

En resumen, el acero presenta hoy día indiscutibles ventajas de economía y seguridad, y debe por lo tanto emplearse en la mayor parte de las construcciones metálicas.

El único inconveniente que puede ofrecer es su variedad de fabricación, y por esto procede prescribir reglas muy precisas y severas, y ensayos muy esmerados para asegurarse de la perfecta calidad é igualdad del material.

La fijación de estas reglas será objeto del siguiente artículo (1).

JOSÉ EUGENIO RIBERA.

Oviedo, Febrero 1896.

EL CAMINO DEL GRAO DE VALENCIA

Es sabido que las grandes dificultades con que tropiezan los ingenieros para la conservación esmerada de las carreteras en el Centro y Mediodía de España, son el clima de que disfrutan y los materiales de que disponen. El clima, caluroso en exceso, resquebraja y hace polvo hasta los acopios que hay en los paseos y los materiales que teniendo poca dureza y mala calidad, siendo piedra machacada blanda y rebosos arcillosos, las más de las veces, no resisten el continuo gravitar de los carros cargados que transitan por el firme y se trituran y aplastan en vez de trabar convenientemente.

El camino del Grao de Valencia reúne, á estas condiciones, una frecuentación excepcional, pues transitan por él diariamente de 3.500 á 4.000 vehículos cargados en su mayoría; así es que su conservación se hacía imposible á pesar de una dirección activa, inteligente y costosísima. Se gastaban anualmente 35.000 pesetas en piedra partida, que el cilindro de vapor apisonaba sin descanso; se hizo un último esfuerzo levantando todo el firme y reconstruyendo el camino, operación que costó 60.000 pesetas, sin que con todos estos gastos se obtuviese otro resultado que tener llenos de baches y rodadas los cinco y medio kilómetros que tiene el camino.

Las reclamaciones continuas de los carreteros obligaron á la Comisión de caminos del Ayuntamiento de dicha ciudad á cambiar de procedimiento; se

(1) Los compañeros desearios de estudiar esta interesante cuestión pueden leer, además de la segunda edición de *Materiales de construcción*, de D. Manuel Pardo, y de su interesante discurso ya citado, las revistas siguientes que hemos consultado:

Giornale del Genio civile: Sull'adozione del acciaio Martin Siemens, per la costruzione dei travati dei ponti. Anno 1889, pág. 585.

Revue universelle des mines, año 1890, tomo XII, pág. 154.—*Emploi de l'acier dans les ponts*.

Annales de Oppermann, año 1890, Abril y Mayo.—*Emploi de l'acier dans les constructions*.

Annales de construction, Marzo 1888.—Nota de Mr. Prendeau, Ingeniero Jefe de Puentes y Calzadas, sobre el empleo del acero en los puentes franceses.

Annales des ponts et chaussées, 1885, pri rer semestre, pág. 574. *Considéré*.—*Emploi du fer et de l'acier dans les constructions*.

Revue universelle des mines, 1885, segunda serie, pág. 411. *Edouy Matheson*.—*Sur l'emploi de l'acier dans les constructions*.

Annales industrielles, año 1884, pág. 728. *Perisoté*.—*De l'emploi de l'acier dans les constructions navales, civiles et mecaniques*.

pensó en adoquinarlo ó entarugarlo; pero estas soluciones de dudosos resultados no se realizaron afortunadamente, y se optó por ensayar un proyecto del Ayudante de Obras públicas, Sr. Meseguer; proyecto que constituye un adelanto de aplicación inmediata á los trozos de carretera que reúnan las condiciones dichas.

Todo el mundo ha observado el hecho de que los vehículos marchan por las carriladas que encuentran abiertas, porque estando por ellas el terreno más duro que por el resto del camino, el ganado ejerce la tracción con más facilidad, con menos *fatiga*. Es indudable que si estas rodadas no destruyeran por completo el firme, si siempre se conservaran sin baches, el problema de la conservación estaría resuelto á poca costa, pues por ellas irían los vehículos pesados que marchan al paso, y los ligeros, que llevan mayor velocidad, ocuparían el resto del firme.

En esto se debieron fijar los italianos al idear sus carriles de losas; pero no contaron con la falta de homogeneidad en la dureza de la piedra, y por tanto con el desigual desgaste de aquéllos; y de aquí que el perfil longitudinal de los carriles aparezca, al poco tiempo de instalados, lleno de pequeñas ondulaciones, que se agrandan más y más á medida que pasan nuevas ruedas por ellas.

En los carriles instalados en el camino del Grao se ha resuelto el problema por completo. Se ha empleado el acero, material duro, elástico y homogéneo, en el que no pueden haber baches, por ser su desgaste muy igual y pequeño, obteniendo con ellos unas *rodadas ó carriladas artificiales* de muchos años de duración.

La sección del camino es la que indica la fig. 1.^a En ella se ve que en vez de los acopios que suele haber en los paseos se han colocado, á derecha é izquierda, dos carriles, por los que marchan en direcciones opuestas los carros que transportan mercancías; los de la derecha para los que van al puerto, los otros para los que vienen, quedando libre el resto del camino para los cocheros ó carros descargados, que llevan mayor velocidad que la del aire de paso.

Los carriles tienen por sección una E, fig. 2.^a, que está formada por dos hierros en U cosidos por pernos con doble tuerca, colocados de 50 en 50 cm. á lo largo del nervio central del carril. Parece ser que dificultades de fabricación han impedido que los carriles sean de un solo hierro, que por otra parte hubieran sido de difícil manejo por su gran peso. Las dimensiones acotadas en la figura están calculadas para resistir un peso de cuatro toneladas en cada rueda, suponiendo que el carril está apoyado en sus extremos y sin rellenar de grava, como luego se verá, caso á que se está muy lejos de llegar en la práctica; se ve también que la superficie de rodadura es ligeramente cóncava, lo que sirve de *guía* á las ruedas de los vehículos; es decir, que la pequeña flecha hace el mismo oficio que la pestaña y la hendidura, que respectivamente llevan en la rueda y el carril los tranvías.

El Camino del Grao de Valencia.

Fig. 1.

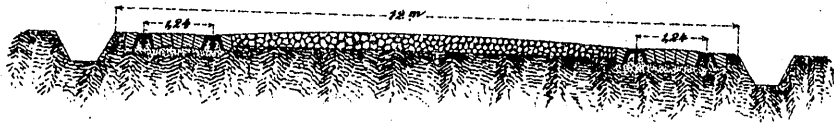


Fig. 2.

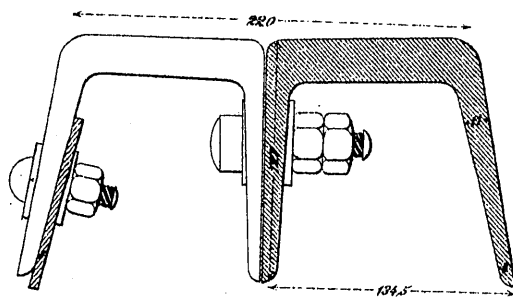


Fig. 4.

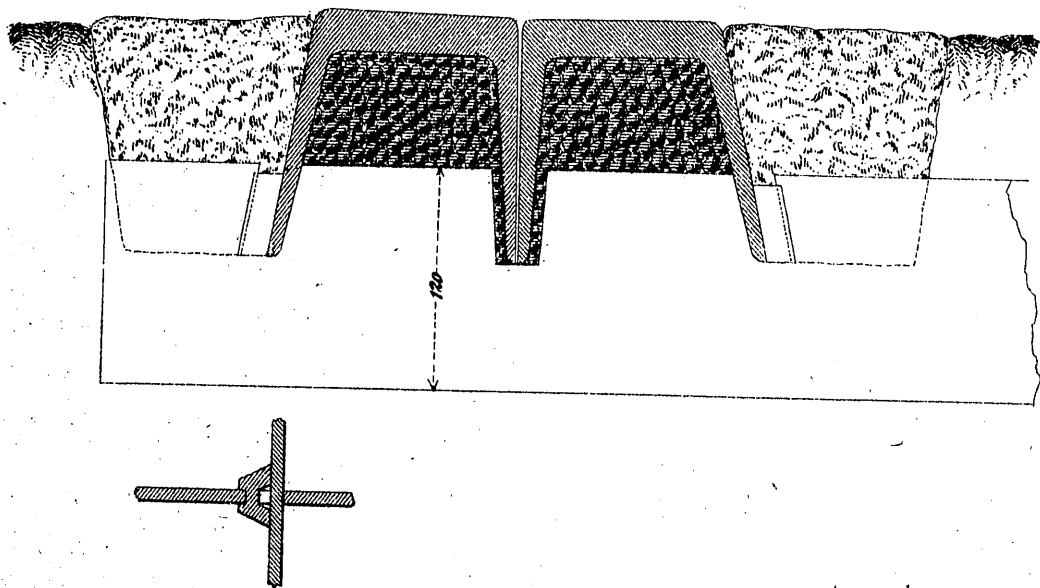
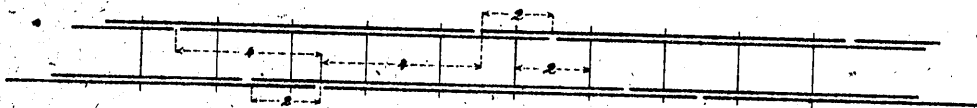


Fig. 3.



Cada barra en U tiene 10 cm. de larga y se une a la que le sigue por bridas interiores de 85 cm. Las juntas van alternadas en la forma que indica el diagrama de la fig. 3.

Los carriles se atirantan por medio de riostras planas con entalladuras, fig. 4, para dejar paso a la sección del carril, haciéndose la unión por medio de cuñas de acero hincadas a golpe de mazo, como se ve en corte en la misma figura.

Puestos los tirantes y nivelados los carriles, se rellenan éstos de piedra partida y grava, para lo que se batea, hasta que por el sonido que da el golpe de martillo sobre el carril, se ve sin lugar a duda que están llenos todos los huecos.

Hecho esto, se colocan dos *maestras* interiores y otras dos exteriores de adoquines a *tizon*, que sirven de refuerzo e impiden el deterioro de los carriles en la entrada y salida de los vehículos en ellos.

La parte comprendida entre maestras interiores está adoquinada en Valencia; pero no hay ningún inconveniente en que sea de piedra partida con lo que se obtendrá alguna economía.

La separación de los carriles, medida desde sus juntas centrales, es de 1,24 metros; número que es el término medio de las batallas de los vehículos que pasan por ellos.

La superficie de rodadura es de 22 cm. en cada carril; ancho que en el camino del Grao tiene su explicación, porque transitan por él coches de lujo de batallas muy distintas; pero podría reducirse a unos 16 cm., con lo que hay lo suficiente para toda clase de vehículos cargados, y en el caso extremo de que la batalla de alguno fuera ancha ó estrecha para poder ir por los carriles, marcharía por el centro del camino, que siempre se encontrará en perfecto estado de conservación.

Como se notará, todos los materiales empleados en esta construcción son resistentes, de gran duración y sin que influya en su destrucción otro agente que el paulatino desgaste del acero, producido por el paso de las llantas ó el que sufren los adoquines al apoyar las caballerías sus remos para ejercer la tracción. Cuando el Ayuntamiento de Valencia resolvió poner en práctica el proyecto, hubo que levantar 200 metros de estos carriles, que como ensayo se habían establecido tres años antes, y se vió que durante este tiempo el desgaste producido en los carriles por todo el tráfico del camino no había llegado a ser de un milímetro. Así se comprende que su duración ha de ser de muchos años.

Nada, ó muy poco, hemos de observar respecto a las condiciones inmejorables en que por ellos se efectúa la tracción; basta recordar que en los firmes de piedra machacada, adoquinados y carriles, las tracciones respectivas son proporcionales a los números 6, 4 y 1.

En cuanto a la parte económica, es indudable que el procedimiento reúne grandes ventajas; el kilómetro de vía de 22 cm. de ancha con todos los accesorios cuesta próximamente 38.000 pesetas, que suma-

das con 6.000 más para gastos de apertura de caja, maestras de adoquines, relleno de carriles y colocación, etc., dan 44.000 pesetas por kilómetro, cantidad que se puede reducir a 32.000 pesetas kilómetro dándole a los carriles 16 cm. de ancho que, como ya hemos dicho, es suficiente. Si se tiene en cuenta que en el camino del Grao se gastaban, según antes hemos dicho, 35.000 pesetas en piedra partida y, que después de colocados los carriles, sólo gasta 1.000 el Municipio, según datos tomados en sus libros, se verá que por término medio hay una economía de 34.000 pesetas en aquel camino, que sirven para que en pocos años se amortice el capital de instalación y luego seguir disfrutando aquella economía anual, hasta que el desgaste destruya los carriles.

Resumiendo: Con este nuevo procedimiento se proporcionan grandes economías de tiempo, material y esfuerzo de tracción, y por tanto baratura en los transportes; la rodadura se efectúa sin choques ni rozamientos, y por lo tanto sin producir apenas ruido. Los gastos de instalación son cuantiosos; pero se amortizan en un número de años que variará en las distintas localidades con los gastos anuales de conservación por kilómetro, y siempre serán pocos con relación a las grandes economías que ha de producir su mucha duración, por último, y es lo más importante: su establecimiento acallará las continuas quejas que reciben los ingenieros encargados de la conservación de trozos muy frecuentados, en los que el público no ve más que los baches y roderas, sin darse cuenta de que los ingenieros municipales, provinciales ó del Estado, no pueden hacer imposibles con los medios que tienen a su alcance.

Para terminar voy a permitirme un ruego con todo el respeto que me merecen mis superiores; ruego que justifica al mismo tiempo mi decisión de publicar estas líneas, y es: que tomen los ingenieros el procedimiento con cariño, que lo ensayen, que no lo olviden, pues la verdad, da pena ver que desde Mayo de 1889 en que se colocaron los primeros 200 metros de carriles para su ensayo hasta hoy, no se hayan construido más que los cinco y medio kilómetros del camino del Grao de Valencia.

ENRIQUE SANCHÍS TARAZONA.

INGENIERÍA PRACTICA

CEMENTOS

La importancia, cada vez mayor, que el uso de los cementos adquiere, nos induce a dar a conocer algunos datos respecto al cemento Vicat artificial de doble cocción, que extractamos del folleto que hemos recibido y contiene curiosas observaciones prácticas respecto al empleo de este material.

Claro es, é inútil que lo consignemos, que los excelentes resultados que a continuación insertamos, logrados por el notable Ingeniero Sr. Churruca y que confirman los obtenidos en la Escuela Nacional de Puentes y Calzadas de París por Durand Claye,