

de modo que no pueda haber mas que una sola de las palancas *i i'* sumergida en el mercurio, cuando por el contrario la del lado opuesto *y*, se hallará en contacto con dicho metal siempre que una de las otras lo esté. El efecto será evidentemente el de no tener en comunicacion el conductor *e e e* de la via *G*, sino con aquel de los tres hilos que proteja la via que tengan abierta las agujas en aquel momento. Si se tiene la precaucion de que las palancas y rodajas guarden las distancias relativas á los centros de las barras-carriles á que correspondan, se conseguirá que solo cuando las dichas barras movibles se hallen en su posicion normal, habrá comunicacion del alambre *e e e* con uno de los puestos; y que en cualquier otro caso las palancas, libres de toda compresion, tocarán con sus extremos exteriores las cabezas *p q* de unos alambres enterrados, y cerrarán por consiguiente el circuito de que cada una de ellas forma parte.

El servicio de este mecanismo no es de difícil comprension. El riesgo de que un tren tome una via por otra, no se convierte en peligro sino cuando en la segunda existe algun obstáculo; y basta que este se halle señalado por cualquiera de los medios indicados, para que el tren que peligra reciba el aviso oportuno. La reunion de los alambres mas largos de los tres conductores en el punto *a'*, en la forma descrita, preserva del segundo de los riesgos mencionados; porque luego que dos trenes entran en los trozos de las vias, preservados por ellos, recibirán la señal de alarma. Hay en esta combinacion un caso en que puede tenerse un aviso falso; y es, cuando un tren pasa de la via *G* (figura 11), á cualquiera de las otras, y lo ejecuta en el momento en que un tren distinto entra en el último trozo de alambre de cualquiera de las dos vias libres. El primero, que habia pasado de las agujas sin señal, la recibirá despues sin correr ningun peligro; pero el error es momentáneo; porque adelantándose el que lo ha ocasionado hasta extinguir la velocidad adquirida, uno y otro se hallarán á la vista y reconocerán la causa de la señal recibida por ambos.

(Se concluirá.)

SOCIEDAD DE INGENIEROS CIVILES DE FRANCIA.—NOTA DE MR. MOLINOS SOBRE LAS CONSIDERACIONES QUE PUEDEN SERVIR DE GUIA EN LA ELECCION DE UN SISTEMA DE PUENTES.

(Traduccion de L'Ingenieur).

Objeto de la nota. Nos proponemos examinar en esta nota los principales sistemas de puentes metálicos que hasta el presente han sido ejecutados, é indicar bajo un punto de vista muy general las ventajas respectivas que presentan, segun las diversas condiciones de los problemas que se trata de resolver.

Se concibe, atendiendo á la variedad considerable de estas condiciones, que es difícil sino imposible sacar resultados que puedan considerarse como reglas invariables. Por lo tanto, únicamente pueden servir de guia en la mayor parte de los casos los caracteres generales para la eleccion de un sistema, y estos caracteres son los que ensayaremos resumir.

Diferentes sistemas de puentes considerados relativamente á su forma. Los sistemas de puentes ejecutados hasta el presente, pueden relativamente

á su forma dividirse en tres clases, á saber: los puentes colgados, los puentes de piezas rectas y los de piezas curvas.

Puentes colgados. Diremos algunas palabras del primero de estos sistemas. Algunos accidentes tan graves como inesperados, han producido contra los puentes colgados una reaccion que inclina á proscribir universalmente su empleo. ¿Conviene desanimarse por estos precedentes funestos, y considerar los puentes colgados, que son cómodos y económicos, y en ocasiones frecuentes, los únicos que es posible establecer, como destinados á desaparecer definitivamente del dominio del arte, ó intentar nuevos esfuerzos para que ocupen su lugar? Un estudio atento de la verdadera teoria de estos puentes decidirá fácilmente esta cuestion. La mayor parte de los puentes colgados construidos hasta el dia, lo han sido segun un mismo modelo y no tememos afirmar que casi todos tambien son muy peligrosos. Estos puentes compuestos, el mayor número, de partes mal unidas entre sí, de una cadena o cable muy espuesto á deformarse por su misma constitucion y al cual las sobrecargas no se transmiten mas que en un solo punto á la vez, escapan casi completamente al cálculo porque salen de las condiciones sobre que está basada la teoria de la resistencia. Es evidente, en efecto, que no se les puede considerar en equilibrio estable bajo la accion de sobrecargas en movimiento; así se ven los tableros de estos puentes sometidos á oscilaciones cuyas amplitudes pueden variar siguiendo las circunstancias casuales que presente la combinacion del paso de varias personas ó de las sacudidas causadas por muchos vehículos; resultando tambien que, segun los esfuerzos producidos por estas diferentes causas se añadan en ciertos momentos, pueden desarrollarse en el curso de las oscilaciones, fuerzas infinitamente superiores á las que corresponden al equilibrio estático. A esta causa deben atribuirse los numerosos accidentes que estos puentes han ocasionado en los últimos tiempos.

Existen algunas construcciones del género que examinamos, que parece han resuelto problemas bastante difíciles para que se deba, antes de condenar el sistema, tratar de si es posible atenuar sus inconvenientes. El puente de Friburgo, el puente colgado de Londres, son ejemplos bien dignos de animar á investigaciones de esta especie. Por nuestra parte creemos que hay circunstancias en que los puentes colgados ofrecen grandes ventajas, y que es posible por medio de ciertas disposiciones darles una estabilidad suficiente para que las vibraciones á que están sometidos resulten tan poco sensibles que no presenten inconvenientes graves. Vamos á indicar el camino que creemos debe seguirse para buscar estas mejoras, de las que algunas han sido ya ensayadas por varios ingenieros, pero no tan completa y radicalmente como era necesario para alcanzar cumplidamente el objeto.

La principal causa de las oscilaciones del tablero de un puente colgado, consiste en el modo de unir el tablero al cable: el sistema de péndolas verticales, casi universalmente adoptado, presenta el

grave inconveniente de transmitir el peso de la sobrecarga en movimiento á un solo punto de la cadena y por consiguiente de provocar su alteracion de forma y favorecer en cuanto es posible el desarrollo de la oscilacion. Seria una mejora muy sensible en la construccion de estos puentes, reemplazar las péndolas verticales por piezas colocadas diagonalmente, que refiriesen directamente la presion de la sobrecarga sobre una longitud mayor del cable, é hiciesen menos fácil su alteracion de forma: el tablero, de este modo, estaria ligado al cable por un enrejado de hierro en forma de T propio para oponerse eficazmente á este género de movimiento, introduciéndose en el sistema fuerzas interiores de consideracion. Se obtendria tambien un excelente resultado prolongando estas piezas por debajo del tablero y reuniendo sus extremos por otro cable cuya convexidad estuviese en sentido inverso del superior. El papel que juega este segundo cable es fácil de concebir: en las disposiciones actuales, cuando el tablero ha descendido bajo la influencia de una carga y vuelve á subir pasando de la posicion de equilibrio á causa de su elasticidad, ninguna otra accion realmente eficaz, mas que el peso, se opone á este movimiento de ascension, porque las péndolas sufriendo compresion se doblan á causa de su pequeño diámetro, y resulta que estas oscilaciones se detienen lentamente y hay grande riesgo de que se aumenten combinándose las acciones que las han determinado. Por medio de la cadena inferior se podria dar á las péndolas una tension inicial que aumentaria considerablemente la rigidez del sistema; cada oscilacion seria entonces destruida por los esfuerzos de tension que se desarrollaria en los dos cables. El papel que juega el tablero nos parece que debe ser distinto del que generalmente se le atribuye. La mayor parte se compone de maderos de suelo colocados paralelamente, de modo que contribuyen en grande escala á aumentar los inconvenientes que hemos señalado; seria indudablemente preferible reemplazarlos por piezas cruzadas siempre con el objeto de repartir el esfuerzo causado por la sobrecarga sobre la mayor longitud posible de cadena. En fin, para puentes de gran luz, que es el caso en que los puentes colgados pueden hacer el mayor servicio, la forma del cable es de una gran importancia y este punto nos parece que hasta el dia no se ha tomado bastante en consideracion. Se ha adoptado, en efecto, casi esclusivamente para estas construcciones, los cables de alambre, y seguramente, si estos cables presentan algunas ventajas como por ejemplo mayor resistencia á igualdad de seccion, ofrecen tambien graves inconvenientes. Ahora que por el empleo frecuente del hierro en las grandes construcciones han desaparecido la mayor parte de las prevenciones por las cuales se ha proscrito el hierro laminado en los puentes colgados, seria del caso examinar si por otras consideraciones deberia preferirse su empleo al del alambre para la construccion de los cables. A poco que se reflexione, claramente se ve que la forma del cable debe jugar un papel muy importante en el equilibrio de los puentes. Se obtendria ciertamen-

te una mejora notable, empleando cables formados de tubos de palastro unidos con remaches, teniendo una cierta altura y por consiguiente una gran resistencia á la alteracion de forma en el sentido vertical.

En resumen, puede decirse que en la construccion de los puentes colgados, en los cuales se han presentado con mas gravedad los inconvenientes que á primera vista parecen inherentes al sistema, se ha desconocido un gran principio de arte, á saber: el de interesar á la vez la mayor parte posible de la obra en el efecto de la resistencia. Creemos que el conjunto de modificaciones indicadas puede realmente hacer desaparecer del todo los inconvenientes, y por consiguiente los peligros de los puentes colgados; y que seria de desear no se abandonara con demasiada ligereza un sistema de construccion, que difícilmente podria reemplazarse con ventaja en muchas ocasiones. Debemos añadir que MM. Oudry y Cadiat han establecido en Castelfranc un puente colgado, en cuya construccion han realizado algunas de las indicaciones anteriores. Aunque su sistema de péndolas de alambre no presenta las ventajas de las de hierro laminado, y no han empleado la cadena inferior, y á pesar de que los cables son tambien de alambre, parece que este puente se encuentra en condiciones de estabilidad muy superiores á las que tienen la mayor parte de las construcciones de este género.

Puentes rectos. Los puentes rectos, es decir, formados de vigas rectas, no pueden ser si no de madera ó de metal; y no debiendo considerar los primeros sino como construcciones provisionales, ó al menos de una duracion muy limitada, nos ocuparemos desde luego de los segundos.

Del empleo de la fundicion y del hierro dulce en la construccion de los puentes rectos. Los metales empleados en la construccion de estos puentes, son el hierro fundido y el forjado. La utilidad relativa de estos materiales depende mucho de la importancia de la obra. Para puentes de pequeña luz, la fundicion puede tener un empleo excelente; es mas económica que el hierro dulce; pero su aplicacion se encuentra muy pronto limitada por las exigencias de la fabricacion. La forma de las piezas, influyendo en las condiciones del moldeado, tambien influye en su solidez; y uno de los inconvenientes mas graves de la fundicion, es el exigir bajo este punto de vista la mas escrupulosa atencion en la eleccion de la forma. Es preciso que esta sea tal, que la contraccion se haga con facilidad; es preciso evitar todo nervio trasversal que tienda á fijar en la arena muchos puntos de la pieza, y por consiguiente á desarrollar en su interior tensiones iniciales, que modifican profundamente las condiciones de resistencia; los huecos, impidiendo que el calor se reparta uniformemente, producen tambien un efecto perjudicial; es preciso, en fin, que la pieza presente una seccion tan uniforme como sea posible, porque toda variacion de espesor, ocasionando en el enfriamiento una diferencia de velocidad, tiende á formar una especie de desunion: esto es lo que sucede, por ejemplo, en una viga de doble T en la linea de union de la pared vertical

con el nervio horizontal, cuando los espesores de estas dos partes son diferentes. Desgraciadamente, aun cuando se han tomado todas estas precauciones, olvidadas frecuentemente, no se puede llegar á obtener una forma de vigas que no experimente alguna alteracion, y cuando se ensaya en las vigas hechas con las mejores condiciones, se encuentra siempre que el esfuerzo que rompe á la fibra mas cargada, es menor que el que produce la rotura en las barras de ensayo, que fabricadas de dimensiones pequeñas, conservan mejor las cualidades del metal. La longitud de las piezas, la superficie que presentan, tiene tambien sobre su resistencia una influencia notable. Una observacion bien sencilla puede demostrarlo: la contraccion, medida con cuidado en vigas de 2 á 5 metros, es de 10 milímetros, y la de vigas de 7 á 10 metros, colocadas en iguales condiciones y del mismo material, no es mas que de 3 milímetros. Creemos que una longitud de 10 á 12 metros debe considerarse como un máximo á que conviene no llegar sin necesidad.

Mas allá de estas dimensiones es preciso componer las vigas de varias piezas; los inconvenientes que ofrece siempre un ensamblaje creemos deben inclinar á sustituir las piezas de fundicion por las de palastro ó hierro laminado.

Puentes de fundicion de Auteuil. M. E. Flachet, ingeniero jefe del camino de hierro de San German, ha hecho en el camino de hierro de Auteuil una feliz aplicacion de los puentes de fundicion y mampostería. Estos puentes tienen entre los estribos 7 metros; se componen de vigas de 8,^m 50 de longitud por 0,^m 55 á 60 c. de altura, colocadas á 2,^m 20 próximamente de distancia, y enlazadas por dos riostras que dividen en tres partes iguales el espacio comprendido entre los estribos: el espacio comprendido entre cada dos vigas se cubre por una bóveda de ladrillo. Estos puentes son muy rígidos y vibran muy poco á causa de la masa de fábrica y del peso considerable del puente con relacion á la sobre-carga. Si se reflexiona en las condiciones á que deben necesariamente satisfacer los puentes de Auteuil, se verá en el estudio de estas obras un ejemplo manifiesto de los servicios que pueden, en ciertos casos, prestar los puentes metálicos. La rasante del camino de Auteuil que atraviesa todo Paris en desmonte está constantemente limitada, inferiormente por el nivel del Sena, superiormente por el nivel de las calles que se podría cambiar ó variar muy poco; era preciso, pues, absolutamente emplear un sistema de puentes que tuviese el menor espesor posible entre el piso de la calzada y el paramento inferior, y en los que se han construido no escude el espesor total de 0,^m 80. Presentan ademas una seccion de desagüe rectangular, condicion indispensable para obtener en toda su estension la altura minima, lo cual excluye la forma curva.

Puentes rectos de palastro. Las vigas de palastro son sumamente propias para las grandes aberturas; presentan en todos los casos ventajas notables sobre las de fundicion; mayor seguridad, en atencion á la homogeneidad del metal y á la mas fácil apreciacion de sus cualidades; aplicarse

sin inconvenientes á toda clase de forma, y por consiguiente permitir la eleccion de la que mas convenga respecto á la resistencia; las luces ó aberturas que pueden franquear son casi indefinidas; en una palabra, son las mas adecuadas para obras de importancia, en las que es preciso reunir á la vez una gran resistencia, las ventajas de las formas teóricas y una ligereza relativa.

Ventajas de los puentes rectos metálicos. Examinemos ahora las ventajas que presentan en general y en su mayor parte los puentes rectos.

1.º La resultante de la accion de un puente de vigas rectas sobre las pilas es siempre vertical, abstraccion hecha de la componente horizontal debida al rozamiento producido por la dilatacion de las vigas, cuya fuerza, por otra parte, puede hacerse siempre despreciable con ciertas precauciones.

En los puentes en arco, por el contrario, las bóvedas ejercen esfuerzos oblicuos, cuya intensidad puede con frecuencia variar notablemente bajo la influencia de sobre cargas algo considerables. Resulta de aqui que las pilas tienen menos importancia en el sistema de piezas rectas que en los demas.

Cuando las pilas son elevadas, es tambien sumamente ventajoso que la accion ejercida sobre ellas sea vertical, pues es claro que en este caso una accion horizontal puede ejercer inmediatamente una gran influencia sobre su momento de estabilidad.

2.º Los puentes rectos permiten un desagüe grande y completamente independiente de la luz de los tramos, ventaja que únicamente tienen los puentes metálicos. Mas adelante indicaremos las disposiciones por medio de las cuales se puede realizar.

3.º Los puentes rectos proporcionan el medio de franquear con facilidad estensiones grandes, permitiendo disminuir el número de pilas, ventajas que en ciertos casos pueden ser de un gran valor, ya porque las fundaciones presenten dificultades, ya porque importe conservar el mayor desagüe posible.

4.º Si una pila de un puente de vigas rectas de palastro experimenta un asiento ó una desviacion, es fácil remediar el mal variando el punto de apoyo de las vigas, mientras que en los puentes curvos las deformaciones se propagan á todos los arcos, ocasionando cambios en el valor y en el punto de aplicacion de las resultantes de las fuerzas, lo cual tiene por efecto esponer los materiales á esfuerzos superiores á los que pueden resistir, y producir en toda una obra averias muy graves por el movimineto de una sola pila.

5.º En fin, presentan la inapreciable ventaja de poder establecerse en vias que existan en explotacion sin necesidad de interrumpir la circulacion. Recordaremos como el ejemplo mas notable de la solucion de este problema la construccion de los puentes de Clichy y Asnières, ejecutados por M. E. Flachet en condiciones que hubieran hecho renunciar á semejante tentativa, si el empleo de las vigas de palastro no hubiese permitido vencer las dificultades. Sin entrar en detalles de estos nota-

bles trabajos (1), nos contentaremos con decir que el actual puente de Asnières ha sustituido á un puente provisional de madera en un camino cuya circulacion es; término medio, de siete trenes por hora, sin que el servicio haya experimentado la menor interrupcion en ninguna de las tres vias que sostiene el puente. Las vigas de palastro, llevadas por trozos de 16 á 18 metros de longitud á su emplazamiento, fueron elevadas y ajustadas en el interior del puente de madera; los maderos de suelo y las vias del nuevo puente de palastro se colocaron un poco inferiores á las del puente provisional, de modo que algunas noches la circulacion se estableció sobre el puente de palastro sin que en todo el curso de esta empresa tan delicada, que ha durado ocho meses, haya ocurrido ningun suceso imprevisto en el orden de los trabajos; ni su éxito se haya comprometido un instante. Basta con estas indicaciones para comprender que solamente un puente de vigas rectas, que pueden ser trasportadas, elevadas y colocadas por fragmentos, podia prestarse á una sustitucion tan difícil.

Las ventajas que acabamos de citar pueden considerarse como esencialmente peculiares á los puentes rectos metálicos. Ningun otro sistema las posee como estos.

Puentes en arco. Los puentes circulares de metal han recibido, especialmente en Inglaterra, numerosas aplicaciones. Deben distinguirse en estos puentes dos sistemas muy diferentes: los puentes en arco propiamente dichos, y los que se conocen en Inglaterra con el nombre de *Bow-strings*. Estos últimos se componen principalmente de un arco subtendido por su cuerda.

Ventajas é inconvenientes de los puentes circulares de un solo arco. Los puentes circulares, en igualdad de circunstancias bajo otros aspectos, son el sistema mas ventajoso respecto al empleo del metal en su construccion para los casos de un solo arco; es decir, que para una luz dada, un arco ofrece mas ventaja respecto al empleo del material metálico, que una viga que tiene por altura la flecha de este arco. Pero los puentes de arco llevan consigo la construccion de estribos costosos, sobre todo si la abertura es grande con relación á la flecha. La componente horizontal del esfuerzo ejercido por el arco sobre el estribo, crece en efecto en razon inversa de la flecha y en razon directa del cuadrado de la luz. Cuando las condiciones de desagüe, etc., impuestas para la construccion del puente no permiten sino una pequeña flecha, se originan inmediatamente esfuerzos considerables que necesitan un volumen inmenso en la parte de fábrica, cuya ejecucion, de la mayor importancia para la resistencia del puente, suele ofrecer grandes dificultades. Para dar una idea del valor de estas fuerzas citaremos el ejemplo de un puente circular de 75 metros de luz, cuya flecha es de $\frac{1}{15}$; el peso por metro lineal próximamente 12.000 kilogramos, incluyendo las sobrecargas,

y resulta sobre los estribos un esfuerzo próximamente de 2.000.000 kilogramos. Para que tal arco no pueda resbalar sobre el plano de los arranques, es preciso que el peso de fábrica que cargue sobre ellos sea el de 1.500 metros cúbicos. Es verdad que prolongando la bóveda en el interior de los estribos puede disminuirse algo su espesor; pero fácilmente se comprende que estos puentes no serán ventajosos sino en circunstancias especiales, ya respecto á la naturaleza del terreno, ó de los recursos que pueda haber para la construccion de la parte de fábrica.

Hay casos en que este sistema de puentes es el único posible, á saber: cuando hay que proporcionar un desagüe determinado, estando al propio tiempo invariablemente fijo el nivel del plano superior. Los puentes circulares, en efecto, permiten dar á la clave un espesor muy pequeño respecto á la luz; igualmente es fácil dar á todo el puente una curvatura general sobre todo él, en caso de estar establecido en un camino ordinario, lo cual permite ganar altura y puede ser un gran recurso; en una palabra, si se supone un puente que por circunstancias especiales, como por ejemplo, una gran anchura, no pueda construirse con dos vigas laterales solamente; que el plano de los arranques esté determinado por la altura de un camino de sirga sobre el estribo; que el desagüe esté limitado, podrá darse el caso en que un puente circular sea el único posible.

La condicion única que determina el espesor en la clave es, en efecto, que la seccion presentada por la fuerza sea suficiente para resistir á la componente horizontal; y á causa de la gran resistencia del metal esta condicion se cumple generalmente con dimensiones de clave relativamente pequeñas.

Metal que conviene emplear para los puentes circulares. En cuanto al metal que ha de emplearse para estos puentes, puede ser el hierro dulce ó fundido. Creemos que para este sistema, bajo todos aspectos, es mas ventajoso usar el fundido. En efecto, resistirá completamente á la compresion; será generalmente fácil obtener la forma de dovelas que mejor satisface á las condiciones de figura y dimension mas convenientes para la fundicion; en fin, los ensamblages de las diferentes piezas formando parte de un sistema en el cual actúan las fuerzas por compresion, se encontrarán en las mejores condiciones de resistencia. Creemos, no obstante, que para aberturas algo considerables el empleo del hierro forjado presentará ventajas, especialmente bajo el aspecto de seguridad.

Sin entrar en un estudio especial de la forma mas conveniente á cada sistema, por miedo de estendernos demasiado, es sin embargo, indispensable decir algunas palabras sobre la forma de los arcos; esta cuestion influye mucho en sus respectivas ventajas é inconvenientes para que la pasemos en silencio.

De la forma de los arcos. Se conocen tipos muy variados de puentes circulares, desde el puente célebre de Mr. Polonceau hasta los últimos de fundicion formados de dovelas, que se han construido en el camino de Avignon. Se reprueba en la ma-

(1) En el tomo 2.º de nuestra *Revista*, pág. 89 hemos hecho una ligera descripcion del puente de Asnières.

(N. de la R.)

por parte la circunstancia de deformarse fácilmente cuando están sometidos á cargas desigualmente repartidas, y de vibrar comunmente de manera que pelagra su resistencia. Se ha tratado de remediar estos inconvenientes por diferentes medios; pero el mejor, ciertamente, es dar al arco una gran altura, de manera que las alteraciones de forma que todas tienden á producirse en el plano vertical verifiquen mas difícilmente su cambio de curvatura; y además reunir el arco al tablero ó piso del puente por timpanos de piezas cruzadas ó mejor aun, maticos, los cuales ligados entre sí á la vez que con los diversos partes del arco que experimentan alteraciones de forma desiguales, dan origen á fuerzas interiores que contribuyen poderosamente á destruir las vibraciones. Seguramente una de las principales causas de las vibraciones que se hacen notar en el puente de Carrousel es el no haber tomado esta útil precaucion. Los puentes de M. Talabot, compuestos de dovelas de fundicion y formando por consiguiente timpanos llenos, nos parecen preferibles.

Algunos ingenieros han imaginado también hacer arcos compuestos de tubos cilindricos rellenan-do estos de una materia pesada como hormigon ó betun, proponiéndose de esta manera un doble objeto á saber: impedir las alteraciones de forma del tubo, y disminuir las vibraciones aumentando la masa. A poco que se reflexione en semejante sistema se comprenderá que no es muy racional. Indudablemente es preferible dar á los tubos una forma rectangular en el sentido vertical, hacer que el puente sea sólido descargándole de un peso inútil y emplear una porcion de metal que seria preciso aumentar, teniendo en cuenta las sobrecargas, en reforzar los timpanos como se ha indicado antes. Por otra parte, la materia conque se rellenará los tubos rectangulares no tendria accion alguna en cuanto á la conservacion de la forma, porque si se produce una alteracion será de modo que la seccion transversal del tubo se aproxime al máximo, y entonces la cantidad de materia colocada en él será insuficiente. Creemos, por otra parte, que es preciso no preocuparse demasiado por vibraciones cuya amplitud no llega á tener valores muy crecidos.

En fin, añadiremos, para terminar con los puentes en forma de tubos, que importa mucho construirlos de manera que los remaches puedan ser reparados esteriormente. En efecto, sucederá con frecuencia que en un puente de palastro ya construido y colocado, sea necesario cambiar algunos remaches ó uniones mal dispuestos en el taller. Consideramos como una objecion muy grave al sistema de puentes de tubos el que esta operacion no pueda ejecutarse.

Puentes circulares de varios arcos. En el caso de varios arcos, los puentes circulares presentan un inconveniente que tambien tienen los de fábrica y es, que las pilas deben servir de estribos. En ciertas circunstancias, como por ejemplo, en viaductos de mucha altura, esta condicion puede ocasionar construcciones muy costosas; y no se debe pensar en despreciar esta precaucion, que en efecto no siempre se satisface, si ha de evitarse que un acci-

dente en un arco comprometa la solidez de toda la obra: citaremos en apoyo de esta observacion el ejemplo del antiguo puente de Asnières compuesto de arcos de madera, que se arruinó completamente por el incendio de un arco: los empujes respectivos no estando destruidos por las pilas, estas se invirtieron sucesivamente y el puente entero se hundió.

Los esfuerzos desiguales que provienen de las sobrecargas desigualmente repartidas, especialmente al paso de los trenes en los puentes de caminos de hierro, y las dilataciones desiguales que pueden producirse en los diferentes arcos por la accion del calor, pueden causar tambien efectos perjudiciales dando origen á empujes horizontales, cuyo valor puede ser considerable, y que obrando alternativamente en uno ú otro sentido, determinan en las pilas movimientos que modifican el equilibrio del puente. En Inglaterra se han construido puentes de fundicion circulares cuyas pilas, á partir de los arranques, son tambien de fundicion y forman parte de los arcos; pero á no ser que el puente tenga una masa muy considerable, este sistema presenta el grave inconveniente de permitir que las vibraciones se transmitan de un arco á otro, lo cual es muy peligroso; el ejemplo del puente de las Artes basta para hacer notar perfectamente el inconveniente que hemos manifestado. Puede decirse que en general los puentes rectos de vigas continuas son los preferibles en el caso de muchos tramos.

(Se continuará.)

FERRO-CARRILES INGLESES.

ESTADÍSTICA DE 1853.

Los lectores de la *Revista* han tenido ocasion de conocer la estadística de los caminos de hierro de Inglaterra desde 1843 á fin de 1852 en el tomo II (1): vamos á dar ahora el complemento hasta fin de 1853 tomado de los mismos datos oficiales que entonces, y que periódicamente publica el gobierno ingles.

El número de millas concedidas durante este año ha sido de 589 en Inglaterra, 80 en Escocia y 271 en Irlanda, cuyo total de 940 es mucho mayor que el de los años del 48 inclusive al 52. Con esta cifra, la total de concesiones hechas por el parlamento se eleva á 12 688 millas. Las de mas importancia son las siguientes.

En Inglaterra:

La línea de Strood á Canterbury, con la cual se hará continua la comunicacion por ferro-carril con el North-Foreland por la orilla derecha del Támesis.

La línea de Portsmouth, que comunicará directamente á este puerto con la capital.

La línea desde Leicester, en el Midland Railway á Hitchin en el Great Northern Railway.

La línea de Worcester á Hereford, que proporcionará la union de los condados del interior con el Gales meridional.

En Irlanda:

La línea de Londonderry á Coleraine, camino recto de Belfast á Londonderry.

La línea de estos puntos á Sligo, que quedará unida á Dublin.

Las principales líneas abiertas al tránsito durante el mismo año, son:

En Inglaterra:

La línea de Wolvercot á Evesham, que une con Londres á Worcester, Oxford y el campo intermedio.

(1) Núm. 11, pág. 142.