

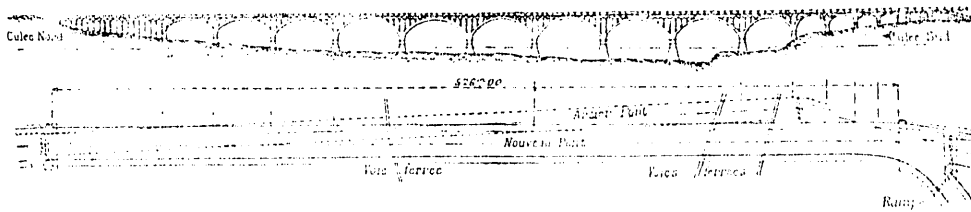
rable para la acción de las corrientes marítimas. En toda su longitud deben los diques sobrepasar notablemente el nivel de las más altas aguas, á fin de evitar el depósito de las arenas que penetran del exterior en el canal. La construcción debe ser rápida para evitar que la barra varíe de forma durante la construcción de las obras.

Con arreglo á estos principios es como se ha constituido el puerto de Tampico, en México, en la desembocadura del río Panuco. La construcción, comenzada en 1891, no ha durado más que dieciocho meses.

El nuevo viaducto de hormigón sobre el Bic Creek en Cleveland (Ohio, Estados Unidos).

Se acaba actualmente de construir en Cleveland un viaducto de hormigón de 526 metros de longitud, en sustitución de un antiguo viaducto metálico.

A la descripción de este viaducto dedica *Le Génie Civil* un



Figs. 1.^a y 2.^a

artículo firmado por M. P. C., el cual resumiremos á continuación.

La nueva obra se compone de diez arcos principales, los cuales se continúan sobre la orilla meridional por cuatro arcos menos importantes, enlazándose unos y otros á las orillas por unos viaductos de aproximación soportados por unos pilares rectos muy próximos (figuras 1.^a y 2.^a).

Cada arco principal se compone de cuatro arcos paralelos distintos que sostienen al tablero por el intermedio de columnas ligeras, reunidas por bovedillas en su parte superior. Este método ha sido recientemente aplicado en los Estados Unidos á la construcción del viaducto de Tankhamock; en esta obra, los arcos principales se componen de dos arcos parciales que dejan entre sí un pequeño intervalo (1,80 metros), de modo que este puente puede considerarse, en realidad, como formado por dos puentes distintos que llevan cada uno una vía férrea.

Los arcos principales del puente de Cleveland, mucho más ligeros, se componen de cuatro arcos parciales de hormigón (figuras 3.^a y 4.^a) que tienen 2,13 metros de anchura para los arcos centrales y 1,83 para los arcos extremos. El espesor de los arcos es de 1,83 metros en los arranques y 1,10 en la clave. Este espesor se reduce para los arcos extremos, cuya longitud es menor. La luz máxima de los arcos principales es de 39 metros (12,35 metros de eje á eje de las pilas).

Una particularidad de este puente es que la línea de los arranques sucesivos no es horizontal. Para los arcos principales la inclinación es pequeña, la misma del tablero, es decir, 0,4 por 100, así es que no puede apreciarse á la simple vista.

Pero, para los arcos laterales, la línea de los arranques se eleva con rapidez siguiendo casi la inclinación del suelo; se sigue de aquí que los arcos son todos desimétricos.

Los arcos son independientes por completo; no existe enrostramiento mas que entre las columnas de los arcos interiores, colocados inmediatamente á una y otra parte de las pilas.

Las pilas, de cemento armado son huecas y tienen una forma muy ensanchada en la base. Constituyen verdaderos cajones reforzados por tabiques transversales y apoyándose á pequeña profundidad en el suelo, por una baldosa ensanchada. La anchura en la base de los cajones principales es de 10 metros y su longitud de 20,60 metros.

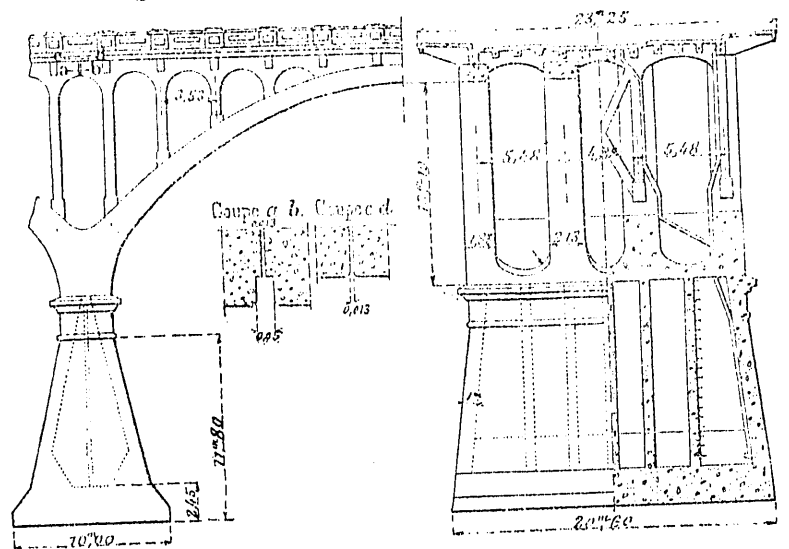
En los arranques de los arcos, la anchura es de 3,35 metros y la longitud de 17,65. La altura máxima es de 12 metros. Como no existen columnas de soporte del tablero en el eje de las pilas, los dos arcos sucesivos se enlazan con el trasdós por una curva de pequeño radio y se prolongan por un tronco común de 4,30 metros de altura, próximamente, y de 3,35 de anchura hasta la pila propiamente dicha. Las caras laterales enfrente de los arcos de un mismo arco principal están reunidos á su vez por una curva elíptica (fig. 4.^a).

El tablero, cuya anchura total llega á 23,25 metros, es de cemento armado. Está soportado por unas bovedillas que unen los vértices de las columnas, y sobre las cuales se apoyan unas vigas longitudinales. Se prolonga por dos aceras sostenidas por ménsulas.

La anchura de la calzada es de 15,85 metros, y su parte central está rebajada 20 centímetros sobre los dos arcos centrales para disponer el emplazamiento de las traviesas de las dos vías de tranvías que pasan por el puente.

El tablero tiene, encima de cada pila, una junta de dilatación (figuras 5.^a y 6.^a); la bovedilla que une las dos pilas de columnillas correspondientes está, por lo tanto, dividida en su punto medio, y sus dos partes, independientes, actúan como ménsulas. El tablero está bordeado por un parapeto macizo, de hormigón, formado de cuadros y de pilastras que corresponden á la separación de las columnillas. El pavimento está formado de baldosas de granito, colocadas sobre una capa de arena que descansa á su vez sobre un enlucido de asfalto que protege la estructura de la obra contra las filtraciones.

La construcción de esta obra se ha complicado por la existencia del antiguo viaducto metálico que debía asegurar el tráfico



Figs. 3.^a á 6.^a

hasta la terminación del nuevo. Para conseguir esto, se construyó primero una mitad longitudinal del nuevo viaducto, es decir, dos filas de arcos y la parte de tablero que las unía; como se ve en la figura 2.^a, se pudo realizar esta parte de la construcción independientemente del antiguo viaducto en casi toda la longitud, excepto en una distancia de 60 metros, próximamente, del extremo septentrional, en la que la mitad del viaducto de mampostería se confundía con el viaducto metálico. Se demolió

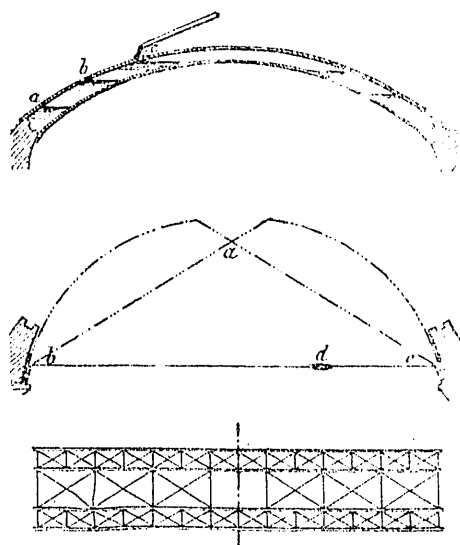
esta porción de la primera obra para terminar la primera parte de la nueva, encontrándose así la entrada del puente estrechada durante un cierto tiempo, después se concluyó de derribar la antigua obra, asegurándose el tráfico con la ayuda de la primera mitad del nuevo mientras que se construía la segunda mitad con las mismas cimbras.

Para demoler la parte del antiguo viaducto que impedía la construcción se ha empleado el soplete oxhídrico que cortaba el extremo de las vigas, apuntaladas preliminarmente por pilas de madera.

Se comenzó la construcción del viaducto por el extremo meridional ó sea el opuesto á aquél en que ambas obras se confundían y progresó con regularidad, acabándose completamente cada semiarco con independencia de los siguientes. El trabajo se ha facilitado por la excelente calidad del suelo de cimentación que permitió el establecimiento de las pilas sobre una baldosa colocada á pequeña profundidad.

Los constructores han empleado para el hormigonado un método con el que se consigue la colocación rápida del hormigón. Los materiales se llevaban á pie de obra por las dos vías férreas que pasaban bajo el puente, á la tercera parte respectiva y aproximadamente á partir de cada extremo. En estos dos puntos se establecieron los depósitos de piedras, arena y cemento. Para el hormigonado propiamente dicho, se empleó un método bastante usado en América, y que consiste en levantar una especie de torres de carpintería que llevan en su parte superior una tolva de hormigón, de la cual parten unos canalones inclinados que terminan en los moldes que hay que llenar. El hormigón se preparaba en una hormigonadora instalada al pie de la torre y se le subía á la tolva por medio de un montacargas. Caía en seguida por la sola acción de la gravedad en los canalones y su altura de caída le permitía llenar exactamente los moldes y aglomerarse en ellos.

La instalación de hormigonado se componía de cuatro torres de este sistema, de las que dos, principales, se hallaban á la proximidad de las vías de ferrocarril y de los depósitos de materiales; estas dos torres eran las únicas que tenían hormigonadoras, y el hormigón de sus tolvas era parcialmente enviado á las otras dos torres que lo elevaban de nuevo para distribuirlo más lejos.



Figs. 7.^a á 9.^a

El molde correspondiente á cada arco no tenía más que una parte descubierta bastante restringida en su parte superior hacia la clave. Para el hormigonado de los arranques se dejaba correr el hormigón por la superficie del molde correspondiente al trasdós hasta un primer agujero *a* (fig. 7.^a) por el cual penetraba en el molde hasta el nivel de este agujero, que se tapa-

ba para abrir otro en *b*, luego en *c*, después de lo cual se terminaba el hormigonado por la abertura que existía en la clave.

La pared superior del molde se quitaba al día siguiente de haber vertido el hormigón, al otro día las paredes laterales, y el descimbramiento se verificaba al cabo de tres semanas.

Los moldes de las columnas y del tablero se montaron al mismo tiempo, pero los de las primeras se llenaron dos días antes que los del segundo; la superficie interior de los moldes se cubrió con dos capas de aceite de parafina para que el hormigón tuviera una superficie más lisa. Como el tablero estaba constituido por secciones independientes que correspondían á los diversos tramos, los cajones se constituyeron también en trozos independientes, lo que permitía cambiar de lugar los moldes de los primeros cuadros hormigonados, una vez verificado el fraguado para transportarlos más adelante y emplearlos en los tramos siguientes.

Estas disposiciones han permitido realizar el hormigonado de los arcos con bastante rapidez. La colocación del hormigón correspondiente á dos arcos parciales se hacía habitualmente en siete ó ocho horas y requería el empleo de 245 metros cúbicos de hormigón en el caso de los arcos de 39 metros de luz. Algunas veces, sin embargo, se sobrepasó esta velocidad; así, en una de las pilas, se colocaron 412 metros cúbicos de hormigón en nueve horas.

Las cimbras se construyeron de armadura metálica, constituyendo cada una de ellas un arco de tres rótulas articulado en *a*, *b* y *c*. Las dos cimbras correspondientes á dos arcos contiguos se enriestaron (figuras 8.^a y 9.^a) por barras diagonales. Un tirante horizontal unía las bases de las cimbras durante el montaje, quitándosele en el momento en que se vertía el hormigón; un tornillo *d* permitía regular la abertura de la cimbra.

Como ya se ha dicho, cada grupo de dos cimbras servía sucesivamente para cada mitad del puente.

Procedimientos higiénicos modernos para la desempolvadura por el vacío.

Los *Annales des Ponts et Chaussées* (II-1915) publican, tomándolo del *Bulletin Technologique de la Suisse Romande*, el resumen de un artículo de E. Cattoni acerca de los procedimientos higiénicos modernos para desempolvar por el vacío. Este artículo resume una Conferencia dada ante la Sociedad Friburguense de los Ingenieros y Arquitectos y en la cual el autor clasifica los aparatos en bombas neumáticas (de émbolo ó centrifugas) y aparatos hidráulicos en que se aplica el principio de la trompa. De los numerosos ensayos que ha hecho con M. Keel, cree que puede obtener, como conclusión, que la producción de un vacío muy grande no es necesaria y que basta un vacío medio de 400 á 500 milímetros (columna de agua) con tal que sea estable y se una á un consumo de aire suficiente (80 á 100 metros cúbicos por hora).

Las bombas centrifugas son preferibles á las de émbolo que tienen en sus válvulas órganos más delicados y más sujetos á deterioro.

Los aparatos transportables son mejores que los permanentes, desde el punto de vista del rendimiento técnico, á causa de las pérdidas de energía que produce el frotamiento de aire en las tuberías.

Los aparatos hidráulicos son muy sencillos, no tienen parte móvil y su entretenimiento es mínimo. La presión mínima necesaria es de tres atmósferas, próximamente, y el consumo de agua varía según la presión de 1,700 á 1,500 metros cúbicos por hora. Al agua se le puede sustituir por el vapor ó el aire; según los ensayos, su manera de funcionar es excelente y parece que está muy indicado para los ferrocarriles.

Una aplicación especial se ha realizado en Losana en la industria relojera, en la que es muy interesante, no sólo quitar los polvos metálicos, sino recogerlos.