



Un antiguo

cremallera suizo, convertido en una línea de metro automática

Desde el 27 de octubre de 2008, fecha de su inauguración, funciona con éxito el metro automático de Lausana. Más de veinte años se han invertido en la planificación del que, además, es el primer metro de Suiza.

Veinte años de planificación y desarrollo han culminado en Lausana con la inauguración, el 27 de octubre de 2008, del primer metro, propiamente dicho, de Suiza, una línea ultramoderna de 6 km de longitud. Otras ciudades suizas, como Zurich, por

ejemplo, han rechazado dos veces en referéndum la construcción de líneas subterráneas, en favor de proyectos de tranvías.

La línea M2 del nuevo metro tiene su origen en el anterior ferrocarril de cremallera de Lausana, la denominada línea Ouchy, que se cerró en enero de 2006 para su conversión.

El corazón de la red de transportes de Lausana, en Flon, se sitúa a 472 metros sobre el nivel del mar y alrededor de cien metros sobre el nivel del lago Lemán en Ouchy. En 1877, Flon, la estación de los Ferrocarriles Suizos (SBB) y Ouchy estaban conectados por un funicular de 1,4 km de longitud, conocido como "Ficelle", y que se transformó en ferrocarril de cremallera entre 1954 y 1958. Con una rampa media del 11,6 por ciento, la línea se electrificó a 600 V c.c. Por ella circulaban trenes en marcha reversible, que podían llevar a 2.400 viajeros por hora, con una frecuencia de ocho minutos. La línea era de vía única, con excepción de un pequeño tramo en Montriond. En 1964 se inauguró una segunda vía, de 318 metros de longitud, entre Flon y Gare, por la que circulaban dos trenes de cremallera que debían hacer frente a una rampa del 12 por ciento.

Los planes para la construcción de la línea M2 datan de principios de los noventa, cuando el gobierno de la ciudad propuso extender el ferrocarril Lausana-Ouchy hasta Croisettes, en el cercano municipio de Epalinges. Los estudios

El primer metro de Suiza ya transporta 17 millones de viajeros al año en Lausana.

se encargaron en 1997, y, en 2000, se seleccionó a Alstom para suministrar un metro neumático automático. En noviembre de 2002, se convocó un referéndum en el que el proyecto consiguió el 62 por ciento de los votos. Con apoyo económico del gobierno federal, las obras de construcción comenzaron finalmente en 2004.

■ Financiación

En 1999, el coste del proyecto se elevaba a 397 millones de euros, pero esta cifra aumentó posteriormente a 478 millones de euros, o, lo que es lo mismo, del orden de 85 millones de euros por kilómetro. De éstos, la mitad corresponde a trabajos de ingeniería, mientras que la automatización del material rodante representa el 31 por ciento de los costes. Desde el principio, el cantón de Vaud accedió a suministrar el 59 por ciento de la financiación, y el gobierno federal, el 32 por ciento; la ciudad de Lausana ha aportado el resto.

La estación de Flon tuvo que rebajarse en seis metros para realizar la extensión a Croisettes. El trazado existente se transformó en una doble vía, con excepción de un túnel de vía única de 174 metros de longitud bajo la estación principal, Gare. Aparte de un corto tramo entre Délices y Grancy, las anteriores tramos en superficie han sido cubiertos con un nuevo sendero en su superficie.

La nueva extensión de Flon a Croisettes discurre por entero en túnel, con excepción de dos puentes que cruzan profundos valles. El puente San Martín, en el centro de la ciudad, se sitúa bajo el histórico puente carretera de Bessières, utilizando ambos las mismas pilas. El otro gran puente, el de Vallon, conduce a la única estación en superficie, en Sallaz. Esta cuenta con un andén en isla central y una vía banalizada en forma de "Y". La extensión sube hasta Croisettes, que se extiende a una altitud de 710 metros sobre el nivel del mar.

Todas las estaciones incorporan puertas de andén, con seis entradas de dos mil milímetros de ancho para dar cabida a las puertas de los trenes, de 1.650 milímetros. Los andenes de la estación sólo tienen 33 metros de longitud, suficiente para acoger un tren formado por dos coches.

Asimismo, se ha construido un nuevo depósito en Vennes, que posee vías de estacionamiento para 16 trenes, una planta de lavado y tres vías taller para 16 trenes, que pueden acoger dos trenes completos de dos coches. También hay una vía de pruebas de 250 metros. En la cercana estación de Vennes, se ha construido un gran aparcamiento.

La vía no tiene balasto, y se utilizan traviesas gemelas montadas en placas de apoyo elásticas Sonneville y sujetiones de grapa en bisel Nabla. Todos los carriles, de 50 kilogramos/metro, poseen soldaduras aluminotérmicas.

■ Medidas de seguridad

Los túneles tienen unas aceras laterales de 700 milímetros de anchura a cada lado de la vía para permitir la evacuación de viajeros en caso de emergencia. Se han incorporado



extensas medidas de seguridad, incluyendo ventiladores que extraen el humo en cada dirección. Cada 120 metros hay un punto de ayuda, donde se sitúa un teléfono de emergencia, bocas de riego contra incendios, etc...

El suministro eléctrico procede de la red nacional, a 11,5 kV 50 Hz y discurre por cuatro subestaciones de 2.000 kW, que alimentan el tercer carril a 750 V c.c.

Las 15 unidades, formadas por dos coches, están basadas en las MP89 parisinas de RATP, con cajas de aluminio, pero con ejes motores y frenos permanentes magnéticos de vía en cada bogie.

En la línea principal, los trenes discurren con sus ruedas neumáticas por los carriles de acero. Ruedas de acero con profundas bridas se montan en el mismo eje para guiar a los vehículos en los cruces y asistir a los vehículos en el depósito.

Cada bogie está equipado con cepillos bajo las ruedas guía, que pueden bajarse manualmen-

■ Cómo funciona

Una plantilla de ochenta personas gestionan la línea M2. El servicio consiste en un tren cada seis minutos, complementado durante las horas punta con trenes extra entre Gare y Sallaz, a un intervalo horario similar. Estos utilizan un túnel de vía única para regresar a Gare, lo que ofrece un intervalo de tres minutos, pero el sistema de control de trenes está diseñado para permitir intervalos de entre dos minutos y cuatro minutos si fuera necesario.

No ha sido posible aprovechar los diez años de experiencia de RATP con la explotación automática de las unidades MP89 en la línea Météor, pues la línea 14 de París utiliza un sistema de control de trenes de MATRA Siemens. La línea M2 está equipada con el equipamiento de Control de Trenes Automático Urbalis 300, fabricado por Alstom, igual al existente en las líneas Noreste y Circular de Singapur.

Desde el centro de Control de Operaciones, situado en el depósito de Vennes, el ATC supervisa las vías de encañamiento y los desvíos, el control de velocidades de trenes y el mantenimiento de una distancia segura entre trenes. Asimismo, se ocupa de la Protección Automática de Trenes, la Explotación Automática de Trenes, reemplazando la función a bordo del conductor; y la Supervisión Automática de Trenes, que maneja el horario seleccionado y toma en cuenta las condiciones meteorológicas. La posición de los trenes se calcula mediante cuentakilómetros, que se sincronizan a intervalos utilizando balizas fijas. Estos se complementan por circuitos de vía de c.c. en caso de que el equipo ATC falle. Toda la información del tren se graba utilizando un sistema de control a bordo. La línea también está equipada con señales laterales que permiten la explotación manual en caso de emergencia. Además, el primer tren circula cada día bajo supervisión manual para comprobar los sistemas antes de comenzar el servicio.

te para limpiar la línea de guiado que se ubica delante de los neumáticos. La presión neumática se controla constantemente, y, si un neumático está pinchado, el tren se detiene automáticamente en la siguiente estación.

La velocidad máxima es de 60 km/h en rampa, que se limita a 35 o 45 km/h en algunas curvas. La velocidad está restringida a 35 km/h en las pendientes del 11,4 por ciento y a 48 km/h en los tramos con pendiente del 6 por ciento. Existen restricciones permanentes de 10 km/h en las aproximaciones a las estaciones término de Ouchy y Croisette. Dentro del depósito, la velocidad máxima establecida es de 10 km/h.

■ Material rodante

Cada unidad de dos coches tiene un peso tara de 55 toneladas. Pese a las pronunciadas pendientes, la velocidad media es de 18,7 km/h en subida y 16,9 km/h en bajada, velocidades que se considerarían como un buen promedio para una línea de tranvía convencional en una ciudad llana.

Todos los equipamientos están montados bajo el piso, excepto las unidades de aire acondicionado y los resis-





LÍDER EN ALTA VELOCIDAD EN ESPAÑA

www.Talgo.com

tores de freno, que van incorporados en el techo. Cada motor asíncrono se alimenta de su propio inversor IGBT. Como la corriente no puede retornar al sistema de tracción cuando el voltaje supera los 900 V, la energía residual de frenado debe disiparse a través de los resistores, que se enfrían de forma natural con el movimiento del tren. Si éstos llegan a calentarse hasta 650 ° centígrados, el tren se detendría en la siguiente estación hasta que las resistencias se enfriaran. Para aprovechar mejor la energía recuperada, la alimentación eléctrica a las dos vías está conectada transversalmente cada quinientos metros.

Existen dos frenos de vía magnéticos permanentes por bogie, que se utilizan en emergencias y pueden aplicar una fuerza de 55 kN por patín. Cuatro de estos se utilizan también como freno principal de estacionamiento, con una fuerza de 12 kN. Los patines de freno se localizan bajo el carril guía de acero, y se repliegan tras utilizarse con cuatro cilindros neumáticos por bogie.

La línea M2 la gestionan los transportes públicos de la región de Lausana (TL). Este organismo gestiona una red de 139 km, que da cobertura a la región de Vaud y a 50.000 personas en la región circundante. TL posee 10 líneas de trolebús, por las que circulan 82 vehículos y 54 remolques, más cien autobuses diesel en 17 rutas.

■ Demanda

La línea M2 está transportando ya del orden de 57.000 viajeros diarios, lo que equivale a 17 millones de viajeros al año. Se calcula que transportará alrededor de 25 millones de viajeros al año, con lo que acapararía un tercio de la demanda total de TL.



En 2007, TL transportó 71,5 millones de viajeros en sus rutas urbanas y 2,4 millones en los servicios regionales, con una plantilla de 927 personas. Los ingresos por billetes cubren alrededor del 35 de los costes de explotación.

Además de conectar con los servicios ferroviarios de SBB en Gare, M2 conecta con otros dos ferrocarriles locales en Flon.

Por su parte, la línea M1, inaugurada hace 18 años, es una línea de ferrocarril ligero, de ancho estándar y con una longitud de 7,8 km, y que conecta con Renens. Con 14 estaciones, esta línea, en su mayor parte de vía estrecha da cobertura a la universidad politécnica y finaliza en la estación de SBB en Renens. Electrificada a 750 V c.c, por ella circula una flota de 17 unidades construidas por Bombardier en Villeneuve, bajo licencia con Siemens. Estas unidades transportan 13 millones de viajeros al año.

La red de 24 km de vía métrica de Lausana, el ferrocarril de Echallens-Bercher, se extendió al mismo complejo subterráneo en 2000. Transporta unos dos millones de viajeros anuales. ■

YOLANDA DEL VAL