

hasta que le faltaron absolutamente las fuerzas. La muerte ha sido el primer verdadero descanso que tuvo en su larga carrera de Ingeniero, antes de que ésta alcanzara sus naturales límites, tal vez por el exceso de celo y de trabajo. Sirva de consuelo á la familia de Paquíneto la idea de la honrosa memoria que de él conservamos los que fuimos sus constantes amigos y compañeros.

GABRIEL RODRÍGUEZ.

MEMORIA

SOBRE LAS MEJORAS QUE, CON ARREGLO Á LOS ADELANTOS MODERNOS, Y BAJO EL PUNTO DE VISTA DE LA SEGURIDAD DE LA EXPLOTACIÓN, PUEDEN INTRODUCIRSE EN EL MATERIAL FIJO Y MÓVIL Y EN LOS SISTEMAS DE FRENOS Y SEÑALES DE LOS FERROCARRILES ESPAÑOLES.

(Continuación.)

Considerando la seguridad bajo el punto de vista de los atentados, hay que convenir que los dos tipos están próximamente á la misma altura, porque si bien parece que la comunicación interior del tipo americano da una seguridad de que carece el europeo, si se reflexiona que muchos de los coches contruidos con arreglo á aquel tipo se dividen también en compartimentos, se comprende que los viajeros diseminados y dormidos pueden ser asaltados fácilmente, y el criminal encontrará para huir por las escaleras laterales más facilidad que la que le proporcionaría el material europeo, que no tiene comunicación interior ni escaleras.

En cuanto á la seguridad, considerada de una manera más general, es decir, bajo el punto de vista de las consecuencias de ciertos accidentes, es preciso reconocer que la comunicación interior y de uno á otro carruaje del sistema americano ofrece garantías de que carece el tipo europeo. El fuego producido en un compartimento, la rotura de un eje, de una rueda ó de un resorte, el descarrilamiento de un coche, etc., etc., coloca á los viajeros en una situación muy crítica si no tienen medio de abandonar el vehículo que ocupan, porque sus gritos y sus esfuerzos para llamar la atención del personal del tren pueden quedar largo tiempo sin efecto alguno. Estos accidentes, aunque raros, bastan para demostrar las ventajas que el sistema de coches corridos tiene sobre el de compartimentos separados en cuanto á la seguridad se refiere, y en este concepto todos aquellos trenes destinados á marchar á gran velocidad ó á recorrer grandes distancias sin hacer estaciones, convendría formarlos con coches corridos con preferencia á los del

tipo ordinario, como han hecho las Compañías de Tarragona á Barcelona y Francia y Almansa á Valencia y Tarragona.

No quiere esto decir que sea preciso renunciar al material ordinario; por el contrario, en muchos casos, y particularmente en nuestras líneas y con nuestras costumbres, responde mejor á las conveniencias de los viajeros y á las exigencias del servicio para cortas distancias, la distribución de la caja del coche europeo que la del americano ó los tipos que de la misma se derivan. Lo que sí debe procurarse, lo mismo en uno que en otro material, es que los viajeros, en caso de accidente, puedan llamar fácilmente la atención de los agentes de los trenes; pero esta es una cuestión de señales de la que nos ocuparemos en lugar oportuno.

Para terminar con las cajas de los coches, citaremos tres mejoras que deberían introducirse en las mismas; son tres detalles de importancia, aunque á primera vista no parezca así. Es el uno el cierre de las portezuelas y los otros dos la disposición de las *estriberas* y *paramanos*.

Tiempo há que las portezuelas de los coches tienen ordinariamente un doble cierre, un cerrojo giratorio de empuñadura en la parte superior y una aldabilla en la inferior. El doble cierre es realmente excelente precaución, porque los agentes de los trenes y estaciones cierran las aldabillas si no lo están y previenen así los accidentes que sin ellas ocurrirían por falta de precaución en los viajeros, y las roturas de las portezuelas que, abiertas estando el tren en marcha, chocasen con algún obstáculo. Pero si acertada fué la idea de las aldabillas, no lo fué así su colocación. Es ésta tan baja en la inmensa mayoría de los coches de nuestras líneas, que los viajeros no las alcanzan sin dificultad, y tienen para abrirlas que avanzar el cuerpo por la ventanilla ó servirse de un bastón ú otro objeto cualquiera. Se quiso seguramente al colocarlas así prevenir los efectos de la impaciencia que para bajar de los coches sienten algunos viajeros, sin esperar la parada completa del tren; pero la experiencia ha demostrado que no se conseguía tampoco el objeto deseado. Por otra parte, es preciso no hacer las cosas á medias, y puesto que la libertad de los viajeros ha prevalecido, y con razón, al sistema primitivo de cerrar con llave los departamentos, que se consideraban al principio de la explotación de los ferrocarriles como una garantía contra los atentados, no se debe volver á un sistema medio que dificulte la pronta salida de los coches cuando ésta sea necesaria. Debería, pues, prescribirse que las aldabillas no se colocasen bajas, casi fuera del alcance de la mano del viajero, y sería acertado adoptar el sistema de los coches alemanes, en los que uno de los cierres es de *trinquete* y el otro un cerrojo giratorio, así que para cerrar la portezuela no hay más que empujarla y girar éste el último.

Las otras dos mejoras que deberían recomendarse á nuestras Compañías son: la colocación de estriberas de todo el ancho compatible con el gábi-

bo de las líneas y bastante largas para que entre las de dos coches contiguos quede el menor espacio posible, y la colocación de pasamanos continuos. De esta manera los viajeros en caso de incendio ó de rotura de un eje ó por otra causa, no solo podrían pasar de un coche á otro, sino avisar con menos peligro que ahora al conductor ó maquinista del tren. Pero para los revisores y agentes de los trenes es para los que esta circulación lateral tiene la mayor importancia. La instalación de las señales que pongan en comunicación á los viajeros con los agentes de los trenes obligará á éstos en caso de alarma á dirigirse al sitio de donde hayan sido llamados; y como con el material ordinario del tipo europeo tienen forzosamente que ir por las estriberas, de aquí la conveniencia de que éstas sean anchas y largas y los pasamanos continuos.

Las Compañías, que saben que la circulación lateral permite la revisión en marcha, principal garantía para evitar las defraudaciones, son las más directamente interesadas en estas mejoras.

Las tentativas culpables ó criminales pueden también frustrarse en algunos casos y evitarse en otros por el temor de que aparezca un conductor, ó porque realmente se presente á inspeccionar el compartimento en que el atentado tenga lugar.

A pesar de todas las ventajas señaladas, la Administración no puede prescribir el uso de *estriberas anchas y continuas* y el de *pasamanos continuos*, porque desgraciadamente se opone á ello en muchas líneas la insuficiencia de ancho de los túneles y obras de fábrica superiores á la vía; pero ya que no prescribirlo, puede, sí, recomendarlo á las Compañías que estén en el caso de poderlos adoptar, derogando desde luego las disposiciones vigentes que no permitan circular por las estriberas de los trenes en marcha; disposiciones que generalmente no se cumplen por la mayoría de los empleados de las Compañías.

Por acertada que parezca una disposición siempre se la encuentra algún inconveniente: la comunicación por las estriberas también le tiene, porque permite á los guardafrenos abandonar su puesto entre dos estaciones para introducirse en otros departamentos ó reunirse con otros empleados, y si en estos momentos se produjese rotura de enganches, se escaparían los coches colocados á la cola del tren. Pero este inconveniente no es en nuestra opinión bastante importante para destruir las ventajas de la comunicación lateral por las estriberas.

Bastidor.—Los bastidores de la gran mayoría de los coches que circulan por nuestras vías férreas son de madera, pero las Compañías van adoptando ya los metálicos en el nuevo material que adquieren.

Las condiciones de resistencia que deben tener los bastidores para contrarrestar las acciones que los vehículos de un mismo tren ejercen unos

contra otros en los cambios bruscos de velocidad, la mayor estabilidad debida al mayor peso de hierro con respecto á la madera y la menor probabilidad de incendios, son razones todas muy poderosas en favor de los bastidores metálicos: por eso la Administración debería prescribir á las Compañías su empleo en todo el material de viajeros que contraten de nuevo y en el que vayan reparando.

En Francia la Administración invitó á las Compañías hace ya bastante tiempo á que adoptaran los bastidores de hierro, en vista de que varios incendios habían sido favorecidos por los de madera. Sucede en efecto que si algún fragmento de combustible caído del hogar y lanzado por los radios de las ruedas, se deposita en los ángulos entrantes del bastidor, puede incendiarlo, y activado el fuego por la marcha del tren, fácilmente se comunica al suelo de la caja. Esto es sobre todo de temer si al limpiar los coches ha quedado en algún ángulo del bastidor hilaza de algodón, como en ocasiones ha sucedido, y es inútil que tratemos de describir la situación de los viajeros sorprendidos por el fuego en un tren en marcha, y particularmente en los expresos que hacen largos trayectos sin detenerse y en los que la mayor velocidad contribuye á aumentar el conflicto.

Para evitar en lo posible el fuego sin tener que acudir á los bastidores de hierro, varias Compañías francesas han adoptado el sistema de proteger cada pieza de madera del bastidor por una hoja de palastro muy delgada; otras han preferido aislar completamente el bastidor del suelo de la caja por el intermedio de una hoja continua de palastro.

La propagación del incendio del bastidor á la caja es de este modo imposible y el bastidor queda también protegido, puesto que el fuego no puede prender bien sino á favor del tiro intenso producido por la perforación del suelo de la caja.

Pero la solución más directa y más radical es evidentemente la supresión completa de la madera en el bastidor, y como además el empleo del hierro presenta otras muchísimas ventajas sin un solo inconveniente, no es dudoso que los bastidores de hierro sean los únicos que en lo sucesivo se empleen en el material para viajeros, con tanto más motivo, cuanto que el bastidor llena también una función importante por su peso como elemento de estabilidad.

En el material de mercancías, por el contrario, se puede y se debe tender á una ligereza relativa, y toda reducción de peso muerto que no se obtenga á costa de la solidez, duración y conservación constituye un progreso.

No es, pues, un inconveniente el empleo de la madera en los bastidores de los vagones, por más que hoy día haya también tendencia marcada á construirlos de hierro.

Cajas de grasa.—Los tipos de caja de grasa son innumerables, y este he-

cho prueba que ninguno satisface por completo todas las condiciones necesarias de su misión. El problema que tienen que resolver es en efecto algo complicado. Los coches hacen muchas veces largos trayectos, y los bujes de sus ejes no son, como los muñones de las máquinas, accesibles á cada instante á ser reconocidos. Por otra parte, si es difícil impedir que la materia lubricante se escape de la caja por la abertura que da entrada al eje, no lo es menos impedir la introducción por la misma abertura del polvo que levanta el tren en marcha, sobre todo si el balasto es arena fina y el tiempo seco.

En las cajas perfeccionadas, un sistema de obturación envuelve al eje á su entrada en la caja y propende á aislar su interior preservándola del polvo, y á evitar el escape de la materia lubricante proyectada por el buje en su movimiento de rotación. Pero falta mucho para conseguir este aislamiento completo, y de aquí nacen todas las dificultades y la multiplicidad de los sistemas de cajas de grasa en circulación sin conseguir los inventores el objeto que persiguen.

Si no se ha encontrado todavía el mejor sistema de cajas de grasa, se está en cambio de acuerdo en que el engrase con aceite es más ventajoso y seguro que el que se efectúa con grasa dura, engrase este último muy extendido en España á causa del material antiguo que poseen las Compañías; pero que está desechado en el que hace algunos años vienen adquiriendo.

Probado está ya que la grasa dura no se liquida muchas veces sino después de un principio de calentamiento del buje, mientras que el aceite lo previene de antemano. La estadística demuestra también que desde que se usa el aceite, son muchos menos los ejes que se rompen junto al cubo de las ruedas, y es, por lo mismo, evidente que el engrase con aceite aleja los peligros de los trenes en marcha.

La Administración debería, pues, recomendar á las Compañías la pronta generalización del empleo del aceite, adoptando para las cajas disposiciones que permitan efectuar el engrasado del buje por debajo en las circunstancias normales y por encima en caso necesario, construyéndolas sencillas y con obturadores que impidan la entrada del polvo y el escape de aceite, y de manera que puedan ser visitadas pronto y fácilmente.

Ejes.—Las roturas de los ejes de los coches y vagones, especialmente de los últimos, constituyen una parte notable de los accidentes de los ferrocarriles, y son la causa más frecuente de los descarrilamientos, á menudo sin consecuencias lamentables, pero también á veces desastrosas. No es, pues, extraño que las casas constructoras del material, las Compañías y aun el Gobierno de varios países hayan tratado de prevenir en lo posible estas roturas, imponiendo varias prescripciones que en el fondo se reducen

á cuatro, sin contar con las rigurosas pruebas que todos los Ingenieros están conformes en emplear y exigir para todas las partes del material móvil, y especialmente para los ejes.

Son estas prescripciones:

- 1.º Cálculo exacto de las dimensiones de los ejes.
- 2.º Esmero en la elección de la materia de que se fabrican.
- 3.º Limitación de su recorrido, y
- 4.º Limitación de la velocidad de los trenes que transportan viajeros y mercancías.

Si los ejes no tuviesen que resistir más que los esfuerzos que actúan sobre ellos en el estado de reposo, la determinación racional de sus dimensiones sería fácil, y el basar la seguridad en el cálculo sería hasta cierto punto lógico. Pero como los ejes animados de movimiento rápido de rotación y de traslación están también expuestos al esfuerzo de torsión, resultante de la solidaridad con las ruedas, á esfuerzos de flexión debidos á las reacciones horizontales de los carriles sobre los rebordes de las mismas, á sobrecargas, á vibraciones, á choques reiterados provenientes de las imperfecciones de la vía y de la repartición desigual de la carga, y, por último, á defectos de construcción, se comprende la dificultad de hacer depender la seguridad de los ejes del cálculo exacto de sus dimensiones y perfiles, como algunos han pretendido.

No pueden, pues, combatirse las condiciones desfavorables de la conservación de los ejes, sino con la adopción de formas y dimensiones exageradas quizá, pero sancionadas por la práctica, y con el empleo en su fabricación de materias tan perfectas como la industria pueda producirlas, que es lo que constituye el segundo de los medios antes mencionados y del que diremos algunas palabras.

El hierro forjado, el acero fundido y el acero Bessemer, son hoy día las materias en uso para la fabricación de los ejes de los coches y vagones de los ferrocarriles de los diversos países de Europa. En España, en general, no se usan más ejes que los forjados á martillos pues así está prevenido en el art. 34 del Reglamento de policía de ferrocarriles de 8 de Septiembre de 1878, añadiéndose además en dicho artículo que los ejes deberán ser fuertes y compactos, de superficie limpia, sin grietas ni hojas y perfectamente apropiados al servicio que presten.

Nuestra Administración de Obras públicas concede, pues, así como las de otros países, gran importancia á la construcción de los ejes, y conviene, por lo tanto, estudiar, aunque sea ligeramente, si desde el año 1878 en que se publicó dicho Reglamento, los adelantos de la industria metalúrgica han sido tales que permitan variar el contenido del citado artículo.

Durante mucho tiempo no se han usado en el material de transporte y

tracción de los ferrocarriles más que ejes de hierro forjado, si bien todas las Administraciones, inclusa la nuestra, exigían hierro de primera calidad, prefiriéndolos también la mayoría de los Ingenieros al acero, que en un principio no presentaba todas las garantías apotecibles.

Hace ya quince años que tomó gran desarrollo el empleo del acero Bessemer para la fabricación de carriles, pero para los ejes se ha aplicado sólo en una pequeña proporción, á causa de estar sometidos á esfuerzos de naturaleza muy distinta de la de aquellos á que están sujetos los carriles. Por otra parte, las Compañías muy exigentes, antes lo mismo que ahora, respecto á las condiciones de fabricación de los ejes, no dirigían sus pedidos sino á ciertas fábricas que no empleaban más que hierros fabricados con carbón vegetal y minerales de una composición bien conocida; y estas fábricas, teniendo siempre mayores pedidos que los que buenamente podían satisfacer, no se preocupaban de ensayar materiales que en definitiva no sabían si serían aceptados por las Compañías. Mas las necesidades del consumo, siempre creciente, los efectos de la competencia y los progresos de la metalurgia, han ensanchado el círculo de los fabricantes y se han ido conociendo y experimentando productos que antes, por no tener á su favor una prueba suficientemente prolongada, se consideraban como malos, ó cuando menos inferiores á los que se venían usando. Esto es lo que ha pasado durante muchos años con el acero fundido.

Hoy día el acero fundido tiene ya á su favor la experiencia, y los ejes con este metal construido circulan en multitud de países, en competencia con los ejes de hierro y con resultados más brillantes.

Pero hay que advertir que si el acero fundido puede considerarse hoy como la mejor materia para la fabricación de los ejes, es con la precisa condición de que sea ésta tan esmerada que su homogeneidad y resistencia resulten superiores á la del hierro de primera calidad. Al sustituir los carriles de hierro con los de acero, cabe, y así se ha consentido, cierta tolerancia relativa en su fabricación; pero no cabe la misma respecto á los ejes, porque en éstos estriba en su más alto grado la seguridad de los transportes; por esta razón, pues, el acero fundido para los ejes debe obtenerse por los procedimientos más esmerados. La sustitución del hierro por el acero en la fabricación de los ejes trae consigo la igualdad de cualidades, de homogeneidad, etc., etc., igualdad que no se obtiene sino á costa de un precio relativamente mucho mayor en el acero que en el hierro, porque no se permite en este caso, como antes hemos dicho, la tolerancia que se concede en la fabricación de carriles.

Partiendo del hecho de la mayor resistencia de los ejes de acero con respecto á los de hierro, á igualdad de condiciones y dimensiones, se juzgó conveniente en un principio reducir las secciones de los ejes de acero fun-

dido, ó lo que es lo mismo, aumentar la carga normal conservando las dimensiones adoptadas para los ejes de hierro. Fué este un error cometido por los partidarios de dichos ejes al exagerar sus ventajas, error que va desapareciendo, como lo demuestra la tendencia actual á aumentar el diámetro de los ejes.

En efecto; la Asociación de Ingenieros alemanes admitía en 1865, que á dimensiones iguales, los ejes de acero podían soportar una carga superior de 30 por 100 que los ejes de hierro. En 1871, en el Congreso de Hamburgo, la Asociación pidió un ligero aumento en las secciones de los ejes de hierro y admitió únicamente una sobrecarga de 20 por 100 para los ejes de acero fundido. En la Asamblea de Constanza en 1876, mantuvo los mismos límites que en la anterior; y finalmente, en la última celebrada en Gratz el 19 y 20 de Mayo de 1882, fijó ya los diámetros y cargas de los ejes de acero en lugar de los de hierro, por ser los primeros los más empleados en Alemania, indicando que las cargas deben reducirse de 16 por 100 para los ejes de hierro.

La misma Asociación, al recomendar los ejes de acero como los mejores, advierte que no deben tener ningún espaldón en toda la parte en que van caladas las ruedas, y que, en general, los espaldones agudos cerca del cubo de las ruedas deben evitarse cuidadosamente, porque, en efecto, es sabido que el acero fundido, más que toda otra materia, resiste mal á los esfuerzos á que se le somete cuando tiene formas salientes angulosas y onduladas ó cambios bruscos de sección. Es preciso, por lo mismo, darle formas sencillas con transiciones suaves ó copadas que amortigüen los ángulos. Mediante estas precauciones y con gran esmero en la fabricación de los ejes de acero fundido, son indudablemente los mejores y los destinados más ó menos pronto á reemplazar los existentes.

Las Compañías adheridas á la Unión de los ferrocarriles alemanes no emplean en la mayor parte de su material nuevo otros ejes que los de acero fundido; y teniendo en cuenta que esta gran Asociación la forman casi todas las Compañías de Alemania, Austria, Suiza, Holanda y parte de Bélgica, y la conocida competencia que en las cuestiones metalúrgicas tienen los Ingenieros alemanes, es natural que su opinión se imponga y que se considere como decisiva; tanto más, cuanto que las mismas Compañías francesas, que tan reacias se habían mostrado para emplear dichos ejes, van también colocándolos en su material.

Queda dicho antes que uno de los medios usados por las Compañías y aun por los Gobiernos para impedir en lo posible la rotura de ejes, ha sido limitarles su recorrido. Esta limitación proviene de que tiene gran aplicación para los ejes la hipótesis sostenida con tenacidad de la alteración molecular del hierro ó del acero por el uso ó por los efectos del servicio. Se-

gún los partidarios de esta teoría, la alteración es sencillamente cuestión de tiempo; y de ser esto verdad, la limitación del recorrido sería realmente el único medio de prevenir una rotura que ningún otro indicio señalaría a tiempo.

(Se continuará.)

EL MARISTANY Y GIBERT.

NUEVA ESCUELA DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

El Cuerpo de caminos cuenta ya con un edificio de nueva planta destinado a Escuela, donde podrá darse cómodamente la enseñanza a los alumnos. La necesidad de este edificio se venía haciendo sentir hace mucho tiempo, y ya el año 76 se estuvo a punto de dar principio a su construcción reuniendo en un solo local, las Escuelas de Ingenieros de Caminos y Minas. proyecto de que hubo que desistir en atención a la dificultad de reunir en un solo edificio Escuelas de índole tan diversa. Autor de este proyecto fué el Arquitecto Ingeniero Sr. Carderera, que por orden de la superioridad hubo de modificarle en sentido de construir edificio solo para la Escuela de Caminos.

Presentados los planos y presupuestos, dióse la orden de hacer la oportuna subasta, y se comenzaron los trabajos bajo la dirección del autor del proyecto Sr. Carderera. Dificultades de índole económica con que sin duda tropezó el contratista, cálculos equivocados acerca del interés que había de producirle el capital, y el auxilio tal vez de alguna influencia, dieron por resultado la rescisión del contrato, con devolución más tarde de la fianza, practicándose por el Sr. Carderera la liquidación consiguiente, cuyo importe ascendió a 248.066,63, quedando por invertir del presupuesto aprobado 369.835,46 céntimos. Como se comprende, la obra quedó nada más que en principio, las cuatro fachadas no completas a la altura de la planta baja, y traviesas interiores a la altura del piso principal, fueron las obras ejecutadas por el primer contratista.

Permaneció la obra en esta disposición casi dos años, con perjuicio de las fábricas, principalmente las bóvedas que cubrían los sótanos.

Rescindida la contrata, reformó el Sr. Carderera el proyecto por orden de la superioridad, con cuya reforma se mejoró notablemente el edificio, quedando hecha una clasificación de servicios por pisos muy racional, y sobre todo muy necesaria en establecimientos de enseñanza de esta índole.

Sacadas a subasta las obras que quedaban para terminar el edificio en construcción, cuyo importe ascendía a 549.357,51, se obtuvo en el remate una baja de 13,50 por 100, y se dió principio a la ejecución de las obras con