

adquisición y de conservación. El precio de 0,85 á 0,90 francos por tonelada es corriente en América (en Europa 1,50 á 1,70 francos), habiendo conseguido la industria de los Estados Unidos vencer á la de Inglaterra, no sólo en toda América, sino también en algunas colonias inglesas. A este resultado ha contribuido la propiedad que poseen las máquinas americanas de dar un buen servicio en vías medianas; las locomotoras europeas en general, y las inglesas en particular, exigen, por el contrario, vías resistentes y bien conservadas.

En resumen, la locomotora americana es digna de estudio por ser muy sencilla, presentar un corto número de órganos, asimismo poco complicados, y ajustados de la manera más fácil posible.

Por todas estas razones, Moreau examina uno á uno los elementos principales de estas máquinas, estudio que haremos en otro artículo.

VICENTE RUIZ.

CARRILES EN LAS CARRETERAS

(HISTORIA)

En esta publicación, y en el número perteneciente al 8 del mes actual, se inserta en la *Revista extranjera* una sucinta descripción de un nuevo sistema de afirmado que están ensayando en Chicago. Se toma la noticia del *Cosmos*, que atribuye la paternidad del procedimiento á Francia, y aunque con ello poco ha de ganar España ni perder los franceses, en mi humilde opinión la aplicación moderna de los carriles en calles y caminos, sirviendo de tranvía á toda clase de vehículos, es española, aunque el espanolismo consista en una mejora de los antiguos *trams* ingleses.

La idea de los carriles en las carreteras, como en los ferrocarriles y tranvías, es disminuir los rozamientos que se oponen á la rodadura, y como consecuencia abaratar los transportes. Sea de madera, piedra, hierro ó acero el carril, su objeto no es otro que disminuir el esfuerzo de tracción. Sean adoquines, cuñas, tarugos, piedra partida ó balasto los materiales que se coloquen entre carriles, su misión consiste en ayudar á las traviesas y riostras á mantener constante la separación de ellos y dar un punto de apoyo al ganado si la tracción es animal.

Cuenta la historia de los tranvías que el año 1630, habiendo encarecido notablemente en Inglaterra la madera, hubo que buscar otro combustible que, como la hulla, fuese abundante. Pero los caminos que habían de servir para el transporte de aquélla desde Northumberland y otros condados donde existían los yacimientos hasta los puntos de embarque estaban en estado tal, que un caballo no podía arrastrar más de 800 á 900 kilogramos de carbón, por manera que los gastos de transporte eran enormes. Para disminuirlos colocaron en las roderas abiertas en los caminos por el tránsito dos filas de maderos, que á manera de carriles servían para que rodaran sobre ellos las llantas también de madera de vagones cargados de aquel mineral. Más tarde, viendo que si la madera era blanda, tenían poca duración los maderos, y resultaban muy caros si era dura, idearon colocar largueros de ma-

dera blanda como cimientó de otros más resistentes que servían de superficie de rodadura. El polvo y trozos pequeños de carbón servía, colocado entre los carriles, de punto de apoyo al ganado, que podían con este sistema arrastrar dos ó tres toneladas por caballería.

En estos caminos, de los que existen hoy ejemplos en Canadá y en la América del Sur, que sirven para el servicio de minas y explotaciones forestales, el coeficiente de tiro es la mitad próximamente de los adoquinados y casi doble que en los carriles de hierro, aumentando mucho si los carriles se mojan. Por esto sin duda en 1716 se sustituyeron los carriles de madera dura por flejes de hierro forjado, cimentados lo mismo que aquéllos, sobre maderas blandas, haciéndose la unión por clavos sin cabeza.

A partir de aquí el procedimiento se extendió á casi todas las explotaciones de hulla inglesas y en este estado siguieron, durante muchos años, sin recibir modificaciones de importancia. A los caminos que adoptaron los carriles se los llamó *trams* y al conjunto de vía y vagones *tramway*, dándoles por analogía el nombre de *tramways* al conjunto de vía y coches para viajeros, que aparecieron por primera vez en 1809.

Veinte años después el Ingeniero inglés M. Walker ideó los carriles de losas y los ensayó en Commercial Road, al Este de Londres. El sistema no ha prosperado en Inglaterra, pero sí en el Norte de Italia, donde se les conoce con el nombre de *rottaye*. Los resultados obtenidos con estos carriles no han sido satisfactorios; además de los ejemplos de Inglaterra é Italia, se ha comprobado también en París en la avenida de Neuilly y en los arroyos laterales del pasco de Gracia, de Barcelona. El esfuerzo de tracción disminuye en ellos, llegando á ser menos de la mitad que en los adoquinados, es decir, poco más que en los carriles de madera; pero esto no es más que mientras las losas no tienen baches originados por el desigual desgaste de la piedra, que es imposible encontrar de dureza homogénea.

Volviendo á los *trams* con carriles metálicos, diremos que iniciados en Glowcester con resultados excelentes en el transporte de viajeros dieron origen á los ferrocarriles y tranvías, y hoy han vuelto á aparecer muy perfeccionados por los adelantos en la fabricación del acero, desempeñando el mismo papel que en los primitivos *trams* ingleses, con la diferencia de que así como allí sirvieron para el transporte de hulla solamente, al renacer en España sirven para que ruede sobre ellos todo el tráfico que hay entre Valencia y su puerto del Grao.

La aparición de los carriles metálicos en Valencia es reciente. El año 1889 quedaron colocados los primeros 200 metros de estas vías, que á título de ensayo costó el Municipio en el camino vecinal del Grao.

El camino del Grao de Valencia tiene una circulación media diaria de 4.000 vehículos, cargados en su mayoría con productos agrícolas para la exportación y de comercio en general, que importan los buques mercantes que llegan al puerto. Esta frecuentación, unida al clima de la localidad y á los materiales de que económicamente se puede disponer, hacían imposible la conservación del camino, á pesar de gastos enormes para el Ayuntamiento en piedra partida y mano de obra. Los carreteros pedían á todas horas les mejorasen el camino, petición siempre justísima, pero en este caso mucho más por ser éste uno de los pocos caminos donde se cobra

todavía el peaje llamado Portazgo. Durante el invierno sobre todo, en que el terreno está más blando por las lluvias, había momentos en que las continuas paradas, vuelcos y accidentes obligaba á los carreteros á salvar las cunetas y marchar por dos andenes laterales destinados al tránsito de peatones, saltando, como se ve, con gran razón, por encima de toda clase de ordenanzas municipales.

Repetimos que la conservación no podía ser más inteligente, activa ni costosa; lo prueban 10.000 pesetas que anualmente se gastaban por kilómetro en piedra partida, el trabajo constante de un cilindro de vapor para apisonarla y un último esfuerzo de 60.000 pesetas que costó la reconstrucción total del camino, sin obtener con él ningún resultado.

Este hecho y otros tan típicos ó más demuestran evidentemente que los firmes de piedra partida *no sirven* para pavimento cuando la frecuentación es excesiva. Es lo mismo, y perdónesenos la digresión, que si nos empeñáramos en tener un solo tipo de carril para todos los ferrocarriles.

Si por economía en los gastos de instalación hiciéramos la explotación de un ferrocarril de vía ancha con un carril de la resistencia de los Decaubille, los primeros trenes que pasaran destruirían la vía por completo y los trenes sucesivos tendrían que esperar á que les pusiesen nueva vía para indefinidamente volverla á reponer. Es decir, que por no gastar desde la instalación del camino lo necesario para tener un carril de resistencia adecuada, los gastos de reparación continua sumarían al poco tiempo mucho más y la explotación se haría en malísimas condiciones. Esto mismo ocurre en los caminos ordinarios análogos al de Valencia por no gastar en el establecimiento de pavimentos adecuados á su tráfico y de conservación nula ó poco costosa; se gasta en piedra partida y mano de obra cantidades que capitalizadas son mucho mayores, sin que con ello se consiga tener conservado el camino siquiera sea medianamente. En una palabra, lo que hoy se hace es tejer y destejer para volver á empezar.

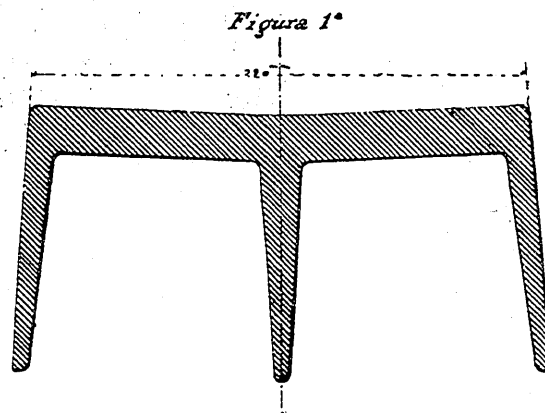
Convencido de esto el Ayuntamiento de Valencia, acordó que estudiara la resolución del problema su director el Ayudante de Obras públicas D. Casimiro Meseguer, quien en 20 de Diciembre de 1887 presentó un proyecto de Vías metálicas notable por todos conceptos, proyecto que tuvo que pasar por vicisitudes que estuvieron á punto de impedir su realización, y que tal vez no esté de más apuntar, por si algún día sirven de experiencia.

Las dificultades que se presentaron al proyecto del Sr. Meseguer fueron de varias clases, unas debidas á inevitables reparos y desconfianzas que suelen oponerse á todo lo que no se ve con los *ojos de la cara* aunque lo recomienden *los de la inteligencia*, y otras causadas por la dificultad de fabricar el carril proyectado.

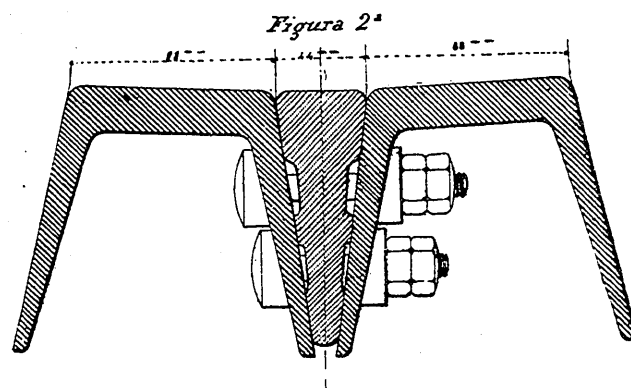
Había la tendencia dentro de la Comisión de Caminos del Excmo. Ayuntamiento de Valencia de adoquinar ó entarugar todo el camino, operación que hubiera costado mucho más dinero que poner los carriles. Por fin, después de estudiar y criticar mucho el asunto, y vista la notable economía que presentaba el proyecto de «Vías metálicas», se optó porque se hiciera un ensayo de él en 200 metros del camino.

Vencida esta primera dificultad apareció la de fabricar el carril que en el primitivo proyecto tenía la sección que

indica la figura 1.^a Las casas españolas y extranjeras á que se propuso su construcción decían que les era imposi-



ble por dos razones principales: primera, por creer muy difícil poder laminar el carril con el nervio central; segunda, por necesitar laminadores especiales muy costosos para la cantidad de vía que se pedía. Ya estaba el proyecto á punto de fracasar y de pasar al olvido, cuando la casa belga Demerbe, que era una de las consultadas, contestó que tal y como se le pedía el carril no podía hacerlo, pero que proponía se adoptara una sección muy parecida (figura 2.^a), aunque formada por tres piezas en lugar



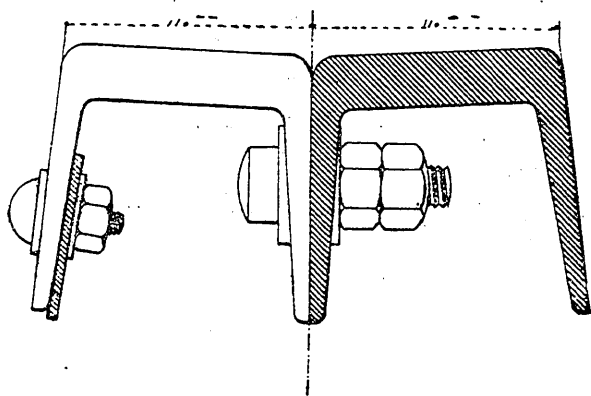
de una sola. Estas piezas eran dos carriles, los que tenía la casa para las curvas de los tranvías, y una cuña central fabricada expresamente para el caso, unidas las tres piezas por dobles pasadores, colocados de 50 en 50 centímetros á lo largo del nervio central del carril. Esta proposición fué aceptada en todas sus partes, y en su consecuencia se firmó el contrato por duplicado en 19 de Febrero de 1889, quedando colocados los carriles en Mayo del mismo año.

Los resultados obtenidos fueron inmejorables y los valencianos comprendieron que era imposible retardar un momento más tan utilísima mejora en todo el camino. Así es que cinco meses más tarde el Ayuntamiento votaba por unanimidad la construcción total del proyecto, con la importante modificación de hacer su sección de dos hierros solamente, como indica la fig. 3.^a

La descripción del sistema puede verse en el número de 20 de Febrero de 1896.

Estos son los datos que hemos podido recoger, en los que, como se ve, no se nombra nada que tenga origen francés. Podemos, por lo tanto, decir que los primeros carriles de acero colocados sobre carretera sirviendo de

Figura 3ª



tranvía á los vehículos públicos han sido los de Valencia, y que la idea fué de un español, del Sr. Meseguer.

Por desgracia para los caminos españoles, el ejemplo admirable del camino del Grao no ha tenido hasta hoy imitaciones. Que las tendrá es indudable, pero en nuestro país temo muy mucho que sea cuando lo imponga la moda extranjera. Y digo esto porque puedo añadir á lo referido por el *Cosmos* sobre el ensayo de Chicago, que en un libro muy reciente, tal vez el último que se ha publicado en Francia sobre carreteras en *Voie Publique*, se citan con elogio los carriles metálicos (por cierto sin indicar la procedencia), y además parece ser que en Bélgica el Congreso se ha ocupado ya del asunto y los Ingenieros del Estado tienen hecho el encargo de formular los presupuestos de los kilómetros de carriles que crean necesarios. Lo cual indica que en el extranjero se ocupan del asunto, á pesar de que por razones que todos sabemos de clima y materiales, tienen mejores carreteras que nosotros.

Por lo demás, no vamos á repetir lo que hemos dicho ya en estas columnas respecto á las condiciones de los carriles del camino del Grao. No necesitan alabanzas. Allí están para que propios y extraños admiren la ingeniosa sencillez con que en recta y en curva, en horizontal y en rampa se ha resuelto un problema, que es el *caballo de batalla* en las Oficinas de Obras públicas de muchas provincias.

Tal vez tengan los carriles de Valencia el defecto de resultar costosos en exceso, aun siendo más económicos que un mal adoquinado; pero el procedimiento es susceptible de reducción en su coste por kilómetro, como podrán juzgar los que tengan paciencia suficiente para seguirme en sucesivos artículos.

ENRIQUE SANCHÍS TARAZONA.

ATENEIO DE MADRID

CONFERENCIAS DEL SR. ECHEGARAY

(Continuación.)

Hemos dicho que el método que seguiríamos en el estudio de las $n! = N$ sustituciones de n letras, consistiría en elegir entre esa gran masa de sustituciones las que tuvieran algunas propiedades especiales dependientes de su misma forma. Siguiendo este método, hemos estudiado primero las sustituciones que son potencias de otra; luego

las transposiciones, y finalmente, los ciclos ó sustituciones circulares. Vamos á estudiar ahora no sustituciones aisladas, como hasta aquí, sino agrupaciones, familias de sustituciones. Estas agrupaciones ó familias reciben el nombre de *grupos*.

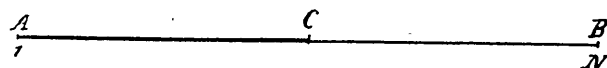
Supongamos que entre las $n!$ sustituciones de n letras hay varias, que representamos por $S_1, S_2, S_3, \dots, S_r$, tales que multiplicando entre sí cualquier número de ellas y afectando á cada factor de exponentes positivos ó negativos, pero enteros, todos los productos sean iguales á algunas de las sustituciones S ; más claro, supongamos que los productos $S_1 S_2, S_1 S_3, S_1^{-1} S_2 S_3, S_1^m S_2^{n-2} S_3^p S_4^q S_5$ y todos los demás que se quiera formar no dan lugar á nuevas sustituciones, es decir, que todos estos productos son iguales á algunas de las sustituciones dadas $S_1, S_2, \dots, S_r$; entonces se dice que éstas forman un *grupo*.

En la definición que acabamos de dar parece que se imponen muchas condiciones, y como podrían ser algunas contradictorias ó imposibles de cumplir, es preciso, antes de pasar adelante, cerciorarse de que no hay incompatibilidad entre ellas. Para esto es suficiente demostrar la existencia de los grupos; con un ejemplo que de ellos presentemos basta.

Recordemos que al hablar del número de sustituciones que pueden formarse con n letras, dijimos que todas ellas, en número de $N = n!$, formaban un conjunto, al que dimos el nombre de *grupo total* ó *grupo simétrico*. Pues bien, estos nombres no son caprichosos; al emplear la palabra *grupo* lo hicimos teniendo presente lo que ella significa. En efecto; todas las sustituciones de n letras forman un conjunto que es un *grupo* tal y como lo hemos definido. Multiplicando cualquier número de esas N sustituciones se obtendrá otra de las mismas, y si afectamos á cada factor de un exponente entero cualquiera el producto de todas esas potencias será también otra de las N sustituciones, puesto que no hay más que éstas. Que este grupo es *total* claro está, puesto que en él entran todas las sustituciones posibles. Que es *simétrico* ya lo veremos más adelante, cuando indiquemos qué se entiende por grupo simétrico.

Más ejemplos se pueden presentar de conjuntos ó familias de sustituciones que forman grupos.

Hemos demostrado que la mitad de las N sustituciones de n letras se descomponen en un número par de transposiciones y la otra mitad en un número impar. Si representamos por una recta AB las N sustituciones, un



segmento de ella representa un cierto número de sustituciones, el cual estará con N en la misma relación que la longitud del segmento lo está con la recta entera. Pues bien, agrupemos todas las sustituciones que se descomponen en un número par de transposiciones y representémoslas por un segmento que tenga un extremo común con otro de la recta AB ; el otro extremo de ese segmento estará en el punto medio C , puesto que representa un número de sustituciones igual á $\frac{N}{2}$.

Es evidente que las sustituciones correspondientes al segmento AC forman un *grupo*. En efecto, multiplicando cualquier número de esas sustituciones, afectadas de ex-