

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

9 ENERO 1902

SUMARIO

	Páginas.
Máquinas de vapor y dinamos de acoplamiento directo	23
Motor á gas Crossley	25
Información	27
Puerto de la ría de Bilbao. (Laurac-bat.)	29
Revista extranjera y Bibliografía	43
Subastas y concursos, Noticias y Sección oficial	31

Máquinas de vapor y dinamos de acoplamiento directo	23
Motor á gas Crossley	25
Información	27
Puerto de la ría de Bilbao. (Laurac-bat.)	29
Revista extranjera y Bibliografía	43
Subastas y concursos, Noticias y Sección oficial	31

PUENTE DE LA RIA DE BILBAO ⁽¹⁾

«LAURAC-BAT»

PRELIMINARES DEL PROYECTO

I

Consideraciones generales.

El Exmo. Ayuntamiento de Bilbao acordó sacar á público concurso, entre Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, la presentación de proyectos para la construcción de un puente sobre la ría de dicha importante población, en la prolongación de la calle de la Sierra, con arreglo á determinadas bases redactadas por el distinguido Arquitecto D. Enrique Epalza.

Debiendo situarse la obra en uno de los puntos más céntricos de la floreciente capital de Vizcaya, se recomendaba en las bases del concurso, con carácter de conveniencia, la colaboración de un Arquitecto, á fin de que la estructura metálica, y aun la obra de fábrica, apareciese en el proyecto con el sello de rigüeza y grandiosidad exigidas en todas las poblaciones cultas á este género de construcciones.

Penetrados de la conveniencia de tan buen consejo, lo hemos seguido escrupulosamente; porque sin duda alguna no existen obras en las que esté más indicada que en los puentes para grandes poblaciones la íntima colaboración del Ingeniero y el Arquitecto. Hemos tenido también muy en cuenta lo que acerca de este interesante punto dice el notable constructor alemán Frentzen, el cual aconseja que en la construcción de puentes el Ingeniero y el Arquitecto deben desde el principio trabajar juntos, no concretándose á tener lejanas relaciones. El cambio constante de impresiones, dice Frentzen, les permite penetrarse perfectamente de las necesidades materiales indispensables á la resolución del problema de la construcción de los puentes. Este cambio de ideas artísticas y constructivas, no puede evidentemente ser fértil sin que estos factores obren de común acuerdo desde el principio en la resolución del problema. Ocurre con frecuencia que el Ingeniero determina de una manera definitiva las partes esenciales del proyecto, y no consulta al Arquitecto hasta el final, encargándole entonces que dé al conjunto de la obra el carácter artístico indispensable. Esta manera defectuosa de proceder, tiene el inconveniente de que en las grandes líneas de conjunto, que son las que con más vigor determinan el carácter artístico de la obra, no interviene el Arquitecto, quedando el papel de éste reducido á decorar detalles ó añadidos ulteriores, que, no habiéndose fijado durante la elaboración del proyecto, siempre resultan de una importancia muy secundaria.

Cñéndonos en un todo á lo anteriormente expuesto, pedimcs desde el principio á los Arquitectos D. Antonio Palacios y D. Joa-

(1) En este número se incluyen las láminas del alzado general del puente y estribo de la margen derecha. La vista de éste desde la parte de la población y el otro estribo constituirán otras dos láminas, que se adjuntarán al número próximo.

quin Otamendi la colaboración en el proyecto, del que vamos á dar una idea á los lectores de la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS.

II

Anteproyecto de la obra.

Dejando á los autores de los proyectos la libertad necesaria para desarrollar sus ideas y resolver con arreglo á ellas las dificultades que existen para establecer un puente en el sitio fijado, se impuso en la base primera del concurso la condición de que los proyectos se habían de ajustar en sus líneas generales á las del anteproyecto. (Véase la página siguiente.)

La primera dificultad que se presenta es la de trazar las rasantes. La obra tiene que cruzar por encima de la zona de los ferrocarriles de Bilbao á Portugalete y del Norte, dejando un huéigo prudencial para que circulen por debajo los trenes; se desea después que el ancho de la ría se salve con un solo tramo fijo y de estructura metálica; y, finalmente, en la margen derecha, es necesario respetar el libre tránsito en los muelles y el paseo comprendidos entre la orilla del río y la calle de la Senda.

Para conseguir esto último, lo mejor sería que la rasante del puente arrancase en la margen derecha á la misma altura del muelle; pero hubiera sido imposible de este modo satisfacer las demás condiciones, á menos de dar á dicha rasante una pendiente inadmisible. Por esta razón, la solución aceptada en el anteproyecto ha sido la de establecer en el trozo de la calle de la Sierra, comprendido entre la del Príncipe y el muelle Ripa, una rampa del 6 por 100, y á continuación dos rasantes simétricas, con respecto al centro del puente, con una pendiente de 0,0175, mediante las cuales se salvan el ferrocarril, la ría y los muelles y paseo de la margen derecha. La última rasante se corta bruscamente al llegar á la calle de la Senda, y como queda mucho más alta que la del paseo y los muelles, se gana esta altura mediante una rampa paralela al río y una escalinata. También en la otra margen se indica que se coloquen dos rampas paralelas al muelle Ripa, para subir desde éste al puente.

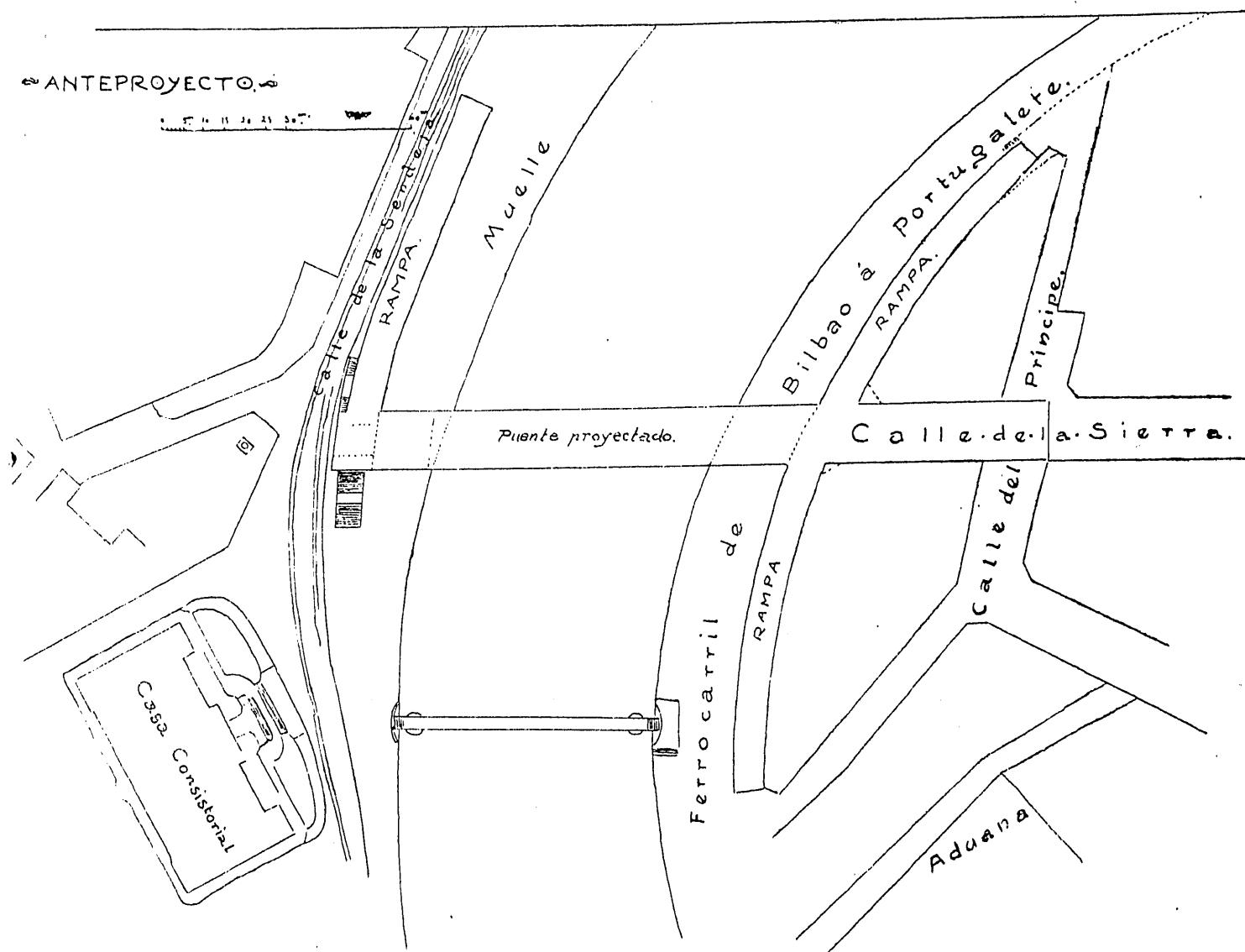
Tales son las líneas generales del anteproyecto, que hemos respetado al redactar nuestro trabajo.

III

Ventajas e inconvenientes de la obra.

Todas las poblaciones que se desarrollan á un lado y otro de un curso de agua, necesitan numerosos puentes para facilitar las comunicaciones entre las dos partes de la población que resultan cortadas por la corriente. Ejemplo de ello son los muchos y sumuosos puentes que cruzan el Sena en París, los 112 erigidos sobre el Támesis y tantos otros, que, si fuéramos á enumerarlos, resultaría una lista interminable la de los puentes construidos en pueblos que se encuentran en las mismas condiciones que Bilbao.

Las construcciones de la parte antigua de esta villa se agrupan casi todas en la orilla derecha del río Nervión, entre éste y la montaña, y comunican con la orilla opuesta mediante los puentes de Achuri, San Francisco, La Merced y el de Isabel II ó del Arenal, que eran suficientes cuando el casco de Bilbao se limitaba á esta parte antigua; pero desde la terminación de la última guerra carlista ha ido desarrollándose tan rápidamente el ensanche ó parte nueva, que ya tiene una extensión mayor que la antigua, con amplias calles tiradas á cordel y hermosos edificios. Este ensanche se ha hecho casi todo él en la margen izquierda del Nervión y agua abajo de la población antigua; aunque simultáneamente por la otra orilla se han edificado el sumuoso palacio del Ayuntamiento y numerosos hoteles y casas en las inmediaciones del Campo Volantín. A pesar de este importante desarrollo de Bilbao, no se ha creado más enlace entre ambas márgenes, que la pasarela giratoria situada frente al Ayuntamiento, que permite, mediante el canon de 5 céntimos, el paso sólo de peatones; resultando que para el tránsito de vehículos el único medio de comunicación que existe entre la



parte antigua de Bilbao y el ensanche, es el puente del Arenal, el cual, á determinadas horas del día, resulta estrecho para el mucho tránsito que en él se acumula. En la actualidad, por esta razón, se está ensanchando dicho puente, pero aun así resultará insuficiente. A esta imperiosa necesidad responde el pensamiento de ejecutar el nuevo puente entre el del Arenal y la pasarela giratoria á 350 m. de distancia del primero y 65 m. de la segunda. Colocado así muy cerca del Ayuntamiento, y en la prolongación de la calle de la Sierra, que desemboca en la plaza Circular, donde á su vez concurren las dos calles más importantes del ensanche, que son la de Hurtado de Amézaga y la gran vía de Lope de Haro, llenará cumplidamente su objeto de evitar al tránsito de vehículos los rodíos que ahora necesariamente tiene que dar.

A esta conveniencia primordial se une otra también muy digna de tenerse en cuenta en villa de la cultura de Bilbao. El buen gusto y la riqueza de las poblaciones se manifiesta al exterior por la suntuosidad de los edificios públicos y particulares. Bilbao, que en poco tiempo ha visto cómo se levantaban las soberbias construcciones de su Casa Consistorial, nuevo teatro de Arriaga, Palacio Provincial y tantas otras, no debe detenerse en el camino de su embellecimiento exterior; y seguramente no hay obras que tanto contribuyan á este objeto como los puentes monumentales. Misión de los Municipios es esta de preocuparse del ornato público, y comprendiéndolo así, el Ayuntamiento de la invicta villa ha insistido en las bases del concurso en recomendar que se proyecte un puente artístico y bien decorado, para lo cual, con su desprendimiento característico, no ha puesto cortapisas al presupuesto, dejándolo indeterminado.

Señaladas las ventajas que ofrece la construcción de esta obra, debe también hablarse del único inconveniente que puede

oponerse á su realización. La ría de Bilbao es navegable, y la línea de muelles para las operaciones de carga y descarga de embarcaciones se extiende en el trozo de ría comprendido entre el puente del Arenal y el que se proyecta, que al construirse impedirá la navegación en dicho trozo de las embarcaciones cuyos palos tengan una altura superior á 7 metros.

Este inconveniente creemos que resulta sobradamente compensado con las múltiples ventajas que al pueblo de Bilbao ha de reportar la construcción del nuevo puente; así, que no es de esperar que ninguna entidad adopte actitudes de intransigencia en este asunto. Es natural que la Junta de obras del puerto procure buscar compensaciones en atención á que pierde una corta línea de muelles; pero seguramente dicha Corporación, y muy especialmente el eminentísimo Ingeniero Director de la misma don Evaristo Churruga, al que tanto debe Bilbao, procurarán una vez más mirar los intereses locales desde un punto de vista elevado y guiados por el bien común no serán un obstáculo que se oponga á la realización de tan beneficiosa obra.

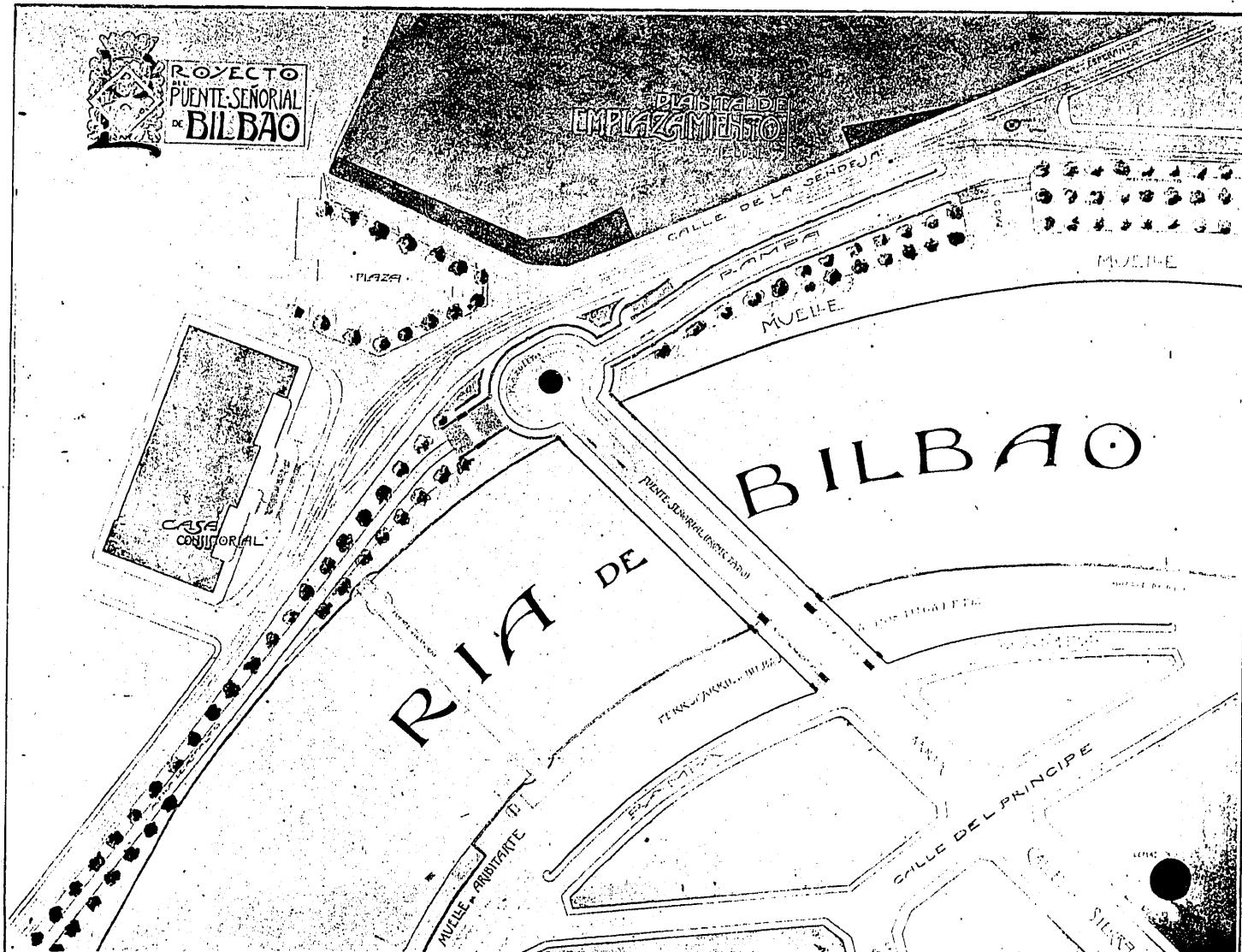
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

I

Plano de conjunto.

El ancho general del puente es de 17 m., que lo hemos distribuido entre un arroyo de 10 m., suficiente para que se crucen cuatro vehículos, y dos andenes de 3,50 m. cada uno.

El eje del puente corta oblicuamente á la ría y al ferrocarril, y ha sido necesario conservar esta oblicuidad, que no ofrece grandes inconvenientes en el sistema de construcción adoptado, ni ha de perjudicar al buen aspecto de la obra.



En tres partes distintas puede dividirse este proyecto, que se destacan perfectamente en el anteproyecto que le sirve de base, y son:

1.^a Paso superior al ferrocarril de Bilbao á Portugalete, con sus rampas de acceso.

2.^a Puente propiamente dicho para cruzar la ría con un solo tramo fijo.

3.^a Paso superior á los muelles y paseo de la margen derecha, con sus rampas y escalinatas de acceso.

El acceso al paso superior se verifica por medio de tres rampas, una en la dirección de la calle de la Sierra y dos casi normales á ésta paralelas al muelle Ripa.

Mientras se conserven los actuales edificios no habrá más remedio que sostener las calzadas de estas rampas á mayor altura que las aceras; pero como dichos edificios son de escasa importancia, se derribarán pronto y las nuevas construcciones se sujetarán á las rasantes de las rampas, hermoseándose extraordinariamente esta parte de la población.

No hay descripción que dé mejor idea que el examen del plano respecto á la situación relativa que ocupan el paso superior, el puente propiamente dicho y la plazoleta elíptica de la margen derecha. El centro de ésta se halla en el eje del puente; el acceso á ella por el lado Norte se hace por una escalinata monumental dividida en dos tramos, y por el otro lado se halla la rampa destinada á los vehículos, conforme á las indicaciones del anteproyecto.

También se aprecian con facilidad las modificaciones que para encajar esta rampa se han hecho en las zonas que actualmente pertenecen al paseo y a los muelles.

Pasemos ahora á examinar las necesidades materiales y artísticas de cada una de las tres partes en que hemos dividido el

proyecto, para justificar cómo de ellas van naciendo lógicamente los sistemas de construcción adoptados con sus elementos decorativos correspondientes.

11

Paso superior al ferrocarril.

Ya hemos indicado anteriormente cuáles eran las rasantes fijadas en el anteproyecto; se supone además en éste, que el espesor mínimo del suelo en el paso superior al ferrocarril ha de ser de un metro, y con ambos datos se obtiene una altura máxima libre de 4,40 m. para el paso de los trenes.

Las locomotoras corrientes en vía ancha suelen tener una altura máxima de 4,200 m.; así, que nos quedaría el hueco, no muy grande, de 20 centímetros, y eso suponiendo que el espacio máximo libre de 4,40 permaneciera el mismo sobre las cuatro vías, que en el punto de que se trata existen sobre la expla-
nación.

No puede, como consecuencia, aceptarse la solución de salvar el espacio de la zona del ferrocarril con un arco, porque éste disminuiría bastante hacia los arranques la altura libre para el paso de los trenes, por muy rebajado que se hiciera, teniendo en cuenta que la luz que hay que salvar, aun reducida como está en nuestro proyecto á 17,50, así lo exigiría.

Estas dificultades del problema han determinado la idea de formar un piso plano y de poco espesor, lo primero para que el huelgo sea constante en todo el paso, y lo segundo para que sea el mayor posible.

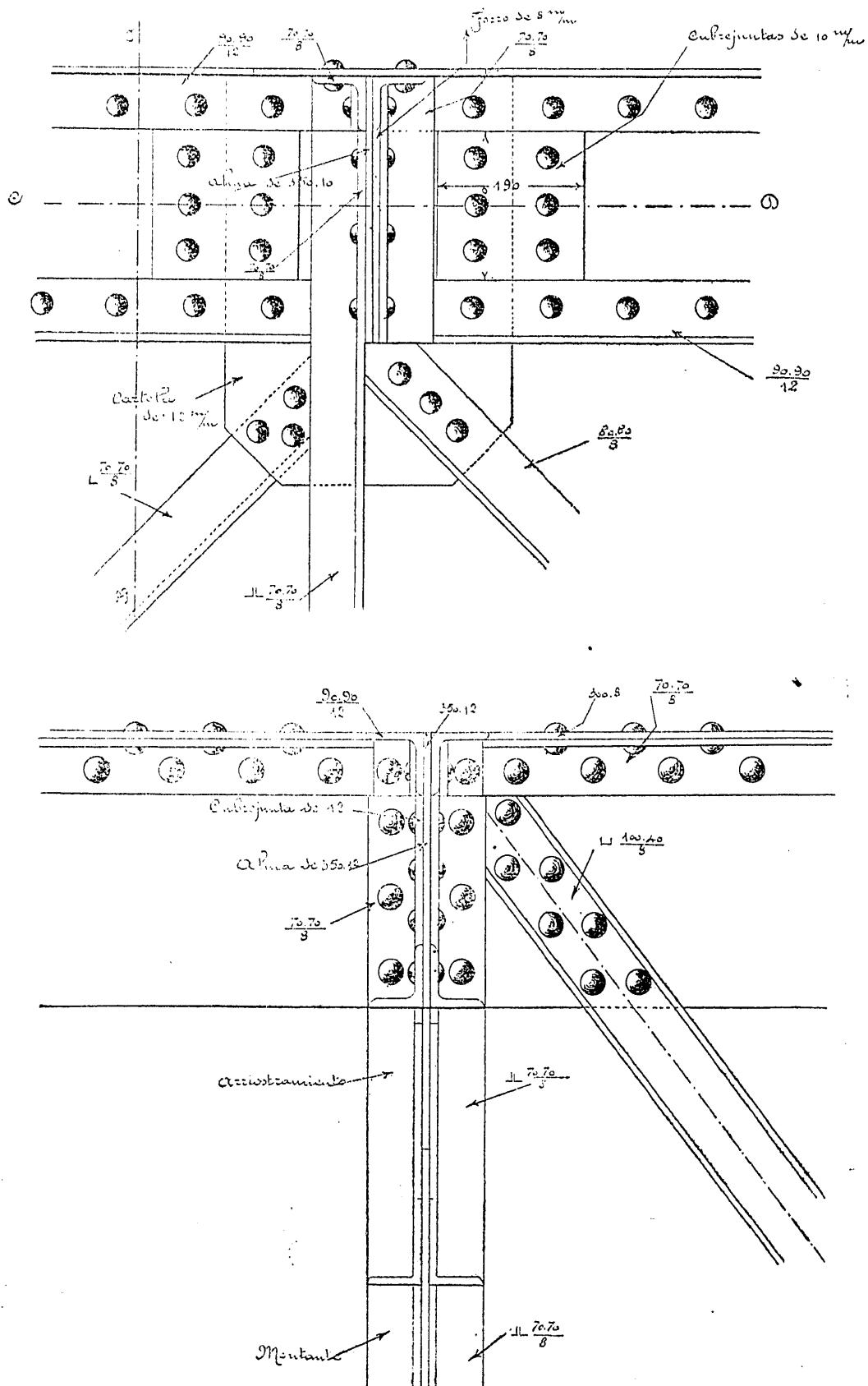
La altura de las cerchas ó elementos resistentes de los pisos depende de las luces que han de salvar, siendo la relación de $\frac{1}{10}$

la más admitida en la práctica; pero en este caso, como la luz del tramo es de 17,50 m., las vigas resultarían con una altura

lo cual se han hallado los apoyos en la parte superior, colgando las dos vigas extremas de cinco péndolas sujetas á dos arcos metálicos; sistema que, siendo muy racional, resulta altamente decorativo.

CABEZA SUPERIOR

ALZABIDI



CABEZA SUPERIOR

SECCIÓN POR A B

inadmisible. Esto podría remediarse buscando apoyos intermedios inferiores; pero, aparte de que estos apoyos constituirían un obstáculo en la vía del ferrocarril, asestarían mucho la obra, por

sistema adoptado es en parte colgado y en parte rígido, y todo el conjunto muy decorativo. Los dos arcos metálicos monumentales se apoyan en cuatro pilares de gran altura, cuyo objeto

Resulta, como resumen, que el

colgado y en parte rígido, y todo los dos arcos metálicos monumetares de gran altura, cuyo objeto

constructivo es determinar con su gran peso una componente vertical de suficiente intensidad, para que su resultante, con el empuje del arco, pase por el núcleo central de estos macizos de fábrica; y al mismo tiempo que desempeñan un papel tan importante en la estabilidad de la obra, como se prestan mucho á ser decorados, los hemos aprovechado en este sentido, para que contribuyan á dar al conjunto de la obra el aspecto de grandiosidad que debe tener.

De cada arco de sección tubular penden seis péndolas, sujetas sólidamente por su parte superior, y en la inferior terminan en unos estribos, que sirven de apoyo á las vigas longitudinales del piso. Estas vigas, debido á los seis apoyos intermedios, y á los dos extremos, pueden tener la poca altura que se les ha dado y sección relativamente pequeña.

Con la disposición adoptada queda el arroyo separado de las aceras por las péndolas; pero como éstas distan entre sí 2,50 m., no obstruyen casi nada el libre tránsito de los peatones.

Con los cuatro grandes pilares colocados en los extremos, se corresponden en sentido transversal cuatro pilares más pequeños, unidos á los primeros por medio de arcos apuntados, que son, por tanto, verdaderos botareles que dan á la construcción resistencia en sentido transversal, haciendo, en cierto modo, el papel de arriostramiento.

III

Puente, propiamente dicho.

En la segunda parte del proyecto, que es el tramo central para cruzar la ría, nos hemos sujetado á lo que se preceptúa en la base primera del concurso, de ser su estructura metálica y carecer de pilas, salvando el ancho de la ría con un solo tramo fijo.

La luz de este tramo la hemos reducido á 60 m., en lugar de los 70 m., que señalaba el anteproyecto, lo cual puede hacerse sin inconveniente alguno, puesto que otros puentes construidos sobre la misma ría, dentro del casco de Bilbao, tienen luces menores; de este modo, al mismo tiempo que se disminuyen las dimensiones del arco central, pueden los estribos aparecer al exterior con mayores masas, acusándose así la gran fortaleza que necesitan estas partes de la construcción, donde se acumulan los mayores esfuerzos.

La parte resistente del puente está formada por cinco cerchas articuladas en los arranques y en la clave, siendo de 3,50 m. la separación entre los ejes de las mismas, y como el ancho total del puente es de 17 m., resultará que las aceras vuelan 1,50 m. de cada lado. Las dos cerchas extremas son distintas de las tres centrales, porque las primeras han de contribuir á la decoración del puente.

Todas ellas constan de un arco parabólico inferior, rebajado al décimo, una cabeza superior rectilínea, montantes que dividen la luz en veinte mallas y diagonales que triangulan el sistema.

Las cerchas están enlazadas por viguetas; éstas por largueros; rellenándose la cuadrícula así formada con placas abovedadas. Una capa de hormigón y, sobre ésta, otra de asfalto constituyen el afirmado del puente.

El poco interés que creemos tiene la descripción minuciosa de estos elementos de la obra, y la imposibilidad de encerrarlos dentro de los límites de un artículo, nos mueven á omitir detalles que, además de ser poco amenos, son los corrientes en este género de construcciones.

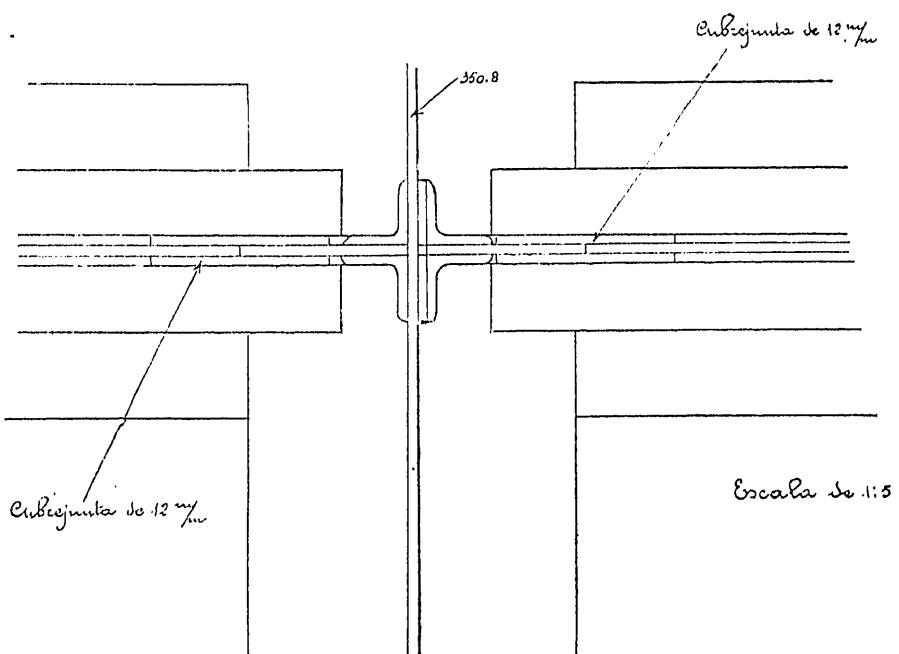
IV

Plazoleta de la Sendeja.

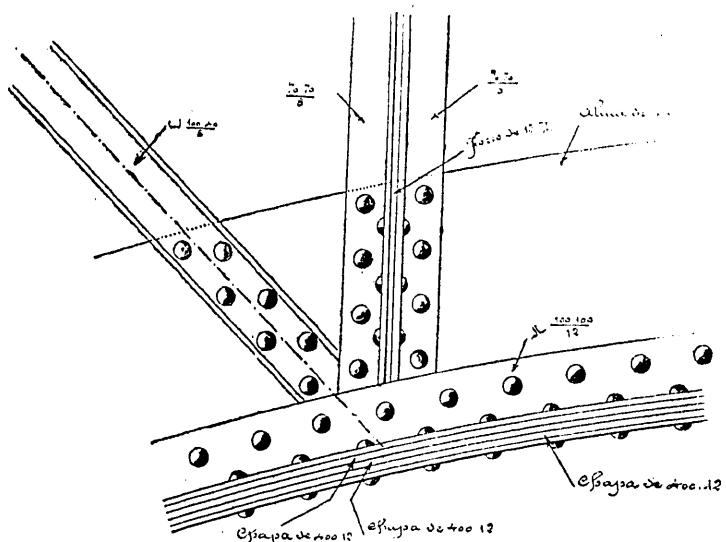
La tercera parte del proyecto tiene por objeto dar un acceso cómodo al puente, desde el paseo de la margen derecha, á los peatones, y, desde las calles de la Sendeja y sus afluentes, á los

CABEZA SUPERIOR

SECCIÓN POR C D

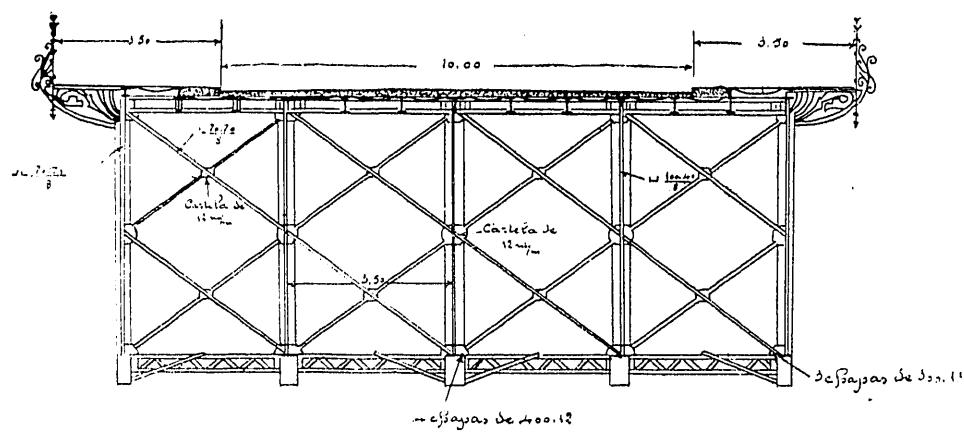
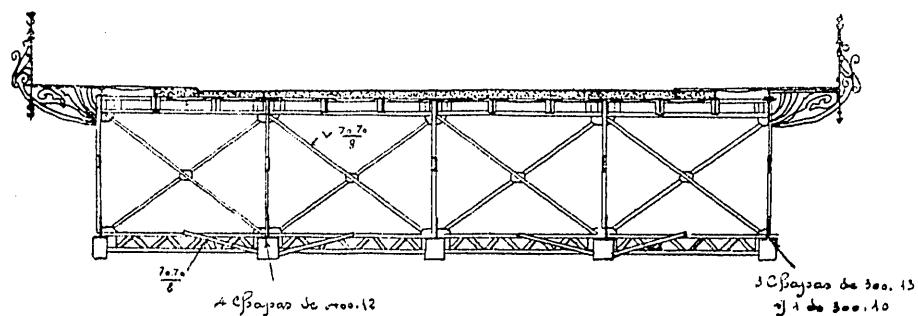
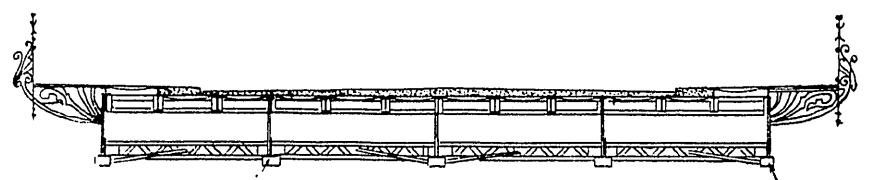
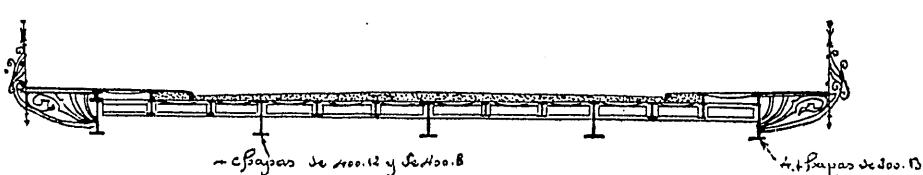


vehículos, respetando en lo posible la libre circulación por los muelles y dicho paseo. En el plano general del puente y sus avenidas puede verse la solución que hemos dado á este difícil problema, respetando las líneas generales del anteproyecto. Conviene, por un lado, que á la salida del puente se disponga de un espacio amplio, para desahogo del tránsito; pero como este espacio ha de estar á una altura de 5 m. sobre la rasante común del



Unión de los montantes y piezas inclinadas con la cabeza inferior.

paseo y los muelles, necesariamente la construcción que con tal motivo se haga ha de constituir un obstáculo al libre tránsito por aquéllos. Procurando satisfacer estas contrapuestas necesidades del proyecto, y atenuando los inconvenientes que necesaria-

Sección por el centro de la 1.^a malla.Sección por el centro de la 4.^a malla.Sección por el centro de la 7.^a malla.Sección por el centro de la 10.^a malla.

mente tienen que subsistir, hemos proyectado á la entrada del puente por este lado una plazoleta, de forma sensiblemente elíptica, cuyas dimensiones y posición con respecto al puente se han fijado por tanteos, teniendo en cuenta lo irregular del emplaza-

miento y del paseo que existe en esta margen. Para que resulte lo más diáfano posible este obstáculo, se sostiene la plazoleta en una serie de pilares formados de pilas y haces de columnas que se enlazan entre si por medio de arcos rebajados, que, con los tímpanos correspondientes, forman el contorno de esta construcción.

En el centro de ella se levanta un gran machón, de forma también sensiblemente elíptica, concéntrica á la de contorno, y para dar más anchura á esta base, se destacan de ella tantas columnas como pilares de contorno, que se unen al machón por dinteles. Una serie de vigas radiales van de los pilares á las columnas, rellenándose los huecos con un forjado de cemento armado.

De las extremidades del eje mayor de la elipse de contorno arrancan los dos accesos de la plazoleta; el de la parte situada del lado del Ayuntamiento es una amplia escalinata, y el del otro lado una rampa de gran desarrollo. Ambos accesos se han aligerado por medio de arcos transversales que, al mismo tiempo que rompen la monotonía de los muros, facilitan la circulación en todos sentidos.

El centro de la plazoleta se aprovecha para erigir un monumento.

En la Memoria del proyecto justificamos con gran detalle las dimensiones que hemos dado á todos los elementos que entran á formar parte de la obra; pero como los métodos que hemos seguido no ofrecen ninguna novedad, sino que, por el contrario, son conocidísimos por nuestros compañeros, no queremos fatigársu atención rellenando este artículo con fórmulas y números, que nada les enseñarían y que, siendo indispensables en la Memoria, son impropios, en nuestro concepto, del carácter que deben tener los artículos de una Revista.

VICENTE MACHIMBARRENA.—MIGUEL OTAMENDI.

(Concluirá.)

Revista extranjera y Bibliografía.

Comparación entre la tracción eléctrica y la tracción por vapor.

El *Mois Scientifique et Industriel*, resume las conclusiones de un estudio hecho por el Sr. E. Oserhati y publicado en el *Éclairage Electrique*, en el que hace la comparación entre la tracción eléctrica y la de vapor, con el objeto de hacer evidentes las ventajas que se podrían obtener con la sustitución del vapor por la electricidad en las grandes líneas.

De dicho resumen resulta:

1.^o Desde el punto de vista del consumo de vapor y de carbón, la tracción eléctrica presenta ventajas serias, porque, desde luego, las locomotoras mejor construidas consumen 8 kg de vapor por caballo efectivo y las máquinas fijas Compound con condensación de 2.000 ó más caballos no consumen más que 5,5 kg por caballo efectivo y hora; de

modo que teniendo en cuenta las pérdidas en los generadores eléctricos, en los conductores, transformadores y motores, que se pueden variar en 30 por 100, el caballo efectivo en el eje de la locomotora eléctrica no necesita más de 8 kg de vapor en la estación central de fuerza.

Pero si el consumo de vapor es el mismo; tanto para la locomotora de vapor como para la eléctrica, no puede decirse tanto del carbón. Ciertamente es mucho menor el consumo con la tracción eléctrica. En la locomotora ordinaria, un kilogramo de carbón produce, por término medio, 6,18 kg de vapor, mientras que en las buenas calderas fijas se llega á 7,8 kg y, por lo tanto, la diferencia del 20 por 100 está enteramente á favor de la tracción eléctrica.

2.^o Desde el punto de vista del peso de la locomotora, el autor llega fácilmente á demostrar que el peso por caballo efectivo llega á 100 y á 110 kg en las locomotoras ordinarias, y es sólo de 66 kg en las eléctri-



PROYECTO
DEL
PUENTE SEÑORIAL
DE BILBAO

