

LA VENTILACION

DE LOS TÚNELES POR EL SISTEMA SACCARDO

(Del *Bulletin de la Commission internationale du Congrès des Chemins de Fer* de Enero de 1899).

Traduccion hecha para la Oficina del Ferrocarril Trasandino por Juncal.

(*Conclusion*)

VII

ACCION DEL APARATO SACCARDO

En posesion de todos los datos precedentemente recojidos, se puede abordar el problema de la ventilacion artificial de los túneles. Se conoce el grado de impureza del aire x que se desea obtener; se calcula aisladamente, por medio de las fórmulas, la accion producida por el tren en el aire del túnel i se deduce la presion que debe ejercerse en la boca del túnel, por medio del aparato Saccardo, para crear una corriente artificial de velocidad suficiente para barrer en la medida que se desee los productos de la combustion.

Es preciso tomar nota, sí, de ciertos límites prácticos. Por ejemplo, no conviene que la velocidad suba de 3 metros por segundo en los túneles en donde reside permanentemente el personal de la vía, porque experimentaria una impresion de frio intensa a la cual no resistiria. Si el cálculo indicara velocidades mas elevadas habria necesidad de recurrir a la ventilacion por pozos intermediarios, i si esto no fuera posible se organizaria el servicio de otro modo.

En el túnel del Apenino una corriente de tres metros por segundo bastaba para barrer todos los productos de la combustion, aun durante el período en que los trasportes eran mas intensos. Cuando el túnel estaba libre de trenes i en ausencia de toda corriente natural se la podia obtener, por medio de una presion de 6,2 milímetros en la boca del túnel i 12,7 milímetros en la cámara anular, correspondiendo a 31 vueltas del ventilador i a una fuerza de 26 caballos-vapor.

Para invertir una corriente natural descendente de 3 metros por segundo (que representa las condiciones meteorológicas mas desfavorables), i trasformarla en una corriente ascendente de 3 metros, se necesita una presion de 12,4 milímetros en la boca del túnel, de 24,2 milímetros en la cámara anular, 70 vueltas del ventilador i una fuerza de 60,9 caballos-vapor.

En fin, para anular la corriente de los trenes ascendentes se necesitará, en ausencia de una corriente natural, una presión de 25 milímetros en la boca del túnel, de 36 milímetros en la cámara anular, que se obtiene con 86 vueltas del ventilador, i una fuerza de 103 caballos-vapor. En el caso mas desfavorable de una corriente natural ascendente de 3 metros, cuya acción se añade a la del tren, se necesitaría para anularla una presión de 31,2 milímetros en la boca, de 47,8 milímetros en la cámara de aire, 99 vueltas del ventilador i una fuerza de 147, 8 caballos-vapor.

La comisión ha podido, pues, llegar a la conclusión de que con una máquina capaz de desarrollar 150 caballos-vapor se aseguraría una excelente ventilación jeneral del túnel del Apenino i buenas condiciones de respirabilidad en la plataforma de las locomotoras, i que se le podría hacer frente al tráfico mas intenso i a las condiciones meteorológicas mas desfavorables.

Esta fuerza no puede mas que anular la corriente ascendente a la pasada de los trenes, lo que podría parecer insuficiente. Pero las numerosas experiencias ejecutadas en el túnel del Apenino i las declaraciones del personal de servicio, controladas por los ingenieros i los miembros de la comisión que viajaban en las mismas condiciones, permitieron establecer que cada vez que el aparato Saccardo lograba anular la corriente ascendente, se obtenía los resultados siguientes:

- 1.º Buenas condiciones de respirabilidad en todo el tren;
- 2.º Desaparición de los torbellinos de humo que envolvían la locomotora de atrás i las garitas de los palanqueros;
- 3.º Disminución de la humedad de la atmósfera que envuelve el tren i de la del túnel;
- 4.º Supresión del patinaje de las locomotoras.

La fuerza de 150 caballos-vapor exigida por el aparato Saccardo para la ventilación del túnel del Apenino es ciertamente considerable i costosa, pero se debe hacer notar que no es preciso desarrollarla sino por cortos instantes, a la pasada de los trenes, i que inmediatamente despues el trabajo mecánico se puede reducir a 26 caballos si las condiciones meteorológicas son buenas, a 60 si ellas son desfavorables. Por otra parte, en 18 minutos el túnel está completamente limpio de los productos de la combustión i el aparato Saccardo puede en seguida detenerse. Bien considerado se constata, pues, que la fuerza realmente necesaria en un período de 24 horas es mucho ménos importante que la que se puede suponer.

Los resultados obtenidos en el túnel del Apenino fueron, pues, halagüenos bajo todos aspectos, i la comisión ha podido así concluir que el sistema Saccardo constituye una solución afortunada, práctica i económica del problema de la ventilación jeneral de los túneles i que convendría hacer estensiva su aplicación a través de todo el Apenino entre Bologna i Pistoia. Se estudia, en efecto, la cuestión, pero nos alargariamos mucho ocupándonos de ello aquí. Nos contentaremos con señalar una proposición orijinal para obtener, sin instalaciones costosas, una atmósfera respirable en los túneles cortos.

El grado de impureza del aire, a la pasada de los trenes, puede ser mui elevado, aun en los cortos túneles, porque no depende de la longitud de éstos sino de su sección i de la diferencia que existe entre la velocidad de la corriente i la velocidad del tren, diferen-

cia que debe ser menor en los túneles cortos, en donde se oponen ménos resistencias al movimiento del aire. Su travesía puede, pues, ser mui penosa para el personal, i, si no resulta nociva, es solamente gracias a la poca estension del trayecto. El trayecto que se considera es, en efecto, mas corto aun que el túnel, porque es necesario un cierto tiempo para que la impulsión del tren se comunique al aire que lo rodea i lo arrastra en seguida.

Partiendo del principio, demostrado teóricamente i confirmado prácticamente, que en aire inmóvil el personal del tren no sufre i que en un túnel sin salida esta condicion se realizaria forzosamente, el señor Saccardo se propone adoptar en la boca mas baja del túnel una puerta que se cerraria luego que el tren hubiese pasado. Esta puerta anularia la corriente durante el trayecto, impidiendo la aspiracion del aire exterior. Se la deberia abrir cuando el tren hubiese salido, para permitir el renovamiento del aire, gracias a la corriente natural, que la mas pequeña diferencia de presion en las dos bocas bastaria para provocar; en su defecto, los productos mismos de la combustion, por su temperatura, activarian por algunos minutos una corriente suficiente; en fin, los trenes descendentes arrastrarian a su pasada el aire del túnel i lo renovarían rápidamente.

Como se ve, la puerta queda normalmente abierta i no constituye, así, ni una traba, ni un perjuicio para la circulacion de los trenes.

Naturalmente, esto no es aceptable para los túneles de cierta lonjitud, porque su atmósfera no tendria tiempo de renovarse entre la pasada de dos trenes sucesivos.

VIII

CONCLUSION

Esperamos haber convencido a los lectores de la grande importancia del invento del señor Saccardo. El sistema que él ha imaginado, orijinal en su concepto, cuidadosamente estudiado en sus particularidades de ejecucion, tiene la gran ventaja de poderse adaptar a los túneles en explotacion sin exigir fuertes gastos de instalacion i sin entorpecer la circulacion; nada de pozos intermediarios que abrir, nada de conductos de repulsion o de aspiracion que construir, nada de puertas que adaptar a las bocas del túnel. Un simple chorro de aire que se lanza de una cámara anular a lo largo de las paredes del túnel basta para detener la corriente que sigue al tren en marcha impidiendo así que los torbellinos de humo envuelvan al personal de servicio, i una vez el tren fuera, barre en algunos minutos los productos de la combustion.

Un inyector gigantesco, he aquí el aparato Saccardo, i cuando esta idea ha pasado del dominio de la teoría al de la práctica, aparece tan simple que se pregunta cómo es posible que ántes no se haya dado en ella!

I sin embargo, no es el remedio universal i, a pesar de sus ventajas, el aparato Saccardo no podrá aplicarse en todas partes i siempre. Puede haber túneles de tal lonjitud en condiciones de tráfico tales que no permitan su empleo, porque se llegaria a resultados practicamente inaceptables, como, por ejemplo, a velocidades de corriente mui elevadas. Pero no se podrá estar seguro sino despues de haber sentado i resuelto el problema. El estudio de la aplicacion del sistema Saccardo se impone, pues, a todos los ingenieros

que se encuentran en presencia de las dificultades de explotacion de un túnel largo, porque no les seria permitido descuidar la probabilidad que tienen de vencer los obstáculos contra los cuales deben luchar, por medio del sistema Saccardo, que constituye «una solucion feliz, práctica i económica del problema de la ventilacion jeneral de los túneles». Éstas son las palabras de la comision que ha examinado i experimentado el aparato Saccardo en el túnel del Apenino, conclusion a la cual nos asociamos sin reserva.

El estudio de la cuestion se encuentra, ademas, mui facilitado, en la actualidad, por el interesante trabajo de la comision arriba nombrada, la que por las numerosas esperiencias que ha hecho i cuyos resultados figuran en su informe i en sus voluminosos anexos, ha determinado todos los elementos del problema i el valor de los coeficientes que se debe usar.

Pero, debemos ya dar término a nuestras consideraciones; i no lo haremos ántes de ofrecer su bien merecido elogio a todos los miembros de la comision, a quienes la ciencia de los ferrocarriles debe agradecer el paso decisivo que se ha dado en la cuestion de ventilacion de túneles.

No podemos ocultar nuestra estrañeza por el inexplicable olvido en que se ha dejado el aparato Saccardo. No solamente no ha podido recibir las aplicaciones propuestas sobre los otros túneles que atraviesan los Apeninos, sino que se ha puesto fuera de servicio el aparato mismo que habia servido en las esperiencias de Pracchia. Concluiremos formulando el voto que el aparato Saccardo merece, de recibir una aplicacion mas duradera.

Post Scriptum.—En el momento que estaba en prensa este artículo, nos ha llegado la noticia de que nuestro voto se cumple. Se ha decidido la aplicacion del aparato Saccardo en el mas largo de los túneles en explotacion, el San Gotardo. Los trabajos relativos a esta aplicacion están ya mui avanzados i esperamos, de un momento a otro, recibir el anuncio de que se ha puesto en actividad.

Se habla tambien de instalarlo en el túnel de los Giovi, en la antigua línea de comunicacion del puerto de Jénova con el valle del Po. Este túnel es relativamente corto (3 300 metros), pero es el que entre los de toda Europa presenta el mayor declive ($35^{\circ}/_{100}$) en una línea de ferrocarril de tráfico internacional.

Si estas dos esperiencias resultan felices, serán mui concluyentes i se completarán la una con la otra. La primera es hecha evidentemente para el bienestar del personal de la via que debe permanecer varias horas seguidas en un túnel, en donde el aire no se puede renovar entre la pasada de dos trenes sucesivos a causa de su lonjitud. La segunda debe tener mas especialmente en vista el personal de los trenes, porque la travesía por el túnel debe ser mas penosa a causa de la lentitud de la marcha, el esfuerzo considerable que deben desarrollar las máquinas i la produccion abundante de vapor i de humo que ocasiona.

NOTA DEL TRADUCTOR: Por nuestra parte, hemos tratado de averiguar los resultados obtenidos en el *San Gotardo* i encontramos en el *Genio Civile* de 1899 una relacion que manifiesta el éxito completo obtenido por el aparato Saccardo en ese túnel.

Como un resultado bien concluyente, cita la revista aludida el hecho de que este aparato ha sido capaz de desalojar completamente del túnel el humo que habia quedado despues de la pasada de un tren.

Ademas, como prueba de la eficacia del aparato cita el caso de que una corriente de aire de sentido contrario al del chorro del aparato, fué rechazada en sentido opuesto con una velocidad de 2 m 80 por segundo.

La instalacion, incluso derechos de invencion, costó 180 000 francos.

