeniero, cuya reputacion elevan á una altura envidiable.

No es de este lugar, ni tampoco nos creemos con fuerzas para ello, hacer un paralelo, como seria menester, de los diferentes sistemas de puentes y examinar qué ventajas podrá ofrecer el sistema Vergniais respecto de ellos; apuntaremos solo las que le son peculiares, porque todos los que hasta el dia conocemos tienen las suyas características: lo son en este, la conveniencia de establecer el piso á la altura que se quiera; sin otra sujecion que los mas altos niveles de las avenidas extraordinarias á que deba ser superior. Sabido es que en los demas puentes de arcos rígidos, la flecha de los arcos son dos elementos, que dependiendo el uno del otro, sucede con frecuencia tener el pavimento excesiva altura por exigirlo así la ságitas de los arcos, resultando pendientes en los caminos de acceso al puente, que las mas veces es preciso suavizar disminuyendo mas de lo conveniente esta flecha, ó bien aumentando el número de los arcos, que es otro mal. De la ventaja que acabamos de esponer nace otra no menos importante, porque claro está que siendo el piso independiente de la ságitas, puede ser esta tan grande como se quiera para salvar con un solo arco las mayores anchuras. La suspension del pavimento, lejos de ser un inconveniente, hace que las vibraciones causadas por el tránsito se trasmitan á las cerchas por el intermedio de las péndolas de hierro forjado, á lo largo de las cuales pierden la mayor parte de su fuerza, llegando á los arcos muy amortiguadas.

Bien se deja ver que nosotros somos los primeros en reconocer todas estas ventajas, y como el que mas, deseamos que estos puentes se ensayen y construyan cuanto antes; á ello hemos contribuido con todas nuestras débiles fuerzas; lo hemos hecho con fé, y con fé tambien esperamos que el tiempo y la experiencia den su fallo y sancionen un sistema que con tan buenas condiciones se presenta. Pero nos duele en demasia que algunos periódicos ilustrados que han elogiado, como era justo, esta novedad, hayan calificado del modo que lo han he-

cho, el sistema de puentes colgados, echando sobre él toda la responsabilidad de las catástrofes que en ellos han ocurrido, sin reparar en que estas desgracias que deploramos, han sido causadas, la mayor parte, por el abuso del sistema y otras independientemente de él; esto es, que lo mismo hubieran tenido lugar siendo el puente colgado ó fijo. Ningun otro sistema hay que esté tan sometido á la ciencia, ni en que, por consiguiente, trabaje el material de un modo tan conocido y preciso como en los puentes colgados; pero esta importantísima ventaja mas bien ha servido, en general, para que ese trabajo haya sido llevado á un límite á que ni aproximadamente se llega en los otros, y que aqui es tanto mas indebido y exorbitante, cuanto que el inconveniente capital de este sistema es la movilidad, y no es esta por cierto la manera mas adecuada de remediarlo. Ningun otro sistema exige menos sacrificios pecuniarios; pero esta otra ventaja tambien ha sido llevada á un extremo vicioso; y de uno y otro abuso han resultado, como no podia menos, puentes que mas parecen construcciones provisionales que obras permanentes, donde se imponen al tráfico infinitas trabas, y donde es causa de inquietud el viento y hasta la nieve. Pero ¿á qué esforzarnos mas? demasiado saben las personas entendidas que el sistema de puentes colgados es un buen sistema, y puede satisfacer con todas las condiciones y garantías del mejor, las mayores exigencias del tránsito. Si sobre ello pudiera abrigarse alguna duda, ahí está el pais que marcha á la cabeza de los adelantos, construyendo puentes colgados de extraordinaria magnitud para caminos de hierro.

ANDRES MENDIZABAL.

PUERTO DE TARRAGONA.

PORTE HISTÓRICA.

Tarragona fue en sus primitivos tiempos la émula de Roma, y debió toda su prosperidad á la cómoda situacion de su puerto, en el cual fácilmente pusieron su planta los héroes romanos, para despues estender sus conquistas hasta el centro de las Españas. Publio Cornelio y Eneyo Scipion, primeros fundadores de su grandeza, admiraron la ventajosa situacion de su playa, para cimentar sobre ella la gran construccion de un muelle, que en los tiempos venideros habia de prestar asilo á sus vencedoras naves, y contribuir á la seguridad y aumento de su imperio. Aquellos conquistadores tan esmerados en perpetuar sus glorias, tuvieron gran cuidado en la conservacion del puerto y muelle de esta colonia romana. De aqui partian sus galeras remadas por sus robustos marineros conduciendo las falanges y cohortes á la victoria, y cuando los enemigos le destruian, se lee que invertian el erario público en su reconstruccion, distinguiéndose en esta diligencia la memoria de Antonio Pio. Ni sus teatros, ni sus acueductos, ni sus templos que fueron en esta ciudad tan suntuosos y admirados, merecieron al pueblo romano tanta atencion, como el buen estado, conservacion y seguridad de su puerto. Con razon era

PUENTE PROYECTADO SEGUN EL SISTEMA VERGNIAIS PARA CONSTRUIRLO SOBRE EL RIO PISUERGA EN VALLADOLID.

