

por la cantidad de 560,342·85 rs.; y las de conservacion por 77,511·17 rs., desde fin de 1850; hallándose las de los años anteriores embebidas entre las obras nuevas, y por tanto estas ascienden á 2.578,752·64 rs.

En un pliego completamente separado de la Memoria (suscrito por el ingeniero jefe de Cáceres), se encuentra, además de lo que precede, el resumen del importe de los gastos de conservacion hechas en el rio durante el segundo semestre de 1861 y todo el año de 1862, ascendiendo su valor á 24,959 rs., de los que 8,742 corresponden al primer periodo, y los restantes 16,197 rs. al segundo.

(Se concluirá.)

MEMORIA DESCRIPTIVA

DEL

PROYECTO DE UN PUENTE DE PIEDRA.

SOBRE EL RIO LLOBREGAT

PROVINCIA DE BARCELONA.

Carretera de segundo orden de Manresa á Girona.

Lámina 31.

Para dar una idea completa de esta obra importante, insertamos á continuacion los párrafos más esenciales de la Memoria descriptiva del proyecto, y á continuacion la de su construccion del Ingeniero D. José Alvarez la primera en el año 1855 y del Ingeniero D. Enrique de Leon la segunda del año actual.

PRIMERA PARTE.

CONSIDERACIONES GENERALES.

Si es cierto que la utilidad é importancia de toda obra pública puede medirse prescindiendo de su coste, por la necesidad que satisfaga ó el servicio que preste, y por las condiciones mas ó menos ventajosas con que llena este servicio, no puede menos de convenirse en que la construccion de un puente de piedra sobre el rio Llobregat, que una los extremos de la carretera transversal de Tarragona á Palamós situados en las orillas

opuestas de este rio, será una obra no solo de grande importancia y utilidad, sino indispensable económicamente hablando.

El rio Llobregat sobre el que se proyectó construir el puente á que se refiere este escrito, tiene su origen en las vertientes de la gran cordillera de los Pirineos, y desagua en el Mediterraneo cerca de Barcelona: en su curso se le unen otros rios de mas ó menos importancia, como son el Calders, el Cardener y el Noya, pero en el punto en que se emplaza el puente no ha recibido aun ningun afluente de gran consideracion, pues si se exceptúa la riera Gabarresa que es el mayor y se le une unas dos leguas mas arriba, todas las demas aguas ordinarias que conduce provienen de manantiales que surgen en las cañadas de los infinitos y profundos barrancos que lo alimentan, y principalmente del derretimiento de las nieves de los Pirineos.

La eleccion del emplazamiento no ha dado lugar á dudas de ningun género por presentarse desde luego el sitio mas á propósito, con un régimen invariable, una anchura de cauce constante en una gran estension de rio, tanto aguas arriba como aguas abajo del puente, y suma facilidad de elevar la construccion toda sobre un gran banco de roca caliza durisima, cuyas circunstancias recomiendan el emplazamiento elegido.

En cuanto á la calidad del terreno sobre que se ha de elevar la fábrica, no puede ser mas favorable bajo todos conceptos. Consiste como ya se ha indicado, en un banco de roca caliza de la mas fuerte que puede imaginarse, en el que nada pueden la accion de las aguas, ni las influencias atmosféricas. Sobre este banco cuya potencia ó espesor no se ha podido alcanzar con las barrenas mas largas que se han tenido á mano para descubrirlo, se levantará toda la obra, incluso los muros de acompañamiento. Esta feliz circunstancia explica fácilmente, cómo un puente de la magnitud del que se proyecta, costará tan poco relativamente como se figura en el presupuesto, por no haberse de gastar nada absolutamente en fundaciones, ataguías ni agotamientos, ni en fortificar el lecho del rio naturalmente ya tan sólido que nada necesita para estar á cubierto de socavaciones.

Las aguas constantes del rio Llobregat en el sitio en que ha de construirse el puente, provienen como ya se ha manifestado de fuentes que surgen en las cañadas de los barrancos que desaguan en él, y del derretimiento de las nieves del Pirineo

donde tiene su origen. Las extraordinarias de las mismas, y de las lluvias mas ó menos abundantes que ocurren. De aquí es, que este rio tiene al año dos épocas de aguas bajas y otras dos de avenidas; las primeras tienen lugar al fin del verano cuando no llueve ni hay ya apenas en los Pirineos nieve que se derrita y lo alimente, y en el rigor de los frios cuando tampoco son frecuentes las lluvias, y las que caen se quedan por las montañas convertidas en hielo: las segundas suceden cuando los primeros calores derriten precipitadamente las grandes masas de hielo acumuladas durante el invierno, y á mediados del otoño que es cuando en el país llueve con mas abundancia sin que haga aun bastante frio para que el agua se detenga en las elevadas cumbres y profundos barrancos del Pirineo. Por lo dicho se vé cuan conveniente seria que pudieran empezarse los trabajos del puente en una de las estaciones de aguas bajas, para que, pudiera fundarse sin gasto alguno y que cuando llegare la época de las crecidas estuviera ya la obra fuera de su alcance: los meses mas convenientes para principiarla son, pues, Julio y Enero.

En los planos se marcan las alturas de las mas bajas aguas, de las ordinarias, de las extraordinarias, y de la mayor avenida extraordinaria que se ha conocido.

Ninguna obra se proyecta para obtener la invariabilidad del régimen del rio, porque ninguna es precisa: el rio tiene un fondo enteramente sólido, y en cuanto á las márgenes, la de la izquierda es elevada y de la misma naturaleza que el fondo; y la de la derecha si bien no tan elevada lo es lo suficiente y lo bastante resistente para no exigir defensa de ningún género. Lo único que se ha hecho para que las aguas en las mayores avenidas no puedan atacar los terraplenes de la orilla derecha ha sido prolongar los muros de acompañamiento por aquella parte lo necesario para prevenir este efecto.

El material principal es la piedra, por ser de ella de lo que se ha de construir toda la obra. Tres canteras se presentan en buenas circunstancias para ser explotadas y empleadas. La primera, la mas distante y la mejor de ellas es la llamada de *Tapias*; la naturaleza de la piedra que produce es arenisca de grano muy fino y compacto, homogénea, blanca, sin vetas, pelos ni manchas, y presentando bancos de diferentes gruesos desde 0,^m 56 (2 pies) hasta 2,^m 09 (7,5 pies), de esta piedra será exclusivamente toda la sillería, pudiendo sin embargo, emplear-

se si le conviene al contratista en la mampostería concertada y en la ordinaria: la cantera presenta todas las apariencias de ser muy abundante, y su distancia al pié de obra es de unos 5545,^m 62 (4000 varas) en bajada hacia el rio. La segunda cantera explotable es la llamada de la *Vasana* y de *Oller* distante unos 1671,^m 85 (2.000 varas) de la obra y tambien en bajada: la clase de piedra que se extrae es arenisca, fina, bastante compacta, homogénea, sin vetas ni pelos, no tan blanca como la anterior y con algunas manchas de un color claro algo rosado, y presentándose tambien en bancos de diferentes gruesos que parecen muy abundantes: el contratista ó la administracion en su caso podrán hacer uso de esta cantera para la mampostería concertada y para la ordinaria, pero como la cantera de *Galubart* de que se va á hablar es tan buena como la de *Vasana* y de *Oller*, y está mas próxima, solo convendrá hacer uso de estas cuando aquella no fuera abundante ó si para conducir los trabajos con la actividad debida conviniera explotarla ambas para las indicadas especies de fábrica.

La tercera cantera conocida por de *Galubart* en la ladera del rio, produce una piedra arenisca, de grano fino y compacto, sin pelos, vetas ni manchas; el color que toma esta piedra con el tiempo es de una media tinta rosada la hace propia para poder ser empleada en el puente como sillarejo, á fin de que se destaquen mejor las partes de sillería blanca: la piedra de esta cantera no es muy homogénea, por lo que deberán escogerse los bancos mejores de entre los que pueden explotarse: el sillarejo será todo él de esta cantera, pero podrá tambien emplearse si se presta á una gran explotacion, en las mamposterías ordinaria y concertada, juntamente con las de la *Vasana* y de *Oller*: la distancia de la cantera de *Galubart* á la obra será de unos 501,^m 54 (600 varas) en bajada. No se han hecho experimentos directos sobre las piedras que proceden de estas tres canteras, sino los necesarios para conocer su naturaleza y su peso específico, y estos datos juntos á la inspeccion de algunas casas particulares del país en que se han usado, han enseñado que tienen las cualidades convenientes para ser empleadas en el puente de que se trata.

La arena y el agua que han de entrar en la composicion de los morteros, deberá tomarse del mismo rio *Llobregat*, que las tiene de buena calidad. La arena es caliza en parte, y en parte cuarzosa, precedente de los terrenos que atraviesa el rio des-

de su origen: es de grano bastante igual y esquinada.

La cal puede fabricarse al pié mismo de las obras, bien de la piedra de los muchos bancos calizos que se presentan por todas partes, bien de los cantos rodados que el rio arrastra. En uno y otro caso, es más que probable que la cal que se obtenga sea grasa.

Para hacerla hidráulica y que lo sean los morteros que con ella se fabriquen, debe mezclarse en las proporciones que indique la práctica con puzolana artificial, que puede provenir de la trituración de tejas y ladrillos, ó de la torrefacción de las arcillas más á propósito que el pais presente. La elección del medio de obtener la puzolana, el modo de fabricarla, la proporción en que ha de mezclarse con la cal, y la manipulación de los morteros, el ingeniero inspector las fijará por el resultado de varios ensayos en el acto de la construcción.

Como material que ha de emplearse en la cimbra y andamiages, se tiene la madera de pino que es la más barata. Es difícil predecir si podrá extraerse alguna de los bosques inmediatos, ó si tendrá que llevarse de los depósitos de Manresa, aunque lo más probable será que haya de una y otra parte, siendo alto su precio en cualquiera de los dos casos. La distancia de Manresa al puente es de 8'56 kilómetros (legua y media), poco más ó menos.

Un puente de madera, bien fuera con apoyos de fábrica ó tambien de madera, hubiera llenado durante su existencia el objeto descado; pero si se atiende: 1.º al gran costo que tienen las maderas en este pais: 2.º á que la vida de estos puentes no es muy larga, y que siendo solo una obra provisional, de construirla de este modo se caía en uno de los inconvenientes que se tratan de evitar, que es el de hacer gastos en construcciones pasajeras: 3.º á que esta clase de puentes exige gastos considerables de conservacion: 4.º á que los fondos de carreteras del Principado están en disposición de hacer desde luego el gasto de un puente definitivo: 5.º á que la proximidad y abundancia de otros materiales permiten hacer una obra estable sin necesidad de un gasto considerable, relativamente hablando: y 6.º á que en esta clase de puentes es muy expuesta su conservacion en un pais casi despoblado y que podria ser arruinado con suma facilidad, se convendrá en que tal sistema no es conveniente en esta localidad.

Razones semejantes pueden alegarse contra el

sistema de puentes colgados con aplicación á este punto: sistema que es de esperar no se aplique en lo sucesivo sino en los casos en que haya verdadero motivo para deber ser adoptado. Por lo demás, un puente colgado, tendria, en este caso, además de las desventajas dichas para los de madera, la de su mayor coste, que quizás lo haria elevar á igual suma que la presepuestada para el de piedra, á causa del excesivo precio que tienen en el pais las maderas y los hierros. Si á esto se agrega que la adopción de un puente colgado no estaria justificada, ni por la conveniencia de economizar pilas, á causa de la dificultad de cimentarlas, porque el terreno no puede ser mejor para ello; ni por la profundidad del rio, que haria los apoyos muy elevados y caros, y convendria tambien poner los menos posibles, porque tampoco se está en este caso. Todo esto, convencerá de que la elección de un puente colgado para este punto, seria una elección desacertada.

La primera idea que se tuvo al proyectar esta obra, fué la de hacer los tramos fijos de hierro, bien fueran en forma de arcos, ó del moderno sistema tubular; dos tanteos que se hicieron por los sistemas indicados, y los avances de lo que costaria la construcción, enseñaron que el puente costaria por cualquiera de ellos más que si se hiciera de piedra, viniendo esto del gran precio que el hierro y la fundición tienen en Barcelona, y en gran parte, tambien, de lo mucho que costarian los trasportes á una distancia de 89 kilómetros (16 leguas) de las fábricas. Así es, que decidido á que el puente satisficiera lo mejor posible á su objeto, y que costara lo menos posible, siendo además una obra estable y definitiva, hubo que desechár el pensamiento de los tramos fijos de hierro.

Se compone el puente proyectado de 5 arcos escarzanos de 20,™62 (74 piés) de luz cada uno, siendo la flecha de 3,™56 (12,8 piés); las pilas tienen 2,™79 (10 piés) de espesor; y 7,™80 (28 piés) los estribos á la altura de arranques, teniendo estos un escalon de 0,™28 (1 pié) á cada 4,™39 (5 piés) de altura; el espesor de la bóveda es constante y de 0,™98 (3,5 piés); el ancho del puente, entre paramentos interiores de pretiles, es de 6,™15 (22 piés), y como estos son de 0,™42 (1,5 piés) de grueso la longitud de las bóvedas resultan de 6,96 (25 piés); lleva además el puente pequeños muros de acompañamiento en la orilla izquierda, que en la derecha son lo suficiente largos para poner los terraplenes á cubierto de las avenidas.

Debiendo en la segunda parte de esta memoria describir detalladamente cada una de las partes de la obra, basta lo dicho para que se conozcan su forma y sus dimensiones generales, y poder exponer las razones en que se funda el proyecto tal como se presenta.

No conviniendo hacer ninguna de las partes de este puente por administracion, no ha lugar tampoco á los sistemas mistos en que entra aquel; los cimientos y fundaciones que son los que en los puentes suelen hacerse por administracion cuando el resto de la obra se hace por contrata, deben tambien ejecutarse aqui, por el sistema que se adopte para lo demas de la construccion, porque nada justificaria el sistema misto cuando el puente ha de cimentarse sobre un banco de roca que está casi por todas partes á la vista.

El tiempo en que sin acelerar demasiado las sucesivas operaciones de la construccion puede hacerse la obra es de 18 meses, que si parece corto á primera vista, dejará de serlo recordando lo fácilmente que se harán las fundaciones, que son las que invierten un tiempo indeterminado cuando son difíciles de hacer. Sin embargo, para dar el mayor desahogo posible al contratista, si la obra se hace por ajuste ó por licitacion pública, podrá otorgarse en las condiciones económicas el plazo de 24 meses á contar desde el día en que se firme la escritura de contrata; y para que no sea ilusoria esta condicion como lo es en muchos casos, convendria el que en dichas condiciones se impusiera la de que el empresario abonaria á los fondos de la Junta delegada de carreteras del Principado, un tanto por via de multa, por cada día que retrasara la conclusion del puente despues del tiempo de que puede disponer para su construccion: este tanto podria ser de 100 rs.

Concluido el puente y recibido provisionalmente, debe conservarlo el contratista de su cuenta y riesgo por espacio de otros 24 meses.

SEGUNDA PARTE.

DETALLES DE LA CONSTRUCCION.

Fundaciones.

Las de las pilas, estribos y muros de acompañamiento de este puente no presentan nada de notable, ó mejor dicho presentan la facilidad, economía y seguridad con que se harán: puede decir-

se que no hay fundaciones. Para fundar las pilas no hay que hacer sino separar la poca grava y arena acarreada por las avenidas, hasta encontrar el banco de roca caliza sobre que han de elevarse, en los puntos en que el banco no está al descubierto, y abrir en él cajas de la profundidad suficiente para empotrar la fábrica: la apertura de las cajas debe hacerse por medios que no conmuevan la roca para no dar lugar á rotura ó agrietamiento, proscribiéndose por lo tanto el uso de los barrenos y todo otro medio violento. Como la mayor parte de las aguas que corren ordinariamente por el rio entran en la acequia de Nerjo, las pocas que pasan por el cauce del rio pueden desviarse con suma facilidad á un lado ú otro si estorban para cimentar alguna pila, por cuyo motivo no se presupone nada por agotamientos ni ataguías lo único que pudiera suceder es el que ocurriera una avenida antes de tener la pila en construccion fuera de su alcance, pero el daño que causara seria siempre insignificante y de fácil reparacion, máxime si se tiene cuidado de construir las pilas sino una despues de otra.

La fundacion del estribo de la orilla izquierda se halla en el mismo caso que las pilas. En cuanto al de la orilla derecha, habrá que abrir la zanja en las tierras sobrepuestas al banco de roca que corre por debajo, y practicar despues en dicho banco las cajas que empotren la fábrica.

Los muros de acompañamiento de ámbos lados se fundarán tambien encajonados en el banco de roca, que se irá á buscar haciendo las zanjas debidas en las tierras que tiene sobrepuestas.

Como puede decirse que realmente este puente no tiene fundaciones, esta es la razon por la que en el presupuesto no aparece para ellos sino la escavacion necesaria para llegar á la roca, agregándose á cada una de las partes del puente las mamposterías y demas que van ocultas por las tierras, pero que no deben considerarse como fundaciones.

Pilas y estribos.

La forma de las pilas es prismática, siendo su base un rectángulo terminado por dos semicírculos que son los tajamares. Su longitud en el sentido del eje de las bóvedas es de 6,^m97 (25 pies) que tienen estas, mas 2,^m79 (10 pies) por los dos tajamares. Su grueso es de 2,^m79 (10 pies): este espesor es mas que suficiente para las pilas pues que

no teniendo que resistir empuje alguno de los arcos por ser todos iguales, y si solo el peso de la construccion, la seccion de 19,^m41 cuadrados, (250 pies cuadrados) que tienen puede resistir presiones infinitamente más considerables, aun contando con no llegar al $\frac{1}{50}$ del limite de rotura de la mamposteria ordinaria de que se compone su interior, y al $\frac{1}{10}$ del de la silleria de sus paramentos, y no contando con la seccion de los dos tajamares que tambien ayudan á soportar el peso. Podria haberse disminuido sin grave inconveniente el espesor de las pilas, pero se ha creido deber hacerlas con los 2,^m79, que se proponen, contando con que el pequeño exceso de gasto estará más que compensado con la mayor estabilidad de la obra. El mayor estrechamiento que sufre la seccion del rio por efecto de este pequeño aumento de espesor, no trae tampoco ningun mal, pues aunque las aguas tomen por su cauce alguna más velocidad, como el lecho está tan sólido, no hay temor á socavaciones: por fin la mayor superficie que presentan al choque de las aguas es insignificante, y no puede dañar al puente no teniendo las aguas como no tienen ni aun en las avenidas, velocidad suficiente para ello.

Las pilas son de silleria en sus paramentos, formando hiladas de 0,^m42 (1,5 pies) cada una, lo mismo que toda la demás silleria en hiladas que entra en el puente. Las partes expuestas al choque de las aguas, ó sean los tajamares, están formados de grandes piezas, y en su aparejo se ha tenido cuidado de no colocar juntas en su medio, para que el hilo de agua que choca mas directamente en las pilas no encuentre esta junta por donde insinuarse y establecer un principio de destruccion: los paramentos no expuestos al choque son tambien de silleria, pero no lo forman piezas tan grandes. El tizon de las piedras será alternativamente de 0,^m70 y 0,^m98 (2,5 y 3,5 pies), á fin de que tengan mucha estabilidad y traben bien con la mamposteria del interior. Las piedras de los tajamares conviene que vayan entrelazadas interiormente entre sí las contiguas de cada hilada, lo mismo que las de cada hilada con las dos superiores é inferior, con el objeto de aumentar la solidez y la trabazon de la fábrica, á cuyo efecto se dejó en las condiciones facultativas al Ingeniero inspector la libertad suficiente para que determine el sistema de uniones que hayan de hacerse, bien sea con tacos de piedra que encajen la mitad en cada hilada, y que colocados interiormente en todas las

juntas, coja las dos piedras contiguas, ó bien por cualquier otro medio que se crea preferible.

El interior de las pilas será de mamposteria ordinaria, pero con el objeto de aumentar su union con la silleria de los paramentos, además de la que ya establece el diferente tizon de las piedras, y de interrumpir toda junta seguida por donde pudiera resbalar una parte de la pila sobre la otra, se hará la mamposteria expresada de grandes piezas medio escuadradas por desbaste, y que teniendo la misma altura que la silleria, quiebren por su medio las hiladas de esta. Con esto y con que las piedras del interior sean de una sola pieza de uno á otro de los sillares opuestos de los paramentos para que estriben entre si, se consigue dar al todo de la obra la mayor solidez y trabazon que es posible.

Las pilas van coronadas por una impostilla sencilla cuyas pocas pero robustas molduras están en armonia con las de la imposta general del puente: la division empieza desde esta impostilla, asi como el aparejo de los paramentos de las pilas, traen su origen y correlacion del aparejo de las bóvedas, del que no son sino su continuacion.

Los sombreretes comprenden dos hiladas, y como no podrian ser de una pieza, máxime siendo de una sola hilada la impostilla y la mitad inferior del sombrerete, se ha puesto una parte vertical de 0,^m57 (0,2 piés), para quitar el ángulo agudo que en otro caso hubiera resultado entre el plano horizontal del lecho de la parte superior del sombrerete y la superficie cónica de este, teniendo cuidado de no colocar plano alguno horizontal donde pudieran detenerse las aguas de lluvia y descomponer el mortero de las juntas de hilada. La mitad inferior del sombrerete y la parte de impostilla que va debajo, forman, una sola hilada de 0,^m84 (3 piés) de altura, con la mira de no establecer una junta de hilada intermedia en los arranques de los arcos, lo cual es muy conveniente para quitar todo temor de desunion, y fortificar cuanto es posible esta parte de la obra, más como el grueso de las pilas no permitirá probablemente sacar de una sola pieza el sombrerete de la parte inferior y la impostilla que le corresponde, se ha dividido en dos partes iguales por una junta vertical que corresponde al medio de la pila, lo que no tiene el inconveniente que en los tajamares, porque las aguas no llegarán jamás más arriba de la impostilla.

Las piedras de sombrerete formarán al mismo

tiempo salmer en los frentes de las bóvedas, y sobre ellos va un sillar, no solo para que armonice con el aparejo de las semi-pilas adosadas á los estribos, sino tambien para que estriben mejor entre sí los cuatro salmeres de cada dos arcos contiguos.

En el interior de las bóvedas, los salmeres son de una pieza de 0,^m84 (5 piés) de altura, para que presenten gran solidez, y como no podrán ser de una sola piedra los correspondientes á cada dos arcos sucesivos, se harán de dos, con otra intermedia en el relleno de mampostería ordinaria, que se apoye en ambas y las sujete. Como en el interior de las bóvedas no forma cuerpo el salmer con la impostilla, sino que son piedras distintas, para quitar el ángulo agudo que resultaria entre el lecho del salmer y el plano inclinado de la primera dovela, se ha dejado un pequeño plano vertical de 5,^m57 (0,2 piés), que quitando aquel defecto impida el que las piedras del salmer se rompan con la gran presión que sufren: este planito vertical corre tambien por los tajamares, y en obra producirá una sombra en los arranques de los arcos que los hará más ligeros, haciendo un efecto semejante á lo que en arquitectura se conoce con el nombre de avivadores.

A fin de que las pilas sean iguales en cuanto es posible, debiéndose fundar sobre un banco de roca que no está por todas partes á la misma profundidad, se han proyectado en todas once hiladas de sillaría de 0,^m42 (1,5 piés) por debajo de la impostilla, y lo que faltaba para llegar á la roca y empotrar en ella la fábrica, se ha ganado con una ó dos hiladas más, segun el caso, que hacen las veces de zócalo, en las que cada una resalta un escalon de 0,^m28 (1 pié) sobre la superior. Así, la pila primera de la orilla derecha no tiene más que una hilada de zócalo con 0,^m28 (1 pié) de salida, cuando las otras tres tienen cada una hiladas de zócalo con 0,^m28 (1 pié) de vuelo la superior, y 0,^m56 (2 piés) la inferior, por hallarse más baja la roca, respecto á la horizontal de los arranques.

El espesor de los estribos es distinto en ambos, á causa de que al de la orilla derecha es preciso darle todo el que necesita para resistir al empuje del arco que en él apoya; y al de la izquierda basta con darle la suficiente para enlazar la fábrica con la roca sólida que forma esta orilla. La economía de obra que proporciona la feliz circunstancia de ser de roca la márgen izquierda, es de consideración, y es otra de las ventajas debidas al emplaza-

miento elegido para el puente. El grueso, pues, del estribo derecho es de 7,^m80 (28 piés) á la altura de arranques, ganando un escalon de 0,^m28 (1 pié) á cada 1,^m59 (5 piés) de altura por debajo, y perdiendo en la misma proporción por arriba, con lo que resulta que el grueso medio es de 8,^m08 (29 piés); y como la luz de los arcos es de 20,^m62 (74 piés), resulta un macizo algo más que el tercio de la luz, suficiente con exceso para resistir al empuje de la bóveda. Para el estribo izquierdo, el espesor en el arranque es solo de 4,^m74 (17 piés); pero puede contarse como estribo el gran banco de roca en que se apoya; la union de la mampostería con la roca se hará mediante una caja abierta en ella, que forme escalones horizontales y verticales, practicados como se ha dicho para las fundaciones, esto es, sin hacer uso de barrenos ni otro medio que pueda conmover el terreno.

Adosadas á los estribos y formando parte de los mencionados espesores, van unas semi-pilas del mismo radio de las pilas enteras, y lo dicho para estas, respecto á sus formas, dimensiones y partes de que se componen, á la clase de fábrica de que deben estar construidas, á su espesor y la union que debe establecerse entre los sillares de los tajamares, se aplica tambien á las semi-pilas adosadas á los estribos.

Como las bóvedas han de tener 6,^m96 (25 piés) de longitud, y entre los dos semi-tajamares de un estribo suman otros 2,^m79 (10 piés), el ancho del estribo no puede tener ménos de 9,^m75 (35 piés). Además, conviene para el buen aspecto de la obra el que la impostilla de las semi-pilas inteste en un plano vertical, pues de lo contrario haria un efecto muy desagradable, y esto obliga á colocar un plano de 0,^m42 (1,5 piés) por cada lado, en el sentido de la anchura del puente, dando por resultado el tener que ensanchar el estribo otros 0,^m84 (5 piés), lo que compone en total 10,^m59 (38 piés) para el mencionado ancho. La carretera, por otra parte, solo tiene 8,^m92 (32 piés), por lo que la diferencia de 1,^m67 (6 piés) que resulta, es preciso ganarla por medio de un retorno de 0,^m84 (5 piés) por cada lado, que una el estribo con los muros de acompañamiento de la obra. Tal es la planta que resulta para los estribos, y las razones que motivan sus dimensiones; y en cuanto al ensanchamiento que resulta respecto á la carretera, más que perjudicial, es conveniente para servir de resguardo y de espera á las personas y caballerías que llegaren en el acto de pasar

por el puente algun carruaje y quieran aguardar á que lo haya pasado.

Determinadas las clases de fábrica que entran en los estribos como paramentos, resta decir, respecto á la sillería, que el tizon de las piedras será alternativamente, como en las pilas y como en toda la sillería en paramentos de este puente, de 0,^m70 y 0,^m98 (2,5 y 3,5 piés); y que los sillares que forman ángulos entrantes y salientes, deberán unirse entre sí interiormente los de cada hilada, y los de una hilada con las contiguas, por el medio que juzgue más adecuado el ingeniero inspector, según se ha dicho para los tajamares de las pilas. Por lo que hace al sillarejo, su tizon será de las dimensiones de 0,^m42 y 0,^m70 (1,5 y 2,5 piés) alternadas, para que trahen sólidamente con la mampostería que paramentan, sin perjuicio de colocar á cada 1,^m67 (6 piés) en ambos sentidos del paramento sillarejos de mayor tizon, que será á lo menos de 1,^m11 (4 piés) según se expresa en las condiciones, para que la union sea lo más perfecta posible.

Debe suponerse, y así es en efecto, que el interior del macizo de estribos será de mampostería ordinaria de grandes piezas, cuyo sistema de construccion se detalla, en cuanto es posible, en las referidas condiciones facultativas que deben regir para la ejecucion de las obras.

Como el rio Llobregat no es navegable, no se necesita hacer ninguna obra, ni provisional ni estable, para un servicio que no presta.

(Se continuará.)

NUEVA GUARNICION DE ÉMBOLOS

PARA VAPOR,
POR M. G. M. MILLER.
de Dublin.

Esta guarnicion consiste en dos anillos oprimidos de dentro á fuera contra el cilindro por el vapor, que obra alternativamente sobre las caras del émbolo sin emplear ningun resorte. Esta clase de émbolos se ha aplicado á las locomotoras del ferrocarril irlandés llamado *Great Southern and Western Railway*. Este émbolo es de fundicion, de 58 milímetros de espesor y 555 de diámetro. Hânse abierto alrededor, en la superficie convexa, dos ranuras de unos 10 milímetros de ancho, distantes

igual cantidad entre sí, y á cada una se ha adaptado su anillo correspondiente, cortado en un punto al tope, que se aplica á la concavidad del cilindro. En cada cara del émbolo hay un agujerito de 5 milímetros de diámetro, que penetra hasta el fondo de la ranura más próxima, de modo que dá paso al vapor hasta el interior del anillo, y lo extiende contra el cilindro, mientras el fluido comprime la base correspondiente del émbolo. La accion alternativa de los dos anillos prosigue en tanto que el vapor funciona, cerrando uno de ellos siempre herméticamente.

Se ha empleado otra forma para el caso en que se quiera hacer adaptar las dos caras del émbolo á los fondos planos del cilindro. En tal caso, se dispone una cabeza plana circular, forjada sobre el vástago, entre las caras torneadas de dos mitades de un émbolo de fundicion, y se juntan por medio de chavetas torneadas y robladas, formando así el todo un émbolo hueco que alcanza los dos fondos, sujeto al vástago y sin más pieza movable que los dos anillos de la guarnicion.

La cortadura de los anillos se hace á escuadra ó al sesgo. El cuerpo del émbolo está trabajado al torno, de modo que penetra fácilmente en el cilindro. La experiencia ha demostrado que estas juntas eran herméticas, hablando prácticamente, y aunque en algunos casos se les han aplicado lengüetas, se ha visto despues que eran innecesarias. La junta del tope ha funcionado constantemente bien, sin contar la ventaja de su sencillísima construccion.

Cuando el anillo de la guarnicion tiene que pasar por las aberturas del cilindro, se coloca en el fondo de la ranura un topecito que está en una caja del anillo, para evitar que la junta de este pueda llegar á colocarse contra dicha abertura, dejando, sin embargo, á dicho anillo, algun movimiento en la ranura; pero es preferible hacer que las guarniciones no pasen por las aberturas mencionadas.

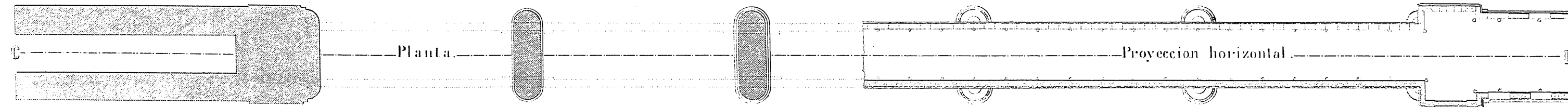
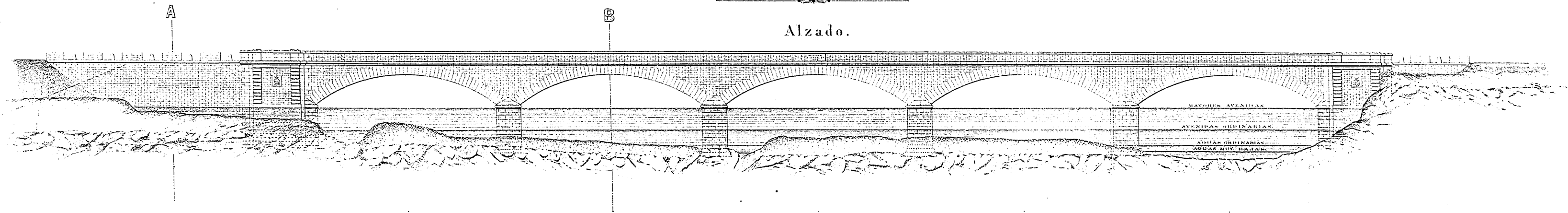
Hace siete años que se emplean estos émbolos en las locomotoras del ferro-carril citado, y se han hallado tan ventajosos y económicos, que se ha extendido su aplicacion á las 94 locomotoras que circulan por la línea.

Los resultados del trabajo de las máquinas que hacen el servicio de Dublin, relativamente á la duracion de un par de anillos, la época en que se han inutilizado, y el recorrido que han hecho, son los siguientes: 19 máquinas con 2 anillos de acero han recorrido 53,000 kilómetros, por término medio, marchando durante 16 y $\frac{1}{2}$ meses: una de estas má-

PROVINCIA DE BARCELONA.

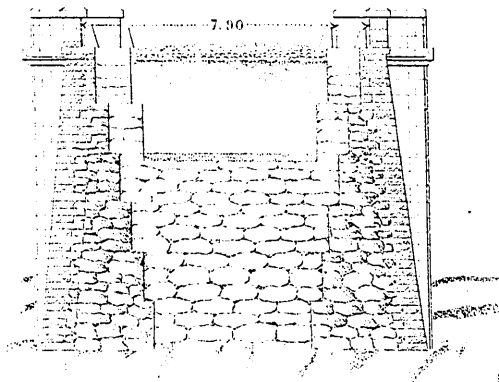
PUENTE DE NAVARCLES SOBRE EL RIO LLOBREGAT, EN LA CARRETERA DE 2.^o ORDEN DE MANRESA Á GERONA POR VICH.

Alzado.

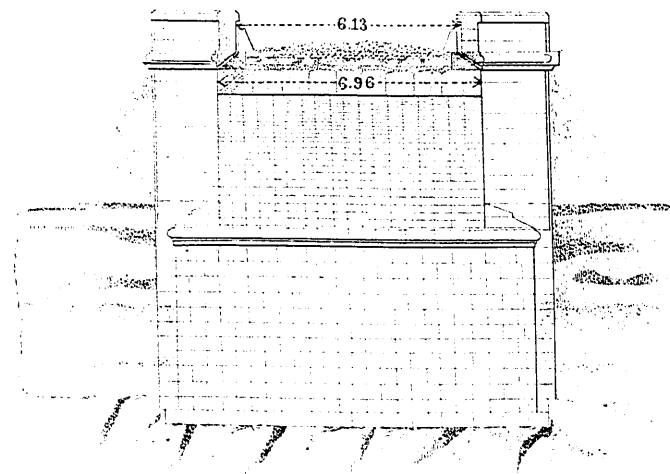
ESCALA DE $\frac{1}{400}$

2 1 0 2 4 6 8 10 20 30 40 metros.

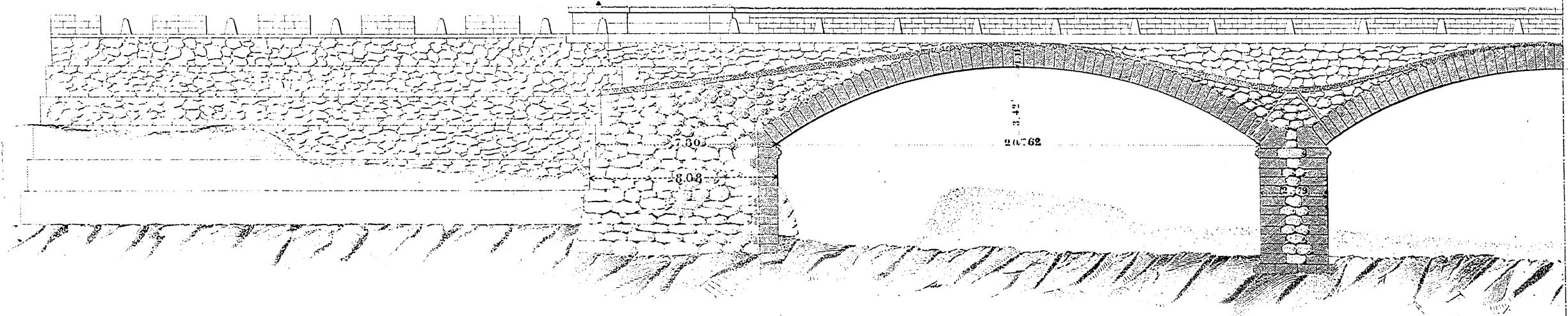
Seccion por la linea A.



Seccion por la linea B.



Seccion longitudinal por la linea C D.

ESCALA DE $\frac{1}{200}$

2 1 0 2 4 6 8 10 15 20 metros.