

en que se ha substituido por $\frac{p+p'}{2}$.

Substituyendo este valor en la primera de las ecuaciones tenemos

$$f = \frac{2pf}{p+p'} - \frac{1}{2} \text{ tang. } \alpha$$

de donde

$$\text{tang. } \alpha = \frac{2f}{2} \times \frac{p-p'}{p+p'}$$

y para tener N . bastará substituir en la ecuación de $N \cdot \cos. \alpha$ el valor de $\cos. \alpha$ que será

$$\cos. \alpha = \frac{1}{\sqrt{1 + \text{tg.}^2 \alpha}}$$

estas fórmulas que nos sirven para determinar las curvas de las presiones cuyas curvas han de estar dentro del arco pues de otro modo los esfuerzos no serian igualmente repartidos impone a priori la adopción de las escuadrias adoptadas para las fuerzas del arco así haciendo $f=10$, $l=50$, $p=7000$, $p'=700$, determinando los valores de α y dando á S y S' los valores $S=2,677$, $S'=3,842$ hemos construido las parábolas de las presiones que pasan por el centro próximamente de cada una de las secciones y por consiguiente que las escuadrias consideradas son las suficientes para su resistencia.

Ahora bien no basta en esta clase de puentes el determinar la escuadria para tener seguridad

de su resistencia, es preciso que con la sobre carga no sufran deformación alguna y que no vibren bajo la influencia de la carga puesta en movimiento como es la de un tren, para remediar este inconveniente se procura que la flecha sea la mayor posible pues de este modo el esfuerzo va siendo mayor en los estribos y menor en las diferentes secciones del arco sobre todo con objeto de cumplir ambas condiciones el sistema adoptado en nuestro proyecto de unir el tablero con las cerchas en arco por medio de péndolas y empujes de San Andrés.

En cuanto a la clase de hierros que consideramos es conveniente emplear en este puente si bien la fundición resiste más que el hierro a los esfuerzos de compresión se ha visto que el límite de elasticidad es el mismo para los dos metales, el hierro se comprime la mitad bajo un mismo esfuerzo es por lo menos muy problemático que esta superioridad de resistencia en favor de la fundición sea absoluta. De todas maneras creemos más conveniente el uso

del hierro colocándolo en buenas condiciones de resistencia a la presión uniéndolo entre sí las cerchas del puente de manera que pueda considerarse que la relación de la menor dimensión a la longitud que determina el coeficiente que es necesario adoptar sea la misma que la que el ancho del puente a la luz.

Fundados en estos razonamientos proyectamos un puente en arco formado de cuatro cerchas de 50 metros de luz y 10 metros de flecha y cuya disposición es como sigue.

Cada una de estas consta de nervios de sección de + cruz, estos hierros decruz en que la rama vertical forma el alma del arco termina en una T. Sujetas por contravientos de hierro cuadrados y unidos por cruces de San Andrés quedan enlazadas estas cerchas que forman los arcos y a una distancia de 1,60 las extremas y 0,85 las dos centrales.

El tablero lo constituyen hierros de T sobre los que se apoyan los travieseros que van espaciados 2,00

de eje á eje formados por una pared vertical de palastro cosido á dos huecos de T por medio de escuadras y redoblones, dos largueros de la misma disposición que los travesaños unen estos entre sí y sirven de soporte á los de madera sobre los que descansan los rails. En vez de tablero para sostener el balasto y para el paso de los peatones hemos proyectado unas planchas de palastro cuyo detalle puede verse en el puente viaducto sobre el río Alberche, cuyas planchas tienen un reborde el que se apoya y cose con redoblones á los largueros y travesaños. Estas planchas al mismo tiempo que sostienen la capa de balasto enlazan entre sí todas las piezas del tablero formando un todo invariable y por su forma este tiene mayor elasticidad y las vibraciones se comunican más amortiguadas al resto de la construcción.

Con objeto de cumplir las condiciones referidas anteriormente de que el arco sufra la menor deformación posible se une el tablero á las cerchas por montan

tes que lo forman dobles hierros planos ensamblados por una y otra cara al alma de la Teula parte superior y á la rama vertical de la cruz en la inferior, formando en conjunto unas cerchas con el arco y tablero y para mantener la rigidez de este sistema tanto en sentido longitudinal del puente como entre ellas unas cruces de San Andrés fijas en su medio á un arco, considerando cada cercha como formada en un todo por el arco montantes y tablero mantienen la verticalidad de aquellos y las transversales las de las cerchas.

La dilatación de los hierros por los cambios de temperatura es otra de las causas de la deformación de los arcos que empotrados en los estribos en sus arranques al verificarse la dilatación se produce una reacción en estos apoyos que viene á refluir sobre la clave aumentando la flecha, y produciéndose en este punto un levantamiento que aumenta la compresión sobre cada sección del arco causa que produce grandes inconvenientes pues la

variación de temperatura de 50° por ejemplo produce un alargamiento sobre una fibra de 1^m de longitud corresponde al que sería producido por un esfuerzo de 12 Kilogramos. Es pues evidente que este esfuerzo determinará en el arco un cambio de forma que tendrá por resultado determinar la elevación de la clave reduciendo el valor de la componente horizontal y alargando las líneas del arco. Estos movimientos pueden ser puestos para la solidez de las ensambladuras y esta es otra de las razones de las razones para preferir el hierro a la fundición, un arco de hierro cuyos enlaces con el resto del sistema están repartidos sobre toda su longitud se plegaría a los movimientos con mayor facilidad que un puente de fundición compuesto necesariamente de dobelas donde los cambios de forma tienden a localizarse en puntos determinados.

Para evitar los inconvenientes que tanto la dilatación como las demás causas que tienden a deformar el arco y por consiguiente la tendencia a salir fuera de él la curva de las presio-

nes se cree conveniente para conseguirlo la disposición adoptada de prolongar dentro de los estribos los arcos después de interponer entre estos y la fábrica en los arranques una placa de fundición que permite apretar este arco sobre los apoyos y hacer variar en límites muy cortos el punto de paso de la curva de presión para lo cual prolongando como hemos dicho el arco al interior del estribo ensamblado á una varilla que termina en una rosca con su tuercia sujeta la sillera y con un movimiento libre en su parte media por un perno que la permite girar, hace que apretando y aflojando la tuercia según sea preciso podamos hacer variar el punto de paso de la curva que es lo que deseábamos y quedan evitados los inconvenientes anteriores.

Se deduce de lo dicho anteriormente la importancia que trae consigo la construcción de los estribos y por lo tanto vamos á dar una idea de su disposición.

Hemos visto que un arco ejerce sobre el plano de los arranques una reacción que para por A y cuya pro-

acción horizontal es igual a N es necesario que los estribos puedan resistir a este esfuerzo; ahora bien se ve que bajo la influencia de esta fuerza tenderá a producirse dos movimientos en este estribo, uno penetrando bajo la acción de la ^{fuerza} C y otro al resbalamiento sobre el plano de los arranques bajo la influencia de la componente horizontal N . Es necesario pues dar al plano de los arranques una anchura suficiente para que repartida la presión no pueda verificarse la primera para lo cual creemos conveniente aparejar con sillares este plano según se ve en el dibujo; pero la mayor dificultad es la de oponerse al segundo movimiento porque la fuerza N es superior a C . además el estribo estando compuesto de materiales el resbalamiento tiende a producir sobre el plano DE ; pero como tenemos una gran masa de mampostería y ligado el estribo al muro por

los sillares que forman la imposta, no debemos temer este inconveniente.

Los tiernos ensamblados á los arcos para corregir sus deformaciones van encerrados en cajas de la misma fábrica de que está formado el estribo permitiéndole el juego necesario y penetrándose otros sillares aparejados de la misma manera que los que forman el plano de los arranques y á los que se sujetan por sus tuercas. Un registro abierto en el muro permite reconocer y bajar á apretar ó aflojar las tuercas.

En este sitio donde tenemos materiales sobrantes no hemos tenido inconveniente en hacer los muros llenos, evitando los inconvenientes de la labra que nos hubiera traído al vaciarlos con arcos.

Puente sobre el arroyo de Colmenar.

Este puente no difiere en nada del que se proyecta para atravesar el arroyo Palomero: es de palastro con 30 metros de luz y únicamente varía en la altura y construcción de sus estribos que tienen 15 por encontrarse la variante á 17,50 de su talveg y siendo

construido en la zona del terreno granítico se emplea la mampostería ordinaria en lugar de la fábrica de ladrillo con aristones, cadenas e imposta de sillera como en aquel, así no entraremos en más detalles pudiendo repetirse todo cuanto se á dicho al tratar del de el arroyo Palomero.

Fuente via
ducto sobre el
rio Alberche.

La descripción de esta obra por su importancia y diversidad de elementos que la componen la dividiremos en dos partes, una correspondiente á las obras de fábrica y otra á las pilas y tramo metálico.

Aunque anteriormente al hacer la descripción topográfica dimos una idea del terreno como preliminar á la demostración de la necesidad del proyecto que se presenta, insistiremos en su conocimiento.

Llegados á la horizontal rasante del paso con la cota 690, nos vemos precisados á atravesar el rio que va encajonado entre dos vertientes muy rápidas y á una altura de 95 metros sobre su talveg apoyándonos en ambas laderas. Un tramo no hubiese podido salvar esta distancia de 400 me-