

torios para las profesiones técnicas, sino para los mismos estudios de Matemáticas puras en sus ramas superiores, propios de las facultades de ciencias.

DESCRIPCIÓN

de un método para la construcción de un túnel bajo el East River, en Nueva York.

POR

EMIL DIEBITSCH

(Del *Engineering News*.)

La construcción del túnel para el Pennsylvania Railroad, bajo el East River, en Nueva York, pone de manifiesto los inciertos progresos realizados en los métodos de perforar túneles seguidos hasta hoy en dicha localidad. Hace tiempo se perdió un escudo, debido á un desprendimiento de tierras, y fueron precisas varias semanas de trabajo para recobrarlo. Siempre era preciso inyectar enormes volúmenes de aire en la cámara de trabajo, y, últimamente hubo que cubrir con arcilla algunos trozos del lecho del río para poder efectuar los trabajos.

Análogas dificultades se encontraron en la construcción del túnel, objeto de este artículo, en Brooklyn, y tanto el coste como los trabajos en la ejecución fueron grandes.

La causa principal de la mayor parte de estas dificultades reside en la diferencia de presión hidrostática entre el fondo y lo alto del escudo de perforación del túnel. La presión del aire suficiente para mantener seco el fondo del túnel, será bastante más grande que la presión hidrostática necesaria en el techo del mismo y permitirá que el aire se escape en gran volumen, y si el escudo no es suficientemente pesado, puede producir un orificio en el fondo del río, y á causa de esto reducirse rápidamente la presión del aire y, permitiendo la entrada del agua y fango, inundar la obra ejecutada.

En la práctica esta diferencia de presión se mantiene tan pequeña como posible, haciendo que la presión en el túnel sea igual, aproximadamente, á la hidrostática en la sección media del mismo, pero ésta es aún más grande que la presión hidrostática en su techo; y esta diferencia de presión es la causa principal de los retrasos y gastos en la construcción de túneles por el método del escudo.

Con el método del escudo, por consiguiente, el trabajo de excavación y construcción se lleva, adelantando según un plano vertical, ó de lo contrario sometido á presiones no equilibradas. Con el método aquí expuesto, el trabajo se puede llevar según planos horizontales y estando las presiones equilibradas. Por esta razón, este nuevo método permite construir túneles más rápidamente, más económicamente, y también con menajes pendientes y resultar mejor ejecutada la obra.

El método, en general, consiste en construir sucesivas secciones de túnel bajo la protección de un inmenso, movable, cajón de aire comprimido, que permanece en el fondo del río y rebasa la superficie del agua como un dique ó muelle.

Cuando una sección del túnel está terminada, el cajón se mueve hacia adelante, á lo largo de la alineación del mismo, y así la otra sección inmediata á la terminada y unida á ella se puede construir.

Por la repetición de este proceso se puede perforar la totalidad del túnel.

Este cajón es una inmensa caja de acero con dobles paredes, que comprenden las cámaras de lastre, (rodeando la cámara de trabajo), cubierta por el techo, pero abierta por el fondo del río.

El agua se expulsa de esta cámara de trabajo por medio de aire comprimido y el acceso á ella para hombres y material se hace por medio de esclusas, como ordinariamente.

Se usa la palabra cajón para designar esta caja de acero, pero es de advertir que su estructura difiere en forma y funciones de la de los cajones usados para la cimentación de puentes y otras construcciones.

No forma parte del fondo de la estructura como sucede, generalmente, con los cajones ordinarios, sino que se usa como una protección temporal, cubriendo el sitio de la porción del túnel en construcción, y se lleva á nueva posición tan pronto como una sección del túnel está terminada.

Este cajón permanece en el fondo del río, encima y á los lados de la excavación en la cual se construye el túnel. De aquí que no tenga bordes cortantes, sino un borde ancho, lo que le da una gran estabilidad y evita que el cajón se hunda demasiado en el fango del fondo del río.

Para facilitar el desplazamiento del cajón va provisto de cámaras para lastrarle, que pueden llenarse ó vaciarse con gran rapidez por medio de válvulas y bombas. El lastre que puede entrar en estas cámaras es suficiente con mucho para mantener el cajón con toda seguridad en el fondo del río, mientras se procede á la construcción del túnel. Como el lastre es agua, se puede expulsar fácilmente con bombas, lo que permite al cajón flotar.

Las dimensiones del cajón son: longitud, 120 pies (36,58 metros); ancho, 50 pies (15,24 metros); profundidad, 62 pies (18,898 metros). Las dimensiones de la cámara de trabajo son: longitud, 100 pies (30,48 metros); ancho, 40 pies (12,21 metros), y altura, 25 pies (7,62 metros). El peso aproximado, sin maquinaria ni lastre, es de 2.500 toneladas (2.540 toneladas métricas).

Su estructura es bastante grande y bastante fuerte para que cuando permanezca en el fondo del río puedan las barcasas y remolques atracar junto á él y desembarcar los materiales y máquinas de trabajo. La cubierta principal del cajón está equipada con grúas, cabrias, hormigoneras y otras máquinas y útiles que puedan ser necesarios para el rápido y económico manejo de las materias excavadas en la cámara de trabajo y de los materiales empleados en la construcción, tales como arena, grava, cemento, acero y madera, trasbordándolos de las barcasas á las esclusas de aire.

En la cubierta de las máquinas, emplazada 12 pies más abajo que la cubierta principal, están situadas las calderas, compresores de aire, máquinas de vapor, generadores eléctricos, motores, bombas y otra colección de máquinas necesarias en la construcción del túnel ó en el manejo del cajón.

Las paredes de la cámara de trabajo se pueden prolongar en sentido vertical por medio de unas paredes movibles á voluntad y en las que, tanto para su fácil manejo, como para hacer en lo posible impermeables las juntas, se ha adoptado la disposición siguiente: á las paredes de la cámara de trabajo se han roblonado perfiles especiales, parecidos en la forma á los Zorés; la pared móvil está formada por hierros en I y maderos de gran escuadría sujetos con pernos; las cabezas de las I entran dentro de las ranuras que quedan entre la pared de la cámara de trabajo y los perfiles especiales á ella roblonados, quedando así una especie de ensamblaje á ranura y lengüeta. Las paredes móviles se llevan un poco adelantadas con relación á la excavación general y sirven para evitar que el aire dentro de la parte excavada se escape demasiado libremente. También sirven para sostener los desmontes de la trinchera dentro de la cual se construye el túnel.

La especial unión de la pared móvil y la cámara de trabajo hace que no sean posibles los desplazamientos laterales de aquéllas.

Estando construido el cajón de la manera descrita, con todas las esclusas de aire necesarias para hombres y materiales, cámaras de lastre, etc., y equipado con compresores de aire, calderas, bombas, dinamos y otros útiles necesarios, se procede al trabajo en la forma siguiente:

Se empieza por dragar una trinchera, según la línea que debe seguir el túnel, bastante ancha para contener el cajón cuando repose en el fondo del canal, y por lo menos 45 pies (13,72 metros) por debajo de las aguas más bajas.

El cajón se conduce hasta un punto elegido con anterioridad y lastrado hasta que repose en el fondo del canal. Se inyecta aire comprimido en la cámara de trabajo hasta que se expulse toda el agua; parte del agua se extrae con bombas, para acelerar el trabajo, y se añade más lastre para mantener el cajón en su sitio.

Después de esto se procede á excavar dentro de la cámara de trabajo, teniendo cuidado de que las paredes móviles estén siempre adelantadas con relación á la excavación. Cuando se llegue al fondo de la excavación, se coloca hormigón para formar el cimientó y la parte inferior del túnel.

A continuación se puede proceder á terminar la construcción como se había proyectado, ya de hormigón macizo ó reforzado con fábrica hidrófuga y alquitrán ó asfalto, ya de ladrillo puesto con asfalto. Algunas veces se puede encontrar preferible rodear el túnel con un forro metálico para evitar las filtraciones; este forro se puede hacer de palastro ó de planchas de cobre.

Cuando una sección del túnel está terminada, las paredes móviles se quitan y afianzan á las paredes de la cámara de trabajo, después de lo que el cajón puede ser adelantado.

La operación siguiente es hacer flotar el cajón descargándole de lastre y moviéndole hasta que justamente caiga sobre el final de la sección terminada del túnel, quedando de este modo este final dentro de la cámara de trabajo. El cajón debe ser lastrado en esta posición para que repose sobre el fondo del río y después el trabajo sigue como en la sección de túnel anterior.

De este modo se construye la parte del túnel bajo el río, pero se adoptan disposiciones especiales para unirlo con los túneles de Manhattan y Brooklyn en las orillas.

Los sondeos hechos por los Ingenieros de la Public Service Comission para los nuevos túneles en los ferrocarriles subterráneos de Whitehall St., Manhattan, á Montagne St., Brooklyn, para los que recientemente se hicieron contratos, muestran que cerca de la orilla de Manhattan, la roca tiene altura y espesor suficiente para poder taladrar el túnel dentro de ella por los procedimientos ordinarios. En este caso el cajón se deberá llevar próximo al sitio en que el túnel entra en boca de modo que uno de los extremos de la cámara de trabajo quede encima de la roca. Si la naturaleza de la roca es tal que necesita aire comprimido para mantener seca la excavación (ó aire comprimido y escudo), el aire será suministrado por la instalación del cajón y se continuará la construcción del túnel hacia la orilla, usando el cajón como un pozo.

Si por el contrario, la roca es dura y permite perforar el túnel sin el empleo del aire comprimido, será conveniente después que esté bien avanzada su construcción en la roca, continuar los trabajos bajo la presión ordinaria, sirviéndose de una instalación hecha en la orilla del Manhattan.

En la orilla de Brooklyn, cuando el túnel entre en tierra y arena situada por encima de las aguas medias, puede ser conveniente el uso de un escudo. El escudo deberá ser colocado desde la cámara de trabajo del cajón y manejado con las instalaciones

de éste, usándose el cajón como un pozo para hombres y materiales.

Teniendo en cuenta las operaciones necesarias en este método de construir túneles, surgen las siguientes cuestiones:

1.^a La construcción de un cajón de las proporciones indicadas y con el carácter esencial de robustez, es un problema delicado y digno de tenerse en cuenta.

2.^a Otro problema que hay que resolver es el fácil manejo de un cajón de tan enormes dimensiones, trasladándolo por flotación, dentro de la alineación del túnel, echándole á pique en el sitio conveniente, para después hacerle flotar y llevarlo á su nuevo emplazamiento. En todas estas operaciones hay que tener muy en cuenta la fuerza de las corrientes en el río.

3.^a La resistencia del forro especial usado para llevar la excavación más allá del fondo del cajón. El problema estriba en la posibilidad de construir el forro impermeable al agua y al aire.

4.^a Filtración del aire en la cámara de trabajo y trinchera.

5.^a Por último, estudiaremos las ventajas de este método de construcción de túneles sobre los existentes que usan aire comprimido y escudos.

Construcción del cajón.

Las dimensiones del cajón citadas ya anteriormente, son: Longitud total, 120 pies (34,58 m.); ancho, 50 pies (15,24 m.); alto desde el fondo al techo, 62 pies (18,858 m.). Longitud de la cámara de trabajo, 100 pies (30,48 m.); ancho, 40 pies (12,21 m.); alto desde el fondo del cajón, 25 pies (7,62 m.).

Cuando el cajón permanece á una profundidad bajo el nivel del agua de 50 pies (15,24 m.), que es la altura media de agua en el río, más 25 pies (7,62), altura de la trinchera excavada en el lecho del río, la presión del aire en la cámara de trabajo y trinchera necesaria para expulsar el agua teóricamente deberá ser igual al peso de una columna de agua de 165 pies (22,86 m.) de altura (ó sean 2,286 kilogramos por metro cuadrado), que es la distancia de la superficie del agua al fondo de la trinchera. Esta presión somete á un trabajo muy grande á las paredes y techo de la cámara de trabajo.

Se ha dado 25 pies de alto á la cámara de trabajo, para que las paredes móviles puedan ser de una pieza y levantarlas del fondo del cajón cuando se le traslade de emplazamiento. La gran altura de la cámara de trabajo, al mismo tiempo que la ausencia de traveseros que arrastren las paredes, hace que los muros tengan que ser extraordinariamente robustos, resultando así el peso del cajón de 2.500 toneladas.

La altura de la cámara de trabajo ofrece varias ventajas en el manejo económico de las materias excavadas, palastros, hormigón, etc..... que por no afectar al principio del método de construcción no se describen en detalle.

Manejo del cajón.

Hay que tener muy en cuenta al ocuparse del desplazamiento del cajón, que su peso es de 2.500 toneladas, y el de las máquinas en él emplazadas de 500 toneladas, sumando, por lo tanto, la respetable cantidad de 3.000 toneladas. Siendo las dimensiones del cajón de 120 pies de largo por 50 pies de ancho; desplaza 6.000 pies cúbicos (169,92 metros cúbicos) por cada pie que se hunda en el agua. (El peso de 6.000 pies cúbicos de agua es de 187,5 toneladas). Puesto que el cajón pesa 3.000 toneladas sin lastre, se hundirá 16 pies (4,88 metros) en el agua, y añadiéndole lastre se colocará en la posición deseada.

El cajón, como se ha de llevar por flotación de un emplaza-

miento á otro, conviene lastrarlo con lastre sólido como lingotes de hierro, hasta que flote sumergiendo 45 pies y pudiendo ser totalmente hundido añadiendo lastre líquido. Esto requiere añadir de lingotes, al peso del cajón $45 \times 187,5 - 3.000 = 5.137,5$ toneladas.

El resto del lastre que se requiere para hundir totalmente el cajón y mantenerlo en el fondo del río, como debe ser fácilmente manejable, para poder hundir y poner en flotación el cajón rápidamente deberá ser agua.

Será necesaria mayor cantidad de lastre cuando esté excavada en su totalidad la trinchera en que va el túnel, pues en ella será necesario tener una presión de aire de 4.687 libras por pie cuadrado (2,286 kilos por centímetro cuadrado) y en estas condiciones el aumento de empuje debido al aire á presión será igual al área de la cámara de trabajo 100×40 ó sea 4.000 pies cuadrados por 4.687 libras que da un empuje total de 9.374 toneladas. A esto se debe añadir el empuje debido á la presión del agua sobre el área del cajón que descansa en el fondo del río, que es de 2.000 pies cuadrados, y como este área está 50 pies por debajo de la superficie del agua, el empuje valdrá 2.000×3.125 libras, ó sean 3.125 toneladas (ó sea 3.175 toneladas). Por consiguiente, el empuje total que tiende á levantar el cajón vale $9.374 + 3.125 = 124,99$ toneladas.

Para contrarrestarlo existe el peso del cajón, de la maquinaria y de los lingotes con un total de 8.437,5 toneladas; hay, por lo tanto, que añadir de lastre líquido 4.061,5 toneladas.

Para poder hundir y poner en flotación el cajón rápidamente, las cámaras del lastre van provistas de válvulas para la rápida admisión del agua y de bombas para vaciarlas con prontitud. Dado el lastre líquido necesario con cuatro bombas centrifugas de 3.000 galones por minuto, se vaciarán las cámaras en ciento dos minutos.

Con esto el cajón flotará á una profundidad de 45 pies; como esto no es necesario para poder trasladarlo de emplazamiento, dado que la trinchera está excavada á los 50 pies de la superficie del agua, sólo será necesario extraer el 80 por 100 del lastre líquido, pudiendo hacer esto en una hora y veintitrés minutos.

El espacio ocupado por el lastre líquido se dividirá por tabiques transversales y longitudinales, para formar cámaras de lastre independientes.

Estas cámaras deberán estar unidas con las bombas y entre sí, de modo que ninguna cámara ó grupo de cámaras pueda ser vaciado ó llenar independiente de las otras. Esta disposición facilita mucho el manejo del cajón.

La operación de hundir ó poner á flote una estructura semejante á la del cajón en estudio no es nueva, como lo prueban la facilidad y rapidez con que se manejan las puertas flotantes del dique seco de Navy Yards.

Los grandes diques flotantes de New-Orleans, Manila y otros muchos sitios son manejados por idénticos medios y barcos de 20.000 y más toneladas son puestos en dique en pocas horas.

Hay, sin embargo, en el manejo de este cajón algo diferente del de los diques, y reside en las posibles perturbaciones ocasionadas por las corrientes.

El final de la pared del cajón que insiste sobre la parte terminada de túnel se construirá 4 pies menos profundo que la del otro extremo y que los lados laterales. El hacer este costado menos profundo que los otros impide que el peso del cajón insista demasiado sobre las fábricas muy recientes del túnel.

Esta muesca en el costado de atrás del cajón permite también á éste montar sobre la parte terminada del túnel cuando se mueve hacia adelante. Sirve así la parte terminada del túnel como de

guía al cajón y también impide que sea movido por las corrientes lateralmente.

El espacio que queda entre el tradós de la bóveda del túnel y la pared trasera del cajón se rellenará con sacos llenos de arcilla para evitar el escape del aire.

Las operaciones para el emplazamiento del cajón se deberán verificar durante las estoas de baja ó alta, cuando las corrientes no existen ó son sumamente pequeñas.

Teniendo en cuenta la remota posibilidad de que el cajón se suelte de sus amarras y sea arrastrado por la corriente, se puede tener la seguridad que no saldrá de la trinchera dragada, pues aun sacando todo el lastre líquido, el cajón está sumergido 45 pies.

Paredes movibles.

Generalmente las paredes movibles se emplearán para llevar la excavación 25 pies más abajo que el fondo del cajón; pero claro es que la profundidad hasta la cual se hagan descender estará determinada por la naturaleza de los materiales penetrados, la ausencia ó presencia de cantos rodados; en una palabra, por la facilidad de penetración.

Anteriormente hemos visto que la máxima carga hidrostática en el fondo de la trinchera era de 75 pies y la presión del aire allí de 4.687,5 libras por pie cuadrado (2,286 kilos por centímetro cuadrado) estará equilibrada por la citada carga, no existiendo, por lo tanto, fugas de aire junto al fondo de la trinchera.

Ahora bien, como la presión en la trinchera y la cámara de trabajo no puede sino ser la misma, mientras que la presión al otro lado de las paredes movibles decrece al acercarse á la superficie del agua, la presión resultante es de la trinchera hacia el exterior y con valores crecientes al acercarse al canto superior de las paredes movibles.

Este canto superior de las citadas paredes, está al mismo nivel que el fondo del cajón ó sea á 50 pies por debajo de la superficie del agua; hay, por lo tanto, una presión hidrostática de 50 pies por la parte externa de las paredes movibles, mientras que por dentro de la trinchera y al mismo nivel la presión hidrostática es de 75 pies; la presión resultante, hacia fuera de la trinchera, es igual á hidrostática de 25 pies ó sea de 1.562,5 libras por pie cuadrado.

Esta presión es resistida por los materiales de la trinchera en que se apoyan las paredes, que pueden muy bien soportar con toda seguridad una y media tonelada por pie cuadrado (0,762 kilos por centímetro cuadrado.)

Para hacer estas paredes prácticamente impermeables al aire, se proyectan de pino ensambladas á lengüeta y ranura, como se suelen utilizar para trabajos en trincheras profundas. Puede suceder que esta disposición no resulte suficiente para resistir á los esfuerzos á que ha de estar sometida y en este caso se adopta la disposición con anterioridad descrita, en donde se hizo resaltar la unión con las paredes de la cámara de trabajo y la facilidad y rapidez en la maniobra.

Escape de aire.

Se ha visto que en el fondo de la cámara de trabajo existe una diferencia de presión apreciable entre la del aire y la exterior del agua, siendo mayor la del aire (interior.) Existirá, por lo tanto, una causa para que el aire tienda á escapar por la unión de las paredes movibles y el fondo de la cámara de trabajo. Para reducir estos escapes de aire, se colocarán debajo de la superficie de apoyo del cajón, sacos rellenos de arcilla y se rellenarán con

arcilla todas las cavidades que puedan existir entre el fondo del cajón y el del río. Como estos sacos de arcilla se colocarán antes que las paredes movibles, al descender éstas comprimirán firmemente la arcilla, haciendo de este modo un contacto muy estrecho entre las paredes y el terreno.

Después que las paredes movibles han llegado á la profundidad máxima, el espacio que queda entre ellas y las de la cámara de trabajo puede ser calafateado con estopa ú otro material.

Ventajas de este método de construcción.

De la anterior descripción y discusión se deducen las siguientes ventajas que ofrece este método de construcción de túneles:

1.^a *Seguridad contra las inundaciones.* — Al estar equilibradas las presiones en las superficies de trabajo desaparece el peligro de la perforación del lecho del río con la consiguiente inundación del túnel, consiguiéndose de este modo seguridad para los trabajadores y para los progresos en la construcción.

2.^a *Menores pendientes.* — Como no es preciso más cubierta que el cajón, el túnel no necesita tener pendientes tan grandes, como cuando empleando el método del escudo ha de mantenerse por debajo del fondo del río necesariamente.

3.^a *Mayor exactitud en la alineación y en las pendientes.* — El túnel puede ser construido siguiendo la alineación y las pendientes de una manera más precisa, resultados que sólo de una manera aproximada se obtienen con el método del escudo, haciendo el diámetro del tubo más grande que el necesario, y corrigiendo defectos de alineación y pendiente en el forro de hormigón interior del tubo.

4.^a *Cimentaciones.* — El fondo del túnel puede ser reforzado con pilotes ú otros medios necesarios antes de su construcción.

5.^a *Mejor construcción.* — Como el túnel es accesible por todos lados, el trabajo de construcción es fácilmente vigilable y el túnel se puede construir con palistros cosidos y rodeados de hormigón. Esto lo hace impermeable y más robusto que los construídos con planchas fundidas cosidas con pernos y colocadas directamente contra el fango del río. La dispendiosa operación de inyectar cemento á ciegas en el fango con la esperanza de rellenar todas las cavidades existentes debajo del tubo se evita también.

6.^a *Materiales manejados más rápida y económicamente.* — El cajón situado firmemente en el fondo del río forma un muelle de amplia superficie equipado con grúas, cabrias, etc., para el manejo de los materiales excavados y para la recepción de los de construcción.

Con esta disposición se evita el transporte de los materiales excavados á lo largo de la parte terminada del túnel hasta el pozo, su elevación por el mismo, su trasbordo á los vagones y, por último, su trasbordo al vertedero. Análogas operaciones se ahorran en el manejo de los materiales de construcción.

7.^a *Trabajo hecho más rápida y económicamente.* — Es evidente que en un área de 100 pies de longitud y 40 pies de anchura cubierta para trabajar y protegida contra las inundaciones se pueden emplear más hombres y el trabajo terminarlo más rápidamente que trabajando con el método del escudo con un frente de ataque de un círculo de 20 pies de diámetro.

Además que se pierde menos tiempo en la extracción de materiales y el transporte de los de construcción.

R. M. SERRET.

COMUNICACIÓN POR TELEGRAFÍA SIN HILOS

CON LOS TRENES EN MARCHA

EN EL

“Delaware, Lackawanna & Western Railroad,”

(*Railway Review.*)

Desde hace algún tiempo, el «Delaware, Lackawanna & Western Railroad» ha puesto en servicio una instalación de ensayo de telegrafía sin hilos, que tiene por objeto establecer una comunicación entre algunas estaciones de la red y los trenes de viajeros en marcha.

Hace ya algún tiempo que esta instalación ha empezado á funcionar con un éxito considerable. Los aparatos han efectuado un servicio irreprochable, desde el doble punto de vista de la seguridad y de la eficacia; en muchos casos, más ó menos graves, han dado patente prueba de su gran utilidad.

La idea de este medio de comunicación entre un tren en marcha y una estación alejada, está dentro de los principios conocidos de la radiotelegrafía, y no hay en los aparatos empleados nada esencialmente nuevo. Dos son las estaciones fijas que existen en la actualidad: una situada en Scranton, Pa, y otra en Binghamton, N. Y. En la estación de Scranton, la antena está constituida por cuatro hilos que se elevan á una altura de 50,30 metros sobre el nivel del suelo y que se extienden en una distancia horizontal de 228,60 metros. Por uno de sus extremos está suspendida de una torrecilla de acero situada en el techo de la estación, mientras que por el otro se fija á una chimenea de los talleres de la Compañía en Scranton. En la primera, los conductores descienden á la sala de manipulación situada en el segundo piso. En esta sala existe un aparato del tipo Marconi de 2 kilovatios de potencia. La corriente trifásica de 60 períodos de la fábrica generadora, la recibe un motor generador colocado en el subsuelo que gira á razón de 1.750 vueltas por minuto y la convierte en corriente de 500 períodos y á 250 voltios; á continuación, un transformador eleva la corriente á la tensión aproximada de 20.000 voltios. Esta corriente á alta tensión sirve para mantener la carga de una batería de seis botellas de Leyden, que producen aproximadamente 1.000 descargas por segundo á través de un descargador.

En Binghamton, la antena está sostenida por dos torrecillas de acero de 53,30 metros de altura y separadas á 122 metros. En cuanto al resto de las disposiciones, esta estación es idéntica á la de Scranton.

En la actualidad sólo existen estas dos estaciones, pero la Compañía está tan satisfecha de los excelentes resultados obtenidos con los ensayos de la telegrafía sin hilos, que piensa aumentar cuatro más. Las seis estaciones, á saber: Hobok, Port Morris, Scranton, Binghamton, Bath y Búffalo, dividirán la red en cinco regiones correspondiendo á la división adoptada en el servicio de trenes.

La antena de los trenes está constituida por hilos que están tendidos entre pequeños soportes colocados en los cuatro ángulos del coche, á una altura aproximadamente de 46 centímetros sobre el nivel de las cornisas del techo principal y aproximadamente á la altura del vértice de la linterna. Al principio sólo se emplearon dos hilos longitudinales sobre cada coche. Hoy, sus extremos se unen entre sí, formando, por consiguiente, un rectángulo. Los rectángulos de los distintos coches (generalmente suelen ser cinco en un tren), están unidos en sus extremos por un hilo que cuelga libremente. Últimamente se ha añadido una

