

sucedió, y bien poco se ha trabajado desde entonces; no obstante, el ingeniero Vazquez consiguió en algunos meses obtener regular consignacion y pudo dar, como dió, cierto impulso á las obras que luego se vieron por algun tiempo completamente paralizadas en 1852.

Á principios del año que acabamos de citar, fue retirado el presidio de la carretera y trasladado en masa á las obras del canal de Isabel II. No era ya ciertamente necesario su empleo en la linea de las Cabrillas, una vez terminados los trabajos del Cabriel y el Júcar, y sobrevino muy oportunamente la construccion del canal, pues hubiese sido sensible por demas, el que se hubiese disuelto la fuerza que tantos y tan buenos servicios habia hecho en una carretera, que entre otros títulos presenta sin duda desde su origen, el de ser la creadora de la buena aplicacion de los presidios á las obras públicas.

En el mismo año de 1852 volvieron á sacarse á pública subasta las obras de la linea entre Cervera y Saelices, las mismas que se habian ya anunciado sin resultado alguno anteriormente, y que por fin en esta ocasion tuvieron licitadores. Adjudicado el remate, emprendiéronse los trabajos, siguiendo paralizados los de la administracion. A poco de comenzar á trabajar la nueva empresa, el ingeniero Vazquez fue destinado á formar parte de la comision que estudia el ferro-carril del Norte, y le reemplazó en la direccion de las obras el de igual clase D. Angel Arribas, que es quien en el dia las tiene á su cargo, no ocupándose por ahora sino de vigilar las de la contrata, únicas que se construyen en la actualidad.

Por fortuna, el actual dignísimo director general de obras públicas, acaba en el próximo pasado mes de febrero de visitar la carretera, y satisfecho completamente de sus obras, con especialidad de las del Cabriel y Júcar, en cuyos dos grandes puentes ha mandado se inscriban los nombres de sus autores, parece está decidido á darlas un grande y por fin último impulso, sacando á subasta las 2 1/2 leguas que quedan por construir entre Olmedilla y la Motilla, y terminando por administracion las pequeñas porciones que restan entre Cervera y Olivares, Hontecillas y Buenache, Buenache y la Olmedilla y la Motilla y Castillejo, porciones que entre todas apenas sumarán 3 leguas.

Contratadas ya, segun hemos dicho, las 7 leguas que restan entre Cervera y Saelices en las cuales se cuentan ya esplanadas y se sigue trabajando con actividad; próximas á emprenderse ademas las 5 ó 5 1/2 que acabamos de citar, y siendo todas de muy fácil construccion si se exceptúa el corto paso del estrecho de la Torre que es algun tanto costoso por

la naturaleza del terreno. no habiendo por fin en todo este trayecto ninguna obra de fábrica de gran importancia, podemos, sin aventurar demasiado, lisonjearnos con la idea de que al cabo veremos muy pronto terminada una linea que, nos enorgullecemos al decirlo, ha sido considerada por cuantos la han visto, propios y estraños, como modelo de las de su clase.

Alargado ya demasiado este artículo, reservámonos para otro próximo el dar á conocer al público las obras mas notables de la linea, cuya reseña histórica acabamos de hacer, y estamos en la seguridad de que al terminar el trabajo que nos hemos impuesto, no habrá nadie que no crea que la carretera de las Cabrillas merece bien la calificacion que hemos citado al final del párrafo anterior.

EMPLEO DEL HIERRO EN LOS PUENTES.

Siendo cada dia mas frecuente el empleo de este metal en las obras de fábrica que exigen las vias de comunicacion, y principalmente los ferro carriles, por las grandes ventajas que presenta, creemos de la mayor importancia el artículo que insertamos á continuacion, donde se encuentran reasumidos los principales resultados de las esperiencias hechas durante estos últimos años de orden del gobierno inglés, por la comision nombrada al efecto.

En varias ocasiones se ha tratado de averiguar en Francia é Inglaterra la resistencia del hierro forjado y fundido á la tension, comprension y rotura para las diversas piezas que tenian que sostener pesos. Se sabe que las piezas de metal estiradas en sentido de su longitud, se rompen con un esfuerzo que es, término medio, de:

- 15 kilogramos para el hierro fundido, por milímetro cuadrado de seccion trasversal;
- 40 kilogramos para el hierro forjado en barra y el palastro;
- 65 kilogramos para el alambre sin recocer.

Se sabe del mismo modo que, en la práctica, solo deben experimentar estas piezas metálicas tensiones muy inferiores á las que ocasionan la rotura, reduciéndose los números anteriores á los siguientes:

- Para el hierro fundido. 5 kilogramos por milímetro cuadrado.
- Para el forjado . . . 12 id. id.
- Para el alambre. . . 19 id. id.

Por medio de fórmulas bastante exactas se conoce en cada caso particular el peso que puede ocasionar la rotura de las diversas piezas, acostumbrándose en la práctica á calcular su resistencia, de manera que el esfuerzo á que estén sometidas, incluidas las cargas accidentales, no esceda de la cuarta parte de aquel.

En Inglaterra, por razones de economia y facili-

dad en la construccion, se han empleado con frecuencia, para puentes y viaductos de los ferro carriles, vigas de hierro fundido que tenian hasta 18 metros de luz. Accidentes muy sensibles, y á veces funestos, han llamado la atencion del gobierno sobre la necesidad de determinar las condiciones á que han de atenerse los ingenieros, cuando emplean el hierro en las construcciones espuestas á sacudimientos bruscos y á vibraciones.

Las observaciones que ha hecho la comision sobre asunto que tanto importa á la seguridad pública, son del mayor interés para la ciencia y el arte. Vamos á presentarlas de un modo conciso y claro, para que sean fácilmente comprendidas por todos nuestros lectores.

Segun las leyes de la mecánica, cuando un cuerpo grave se pone en movimiento sobre un plano horizontal, el efecto ejercido por su peso sobre el plano es tanto menor, cuanto mayor es la velocidad. Puede concebirse una velocidad tan considerable, que este efecto fuese enteramente insensible. Semejante principio habia hecho creer á muchos ingenieros que la flexion ocasionada por el paso de un cuerpo grave con gran velocidad sobre una viga, era menor que la que produciria el mismo cuerpo en reposo.

Por lo tanto, prevaleció la opinion de que bastaba dar dimensiones á las piezas destinadas á sostener pesos capaces de resistir en su punto medio, sin alteracion, la carga máxima que debia recorrerlas accidentalmente.

Pero en esto, como sucede casi siempre que se trata de hacer aplicaciones á la práctica sin esperiencias prévias, las inducciones de la ciencia se han visto contrariadas.

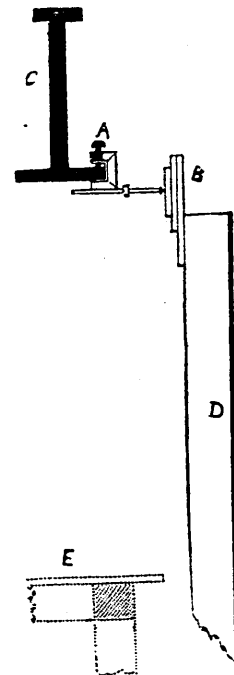
La comision, para resolver la cuestion de un modo directo, ha sometido á la esperiencia dos puentes formados de vigas ó cuchillos de hierro fundido: uno ha sido el puente de Ewel, construido en la linea de Croyden á Epson; el otro, el puente de Godstone en la linea del Sud-Este; los dos estableciendo un paso del camino de hierro sobre una carretera. El primero tiene 14 metros de luz, y la via está sostenida por dos cuchillos, cuya seccion transversal afecta la forma de doble T de cabezas desiguales. La altura de estos cuchillos en el centro es de 1, m 06; el ancho en la base de 0, m 50, y el espesor de 0, 07. El peso de los dos cuchillos, incluso el del tablero que sostiene, es de 50 toneladas métricas. Las esperiencias se han hecho con una locomotora de 25 toneladas de peso y un tónder de 14 que han recorrido el puente con diversas velocidades y estacionado sobre el tablero. Las flexiones observadas en los diversos casos han sido las siguientes:

Velocidad espresada en kilómetros por hora.	Flechas en metros.
0	0, m 00 55
27	0, 00 55
54	0, 00 57
55	0, 00 56
59	0, 00 61
82	0, 00 58

El puente de Godstone tiene 9, m 14 de claro, y la via está sostenida por tres cuchillos de forma idéntica á los del anterior, siendo su altura en el centro de 0, m 91; el ancho en la base de 0, m 38, y el espesor de 0, m 06. El peso de los cuchillos y del tablero que sostienen, ó sea el de medio puente, es de 25 toneladas. Las esperiencias se han verificado con una locomotora de 21 toneladas y un tónder de 12; resultando para las diversas velocidades con que han recorrido el puente, las flexiones siguientes:

Velocidad espresada en kilómetros por hora.	Flechas en metros.
0	0, m 00 48
24	0, 00 58
44	0, 00 57
80	0, 00 65

Fijando un poco la atencion en los dos cuadros que anteceden, se ve bien claramente que las flexiones han ido aumentando, aunque no de un modo uniforme (atribuido por la comision á muchas causas de perturbacion), desde la velocidad nula hasta la de 80 kilómetros (14 1/2 leguas) por hora; siendo el incremento de un séptimo próximamente. Ahora bien, se sabe que el esfuerzo ejercido sobre una viga, es con corta diferencia proporcional á la flexion; se debe por lo tanto deducir de estas esperiencias, que la velocidad de la carga la hace capaz de ejercer la misma presion que si se hubiese aumentado en un séptimo y colocado en reposo en medio del puente.



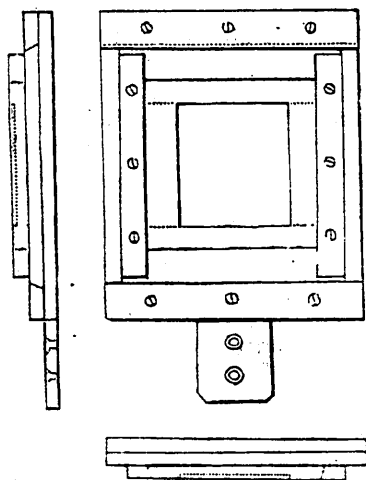
(Figura 1.ª)

El aparato empleado para observar las flexiones instantáneas, ha sido sumamente sencillo. Se colocó un ligero andamio apoyado en la carretera, y

por lo tanto, no tenían influencia en él los movimientos del puente del camino de hierro, el cual sostenía un tablero de dibujo, donde un lapiz asegurado en la parte inferior de uno de los cuchillos marcaba la estension de la flecha en el instante de pasar el tren.

La figura 1.^a manifiesta la disposición del conjunto, y las figuras 2.^a y 3.^a los detalles en mayor escala.

A, es el torniquete que sujetaba el lapicero. El lapiz *e* se ajustó con exactitud en el tubo *f*, dentro del cual un resorte en espiral obligaba á mantener en contacto durante la experiencia la punta de aquel con el tablero. El tubo *f* podía correr dentro de otro *g* unido al torniquete, haciéndolo avanzar ó retroceder, según convenia, por medio de la tuerca *h*. El lapiz que se empleó estaba compuesto de un alma de latón, envuelta con papel metálico preparado.



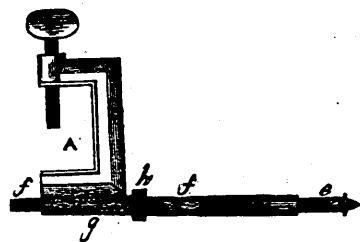
(Fig. 2.ª)

B, es el tablero de dibujo donde se estiraba el papel, pudiendo correr vertical y horizontalmente entre ranuras.

C, representa la sección transversal del cuchillo.

D, el pie derecho apoyado en la carretera, asegurado por la base con tornapuntas que se han suprimido en la figura.

E, es el tablado para el observador.



(Fig. 3.ª)

El resultado de las experiencias de que dejamos hecha mencion, hará dudar tal vez á algunas personas, de la exactitud de las leyes de la mecáni-

ca racional; pero esta duda desaparecerá si se atiende á que no es la ley de que se ha hablado la errónea, sino la consecuencia que de ella se ha sacado.

Las esperiencias hechas por la comision en menor escala con barras de hierro fundido, hasta producir en algunas de ellas la rotura, pueden servir para ilustrar esta importante cuestion. Se ha observado que «cuando la carga se hallaba en movimiento, los puntos de máxima flexion, y donde se desarrollaban los máximos esfuerzos, no se encontraban situados en el centro de la barra, sino que se separaban hácia las estremitades, y que cuando se verificaba la rotura por un peso en movimiento, la fractura se encontraba á cierta distancia del punto medio, rompiéndose la barra la mayor parte de las veces en cuatro ó cinco pedazos, lo cual ponía de manifiesto los extraordinarios esfuerzos á que habian estado sometidas sus diferentes partes.»

Estos hechos conducen naturalmente á creer que, cuando un peso en movimiento recorre los diversos puntos de una barra, se producen flexiones diferentes, las que van, en parte, acumulándose en algunos de ellos, que son los de rotura, aumentándose notablemente este efecto con la velocidad.

La conclusion práctica que la comision ha sacado de sus diversas observaciones es, que la máxima carga de los puentes de los caminos de hierro, conviene no esceda nunca á la sexta parte del peso que produciría la rotura si estuviese colocado en medio de los cuchillos.

La comision ha examinado los diversos sistemas de puentes metálicos que se emplean en los caminos de hierro, y ha fijado su atencion en el mas reciente de todos, cual es el de vigas huecas de grueso palastro, reforzadas con armaduras de hierro fundido, y mas particularmente en los enormes tubos que constituyen el puente mismo, presentando dimensiones suficientes para establecer la via en su interior, y para dar paso sin obstáculo alguno á los convoyes.

Nada se ha construido en el continente parecido á tan gigantescas obras; pero la existencia de los puentes de Conway y de Britannia, donde estas vias tubulares salvan claros de 122 metros, y aun de 141 metros, asegura el éxito de estas concepciones atrevidas. Tal vez ahora se tema emprender este nuevo género de túneles suspendidos, digámoslo así, en los aires; pero concluirán por generalizarse como ha sucedido con los mismos caminos de hierro que en un principio causaron serios temores á muchas personas (1).

DEL ARBOLADO EN LAS CARRETERAS.

Los vegetales leñosos que se elevan mas ó menos verticalmente sobre los otros, cu-

(1) En nuestros números sucesivos publicaremos la descripción de los principales sistemas de puentes de hierro construidos recientemente en Inglaterra, y á los que se refiere el artículo anterior, acompañando además el dibujo correspondiente para mejor inteligencia de nuestros lectores.