

circunstancias pecuniarias no eran muy propicias, y así se me comunicó en Enero siguiente, año de 1870. En efecto, desde Febrero se redujo á \$1,000 mensuales la asignacion para las obras del camino, y á los pocos meses se disminuyó aun más; pero á pesar de las reducciones siempre se destinaba alguna cantidad, por pequeña que fuese, á los trabajos de apertura en el tramo de Tehuacan á Oaxaca; de manera que de los dos grandes obstáculos para la comunicacion carretera entre dichas ciudades — la falta de camino y la del puente sobre el Rio Salado — si no se atendia á salvar á un tiempo los dos, no se descuidaba en vencer con constancia al menos uno de ellos, y esto se hizo con todo empeño en las dos administraciones anteriores, habiendo tocado á la última del C. Lerdo de Tejada la inauguracion de la carretera de Tehuacan á Oaxaca, en Enero de 1876, faltando como hasta ahora falta, para concluir del todo su apertura, un tramo de solo 12 kilómetros, entre el Cuahulotal y el Pajarito, cuyo trayecto en la actualidad se salva pasando por dentro del cauce del Rio de Cuicatlan, pero solamente en el estiaje, pues en sus crecientes imposibilita el paso á los carruajes. La apertura de este tramo costará \$10,000 próximamente.

Hoy, despues de trascurridos siete años y medio, las circunstancias han cambiado completamente, y en vista de ellas me siento inclinado, con conviccion y con seguridad de buen éxito, á cambiar mi proyecto estudiado antes para construir de cal y canto el puente sobre el Rio Salado, por otro de mamposteria y fierro, que se podria edificar sin gran sacrificio para el Erario nacional, con un costo poco menor que la tercera parte del presupuestado en 1869, y realizable en dos años.

Las razones en que me fundo para cambiar de opinion son las siguientes:

1ª La baratura actual del fierro en Europa, debida al gran consumo que de él hace la ingeniería, y el gran desarrollo que ha adquirido la industria de fabricacion de puentes de fierro, tanto allí como en los Estados- Unidos, habiéndose aumentado considerablemente el número de sistemas que en competencia, á cual mejor y más barato, se están empleando en la actualidad.

2ª Facilidad y baratura de su transporte de Veracruz á la Esperanza por el Ferrocarril Mexicano; y de la Esperanza al lugar de su instalacion, por las carreteras nacionales de la Esperanza á Tehuacan y de Tehuacan á Tecomavaca, ya abiertas, por las cuales pueden transitar sin dificultad carros cargados con 4 ó 5 toneladas cada uno, á fletes módicos en virtud de la competencia.

3ª Facilidad, ó mejor dicho, economía en la mano de obra para armar el puente, pues ya tenemos en el país operarios aptos para estas opera-

ciones, educados al servicio de la Empresa del Ferrocarril Mexicano, y no habrá necesidad de traerlos de Europa.

4ª No requerir, como se verá en el presupuesto que presento, el desembolso de contado de una gruesa suma para la compra de fierro en Europa ó en los Estados- Unidos.

5ª Aprovechar las ventajas que la localidad presenta, construyendo con solidez, de mampostería y de una manera económica, los estribos y machones que deberán recibir las trabes de fierro.

6ª Probabilidad de concluir la obra en dos años, inclusa la parte que falta de carretera por abrir; contando solamente con una moderada asignacion anual de \$24,000, aumentada de \$22,000 en los dos años, como cantidad extraordinaria para la compra del fierro.

7ª y última. Comodidad para el Ingeniero encargado de la direccion del camino de Tehuacan á Oaxaca, de atender personalmente á la construccion del puente á la vez que á las obras de apertura del tramo del Cuahulotal al Pajarito, pues la distancia média que separa dichos lugares es de 14 kilómetros solamente.

Animado por tales razones y por el buen deseo que manifiesta el Ministerio de Fomento de ejecutar obras de esta naturaleza, que redunden directamente en beneficio del país, me he ocupado con dedicacion del estudio de un proyecto y presupuesto del puente de que se trata, para construirlo de mampostería y fierro, y tengo la honra de someterlo á la superior aprobacion del C. Ministro de Fomento, dirigiéndolo por el conducto de esa Inspeccion general de caminos y esperando que dicha Oficina se servirá ocuparse de él para rendir el informe que á bien tenga.

La Memoria explicativa referente al Proyecto de que hago mencion, es como sigue:

Eleccion del lugar.

El lugar que elijo para la instalacion del puente no es el mismo que designé para el que he proyectado de mampostería en 1869, pues en el de que me ocupo cambian las circunstancias favorablemente, de manera de poder adoptar una seccion más angosta. En efecto, haciendo los estudios para el primero, encontré que en una seccion libre, de 176 metros de latitud, el agua en la mayor creciente alcanzaria una altura de 2 metros sobre las bajas aguas, incluso en esta altura de 2 metros, los 25 centímetros que calculé se elevaria el agua por el estrechamiento de la seccion. Mas para sostener las once bóvedas proyectadas de 16 metros de abertura cada una, necesitaba machones de 4 metros de espesor, en número de diez, de donde resultaba una latitud de 216 metros, que aumentada de 100 metros con los estribos y aleros, tenia un total de 316 metros. Para

recibir las trabes de fierro, he calculado que con machones de 2 metros de espesor es suficiente, y ahora la latitud queda reducida, conservando los mismos once claros de 16 metros cada uno y los diez machones, á 196 metros. Aumentada ésta con los estribos extremos, que podrian ocupar una longitud, comprendidos los muros de sostenimiento, de 23 á 28 metros cada uno, resultará de 250 metros poco más ó menos. Quedará la nueva seccion transversal del rio en las mismas circunstancias que la elegida antes para el puente de mampostería, puesto que se deja el mismo desemboque.

Dimensiones generales.

Las dimensiones que ahora propongo, arregladas á la seccion conveniente, son: longitud total de la obra, 250 metros próximamente, distribuidos así: 23 á 28 metros para el estribo izquierdo y su terraplen posterior; once claros de 16 metros de luz cada uno, 176 metros; diez machones intermedios de 2 metros de espesor cada uno, 20 metros; estribo derecho y su terraplen, 23 á 28 metros. Latitud que viene á ser la longitud de los machones, 4 metros. Altura de los machones sobre las bajas aguas, 6 metros. Altura de los mismos sobre las altas aguas, 4 metros. Altura contada del nivel de las bajas aguas al del pavimento del puente, en el eje, 7.75.

Desemboque.

El desemboque está calculado para que en la creciente más fuerte queden libres 4 metros de la altura de los machones, á fin de dejar paso bien amplio á los mayores objetos que la corriente arrastrare.

Obra de fierro.

Propongo cubrir los once claros de 16 metros cada uno, con 33 trabes llenas, de fierro, de 18 metros de longitud cada una y distribuidas tres en cada claro, descansando una en los ejes transversales de dos machones contiguos, una en sus extremos aguas arriba y otra en sus extremos aguas abajo. Irán unidas sus cabezas por medio de *placas de apoyo*, para permitir, sin inconveniente, la dilatacion del metal. Dejarán entre sí las tres trabes dos espacios iguales de 1.82 metros cada uno, en los que se dispondrán, en el sentido vertical, cruces de San Andrés en número de diez en cada espacio, por cuya disposicion las trabes quedarán unidas una á otra sólidamente, y resultarán divididas en nueve tramos de á dos metros cada uno. En el sentido horizontal tambien se ligarán las trabes en su parte inferior por cruces de San Andrés, en número de siete por cada espacio, resultando así divididas en seis tramos de á tres metros cada uno. En su parte superior quedarán ligadas entre sí por el tablado del puente. Tal sistema

procura la solidez que debe buscarse en una obra de este género.

Para el cálculo de la resistencia no me limité al peso que comunmente es de suponerse soporta una carretera, tomando por dato como máximo 15 toneladas en cada claro. Las trabes calculadas de doble T resistirán el paso de una máquina Fairlie con su tren correspondiente, y sus dimensiones resultaron ser las siguientes: altura, 1.22 metros, ó sean 4 piés ingleses; espesor de la lámina vertical y de las horizontales, media pulgada; cabezas de las trabes, 0.30; las cruces, de media pulgada de grueso por tres pulgadas ancho las cintas de que se formarán.

Los pasamanos serán de esqueleto, con altura de 90 centímetros, y presentarán la suficiente solidez y seguridad. Las diversas piezas irán unidas entre sí por medio de escuadras, pocos tornillos, y en su mayor parte pernos con remaches. Los carriles de fierro para facilitar el rodamiento de los carruajes y evitar las trepidaciones, serán en forma de escuadra, de 50 centímetros el asiento y 10 el lado vertical; tendrán un espesor de media pulgada inglesa.

Peso del fierro.

Hé aquí el cálculo del peso del fierro, estimado en medidas inglesas, por ser estas á las que generalmente se sujetan los proyectos, cálculos y presupuestos:

	Toneladas.
11 trabes de 59 piés triples, en longitud de 649 piés, hacen un total de 1,947 piés, con peso de.....	105.11
220 cruces verticales, 20 por claro de trabe triple para dividir un espacio en nueve partes.....	8.84
154 cruces horizontales, 14 por claro de trabe triple para dividir un espacio en seis partes.....	8.00
274 yardas lineales (dobles) de pasamano y sus arbotantes.....	15.52
274 yardas lineales (dobles) de carriles.....	29.36
Placas de apoyo, claros y remaches.....	16.68
Extra imprevisito.....	1.49
Total.....	185.00

Latitud del puente y superestructura.

En las dimensiones fijadas para la obra, expresé que la longitud de cada machon será de 4 metros, y por tanto esta vendria á ser la latitud del puente. Reduje tanto dicha dimension, á fin de procurar la mayor economía en la construccion; pero convengo en que es demasiado pequeña para un puente que ha de servir al tráfico de una carretera. Conciliando ambas circunstancias, economía y conveniencia de expeditar el tráfico, he proyectado aumentar la latitud en 1 metro de cada lado por medio de banquetas de madera, voladas sobre ménsulas ó arbotantes de fierro, seccion de T, fijos á las trabes y espaciados de 1.20 en 1.20 metros, contados de eje á eje; los arbotantes sostendrán vigas del tablado en su sentido longitudinal y en su prolongacion fuera de las trabes, y las vigas reci-

birán normalmente girones de madera, de que se formarán las banquetas.

El tablado se construirá de cuadrados de madera de 20 centímetros y longitud de 4 metros, casi en contacto uno con otro; y los que tengan que volar fuera de las traveses para recibir las banquetas, serán también de 20 centímetros con longitud de 70, de manera de cubrir con 4 metros la longitud del machon, con 2 metros las dos banquetas, y dejar sobrantes 35 centímetros de cada lado, fuera de los pasamanos, que por ser de esqueleto no resguardan bien las orillas; estos 35 centímetros servirán, tanto para proporcionar espacio en que afirmar mejor dichos pasamanos por medio de retenidas de fierro, cuanto para dar mayor seguridad á los transeúntes que por descuido ó contingencia se acercasen demasiado á las orillas.

Las banquetas se formarán de siete girones en el sentido longitudinal del puente, de 20 centímetros de ancho y 15 de grueso, asentados de plano; y como entre dos de sus apoyos solo habrá un claro de 1 metro, presentarán la suficiente resistencia; no quedarán justamente en contacto uno con otro, sino con pequeños intervalos de 1 centímetro ó poco menos, que servirán para el desagüe de toda la cubierta.

La calzada central, empedrada, tendrá una altura en su eje de 30 centímetros sobre el tablado; una latitud de 1.20 metros, suficiente para que sobre ella caminen con comodidad dos mulas en tronco; los carriles, como ya expresé, están proyectados en escuadra de fierro, de media pulgada inglesa de 10 centímetros de altura y 50 de plano, ó irán colocados sobre largueros pareados. De estas dimensiones y disposición resulta que cualquier vehículo de ruedas, de los que se emplean comúnmente en nuestro país, pasará con toda facilidad con muy poco esfuerzo, sin causar trepidaciones, y encarrilado en su trayecto no podrá entorpecer el movimiento de los caminantes que transiten á pié ó á caballo por las banquetas, dejándoles libre por cada lado una latitud de más de 1.50 metros.

Entre los carriles y las banquetas se cubrirán los espacios, en ambos lados, con cascajo ó piedra picada asentada sobre arena.

En los estribos y terraplenes de las entradas no irán voladas las banquetas, sino construidas sobre macizo.

Machones y tajamares.

Quedan fijadas las dimensiones de los machones en dos metros espesor, que es el frente á la corriente; 4 metros de longitud, fuera de sus tajamares; 6 metros su altura sobre las bajas aguas, y 4 metros sobre las altas.

Llevarán en sus frentes tajamares semicirculares, y tanto estos como los machones se construirán de buena mampostería. Los tajamares no tendrán la altura total de los machones, pues siendo el objeto de aquellos hender las aguas, bastará

que tengan por altura la máxima á que pueda alcanzar la creciente más fuerte. Sin embargo, para dar mayor robustez á los machones, he proyectado los tajamares de 3 metros de alto sobre las bajas aguas, rematados por caperuzas cónicas de 50 centímetros de altura. Tanto estas caperuzas como los tajamares deberán ir revestidos de sillares de la piedra más dura que se encuentre, y perfectamente labrados.

Estribos y muros de sostenimiento.

Cada estribo tendrá 6 metros 70 centímetros de longitud, á fin de que las banquetas y pasamanos queden asentados sobre macizo y no volados como sobre los claros y machones. Su altura, 6 metros fuera de cimiento; espesor uniforme, 2.50.

Los muros laterales ó aleros, frente al agua, y que forman parte de las cabezas del puente, están proyectados de 2 metros de espesor en su mayor altura, á terminar con 50 centímetros en su nacimiento á flor de tierra: sus paramentos serán verticales. La distancia entre los frentes al agua será igual á la longitud del estribo correspondiente, es decir, de 6.70.

La longitud de cada muro lateral será de 21 á 25 metros, irán encadenados los dos opuestos por muros normales interiores en número de cinco, y los cinco espacios ó cajones que resultarán, irán rellenos de tierra vegetal bien apretada á pison. Llevarán de trecho en trecho sus barbacanas para el desagüe de las filtraciones.

La construcción de los estribos y muros se hará de buena mampostería.

Cimientos.

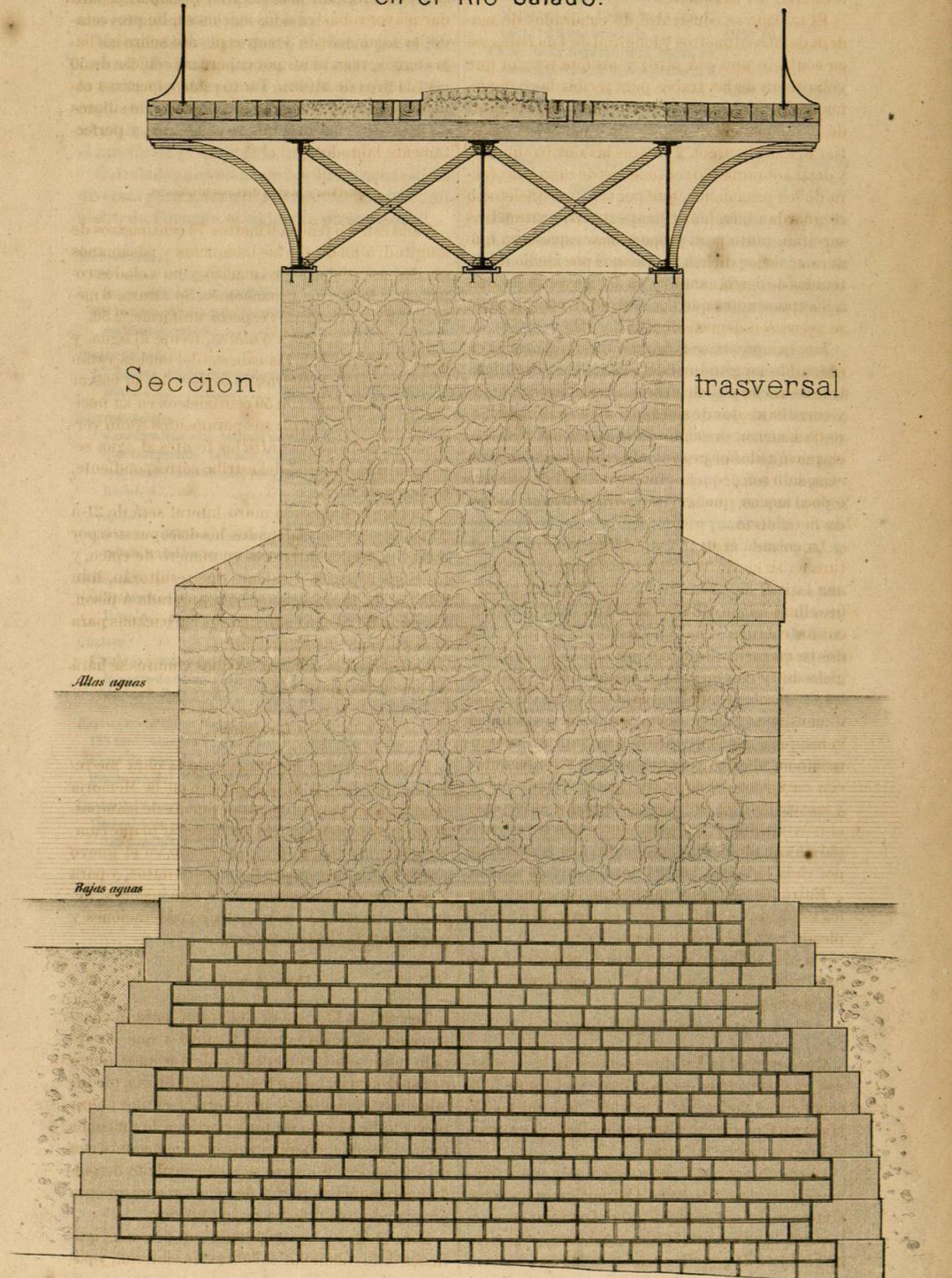
Para esta parte importante de la obra me refiero en un todo á lo que expuse en la Memoria relativa á mi proyecto para el puente de mampostería; y no teniendo nada que agregar ni que cambiar, manifiesto que para el cálculo en el nuevo proyecto tuve en cuenta los mismos datos, y para el presupuesto la reducción de dimensiones, dejando subsistentes las propias consideraciones y precios fijados anteriormente.

Presupuesto.

Teniendo á la vista el que formé para la construcción del puente de cal y canto á que he venido refiriéndome, he encontrado que nada tengo que modificar en las partes de mampostería, piedra labrada y cimientos, y para formar el que ahora presento he dejado en esas partidas los mismos precios, cambiando solamente las dimensiones con arreglo al actual proyecto, y he calculado detenidamente aquellas partes de la obra nuevamente proyectada que difieren de la anterior.

Para el fierro, he consultado con personas que tienen datos abundantes sobre este material, y pa-

PROYECTO de un Puente de mampostería y fierro, para la carretera de Oaxaca, en el Rio Salado.



Escala $\frac{1}{50}$

ra sus fletes me he valido, para unos de las tarifas corrientes, y para otros de los datos de personas entendidas en este asunto.

He calculado el transporte del fierro por el Ferrocarril Mexicano, á razon de la cuarta parte de la tarifa vigente, por ser artículo para el Gobierno, y su costo de desembarco á razon de \$1 por tonelada, que es lo que se cobrará al hacerlo por el muelle de la Compañía inglesa.

Calculadas de antemano las dimensiones de las diversas partes, someto á la aprobacion del C. Ministro de Fomento el siguiente presupuesto:

Mamostería:

624 metros cúbicos para los machones y estribos, metro cúbico á.....	\$5 50	3,432 00
300 metros cúbicos para los muros de sostenimiento, á.....	4 00	1,200 00

Piedra labrada:

277 metros cuadrados para tajamares, á.....	8 00	2,216 00
---	------	----------

Superestructura:

250 metros lins. con latitud de 6.70, que comprende: tablado, banquetas, casco, empedrado, etc., metro lineal, á.....	12 00	3,000 00
---	-------	----------

Terraplen:

650 metros cúbicos, detrás de los estribos, entre los muros laterales, á.....	0 20	130 00
---	------	--------

Cimientos:

843 metros cúbicos cimientos hidráulicos, á.....	10 00	8,430 00
--	-------	----------

Cimbras:

Cimbras y mano de obra para armar la parte de fierro (estimando á razon de \$25 por tonelada inglesa).		4,625 00
--	--	----------

Fierro (costo hasta Veracruz):

185 toneladas, en Inglaterra á \$100.	18,500 00	
Flete de mar, de las mismas, á \$9..	1,665 00	
Situacion del dinero, \$10 por 100...	2,016 50	22,181 50

Gastos del fierro (desde Veracruz):

Desembarco por el muelle nuevo, de 185 toneladas, á \$1.....	185 00	
Al frente.....	\$ 185 00	45,214 50

Del frente.....	\$ 185 00	45,214 50
Flete por el Ferrocarril Mexicano, de Veracruz á la Esperanza (una 4ª parte) \$6 por tonelada.....	1,110 00	
Flete, de la Esperanza al lugar, en carros, distancia 135 kilómetros, á \$30 tonelada.....	5,550 00	6,845 00
Gastos de instalacion de la obra, de direccion, administracion é imprevisitos, 15 por 100 sobre la suma anterior.....		7,808 92
Total.....		\$ 59,868 42

En este presupuesto no está incluido el valor de la herramienta que se necesite, considerando que el Ministerio de Fomento podrá proporcionarla de la que sirve en las carreteras; si está comprendida la reparacion de ella, y asimismo se estimó en el presupuesto de 1869.

Como se ve, comparando los dos presupuestos, la diferencia entre uno y otro es muy considerable, y sin embargo los precios de las partidas comunes á ambos proyectos son los mismos; la diferencia consiste en la reduccion de las dimensiones: podría objetárseme que la he llevado hasta la exageracion; pero reflexionando en que tales dimensiones bastan para un regular tráfico, y en que la obra costará solamente una tercera parte de lo presupuestado antes, tal objecion, en mi concepto, no es de tenerse en cuenta.

Hay más en favor del nuevo proyecto, que manifestaré para terminar esta Memoria: la dimension es reducida únicamente en el sentido de la latitud, pues los espesores, tanto de la mamostería como del fierro en sus diversas piezas, están calculados para resistir el peso de los trenes de ferrocarril más pesados que conocemos hasta hoy, y más adelante podrá utilizarse el puente para el servicio de un camino de fierro, con solo modificar la superestructura.

(Adjunto á esta Memoria una lámina que representa el corte trasversal del puente proyectado.)

Libertad y Constitucion. México, 14 de Julio de 1877.—Mariano Tellez Pizarro.