

intensidad sobre líneas de vía única, que hubiera sido bastante difícil realizar, sin su auxilio, en buenas condiciones.—L.

SIFÓN DE HORMIGÓN ARMADO

SOBRE EL RÍO SOSA Y BARRANCO DE RIBABONA

EN EL CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA

V

La operación de moldear los tubos, que es una de las más importantes en la ejecución de la obra, no sólo porque la cantidad de material que entra en ellos es muy elevada (3.600 metros cúbicos de hormigón), sino porque exige como preparación de ella la regularización y alineación de las camisas de palastro por medio de los mandriles, quedó explicada con todo detalle en el artículo anterior, publicado en la REVISTA del 24 de Mayo último.

Una vez hormigonada una buena parte de la tubería I, se procedió á enlazar unos trozos de tubo con otros por medio de las *Juntas*. — Los tubos moldeados dejaban entre sí un espacio de 0^m,05 de una á otra camisa de palastro, y de 0^m,16 entre los frentes contiguos de hormigón. Los enlaces se hacían por medio de anillos, como se indica en la figura 47. Una pieza especial acanalada *p* iba cosida á las camisas de palastro de los dos tubos *T*, *T*

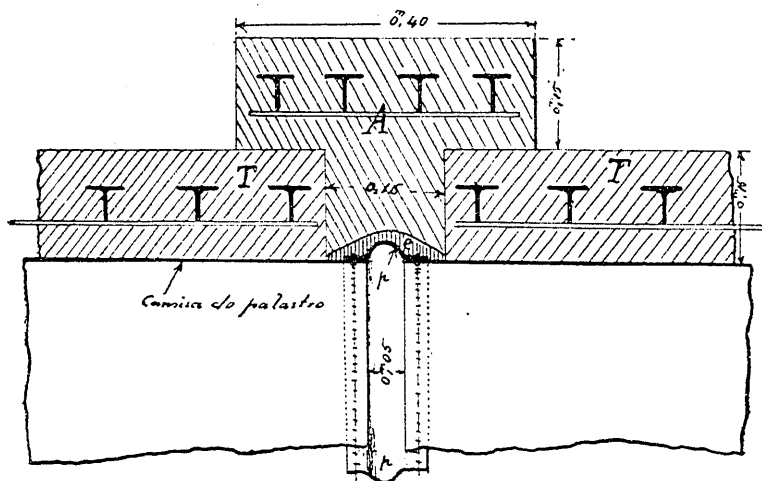


Fig. 47.

y estaba recubierta por una substancia elástica *e*; envolviendo todo esto y recubriendo los tubos, había un anillo de hormigón *A*, armado con hierros en T de análoga manera que los tubos *T*, *T*.

Esta constitución de las juntas, tenía por objeto permitir y facilitar las dilataciones ó contracciones de la *camisa de palastro* producidas por la diferente temperatura del agua de unas á otras épocas del año; á este efecto, se enlazaban las camisas por medio de las citadas piezas *p*, más fácilmente deformables en el sentido longitudinal de la tubería que las camisas rectas, y para hacer posibles las deformaciones de estas piezas acanaladas se envuelven en una substancia plástica *e* que se comprime ó extiende según que las piezas *p* se abren ó cierran.

Estas juntas no son, pues, *juntas de dilatación* de la tubería en el sentido de que permitan el libre movimiento de los diferentes trozos de tubo de 6^m,45 de longitud; en el proyecto no se ha previsto este caso, por considerar que no lo exigen consideraciones prácticas ni teóricas: en efecto, aunque el coeficiente de dilatación del hormigón es sensiblemente igual al del hierro, la conductibilidad calórica del primer material es muchísimo menor que la del segundo, y los efectos producidos por los cambios

de temperatura habrían de ser mucho menos sensibles en tubos de hormigón de 15 centímetros de grueso que en una tubería metálica de pequeño espesor; si á esto se añade que cuando una tubería metálica está recubierta por terraplén no son perceptibles en ella los cambios de la temperatura ambiente y se prescinde muchas veces de adoptar disposiciones especiales para combatir los efectos que aquéllos pudieran producir, se comprende que se haya prescindido en este caso de tales disposiciones especiales, pues además de ser la tubería de hormigón y de tan gran espesor con relación á una tubería metálica, debe estar en toda su longitud recubierta por un terraplén.

Los cambios de temperatura cuyos efectos había que prever son los producidos, como he dicho antes, por la diferente temperatura del agua de unas á otras épocas del año, y la disposición adoptada, no á otros, sino á éstos cambios se refiere.

He detallado este punto, que dice más relación al proyecto que á la ejecución, contrariando así mi deseo de no hablar de aquél hasta el final de esta serie de artículos, porque algunas personas han emitido juicios acerca de las juntas que demuestran desconocer uno de los principales objetos de ellas, y creo conveniente aclararlo.

Para hacer una junta se empezaba por coser á los bordes agujereados de las camisas de palastro contiguas la pieza especial acanalada *p*, dibujada ya en la figura 7 bis. Estas piezas *p*, venían rectas de la fábrica (1) y se curvaban en el Sosa antes de agujerear sus bordes. Los agujeros de estas piezas no podían hacerse de antemano, porque los bordes contiguos de dos camisas de palastro no era posible que tuviesen sus agujeros en correspondencia; había, pues, que presentar primero las piezas *p*, curvadas, y aplicarlas á las camisas de palastro contiguas, señalando con punzón en dichas piezas, por la parte interior de los tubos (y sirviendo de plantillas los bordes de las camisas de palastro de éstos), los sitios en que debían hacerse los agujeros. Luego se quitaban las piezas *p* y se agujereaban con una punzonadora en los sitios señalados, y se volvían á su sitio, fijándolas en él provisionalmente con unos tornillos. Cada junta llevaba cuatro piezas especiales de 3^m,02 de longitud, colocadas á tope y se recubrían las uniones con cubrejuntas de igual perfil.

En la tubería I todas las piezas de junta se fijaron definitivamente á las camisas de palastro por medio de tornillos y no de roblones, con objeto de que no se separase el hormigón de las camisas de palastro, cosa que temí sucediese al golpear para remachar los roblones. Pero habiendo tenido que golpear en dicha tubería I varias camisas de palastro, con objeto de colocar las piezas de junta con la mayor precisión posible, observé que, á pesar del martilleo, no se separaba la chapa metálica del hormigón que la envolvía, y en vista de esto, decidí fijar con roblones en la tubería II todas las piezas de junta, pues el remache es mucho más seguro que el tornillo.

Para atornillar rápidamente los 720 tornillos de cada junta, se empleaban berbiques, cuyas largas brocas cogían las tuercas y las hacían girar con velocidad; con objeto de que el tornillo no girase se sujetaba la cabeza opuesta con una llave.

Para ejecutar esta operación se necesitaban dos hombres: el uno en la parte interior del tubo y el otro en la exterior; cada uno tenía un berbiquí y una llave para que los dos pudieran atornillar y aguantar indistintamente, pues el atornillado se hacía desde la parte interior del tubo ó desde la exterior, según la posición que ocupase el tornillo: en la mitad inferior de la junta se hacía el atornillado desde dentro del tubo; en la mitad superior se atornillaba por la parte exterior. La broca era larga, de 0^m,15 por lo menos, para poder mover la manivela con facilidad.

(1) Ninguna de las fábricas de laminación, La Felguera, Altos Hornos, etc., quiso fabricar estas piezas, pretextando no tener cilindros de este perfil, y presentando dificultades insuperables. Únicamente la Sociedad anónima «Tubos Forjados», de Bilbao, halló factible el empeño, y estampó estas piezas con perfección suma. Séame permitido enviar desde estas columnas á dicha Sociedad, y especialmente á su Director D. Mariano Adaro, el más sincero homenaje de consideración, haciendo resaltar este hecho.

En las juntas de la tubería II se hacía el roblonado de un modo análogo al descrito, pero con más molestia por el escaso sitio que quedaba libre entre los tubos; la sufridera se colocaba del lado en que era más difícil golpear y el martillo de bolas en el sitio más fácil. En algunos sitios se colocaban tornillos porque no era posible remachar en buenas condiciones: así sucedía en la parte inferior de los tubos y en cierta zona del costado contiguo al tubo I.

Todas estas operaciones de presentar, atornillar y remachar las piezas de junta se hacían en la mitad inferior de los tubos sin necesidad de andamios; pero en la mitad superior eran necesarios éstos para que pudieran colocarse los operarios á la altura conveniente. Dichos andamios se hacían con dos hierros *T*, de los mismos que llevaban las armaduras de los tubos, que se aplicaban al contorno exterior de éstos en toda la semicircunferencia superior; los peldaños eran hierros redondos de 14 mm. que pasaban por unos agujeros hechos en las almas de los hierros perfilados; unos respaldos hechos con redondos de 8 mm. servían para impedir que los operarios pudieran caerse hacia atrás. Bastaba el rozamiento de estos ligeros andamios con el hormigón para que no girasen aunque todo el peso estuviese de un solo lado del tubo. En el fotograbado que acompaña á este artículo se in-

Hecho esto se colocaban los aros en *T* de la armadura que llevaba el anillo de hormigón, que eran cuatro ó cinco por junta, según la presión. Estos aros se llevaban desde los talleres á los sitios de empleo en dos pedazos desiguales, siendo uno de

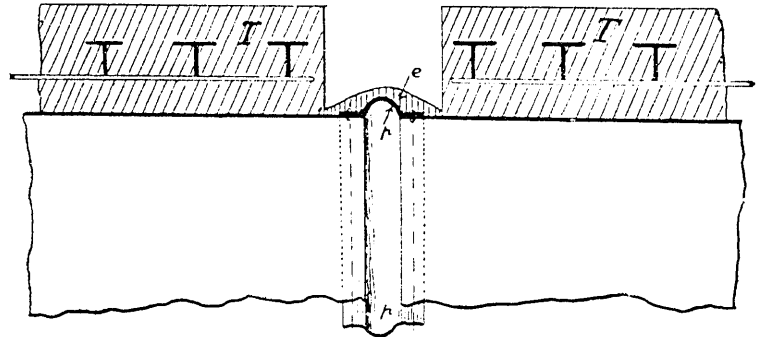
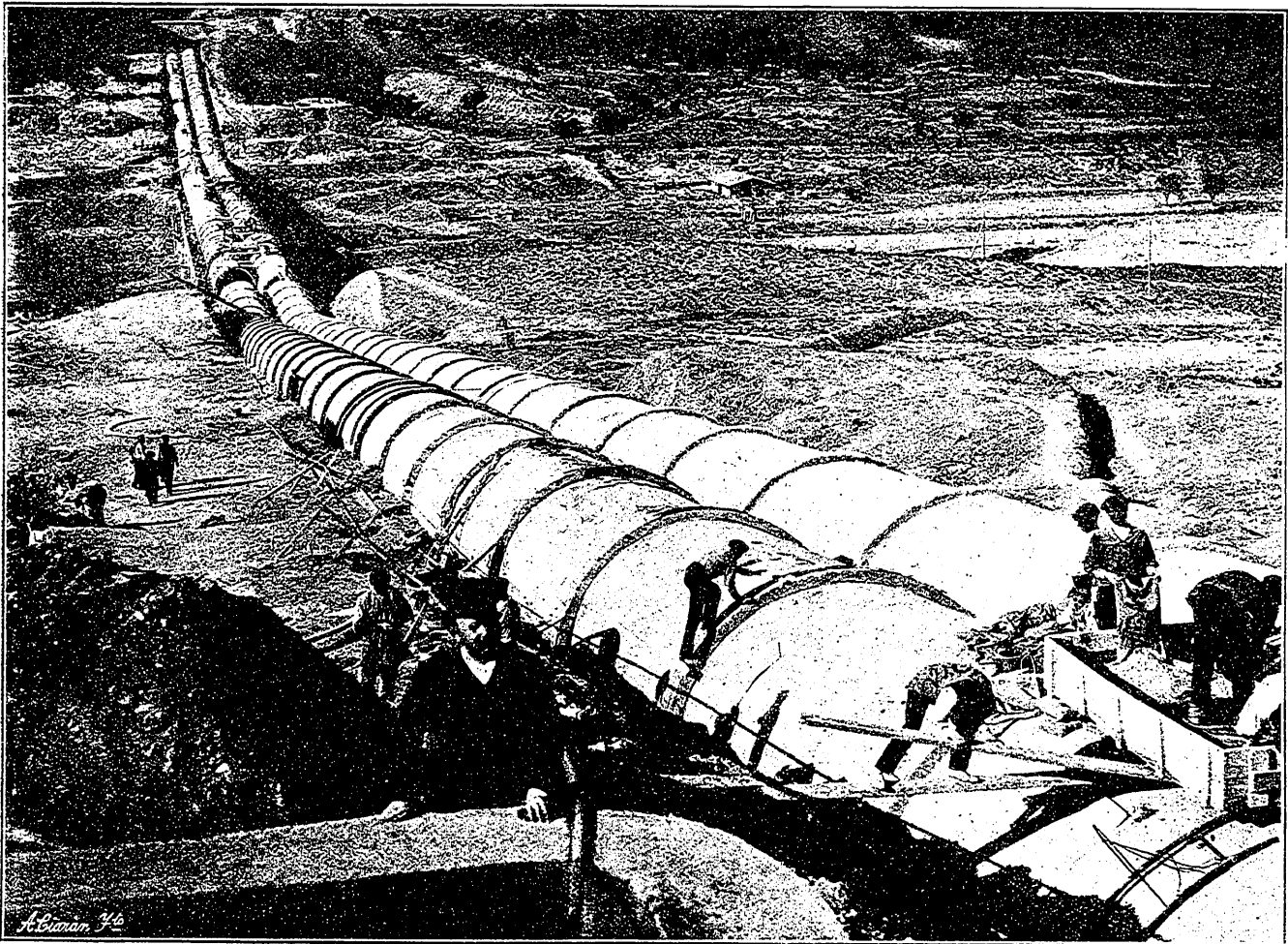


Fig. 48.

ellos mayor que el desarrollo de la semicircunferencia de la junta con objeto de poder hacer cómodamente las uniones de las dos piezas; estas uniones se hacían con bridas y tornillos.



dica uno de estos andamios en primer término, debajo de la alberca para amasar el hormigón.

Una vez cosida la pieza especial de junta se aplicaba con brochón, en caliente, una sustancia elástica formada por una mezcla de alquitrán y asfalto, en las proporciones de 80 ú 85 por 100 de alquitrán por 20 ó 15 por 100 de asfalto; éste tiene por objeto espesar y dar consistencia al alquitrán sin quitarle su gran elasticidad. Se daban varias capas de esta mezcla hasta recubrir por completo con ella la pieza *p* en bastante espesor (figura 48.)

Colocados los aros se colgaban de tres listones provisionales *m* de madera y del grueso necesario, apoyados sobre los tubos *T*, *T* (fig. 49), situados en la parte superior y en los riñones de ellos, con objeto de colocar aquéllos en posición concéntrica con los tubos; entonces se colocaban por la parte interior las varillas longitudinales de 8 mm. de diámetro y 0^m,30 de longitud y se ataban á los aros; así se conservaban éstos á la separación debida (fig. 50).

Colocada de esta suerte la armadura de una junta, se procedía á hormigonar ésta. El hormigón de la junta tiene la forma

siguiente: por debajo del diámetro horizontal su sección es igual a la de la semicama, rellenando así el espacio que había

metro interior de la arandela era de 4m,15, igual al exterior de aquéllos, y el exterior de ésta era de 4m,45.

Estos testeros se aplicaban contra los tubos moldeados, ta-

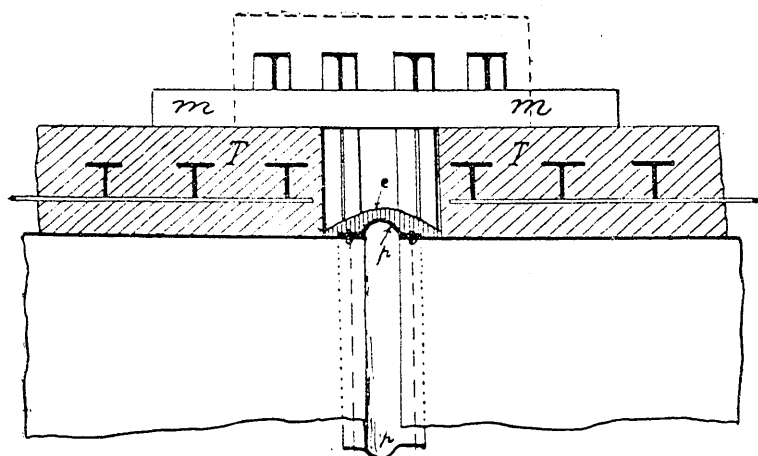


Fig. 49.

quedado entre cama y cama con objeto de permitir todas las maniobras que ya he descrito; por encima de dicho diámetro el

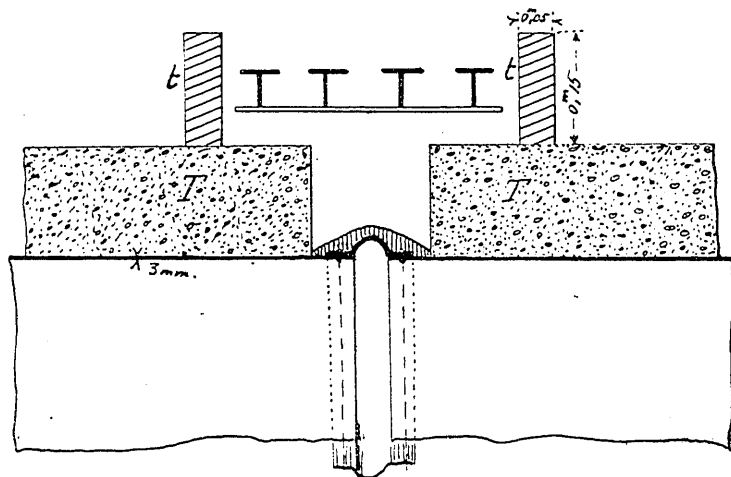


Fig. 52.

pando con trapos los intersticios que pudiera haber. Se completaba el molde con chapas de palastro aplicadas contra los testeros (fig. 53) y sujetas á ellos por medio de unos barrotes *b* cla-

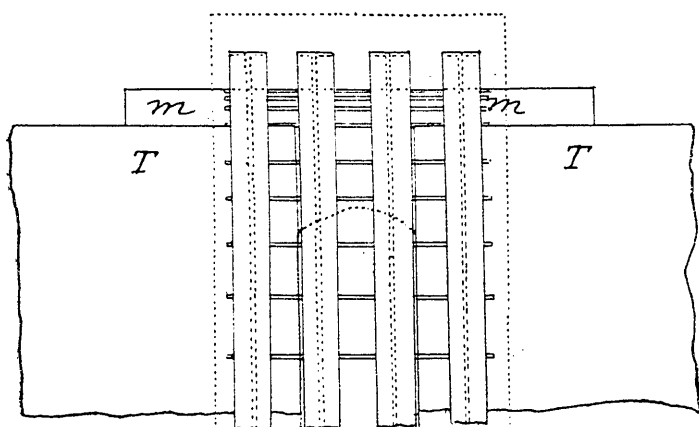


Fig. 50.

hormigón forma un anillo de 0m,40 de longitud y 0m,15 de espesor ó saliente con relación al hormigón de los tubos.

La parte inferior del molde para hormigonar una junta se componía (fig. 51) de un trozo del molde que se había empleado

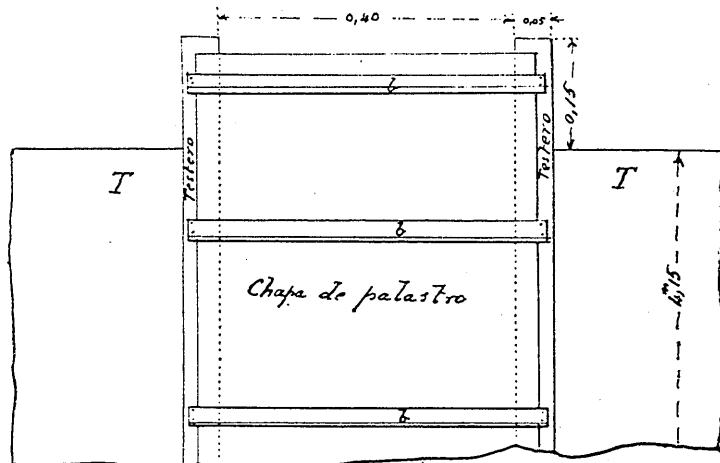


Fig. 53.

vados á los mismos, que servían de peldaños á los operarios. Las chapas dejaban en la parte superior un espacio libre por el cual se vertía el hormigón.

Para hormigonar las juntas se colocaba primero el molde de la parte inferior y se vertía en él el hormigón; éste se preparaba en albercas colocadas sobre el tubo y tenía la misma composición y la misma fluidez que el hormigón empleado para moldear los tubos. Una vez hormigonada la parte inferior de la junta se quitaban los listones *m*, que ya no eran necesarios, pues el hormigón superior sostenía los hierros, se colocaba el molde de la parte superior y se iba plegando la chapa de palastro á los testeros á medida que subía el hormigón; esto tenía por objeto facilitar la expulsión del aire.

Las juntas de la tubería I empezaron á ejecutarse bastante antes de haber colocado todos los tubos de la tubería II; las que pudieron hacerse antes de colocar ésta se ejecutaron con relativa comodidad, porque por uno de los costados había espacio suficiente para trabajar cómodamente. El hormigón de estas juntas había que dejarlo interrumpido en un cierto espacio por el lado contiguo á la tubería II, con objeto de que al hacer la junta correspondiente de esta segunda tubería pudieran entrelazarse los hierros de las dos juntas (fig. 54), pues así lo exigían las dimensiones adoptadas.

Las juntas de la tubería I que no pudieron hacerse hasta después de colocar la tubería II y todas las de esta segunda tu-

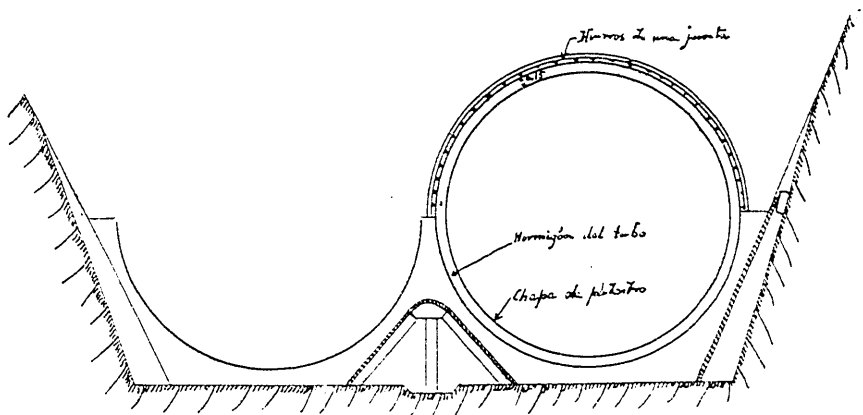


Fig. 51.

en la ejecución de las camas para la galería interior, como de un metro de longitud, colocado en el espacio que había entre cama y cama, y de un tablero sostenido superiormente por una cuña, para contener lateralmente el hormigón.

La parte superior del molde consistía en dos testeros *t*, de madera (fig. 52), análogos á los que se empleaban para el moldeado de los tubos; pero diferentes de ellos por cuanto el diá-

bería, fueron de más penosa ejecución que las otras, no sólo porque el espacio para las operaciones era más reducido, sino porque iba faltando la luz en la galería intermedia á medida que se

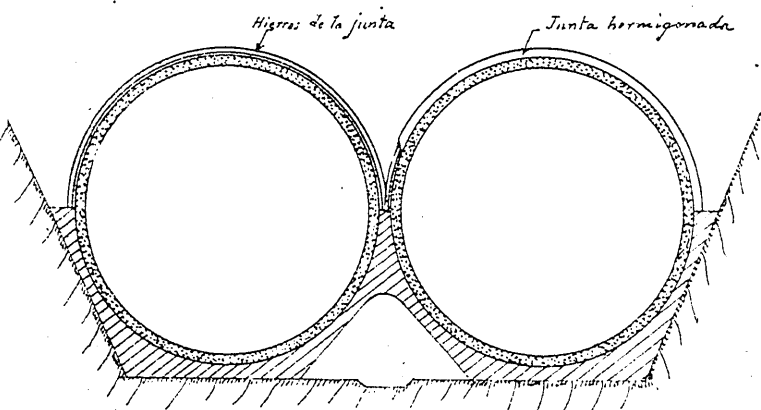


Fig. 54.

iban cerrando las juntas y el trabajo en ella con luces de acetileno era muy molesto.

Al mismo tiempo que se hacían las juntas de la tubería II se completaba el hormigón en las de la tubería I, quedando el conjunto como indica la figura 55, en la cual se ven las juntas en

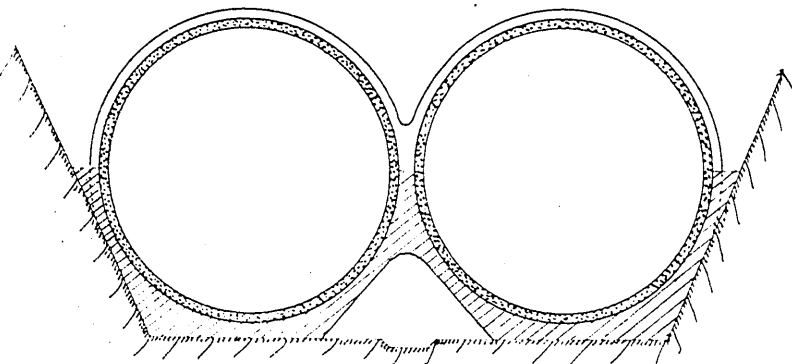


Fig. 55.

proyección; la figura 56 representa las juntas sobre las obras de fábrica y la 57 es la análoga á la 44 (artículo IV) representándose las juntas en alzado lateral.

En la ejecución de las juntas había cuatro clases de briga-

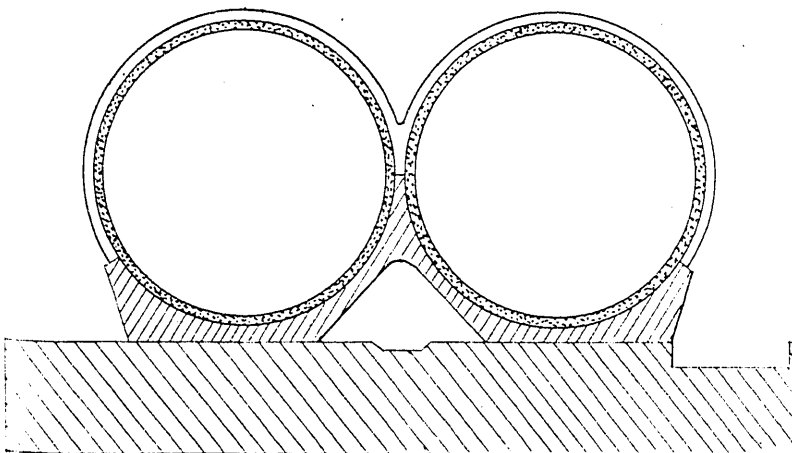


Fig. 56.

das. Unas se dedicaban á colocar y coser las piezas especiales p y se subdividían en otras dos: las primeras presentaban, agujereaban y fijaban provisionalmente dichas piezas especia-

les, y las segundas atornillaban ó remachaban estas piezas. Otras aplicaban la mecla de alquitrán y asfalto calentando estos ingredientes en pots análogos á los que se emplean en los trabajos de ribera para construir embarcaciones. Otras colocaban los aros de las armaduras, los embridaban y ataban á ellos las varillas longitudinales. Otras, por último, hormigonaban las juntas, siendo auxiliadas por cuadrillas volantes que colocaban

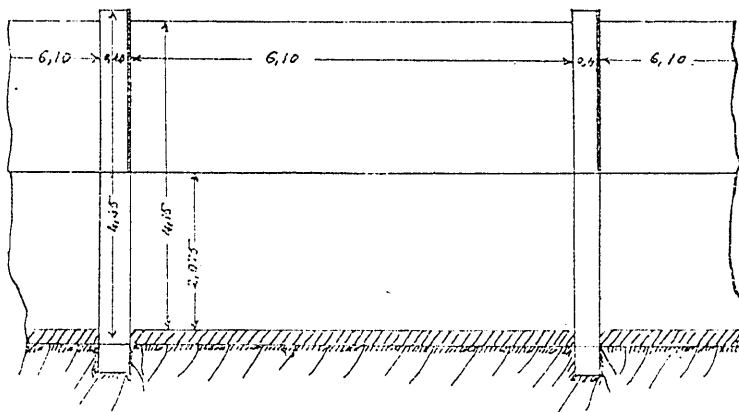


Fig. 57.

los moldes y los quitaban después. Las brigadas que presentaban, marcaban y agujereaban las piezas p, se componían de cuatro individuos y tardaban un día, como término medio, en cada junta. Las que atornillaban dichas piezas se componían de dos peones y tardaban otro día en colocar los 720 tornillos de cada junta. Las que remachaban dichas piezas especiales en la tubería II se componían también de dos herreros, y tardaban unos dos días en remachar una junta.

La aplicación de la mezcla elástica se hacía con bastante rapidez, á pesar de lo incómoda que era la operación en algunos sitios, y cada brigada de quince hombres hormigonaba al día unas cuatro juntas, que cubican poco más de 1 m² por junta y tubo.

En el fotograbado que acompaña á este artículo se representa la rama del Sosa estando en ejecución las juntas de la tubería II. En él se ven varias fases de la operación; también se ven el depósito B, situado en lo alto de la divisoria que separa el Sosa del Ribabona, la tubería de hierro que vierte en él el agua del Sosa y el principio de la tubería DD' que distribuye el agua á todas las brigadas de dicha rama.

MARIANO LUÑA.

Junio 1936.

LA ZONA SEÍSMICA DE CALIFORNIA Y EL CANAL DE PANAMÁ

De un estudio reciente de Mr. De Launay, reproduce un colega lo siguiente: «San Francisco y el Vesubio son dos localidades de las con más frecuencia sacudidas por los temblores de tierra y, por consiguiente, de las más frágiles del globo. Basta consultar una carta general de las regiones sísmicas de la interesante obra de Mr. Montessus de Ballore (1) para ver cómo las zonas débiles, calificadas en geología de geosinclinales, siguen, especialmente una, la región mediterránea del estrecho de Gibraltar á Armenia, á Birmania y Sumatra, pasando, claro está, por el Vesubio; otra sigue toda la costa americana del Pacífico, con una ramificación á las Antillas, y la tercera, que por ahora no ha dado que hablar, es la de las islas japonesas y la orilla Oeste del Pacífico. El resto de la tierra, excepción hecha

(1) *Les tremblements de terre.*—Colin, París, 1906.