

mente. « Al presente lo tienen retenido asuntos de la mayor importancia — replicó Jorge — pero puedo aseguraros, mucho mejor de lo que él lo haría, pues ya conocéis la debilidad de su carácter, de que el tal sistema está desprovisto de fundamento, por lo que debéis considerar como un acontecimiento feliz el haberme encontrado en vez de tropezar con él. Ahora bien; fijáos solamente en la cuestión económica; » Stephenson imperturbable comenzó a enumerar minuciosos detalles, hasta que al fin el lord, no pudiendo resistir más, se levantó encaminándose a la puerta. No pudo impedir sin embargo que Jorge le siguiera, bajando á su vez la escalera, hasta acabarle de demostrar lo impracticable del referido sistema, concluyendo por último, con estas palabras: « Podéis tenerlo por cierto, milord, eso no dará jamás resultado. »

Stephenson refirió después, con alegría, á su hijo, la filípica que había dirigido á dicho lord.

Tan íntimamente identificados estaban los Stephenson con esta medida y tan grande era el interés personal que ambos se tomaban por su éxito, que al saberse la aprobación del proyecto de ley en Newcastle, se produjo un movimiento general de alborozo y jolgorio y los obreros que trabajaban en los talleres de locomotoras de aquéllos, cuyo número no bajaría de 800, recorrieron en manifestación las principales calles de la ciudad, acompañados de música y bandera.

Sería del todo inútil describir detalladamente las obras del ferrocarril de Newcastle á Berwick, en el cual hay cerca de 100 puentes, unos bajo la línea y otros encima; siendo muy importantes los via-

ductos construídos sobre el Ouseburn, el Wansbeck y el Coquet. Pero indudablemente, la obra de mampostería más notable en esta vía férrea, se encuentra en su extremidad Norte, donde cruza el Tweed, penetrando en Escocia, casi frente al antiguo y terrible castillo de Berwick.

Hacia relativamente pocos siglos que el paraje, á través del cual pasaba este puente, era teatro de casi diarias contiendas; porque considerándose á Berwick como la llave de Escocia, era disputado con encarnizamiento, hallándose unas veces ocupado por tropas escocesas y otras por inglesas. A pesar de estar extremadamente fortificado, fué tomado por asalto varias veces. « Al apoderarse de él Eduardo I — dice Beocio — diez y siete mil personas fueron sacrificadas: así que, por las calles corría un verdadero río de sangre ». A la vista de las murallas, un poco hacia el Oeste, se encuentra la loma de Halidon, donde Eduardo III alcanzó una famosa victoria sobre el ejército escocés, mandado por Douglas; y apenas hay un pie de terreno en aquellas inmediaciones que no haya sido teatro de contiendas encarnizadas.

En los reinados de Jaime I y Carlos I, se construyó un puente de quince arcos á través del Tweed, en Berwick, y recientemente se ha construído otro de ferrocarril, de veintiocho, un poco más arriba del anterior y á un nivel mucho más elevado. El puente construído por los reyes, con los recursos de las rentas nacionales, costó 13.500 libras, durando las obras cerca de veinticuatro años y medio. En cambio, el que hizo la compañía del ferrocarril, sin contar más que con sus propios recursos,

importó 120.000 libras, terminándose la obra á los tres años y cuatro meses de haber sido colocada la primera piedra.

Este importante viaducto, construído según los planos de Roberto Stephenson, se componía de una serie de veintiocho arcos semicirculares, de sesenta y un pies y seis pulgadas de abertura cada uno, y ciento veintitrés de alto á partir del lecho del río. En su totalidad estaba construído con piedra sin labrar, excepto la parte sumergida de los arcos, que estaba formada de ladrillos, descansando en cemento. Su extensión total es de 2.160 pies; los cimientos de las pilas se levantaron por medio de martinetes usados para clavar los pilones, según la costumbre general, aplicándose con preferencia el de vapor del sistema Nasmyth. Los pilones de fundación sobre los cuales se construían los cimientos de las pilas, eran capaces de soportar un peso de setenta toneladas cada uno.

Debe además consignarse otro puente de mayor importancia aún, necesario para completar la continuación de la ruta de la costa oriental. Es verdaderamente notable, y fué levantado por Roberto Stephenson entre la margen Norte y Sur del Tyne, en Newcastle.

Es conocido generalmente, por el puente de alto nivel. R. W. Brandling, antiguo amigo de Jorge, concibió la idea primitiva de esta obra, con un término central para los ferrocarriles del Norte, en la inmediaciones del castillo. El proyecto recibió aprobación por primera vez en 1841, y al año siguiente se resolvió consultar a Jorge Stephenson, respecto al sitio más á propósito en que debía hacerse la

construcción. Al efecto, se procuró formar una compañía en 1843, de cuyo comité directivo formaban parte Jorge Stephenson y Jorge Hudson, figurando Roberto como abogado consultor. La compañía ferroviaria de Newcastle á Darlington, tomó á su cargo la obra, obteniéndose en 1845 la ley que la autorizaba.

Como es consiguiente, la rápida extensión de los ferrocarriles había dado un extraordinario estímulo al arte de construir puentes. El número de los construídos, sólo en la Gran Bretaña, desde 1830, es de unos treinta mil, ó sea mucho más de todos los que hasta entonces habían existido en el país. En vez de levantar un solo y ancho puente, que como en otro tiempo, formara época en ingeniería, se elevaban centenares de extensos puentes, de formas originales, simultáneamente y en todas partes. La necesidad que se sentía de prolongar las vías férreas en parajes antes infranqueables, para lograr el acceso de pesados trenes á gran velocidad, indicaba claramente que los construídos hasta el día para salvar determinadas distancias, no bastaban á satisfacer la demanda que en general se hacía de ellos.

Por su parte, los ingenieros de ferrocarriles no podían, como comúnmente hacen los de carreteras, separarse del itinerario, eligiendo el punto que juzgaran más conveniente para cruzar un río ó un valle; sino que tenían que atenerse al trazado previsto de la línea, cualquiera que fuera la clase de terreno que se hubiera de atravesar. Los ríos navegables y las pobladas carreteras, tenían que ser cruzadas sin que se interrumpiera el tráfico,

unas veces por puentes en ángulo recto con unos y otras, ó en ocasiones por arcos más ó menos oblicuos. En muchos casos la dificultad que se presentó fué extraordinaria, dado el estrecho círculo en que forzosamente había que moverse, y como el nivel del camino primitivo tenía por lo general que conservarse y el del ferrocarril estaba hasta cierto punto determinado, hacía falta en casi todos los casos, modificar la forma y estructura del puente, para que respondiera á estos requisitos.

A los nuevos obstáculos que aparecían, se contestaba con otras tantas invenciones, resolviéndose una tras otra, cuantas dificultades se presentaban. En la ejecución de estas obras, verdaderamente extraordinarias, el hierro fué el áncora de salvación del ingeniero. Ya fuera fundido ó forjado, siempre resultaba un gran recurso en aquellos casos en que la rapidez, la fuerza y la economía en la construcción, representaban en primer término un factor importante.

Utilizándolo de modo inteligente, el arquitecto ferroviario pudo alcanzar resultados que treinta años antes no se hubieran podido imaginar siquiera.

En muchos de los primeros puentes de hierro fundido, se conservó la antigua forma del arco, dependiendo la estabilidad, de la construcción de la compresión. La única novedad era la sustitución de la piedra por el hierro. Pero en la mayoría de los casos, el arco, con el ferrocarril encima, resultaba inaplicable, á consecuencia del espacio limitado que podía abarcar; de ahí que á Jorge Stephenson, cuando se hallaba construyendo el ferro-

carril de Liverpool á Mánchester, se le ocurriera adoptar la viga sencilla de hierro fundido para el cruce de varios caminos y canales á lo largo de aquella línea. Semejantes vigas, hasta cierto punto, tenían algún parecido con el dintel de los antiguos templos, siendo la presión que sobre ellas se ejercía completamente vertical. Uno de los primeros ejemplares de esta clase de puentes, era el construido sobre la calle del Agua, en Mánchester, en 1829, en el cual se usaron aquellas.

Los tirantes de hierro forjado eran un recurso al que se apelaba también en los casos en que la distancia que había que salvar era de mayor consideración.

A esta reforma siguió la de las vigas arqueadas, unidas firmemente por trabazones horizontales, destinadas á prestar excelente servicio. Muchas fueron las excelentes construcciones de esta índole erigidas por Roberto Stephenson, en el ferrocarril de Londres á Birmingham; pero indudablemente la más notable y que puede presentarse como modelo del arte de construcción moderna, es el puente de alto nivel, que debemos al genio de dicho ingeniero.

Consistía el problema en tender un puente entre el profundo barranco que se encuentra entre las poblaciones de Newcastle y Gateshead, por el fondo del cual corre el río Tyne, que en aquel punto es navegable. A lo largo y elevándose sobre el valle, especialmente en la margen del río correspondiente á Newcastle, se encuentran calles formadas por casas antiguas, aglomeradas en la forma extraña en que se acostumbraba á hacerlo en las antiguas

ciudades. La profundidad del corte del terreno es de tal magnitud, y ofrece un aspecto tan sombrío hacia la caída de la tarde, que según cuenta la tradición, al llegar el duque de Cumberland á aquel lugar, ya entrada la noche, dijo á los que le seguían, al ver el fondo negro del barranco : « ¡ Por Dios, no penséis en hacerme bajar hasta el fondo de esa mina de carbón á semejante hora de la noche ! » El camino, bajando por la calle Alta de Gateshead, está casi tan inclinado como el tejado de una casa y por la parte opuesta, ó sea por el lado de Newcastle, sucede casi otro tanto, aunque en sentido contrario.

Durante muchos siglos, el tráfico de Norte á Sur pasó por tan peligrosa y difícil ruta á través del antiguo puente tendido sobre el río, en el fondo del valle. Durante unos treinta años, la municipalidad de Newcastle discutió varios medios para mejorar la comunicación entre ambas poblaciones, cosa que hubiera podido prolongarse otros treinta más, á no ser por el advenimiento del ferrocarril, que desarrollando y estimulando las obras de esa índole, contribuyó á resolver la dificultad del modo más provechoso y conveniente. Las autoridades locales aprovecharon hábilmente la oportunidad, insistiendo en que al mismo tiempo se construyera, además de la férrea, otro vía destinada á vehículos ordinarios y peatones. Esta circunstancia dió lugar á la formación de lo que más caracteriza el puente de alto nivel, esto es, un camino en alto para ferrocarril y otro más bajo para los carruajes corrientes ; el ancho del río en el punto del cruce, es de 515 pies, y el del puente y viaducto entre la estación de

Gateshead y el término de la línea en el lado de Newcastle, de 4.000. Partiendo de Piperwell Gate Bank al Sur, pasa próximo al castillo, antigua y hermosa construcción normanda, que á pesar de llamarse *nueva*, tiene cerca de ochocientos años. Algo más lejos se ve la aguja de la iglesia de San Nicolás, notable ejemplar del estilo gótico, formando el todo un grupo arquitectónico de gran interés histórico.

El puente pasa completamente por encima de las casas que cubren ambos lados del valle, y la extraordinaria altura del parapeto superior que se eleva a unos 130 pies sobre el lecho del río, ofrece una perspectiva al viajero, que probablemente no encontrará en otra parte, cosa parecida. Mucho más abajo se encuentra lo que fué en otro tiempo la antigua ciudad ; las aguas se ven surcadas por barcazas de carbón, que descienden por el río, y cuando las grandes nubes de humo que flotan en el espacio lo permiten, pueden verse á distancia las chimeneas de los vapores y la arboladura de los barcos que se encuentran río abajo. El puente viejo queda á tal distancia del anterior, que desde arriba, las personas que por él pasan, parecen insectos que van de un lado á otro. La primera dificultad con que se tropezó en la construcción de esta obra, fué la de encontrar el terreno firme para las pilas. La dimensión de los pilones que habían de clavarse era tan extraordinaria, que el ingeniero tuvo necesidad de acudir á un recurso poco corriente para llevar á cabo esta primera parte de la obra. Para ello recurrió al titánico martinete de vapor, de Nasmyth ; creemos que esta fué la primera vez

en que se empleó tan prodigiosa fuerza en clavar estacas para un puente. Se dispuso una plataforma provisional sobre dos barcazas, destinadas á sostener la máquina de vapor y el aparato. A pesar de ser este nuevo y hallarse por lo tanto algo premioso, el primer pilón se clavó en cuatro minutos á la profundidad de treinta y dos pies, el 6 de Octubre de 1846. Trabajaron dos martinetes de un peso importante, dando de sesenta á setenta golpes por minuto. Los resultados fueron sorprendentes sobre todo para todos aquellos acostumbrados á ver realizada semejante operación por el procedimiento antiguo. Según este el pilón se elevaba con una masa de hierro relativamente pequeña, que descendía con velocidad desde una altura considerable, y como la velocidad y el peso no se hallaban bien calculados, la acción resultaba más destructora que eficaz. Gracias al martinete de vapor, por el contrario, todo el peso de una masa enorme cae rápidamente sobre un bloque de compresión, de varias toneladas de peso, colocado directamente sobre la cabeza del pilón, pero que constantemente gravita sobre ella y que recibe los golpes á razón de uno por segundo, hasta que la estaca queda en su sitio.

Es curioso observar que la rapidez de los golpes del martinete de vapor desarrolla tanto calor, que en ocasiones la cabeza del madero se inflama mientras se realiza la operación. La fuerza elástica del vapor es la que hace elevar el martillo, el cual al escaparse aquél, desciende con violencia sobre la cabeza del bloque de compresion; en tanto que el vapor que se halla sobre el pistón

en la parte superior del cilindro, sirve para deshacer el movimiento, elevando el martillo á su primitiva posición. Tan pronto como está clavada una de las estacas, se presenta otra que baja con la misma rapidez al lecho sólido del río, casi con igual facilidad como los alfileres que las señoras clavan en los acericos. Con ayuda de tan poderosa máquina, lo que en otro tiempo se contaba entre las operaciones más costosas y prolongadas de la ingeniería, resulta ahora simple, sencillo y económico.

Terminada la operación y hecho el cajón correspondiente, se extraía de él el agua por medio de potentes bombas, á fin de dejar el fondo en seco. Al hacer los cimientos de la pila central, se encontraron grandes dificultades, á causa de filtrarse el agua por la arena del fondo, con la misma rapidez con que se extraía. Este inútil trabajo se prolongó durante meses, apelándose á multitud de recursos. Entre otros se echó cal en gran cantidad en la parte exterior del cajón, pero sin resultado alguno.

Después se puso cemento romano en su interior, hasta que finalmente éste concluyó por adherirse, y el fondo quedó formado de una vez. A la altura del nivel de las cabezas de las estacas se colocó una capa de cemento empezándose á hacer los cimientos de los bloques de piedra, a unos dos pies más bajo que la baja mar, continuando la obra sin más dificultad. Para dar una idea de la magnitud de este trabajo, bastará decir que en la construcción de las pilas se emplearon 400.000 pies cúbicos de piedra sin labrar, cascajos

y cemento romano, y 450.000 en los arcos terrestres y arranques.

Lo más notable de esta obra es el uso que en ella se hizo de hierro fundido y forjado en la construcción del doble puente que admirablemente combina en sí los dos principios de arco y colgantes, pasando el ferrocarril sobre el primero, en tanto que el camino de carruajes y peatones, está suspendido de los referidos arcos, por medio de tirantes verticales, de hierro forjado, unidos por barras horizontales, para evitar las sacudidas. Los tirantes de suspensión se fijan en pilares de hierro fundido que contribuyen á dar gran consistencia á la combinación.

Este sistema de barras longitudinales y verticales ha sido muy celebrado, porque no solamente realiza el objeto que en primer término se propone, como es el de asegurar la estabilidad del camino, sino que al mismo tiempo, por medio de su acertada disposición, dá mayor realce á la estructura. Los arcos se componen de cuatro trabazones principales pareadas, hallándose los dos internos á una distancia de veinte pies y cuatro pulgadas, uno de otro, formando el camino de carruajes, en tanto que, por la parte externa de ambos, queda un espacio de seis pies y dos pulgadas por cada lado, que servía para los peatones. Cada arco se componía de cinco segmentos separados, de hierro fundido, remachados después fuertemente; partiendo las curvas de planchas horizontales de hierro fundido insertas y fijas sobre las pilas de piedra. Todos los ligamentos y juntas estaban ejecutados mecánicamente de la manera más perfecta.

Con objeto de evitar las dilataciones y contracciones del hierro y conservar el equilibrio de las pilas, sin perturbar ó comprometer las demás partes del puente, se dispuso que las curvas de los dos arcos inmediatos se aseguraran á las planchas antes mencionadas, por medio de llaves y muelles; en tanto que en la pila opuesta aquellas quedaban libres para dilatarse y contraerse, á cuyo efecto se dejaba el espacio necesario. De ahí que cada arco sea completo é independiente en sí mismo, no teniendo las pilas otra misión que la de sostener su presión vertical. Los arcos, que eran seis en número, tenían una expansión de 125 pies cada uno. Los dos arranques estaban hechos de pilares de hierro fundido y soportes que guardaban relación con aquellos.

El puente, en cuanto á solidez, puede decirse que no tiene rival, siendo uno de los más notables y mejores á que la ingeniería ferroviaria ha dado nacimiento, mereciendo y con razón el nombre que de antiguo se le daba, de « rey » de las construcciones de esa índole. Es indudablemente, un monumento que representa el alto grado de progreso á que se ha llegado en nuestra época, constituyendo además, un hermoso ejemplar lleno de gran interés, en el que se exhiben caracteres arquitectónicos de una variedad y hermosura admirables.

El puente quedó terminado el 15 de Agosto de 1849, y algunos días después pasaba por él el tren real, que se detuvo algunos minutos para que S. M. pudiera contemplar el admirable panorama que bajo sus pies se ofrecía. En el transcurso del siguiente año, la reina inauguró el extenso

viaducto de piedra, á través del Tweed descrito anteriormente, por medio del cual quedó terminado el último eslabón de la no interrumpida línea de ferrocarril entre Londres y Edimburgo. A la entrada de la estación de Berwick, que ocupaba el lugar donde existiera la, en otro tiempo, terrible fortaleza, que tantas veces fué teatro de sangrientos combates entre los pueblos vecinos, se había levantado un arco bajo el cual pasó el tren real, en el que se leían con letras de oro estas palabras : « *El acto más reciente de la Unión.* »

Los soldados que guarnecían el castillo ya no tenían que colocar centinelas que vigilaran la aproximación del enemigo ; la campana de la torre, que en otro tiempo tocaba á rebato, estaba muda, y solo podía oírse la del empleado de ferrocarril, anunciando la llegada y las salidas de los trenes. El exprés, procedente de Escocia, pasa rápidamente el puente y corre hacia el Sur, sin que esto cause consternación alguna. Las abejas northumbrianas no tienen ya nada que temer : Chevy-Chase y Otterburn, se hallan hoy dedicados al pastoreo ; los únicos hombres de armas que se encuentran en el castillo de Berwick, son de piedra ; el fuerte de Bamborough se halla convertido en asilo de náufragos, y la torre normanda de Newcastle, se ha transformado en un museo de antigüedades. El ferrocarril, pues, ha consumado la unión.

CAPÍTULO XVIII

Ferrocarril de Chester á Holyhead. = Puentes de Menai y Conway.

Vamos ahora á describir brevemente otra obra importante, empezada por Jorge Stephenson y terminada por su hijo, que con este motivo dió á conocer una vez más sus portentosas y notables aptitudes : nos referimos al ferrocarril de Chester á Holyhead que completaba la conexión ferroviaria con Dublin, lo mismo que la línea de Newcastle y Berwick hacía otro tanto con Edimburgo. De este modo se verá la gran analogía que existía entre Telforol y los Stephenson ; uno y otro estaban dedicados al perfeccionamiento de las vías de comunicación de sus épocas respectivas ; el primero por medio de las carreteras y los segundos sirviéndose del ferrocarril.

En 1838, Jorge Stephenson hizo el trazado de una línea de Chester á Holyhead, presentando al mismo tiempo un informe respecto á la línea que atravesando el Norte de Gales llegara á Puerto Dynllaen, según lo propuesto por los representantes del ferrocarril irlandés. Su opinión era favorable á la línea que debía llegar hasta Holyhead, por considerarla menos costosa y de nivel