

todos ellos, sino que venía redactando desde hace tiempo el trabajo estadístico, que el mismo Ministerio publica con el título de *Situación anual de las carreteras del Estado*. La muerte le ha impedido terminar la correspondiente al año económico de 1879 á 1880. Cuando presentó á su Jefe la de 1.º de Julio de 1878, el Sr. Conde de Toreno, que lo era á la sazón, en vista de la exactitud y perfección con que se llevaban á efecto estos útiles trabajos, recompensó con una encomienda de número de Carlos III, libre de gastos, á su autor, que ya por servicios anteriores había merecido la encomienda, también de número, de Isabel la Católica.

La salud del finado, que había sufrido rudo golpe con la muerte de su virtuosa madre, á quien amaba en extremo, iba de día en día quebrantándose; sin embargo, Suarez Moratilla, casi exánime, no abandonaba aún el cumplimiento de los deberes de su cargo. Cuando dejó de asistir á Secretaría, todos los que conocían su rectitud y amor al trabajo comprendieron que el término de su bien empleada vida no estaba lejano; y por desgracia no se equivocaban, pues á los pocos días Suarez Moratilla dejaba de existir.

Excelente hijo, amigo leal y modelo de funcionarios públicos, deja un gran vacío en su afligida familia, en el Cuerpo de Ingenieros de Caminos y en la Secretaría del Ministerio de Fomento.

Su muerte ha sido muy sentida, como lo demostraba la numerosa concurrencia que asistió á su entierro y funeral, entre la que se distinguía su antiguo Jefe el Sr. Conde de Toreno, y el Sr. Baron de Covadonga, actual Director general de Obras públicas, los cuales con su presencia en dichos actos, se dignaron dar un nuevo testimonio de consideración y apre-

cio al finado, que su desconsolado padre les agradece profundamente.

Que Dios haya premiado al que por sus relevantes cualidades supo captarse el cariño de sus amigos, el aprecio de sus jefes, la estimación de sus compañeros y el respetuoso afecto del personal que ha tenido á sus órdenes.

El Ayuntamiento de Bilbao prosigue con vigor la ejecución de las importantes obras de que dimos una ligera idea en el número 10 del corriente año. El día 11 del actual tendrá lugar la subasta del puente de hierro de San Francisco, cuyo proyecto ha sido aprobado por la Superioridad.

Este notable trabajo, debido á nuestro querido amigo y distinguido compañero el Ingeniero D. Pablo de Alzola, sabemos que ha merecido la justa distinción de publicarse en breve en los *Anales de Obras públicas*; pero considerando de sumo interés el darlo á conocer á nuestros lectores, atendidos los numerosos é importantes datos que en él se consignan, la belleza y elegancia de la obra y lo bien entendido de la disposición de sus diversas partes, aún en sus menores detalles, procedemos desde luego, en su vista, á publicar el siguiente extracto, que debemos á la atención del autor del proyecto; aprovechando esta oportunidad para hacerle presente nuestro agradecimiento y enviarle nuestra cordial enhorabuena.

EXTRACTO DE LA MEMORIA
DEL PROYECTO DE PUENTE DE HIERRO PARA
LA RIA DE BILBAO EN SAN FRANCISCO.

(Láminas 105 y 106.)

CAPITULO PRIMERO.

OBJETO DEL PROYECTO Y DATOS TOMADOS PARA
EL MISMO.

1. *Nombre que debe adoptarse para designar los*

puentes de esta clase.—Encargado por el Excelentísimo Ayuntamiento de Bilbao del estudio de un proyecto de puente metálico destinado exclusivamente al tránsito de personas, que sustituya al colgante de San Francisco, empiezo por justificar el empleo de la palabra *pasadera*, en vez de *pasarela*, cuyo uso se ha generalizado bastante.

Passerelle es una voz francesa, cuya traducción literal constituye un galicismo, que no lo ha admitido la Academia Española. En cambio, la palabra *pasadera* es perfectamente castiza, y significa «cada una de las piedras que se ponen para atravesar charcos, arroyos, etc.», siendo, por lo tanto, su objeto idéntico al de los puentes destinados al paso de peatones; de manera que, teniendo una palabra castellana que indica con toda precisión la índole de estas obras, no estaría justificada por ningún concepto la adopción de otra extranjera; y á falta de vocabularios técnicos, de que por desgracia carecemos todavía, hemos podido apoyar nuestra opinión en una autoridad de gran competencia en la materia, que es la del eminente hablante Excmo. Sr. don Eduardo Saavedra, que había empleado ya la palabra *pasadera* en una de sus obras.

2. *Reseña histórica de los puentes colgados.*—Sabido es que el origen de estos puentes es muy antiguo, pues los indígenas los usaban en América antes del descubrimiento; pero cuando su disposición adquirió caracteres científicos fué á principios de este siglo, en cuya época tomaron gran desarrollo.

Aquí se hace una reseña de los principales puentes colgantes construidos y del entusiasmo con que se adoptaron, especialmente desde el año 1820 al 30; pero á consecuencia de las catástrofes de Broughton, Angers y algunas otras, se verificó bien pronto una reacción contra dicho sistema, habiéndose rechazado en absoluto su aplicación para la red de ferro-carriles europea.

En España se construyeron pocos puentes colgantes; pero van desapareciendo rápidamente, pues los de Fuentidueña y Burceña se han reemplazado por vigas rectas, y se proyecta la misma sustitución para el de Monzon y algún otro.

3. *Puente colgante de San Francisco.*—Esta obra se construyó el año 1828 con cadenas, que más adelante se sustituyeron por cables de alambre. El tramo es de 59^m,30 entre los estribos, y está formado por dos medias parábolas que sostienen un tablero de 3^m,10 de latitud, por medio de péndolas verticales.

Esta clase de puentes, en que los cables son flexi-

bles, es decir, capaces de sufrir sólo tensiones, tienen el defecto de falta de rigidez, aventajándoles otros sistemas de la misma clase, en que el arco es rígido ó susceptible de resistir también á la compresión; y esto, unido á la longitud del tramo y al gran tránsito por el mismo, da lugar á fuertísimas oscilaciones.

Desde que se construyó este puente, la población de Bilbao ha aumentado tan rápidamente que es ahora 2,50 veces mayor; el barrio de San Francisco, que es tan populoso actualmente, apenas existía entonces, habiéndose construido además en el mismo un cuartel y el parque de artillería, que constituyen una vecindad peligrosa para el puente; en corroboración de lo cual, se cita la opinión del ingeniero director del puente del Niágara relativa á los riesgos del tránsito de tropas y comitivas por esta clase de obras; y el Municipio bilbaíno, ante el temor de que el puente colgado pudiera tener el mismo fin que otros muchos de su clase, accidente que pudiera ser gravísimo en un centro populoso, acordó su sustitución por otro más sólido.

4. *Tránsito por los puentes de la villa.*—Aunque el objeto del proyecto se limitaba al estudio de una pasadera para peatones, creímos conveniente examinar las condiciones de la viabilidad y del tráfico entre ambas márgenes de la ría, á fin de juzgar si sería más acertado que la obra sirviese también para el paso de vehículos, y al efecto, se acompaña al proyecto el plano 1.º, que comprende toda la travesía de la villa, en el que se hallan figurados todos los puentes existentes, á saber: 1.º, el nuevo de San Anton, de piedra, inaugurado el año 1877; 2.º, el viejo del mismo nombre, contiguo al anterior, y cuya demolición está acordada; 3.º, el colgante de San Francisco, que dista 290 metros del nuevo de San Anton; 4.º, el de la Merced, de tramos de madera del sistema Howe, á 160 metros del colgado, y 5.º, el del Arenal, de piedra, reconstruido el año 1878, que está á 350 metros del anterior.

Se presentan á continuación los datos estadísticos relativos al tránsito y recaudación de los portazgos de la villa, de los que resulta que la mayor parte del movimiento de ganados, carros y carruajes se verifica por el puente del Arenal, que produjo el año 1879 37.226 pesetas, mientras que lo recaudado en el de San Anton fueron 5.617 pesetas, y 2.229 solamente en la Merced, ó sea el 7,60 por 100 que en el del Arenal; deduciendo de estos datos y de las consideraciones que se desarrollan en la Memoria, que por ningún concepto exigen las condiciones del

emplazamiento y del tráfico del puente de San Francisco que se hagan los desembolsos que originaria la construcción de un puente para vehículos; resultando, en conclusión, que, para que el servicio de los puentes de Bilbao no deje nada que desear, hace falta construir: 1.º, una pasadera en sustitución del puente colgante de San Francisco; 2.º, un puente definitivo en la Merced, para cuando el provisional no se halle en estado de prestar servicio, y 3.º, con el tiempo, cuando las edificaciones de ambas zonas del ensanche se desarrollen, llegará probablemente el caso de construir otro puente más abajo del Arenal.

5. *Emplazamiento de la pasadera.* — Habiendo acordado la Corporación municipal la apertura de una nueva calle en la margen izquierda de la ría, 38 metros aguas arriba de la avenida del puente, era preciso examinar si convendría trasladar la pasadera á aquel punto; pero en atención al inconveniente que resultaría de reducir la plaza del Mercado, de la fuerte pendiente de la nueva calle, que será de 13 por 100, mientras que la actual tiene el 10 por 100, se acordó que se conservase el emplazamiento del puente colgado, aunque rectificando su oblicuidad respecto del muelle de la margen derecha, que exige que el eje se desvie 3^m,80 en dicha orilla.

6. *Régimen y crecidas de la ría.* — Ésta se halla encauzada en la travesía de la villa, pues el muelle de la margen derecha está completo en toda la jurisdicción; y si bien el de la opuesta queda por ejecutar aguas arriba de la Merced, la estribación de la montaña llega hasta la ría, supliendo en cierto modo al muelle de encauzamiento sus escarpes de roca. La separación de los diques, que es de 51^m,50 en el puente de San Anton, se reduce gradualmente á 43^m,00 que deberá tener, según el trazado aprobado para el muelle de la orilla izquierda en el emplazamiento de la pasadera, angostándose aún hasta 41^m,00 más adelante; estrechamiento que en la actualidad es mayor á causa de un banco de roca que avanza en el álveo de la ría, y que está llamado á desaparecer cuando se ejecuten las obras de encauzamiento de esta sección. Aguas abajo se ensancha la ría hasta el puente del Arenal, donde la latitud es de 60^m,00.

La longitud que ha de tener el puente de San Francisco está, pues, fijada de antemano, puesto que se halla en un sitio en que la ría ha de tener 43^m,00; y como dicha anchura se aproxima bastante á la latitud mínima del cauce, se comprende desde luego la conveniencia de reducir los apo-

yos de la pasadera á uno solo, y á ser posible, disponer la obra sin ninguno.

La desnivelación de las mareas, que suele ser en las sizigias de 3^m,01 á 4^m,60 en Portugalete, se reduce en la escala hidrométrica del puente del Arenal de 2^m,24 á 3^m,27, traspasando este límite sólo en alguna marea viva excepcional, en que ha llegado á 3^m,70.

El régimen de la ría de Bilbao desde Achuri hasta el mar debió mejorar notablemente con los 18 kilómetros de muelles que construyó el Consulado en los siglos pasados, que, aún cuando no se ajustaron en su trazado á los principios científicos que determinan las leyes que rigen la trasmisión de las mareas, apartándose mucho el cauce actual de la forma conoide, no cabe la menor duda de que los diques, al encajonar las aguas de las crecidas del Nervion y del flujo y reflujo de las mareas, produjeron el consiguiente aumento de velocidad y el efecto de un enérgico dragado.

Posteriormente se estudió por el ingeniero señor Peironcely el proyecto general de encauzamiento de la ría, que se reformó por el que suscribe en algunas secciones; el Ayuntamiento de Bilbao llevó á cabo, con ayuda del Estado, las costosas obras del encauzamiento dentro de la villa, y las del cegamiento del brazo izquierdo de la isleta de Uribitarte, formándose los terraplenes exclusivamente con productos del dragado; y organizada después la Junta de las obras del puerto, el Sr. Churrucá ha desarrollado los proyectos de todas las secciones comprendidas entre Bilbao y el mar, llevándose á cabo los trabajos para su realización con gran actividad, y es seguro que han de mejorar notablemente las condiciones de la navegación, y que se está en camino de llegar á darle á la ría ese régimen fijo y permanente que es el ideal á que debe aspirarse en su mejoramiento.

Mas concretando el exámen del asunto al casco de la villa, se hace una reseña de las inundaciones ó *aguaduchos* que ha sufrido, empezando por la de 1593, que arrastró en su furiosa corriente una parte de la población, y siguiendo por las de 1737, 1762 y 1801, cuya lápida, situada en el estribo derecho del puente colgante, señala la altura á que llegaron las aguas en la última de aquellas crecidas, y que causa espanto, pues su nivel debió subir 4^m,00 sobre el pavimento de algunas calles; extendiéndose también la Memoria acerca de las informaciones que se abrieron en la villa á principios del siglo acerca de las inundaciones, de las que trataron de aprovecharse

los autores del proyecto de puerto de la Paz, que se trató de construir en aquella época por hostilidad á Bilbao.

Presentados estos datos, nos preguntamos si es verosímil que en lo porvenir ocurran avenidas tan espantosas como la de 1801, cuya altura fué de 9^m,20 sobre el cero de la escala hidrométrica, consignando nuestra opinion contraria, basada en poderosas razones. En primer lugar, todo estudio sobre las inundaciones de una comarca requiere que se examinen y comparen las alturas de las crecidas, y en el caso presente se hallan marcadas en la fábrica del Monton, situada aguas arriba de Bilbao, las que alcanzó el agua en 1801 y 1858, siendo ésta 1^m,36 más baja, mientras que en Bilbao el desnivel entre ambas fué de 2^m,70, lo cual indica que, á pesar de no haberse ejecutado obras de alguna importancia para el encauzamiento y mejora de la ría en dicho período, sin duda por la influencia de las construidas anteriormente debió profundizarse el cauce, dando lugar á un marcado descenso en el nivel de los *aguaduchos*.

Más adelante, ó sea de 1866 á 1872, se ejecutaron los córtes de la travesía de la villa y de Uribitarte, dragándose el cauce, especialmente en uno de los *churros* ó altos fondos, con lo que se consiguió un descenso de 0^m,42 en el estiaje, y efectos tan visibles en el descenso de las crecidas, que no se ha producido ningun desbordamiento por las calles de la villa durante los últimos diez años, cuando ántes se sufrían con frecuencia con avenidas que alcanzaban igual altura más arriba de la travesía de la misma. Por otra parte, la Junta de obras del puerto proyecta el dragado de todo el fondeadero comprendido entre San Mamés y Bilbao, cuya realizacion ha de producir un nuevo descenso de 0^m,80 en la altura del estiaje: téngase ademas en cuenta que el encauzamiento y los dragados producen aumento de corriente, y se deducirá, que no debe temerse que las futuras inundaciones alcancen la altura de las antiguas, siendo ademas tranquilizador que, áun aquellos desbordamientos colosales, como el de 1801, ocasionaron pocos estragos dentro de la villa.

En los proyectos de puentes de San Anton y del Arenal se señalaron respectivamente como líneas de máximas avenidas la de 6^m,60 y 6^m,10 respecto de la bajamar equinocial, quedando las claves en el primero á la cota de 8^m,20, y en el segundo á 8^m,10, 8^m,32 y 8^m,50; y nosotros calculamos que, áun cuando se repitiese una avenida como la de 1801, á lo sumo subirían las aguas dentro de Bilbao á 7^m,50, debiendo considerarse como limite el de 8^m,00.

Después de redactado el proyecto ha ocurrido el 26 de Abril último una crecida de 5^m,45, que quedó en la fábrica del Monton 1^m,77 más baja que la lápida de 1801; quiere decir, que para una crecida como aquélla corresponderia aproximadamente en Bilbao la altura de $5^m,45 + 1^m,77 = 7^m,22$.

7. *Sondeos*.—Para decidir si conviene ó no adoptar un apoyo intermedio y la manera de cimentar el estribo derecho, pues en el izquierdo aparece la roca al descubierto, hicimos varias calicatas en el emplazamiento del puente. Las del centro de la ría acusaron la roca á una profundidad media de 3^m,23 respecto de la bajamar; el muelle de la derecha se cimentó, hace poco más de diez años, sobre un macizo de hormigon comprendido en recinto de pilotes y tablestacas; pero la escollera de defensa dificultó nuestros sondeos, rompiéndose la barrena en los más próximos al muelle; pero á los 12^m,00 del mismo se encontró, al parecer, el banco de roca á 1^m,50, lo cual nos induce á creer que los pilotes y tablestacas del cimientó debieron llegar á la roca.

P. DE ALZOLA.

(Se continuará.)

ELEVACION DE UN PUENTE DE HIERRO CONSTRUIDO SOBRE EL EBRO EN ZARAGOZA.

(Conclusion.)

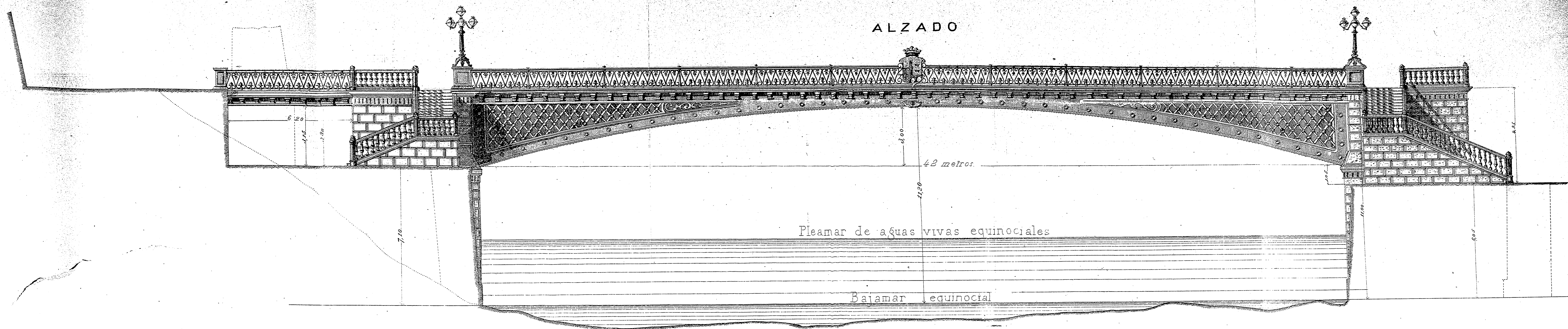
Dada la distancia vertical de 1^m,80 que el puente debia recorrer para llegar á su nueva posicion, y teniendo en cuenta su gran longitud, no se podia llevar á cabo la operacion de elevarlo en un solo dia, durante el corto tiempo de que se podia disponer; y en vista de esto, se acordó efectuarla por ascensos sucesivos de poca extension, facilitándose aquélla de este modo, y consiguiéndose tambien mayor seguridad durante el paso de los trenes.

El incremento de elevacion que habia de darse á las pilas, igual á la altura en que el puente habia de elevarse, se proyectó de silleria, de que estaba hecha la coronacion de los tubos; material que ademas se prestaba bien á efectuar los ascensos parciales, bastando para esto darle un espesor igual á la longitud de cada uno de ellos, que prudencialmente se fijó en 0^m,30.

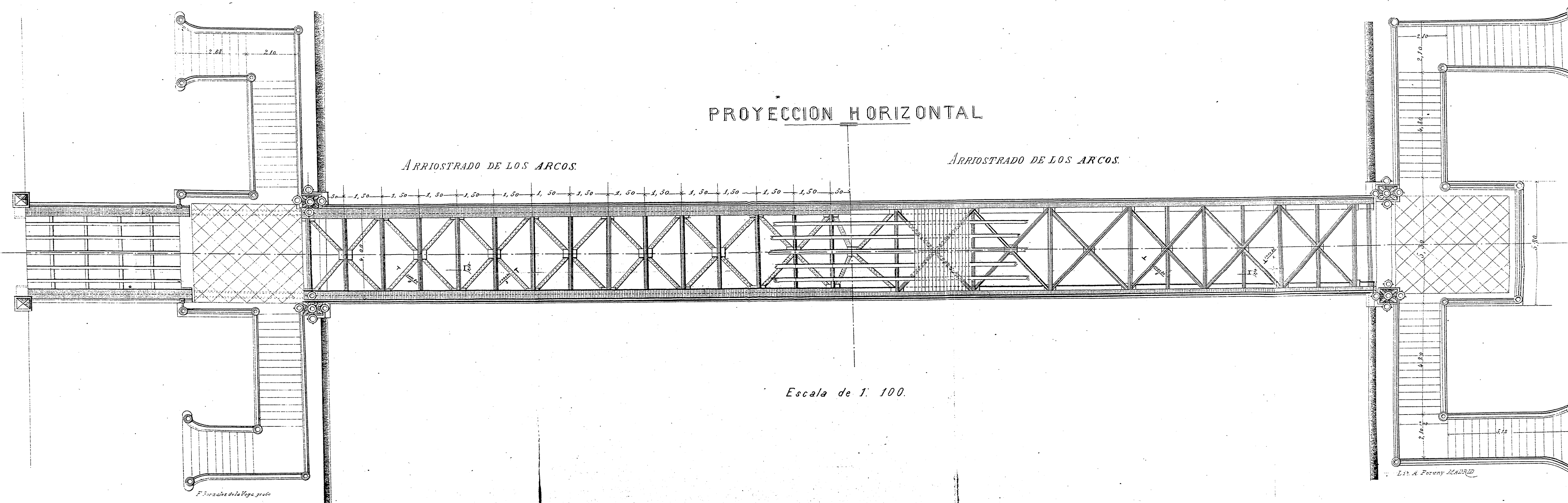
Antes de proceder á elevar el puente, era preciso tener dispuestos convenientemente todos los elementos necesarios, para que, una vez levantado 0^m,30, se pudieran arreglar con rapidez los terraplenes de ac-

PROYECTO DE PUENTE DE HIERRO
PARA LA RIA DE BILBAO.
EN SUSTITUCION
del
PUENTE COLGANTE DE SAN FRANCISCO

ALZADO



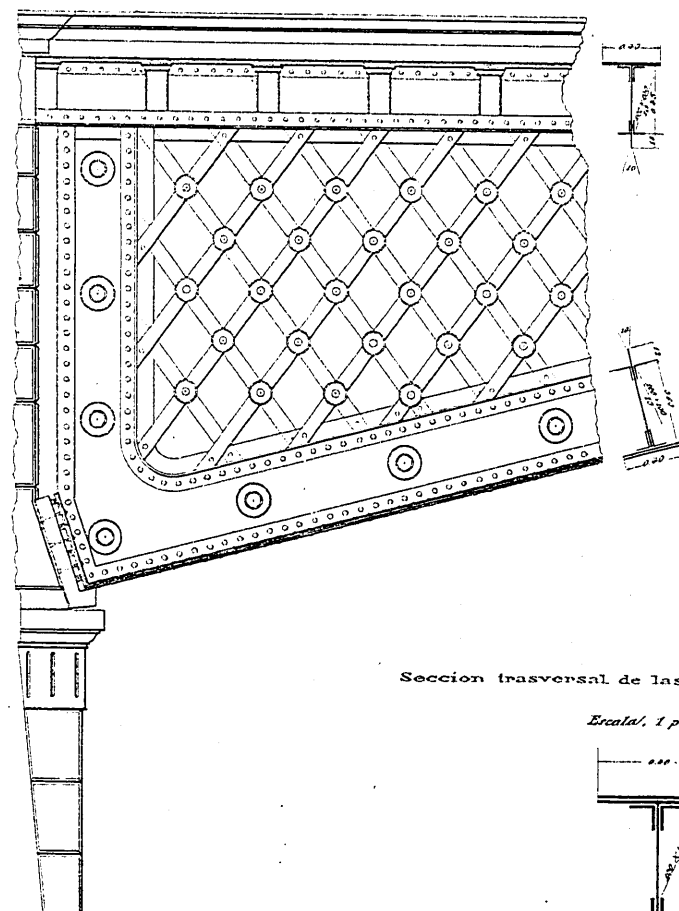
PROYECCION HORIZONTAL



PROYECTO DE PUENTE DE HIERRO EN SUSTITUCION
DEL DE
SAN FRANCISCO.

Escala de 1:50.

Detalle del arranque del Arco.



Seccion transversal.

