Aeropuerto de Orly accesos y pistas

P. GENET, ingeniero

El aeropuerto de París constituye el conjunto de los servicios aéreos, de tipo comercial y civil, que se vienen explotando en los dos aeropuertos base o principales: Le Bourget y Orly.

Le Bourget resultó ser incapaz de absorber el tráfico creciente que la aglomeración de París exigía, y como los terrenos circundantes no permitían una apropiada extensión, la solución se orientó hacia Orly, base ya iniciada antes de la última guerra mundial y continuada y hasta mejorada durante la misma por las autoridades militares alemanas de ocupación.

Aún así, todo resultaba pequeño para habilitar pistas y servicios con capacidad suficiente a las circunstancias del momento y posibilidades futuras de desarrollo ulterior. Orly, con sus instalaciones y superficie suficiente para la expansión que se perseguía, concentró la atención y fue el punto de partida para redactar un plan general de trabajos de nueva planta y mejora que, por su volumen y variantes en los caminos de acceso, exigía una serie de obras que debían realizarse en fases sucesivas.

De todas estas obras, las de mayor consideración son: pistas y plataformas, pistas de rodadura, estación terminal, servicios de conservación y reparación, hangares y, finalmente, los accesos al aeropuerto con la desviación o variante de la carretera nacional número 7.

En este trabajo se describen estas obras, concentrando la atención a los accesos y, dentro de ellos, a los pasos inferiores, ya que la mencionada desviación cruza el campo a través de túneles artificiales, gravitando sobre ellos la carga de la pista principal de orientación este-oeste. También se exponen someramente los ensayos de pavimentación, en los que se emplearon los procedimientos del hormigón pretensado. En los túneles, la iluminación, y atenuación de ruidos han sido objeto de una sucinta descripción que completa este trabajo.

planta general

La inauguración reciente de los edificios del aerogaraje del aeropuerto de Orly (Francia), elemento principal del tráfico aéreo de la aglomeración parisina, sienta un final de una primera etapa de las serias mejoras que ha experimentado la gran estación aérea. La actividad comercial aérea se concentra, en esta zona de gran población, en los aeropuertos de Le Bourget y el de Orly, uno y otro bajo la tutela del Aeropuerto de París, autoridad de autonomía económica creada el 1 de enero de 1948.

Trabajos iniciales de mejora

Las instalaciones de Le Bourget resultaron insuficientes; y como el terreno en esta zona era limitado, se pensó, después de maduros estudios, en la solución Orly. La situación de este paraje, al sur de la capital, de la que dista unos 12 km, se presenta en forma singularmente apropiada a la nueva función encomendada.

Las obras a realizarse en este paraje, ya utilizado con algunas pistas y otras que construyeron los alemanes durante la ocupación, se dividieron en etapas, cuyo objetivo final consistía en la construcción de dos pistas de vuelo, de 3.000 m de longitud cada una, orientadas según la dirección principal este-oeste, y otra, de menor importancia, de 2.480 m, orientada norte-sur.

En la parte ocupada por el aeródromo de Orly, la carretera nacional número 7 cruza los terrenos del campo. Como esta vía canaliza un denso tráfico de cercanías, se llegó a la conclusión de evitar una desviación. Esto ha motivado tener que enfrentarse con una serie de obras de fábrica de mayor consideración, ya que dicha carretera cruza el campo en trinchera necesario para cubrir y dar paso a la pista principal y plataforma de estacionamiento.

En estas condiciones, y mientras se construían estas obras, la explotación del aeródromo debía limitarse a la parte oeste de la carretera nacional número 7. Como las dos pistas de 1.500 m, utilizadas por los alemanes, se hallaban en malas condiciones, en principio se procedió a su reparación, pero después se empezó otra nueva pista de vuelo, paralela a una de éstas, con dirección este-oeste y de 1.850 m de longitud, y la otra es la pista actual, denominada 2 bis, de dirección norte-sur.

La pista, construida paralelamente a la iniciada por los alemanes, tiene en su extremidad E. una longitud de 410 m, que se construyeron empleando los procedimientos del pretensado y que fue objeto de un trabajo publicado en el número 67 de INFORMES DE LA CONSTRUCCION. Este primer trozo de pista se pretensó subdividiendo la calzada en triángulos isósceles cuyos lados podrían moverse apoyándose suntuosamente en rodillos intercalados en las juntas; para ello se partía de dos estribos, uno en cada extremidad, y pretensando transversalmente, con lo que se conseguía la tensión longitudinal por efecto de cuña y la transversal por acción directa.

Como la pista inicial, de dirección norte-sur se hacía insuficiente al tráfico aéreo, cada día mayor y más exigente respecto a características propias y resistencia del firme, se construyó una nueva pista, denominada número 2, y de 35 cm de espesor. Estos espesores exigieron utilizar un material auxiliar moderno y llevar la ejecución de forma que no molestase a las pistas que éste tiene que cruzar. En esta construcción se llevaron a cabo una serie de ensayos respecto a deformaciones y fatigas.

Al mismo tiempo que estos trabajos, se realizaban los de construcción del terminal, hangares y pistas de rodadura para accesos a estos últimos. En estas pistas se hizo una nueva experiencia del empleo del hormigón pretensado en la construcción de las mismas en un trozo de 430 m de longitud y 25 m de anchura, anclado en dos estribos que se extienden en masa bajo el suelo; apoyándose en estos dos elementos, y por medio de gatos planos se logró el esfuerzo longitudinal de pretensado. Se siguió también este procedimiento en las pistas del aeropuerto argelino de Maison-Blanche, y todo parece indicar su extensión, en gran escala, a otras pistas y aeródromos.

Segundo período de perfeccionamiento

Terminada la primera parte de trabajos, limitada a la zona este del aeropuerto, se iniciaría la segunda, que debía extenderse a la zona oeste, pero, para ello, era necesario el descenso o paso inferior de la gran arteria de circulación o carretera nacional número 7. En aquellos momentos, la Jefatura de Caminos de la región parisina emprendía la iniciación de trabajos sobre la autopista del sur.

La autopista del sur bordea el aeropuerto, y para servirle deriva una rama de dos circulaciones o calzadas que constituyen el nuevo trazado de la carretera nacional número 7. Una de estas dos calzadas pasa por debajo de las instalaciones del aeropuerto para después unirse a la otra y formar nuevamente la carretera nacional número 7. El paso inferior de esta rama ha presentado serios inconvenientes, pues se extiende en una longitud de 2.840 m y tiene que salvar numerosas obras de fábrica.

El paso en trincheras exigió un gran movimiento de tierras y excavaciones. Esta desviación dispone de una calzada con cuatro bandas de circulación de 3,50 m cada una, un andén para peatones y una pista para bicicletas, además de los espaldones, por lo que, en total, la plataforma tiene una anchura de 28 metros.

Galería o canalización de aire para la ventilación de los pasos inferiores.

El volumen de tierras que debía moverse era de 1.100.000 m³, de los que 800.000 se extenderían y consolidarían sobre la superficie del aeropuerto. La profundidad máxima de la trinchera es de 8 m, encontrando la capa freática a los 4 y 6 m de profundidad. El terreno se componía de una capa superficial de 0,30 m de espesor, de tierra vegetal, otra variable de fangos, de 1,50 a 3 m de espesor y, finalmente, de un banco margoso calcáreo con grandes nódulos de sílice. Por todo ello, el material auxiliar debía ser potente y moderno: palas, niveladoras, traíllas, etc.

La primera fase de este movimiento de tierras se limitó a la parte superficial y canalizaciones distintas que cruzaban el trazado y, después, a ejecutar la excavación general en toda su extensión.

Obras de fábrica

Para el paso inferior del aeropuerto se han construido siete túneles artificiales y tres puentes para pasos del ferrocarril y vías de comunicación. De estas obras de fábrica y otras de menor importancia sólo tienen interés en este trabajo las que corresponden al paso inferior del aeropuerto. De los siete túneles artificiales o puentes, tres de ellos soportan la circulación de grandes aviones; uno bajo la pista número 3, con una longitud de 300 m; otro de 42 m de luz, bajo una pista de circulación, y el tercero, de 164,50 m de longitud, que soporta la zona principal del tráfico de la parte sur del aerogaraje.

Estos tres puentes constan de dos tramos en el sentido transversal: uno para la carretera número 7, de 24 metros de anchura, y el otro, de 16 m, para el servicio de dirección paralela. Como se puede observar, todas estas obras presentan luces importantes y, por ello, se creyó conveniente abrir un concurso para su ejecución.

Las condiciones del concurso exigían un cálculo estático que garantizase una capacidad para el paso de los aviones modernos y futuros de 100, 150, 200 y hasta 220 toneladas de peso, con ruedas de 45 toneladas y esfuerzos de frenado de 0,6 a 0,8 del peso del avión. Los proyectos presentados al concurso, salvo uno con solución metálica, fueron todos a base de hormigón.

De entre todos se eligió el proyecto a base de un tablero formado por losas nervadas, de hormigón pretensado, que descansa sobre dos estribos y una fila intermedia de montantes solidarizados con los nervios. El sistema así formado es monolítico, sin junta alguna de dilatación. Los apoyos, tanto sobre estribos como en los soportes intermedios, se realizan mediante placas de neopreno, cuya distorsión permite la dilatación del tablero en todo sentido, así como la transmisión a los estribos de los efectos de frenado de los aviones.

La supresión de las juntas de dilatación ofrece la ventaja de la desaparición de las zonas en que crecen las cargas localizadas en la proximidad del borde libre y, además, asegura la impermeabilización del tablero.

En el puente número 2, de una longitud de 304 m siguiendo la dirección del eje de la carretera número 7, los nervios transversales, perpendiculares al eje, tienen una sección rectangular de 1,60 × 0,40 m, y una longitud total de 41,50 m. Estos nervios se han espaciado a 3,50 m y son continuos en los dos tramos transversales. Estos elementos se han pretensado con seis cables de 12 alambres de 7 mm de diámetro cada uno.

La característica sobresaliente de estas estructuras está constituida por los dispositivos de apoyo, formados por capas superpuestas. Cada una de ellas contiene una placa de caucho sintético o neopreno, de 8 mm de espesor, soldada por vulcanización a dos chapas de acero de 1 mm de espesor, formando rectángulos de 400 × 500 mm. El número de elementos superpuestos es función de la longitud de la obra y de la posición del apoyo.

El puente número 7, que soporta la plataforma del aerogaraje, está sometido a cargas de menor importancia. Esta estructura es también de hormigón pretensado y muy similar a la anteriormente descrita.

El puente número 6, de hormigón armado, sólo se distingue por la enorme carga que ha de soportar, ya que ésta se eleva a 28.000 toneladas.

El puente número 10, que salva la desviación de la carretera número 7, ha sido estudiado con detenimiento con objeto de lograr espacio libre del paso inferior, y obtener, a la vez, un aspecto estético satisfactorio.

Estos dos caminos se cruzan con un ángulo de 26°, lo que ha sido motivo para introducir dos apoyos intermedios de 2 × 2 m en su base y terminando en forma de V, consiguiendo así una gran visibilidad. La luz del tramo central es de 53,40 m; y las de los dos tramos laterales, de 38,50 m. Como la parte superior de las pilas tiene 2,80 m, el tablero ha adoptado la forma de un trapecio cuya altura sobre la parte superior de las pilas es de 2,57 m. En la clave, la altura del cajón es de 1,20 m, es decir, 1/40 de la luz. El aspecto de esta estructura ha encontrado una feliz aprobación por su belleza.

Los revestimientos para las calzadas son negros, ya que así las molestias serán mínimas para los conductores durante el alumbrado artificial. Este revestimiento se apoya sobre un firme de hormigón de 27 cm de espesor que, a su vez, descansa sobre un cimientado compactado de piedra de 15 cm. El revestimiento, de 15 m de anchura, se ha colocado en tres bandas de 5 m cada una. Las juntas longitudinales son de ranura y lengüeta con pasadores de trabazón. No se han dejado juntas de dilatación; y las juntas de retracción, transversales, espaciadas a 5 ó 6 m, se han formado con sierra.

La iluminación en los trozos formando túnel se realiza por medio de lámparas de vapor de sodio. Los proyectores se han colocado entre las vigas cajón, de tal forma que resulten invisibles directamente para los conductores y procurando, en todo momento, obtener un alumbrado uniforme. La gama del alumbrado se regula automáticamente en función de la luminosidad natural exterior.

Para evitar el paso brusco, en tiempo claro de mucho sol, de una fuerte o pequeña intensidad, se ha proyectado una especie de persiana, denominada «paralume», que sirve, en la entrada de cada túnel, de transición de claridad a la iluminación corriente artificial del túnel.

La ventilación, teniendo en cuenta los trozos de túnel de hasta 300 m, se realiza por medio de aire inyectado sin aspiración. Los difusores son ventanas laterales que toman el aire inyectado de una galería longitudinal lateral. La circulación se establece saliendo el aire por los portales del túnel. Los difusores, colocados en la parte baja, a 0,65 m sobre los andenes, se han espaciado a 2,34 metros.

Los ruidos, de escasa duración si la velocidad es grande durante el paso del túnel, se dejan sentir desagradablemente molestos a los ciclistas. Para evitar estas molestias, se han instalado, en la parte superior del túnel y en el eje, una serie de viguetas de las que cuelgan 60.000 estructuras resonantes capaces de disminuir notablemente la intensidad de los ruidos.

Hormigonado de una pista preten-
sada de circulación.

Repartidora-compactadora.

Cada una de estas estructuras o resonadores está formado por una caja de material plástico, de 10 cm de altura y 30 de longitud, dividida por un tabique medianero horizontal. El fondo de la caja y el tabique tienen siete orificios, merced a los cuales se logra la resonancia. Esta solución ha permitido reducir notablemente los ruidos.

Pista de vuelo, circulación y plataformas de estacionamiento

Terminada la ejecución de los puentes se procedió a la construcción de pistas y plataformas de estacionamiento para los aviones. La pista número 3, que es la principal, y tiene la dirección general de este-oeste, ha sido prolongada hasta una longitud de 3.320 m con una anchura de 60 metros.

Durante el período 1958-60 se han construido 72.000 m² de pistas, 65.000 m² de vías de comunicación y 176.000 m² de plataformas para estacionamiento; con ello, las superficies totales del aeropuerto se elevan a 453.000 m² para pistas, 380.000 para la circulación y 462.000 m² para plataformas.

En los revestimientos ejecutados a partir de 1958 se ha adoptado un espesor de 0,40 m. Los cimientos de estos firmes están constituidos por grava de 60 mm, de dimensión media, procedente de aluviones del valle del Sena en la región de Ponthierry. Las pistas no tienen juntas de dilatación, y las juntas de retracción, formadas con sierra, son del tipo llamado holandés.

Con estas mejoras introducidas, el aeropuerto de París, que en 1949 tenía 56.000 movimientos de aviones y 720.000 pasajeros, se ha elevado, en 1960, a 126.000 movimientos y 3.636.000 pasajeros, de los que corresponden a Orly 75.000 movimientos y 2.675.000 pasajeros.

Aunque el actual aeropuerto puede hacer frente a un mayor tráfico, se han previsto ampliaciones de su capacidad actual.

El plan general previsto en principio contaba con seis pistas, es decir, tres paralelas a cada una de las dos direcciones principales, plan que se había concebido para un tráfico medio de seis millones de viajeros.

Acceso a la pista principal.

Actualmente existen tres pistas: la pista número 2 y la 2 bis, de dirección norte-sur, y la pista número 3, la principal, de dirección este-oeste. Dado el aumento considerable del peso de los aviones y la capacidad unitaria de los mismos, se cree que se podría enfrentar con un tráfico superior a 8 millones de pasajeros con sólo dos pistas para cada dirección.

La pista 2 bis, ya bastante vieja, presenta una resistencia insuficiente, por lo que el primer trabajo que ha de realizarse es la construcción de una pista más larga y mucho más robusta en esta misma dirección, que correspondería a la pista número 6 del plan general original de mejoras y adaptación.

El aeropuerto de Orly, para cuya ampliación se han reservado zonas extensas de terreno, presenta condiciones más que satisfactorias para cubrir las etapas que actualmente se le han encomendado.

Routes et pistes de l'Aéroport d'Orly

P. Genet, ingénieur.

L'Aéroport de Paris est constitué par l'ensemble de services aériens de type commercial et civil exploités dans les deux aéroports principaux: Le Bourget et Orly.

Le Bourget, incapable d'absorber le trafic croissant exigé par l'agglomération parisienne et les terrains environnant cet aéroport ne permettant pas l'extension nécessaire, la solution fut orientée vers Orly, base déjà initiée avant la seconde guerre mondiale, continuée et même améliorée au cours de celle-ci par les autorités militaires allemandes d'occupation.

Cependant, cette base était encore trop petite pour permettre la construction de pistes et de services d'une capacité répondant aux besoins actuels et les possibilités d'agrandissements futurs. Par contre, Orly, avec ses installations et superficie suffisante pour l'expansion désirée, concentra l'attention et fut le point de départ pour la préparation d'un plan général de travaux qui, par leur volume, et les variantes de voies d'accès exigeaient une série d'ouvrages qui devaient être réalisés par phases successives.

De tous ces travaux, les plus importants sont les pistes et les aires, les voies de circulation, la station terminale, les services d'entretien et réparation, hangars et finalement les accès à l'aéroport avec la déviation ou variante de la Route Nationale n.º 7.

Cet article décrit ces ouvrages et prête une attention particulière aux accès et principalement aux passages souterrains, puisque la déviation mentionnée traverse le terrain à l'aide de tunnels sur lesquels passe la piste principale d'orientation Est-Ouest. Sont également exposés sommairement les essais de revêtement, pour lesquels on a employé les procédés du béton précontraint. L'éclairage et les conditions acoustiques des tunnels ont été l'objet d'une description succincte qui complète ce travail.

Approaches and Runways of Orly Airport

P. Genet, engineer.

Paris airport consists of the whole set of air transport facilities, commercial and civil, which are being exploited at the two main airport terminals of Le Bourget and Orly.

Le Bourget became inadequate to cope with the growing air traffic which the size of Paris demanded, and as the surrounding zone did not allow it to be sufficiently enlarged, the further development was concentrated at Orly. This airport was begun before the last world war, and was continued, and even improved, during the war itself, by the German occupation authorities.

Even so, the layout was too small to adapt the runways and services to present day and probable future requirements, and allow for additional development. Orly had both the installations and area to be suitable for the further development that was visualised. Hence a totally new project of new buildings and improvements to old ones was put in hand. The size of the project, and the changes in the approaches made it necessary to carry out this project in a series of stages.

Of all this work, the most important was: runways and platforms, approach runways, terminal station, conservation and repair facilities, hangars, and finally the approaches to the airport, including the bypass to number 7 national roadway.

This paper describes all this work, attention being concentrated on the approaches, and within this heading, special reference has been made to the subways, since the above mentioned bypass traverses the airport through artificial tunnels, over which operates the full load of aircraft landing on the main east west runway. A brief account is also given of the pavement tests, in which prestressed concrete was utilised, as well as a description of the methods adopted inside the tunnels to reduce the noise level, and to illuminate them.

Zufahrtsstrassen und Bahnen des Flughafens von Orly

P. Genet, Ingenieur.

Der Flughafen von Paris dient für den gesamten zivilen und Handelsluftdienst, der auf den beiden Basen oder Hauptflughäfen: Le Bourget und Orly betrieben wird.

Le Bourget erwies sich als unzureichend, um den steigenden Verkehr zu bewältigen, den die Menschenmenge von Paris forderte. Da das umliegende Gelände keine genügende Erweiterung erlaubte, wurde die Lösung in Orly gefunden. Dort wurde bereits vor dem letzten Weltkriege ein Stützpunkt begonnen und weitergeführt und sogar während desselben von der deutschen Militärbesatzung verbessert.

Selbst noch so ergab sich das Ganze als zu klein, um für Rollbahnen und Diensträume genügenden Raum zu schaffen, angepasst den Umständen des Augenblickes und den künftigen Möglichkeiten einer späteren Entwicklung. Orly, mit seinen Anlagen und genügender Fläche für die Erweiterung, die man verfolgte, zog die Aufmerksamkeit auf sich und wurde der Ausgangspunkt, um einen allgemeinen Arbeitsplan eines neuen Grundrisses zu entwerfen, der durch seinen Umfang und seine Abweichungen an den Zufahrtswegen eine Reihe von Werken forderte, die nacheinander durchgeführt werden sollten.

Unter allen diesen Werken sind die beachtlichsten: Strassen und Plattformen, Rollbahnen, Endstation, Erhaltungs- und Reparatur-Stätten, Flugzeughallen und schliesslich die Anfahrsstrassen mit der Abzweigung oder Abweichung von der Staatsstrasse Nr. 7.

In dieser Arbeit werden diese Werke beschrieben und die Aufmerksamkeit besonders auf die Zufahrtsstrassen gelenkt und innerhalb dieser auf die untergeordneten Uebergänge, da die Abweichung das Feld durch künstliche Tunnel hindurch kreuzt. Auf ihnen ruht die Last der Hauptstrasse, die in der Ost-West-Richtung verläuft. Auch werden zusammenfassend die Versuche der Strassenbefestigung beschrieben, bei denen die Verfahren des Spannbetons angewandt wurden. Die Beleuchtung und Schalldämpfung in den Tunneln bilden den Gegenstand einer kurzgefassten Beschreibung, die diese Arbeit vervollständigt.