

ida y vuelta, en cargar y descargar, emplea 7 minutos, teniendo en cuenta la rampa general del terreno, y que trabaja en el día poco mas de 10 horas útiles. De esta manera resultan 87 viajes en el día, ó lo que es lo mismo, un hombre trasportará á la distancia ántes dicha $3\frac{1}{2}$ metros cúbicos; por consiguiente, siendo el jornal del trabajador de 25 centavos, se puede suponer el transporte de un metro cúbico por 7 centavos.

La cantidad de tierra que debe trasportarse para los terraplenes, deduciendo la correspondiente á las dos primeras secciones, asciende á 11,426 metros cúbicos.

Para tender y apisonar la tierra se necesita un hombre por cada 25 metros cúbicos; así es que el metro cúbico importa un centavo.

De la tierra que resulte de la excavacion, una parte se transporta y la otra se deposita á un lado del camino. En las dos operaciones supongo que un hombre remueve, ya sea llenando las carretillas ó sea depositando la tierra, de 12 á 13 metros cúbicos; es decir, que en esta operacion resultará el metro cúbico á dos centavos.

Reasumiendo y calculando los precios totales, resulta:

Por excavar 8,028 metros cúbicos en conglomerado, á 18 centavos.....	\$ 1,445 04
Por excavar 24,082 metros cúbicos en tierra compacta, á $5\frac{1}{2}$ centavos.....	1,324 51
Por trasportar á 120 metros de distancia la cantidad de 11,426 metros cúbicos de tierra, á 7 centavos	799 82
Por tender y apisonar la misma cantidad de tierra anterior, á un centavo el metro cúbico.....	114 26
Por remover 32,110 metros cúbicos de tierra, sea depositándola, sea cargando las carretillas, á 2 centavos el metro cúbico.	642 20

Al frente..... \$ 4,325 83

Del frente..... \$ 4,325 83

En las obras de arte presupuestaré únicamente aquellas que me parecen de mas importancia; porque si bien es cierto que en el perfil se notan algunos puntos que requieren ó bien alcantarillas, ó puentes pequeños; sin embargo, atendiendo á la naturaleza del terreno y á la cantidad de agua que puede pasar por dichos puntos, no los juzgo de tanta importancia, perteneciendo esas obras mas bien al perfeccionamiento del camino.

Por 28 metros cúbicos de mampostería en una alcantarilla, á \$3 50.....	98 00
Por 180 metros cúbicos de mampostería en un puente, á \$4 50.....	810 00
Por gastos de reposicion de herramienta y demas imprevistos.....	500 00

Suma..... \$ 5,733 83

Como se ve, en el presupuesto anterior no están incluidos ni los gastos de direccion, ni los sueldos de los sobrestantes, porque esto depende del número de trabajadores que se pueda emplear y del tiempo que dure el trabajo, todo en relacion con la cantidad de que se pueda disponer.

Compuesto el camino bajo las bases anteriores, quedará expedito para el tráfico, y no faltará mas que darle el perfeccionamiento que mas tarde reclamará nuestro comercio. No me ocupo de esta segunda parte, por la razon que he manifestado de no alcanzarme el tiempo; así es que con excepcion de la parte nuevamente proyectada y de la que corresponde á las dos primeras secciones, todo lo demas lo presento siguiendo el perfil de la carretera actual; pero es evidente que se pueden introducir algunas modificaciones con notable perfeccionamiento de la vía, ya sea rectificándola en algunas partes, ó llevándola por mejores terre-

nos. Sucede, por ejemplo, en el rancho llamado Ojo de Agua de Piedras Negras, donde el camino da una vuelta pudiendo ir por terrenos mas altos y rectificándolo en su mayor parte; pero repito que estas modificaciones se introducirán mas tarde, tanto por haber otras atenciones de mas importancia, como porque habria lugar á indemnizacion de terrenos, con perjuicio de otras mejoras que reclaman mas imperiosamente su ejecucion. Sin embargo, diré para concluir, que atendiendo á los datos generales que poseo y suponiendo que se construyan todas las alcantarillas, aun las ménos indispensables, y que se macadamice todo el tramo en un ancho de 6 metros, atendiendo por otra parte que en lo general la piedra está casi á la mano, yo creo que el presupuesto total, incluyendo el anterior, no pasará de 25,000 pesos.

Concluyo este pequeño trabajo sometiéndolo á la aprobacion del Ministerio de Fomento.

Morelia, Mayo 31 de 1869.— *Angel Anguiano.*

MEMORIA DEL PUENTE PROYECTADO PARA EL ARROYO DE UREPETIRO.

El puente que he proyectado para el arroyo que pasa por el punto llamado Urepetiro, se debe considerar como puente propiamente dicho y como viaducto. En efecto, solo en la estacion de las aguas puede tener aquel carácter, porque solo entónces se presenta el obstáculo del agua que en las fuertes avenidas eleva su nivel á una altura tan considerable, que hace al arroyo absolutamente inaccesible; mas en el estiaje es tan pequeña la cantidad de agua, que ni se necesita hacer observacion alguna especial, ni ofrece estorbo á la construccion. De modo que en este tiempo no queda mas que la configuracion accidentada del cauce, que exige tambien la construccion del puente, dándole el segundo carácter.

Por lo dicho anteriormente se ve, que los datos de mas estudio para el proyecto en cuestion, son los que se refieren á la can-

tividad de agua en las fuertes avenidas y á la seccion trasversal ó configuracion del terreno. La naturaleza de este se da á conocer desde luego, y no hay que discutir sobre la preferencia de tal ó cual método para la construccion del cimiento, puesto que la roca es la que debe recibirlo. El agua tampoco da lugar al empleo de métodos especiales, ni el material ofrece grandes dificultades. De aquí resulta que no me ocuparé sino muy ligeramente de cada uno de los puntos que exijan mayor estudio, puesto que todo lo demas quedará plenamente comprendido con el dibujo mismo.

DESCRIPCION GENERAL DEL RIO.

El arroyo de que me ocupo se llama tambien rio de Tlasasalca, y toma su origen principalmente de un ojo de agua muy inmediato á este pueblo, que es de donde comienzan á correr las aguas, que duran todo el año. Mas arriba no es mas que un arroyo, que aunque imponente en las fuertes avenidas, se seca completamente pasada la estacion de las aguas. La cuenca del arroyo la forman parte del cerro llamado de la Alberca inmediato á Purépero y parte de la pequeña cordillera que comenzando al S. de esta poblacion, corre de E. á O. Hay otros arroyos que se le unen; pero el principal que me ocupa comienza, como acabo de indicar, cerca de Purépero, pasando al E. de esta poblacion, en seguida por Tlasasalca, despues por el rancho llamado Urepetiro, en donde lleva ya una direccion de N. á S., uniéndose por último con el rio de Chavinda en un punto llamado el Zopilote, inmediato á Tangancícuaro, el cual se une á la vez con el de Zamora y que va á desembocar en la laguna de Chapala, ó se puede decir tambien, á unirse con el rio de Santiago, que nace en Lerma. El rancho de Urepetiro, situado entre Zamora y Tlasasalca, dista de esta poblacion como 7 ú ocho kilómetros.

DESEMBOQUE DEL PUENTE.

La cantidad de agua que debe pasar en las fuertes avenidas en el puente en cuestion, no es fácil determinarla con exactitud, porque para esto seria preciso hacer observaciones que aun no

he tenido oportunidad de hacer, pues cuando me encargué de la direccion del camino, ya habia pasado el tiempo de las fuertes avenidas. Sin embargo, por los datos que he adquirido, no me ha parecido difícil resolver la cuestion de desemboque, como lo voy á manifestar.

Las dificultades á que da lugar el desemboque de los puentes, se versan principalmente sobre dos puntos que forman la verdadera cuestion del desemboque, muchas veces difícil de resolver. Primero, hacer que la mayor velocidad que adquiera el agua al pasar por la seccion reducida del puente, no pase ni llegue á aquellos límites que traerian consigo la corrosion del lecho; y segundo, hacer que la seccion del puente sea suficientemente grande, para que pueda dar salida á la mayor cantidad de agua que pase por ella, para lo cual es preciso tener en cuenta el remanso del agua. De estas dos consideraciones resulta, que si se estrecha demasiado el cauce del rio, aunque tenga la suficiente capacidad para dar salida á toda el agua en las fuertes avenidas ademas de la elevacion que sufrirá el nivel del agua y que es lo que se llama remanso, se aumentará tambien su velocidad hasta el grado tal vez de corroer el lecho á la construccion misma del puente. Si por el contrario, la velocidad no es capaz de producir aquel mal efecto, si no se ha tenido en cuenta el remanso, podrá suceder que la seccion de los claros no sea suficiente para dar salida á toda el agua. Ahora bien, en el caso que me ocupa, no hay temor relativo á la velocidad, por ser roca la que forma el lecho del rio, y tanto mas, cuanto que el aumento de velocidad que adquiere el agua no es muy grande, si se atiende á la poca disminucion que sufre el cauce, como se comprende inmediatamente con la sola inspeccion de la lámina. En efecto, subiendo el agua á una altura máxima de 4 metros, la seccion de la corriente es de 10,450 metros cuadrados; reducida es de 87 metros cuadrados despreciando el remanso y suponiendo una velocidad de 2^m30, resulta que la cantidad de agua que tiene que pasar en las fuertes avenidas durante un segundo por la seccion reducida es de 240,35 metros cúbicos, que divididos por la seccion reducida

nos da 2^m76, que representará la velocidad aumentada, aun en el supuesto que no hubiese remanso, pues que habiéndolo, es claro que el aumento seria menor. Se ve, pues, que la velocidad sufrirá un aumento de 47 centímetros.

Mas si suponemos que el remanso sea de 20 centímetros, como el claro de los arcos es de 8 metros, la superficie total de la seccion del remanso será de 640 metros cuadrados, que añadidos á 87 y ejecutada la division ántes dicha, habrá tan solo un aumento de velocidad de 27 centímetros, cantidad insignificante para que se deba tomar en consideracion. Mas si suponemos otra velocidad, el aumento será relativamente casi el mismo, como se puede comprobar haciendo otras suposiciones.

Supongamos ahora que la velocidad no aumenta, en cuyo caso se produciria el mayor remanso posible. Yo hago esta consideracion bien sencilla. La seccion reducida debe aumentar hasta igualarse con la primera; lo que le falta es una superficie representada por 17,50 metros cuadrados, diferencia entre las dos secciones: si dividimos esta cantidad por el ancho de la corriente en la parte libre de los arcos, y que es igual á 32 metros, nos resulta por cociente 0^m54, que será lo que se elevaria el nivel del agua en virtud de la seccion reducida y en el supuesto que no se aumentase la velocidad. Se ve, pues, que el agua no cubriría ni la imposta de los machones, quedando enteramente descubierta la moldura superior. Luego la suma de los claros será mas que suficiente para dar salida á toda el agua. Las consideraciones anteriores, ajenas de todo cálculo, me parecen suficientes para dejar por resuelta y satisfecha la cuestion del desemboque en el caso que me ocupa.

DESCRIPCION DEL PUENTE.

La longitud total del puente propiamente dicho, es de 52 metros. En la prolongacion de uno y otro lado se ven muros de sostenimiento, conteniendo el terraplen que es preciso formar, para unir el piso del puente con el del camino. La direccion del puente es de E. á O., siendo el punto A el que corresponde al primer

rumbo. Su piso no es horizontal, sino que está formado por dos ligerísimas rampas, que partiendo del punto medio, terminan con igual inclinacion, la una en la extremidad O. del puente, y la otra en el punto A. De este punto sigue una contrapendiente que no está figurada en el dibujo; pero de poca extension y que no pasa de 0.^m065 por metro.

La inclinacion de las rampas es de 0.^m017, y la de la parte comprendida entre la extremidad O. del puente y el punto B es de 0.^m050. El ancho libre, es decir, sin incluir el espesor de los guarda-cuerpos, es de 6 metros. El ancho total, que es el mismo que forma la longitud de los piés derechos es de 7 metros. Los tajamares están formados en ángulo recto con base de círculo, que en mi concepto, si bien no es la forma mejor, es la mas económica y mas fácil de construirse, y que sin embargo cumple muy bien con su objeto, y mas si se atiende á que el agua no es perpetua.

Los arcos escarzanos que he adoptado no son iguales, pues no teniendo la misma altura por la inclinacion misma del piso, fué necesario que unos fueran mas rebajados que otros, aunque simétricos con relacion al del centro. La línea de los centros de cada lado forma con el horizonte un ángulo de 2°30'. El arco central es de 104°00' con un radio de 4.^m90; los dos de cada lado tienen sucesivamente 102° con un radio de 5.^m15 y 94° con un radio de 5.^m45.

Todo lo demas entiendo que se comprenderá muy bien en el dibujo mismo.

CIMBRA.

Poco ó casi nada tengo que decir sobre esta construccion auxiliar. La formacion de triángulos por todas las piezas y la sencilla combinacion de ellas, me parece que arguye demasiado, tanto á favor de la suficiente resistencia y firmeza de la cimbra, como de la facilidad de armarla y desarmarla. Los postes verticales dividen el ancho del arco, que es de 8 metros, en tres partes iguales, contribuyendo esta disposicion á que las piezas horizontales

que reposan sobre dichos postes no se flexionen tan fácilmente. Por otra parte, la descomposicion de las fuerzas hace ver claramente que las que tienden á producir aquella flexion, deben ser bien pequeñas relativamente hablando. Un cálculo bien sencillo haria conocer la escuadria que necesitan las piezas, principalmente las horizontales, que son las que tendrian mas peligro de romperse.

CÁLCULO DEL ESPESOR DE LOS PIÉS DERECHOS.

Segun Gayffier, el menor espesor que debe tener la bóveda de un puente debe ser el de la clave. Así es que calculando este último por la forma empírica de Perronet

$$E = \frac{10 R}{144} + 0.325$$

nos da en el caso actual $E = 0.^m66$.

Ahora bien, yo he calculado el espesor de los piés derechos en funcion del empuje horizontal, y como este es bastante grande por lo demasiado rebajado de los arcos, me ha dado, como era de esperarse, un espesor muy grande, que en adoptándolo presentaria serias dificultades á la corriente de las aguas estrechando mucho el cauce. Es bien sabido que en un puente ó en otra construccion análoga solo se tiene en cuenta el empuje, por la mayor economía que se obtiene al no haber necesidad de emplear mas que una sola cimbra, y porque llegándose á caer un arco no hay temor de que el mismo peligro se presente en los demas; pero que en la realidad los empujes horizontales quedan destruidos y el pié derecho no hace otro oficio que el de sostener los pesos cargados sobre ella. En cuanto á aquellas dificultades, yo he tenido en cuenta, que la madera es excesivamente barata en puntos inmediatos á aquel en que se ha de hacer la construccion, y que los excelentes materieles por una parte y el buen piso por otra, sin estar ademas atacado continuamente por la accion del agua, prestan mucha garantía á la solidez y firmeza del puente. En

vista de estas razones, no he tomado en consideracion el empuje horizontal al calcular el espesor de los machones.

Para fijar dicho espesor recordé que, segun Rondelet, debe ser el doble del de la bóveda en la clave y una tercera ó cuarta parte mas. Segun esto, con metro y medio de espesor habria sido suficiente para asegurar la estabilidad de los piés derechos; mas como el espesor de la bóveda que he fijado ántes ha sido el mínimo, y como por otra parte se puede aumentar hasta dos metros sin que se presenten dificultades en el desemboque, esta ha sido la dimension que he adoptado, pudiendo tal vez resistir el empuje horizontal, si los materiales son tan excelentes como me lo espero, y despues que haya tomado la construccion todo el asiento y consistencia á que pueda llegar.

PRESUPUESTO.

Comenzaré por calcular el costo de toda la piedra labrada, para lo cual determino en metros cuadrados la superficie total del puente, aun la de los intrados de las bóvedas, y obtengo 741 metros cuadrados, que puedo suponer á \$2, incluyendo la mano de obra y el mayor costo que se puede obtener por las molduras que deben llevar algunas piedras, y obtengo.....	\$1,482 00
El relleno lo he calculado y resultan 585 metros cúbicos, que á \$4 da.....	2,340 00
Por 105 metros cúbicos de mampostería en los muros que podemos llamar aleros del puente, á \$4.	420 00
Por 14 metros cúbicos de piedra labrada que contienen los pequeños guarda-cuerpos de los aleros, á \$5.....	70 00
Por 4 cimbras, á \$50.....	200 00
Por 210 metros cúbicos, á 15 cs.....	31 50
Por el firme, suponiéndolo macadamizado.....	150 00
Gastos imprevistos.....	470 00
Suma.....	<u>\$5,163 50</u>

Voy á concluir con manifestar al C. Ministro de Fomento, que el puente de que se trata es de una suma importancia en cualquiera tiempo que se considere; pues en la estacion de las aguas nadie se atreve á pasar el arroyo de Urepetiro, permaneciendo muchos dias completamente inaccesible aun para los animales sin carga; y en las secas yo no sé cómo han podido pasar algunos carruajes, para lo cual sin duda habrá sido preciso emplear algunos medios extraordinarios.

Aquella importancia la han comprendido todos muy bien; y por esta razon, en un tiempo se trató de construir un puente, habiéndose dado principio á la obra, como se ve en un machon que aun existe; pero que por desgracia no se puede utilizar, por estar en mi concepto muy mal colocado. En otro tiempo tambien, segun informes que he podido adquirir, se construyó uno de madera; pero que en las primeras avenidas desapareció completamente. Todo esto hace comprender muy bien las grandes ventajas que resultarian de la construccion de un puente en el punto que me ocupa. Por esta razon me he ocupado de preferencia en el proyecto que tengo el honor de presentar al C. Ministro de Fomento, para que resuelva lo que á bien tenga.

Morelia, Mayo 20 de 1869.—*Angel Anguiano.*