

TRANVIA ELECTRICO DE SAN SEBASTIAN

El día 30 de Octubre último se ha inaugurado el sistema de tracción eléctrica en toda la línea del tranvía de San Sebastián, que se ha explotado con tracción animal desde el 18 de Julio de 1887 hasta el 22 de Agosto del año actual, en que se abrió á la explotación una parte de la línea con motor eléctrico, haciéndose hasta dicho día 30 de Octubre un servicio de tracción mixta.

Hé aquí una descripción de la instalación:

Trazado.—La línea, que tiene uno de sus extremos en el punto llamado «Venta-berri», barrio del antiguo de San Sebastián, recorre la carretera provincial (1.484 metros) contigua al pasco de la Concha, atravesando un espacioso túnel. Entra en la ciudad y atraviesa sus principales calles (1.927 metros) para salir por el puente de Santa Catalina á la carretera, siguiendo por ésta hasta el barrio de Ategorrieta (1.276 metros), donde se desvía de ella por terrenos pertenecientes á la Compañía del tranvía (2.085 metros), entrando nuevamente en la carretera, junto al puente de «La Herrera», barrio de Pasajes y sigue el trazado de la carretera hasta Rentería (3.939 metros), en cuya población penetra.

La longitud total de la línea es de 10.711 metros. Es de vía sencilla y tiene 10 apartaderos, cuya longitud total es de 1.394 metros, distanciados poco más de un kilómetro entre sí. El radio mínimo de las curvas es de 18 metros.

La línea se halla dividida en ocho secciones y media para los efectos de la percepción y cruce de los vehículos.

Perfil longitudinal.—El perfil de la línea es algo accidentado en una mitad de su trazado, desde Ategorrieta á Rentería y casi completamente horizontal en el resto de Ategorrieta á Venta-berri.

Las pendientes más pronunciadas son: las de Capuchinos (Rentería), que tiene á la salida 0,0406 en 208 metros de longitud y 0,0408 en 167 metros á la bajada; en el puente de Buenavista (Pasajes) 0,038 en 168 metros y 0,037 en 250, y en el trayecto de la desviación 0,0850 en 168 metros, 0,0303 en 310 metros y 0,0264 en 537 metros.

Como se ve la pendiente más fuerte excede muy poco del 4 por 100.

Vía.—La vía es completamente metálica, de carril de canal sistema Demerbe. Es de acero y mide la vía el ancho de un metro; pesa el metro de carril 30 kilogramos.

Descansan los carriles sobre traviesas metálicas de 7 kilogramos de peso cada una, colocadas á 1,50 metros próximamente de distancia unas de otras, sujetándose á los carriles por medio de unos botones ó rinconeras que hacen conservar á la vía el ancho uniforme de un metro.

Cada carril tiene 10 metros de longitud, está unido al inmediato por bridas de hierro dispuestas debajo de las uniones de los rails y adoptadas á estos con chavetas cruzadas en forma de cuña, en las agujas de los carriles y de las bridas que coinciden.

El kilómetro de la vía pesa 71.000 kilogramos.

La vía, cuya colocación es sencilla y rápida, es muy elástica y completamente indeformable, siempre que se haya tenido el cuidado de hacer bien el realce, y su entretimiento es apenas perceptible.

En los diez años que ha llevado esta vía en constante servicio con la tracción animal, se han obtenido los más excelentes resultados. Y á fin de dar más consistencia á

la vía y evitar las deformaciones que pudieran ocasionarse por el paso de vehículos de peso mucho más considerable que los que habían circulado antes, se ha procedido al realce, estableciendo previamente, á manera de largueros, una masa de hormigón de 20 centímetros de ancho por 10 de alto, sobre la cual descansa el carril, y el realce de la parte hueca de éste se ha hecho con una masa de al-mendrilla, procedimiento que ha dado un resultado superior á todo encomio, y el cual se ha seguido en terrenos arcillosos ó muy húmedos, limitándose en aquellos donde las condiciones del terreno y el firme de la carretera presentan un buen asiento, á emplear las masas de cemento antes expresadas. Solamente, en las uniones de los carriles, á fin de conservar un perfilado perfecto que evite los resaltos, tan perjudiciales al material.

Sistema de tracción.—El sistema empleado es el de corriente continua por cable aéreo y retorno por el rail.

La corriente se produce en una estación situada en Ategorrieta, próximamente en el centro de la línea. Uno de los polos de la máquina está unido al carril y el otro á un hilo de contacto de cobre endurecido situado á todo lo largo de la línea.

Cuando no hay coche sobre la vía no se cierra el circuito, pues los dos conductores, carril ó hilo, no están unidos. Cuando hay un coche, se cierra el circuito á través de él por las ruedas, los motores, el regulador y una percha articulada metálica colocada sobre el tejado del coche; la corriente pasa y los motores se ponen en movimiento haciendo rodar al coche. La percha termina en un frotador que resbala bajo el hilo, de modo que el circuito queda cerrado y la corriente continúa pasando una vez puesto el coche en movimiento.

Estación central de fuerza.—Comprende tres grupos, compuesto cada uno de una caldera, una máquina de vapor y una dinamo generatriz, además de otras máquinas y aparatos auxiliares, en cuya descripción vamos á entrar.

Calderas.—Son horizontales, tubulares, de gran hogar y poseen 110 metros cuadrados de superficie de calefacción. Este hogar es de chapa ondulada y los tubos hervidores son en número de 71. Trabajan á una presión de 8 $\frac{1}{2}$ atmósferas y han sido ensayadas en la prensa hidráulica á una presión de 13 $\frac{1}{2}$ atmósferas.

El diámetro del cuerpo de la caldera es de 2.260 milímetros y su longitud de 4.100 milímetros; el diámetro del hogar es de 1.050 milímetros y el de los tubos hervidores de 95 milímetros.

Van provistas de los correspondientes aparatos de seguridad: válvulas, indicadores de nivel de agua, manómetros, flotadores con indicador magnético y silbato de alarma.

Además de un inyector de alimentación para cada caldera, hay una bomba sistema Worthington de un rendimiento de 120 litros de agua por minuto y un aparato refrigerante completo.

Las calderas pueden producir de 15 á 17 kilogramos de vapor por metro cuadrado de superficie de calefacción y nueve kilogramos de vapor por kilogramo de carbón.

Están construidas por la casa Escher Wyss y Compañía, de Zurich (Suiza).

Máquinas de vapor.—Preceden de la misma casa constructora que las calderas. Son horizontales, del sistema compound-tandem, de 120 revoluciones por minuto, presión efectiva de admisión de ocho atmósferas efectivas, de

fuerza normal de 150 caballos efectivos cada una, pudiendo desarrollar 200 caballos efectivos. Van provistas de sus correspondientes condensadores y tienen engrasadores automáticos, manómetros e indicadores de vacío, así como los accesorios indispensables para sacar diagramas.

Estas máquinas están acopladas por correas á las dinamos que alimentan la línea.

Dinamos.—Son del sistema Thury, construidas así como toda la parte eléctrica de la instalación, por la *Compagnie de l'Industrie électrique*, de Ginebra, de corriente continua, de seis polos, con tres juegos de engrase automático y frotadores de carbón, pudiendo absorber una potencia de 160 caballos efectivos y proporcionar una corriente de 105 kilowatts á la velocidad de 350 revoluciones por minuto, envolvente para 500 volts sin carga y 550 á toda carga.

Llevan las dinamos como complemento un cuadro de distribución, con tomas y comunicaciones que comprende los aparatos siguientes:

Tres interruptores.

Tres amperímetros.

Un amperímetro general.

Dos voltímetros.

Tres disyuntores automáticos.

Un disyuntor de intensidad.

Tres reostatos de regulación, y

Un regulador automático de tensión, accionado por un motor-bola de $\frac{1}{6}$ de caballo.

Hay también en el cuadro una estación de pararrayos automáticos, con peines, amortizadores y condensador, montado todo en un tablero especial.

Refrigerante.—Una bomba centrífuga, accionada por un motor eléctrico de 20 caballos que reúne todos los aparatos accesorios de seguridad y medición, cuadro de resistencia y amperímetro, eleva el agua del condensador para expelerlo á un depósito por un refrigerante sistema Körting, de 10 chorros en espiral que pueden arrojar en junto 68.000 litros de agua por hora.

La tubería del refrigerante está recogida en un cerramiento de persianas de madera que rodea todo el depósito, á fin de evitar la pérdida del agua caliente que sale por los chorros, la que por efecto del viento pudiera esparcirse fuera del recipiente.

El agua necesaria para la alimentación de las calderas procede de un manantial, propiedad de la Compañía del tranvía, situado á 60 metros de los depósitos, de un rendimiento de 8 m.³ por hora en estiaje.

Línea aérea.—La línea aérea consiste en un hilo de contacto de cobre endurecido, de alta conductibilidad y de un diámetro de 8,25 milímetros.

La suspensión de este hilo de contacto está hecha con postes de madera de roble, inyectados con creosota, en toda la extensión de la carretera provincial y trayecto de la desviación perteneciente á la Compañía; con postes tubulares de acero con sus correspondientes anillas y zócalos de ornamentación, en la parte urbana de la población donde no han podido establecerse anclajes en las fachadas de las casas. También se han empleado los postes metálicos á todo lo largo del paseo de la Concha; y en las calles de la población se ha colocado el hilo por medio de otros tensores apoyados en las casas.

Los postes á lo largo de la carretera, donde no hay

apartaderos, llevan pescantes de tubos de acero para sostener el cable aéreo.

Los hilos tensores son de cable de acero de 7 hilos de 2 milímetros de diámetro cada hilo y tienen doble aislamiento.

Los aisladores son de una mezcla de mica, amianto y goma laca, del sistema más perfeccionado, y dan la protección perfecta bajo el punto de vista del aislamiento.

Todos los aparatos accesorios de la línea, tales como los tensores, agujas, aisladores y demás elementos indispensables, son de los mejores sistemas conocidos.

El conjunto de la línea presenta la mayor solidez práctica y una altura uniforme de seis metros en toda su extensión.

El retorno de la corriente por los carriles se efectúa de una manera perfecta, para lo cual cada carril va unido al inmediato por medio de una conexión eléctrica de hilo de cobre de ocho milímetros de diámetro.

El hilo de alimentación establecido con el objeto de evitar las pérdidas de carga en la parte más accidentada de la línea, consiste en un cable de ocho milímetros de diámetro, de cobre recocido, colocado en los mismos postes que sirven de sostén al cable de trabajo, y sujeto á ellos por aisladores de porcelana. Ocupa una extensión aproximada de seis kilómetros, en el trayecto de las secciones comprendidas entre los apartaderos de Capuchinos y la Beneficencia.

La adopción del cable de alimentación expresado y la ventajosa circunstancia de hallarse la estación de fuerza en el centro de la línea, hacen que se reduzca la pérdida de carga en los carriles á un límite admisible. La diferencia de potencial, máxima entre el extremo de la línea y la estación en el momento en que los coches se encuentran en la posición más desfavorable, es decir, en pendientes fuertes y cargados todos los coches con el cupo completo de viajeros que se les asigna, no llega á 5 volts. En trabajo medio, la pérdida fluctúa entre 1'8 y 2 volts, tensión muy poco elevada para provocar fenómenos de electrolisis apreciable.

Favorece también para la disminución de la pérdida de carga, la mejora de la sección de la vía debida á los apartaderos.

La línea aérea está protegida por redes aisladoras en los puntos donde cruzan las líneas telefónicas y telegráficas, para evitar que en caso de ruptura de un hilo de éstos haya contacto. El sistema de protecciones adoptado es el más eficaz que se conoce, en opinión de autoridades en la materia, y el más generalizado en el extranjero.

Coches.—Son de dos clases: automóviles y remolcados. Los automóviles tienen 8 metros de longitud y con los topos 8'50. La longitud exterior de la caja es de 5'15 metros y 2 metros el ancho.

El número normal de plazas es de 42; 22 en el interior y 10 en cada plataforma.

El peso total del coche en vacío es de 7.500 kilogramos, y si se deducen los motores (2.000 kilogramos), el equipo eléctrico, los engranajes y los suplementos de peso que ha necesitado el chasis para soportar estos órganos, en junto 1.000 kilogramos; quedan 4.500 kilogramos para el coche propiamente dicho.

Los coches remolcados son de 24 plazas. Los abiertos de cinco bancos en sentido transversal, en los que caben 20 viajeros y cuatro más en la plataforma posterior; y los

cerrados 12 en el interior y seis en cada plataforma.

Los abiertos pesan 1.200 kilogramos y 1.800 los cerrados.

Cada coche automóvil puede arrastrar dos coches remolcados; por lo tanto, en carga normal pueden transportar 90 viajeros.

El suelo de estos coches tienen planchas movibles para poderse efectuar con facilidad una inspección en la parte inferior. Los trucks son completamente metálicos.

Va provisto cada automóvil de una placa de palastro de defensa, para los obstáculos que se encuentren en la vía, situada en cada una de las plataformas, elevada del nivel de los rails 10 centímetros, lo que hace casi imposible que cualquier persona que se halle sobre la vía pueda ser atropellada.

Además tiene timbres de alarma, colocados bajo el suelo de las plataformas, muy sonoros, que el waltman maneja con el pie al aproximarse á sitios frecuentados y cruces de calles ó caminos.

Llevan también areneros que impidan, cuando ocurra, el patinaje de las ruedas.

Va provisto cada coche de dos poderosos frenos mecánicos que se manejan desde cada una de las plataformas, de un efecto muy rápido y muy enérgico. Cada árbol de freno hace accionar las zapatas sobre las cuatro ruedas.

Los coches que proceden de los talleres de los señores Cardo y Escoriaza, de Zaragoza, son de un aspecto muy elegante, el material en ellos empleado es de primer orden, y por su construcción y solidez, nada tienen que envidiar, así en conjunto como en sus detalles, á los de procedencia extranjera.

Equipo eléctrico.—El equipo eléctrico en cada coche, se compone de: un trolley con percha tubular metálica para la toma de la corriente, dos aparatos reguladores ó de puesta en marcha uno en cada plataforma, un corta-circuitos de plomos fusibles, para-rayos, cuadros de resistencias, de regulación, el alumbrado completo y dos motores.

El alumbrado de cada coche automóvil lo constituyen cinco lámparas incandescentes de 16 bujías, montadas en serie sobre una derivación de la corriente, y absorbiendo así 65 volts cada una, con una pequeña resistencia para regularizar la luz. Tres lámparas van en el interior del coche, y una en cada plataforma. En la defensa de la plataforma delantera y en su parte exterior, llevan una poderosa linterna eléctrica, consistente en un reflector parabólico nickelado, con toma de corriente movable, que sustituye á las luces de colores, que como señales usan los vehículos.

Inútil es decir, que el alumbrado es muy brillante é infinitamente superior al usual en los tranvías de motor de sangre. Los coches remolcados llevan también alumbrado eléctrico, consistente en 3 lámparas incandescentes.

Marcha de la corriente.—La corriente pasa de la línea, sucesivamente, por el frotador, percha, corta-circuitos, regulador, resistencias, motores, ruedas, rail y estación.

Los órganos de movimiento son dobles, situados uno en cada plataforma del coche, utilizándose por el waltman el de la plataforma delantera, y dejando sin acción el de la plataforma trasera.

Motores.—Están contruídos para trabajar normalmente á 500 volts y 30 amperes, ó sea una potencia de 1.500 watts. Están escitados en serie á fin de tener un esfuerzo

mayor en el arranque, y se hallan acoplados en cantidad para asegurar su independencia, bien sea bajo el punto de vista del patinaje ó bien para el caso de avería en uno de ellos.

Los motores marchan en plena carga á la velocidad reducida de 350 revoluciones por minuto, y atacan á los ejes por un solo engranaje reductor. Una cubierta metálica envuelve á estos engranajes.

El motor está completamente cerrado en una caja de acero, que forma por sí misma el circuito magnético y queda así al abrigo del polvo y de las salpicaduras del agua. Se han tomado todas las disposiciones para que el motor sea fácilmente accesible en todas sus partes, de modo que la inspección es fácil y el desmontaje rápido.

Tienen frotadores de carbón en vez de escobillas metálicas, que evitan el desgaste del colector y funcionan sin producir chispas.

El engrase es automático, por anillas, lo que asegura una buena lubricación é impide los rozamientos.

El funcionamiento del regulador con palanca es muy sencillo y cómodo, y reemplaza ventajosamente á las manivelas horizontales que en otras partes se emplean.

Antes de salir del coche la corriente atraviesa un corta-circuitos fusible, destinado á proteger al motor contra las intensidades excesivas. Este corta-circuitos y un para-rayos se hallan colocadas en una caja lateral en la parte exterior del coche, disposición muy conveniente cuando hay una fusión de plomos que pueden ser sustituidos rápidamente sin causar molestias al viajero ni que este se aperciba de la maniobra que se efectúa. Es esta una disposición muy poco común, dándose el caso en otras instalaciones de que los plomos fusibles están colocados en el interior del coche, causando su estampido la consiguiente alarma á los viajeros, aparte de lo desagradable que es para éstos el hacerles levantarse de sus asientos para proceder á la sustitución de los plomos.

Lo propio decimos de los cuadros de resistencia que en muchos tranvías están debajo de los asientos, produciendo un calor insoportable y molesto para los viajeros que van sentados.

En los automóviles del tranvía de San Sebastián los asientos están completamente libres, y las resistencias se hallan colocadas sobre el tejadillo del coche.

Los aparatos de maniobra son, como hemos dicho, dobles, y colocados uno en cada plataforma, pero con una sola palanca, que sólo puede quitarse en la posición 0, es decir, cuando no hay corriente en el aparato; de modo que, llegado á un punto límite de línea, el waltman se traslada con su palanca de un regulador á otro, mientras el conductor separa el trolley tirando de la percha por medio de una cuerda, hace girar á aquélla, colocándola en sentido opuesto, y vuelve á colocar el trolley bajo el hilo, con lo que el coche está dispuesto á marchar en dirección contraria á la que llevó.

La velocidad se regula por medio de resistencias intercaladas en el inducido.

La toma de corriente es de contacto resbaladizo, articulado por frotador, lo que disminuye las probabilidades de descarrilamientos, que se producen con bastante frecuencia con el empleo del carrete ó ruleta.

Marcha de los coches.—Con estos motores funcionan los coches de una manera natable; pueden salvar las pendientes más fuertes, de las que hemos hablado al ocuparnos

del trazado de la línea, arrastrando dos coches remolcados á plena carga de viajeros á una velocidad de 13 á 14 kilómetros por hora, pudiendo llegar con facilidad en despojado y en horizontal á la velocidad de 24 kilómetros por hora.

La tracción es muy suave, lo que se debe á la constancia casi absoluta del copla-motor; esta constancia no existe en las locomotoras ni en las demás máquinas de cilindros y pistones que accionan una manivela; con la tracción animal tampoco se pueden evitar las desigualdades de esfuerzo de los caballos. En el sistema establecido, los arranques y las paradas son muy progresivas y sin sacudidas.

El freno eléctrico es un poderoso auxiliar que merece le consagremos unas líneas.

Así como la palanca del regulador, movida de derecha á izquierda á partir del punto 0, posición vertical, sirve para aumentar la velocidad, la inversión del movimiento de la palanca, de izquierda á derecha á partir del punto 0, produce el frenaje eléctrico, cerrándose el circuito de los motores é interrumpiendo la comunicación con la línea. El coche marcha á causa de la velocidad adquirida ó debida á la gravedad en una pendiente; las ruedas hacen girar á los inducidos de los motores, que se convierten, por lo tanto, en generadores de corriente.

El uso constante del freno eléctrico en las bajadas de pendientes, maniobra á la que se ha acostumbrado á los wattmam de este tranvía, es una garantía importante que hace desear todo temor de que puedan ser atropellados los transeuntes, y que las paradas son casi instantáneas en caso de peligro inminente, si á la acción del freno eléctrico se une la del freno mecánico.

Rendimiento.—Es interesante darse cuenta del rendimiento del conjunto, esto es, de la relación entre el trabajo motor en el árbol de la máquina de vapor y el trabajo resistente en los coches. En carga media el rendimiento es de 50 por 100 y á plena carga 70 por 100, rendimiento muy satisfactorio, dada las enormes variaciones del trabajo acusado.

En condiciones normales la dinamo puede rendir 90 por 100, y la línea 95 por 100.

Edificios.—La instalación se ha hecho en amplios edificios, emplazados en un terreno que mide 6.404 metros cuadrados de superficie.

El edificio de máquinas, donde se cobijan las tres máquinas de vapor y las dinamos, con capacidad para una cuarta máquina, mide 20 m. por 17 de superficie. Es de mampostería, las armaduras de hierro, tiene luz cenital además de la que recibe de las ventanas de tres de sus fachadas.

Adosados á él se hallan: el de calderas, de una superficie de 11 m. por 13; y el de la bomba depósito de aceites etcétera, que mide 8 m. por 3,50.

La fundación de máquinas, de ladrillo con cemento, galerías para tuberías y depósitos de aguas de alimentación, son acabados trabajos hechos con toda la solidez que requiere su objeto.

En el taller de reparaciones, separado de los edificios anteriores, se han empleado idénticos materiales; ocupa una superficie de 220 m.² y comprende todos los departamentos accesorios para reparaciones eléctricas ó mecánicas, fosas de inspección, etc.

La chimenea, de ladrillo, fundada sobre un bloque de

hormigón de 32'400 m.³, mide fuera de la base 40 metros de altura; el diámetro inferior es de 4'25 metros y el superior 1'40.

Los trabajos de edificación se han hecho bajo la dirección del maestro de obras D. Domingo Guiza.

La instalación de la parte eléctrica y mecánica la ha dirigido el Ingeniero Jefe, montador de la *Compagnie de l'Industrie électrique*, D. Alejo Carlier.

BLAS DE ESCORIAZA.

REVISTA EXTRANJERA

Reglas para el ensayo de materiales de tierra cocida. (1)

(Conclusión).

ENSAYOS MECÁNICOS

1.º *Resistencia á la rotura por aplastamiento.*—*Ladrillos y materiales análogos.*—El ensayo de resistencia á la rotura por aplastamiento se hará con fragmentos de forma próximamente cúbica, obtenidos, para los ladrillos comunes, por ejemplo, superponiendo dos medios ladrillos y ligándolos por medio de una delgada capa de cemento de Portland puro.

Las superficies de compresión se harán rigurosamente paralelas por medio de una capa de enlucido fabricado con una pasta análoga.

Como para las piedras naturales de construcción, los ensayos de resistencia al aplastamiento podrán efectuarse por medio de máquinas de palanca ó de prensas hidráulicas.

Los ejemplares se colocarán entre las placas de compresión, interponiendo una hoja delgada de cartón; es conveniente que uno de los dos platillos de compresión sea móvil en todos sentidos.

Las dimensiones de las caras á que se aplica la presión se indicarán en el acta de ensayo al mismo tiempo que la resistencia referida al centímetro cuadrado de dicha superficie.

El ensayo se hará en tres ejemplares, por lo menos, del mismo tipo.

Se calculará la media de los resultados obtenidos.

Será conveniente efectuar dos series de ensayos, una con ejemplares desecados y otro con ejemplares en el estado de imbibición, indicando el grado de ésta.

2.º *Resistencia á la rotura por flexión.*—*Ladrillos.*—Los ensayos de resistencia á la rotura por flexión se harán, para los ladrillos ordinarios, con piezas enteras apoyadas en dos cuchillos distantes entre sí 0^m,20, aplicando las cargas en el punto medio y aumentándolas gradualmente hasta que se produzca la rotura.

Se indicará el peso bruto que produzca la rotura de cada ejemplar.

Los productos de mayor longitud que los ladrillos comunes (ladrillos para pisos) podrán ensayarse con una luz ó distancia entre los apoyos igual á la que les corresponda en la práctica.

Tejas.—Los ensayos de resistencia á la rotura por flexión se harán con tejas enteras colocadas sobre dos cuchillos, y carga-

(1) Véase el número anterior.