

seis meses, debiendo ser reemplazada para su limpieza, al cabo de este tiempo, lo que no podría realizarse en cabo Espartel; la instalación de esta señal no fué, por consiguiente, considerada recomendable, ni tampoco la de una gran boya luminosa propuesta por el Delegado de Alemania, que hace impracticable la carencia del material naval exigido para su servicio por la gran profundidad en que habría de fondearse.

Medidas de ejecución e importe de la reforma. — La construcción y la instalación del nuevo aparato y la modificación de la linterna para reemplazar sus cristales planos por vidriera cilíndrica, deben realizarse por concurso entre las cinco casas que se dedican á esta clase de trabajo, y que son: en Alemania, la Sociedad Julius Pintsch; en Inglaterra, la de Chance Hermanos, de Birmingham, y en Francia las firmas Harlé y C.^a, Henry Lepaute y Barbier, Bénard y Turenne, de París; y la inspección de la obra en los talleres podrá correr á cargo del Servicio de Faros de Prusia, de la Corporación de Trinity House ó del Servicio central de Faros de Francia, según cuál sea la casa á que los trabajos se adjudiquen, conviniendo que la Comisión diplomática recurra al Servicio internacional de Obras públicas de Marruecos, constituido en Tünger, para la vigilancia de todos los trabajos que tienen que ejecutarse en el cabo Espartel.

La Comisión técnica estimó que el coste de la transformación del alumbrado del faro en las condiciones definidas ascenderá á la cantidad de 100.000 francos y á 10.000, próximamente, las obras indicadas para la mejora de la señal detonante, lo que hace un total de 110.000 francos, correspondiendo, por consecuencia, un desembolso de 8.500 francos en número redondo á cada una de las trece potencias que soportan los gastos del sostenimiento del faro.

Es de desear que pronte se realice mejora de tanta importancia para la navegación, en lo que puede confiarse al considerar el interés demostrado por tan numerosas naciones al procurar ponerse de acuerdo en la forma más conveniente de conseguirlo; en esta ocasión la propuesta partió de Holanda, como antes lo fué de España, pero al fin va á lograrse el objeto. Cuando esto sea un hecho y estén también terminadas las reformas análogas en los faros de Trafalgar, Tarifa y Ceuta, y la instalación de sus señales sonoras, obras actualmente en ejecución, quedará el Estrecho de Gibraltar perfectamente alumbrado y protegido, en lo posible, en las frecuentes nieblas, con beneficio de la navegación mundial que lo recorre, dando así una muestra España, por la parte principal que en ello le corresponde, de positiva cultura y de su interés humanitario.

GUILLERMO BROCKMANN,
Ingeniero de caminos.

QUINTA MEMORIA ANUAL

DEL

BLOCK SIGNAL AND TRAIN CONTROL BOARD

(Comité de Señales de «block» y aparatos de gobierno de trenes) (1)

Dirigida á la Interstate Commerce Commission, de los Estados Unidos.

(*Railway Age Gazette*.)

Estadísticas. — Desde la organización del Comité, en Julio de 1907, le han sido presentados 1.146 aparatos y sistemas, destinados á aumentar la seguridad de la explotación de los ferrocarriles, y de los cuales, en 1.047 casos, se ha acompañado los planos completos. Estos últimos, se han examinado todos y se ha transmitido al titular la opinión del Comité respecto al valor práctico y méritos de los aparatos ó sistemas.

(1) El Block Signal and Train Control Board, de la Interstate Commerce Commission, ha dejado de existir el 30 de Junio de 1912. La Memoria final acaba de ser publicada por la Comisión. Esta Memoria es, principalmente, una revista de la actividad del Comité durante los cinco años de su existencia, de cuya actividad, la *Railway Age Gazette* ha dado á conocer á sus lectores, por medio de resúmenes, los resultados de las cuatro primeras Memorias anuales presentadas por el Comité. En el presente artículo damos extractos de los capítulos de la Memoria final, que presentan un interés de actualidad. Un anejo á esta Memoria se consagra exclusivamente á la descripción del aparato de detención automática de los trenes de la Railway Safety Appliance Company, de Wilmington Del., que se ha ensayado en el «Pere Marquette» y en el «Pennsylvania». En este aparato, la «detención» es un brazo horizontal fijado en un mástil, aproximadamente de 4 pies de altura (1,20 metros), que al chocar con una pieza móvil colocada en la traviesa de cabeza de la locomotora produce la presión de los frenos del tren.

Block-system (1). — La Comisión había confirmado ya, en muchas de sus Memorias anuales, la utilidad del empleo del *block-system*, como el único medio razonablemente seguro de regular la circulación de trenes; esta opinión ha sido reconocida como buena por el Comité. Lo mismo la Comisión que el Comité, al recomendar una legislación obligatoria, han indicado también, en este orden de ideas, que el Gobierno no debe prescribir métodos de detalle, sino exigir la instalación progresiva del *block-system*, en todos los ferrocarriles que transporten viajeros. Es incontestable que el *block-system* es el único medio eficaz, actualmente conocido, para asegurar el espaciamiento de los trenes y la prueba está en que cada día se observa más, por un lado, la extensión continua de su empleo en los principales ferrocarriles de su país, y por otro (siendo este hecho particularmente significativo), el empleo en un número creciente de líneas que sólo son recorridas por trenes de mercancías. La utilidad del empleo del *block-system* en estas líneas de poco tráfico se pone de manifiesto particularmente en el anejo B de la cuarta Memoria anual. El Comité ha señalado también el empleo en el Northern Pacific del *block-system manual sencillo*, sistema A B C, que tiene por efecto aumentar la seguridad sin necesidad de costosos aparatos eléctricos, y que además simplifica la explotación y reduce los gastos, suprimiendo el cuadro de marcha con sus reglas complicadas. Esta descripción se publica en el anejo A de la segunda Memoria anual. Posteriormente en el sistema A B C se ha introducido una innovación, que tiene por objeto asegurar la circulación de los trenes en caso de interrupción ó rotura de un hilo telegráfico.

Detención automática de los trenes. — El estudio de la detención automática de los trenes, que ha sido uno de los principales fines perseguidos con la creación de este Comité, continúa estando á la orden del día, y los Ingenieros competentes se ocupan seriamente de ello. Los sistemas de inducción, es decir, aquellos en los que el aparato eléctrico colocado en la vía obra sobre el del tren por inducción electrostática ó electromagnética, sin ningún contacto material, continúan ensayándose con probabilidades de éxito. En la actualidad se ensaya también un aparato mecánico: el contacto fijo colocado en la vía presenta el mismo grado de resistencia de rotura ó de deterioro que un carril cualquiera y obra sobre la pieza móvil de la máquina en los puntos en que las señales deben efectuar la detención, que se verifica abriendo una válvula del freno de aire comprimido. Esta es la operación normal á la entrada de un tren en una sección de bloc, cuando la sección está obstruida y la señal fija óptica ordena la detención. Si, por el contrario, la vía está libre, entra en acción un pedal móvil de la vía y su contacto con una pieza de la máquina impide la salida de aire de la conducción general, provocada por la abertura de la válvula por la acción de la barra fija; también puede prevenirse la neutralización del efecto por otro medio cualquiera. Esta combinación no solamente clasifica la detención mecánica en la categoría de aparatos «de circuito cerrado», sino que además da la certeza de que cada aparato se pondrá siempre en juego para todo tren que franquee una señal ó un punto singular de la vía, de modo que constantemente se podrá estar informado de su estado de funcionamiento.

Vía. — Antes de 1900, la rotura de carriles de acero era relativamente rara, pero desde hace diez años se han multiplicado rápidamente, y en la actualidad son muy frecuentes. En algunas líneas, el invierno último han sido tan numerosas, que los Ingenieros empezaron á preocuparse seriamente. Probablemente, gra-

(1) En Febrero de 1907, antes de la constitución del Comité, publicó la Comisión una revista general del *block-system* y de sus aplicaciones en los Estados Unidos.

cias al *block-system* y á su circuito de vía que revela muy frecuentemente los carriles rotos, no han resultado más accidentes graves por estas roturas.

Es de la mayor importancia el descubrimiento de las causas de estas roturas de carriles. El Bureau of Standards, en las investigaciones que ha procedido por cuenta de Safety Appliance Division (División de aparatos de seguridad) de la Interstate Commerce Commission, ha hecho una excelente labor, y si estos trabajos se continúan, contribuirán, sin duda, á la solución del problema. Entre los hechos señalados en el informe del Bureau of Standards, conviene recoger los dos siguientes: 1.º, con el sistema actual de recepción, las fábricas expenden carriles defectuosos; 2.º, los carriles están recargados.

Desde 1900, las fábricas hacen todo lo posible para abreviar el tiempo de fabricación, con el fin de aumentar la producción, y la calidad del metal se resiente por la precipitación con que se hacen las operaciones metalúrgicas. De esto resulta, que un medio evidente para mejorar la calidad de los carriles, debe consistir en tomar todo el tiempo necesario para obtener barras sanas. Si los ferrocarriles del país se ponen de acuerdo, para exigir que los carriles que se les proporciona estén conformes con los mejores pliegos de condiciones establecidos, se conseguirá, como consecuencia, una mejora notable en la calidad del acero. Es, sin duda, cierto también, que sería preciso estudiar, con mayor atención, la cuestión de la determinación exacta de los esfuerzos que se han desarrollado con las enormes cargas actuales de las ruedas y examinar, si es posible, la fabricación de carriles que puedan soportar estas cargas ó si se ha alcanzado ya el límite práctico de ellas.

El Comité ha consagrado un tiempo considerable al examen de los diversos modelos de soportes, destinados á reemplazar las traviesas de madera. Lo mejor que se puede decir de los numerosos proyectos presentados es que, en general, por parte de sus autores denotan un conocimiento insuficiente del verdadero problema á resolver. En el Bessemer & Lake Erie, la traviesa de acero en forma de vigueta en I se ha sometido á un ensayo completo. Desde el punto de vista de la resistencia, de la duración y de la posibilidad de emplear las sujeciones deseadas, puede decirse que esta forma de traviesa de acero da resultados satisfactorios; proporciona un buen soporte para las cargas verticales y presenta la suficiente resistencia contra los esfuerzos de compresión, tracción y flexión. Con balasto de piedras asegura el arreglo de la vía en condiciones más satisfactorias que con balasto ligero. Para aumentar la resistencia al desplazamiento, se han empleado nervios en saliente. En fin, no existe razón alguna para que no den buenos resultados.

Las traviesas de hormigón sólo existen en un reducido número de instalaciones experimentales. El empleo de traviesas de hormigón armado es un asunto que será preciso reservar para el porvenir, porque no hay ejemplares de ese tipo en servicio. Dado los grandes progresos que el hormigón armado y sus aplicaciones han hecho en estos últimos años, puede esperarse que más adelante podrá combinarse una traviesa que responda á las necesidades prácticas.

Un defecto común á muchos de los modelos de traviesas es la complicación de las ligaduras al carril. La mayor parte de los inventores no tienen en cuenta los desniveles. La creación de medios suficientes contra el desnivel ó ensanche de la vía parece haber sido un problema difícil para los inventores, porque lleva consigo el empleo de uniones reglables con los riegos del juego y desarreglo. Otro factor que interviene en la elección de la forma y de los materiales es la cuestión del aislamiento de ambos carriles, cuando se hace uso para las señales de circuitos de vía

eléctricos. El empleo del circuito de vía eléctrica se extiende de más en más, y ningún modelo de traviesa puede pretender generalizarse, si no reúne la condición de suficiente aislamiento de los carriles con relación á las traviesas.

Linternas de cabeza.—Se han presentado al Comité, para su examen, varios planos y descripciones de linternas de cabeza para las locomotoras y aparatos que permiten hacer girar estas linternas, con objeto de iluminar la vía al entrar en curvas. El Comité cree que no es posible reglar convenientemente la orientación de un foco de fanal de cabeza con la ayuda del cambio de dirección de los carretes, ó por otra relación cualquiera del tren ó de la máquina con la vía sobre que circulan, pero que puede idearse fácilmente un medio mecánico sencillo para que, dentro de ciertos límites, pueda el maquinista dirigir á voluntad la orientación de los rayos luminosos, haciendo girar la linterna de cabeza, alrededor de su eje vertical.

En la práctica se ha reconocido que muy pocas linternas de cabeza, con aceite, dan la suficiente luz para que á una relativa gran distancia pueda descubrirse un obstáculo y parar el tren antes de alcanzarlo. Sin embargo, no existe razón alguna convincente para que una linterna de cabeza, con aceite, con reflectores y lentes convenientemente contruidos y dispuestos, no pueda dar una mayor intensidad luminosa que la que da generalmente en la actualidad. En las linternas de cabeza, llamadas de gran potencia, se emplea la corriente eléctrica ó el acetileno, siendo el aparato del primer sistema un poco más complicado que el del segundo; no se cree que el peligro de explosión de este último sea motivo suficiente para prohibir su empleo. El poder luminoso de ambos sistemas resulta ampliamente suficiente. Si una linterna de cabeza no debe servir únicamente como señal, es preciso que sea de gran potencia y que el haz luminoso pueda variarse de orientación ó intensidad á voluntad del maquinista. El hecho de poder regir á voluntad la dirección de los rayos luminosos, permite alumbrar la vía en curva y observar los taludes de las trincheras cuando se temen hundimientos. El poder graduar la intensidad luminosa se cree necesario, por ejemplo, al cruzar ó pasar á otros trenes y para facilitar la lectura de las señales fijas. Seguramente una de las objeciones más corrientes y la más grave contra el empleo de linternas de cabeza de gran intensidad, es la del maquinista que marcha en una dirección dada y se deslumbra por la intensidad de la luz de una máquina que llega en sentido contrario. Para remediar este inconveniente es, á nuestro parecer, importante que toda linterna de gran potencia esté dispuesta de modo que el maquinista pueda ocultar la luz á voluntad.

Enganches.—Hemos examinado varios modelos de enganches, pero desde el punto de vista de la seguridad, ninguno de ellos ha presentado ventajas excepcionales para justificar la recomendación de su empleo, excepción hecha de los modelos que existen ya en servicio en algunos ferrocarriles. Creemos que la Asociación de los Master Car Builders se ocupa, con bastante atención, de este problema, y que en la actualidad los constructores producen enganches que responden completamente, tanto á las condiciones de seguridad, como á las dificultades de la fabricación, y el servicio excepcionalmente duro que llenan estos aparatos permite exigir.

Acoplamiento automático.—El empleo de una disposición práctica para el acoplamiento automático de las conducciones del freno, de la calefacción y de la intercomunicación neumática en toda la longitud de un tren, es ventajosa, no solamente desde el punto de vista de la seguridad, sino también á causa de la economía y del tiempo ganado en el servicio de trenes. De hace varios años, y á título de ensayo, se hallan en uso los acopla-

mientos automáticos. Generalmente se estilan dos modelos, uno llamado *side port* y otro *butt face*. En el primero, las superficies de contacto están situadas en un plano vertical paralelo á la vía, mientras que en el segundo están colocados en un plano vertical perpendicular á la vía. Es indispensable que cuando se trate de la adopción general de esta disposición, todos los acoplamientos sean del mismo tipo general, en lo que se refiere á los contornos de las cabezas de acoplamiento y á la disposición de los órganos de ensambladura. En otras palabras, no podrá emplearse simultáneamente los modelos de acoplamiento *side port* y *butt face*.

Puede sacarse en conclusión que durante el tiempo que tarde la autoridad competente en la elección definitiva y adopción universal de un modelo normal, no podrá hacerse progresos en el equipo para los usos prácticos. Otra cuestión importante es la que se refiere á las pequeñas reparaciones, y principalmente la supresión de fugas. Desde el punto de vista de la explotación, es evidentemente imposible tener una máquina á disposición para separar los coches cada vez que se haga preciso retirar las rodajas de ajuste averiadas, para sustituirlas por otras nuevas, será preciso idear un medio de efectuar este trabajo, estando unidas las cabezas de acoplamiento. Los órganos de ensambladura deben poder sufrir una deformación considerable, sin que los acoplamientos cesen de ajustarse cuando sus caras sean puestas en contacto.

No solamente por comodidad y por razones evidentes de orden mecánico, sino también para que los acoplamientos automáticos puedan ser unidos con los tubos á mano, durante el período de transacción será conveniente que estén colocados en un plano vertical que pase por los enganches de los coches, por debajo de éstos. Para cumplimentar las prescripciones de la Asociación de las Master Car Builders, el eje de la cabeza de acoplamiento no debe estar más bajo de $17 \frac{1}{2}$ pulgadas (0,445 metros) del eje horizontal de la barra de tracción; además, debe coincidir con el eje del orificio del freno de aire. Por consiguiente, el emplazamiento de un acoplamiento sólo puede variar dentro de unos límites muy reducidos; además, esta pieza debe construirse de modo que pueda prestarse á todas las condiciones anormales del servicio de trenes, no solamente en la línea, sino también en las estaciones.

Inspecciones.—En las Memorias precedentes hemos mencionado las visitas de inspección que hemos girado para darnos cuenta de los métodos de señales de los sistemas de explotación y del estado de la vía. Hemos continuado estas visitas, efectuadas con el doble objeto, á saber: a) proceder á un informe relativo á las señales de bloc y otros aparatos destinados á favorecer la seguridad de los viajeros; b) exponer en un resumen á favor de los funcionarios de ferrocarriles todas las prácticas defectuosas ó condiciones peligrosas observadas. De estas visitas de inspección hemos publicado consideraciones sucintas en la tercera y cuarta Memoria anual. En un anejo á la cuarta Memoria, ciertas reflexiones enunciadas á propósito de nuestras inspecciones, en compendio y en términos generales, han producido una impresión errónea, relativa á lo que existe en ciertas líneas. Los funcionarios de ferrocarriles, que creyeron ver en dicho anejo crítica para sus líneas, y que han presentado, en forma precisa, objeciones al Comité, han recibido explicaciones detalladas relativas á las declaraciones contenidas en el compendio antes mencionado.

Condiciones generales de interés para la seguridad.—Antes de abordar este asunto es conveniente decir que los funcionarios y agentes de los ferrocarriles están también deseosos de poner de su parte todo lo posible para aumentar la seguridad del servicio

y que no son insensibles á los horrores de una catástrofe. Si todos están animados de este sentimiento y de este deseo, ¿por qué no existen medios de protección más eficaces?

En la mayoría de los ferrocarriles está la razón en los gastos extraordinarios que trae consigo la adopción de estos medios; no se dispone de los fondos necesarios para la compra é instalación de los aparatos. El funcionario de ferrocarril, responsable de los resultados de explotación, hace todo lo posible para satisfacer las peticiones que se le dirigen. En su opinión, el primer deber consiste en asegurar los ingresos; sabe que si no lo consigue, pronto encontrará quien lo sustituya.

Es, pues, lógico que en la lucha por la existencia el funcionario de ferrocarril se ocupe con preferencia de todo aquello que influya directamente en el éxito financiero de la Empresa, y que preste menos atención á las condiciones que interesan á la seguridad. Desea mucho la seguridad, pero le hacen falta ingresos. Así, en este orden de ideas, hay en uno de estos factores el elemento fortuito que falta en el otro. Es preciso correr algún riesgo, no como el jugador, sino por necesidad. La vida humana, como las mercancías, tiene un valor, y si se pierde en servicio tiene que ser pagada, constituyendo uno de los gastos de explotación. Esto es para los ferrocarriles un problema difícil en extremo, casi insoluble.

El tráfico se ha desarrollado en proporciones gigantescas; los trenes de lujo que circulan á gran velocidad necesitan mejoras incesantes, tanto en el material móvil como en el fijo; el alza general de los salarios lleva consigo el aumento de los gastos de construcción, de conservación y de explotación. Todos estos factores han aumentado los gastos, sin que haya habido la compensación correspondiente en los ingresos. Toda exigencia de perfeccionamiento en los medios de acción y métodos existentes introduce nuevos elementos de peligro, y como estas exigencias no disminuyen es necesario mejorar todo el sistema de explotación si se quiere que la seguridad alcance en todas partes el mismo grado de perfección.

En lo que se refiere á los métodos, puede decirse que en la gran mayoría de los ferrocarriles americanos los buenos resultados de una excelente administración están paralizados por una organización defectuosa, debido á la exageración de la importancia de las funciones individuales en detrimento de la actividad colectiva y por la carencia casi completa de todo sistema definido de iniciación general de los subordinados en los conocimientos necesarios para los puestos superiores. Además, todo funcionario descarga sobre el vecino las responsabilidades de todo servicio; así se comprende que el personal no pueda alcanzar el nivel de disciplina y moralidad que es indispensable para evitar las negligencias, y que la experiencia y la abnegación leal rijan la actitud de los que tienen en sus manos la seguridad del público. Así como ya hemos dicho en las Memorias precedentes, este estado de cosas se debe en grande parte á causas cuyo origen es preciso buscar en las condiciones sociales de América.

Lo que acabamos de decir puede explicar, aunque no excusar, que no se saque mejor partido de los medios de seguridad que existen actualmente, los cuales sólo necesitan un último perfeccionamiento. Los ferrocarriles han tardado en instalar el *block-system*, aunque se haya demostrado desde hace tiempo que es la salvaguardia más esencial contra los choques. No han estudiado todo lo atentamente que debían los recursos de que se dispone para completar la forma actual del *block-system*, con lo que se aumentaría directamente la seguridad ya conseguida con los medios existentes. Este asunto de la no adopción de ciertas precauciones interesa también al público. El Gobierno no ha impuesto

el *block-system*, aunque las razones para exigirlo sean más numerosas y de más fuerza que las que existen á favor de ciertas otras medidas prescritas por la ley. La colaboración inteligente de los Estados y el Gobierno federal para la unificación de los Regla-

mentos de explotación de los ferrocarriles, tendrá como resultado una notable mejora de la situación y contribuirá á disipar la incertidumbre que existe respecto al porvenir de los ferrocarriles.

H.

Revista de las principales publicaciones técnicas.

Desarrollo de las instalaciones hidroeléctricas de Alabama.

En *The Electrical World* se encuentra la descripción de una importante instalación hecha sobre el Coosa River y en Gadsden por la Alabama Traction, Light and Power Co., de Birmingham.

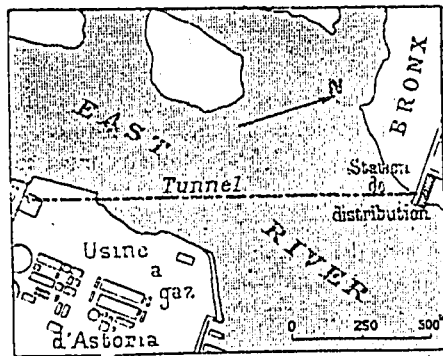
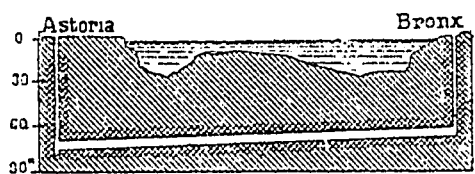
La instalación comprende dos estaciones centrales, una hidráulica que tiene cuatro unidades de 13.500 kilovoltios-amperios, y otra de vapor equipada con dos unidades de 6.250 kilovoltios-amperios.

En la primera, la energía se produce bajo una tensión de 6.600 voltios; después la tensión se eleva á 110.000 voltios por transformadores de 4.500 kilovoltios-amperios. En la segunda, la tensión es solamente de 2.300 voltios; una parte de la energía es distribuida á 22.000 voltios en un radio bastante restringido, y la otra parte se eleva también á la tensión de 110.000 voltios.

Las subestaciones son en parte del «tipo exterior», es decir, con transformadores y pararrayos al aire libre. Las líneas á voltios 110.000 tienen una longitud de 80 kilómetros con diversas ramificaciones.

El túnel Astoria, bajo el East River, en Nueva York.

Para transportar el gas producido en su fábrica de Astoria (en la extremidad Noroeste de Long-Island) á la estación de distribución del barrio de Bronx, de Nueva York, situado al otro lado del East River, la Consolidated Gas Co., de Nueva York, ha hecho construir un túnel de 1.422 metros de longitud, situado á una profundidad media de 75 metros, que salva el East River oblicuamente.



Figs. 1.ª y 2.ª

Este túnel, cuya descripción tomamos de *Le Génie Civil*, que á su vez los toma de las *Engineering News*, y al cual se le ha dado el nombre de túnel Astoria, debía dar paso, primero, á dos cañerías de gas de 1,82 metros de diámetro, sobre las cuales de-

bían poderse colocar más tarde otras dos cañerías un poco más pequeñas. Debía tener en toda su longitud una sección en herradura con zampado, de una altura máxima de 5,45 metros y una anchura máxima de 5,10, próximamente.

La operación de buscar un terreno suficientemente impermeable obligó á descender hasta la profundidad de 75 metros.

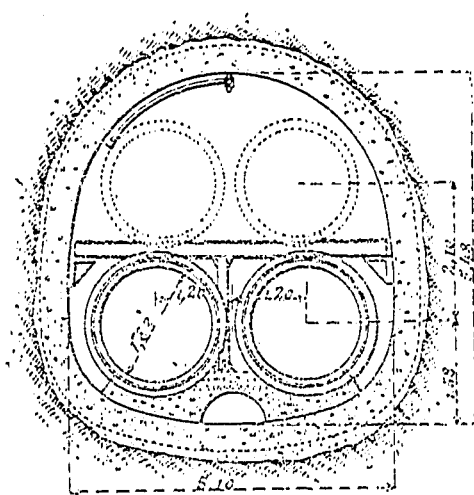


Fig. 3.ª

Las dos entradas del túnel están constituidas (figuras 1.ª y 2.ª) por dos pozos circulares verticales, el uno de 10,40 metros de diámetro y de 84,32 metros de profundidad por el lado de Astoria y el otro de 7,92 de diámetro y de 70 de profundidad por el lado de Bronx.

La pendiente del túnel es de 5 por 100 de Bronx hasta Astoria, de manera de asegurar la corriente de las aguas que se filtran. La capa de roca subsistente encima de la bóveda del túnel tiene un espesor mínimo de 38 metros.

Los obras se comenzaron, por las dos extremidades del túnel, en Septiembre de 1910.

Para el servicio de los dos talleres de avance se instalaron unas estaciones centrales, que tenían que suministrar la electricidad y el aire comprimido y poner en movimiento unas bombas de agotamiento. En Bronx, la estación tenía una potencia de 1.200 caballos, próximamente, mientras que la de Astoria era de 1.800 caballos.

Las primeras dificultades relativas á la apertura de la galería de avance se presentaron en la mitad Norte del túnel, en un punto situado á 210 metros, próximamente, de su entrada, con las primeras salidas de agua que brotaban de unas grietas del gneis rellenas de calcárea disgregada; un mes después, se tropezó, por la primera vez, con el agua á grave presión que saltaba por un agujero de exploración.

Unas venas de agua repetidas dificultaron la construcción de este túnel y obligaron á aumentar la potencia de las bombas, que se elevó hasta á 35 metros cúbicos por minuto, y á acrecentar la presión de inyección del cemento en las grietas hasta á 15 kilogramos por centímetro cuadrado. Se ha tenido que emplear para tapar las grietas y hendiduras, 35.000 sacos de cemento próximamente.