

Desde el puente de la variante se ven los del Llobregat, en Martorell. Tras la barandilla, en naranja, el actual de RENFE, y a lo lejos, el "Puente del Diablo" y los viaductos de la autopista.

LAS OBRAS SE REALIZAN SOBRE UNA LONGITUD DE CASI TRES KILOMETROS Y MEDIO

EL TUNEL DEL "TURO DE LES FORQUES", "PLATO FUERTE" DE LA VARIANTE MARTORELL-CASTELLBISBAL

CARLOS DOMINGUEZ LOPEZ/ANTONIO FERNANDEZ GIL

(Dirección de Obras e Instalaciones)

EN el número 228 de esta revista (febrero de 1983) se hacía un breve repaso de las obras que se habían realizado para duplicar la vía en el trayecto de San Vicente de Calders a Molins de Rey, situado en la línea Tarragona-Barcelona-Francia.

Como ya se decía, la doble vía entró en servicio en octubre de 1982, habiéndose observado un notable incremento de las circulaciones. Pero a pesar de esta puesta en servicio, todavía existen en el trazado

- *Un puente sobre el río Llobregat y dos pasos elevados, entre las realizaciones del tramo.*
- *A mediados del próximo año podría entrar en servicio esta remodelación, que permitirá a los trenes circular a 120 km/h.*



Bóveda hormigonada y excavación de la destroza central.



La salida de la variante de Martorell. A la derecha, el trazado actual y el de los FF. CC. Catalanes (a la izquierda).

dos pequeñas "islas" donde se mantiene la vía única.

De ellas, la más próxima a Barcelona tiene una longitud aproximada de kilómetro y medio y se encuentra dentro del trayecto Papiol-Molins de Rey. En este lugar, desde hace un año se realiza el "soterramiento" de vía en el término urbano de Molins de Rey, en una actuación conjunta de Renfe, Generalitat de Catalunya, Corporación Metropolitana de Barcelona y Ayuntamiento de Molins de Rey. La finalización de estas obras comportará la eliminación de este cuello de botella; se estima que concluirán en diciembre del presente año.

La otra "isla" en la que aún se mantiene

la vía única es el trayecto comprendido entre las estaciones de Martorell y Castellbisbal, de 3.367 metros de longitud, donde se ha optado por realizar una variante del trazado, obra actualmente en ejecución y de la que a continuación vamos a hablar.

JUSTIFICACION TECNICA

En los 61 kilómetros del tramo San Vicente de Calders a Molins de Rey, como consecuencia de las obras realizadas, se va a poder circular en todos los trayectos a velocidades superiores a 120 km/h. con la limitación del paso por algunas estaciones

y por el entorno urbano de Molins de Rey.

En el trayecto Martorell-Castellbisbal nos encontramos con una limitación de velocidad a 60 km/h. y con la presencia de un túnel (el número 5) de 810 metros de longitud, cuya sección no es apta para la instalación de la vía doble y que, por tanto, era preciso ampliar para poder instalar ésta.

El estudio de costes efectuado permitió comprobar las ventajas de una variante sobre la constitución de la vía paralela al trazado actual: menor plazo de ejecución de la obra, inversiones iniciales equiparables y eliminación de un trayecto con características geométricas inferiores al resto del tramo.

Se procedió, después de elegir la solución variante, a determinar cuál debía ser su trazado. Para ello, en marzo de 1980 la Dirección de Obras e Instalaciones realizó un anteproyecto en busca de la solución más idónea.

Fueron definidas dos alternativas prioritarias, cada una a uno u otro lado del trazado actual. Finalmente se decidió escoger la situada hacia el Norte de la vía actual, por consideraciones técnicas de tipo geológico e hidráulico, ya que sus costes eran similares.

DESCRIPCION DE LA VARIANTE

Como se puede ver en las fotografías que acompañan a estas líneas, la traza de la variante sale desde Martorell a la izquierda del actual trazado y cruza el río Llobregat sobre un puente de nueva construcción.

Este puente (como ya se describió en el número de VIA LIBRE citado al principio) consta de 12 vanos de 28,5 metros de luz y de otro vano de 26 metros. Estos 13 vanos presentan una sección capaz de admitir una avenida de 4.000 metros cúbicos por segundo. Como se observa, ya está terminado y en su fase constructiva sufrió el pasado mes de noviembre una riada. Para darse una idea de las dimensiones, diremos que la pila está formada por un dintel de dos metros de anchura por un metro de canto, situado sobre tres pilas-pilotes circulares que tiene cada una 1,5 metros de diámetro y están separadas 4,5 metros entre ejes.

Desde el nuevo puente, se puede ver, aguas abajo, el actual puente de ferrocarril, que será eliminado al ponerse en servicio la variante, y en la lejanía el célebre "Puente del Diablo", de origen romano, y los sucesivos puentes de la autopista. Aguas arriba del actual trazado se encuentra a la vista el tramo metálico con el que los ferrocarriles catalanes de vía estrecha salvaron el curso del Llobregat.

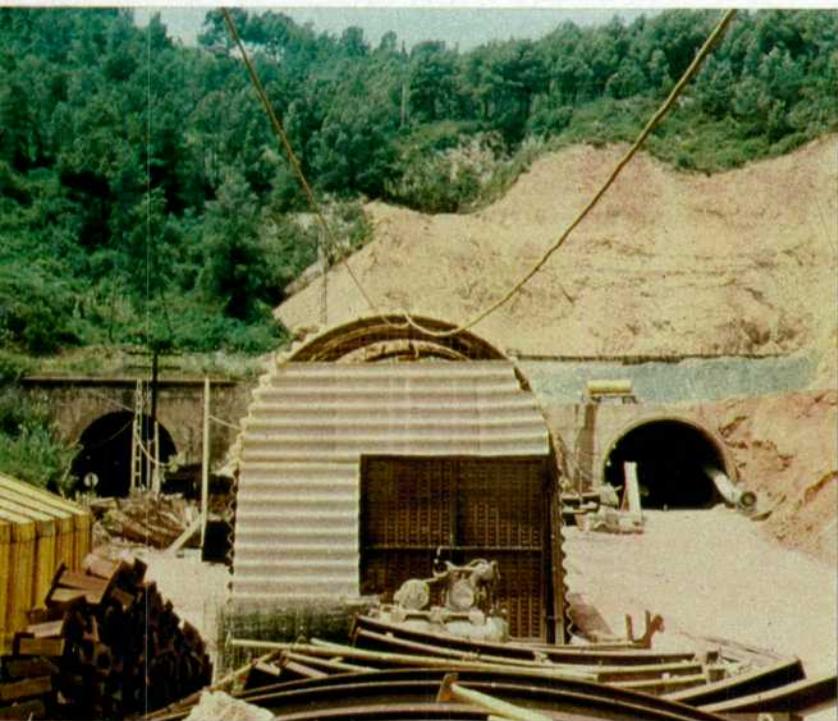
Continúa la variante, una vez pasado el río, en trinchera hasta el torrente de Cuestas Blancas, debiendo construirse en este tramo dos pasos superiores. El primero, para la carretera BV-120, de Olesa a Martorell, y el otro, para los Ferrocarriles Cata-



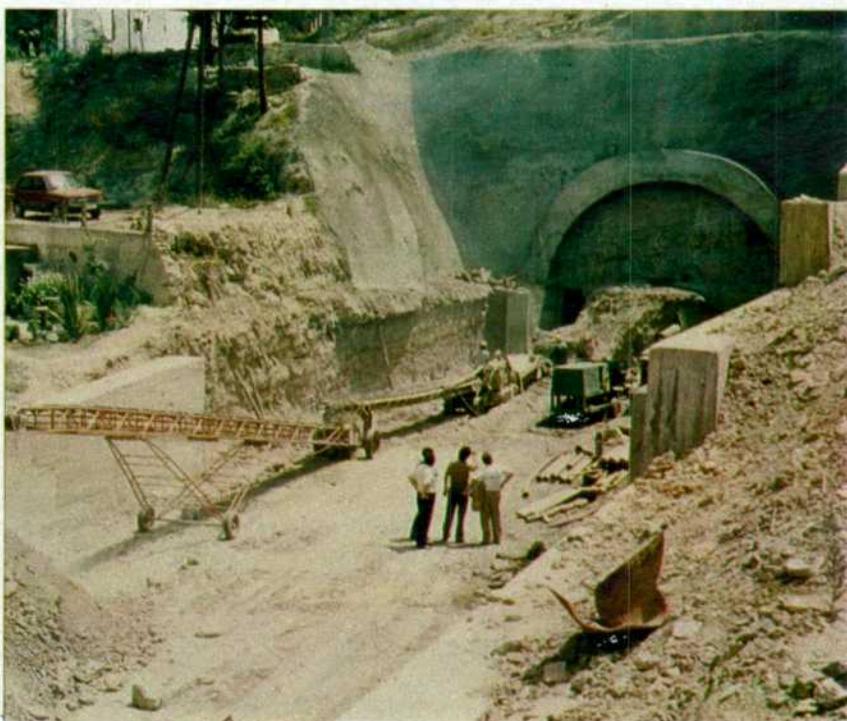
Los puentes nuevos y antiguos sobre el Llobregat.



La rozadora ligera en el lado de Martorell, vista desde la parte superior del muro de contención de las tierras.



Bocas del túnel actual y de la variante por el lado de Castellbisbal.



Inicio de la excavación de la boquilla en el lado Martorell.

lanes. Este último paso superior forma parte de una variante, que, por razones de gálibo, ha sido necesario realizar. Tiene una longitud de 678 metros y en planta está formado por una curva de 300 metros de radio con las curvas de transición correspondientes.

El cruce del torrente de Cuestas Blancas se realiza a poca altura sobre el cauce, por lo que la obra se ha proyectado formada por siete tubos adosados de 800 milímetros de lado, los cuales se arman y hormigonan de forma que soporten las cargas móviles y el impacto de los trenes.

Desde este punto, el trazado continúa

en trinchera hasta el P. K. 1 + 100 de la variante, donde comienza el túnel que atraviesa el "Turó de les Forques" y llega al P. K. 1 + 950, donde está próxima al trazado actual, al que se une en el P. K. 2 + 300 para continuar paralelo hasta la estación de Castellbisbal.

Las características de la variante son:

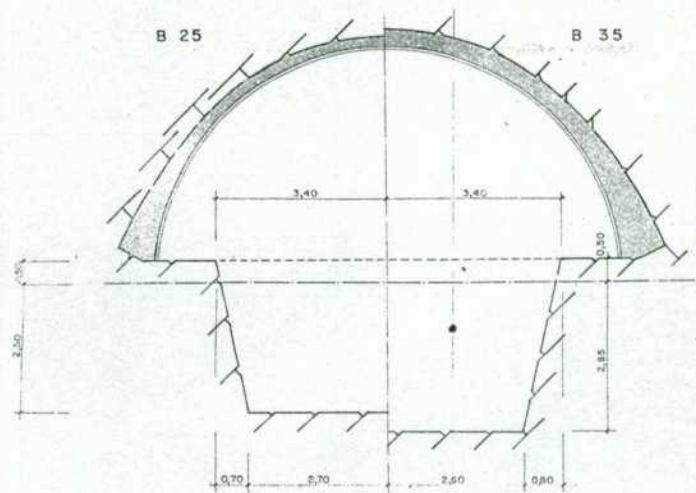
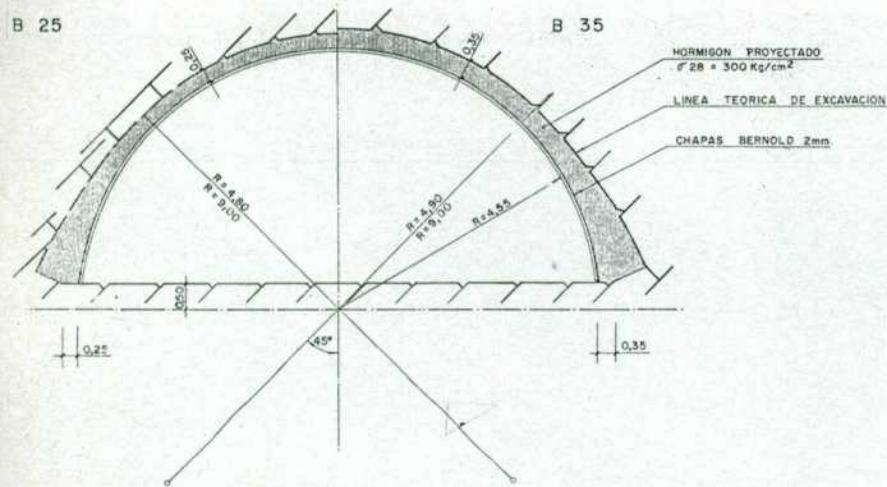
- Longitud: 3.367 metros.
- Radios de las alineaciones curvas: el trazado tiene cuatro curvas de radios: 1.500, 1.200, 804 y 811 metros.
- Trazado en alzado: En los acuerdos verticales de las rasantes se ha empleado

curva con un radio de curvatura de 20.000 metros. La pendiente máxima es de 10 milésimas a lo largo del trazado del túnel.

Es, sin duda, la obra más importante de la variante, a la que caracteriza.

El "Turó de les Forques" pertenece a la cadena litoral catalana en su zona de contacto con los depósitos de la era terciaria de la depresión prelitoral. Ello significa que coexisten terrenos muy antiguos fuertemente alterados (pizarras) con otros más recientes, constituidos por margas y arcillas rojas de mayor uniformidad.

El estudio geológico indica que el túnel se inicia por el lado de Martorell en terre-



I ETAPA (EXCAVACION Y HORMIGONADO DE LA BOVEDA)

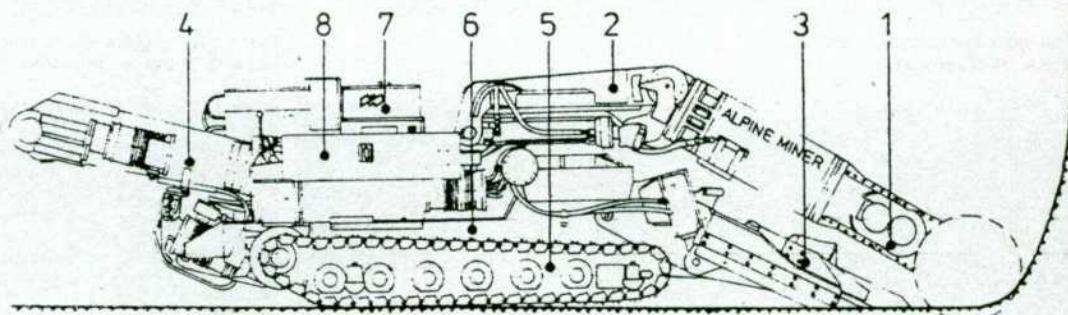
II ETAPA (DESTROZA)

A Cuatro esquemas de la construcción del túnel.

B

C

nos miocénicos formados por arcillas margosas con niveles finos de calizas, dolomías y nivelillos de yeso. Continúa en terrenos del mismo período, formados principalmente por arcillitas rojas, con niveles finos de calizas y limonitas arenosas. Hacia el P. K. 1 + 350 de la variante nos encontramos con terrenos del ordovícico formados por pizarras micacíticas satinadas y niveles de pizarras arenosas con intercalaciones de cuarcitas en bancos de 5 a 20 centímetros. Estas pizarras están alteradas con abundante arcilla, tanto en el contacto con los terrenos terciarios citados anteriormente, como en el contacto con los terrenos cuaternarios en la boca de salida lado Castellbisbal.



Esquema de la rozadora Alpine Miner AM 50 : 1) Brazo rozador. 2) Mecanismo de giro. 3) Dispositivo de carga. 4) Transportador de cadena. 5) Mecanismo de traslación por orugas. 6) Bastidor. 7) Equipo eléctrico. 8) Equipo hidráulico.

El estudio del sistema de excavación consideraba conveniente la realización en primer lugar de la zona de la bóveda y posteriormente la destroza del resto de la sección. Existía la posibilidad de acometerlo por el sistema convencional, o sea, con explosivos, o mediante el uso de una rozadora que realizara mecánicamente la excavación.

Las mayores ventajas que se presentaban, excavando mecánicamente el túnel, eran las siguientes:

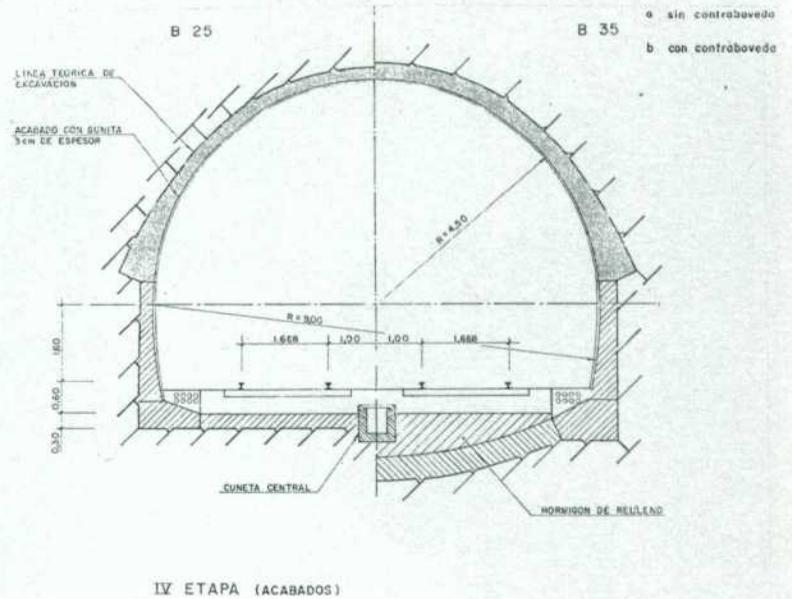
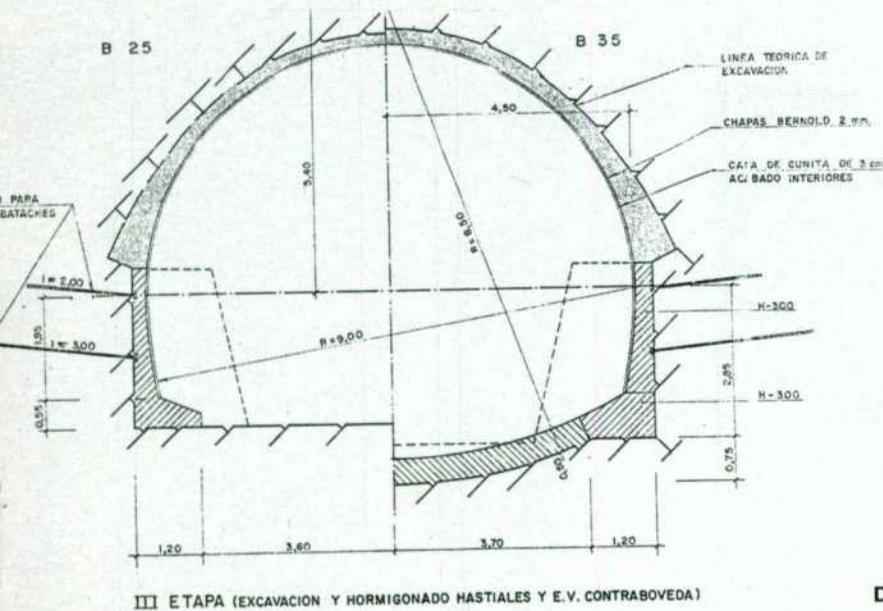
- Menor perturbación del perfil excavado, lo que reduce las medidas de soporte provisionales y el riesgo de caídas de bloques.
- Menor sobreexcavación, lo que comporta un perfil más regular y un menor desperdicio de hormigón de relleno.
- En el caso de aplicar el sistema Bernold, se puede colocar hasta el frente sin peligro de que se dañen por las explosiones las cerchas de encofrado.

Por estas consideraciones, se decidió usar, para efectuar la excavación del túnel, una rozadora puntual.

La forma de trabajar fue la siguiente: en una primera etapa se excavaba con la rozadora la parte de la bóveda y se procedía a realizar el hormigonado de la misma, habiéndose sustituido la armadura tradicional



La obra, desde más larga distancia (vertiente de Martorell).



por chapas metálicas tipo Bernold, de gran rapidez de colocación.

En una segunda etapa se procedía a excavar la destroza central mediante la rozadora u otro sistema mecánico, dejando en los extremos suficiente apoyo a la bóveda.

En la tercera etapa se excava por batches la zona de hastiales para no comprometer la estabilidad del túnel, y al mismo tiempo se procede al hormigonado de hastiales y contrabóveda en las zonas en que ésta se emplea.

En la cuarta etapa se ejecuta el acabado, es decir, se procede a proyectar una capa de tres centímetros de espesor de gunita sobre la chapa Bernold; se realiza la cuneta central; se pone hormigón de relleno para crear la plataforma sobre la que se extenderá el balasto y en los laterales se ponen tubos para los cables de los diversos servicios.

REVESTIMIENTO CON CHAPAS TIPO BERNOLD

La Bernold es una chapa que presenta un estriado que permite ejercer al mismo tiempo la función de encofrado y la de adherirse al hormigón de forma que pasa a trabajar como armadura de tracción.

Fue suministrada a la obra en placas de 1.080×1.200 milímetros, que eran curvadas para que al fijarlas correspondiesen exactamente al radio del túnel. Cada placa pesaba 21 kilos, lo que daba, incluidos los pernos, un peso de 21 kilos por metro cuadrado.

Una vez realizada la excavación, se procedía a poner el número de cimbras que dependía del avance realizado. Normalmente, la distancia entre las mismas era de 0,96 metros. Las cimbras se unen mediante redondos de acero espaciados de manera que absorban la tensión y la presión.

Las placas se colocan sobre las cerchas de montaje, pieza a pieza, empezando desde abajo. Se colocan por ambos lados y se

unen con pernos. Simultáneamente, se coloca el hormigón entre la placa y la roca por medio de una bomba de hormigonar y el hormigón se vibra hasta que desliza por las ranuras de las placas perforadas.

De esta forma se van haciendo sucesivos anillos de hormigón con una gran seguridad, dado que en la misma jornada se realiza la excavación de un avance (entre 1,5 y 3 metros) y el hormigonado. Una vez que se retiran las cerchas, se da el revestimiento definitivo proyectando sobre la chapa Bernold una capa de gunita de tres centímetros de espesor.

LA ROZADORA

La forma de trabajar que se ha descrito hasta ahora se ha llevado a cabo en el lado Barcelona del túnel. Como se desprende de lo dicho, el proceso está adaptado al elemento que realiza la excavación, la rozadora, que dada las características del terreno sustituye con ventaja al empleo de explosivos.

El modelo usado es la Alpine Miner AM50, de la sociedad austríaca Vöest-Alpine. Es una máquina de corte parcial desarrollada para la extracción de rocas semiduras de una resistencia uniaxial de hasta 1.000 Kp/cm^2 .

Se mueve sobre orugas accionadas individualmente por medio de reductores acoplados a motores eléctricos, pudiendo ir por pendientes de hasta 18 grados centesimales.

Tiene un brazo rozador giratorio en todas las direcciones, lo que le permite rozar secciones de hasta cuatro metros de altura y de 4,8 metros de anchura. En el brazo rozador están las cabezas de roza con cinceles de diverso tipo según el terreno que se atraviesa.

Debajo del brazo rozador va el dispositivo de carga, que consiste en una rampa que se puede elevar y bajar hidráulicamente, con dos brazos cargadores en forma de pinzas de cigala.

El material rozado es elevado por estos brazos hacia el extremo trasero de la máquina mediante un transportador monocadena, suspendido en el centro de la máquina. Tiene una capacidad de transporte máxima de $100 \text{ m}^3/\text{hora}$.

Esta máquina está siendo usada atravesando pizarras ordovícicas en las que existen bancos finos de cuarcitas. Hasta el momento la excavación no ha presentado excesivos problemas.

LOS TRABAJOS EN LA BOCA DEL LADO DE MARTORELL

La excavación en trinchera hasta la boquilla de este lado, con la presencia de la carretera de Martorell a Tarrasa, ha obligado a realizar grandes obras con amplios drenajes y grandes muros de sostenimiento, en su mayor parte anclados. Cuando se escriben estas notas, se inicia la excavación del túnel por este lado.

Basándose en la experiencia obtenida en la excavación de la boca lado Barcelona, dado el escaso recubrimiento de la montera y el paso bajo diversas edificaciones, se adopta un procedimiento más conservador realizando en primer lugar los hastiales, para posteriormente actuar en la excavación y hormigonado de la bóveda con avances pequeños y en fases.

Esta excavación de los hastiales, aunque en un principio se realizó mediante el uso de martillo picador, actualmente se lleva a cabo mediante una rozadora más pequeña que la anteriormente descrita, que puede verse en una de las fotos haciendo la destroza del inicio de la boquilla.

Actualmente se encuentran perforados 210 metros del túnel. Si las obras continúan sin incidentes de importancia, se podría poner en servicio la variante en la primavera-verano de 1984, ya que está concluido el nuevo puente sobre el Llobregat y muy avanzada la remodelación de la estación de Martorell.—C. D. L./A. F. G.