

obstáculos insuperables. Posteriormente el sistema de que venimos hablando, se ha propagado en muchos ferrocarriles de Alemania.

El fierro es, sin duda alguna, el mas precioso de todos los metales para el hombre, porque es el alma de todas las industrias, de todas las artes, y el manantial de la mayor parte de los bienes.—La perfeccion de su trabajo es generalmente el término de la inteligencia, y se podria, como lo ha dicho el célebre Thenard, «medir la civilizacion de un pueblo por la cantidad de fierro que consume.»

Al estado de fierro colado fué como por la primera vez se usó el metal en la formacion de los arcos de los grandes puentes, parodiando las construcciones de mampostería; pero el fierro colado es por su constitucion molecular de frágil naturaleza, apto simplemente para resistir á un esfuerzo de compresion; mas cede con facilidad á un choque violento, y se opone mal á las cargas que tienden á producir en él una flexion. Ademas, hay que tomar muchas precauciones en su fabricacion, y cuidar de no establecer una gran diferencia entre los espesores de las distintas partes de una misma pieza; pues de lo contrario, la contraccion del metal, determinada por el no simultáneo enfriamiento, ocasionaria la separacion de las partes y la ruptura probable de la pieza.

Sin duda todas estas circunstancias han motivado el que, generalmente hablando, hayan sido poco felices los resultados obtenidos por el empleo del fierro colado en la ereccion de los grandes puentes. El *palastro* ó lámina de fierro es eminentemente propio para la construccion de las traveses del sistema americano, tanto por el poco volumen de las piezas, que facilita su manejo y colocacion, cuanto porque la resis-

tencia del metal debe crecer por el efecto de la laminacion, que le da una textura fibrosa, compacta y homogénea.

Rivalizan en elegancia y solidez las numerosas obras de arte que, en la parte baja del ferrocarril mexicano, motivó la accidentada configuracion topográfica; pero entre todas ellas es el duente de Atoyac * el único que se ha levantado segun el sistema de celosía.

El intervalo de 98^m45 (323') que separa los paramentos interiores de los estribos, está dividido en tres tramos por dos machos, cuyos ejes distan entre sí 33^m53 (110'), y de los estribos 32^m47 (106' 6").

Los apoyos intermedios están formados por un sistema de seis columnas verticales de fierro colado, compuestas de varias piezas superpuestas, ligadas por travesaños y cruces de San Andrés, y que descansan sobre las bases superiores de unos macizos rectangulares, terminados en ambas cabezas por tajamares.

La altura de los piés derechos sobre los machones es de 16^m40, y la de estos sobre el nivel del agua, el 13 de Febrero de 1871 era de 8^m10.

Cada columna está formada de cinco fragmentos, que llamaremos tambores, de 2^m74 de longitud, 0^m404 de diámetro exterior, y 0^m041 de espesor, interpolados de anillos de 0^m45 altura, en cuyas extremidades superior é inferior se hallan practicados agujeros, en la misma disposicion que los que ofrecen las bases de los *tambores*, y por los cuales, una vez obtenida la coincidencia de los ejes, se hacen pasar roscas, que apretadas con tuercas ajustan una contra otra la base superior del tambor con la inferior del anillo ó vice versa.

El primer tambor descansa sobre una pie-

* Dista 10 kilómetros de Paso del Macho.

za de la misma altura que los *anillos*, que hace el oficio de base de la columna, y á la que sirve de asiento un patin circular de 0^m54 de radio, anclado sobre la superficie del machon con cuatro grandes pernos escamados y sellados con plomo.

El anillo que corona al último tambor representa el papel de capitel, y solo se diferencia de los anillos intermedios en que su base superior no es circular sino cuadrada.

Los ejes de las seis columnas que, como hemos dicho, forman cada pié derecho del puente, ocupan los vértices y los medios de los lados mayores de un rectángulo, cuyo centro coincide con el eje del machon; siendo sus dimensiones 4^m12 y 2^m285, y estando la mayor dispuesta en el sentido de la corriente del rio.

Grande y en extremo peligrosa seria la flexion que la enorme carga, tanto permanentemente como accidental, á que está sujeto el puente, ejerceria sobre las columnas si estas se encontrasen aisladas; pues que la ciencia fundada por Vavier nos enseña que el esfuerzo á que puede resistir un cuerpo prismático, comprimido en el sentido de su longitud, depende de la área de su seccion transversal, y disminuye considerablemente á medida que aumenta la razon de su longitud á su espesor; relacion que, en el caso que nos ocupa, es próximamente de 41: 1. En vista de estas consideraciones se han disminuido las causas de flexion, empleando travesaños horizontales á la altura de cada anillo, y un sistema de aspas dispuestas en planos verticales.

Descansando sobre los últimos anillos de las columnas se colocaron unas traveses de palastro, impropriadamente llamadas capiteles, de 4^m67 de longitud, 0^m55 de base y 0^m37 de altura.

La seccion trasversal de las traveses es la

de una **I** formada de una lámina vertical, enlazada con escuadras á otras dos horizontales.

Las traveses están dispuestas en el sentido de la corriente del rio, es decir, que cada una de ellas reposa sobre las tres columnas cuyos ejes están en una misma direccion.

Los llamados capiteles de cada pié derecho están ligados por otras traveses de su misma forma, que se apoyan contra las almas de las primeras, á las que se encuentran remachadas, y que tienen 2^m25 de longitud, 0^m35 de altura y 0^m31 de base.

Las pequeñas traveses distan entre sí de eje á eje 2^m77.

El fierro colado ha sido el material usado en la confeccion de las piezas de los piés derechos; las traveses del puente por el contrario, fueron hechas de palastro. Al establecer semejante diferencia entre los materiales empleados, se ha hecho una aplicacion oportuna de sus distintas naturalezas y propiedades, bastante conocidas de todos los constructores. Se sabé, en efecto, que la estructura molecular del fierro colado lo hace mas apto para resistir á la compresion que á la extension, verificándose lo contrario en el fierro dulce.

Pasemos á ocuparnos de la gran trabe del puente.

Ya dijimos que es del sistema Town, y los ingenieros ingleses lo designan bajo el nombre de *girder bridge*. Compónese la gran trabe del puente de dos armaduras horizontales de 100^m70 de longitud y 3^m10 de altura, distantes entre sí de eje á eje 2^m76. El espesor de la lámina es de 0^m011.

Las extremidades de las armaduras se introducen en unas grandes cajas, abiertas en los paramentos interiores de los estribos, y que miden en su base 1^m36 de fondo y 8^m90 de anchura: la altura del macizo de

la espalda es de 3^m50, y la de las paredes laterales de 4^m14.

Conviene, ántes de pasar adelante, señalar aquí un defecto de que, á nuestro entender, adolece la obra de que nos venimos ocupando, cual es el de que las traveses sin ninguna solución de continuidad, tengan toda la longitud comprendida entre los sostenes extremos ó estribos, siendo así que habria sido preferible dividirlos en fragmentos que se apoyasen sobre los piés derechos intermediarios. Ambas disposiciones tienen sus ventajas y sus inconvenientes. La primera da á los tramos no extremos mayor resistencia, porque en ellos al verificarse la flexión, las tangentes á la curva de la trabe conservan su horizontalidad, la viga puede ser mirada como empotrada por ambas extremidades, y ofrecerá, en consecuencia, una resistencia dupla de la que tendria en el caso de encontrarse simplemente apoyada.

La desventaja que ofrece la continuidad de la trabe consiste principalmente en que las vibraciones que produce el paso de los trenes sobre uno cualquiera de los tramos, se transmiten á los adyacentes, y todo aquel que conoce las propiedades del fierro, sabe los nocivos efectos que los sacudimientos producen en su textura, al grado de que, verificándose un nuevo agrupamiento entre sus moléculas, cambia su constitución y á la larga pierde su resistencia á la flexión. A esta causa se atribuyen las deprecaciones que han acelerado la duración de algunas construcciones notables del género de la que venimos hablando; entre otras, el puente de Austerlitz sobre el Sena, en Paris.

En toda la sección de Veracruz á Córdoba, del ferrocarril mexicano, ha sido tomado en consideración este importantísimo precepto: en el puente de la Soledad, sobre el Jamapa; en el de Paso del Macho,

sobre la barranca del mismo nombre; así como en los del Ante-burro, el Chiquihuite, San Alejo, y, finalmente, en el puente curvo y exviado sobre el Río-seco.

Únicamente en el de Atoyac la trabe es continua de uno á otro estribo; y si bien, como veremos en el curso de esta memoria, se han tomado algunas precauciones para amortiguar los efectos de las vibraciones, sin embargo, á nuestro modo de ver, mas eficaz habria sido independer las traveses en cada uno de los tres tramos.

Siendo evidente que las oscilaciones termométricas imprimen á las masas metálicas un aumento ó disminución proporcional á su coeficiente de dilatación, á la temperatura y á sus dimensiones, y la gran trabe del puente, no estando interrumpida de uno á otro estribo, compréndese sin dificultad la necesidad de facilitar el desliz de los extremos sobre los apoyos.

Segun Lavoisier, el coeficiente de dilatación del fierro laminado, por cada grado del termómetro centígrado está representado por la fracción 0,000123, y la longitud de la trabe, siendo de 100^m70, síguese que á cada grado de aumento ó disminución en la temperatura, sufrirá una expansión ó contracción de 0^m0012386, y en una variación de 30° á que puede suponerse que asciende en aquellos climas la gran oscilación estacional, el alargamiento de la trabe equivaldrá á 0^m037.

A este efecto, no descansa inmediatamente la trabe sobre el macizo del estribo, sino sobre un sistema de rodillos. Estos aparatos merecen una descripción especial. Están formados de seis cilindros de fierro colado de 0^m70 de longitud, justapuestos, y cuyos muñones entran á lo largo de dos barras laterales. Todos los cilindros tienen igual diámetro para ejecutar igual rotación.

Por resistente que fuera la roca sobre

que descansan los rodillos, estos se hundirían, con tanta mas razón, cuanto que la enorme presión que reciben no podrían transmitirla sino por una superficie de cortísima extensión, ó hablando con mas propiedad, por la línea de tangencia que determina el contacto entre el machón y la superficie de cada cilindro. Se obvió este inconveniente interponiendo entre los rodillos y la roca del macizo una plancha de fierro colado de 0^m85 de espesor, 0^m92 de longitud y 0^m61 de anchura.

Del mismo modo que las piedras de los machones, y por las razones de que arriba hemos hecho mención, podrían tambien comprimirse las extremidades de las armaduras en su contacto con los cilindros. Bastaria, pues, á primera vista, interponer entre los rodillos y las traveses una segunda placa, sencilla como la inferior; pero adoptando semejante disposición la cuestión no habria obtenido una solución satisfactoria.

En efecto, por poco que se reflexione acerca de los fenómenos que se verifican cuando una pieza prismática está puesta horizontalmente sobre dos apoyos, sometida á la acción de su propio peso y á la de otros accidentales, aplicados en su centro y distribuidos en toda su longitud; por poco que se examine la serie de fenómenos que se desarrolla, repetimos, reconócese desde luego que á medida que el centro de la pieza se deprime, se levantan sus extremidades, y llegan á descansar únicamente sobre las aristas de los apoyos.

Ahora bien, siendo perfectamente aplicable lo que acabamos de decir al caso de la trabe de un puente, si se interpusiese una simple plancha entre ella y los rodillos, sucedería que, si la plancha estaba invariablemente ligada á la armadura, esta, al elevarse sus extremidades, la arrastraría consigo en su movimiento, y la presión, ejer-

ciéndose únicamente sobre el último cilindro, próximo al borde del estribo, podría romperlo y poner en peligro la estabilidad de la construcción. Si la plancha estuviera libre entre los rodillos y la trabe; si bien ejercería una presión igual sobre todos los primeros, solo se encontraría comprimida por una fuerza oblicua en una de sus aristas, y la componente horizontal propendería á discolar el sistema, imprimiéndole un movimiento de resbalamiento.

Todas estas circunstancias han sido admirablemente estudiadas en los rodillos del puente de Atoyac.—A este efecto, entre las extremidades de la trabe y los rodillos, se interponen dos planchas de 0,92 de longitud, 0,61 de latitud y 0,75 de espesor. Las placas no están superpuestas, pues son susceptibles de girar al rededor de un eje horizontal que se introduce en dos cajas semicilíndricas practicadas en los rebordes que se observan en una de las caras de las planchas, de las cuales la superior está atornillada contra el extremo de uno de los flanges de la armadura.—Resulta de semejante disposición, que todos los rodillos se hallan igualmente comprimidos, y en tal virtud, la presión de la armadura sobre el macizo de mampostería, se ejerce sobre toda la superficie de la plancha inferior.

Sentado esto, demos una idea de la trabe.

Cada una de las armaduras que forman los costados de la trabe, cuyas dimensiones hemos apuntado anteriormente, está compuesta de piezas diagonales que se cruzan perpendicularmente, de tal suerte que forman dos cuadrados sobrepuestos en el sentido vertical, y tres justapuestos bajo la dirección de 45°, que las piezas oblicuas forman con la horizontal. Las aspas tienen 4 metros de longitud, y afectan en su sección transversal la figura de una T, compuesta de

dos escuadras de 0,^m10 por lado, y remachadas de trecho en trecho.

Todas las aspas del lado exterior de la armadura están colocadas en la misma direccion, así como todas las interiores siguen la direccion perpendicular. En el punto de cruzamiento de las aspas se interpone una placa cuadrada de 0,154 de lado, puesta oblicuamente, es decir, de modo que una de sus diagonales sea vertical.—Tanto en la plancha, como en las cabezas de las TT de las aspas están practicados dos taladros cilindricos, situados en una misma línea horizontal y que coinciden perfectamente. Sirven para dar paso á los remaches, por medio de los cuales se enlazan una con otra las aspas. Estas, llamadas tambien impropriamente *ángulos*, se remachan en sus extremidades superior é inferior, á uno y otro lado de las almas verticales de las trabes que abajo y arriba reinan en toda la longitud de cada armadura. Con este fin, los grupos de taladros circulares practicados en los cabos de las piezas diagonales, coinciden con otros sistemas de agujeros que en la misma disposicion están abiertos en las almas de las trabes de que acabamos de hablar.

Las trabes, con figura de T en su seccion transversal, constan de una lámina horizontal de 0,^m61 de anchura, encadenada con otra horizontal de 0,^m40, por medio de escuadras remachadas á los flanges y á la alma.

Hácia las extremidades de la armadura, para consolidar el sistema, se cubre la celosía que entre sí forman las aspas, en una anchura de 1,^m50, interponiendo entre las caras planas de las piezas diagonales, grandes láminas verticales, enlazadas tanto interior como exteriormente por unas nervaduras que corresponden dos á dos á un mismo plano radial, y que exhiben en su corte transversal la forma de T.

Semejante disposicion se adoptó tambien en la parte de los costados de la trabe que se encuentra sobre los piés derechos, á fin de variar el efecto monótono que produciria la celosía no interrumpida de uno á otro estribo, y tambien para amortiguar los efectos de las vibraciones.

No siendo la altura de las armaduras bastante grande para que el tráfico pueda establecerse interiormente, y no siendo tampoco obligatorio, como en el puente de la Soledad, sobre el Jamapa, dejar un libre paso para los pedestres y las cabalgaduras, puesto que á unos cuantos metros rio arriba de la vía férrea, existe sobre el mismo Atoyac un puente de mampostería para el servicio del camino nacional de México á Veracruz, se concibe la facilidad de aprovechar las ventajas que trae consigo el que la circulacion de los trenes pueda verificarse por la parte superior de la armadura.

La solidaridad de los costados de la trabe se aumentó considerablemente por la adopcion de dos sistemas de cruces de San Andrés, horizontales, formadas por barras planas, cuyos extremos están remachados á las costillas de los largueros superior é inferior de cada armadura.

Las paredes laterales están ademas ligadas por travesaños compuestos de dobles escuadras que abrazan entre sus extremos unas planchas verticales, destinadas á recibir los cabos de una cruz de San Andrés, dispuesta en un plano perpendicular á la longitud del puente.—Estos planos radiales distan dos diagonales de los cuadrados de la celosía.

Finalmente, sobre las cabezas de las armaduras y en la parte que corresponde á los ángulos de los cuadrados, insisten los durmientes ó *piezas de puente*, de 4,^m89 de longitud, 0,^m16 de base por 0,^m25 de peral-

te, y cuya seccion vertical es la de una doble T.

Los largueros que llevan los rieles, distan, como se sabe, de eje á eje 1,^m50.—A uno y otro lado de la vía férrea, y hácia las extremidades de las piezas de puente, se construyeron sobre estas caminos de tablas para el exclusivo uso de los pedestres.

El 16 de Abril de 1871 se inauguró el puente, asistiendo por invitacion de la empresa, multitud de personas de Veracruz, el presidente del tribunal superior, el secretario del gobierno en representacion del gobernador, cuatro diputados de la legislatu-

ra, los jefes de las oficinas federales, y tambien los generales Cevallos, Alatorre, y otras personas de Orizava.—Remacharon cuatro clavos á fuego, D. Antonio Escandon, el presidente del tribunal superior de justicia, un empleado de la compañía constructora, y el que se destinaba para el gobierno lo remachó un obrero.

La ereccion del puente duró sesenta y dos dias.

Creemos útil terminar esta memoria consignando los resultados de los cálculos que hemos hecho acerca del peso de la obra de que nos venimos ocupando.

	Tons.	Kil.		
Peso de cada pié derecho.....	64	903
Peso de ambos piés derechos.....			129	806
Peso de cada rodillo.....	1	344
Peso de los cuatro rodillos.....			5	376
Peso total de la trabe.....			149	175
Peso total del puente.....	(Toneladas).		284	357

México, Agosto de 1872.

V. REYES.

ANAHUAC.—MÉXICO.—TENOCHTITLAN.

En el artículo noveno de los «Estudios sobre la historia antigua de México,» que en el tomo II del Boletín de la Sociedad de Geografía y Estadística publicó el erudito Sr. D. Manuel Payno, se encuentran preciosos datos sobre la etimología de las palabras que encabezan este. Creo que en la verdadera etimología de ellos está envuelta una cuestion de historia y de heráldica nacional; sin pretender igualarme en conoci-

mientos con el apreciable historiador, ni mucho ménos jactarme de haber encontrado la verdad en este punto, de suyo tan oscuro, me propongo presentar mis ideas sobre el particular, porque, unidas á las emitidas por el Sr. Payno, quizá puedan arrojar alguna luz.

¿A qué daban los mexicanos el nombre de *Anáhuac*? ¿Esta palabra es enteramente mexicana, ó es, como lo cree el Sr. Pay-