



paso
bajo el río Támesis
en Dartford
INGLATERRA

MOTT, HAY & ANDERSON, ingenieros
GOODE & PARTNERS, ingenieros asociados
TREHEARNE & NORMAN,
PRESTON & PARTNERS,
arquitectos

sinopsis 575-6

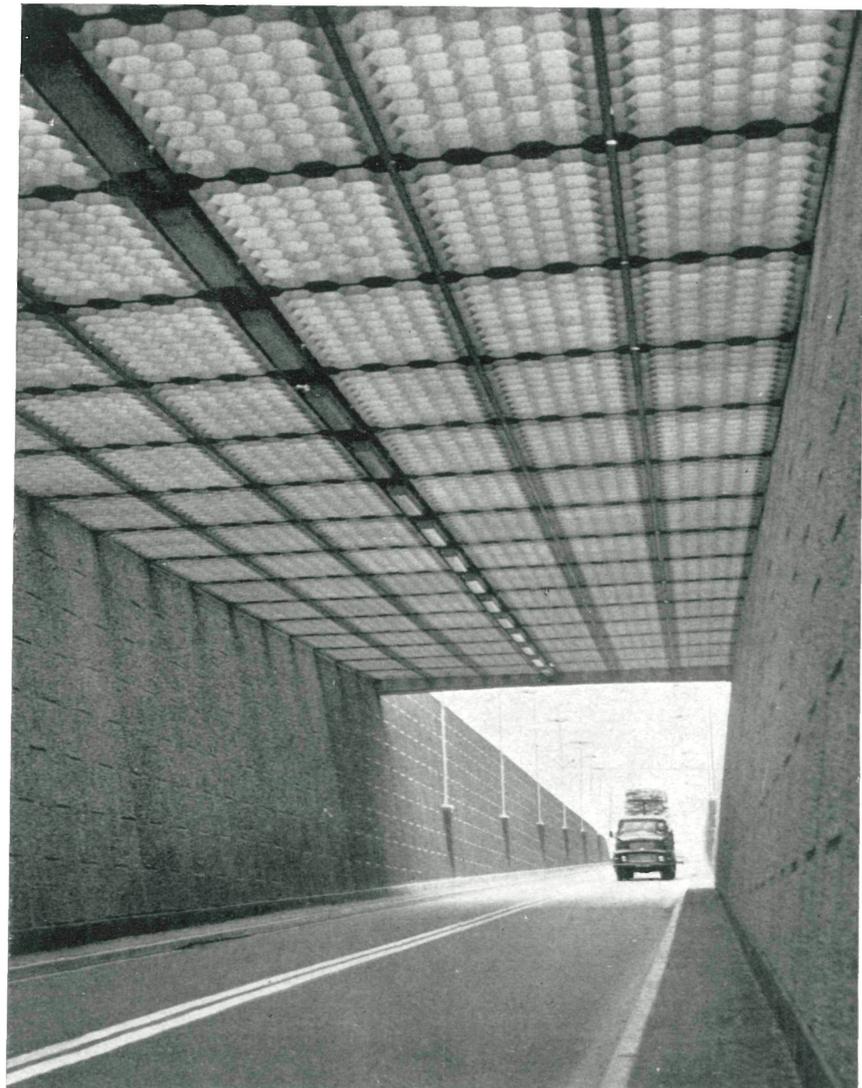
Este túnel, de gran diámetro, forma circular y una longitud aproximada de 1.430 metros, tiene como misión principal descongestionar el enorme tráfico londinense.

Dadas las condiciones particulares del terreno en esta zona y la proximidad de fondo del río, la perforación se realizó con ayuda de dos escudos, partiendo de las dos márgenes opuestas y avanzando en ambos frentes con dirección al centro.

Los accesos son de gran longitud y se proyectaron previendo un doble túnel en un próximo futuro.

Los servicios de iluminación, acomodación, zonas de transición y ventilación han sido objeto de un detenido estudio, el cual culminó en un proyecto cuya ejecución ha colmado los resultados prácticos previstos.

La regulación del tráfico, señales, alarmas en casos de incendio, y en síntesis, el control general, se realiza desde un cuadro de mandos central. Como servicios accesorios lleva: el control de cabinas de la plaza de peaje, las grúas móviles y el equipo de conservación.





Plaza y cabinas de peaje.

Generalidades

Se tiene el convencimiento, desde hace muchos años, de que el paso bajo el río Támesis (Inglaterra) era necesario para proporcionar un enlace entre Kent y Essex, y descongestionar el casco de Londres. El transbordador de Gravesend, aunque útil, resultaba insuficiente para este propósito.

El túnel de Dartford pasa debajo del río en un lugar en que anteriormente no existía ningún cruce, en una extensión de unos 18 km, a partir del túnel de Blackwall.

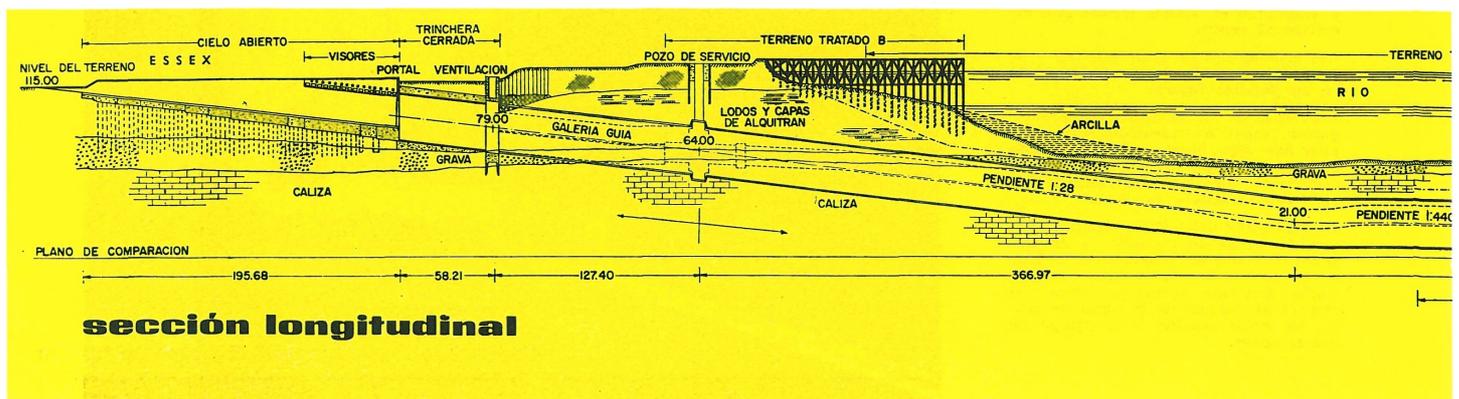
Descripción general

La anchura del río es de 800 m y el canal dragado tiene 9 m de profundidad con marea baja. El lecho es de roca caliza, erosionada y debilitada en la parte superior, agrietada y con capas de cuarzo. En las zonas pantanosas, a ambos lados del río, el banco calizo está recubierto por 1,50 a 4,50 m de grava anegada de agua procedente del Támesis, y unos 9 m de arcilla blanda y turba. Las condiciones del terreno, sumamente variables, exigieron el empleo de técnicas avanzadas en la perforación.

Su trazado es de 1.428,26 m de longitud entre portales. Ha sido perforado con entibación metálica y cerchas circulares de 8,60 m de diámetro interior. La calzada tiene 6,40 m de ancho y una altura libre de 4,87 m. El proyecto ha previsto vías dobles de acceso en una longitud de 5,5 km, que se unen a las arterias principales existentes.

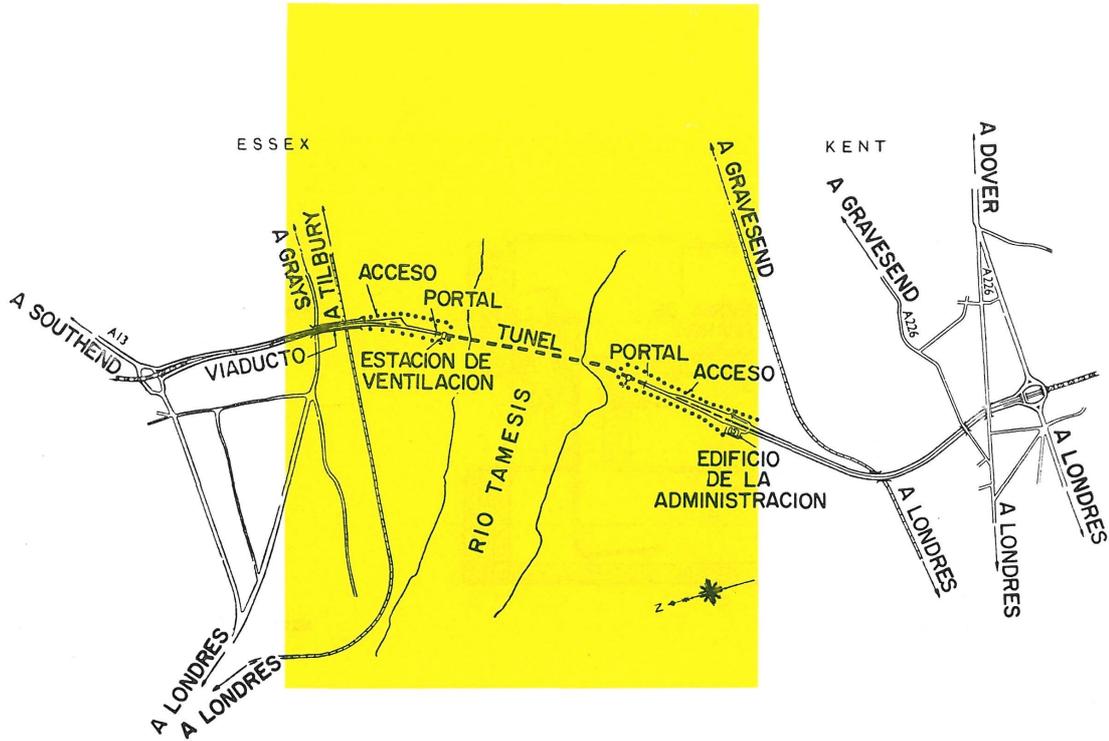
Túnel experimental

El túnel experimental tenía 853 m de longitud, y se perforó a partir de unos pozos abiertos en lugares próximos



sección longitudinal

Situación



a ambas márgenes. La finalidad de esta operación era explorar el terreno y tratarlo inyectando lechada; así como reducir la superficie del tajo y el volumen a excavar.

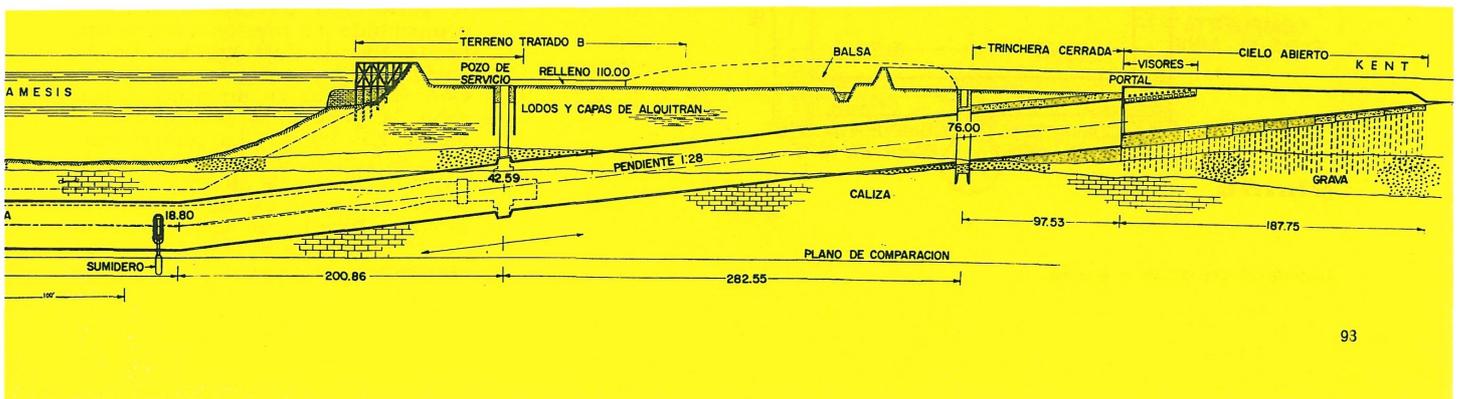
En ciertos tramos próximos a la margen del río la roca caliza, quebrada, tuvo que ser inyectada antes de perforar el túnel experimental. Una vez terminado éste, los tramos restantes fueron también inyectados para formar una capa sobre la parte superior del túnel principal. Estos tratamientos dieron resultados satisfactorios y simplificaron considerablemente los problemas relacionados con las pérdidas de aire, presiones de servicio y flujo de admisión del agua al perforar el túnel principal.

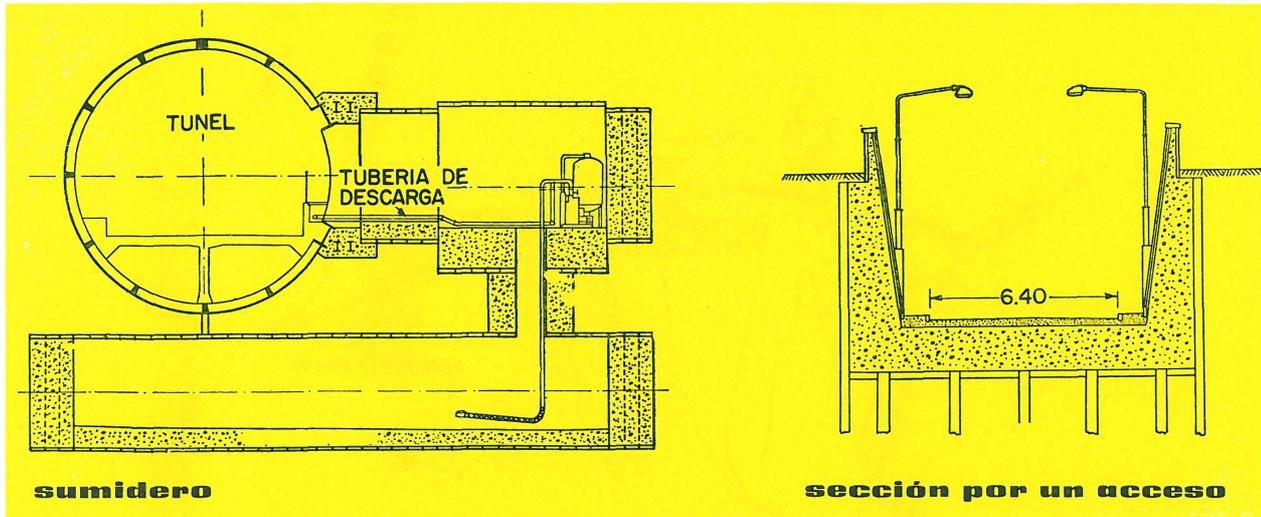
Túnel principal

Durante los años que mediaron entre la terminación del túnel experimental e iniciación del túnel principal se estudiaron técnicas para la perforación del túnel principal. Después de experimentar en la obra se decidió adoptar un método, que consiste en inyectar arcilla y cemento para reducir la permeabilidad de la grava, a través de la cual se habían registrado elevadas pérdidas en el túnel experimental. A ambos lados del túnel y en los tramos críticos se formaron cortinas de grava inyectada y pantallas transversales con separaciones de 61 metros.

Se inyectaron unos 8.635 m³ de lechada de arcilla-cemento, así como lechadas de arcilla mediante tubos de 2.438 metros de longitud. Se trató un volumen de grava equivalente a 30.000 metros cúbicos.

Los resultados fueron mejores de lo que se esperaba. Tanto las presiones de servicio como el consumo de aire fueron extraordinariamente bajos, y se logró evitar las ventosas. Otra precaución complementaria consistió en aprovechar la desviación del río hacia el lado de Essex, lo que permitió reducir 3 m la longitud de la parte cubierta.





Por el lado de Kent se elevó el nivel de la orilla del río casi hasta el límite de la estabilidad, después de las desastrosas inundaciones de 1953. Con la colaboración de la Junta de Ríos de Kent y del Departamento de Investigación Científica e Industrial, se depositaron 15.000 t de roca caliza en la zona lindante con la orilla para estabilizar la calzada y el terraplén.

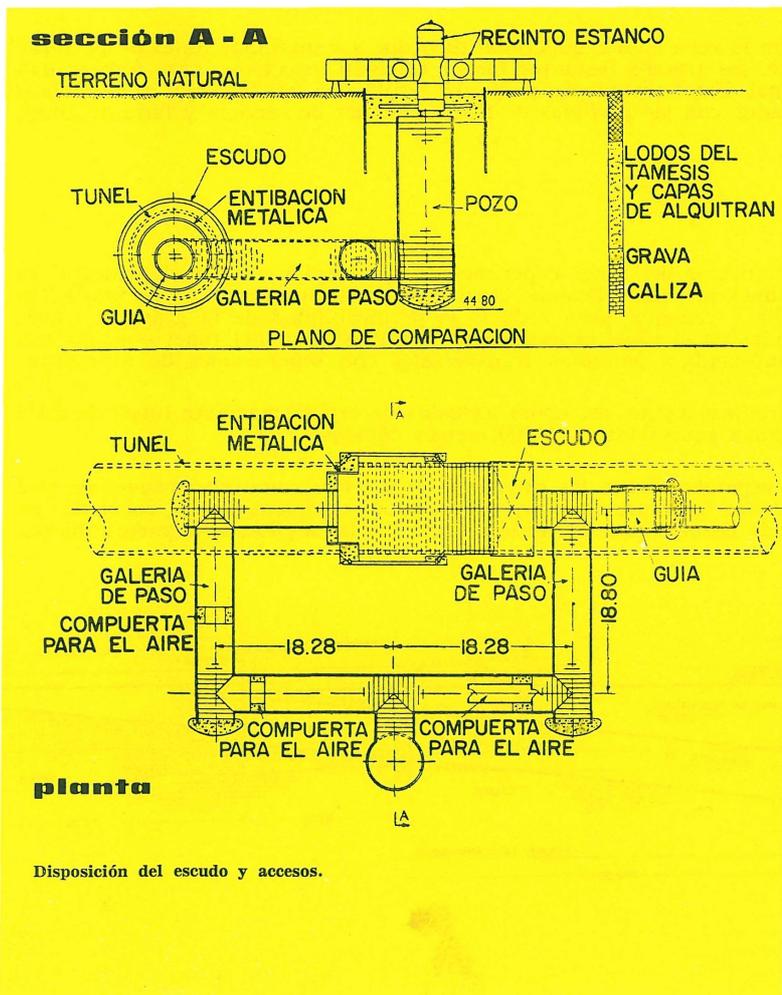
Se emplearon tres tipos de escudo para perforar el túnel, cada uno de los cuales medía 9,48 m de diámetro exterior por 5 m de longitud. Se les rigidizó mediante tres diafragmas verticales y tres plataformas. Los escudos iban provistos de filos de corte, de acero fundido, de caperuzas y de aros de compresión mediante gatos.

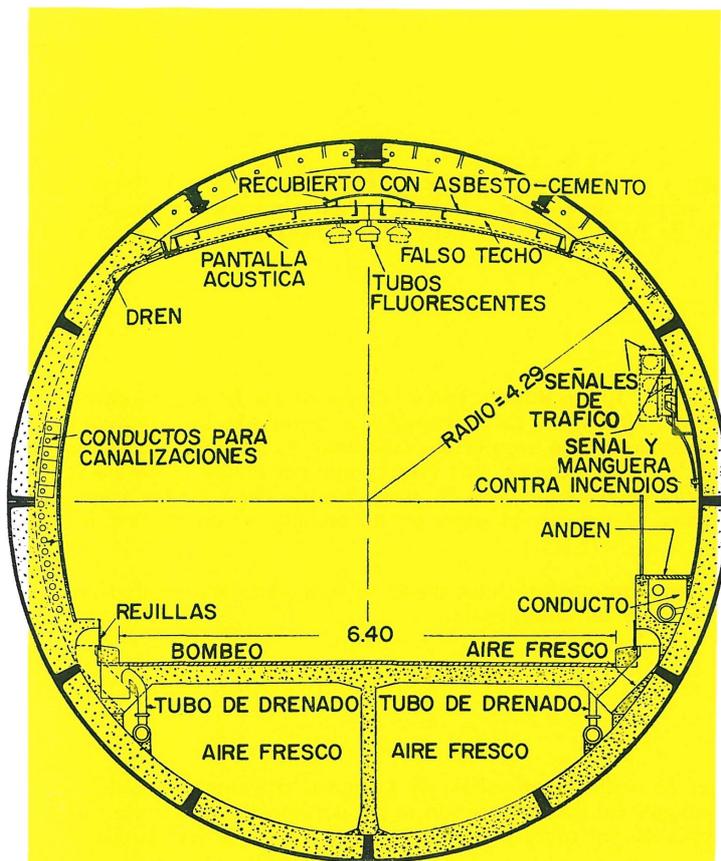
A cada escudo se podía aplicar una fuerza de empuje de 5.000 t mediante cuarenta gatos principales que funcionaban a una presión de 422 kilogramos/centímetro cuadrado.

La perforación del túnel se inició a partir de dos escudos correspondientes a cada margen del río, avanzando en sentido opuesto y encontrándose en el centro del trazado aproximadamente. Un pequeño trozo del lado de Essex se perforó sin utilizar el escudo.

El contratista utilizó, para la extracción del escombro, un procedimiento particular. Consistió en formar una emulsión con los materiales excavados y extraerlos con ayuda del bombeo, que los expelía y depositaba en una balsa, donde se sedimentaban y se empleaban después para formar capas de impermeabilización.

Los 1.264 m de longitud del túnel se perforaron con ayuda del aire comprimido. La presión máxima utilizada fue de 1,90 kg/cm². En la parte más baja, donde la perforación se hallaba en un banco calizo sano, la presión se redujo a solamente 1,33 kg/cm². La central eléctrica de compresión tenía una capacidad de 141 m³ de aire por minuto, y seis compresores accionados por motores Diesel, con una capacidad de 28 m³/min, que actuaban como aportación en caso de emergencia.



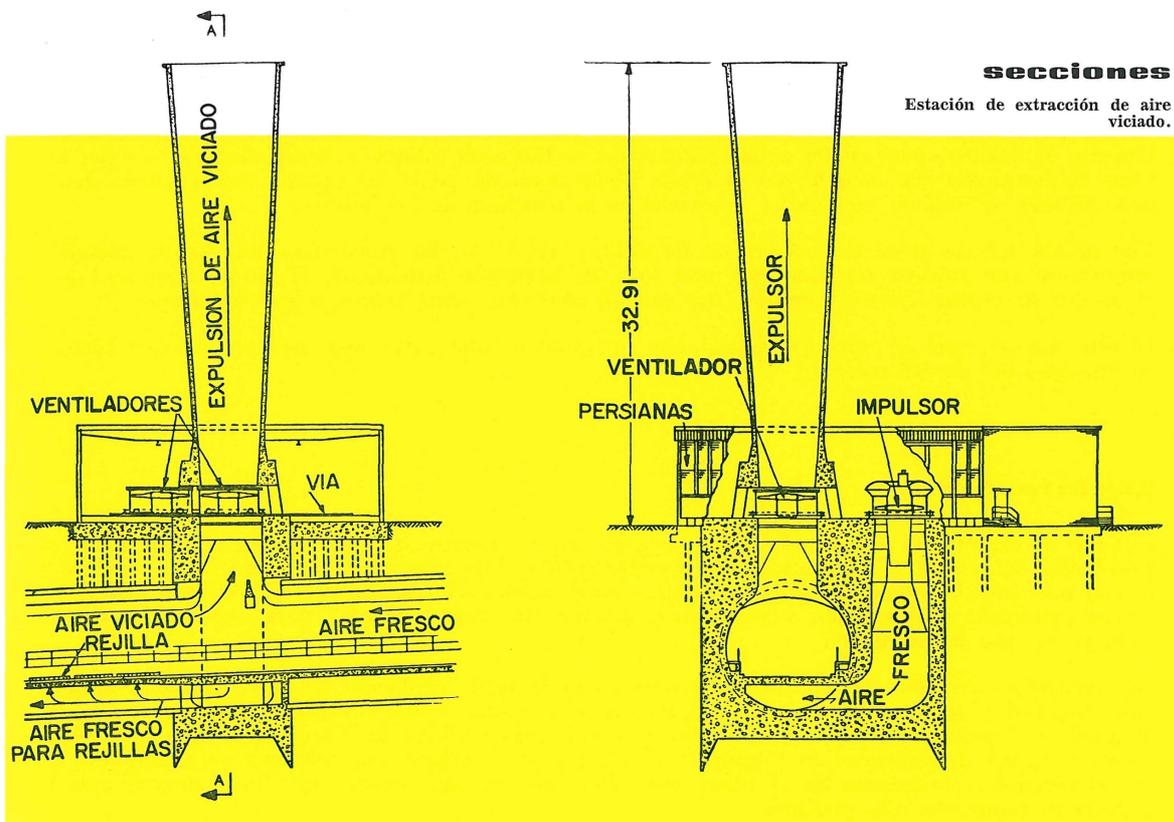


sección del túnel

Durante los dos años de la perforación con escudos de aire comprimido se emplearon 1.200 productores en turnos continuos de 8 horas cada uno. La vigilancia clínica de este personal corrió a cargo de un médico. Los trastornos motivados por los efectos de la depresión experimentada a la salida del escudo fue el 0,56 por 100 de los casos motivados por la compresión. El 95 por 100 del personal afectado resultó ser de simples y pasajeros trastornos, sin que se llegase, en caso alguno, a la afección permanente.

La calzada

La calzada del túnel está constituida por una losa de hormigón armado de 23 cm de espesor, que se apoya en los hastiales, y un murete central, de 17 cm de espesor. Esta losa se compone de elementos prefabricados, de 6 m de longitud y de unas 37 t de peso. La unión entre elementos se realizó por medio de bandas de hormigón, de 0,90 m de longitud, colocadas en obra entre dos extremidades contiguas. La capa de rodadura es asfáltica y de 38 mm de espesor.



Los hastiales se han revestido de hormigón y recubierto con azulejo de 37 mm de espesor, blanco, para facilitar la reflexión de la luz. Con objeto de reducir el ruido se ha colocado en la clave una banda de techo suspendido. A lo largo de todo el túnel se extiende un paso para la inspección.

Iluminación

El alumbrado del túnel se realiza por medio de tubos fluorescentes colocados en la parte central de la calzada, obteniéndose una iluminación de 80 lux/m². La acomodación visual de los conductores en la proximidad de los portales se verifica con un alumbrado adicional, local, cinco veces superior a la intensidad general en el interior y, en el exterior, por visores que proyectan la luz hacia el portal en una longitud de 61 m. La transición se mejora con la gradación de color de las superficies de losas, cuyos áridos varían del granito oscuro en el exterior al blanco de cuarzo en los portales.

Con el fin de reducir las posibilidades de una iluminación defectuosa, se han instalado cuatro circuitos independientes y generadores para el caso de emergencia.

Ventilación

El aire fresco se suministra por un sistema de rejillas colocadas en la parte inferior del túnel y en toda la distancia que separa dos estaciones de ventilación con la proporción de 12 m³/min · m. El aire viciado se extrae de la parte superior del túnel y en las dos estaciones de ventilación.

En cada estación de ventilación se inyecta un flujo de aire con ayuda de un ventilador de 3,65 m de diámetro, movido por un motor, de 145 HP. Otro ventilador extractor descarga el aire viciado impulsándolo a la parte superior de una chimenea de 30 m de altura. Para el caso de avería se dispone de ventiladores que entran automáticamente en servicio al pararse los que estaban trabajando.

Las estaciones de ventilación se controlan desde el cuadro de mandos instalado en el edificio de la administración, donde se concentra todo movimiento y control remoto.

Los accesos permiten absorber el tráfico creciente hasta que sea necesario un nuevo túnel. Cada uno de ellos se compone de dos calzadas, de 7,30 m de anchura; una pista para motocicletas, de 4,60 m de anchura, y un andén, de 1,50 m, para peatones. Donde el terreno es consistente, el pavimento es flexible; pero en las zonas pantanosas se hincaron pilotes y, sobre ellos, se apoyan las losas de hormigón que constituyen el firme. En la zona de peaje se excavó una pequeña zanja que después se rellenó con grava excavada en la trinchera de los accesos.

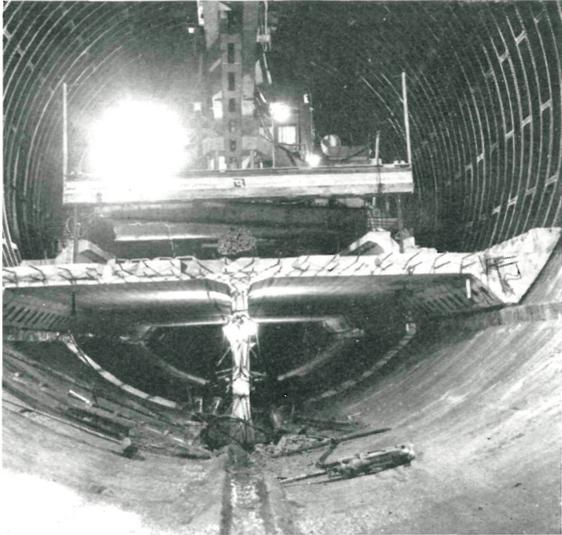
Uno de los accesos tiene unos 3 km de longitud, y en él se ha construido un puente metálico importante con tablero formado por una losa, de hormigón armado, de 17 cm de espesor. Como el acceso lo cruzan cuatro caminos, fue preciso construir otros tantos pasos superiores.

El otro acceso tiene 2,5 km de longitud, con un viaducto que salva una carretera y vías férreas en una longitud de 305 metros.

Explotación

El túnel se explota en régimen de peaje, para lo cual se dispone de un equipo de personal, plaza y cabinas, así como el encargado de la conservación. Entre los servicios particulares se cuenta con un control automático de paso, agentes para regular el tráfico de vehículos portadores de cargas peligrosas o anormales, y se dispone, además, de grúas móviles para descongestionar el camino en caso de accidente.

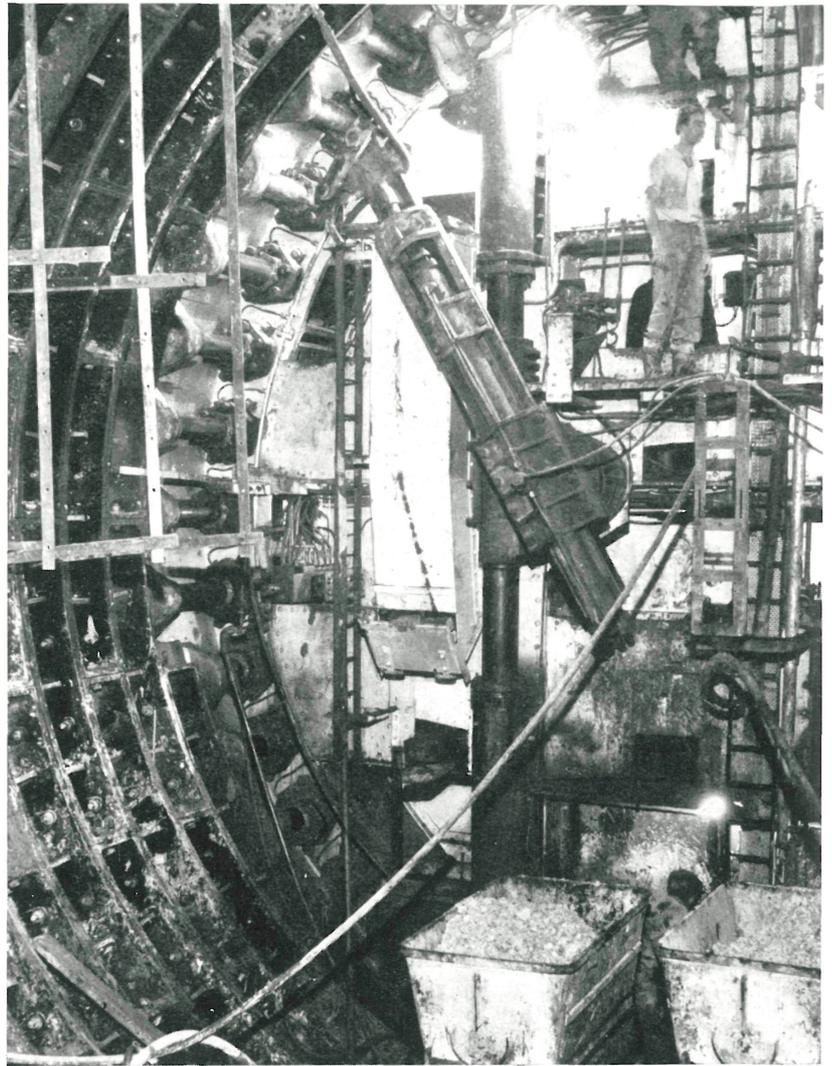
Los controles centralizados en un cuadro permiten la fácil regulación de la ventilación, iluminación, bombeo y señalización de alarma en caso de incendio. Estos controles pueden inspeccionar el túnel en 7 puntos diferentes por medio de un circuito cerrado de televisión y hablar públicamente a través de altavoces en 5 puntos del túnel y, si se quiere, por teléfono con cualquiera de los 30 receptores instalados en el túnel. Para caso de incendio existe una línea directa con la brigada de bomberos más próxima.



Losa del firme.

Durante el primer año de explotación han pasado 4,5 millones de vehículos. El día de mayor tráfico registrado ha sido de 26.600 vehículos, lo que justifica la necesidad del túnel y la previsión en los accesos para poder duplicar el túnel en su día.

Traducido y adaptado por J. J. Ugarte.



El escudo.

Paso sobre el acceso.



Passage sous la Tamise à Dartford - Grande Bretagne

Mott, Hay & Anderson, ingénieurs. Coode & Partners, ingénieurs associés.
Trehearne & Norman, Preston & Partners, architectes

Ce tunnel, de grand diamètre, de forme circulaire et d'une longueur d'environ 1.430 mètres, a pour mission principale de dégager l'énorme trafic londonien.

Etant donné les conditions particulières du terrain dans cette zone et la proximité du fond du fleuve, la perforation a été réalisée à l'aide de deux boucliers, partant de chaque rive en direction du centre du fleuve.

Les accès sont d'une grande longueur et ont été projetés en vue de l'exécution d'un double tunnel dans un proche avenir.

Les services d'éclairage, aménagement, zones de transition et ventilation ont été l'objet d'une étude minutieuse qui a abouti à un projet dont l'exécution a donné les résultats pratiques prévus.

La régulation du trafic, signaux, alarmes en cas d'incendie, et, en synthèse, le contrôle général, est réalisé à l'aide d'un tableau de commande central. Ce tunnel est complété par des services accessoires, tels que le contrôle de cabines de péage, les grues mobiles et l'équipement d'entretien.

Road under the Thames at Dartford, Britain

Mott, Hay & Anderson, engineers. Coode & Partners, associated engineers
Trehearne & Norman, Preston & Partners, architects

This very large diameter tunnel, of circular cross section, and a total length of 1,430 m, serves to facilitate the intense traffic in the neighbourhood of London.

Because of the special soil conditions in this zone, and the nearness of the river bottom, excavation was done with the aid of two shields, which started from the two opposite river sides, and advanced towards the middle of the river.

The approaches are very long, and were designed anticipating the possibility that a double tunnel may be built in the near future.

Lighting, parking, ventilation, crossings and other services have been very carefully studied, and this culminated in a project whose results have satisfied all the initial expectations.

The traffic regulation, signals, fire alarms, and the whole system of control is undertaken from a central station. As additional services there is an automatic control of the toll charge cabins, the mobile cranes and the maintenance services.

Tunnel unter der Themse bei Dartford - England

Mott, Hay und Anderson, Ingenieure. Coode & Partners, vereinigte Ingenieure
Trehearne & Norman, Preston & Partners, Architekten

Der Tunnel hat einen grossen Durchmesser, ist kreisförmig gebaut und ca. 1.430 m lang. Er soll vorwiegend zur Entlastung des enormen Londoner Verkehrs dienen.

Angesichts der besonderen Bodenverhältnisse in dieser Gegend und wegen der Nähe des Flussbettes erfolgte die Bohrung mit Hilfe von zwei an beiden Flussufern angesetzten und nach der Mitte zu vorangetriebenen Schild.

Die Zugangswege sind sehr lang und im Hinblick auf den in absehbarer Zeit geplanten Bau eines Doppeltunnels ausgelegt.

Die Beleuchtung und Belüftung waren Gegenstand einer eingehenden Untersuchung; die praktische Durchführung des Projektes wurde zu einem vollen Erfolg.

Die Verkehrsregelung, Bedienung der Signale und des Feuermelders, kurz eine allgemeine Kontrolle, erfolgt von einer zentralen Überwachungsstelle aus; ferner sind eine Kontrolle für das Wärterhäuschen, wo das Tunnelgeld entrichtet wird, fahrbare Kräne und Wartungseinrichtungen vorgesehen.