

obligado á admitir ó un rebajamiento excesivo ó rasantes de pendiente inaceptable para el tránsito.

Con la disposición proyectada, según ya indicamos, las bóvedas de los arcos apenas serán vistas desde cerca, percibiéndose casi exclusivamente los arcos frontales, y en especial el del centro, con su elevada imposta y su gran rebajamiento, que le prestarán agradable apariencia, resultando aún más ligero por los dos aligeramientos circulares practicados en el tímpano y por los balaustres que adornan su pretil, el cual, así como la cornisa de coronación es horizontal sobre las pilas y estribos, así como en los 15 metros centrales del arco principal y en todo el resto de su longitud con pendiente sensiblemente igual á la del piso del puente.

Entre los detalles de construcción es digno de notarse el esmeroso estudio hecho de la cimbra del arco principal, como corresponde á su luz extraordinaria. Esta se ha proyectado con arreglo al sistema de los polígonos funiculares, deduciendo la sección de las diversas piezas de las presiones transmitidas por las diversas dovelas, y suponiendo que se empleará madera de encina cuya resistencia á la compresión es de 60 kilogramos por centímetro cuadrado.

Los polígonos funiculares son tres: el primero, resulta apoyado en la base de las pilas, ó sea á 80 centímetros sobre el estiaje; los otros dos, sobre palizadas montadas sobre las pilas y clavadas en el terreno hasta la profundidad de 7 metros bajo aquel mismo nivel. Todas las piezas de la cimbra resultan solicitadas por esfuerzos de compresión en forma de obtener ensamblajes sencillos y del tipo corriente; además la separación de los vértices de los distintos polígonos está impedida por medio de piezas especiales que tienden siempre á devolver al polígono funicular su forma primitiva.

Los cuchillos que forman la cimbra están separados á distancias de 1,50 metros uno de otro y los de los arcos frontales están compuestos de igual número de polígonos, pero con los rayos dispuestos en la nueva dirección radial, enlazándose con los de debajo del puente con una cubierta de superficie reglada análoga á la que ha de formar la obra.

Los aparatos de descimbramiento serán los tornillos radiales y las cuñas según el espacio disponible, desechándose las cajas de arena por su incomodidad y poca seguridad.

El descenso en el descimbramiento se ha calculado aplicando la teoría de la elasticidad con el teorema del mínimo trabajo y deducido que no es de esperar llegue á los 30 centímetros.

La cimentación se llevará hasta el plano fijado por el método usual de los cajones de aire comprimido, los cuales por su forma triangular tenderán á inclinarse hacia el lado vertical por su mayor peso, por lo cual, durante la construcción será conveniente equilibrarlos con otro cajón de la misma forma lleno de piedras que se podrá quitar fácilmente poco antes del descimbramiento.

La bóveda central en su totalidad, así como los frentes de los arcos laterales, son de granito; las bóvedas laterales de travertino del Tivoli. Las pilas y estribos, de basalto. Los tímpanos, de piedra tobácea, y del uno al otro se extiende el relleno de ladrillo, cuyo macizo va aligerado por nueve vanos elípticos longitudinales paralelos á los muros de los andenes que van disminuyendo de altura al aproximarse á la parte central de los arcos. Sobre esta fábrica se proyecta la capa impermeable de 10 centímetros de espesor y formada por cemento y cartón asfaltado; en ella se apoya el relleno de tierras, y, por último, vienen los ladrillos de cemento romano en correspondencia con la calzada, cuyo ancho es de 12 metros, y á cuyos lados corren dos andenes de 4 metros cada uno formados con placas de Bagnorca.

Bajo cada uno de los andenes se tienen dos conductos: uno para el paso de las tuberías de agua y de gas, y otro para la evacuación de las aguas pluviales, que parten de la parte media del puente, con pendiente variable hasta alcanzar la alcantarilla de salida al río.

De granito del Elba son también las maestras de las andenes.

De caliza del Boticino el revestimiento exterior de los tímpanos, la cornisa de coronación, el parapeto entero y los pedestales de los monumentos, así como también los muros en vuelta que enlazan los estribos del puente con las murallas de la orilla del río. Los grupos estatuarios y los trofeos son de mármol blanco de Carrara.

El trazado de las avenidas se ha hecho saliendo de ambos lados, con pendiente de 2,20 por 100, en un trozo de 50 metros, y en los 15 metros centrales en horizontal. De este modo resulta fácil el acceso del Corso Vittorio Emanuele al Largo Tiber, y de aquí al puente, estando la vía toda al mismo nivel; pero por la parte opuesta, en que el Largo Tiber está 4 metros más alto que las vías circunstantes, la solución es más difícil y tomando por base la cota del Borgo Nuovo, delante de Santa Maria in Traspontina, donde habrá de desembocar la nueva vía proyectada en prolongación del puente, resulta una pendiente del 4 por 100.

Finalmente, el presupuesto del puente proyectado, deducido de las cubriciones hechas con todo detalle y aplicando los precios de las obras municipales y de las de los puentes más recientemente hechos en Roma, se resume en la forma siguiente:

|                                                                      | Liras.       |
|----------------------------------------------------------------------|--------------|
| Cimentación.....                                                     | 843.999,54   |
| Cuerpo de la obra.....                                               | 1.614.521,49 |
| Expropiación de los edificios existentes á la derecha del Tiber..... | 380.000      |
| Muros en vuelta y banquetas bajo el puente.....                      | 50.662       |
| Imprevistos, dirección y vigilancia.....                             | 110.816,97   |
| Presupuesto total.....                                               | 3.000.000    |

## VENTILACIÓN DE LOS FERROCARRILES TUBULARES

Los caminos de hierro de este tipo consisten esencialmente en los subterráneos cilíndricos y paralelos que no tienen otra comunicación entre ambos que las bifurcaciones y las estaciones. Cada uno de ellos es recorrido por trenes que circulan en sentido contrario y que desempeñan por la proximidad de su contorno á la sección del subterráneo el papel de émbolos neumáticos que empujan y aspiran de una estación á otra columnas horizontales de aire, cuya velocidad, según ensayos practicados por Mr. Rosenburch, alcanza á más de 425 metros por minuto y cuya dirección varía con el movimiento y posición de los trenes; resultando de observaciones realizadas á partir del extremo del subterráneo de la estación, que el aire corría primero en sentido opuesto á la marcha del tren, disminuyendo progresivamente su velocidad para anularse cuando la cola del convoy entraba en el túnel, cambiando á continuación de sentido para tomar la propia dirección del tren.

Aun cuando esta ventilación natural mantiene la atmósfera de los túneles con pureza bastante para la generalidad de los viajeros, por lo menos en límites que no lleguen á perjudicar su salud, conviene introducir aire fresco en volumen bastante para destruir toda molestia, y entre los diversos sistemas aplicables, el más sencillo es el empleado por Mr. Fox en el túnel bajo el Mersey. Consiste éste en abrir pozos próximamente á la mitad del camino, entre cada dos estaciones, y utilizarlos, bien para dar salida al aire impurificado del subterráneo, bien para dar entrada al aire exterior, valiéndose de los pozos de las estaciones inmediatas, como de chimeneas de impulsión correspondientes. En la mayoría de los casos, ha sido forzoso, sin embargo, renunciar á este sistema de ventilación mecánica por el elevado coste de los gastos de construcción, de expropiación en la superficie del terreno á la salida á la vía pública de las chimeneas y de derechos municipales.

No menos antieconómica ha resultado la solución adoptada en el «Central London Railway», instalando un gran ventilador de mina del tipo Guibal, á la cabeza del túnel, para aspirar el aire de toda la línea, sistema que exigía que el túnel estuviese aislado del aire exterior en todas las estaciones intermedias y que la aspiración fuera bastante enérgica para arrastrar el aire cerca de 10 kilómetros en suficiente cantidad, ó, lo que es igual, que la velocidad del aire fuese muy grande. Por estas razones, el ventilador no podía funcionar á las horas de servicio, y si solamente un reducido periodo de tiempo por las noches, durante el cual se proveía al túnel de aire fresco que, naturalmente iba corrompiéndose al avanzar el día, dejando mucho que desear en las últimas horas de explotación. Además no hay que olvidar el exagerado gasto que ocasionaba el consumo de potencia necesario para mover tan grande masa de aire á gran distancia y con velocidad considerable.

La experiencia adquirida sobre el particular, ha permitido al Ingeniero Mr. Chapman adoptar para el Baker-street and Waterloo Railway una solución mixta, fundada en el principio siguiente:

Si en cada una de las estaciones de un ferrocarril tubular se inyecta aire exterior ó se aspira aire del subterráneo, con ayuda de un conducto cerrado que desemboque en un punto situado en el muelle del túnel, ó á distancia apreciable de la comunicación material de este muelle con las galerías y pozos que llegan á la superficie, es evidente que esta distancia se llenará en parte de aire fresco y que el efecto se extenderá á alguna parte de la longitud del túnel, situada más allá de la boca del conducto, estableciéndose un circuito completo y permanente de aire, y cuando los trenes circulen por las estaciones así dispuestas, columnas horizontales de aire puro, procedentes de las estaciones, se introducirán en los túneles y serán empujadas, cada vez más adentro, por las sucesivas columnas empujadas hacia adelante por los trenes que siguen al que les sirvió de émbolo.

Admitido en principio el sistema, había que elegir entre el sistema de introducción del aire exterior ó el de expulsión del interior, y se propuso al Board of Trade el segundo, principalmente porque con él el movimiento del aire puro se produce por arriba en los pasos, facilitando el impulso dado por los trenes á la columna horizontal de aire fresco y aun sumándose con él en virtud del principio del inyector, lo que á la vez evita que el tren rechaze el aire nuevo por los pozos y cajas de las escaleras. Además, con el sistema escogido, el aire aspirado de los túneles por el ventilador es impulsado por el conducto cerrado al techo de la estación, mientras que el aire exterior, procedente de la calle, desciende por los pozos y las cajas de las escaleras. Por último, se tuvo muy en cuenta que el sistema propuesto tendría por resultado arrastrar con el aire todo el humo que pudiera producirse por causas imprevistas y que las salidas de los viajeros serían refrescadas por el aire exterior que descendería por los pozos en sustitución del aire evacuado.

Para asegurar una renovación suficiente del aire subterráneo, cada ventilador se ha proyectado con capacidad de evacuar cerca de 30 metros cúbicos de aire por hora, asegurándose con este rendimiento la sustitución en treinta minutos de todo el aire contenido en la sección comprendida entre dos estaciones de cada túnel. Como, además, el recorrido que ha de verificar el aire aspirado es relativamente corto y la sección del conducto varía entre uno y 1,50 metros cuadrados, no es preciso que ni la presión, ni la velocidad sean muy grandes y el rendimiento es bastante elevado. Como las secciones reunidas de los caminos de paso son mucho más amplias que las de los conductos de aire, la velocidad de éste no alcanza proporciones susceptibles de ocasionar molestia á los viajeros, siendo en realidad casi insensible.

Como problema accesorio y no de poca importancia se planteó el del ruido que pudiera llevar consigo el funcionamiento del ventilador, hasta el punto de temerse que todo ruido sordo ó vibración que llevase consigo el movimiento de aquella máqui-

na constituiría la condenación del sistema por la circunstancia de haber de montarse los ventiladores en los edificios de las estaciones que á su vez se encontraban cercanos á otras construcciones dedicadas á habitación particular ó usos comerciales, de lo cual podrían resultar molestias y perjuicios traducidos pronto en reclamaciones judiciales y considerables indemnizaciones. El escrupuloso estudio y excepcional precaución con que se proyectó la instalación bajo este aspecto, ha sido coronado por el más completo éxito, pues realmente puede asegurarse que los ventiladores funcionan casi en absoluto silencio.

Las reglas principales que para llegar á este resultado se tuvieron en cuenta son las que siguen: El ventilador recibió dimensiones superiores á las que se emplean de ordinario para el volumen de aire á inyectar y para la altura de agua necesaria, obteniéndose así una velocidad relativamente pequeña y gran solidez en la rueda y piezas en movimiento. Al propio tiempo, el ventilador fué provisto de una envolvente espaciosa para dejar amplio huelgo entre los dos. Por último, el motor fué montado en una placa de asiento independiente y sobre cimientos de hormigón y la rueda se suspendió en voladizo de aquella placa. El resultado práctico de estas bien pensadas disposiciones, es que no resulte absolutamente ninguna pieza del movimiento ligada en forma alguna con la envolvente ni con los conductos de aire, y por consecuencia que no exista tendencia á producir vibraciones ni ondas sonoras.

Á la experiencia corresponde dictar su fallo definitivo sobre este sistema, indudamente racional y bien madurado, pero cuyo éxito no puede proclamarse hasta tanto que los trenes hayan circulado durante un período bastante largo transportando suficiente número de viajeros, para que se pueda comprobar el grado de corrupción á que llega el ambiente dentro de los tubos si por acaso no resultase su ventilación asegurada de un modo eficaz y absoluto.

## LA POLÍTICA ECONÓMICA MUNDIAL

Y NUESTRA REFORMA ARANCELARIA

POR

D PABLO DE ALZOLA Y MINONDO

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

(CONTINUACIÓN)

Se señaló también el derecho de 5 dineros á la harina, almidón, casabe en polvo y tapioca, féculas de patatas, sagú, malta, cebada perlada, arroz entero y mondado; y se estableció un derecho adicional á la importación de agua y de líquidos alcohólicos en botellas.

Con esta medida se quebrantó por completo la tradición libre-cambista, pero mejorado el estado del Tesoro desde el término de la guerra, se suprimieron en 1903 los derechos sobre los cereales.

Se ha dicho que para conjurar la crisis agrícola se aliviaron las contribuciones de la propiedad territorial y, con el mismo objeto, se dictó en 1894, por motivos de higiene, la ley de Policía sanitaria *Diseases of animals act*, que continúa vigente, utilizándola para restringir considerablemente, siempre que les convenga, la entrada de animales vivos. La epizootia, la glosopeda, la trichina y otras enfermedades, muchas veces hipotéticas, sirven para proteger la ganadería indígena; está prohibida la importación de caballos franceses; á las aves vivas se las somete á cuarentena y niegan á menudo la entrada de la yerba, del heno, la