

tes indicado, ó sea con relacion al proyecto.

Este solo razonamiento bastaria para demostrar desde luego, á nuestro modo de ver, la necesidad de revestir á la Administracion en estos casos de facultades discrecionales para declarar las fincas sujetas á la ocupacion temporal, á fin de que puedan llenarse las condiciones del proyecto; siendo de notar que el abuso que de semejantes facultades pudiera temerse (única causa legítima que es dable oponer á su concesion), es en este caso materialmente imposible; porque no hay abuso que no tenga por mira alguna ventaja para el que lo comete; y como en el caso de que se va tratando, son precisamente las ventajas que se puedan obtener el fin único de esas facultades, quiere decir que en este caso la razon que pudiera oponerse á lo que se propone se convierte en su apoyo.

Sin embargo de esto, como ántes hemos dicho, procuraremos poner de manifiesto en otro concepto la necesidad que hay de conceder lo que en nuestro dictámen basta la razon para justificar.

(Se continuará.)

F. L.

CARRETERA DE PRIMER ORDEN  
DE MADRID Á CASTELLON.

PUENTE DE HIERRO EN FUENTIDUEÑA, EN EL RIO TAJO.

(Conclusion.)

Hechos los cálculos para las dimensiones de las diversas partes de que se componen las vigas, hay necesidad de conocer los esfuerzos, como son: peso del tablero, carga adicional (400 kilogramos por metro cuadrado), el de las viguetas, el de las riostras y su propio peso. El peso del tablero por metro lineal es de 642<sup>kils.</sup>, tomando para peso del metro cúbico de pino el de 660 kilogramos.

Distando las viguetas 1<sup>m</sup>,50 se deduce que cada vigueta sostiene un peso de 962<sup>kils.</sup> 280, de la carga adicional sostiene 3.600 kilogramos, y por último su propio peso que es 576,100 kiló-

gramos. Sumando las tres cantidades anteriores se obtienen 5.138<sup>kils.</sup> 440 por el peso total que sostendrá cada vigueta transversal.

Las dimensiones de éstas se han calculado de modo que pueden resistir mayor peso que el que han de soportar.

El que ha de sostener un cuchillo, se compone de su propio peso, que es de 161<sup>kils.</sup> 147 por metro lineal, del que sostienen las viguetas, que es de 5.138<sup>kils.</sup> 440, y como se hallan colocadas á 1<sup>m</sup>,50, se obtendrá por metro lineal el peso de 3.333<sup>kils.</sup> 058. El peso del enriestrado por metro lineal es de 53<sup>kils.</sup> 274 que sumado con el anterior se obtiene el de 3.586<sup>kils.</sup> 332, y como quiera que son dos cuchillos, cada uno de éstos soportará 1.783<sup>kils.</sup> 166. Mas atendiendo á las pequeñas piezas y detalles no incluidos y facilitar cálculos, se supone que cada viga-cuchillo sostiene 2.000 kilogramos.

En este proyecto de puente se ha deducido el peso propio de una viga de celosía, empleando la fórmula de *Colignon*, y ademas otras apropiadas para obtener las dimensiones de las piezas que entran en la composicion de aquél.

Se ha hecho detenidamente el análisis de este proyecto, para deducir los esfuerzos á que se hallan sometidas las vigas principales, obteniendo los momentos de flexion en tres supuestos diferentes, llegando así al número de planchas de que se ha de componer cada cabeza de viga, y la longitud respectiva.

Tenidas ya las dimensiones de todas las piezas que entran en la composicion de una viga en celosía, se deduce su peso, en el supuesto de que cada metro cúbico de hierro forjado pesa 7.800 kilogramos; siendo aquél de 34.072,5 kilogramos, corresponde 504 kilogramos á cada metro lineal de viga.

El peso total de la parte de hierro que entra en los dos tramos es de 105.242,496 kilogramos, correspondiendo 1.556,841 kilogramos á cada metro lineal de puente.

Como parte integrante y principal de este proyecto hemos de considerar una pila tubular central, compuesta de dos apoyos formados con anillos de hierro colado, de un metro de altura

cada uno y dos de diámetro. Estos cilindros están separados seis metros uno de otro, es decir, que la distancia entre los ejes verticales es de seis metros. Los anillos inferiores, que serán los que ocuparán la porción que debe quedar enterada, tienen 2<sup>m</sup>,50 de diámetro, y se rellenarán ambos cilindros con hormigón hidráulico para aumentar su masa y repartir uniformemente el peso sobre su base.

La altura total de la pila tubular es de 12<sup>m</sup>,78, de los que 5<sup>m</sup> se suponen debajo del terreno ó del lecho del río, y los 7<sup>m</sup>,78 fuera de él. Las dos columnas que forman la pila tubular, van unidas en su parte superior por un bastidor que tiene por objeto evitar su separación. Compónese el bastidor de una cruz de San Andrés que desempeña el principal papel, de dos barras horizontales y de otras dos verticales, para verificar por medio de pasadores la unión entre bastidor y columnas. La sección de las barras es de *T*, y todo el bastidor de hierro forjado. Aunque en algunos puentes se ha empleado hierro fundido, no se ha creído conveniente su adopción en este proyecto por la mayor exposición á la fractura de este último material y á la naturaleza de los esfuerzos que debe sufrir. En las pilas, los anillos que las forman son de hierro fundido, que si bien tienen el inconveniente de romperse por el choque de algún árbol ú otro cuerpo extraño arrastrado por la corriente en las avenidas extraordinarias, presenta, sin embargo, ventajas muy dignas de tenerse en consideración bajo el punto de vista de fabricación. Los ejemplos de pilas de esta clase, empleadas con éxito en los ríos Guadalquivir, Guadiana y Ebro, desvanecen los temores que pudieran abrigarse respecto á esta clase de material.

El espesor de las paredes de los anillos, obtenido por el cálculo, es tan pequeño, que tal vez las fundiciones se negarian á su fabricación por la desproporción entre el grueso y el diámetro. Se ha fijado el de 0<sup>m</sup>,03, que es diez veces mayor que el resultante por el cálculo.

La unión de los anillos entre sí se verifica por pasadores roblonados que atraviesan y sujetan los rebordes interiores que llevan en sus ex-

tremos. La impermeabilidad de las juntas se asegura con cordones de cautchouc.

Para evitar las socavaciones que en un plazo más ó menos largo pudieran producir las corrientes alrededor de los apoyos, se ha creído oportuno defender su parte inferior en la altura que media entre el fondo del río y las bajas aguas. Un macizo de escollera, contenido con pilotes y tablestacas, sujetas por medio de cepos y pasadores, rodeará á la pila tubular y la defenderá de los choques de todo cuerpo flotante que arrastren las aguas. La disposición de esta escollera será en plano inclinado, para evitar que las corrientes choquen violentamente sobre las caras verticales del recinto escollorado.

La lámina que acompaña á este artículo tiene por objeto dar á conocer la disposición de los tramos y el de la pila, y por lo tanto nos abstemos de dar detalles más minuciosos.

De mucha importancia conceptuamos el examen de los precios asignados á las diversas partes de esta obra, y por lo tanto, nos detendremos en él, á fin de que los Ingenieros, nuestros compañeros, tengan estas noticias para el caso de tener que proyectar otra ú otras análogas.

El coste de la obra de hierro en tramos y pila tubular se ha fijado en 140.000 pesetas, y teniendo los dos tramos 67,60 metros de longitud, resulta para cada metro lineal el precio de 2.071 pesetas. No incluyendo el coste de la pila, que es el de 49.950 pesetas, se obtiene para el metro corriente de tramo 1.332 pesetas.

El puente de Zuera sobre el río Gállego en la provincia de Zaragoza, resultó á 1.894 pesetas el metro lineal, y en el proyectado para el río Henares, en la provincia de Madrid, se fijó el precio de 1.493 pesetas, pero que sólo consta de un tramo sin pila tubular.

Para llegar á este resultado ha sido preciso recoger el mayor número posible de precios unitarios en los diversos proyectos que se han verificado en la Península. La práctica y uso adoptados en Inglaterra, país que suministra al nuestro los hierros forjados y fundidos ya obrados, es la de fijar 11 libras esterlinas por tonelada en bruto de hierro forjado, y 5 libras ester-

linas por la mano de obra de aquélla, costando 16 libras esterlinas la tonelada obrada, ó sean 1.520 rs. (380 pesetas).

En el puente de Zuera, arriba citado, el precio de la tonelada de hierro se fijó en 1.584 reales (396 pesetas). En el de Valladolid, de 71 metros de luz, la tonelada se presupuso en 1.664 rs. (416 pesetas).

Los precios anteriores son por la tonelada de hierro forjado.

El de la tonelada de hierro fundido se ha fijado en 1.100 rs., ó sean (275 pesetas).

El precio, pues, adoptado en el proyecto que examinamos, es el de 1.600 rs. (400 pesetas) para la tonelada de hierro forjado.

El del metro cúbico de madera es de 440 rs., ó sea 110 pesetas, así como para carga del material, flete desde el taller extranjero hasta el puerto de Alicante, descarga, seguro y comision, se ha señalado el 10 por 100 de su coste de fábrica. El transporte por ferro-carril desde Alicante á Madrid, ha sido el de 0,45 rs. (0,11 pesetas) por tonelada y kilómetro, segun las tarifas de la Compañía. El transporte entre Madrid y Fuentidueña, que distan 64 kilómetros, se ha fijado en 5 rs. por tonelada y kilómetro (1,25 pesetas).

Tales son los precios fijados en las unidades principales de esta obra, que podrán servir para guiar á quien tenga que ocuparse de proyectos análogos y que estén en iguales condiciones.

Madrid, Marzo de 1873.

A. CAMON.

### NOTAS

SOBRE EL EMPLEO DE LA TACHEOMETRÍA EN EL LEVANTAMIENTO DE PLANOS Y NIVELACIONES.

(Conclusion.)

122. Todo lo que hemos expuesto en las presentes *Notas* puede dar idea de las numerosas aplicaciones de que es susceptible el método tacheométrico.

Entre otras salta desde luégo á la vista su ventajoso empleo para formar proyectos de ferro-carriles, canales y carreteras, á causa de la extraordi-

naaria rapidez y economía con que pueden levantarse planos acotados de extensas zonas de terreno en que estudiar la obra que se intenta.

No es ménos ventajoso su uso en el estudio de proyectos definitivos, si bien no debe economizarse el número de puntos acotados, á fin de que el perfil acuse hasta los más pequeños accidentes del terreno.

Los planos catastrales, y aún la nivelacion de un país accidentado, son tambien trabajos que pueden confiarse al método tacheométrico.

En una palabra: las dos principales ventajas del método tacheométrico son una gran economía de tiempo y de dinero en las operaciones de campo, á la cual debe agregarse la de ser este método de fácil aplicacion en terrenos aún los más accidentados.

Antes de terminar digamos dos palabras acerca del grado de exactitud que puede esperarse del empleo en los cálculos de la regla logaritmica, que hemos descrito en el cap. v de estas *Notas*.

123. Para apreciarla, recordaremos que al describirla dijimos (90) que las diversas graduaciones de las escalas están dispuestas de modo que correspondan á la debida claridad en su lectura, y que no siendo los logaritmos de las líneas trigonométricas ni de los números proporcionales á estas cantidades, resulta una distinta subdivision para cada una de sus unidades.

Esta subdivision podrá ser tanto mayor, y por consiguiente, el límite en la aproximacion de las operaciones, cuanto mayor sea la longitud de la regla; influyendo tambien la práctica del observador en apreciar á simple vista el espacio ó fraccion comprendido entre dos divisiones consecutivas, práctica sumamente fácil de adquirir, atendiendo á la exigua separacion de éstas y al consiguiente pequeño ángulo visual con que se observa.

124. Las dimensiones de la regla que hemos descrito, permiten que para todas las distancias su apreciacion sea superior á la de la mira con que se han tomado los datos.

Debemos tambien tener en cuenta que no siendo necesario en el uso de la regla escribir cifras ni practicar cálculo alguno, las probabilidades de equivocaciones son mucho menores que en el sistema ordinario.

Hechas estas consideraciones, pasaremos á determinar el grado de exactitud con que puede contarse en las operaciones.