

Apéndice 2.11 - FRANCIA – Nanterre / La Défense – Red A14 / A86

1. UN TÚNEL DE AUTOPISTA URBANO CON DIVERSAS CONEXIONES

El complejo subterráneo de la A14-A86, también denominado túnel Nanterre-La Défense, se encuentra al oeste de París, bajo el distrito financiero de La Défense y sus alrededores (**Figuras 1 y 2**). Los dos tramos principales forman parte de las autopistas A14 y A86 respectivamente y lo demás son ramales de conexión. El tramo de la A14 tiene unos 4 km de longitud y el de la A86 aproximadamente 1 km, siendo ambos dos tubos unidireccionales. La longitud total del complejo, incluyendo los ramales de conexión, es de unos 15 km.



Figura 1 – Entrada al túnel de la A14, por el lado de París (Fuente Wikimedia Commons/CC)

Los túneles han evolucionado junto con su entorno urbano durante seis décadas, lo que explica su compleja disposición. Los tramos principales se pusieron en servicio entre 1988 y 2004, habiéndose llevado a cabo entre 2009 y 2012 una importante operación de remodelación con el fin de cumplir las normativas promulgadas tras el incendio del túnel de Mont Blanc de 1999. Se modernizaron el sistema de ventilación y las salidas de emergencia y por consiguiente también se actualizaron el suministro eléctrico y el sistema SCADA. Las estructuras más susceptibles fueron protegidas para mejorar su resistencia al fuego.

La red conecta con todo tipo de estructuras vecinas: otros túneles y carreteras, espacios públicos, rascacielos, centros comerciales, aparcamientos, metro, estaciones de ferrocarril y de autobuses. Se está construyendo un nuevo estadio de rugby de 32.000 plazas y existen otros muchos proyectos en la zona, especialmente nuevos rascacielos y centros comerciales, algunos de los cuales se construirán sobre las carreteras ya existentes por lo que se modificará el trazado y la explotación de la red.

Son inevitables las interacciones físicas tales como hastiales o tabiques compartidos, conductos de ventilación para una estructura cruzando sobre otra, etc, siendo necesario que un gran número de diferentes titulares tenga que intervenir cerca o incluso en el perímetro de la red A14-A86 para la explotación diaria, el mantenimiento y la construcción de obras nuevas. Por tanto, la autoridad regional de carreteras DIRIF, titular y explotador de la red, tiene interacciones con un gran número de "vecinos".

A continuación se resumen las fechas más importantes en la historia de esta red:

- En las décadas de 1960 y 1970: construcción del distrito financiero de La Défense, incluyendo las estructuras que actualmente conforman el túnel A14;
- 1988 y 1993: apertura de los primeros tramos del túnel (tubo oeste, entonces tubo este de la A14 Défense);
- Febrero 1996: apertura del túnel A86;
- Noviembre 1996: apertura del resto del túnel A14;
- 1998 – 2004: apertura de la conexión subterránea entre A14-A86.

En todo ese tiempo, también evolucionaron los proyectos urbanos de la zona. La configuración de los túneles es por tanto bastante diferente a la del proyecto original, que no incluía una conexión subterránea completa.



Figura 2 – Situación de la zona urbana de Ile-de-France

2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

2.1 GEOMETRÍA

Debido a la zona urbana tan densa y a las numerosas modificaciones del proyecto a lo largo de los años, varias secciones están presentes en la red A14-A86. Todos los tramos del túnel fueron construidos mediante el procedimiento de excavación con pantallas, por lo que la sección transversal es siempre rectangular, variando el número de carriles entre uno y cuatro, por lo que el ancho de los tubos puede llegar a ser hasta de 20 m. El gálibo es 4,50 m pero algunos tramos tienen alturas de coronación de hasta unos 9 metros.

La red está formada por los siguientes tramos (ver **Figura 3**):

- A14 Défense (que tiene forma de “pera” y que constituye el anillo de carretera de la Défense o “Circular”) esta autopista tiene de 2 a 4 carriles por tubo y existen muchas entradas y salidas (ver figura);
- A14 Nanterre (al oeste de la “pera”): con 3 carriles en cada dirección, sin conexiones intermedias;
- A86 Sur: de 2 a 4 carriles en cada sentido;
- A86 Norte: de 2 a 4 carriles en cada sentido;
- conexiones: ramales numerados B1 a B8 que generalmente tienen un solo carril (no todos ellos están actualmente cubiertos pero deberían estarlo al final). Algunos ramales comparten tramos comunes;
- ramales de acceso y salida en el tramo de la Défense: conexiones con las carreteras RN192, RD914, RN1013 y RD7: 1 o 2 carriles.

El perfil longitudinal se ha adaptado a las estructuras pre-existentes y por eso es ondulado, alcanzando la pendiente hasta el 3,3% en los túneles principales (A14 en la conexión, **Figura 4**) y 4,8% en algunos ramales.



Figura 3 – Trazado general de la red A 14 / A 86

2.2 CONEXIONES Y SEÑALIZACIÓN

La red A 14 / A 86 incluye conexiones con la autopista (con 8 ramales) y conexiones con otras carreteras importantes del Distrito de la La-Défense (con 8 ramales).

Esta red se construyó con el método de excavación entre pantallas, lo que permite incluir paneles de señalización bastante claros.

La **Figura 4** muestra una vista del tubo oeste del túnel A14 en la zona de la conexión, mostrando el túnel principal y el ramal B1 (de longitud 715 m) que lo conecta con el tubo sur del túnel de la A86 (a la derecha).

Los paneles de señalización combinan sistemas dinámicos y direccionales y su diseño difiere de las normas nacionales debido a las limitaciones geométricas.



Figura 4 – Conexión entre las autopistas A 14 / A 86 (AM/CETU)

2.3 SALIDAS DE EMERGENCIA

Existen 74 salidas de emergencia con una interdistancia de unos 200m. Todas ellas tienen acceso directo a la superficie o a los edificios vecinos. No hay galerías transversales entre los tubos para la salida de los usuarios, ni refugios ni vías de escape a través de los conductos de ventilación.

2.4 TRÁFICO. ACCIDENTES

2.4.1 Tráfico

La red está clasificada como una autopista. Está prohibido el acceso a vehículos que transportan mercancías peligrosas, a ciclistas, a peatones y a motocicletas de pequeña cilindrada (inferior a 50cc). Se autoriza por tanto el paso de motos grandes, vehículos de pasajeros, autobuses y camiones de mercancías.

La intensidad del tráfico es elevada, con una media de unos 100.000 vehículos al día (en ambos sentidos) para todos los tramos, con pequeñas variaciones. Excluyendo los años en los que se realizaron las obras de remodelación, el tramo de la A14 Défense tiene el mayor tráfico. Las horas punta no están bien marcadas en algunos sentidos, mientras que en otros se muestra una hora punta muy significativa en la mañana y en la tarde. El tráfico nocturno es bajo, estando los túneles generalmente muy llenos a lo largo del día.

Los vehículos de mercancías representan solo del 3 al 5% del total del tráfico.

La intensidad del tráfico está creciendo en la A86 y decreciendo en la A14 debido a la saturación general de la red de carreteras en la zona, especialmente en París, donde la intensidad de tráfico está también disminuyendo.

La congestión se produce regularmente en el tubo dirección París de la A14, especialmente durante la hora punta de la mañana, aunque el tráfico generalmente no se detiene, siendo la velocidad media de unos 20 km/h. En las otras partes del túnel, la congestión es bastante menos frecuente (1 al 2% del tiempo). Existen medidas de seguridad en tramos del túnel para el caso de congestión, tales como escenarios de ventilación específicos para ese caso.

2.4.2 Accidentes

Entre 2005 y 2011 hubo 38 accidentes con víctimas (con 5 muertos y 4 heridos graves), 8 accidentes sin víctimas pero con consecuencias graves para la explotación y 10 casos de incendio, siendo 3 de ellos con vehículos pesados. Estos incendios no causaron daños de importancia en el túnel y no hubo ninguna víctima.

El número de accidentes está lejos de la media nacional para túneles urbanos unidireccionales (teniendo en cuenta su tráfico y longitud). Puede explicarse por la alta intensidad de tráfico y las velocidades moderadas.

2.5 VENTILACIÓN

El sistema de ventilación es transversal en todos los tubos, excepto el correspondiente al tramo de la A14 Nanterre que tiene ventilación longitudinal. Ello es así porque éste se construyó antes de que se decidiera la interconexión e inicialmente funcionó como un túnel independiente.

Después de la remodelación de los años 2009–2012, los caudales de extracción de humo cumplen generalmente con la normativa francesa que requiere el caudal mínimo que se obtiene por la fórmula $80 [m^3/s] + 1,5 [m/s] \times A$, siendo A el área de la sección transversal.

Los conductos de ventilación se localizan principalmente en los hastiales. Hay 18 estaciones de ventilación y 68 ventiladores de diversos tamaños, caudales y potencias (de 30 a 90 m³/s, de 55 a 355 kW). Hay también 61 ventiladores de suministro de aire fresco con caudales que varían entre 15 y 77 m³/s. El gran número de estaciones de ventilación (**Figura 5**) refleja las restricciones asociadas con la construcción de los túneles en sucesivas etapas en una zona urbana tan densa.

Hay congestión en los túneles pero solo en horas punta y en ciertas zonas (principalmente en el lado París). Por tanto, en la mayoría de los casos, es posible actuar en el sistema de control de humos empleando una estrategia longitudinal, que se considera la más robusta. Esto se consigue impulsando aire fresco aguas arriba

del foco del incendio creando una sobrepresión y extrayendo el aire aguas abajo. De esta forma también se extrae el humo aunque no es el objetivo principal en esta situación.

La posibilidad de aplicar una estrategia longitudinal se determina, de forma automática, a través de la medida de la velocidad de los vehículos situados aguas abajo del foco. Si el tráfico está retenido o no existe certeza de su estado, se actúa el sistema en estrategia transversal. No existe un sistema de control de lazo cerrado, lo que significa que para cada posible posición del incendio, tan solo se puede aplicar un tipo de estrategia: longitudinal o transversal. Diversos estudios han demostrado que la influencia del viento exterior en la ventilación del complejo es relativamente moderada, lo que permite considerar que este enfoque de solución única es aceptable para todos los casos.

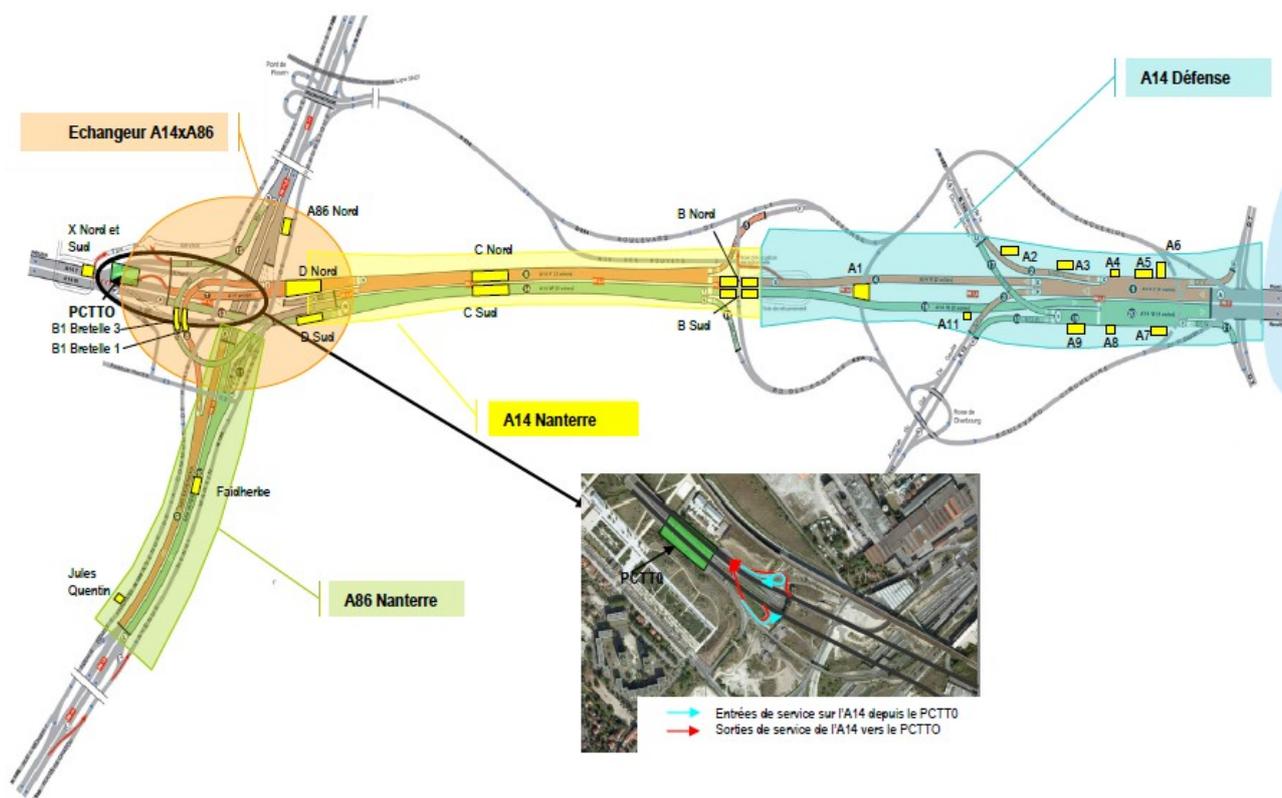


Figura 5 – Situación de las estaciones de ventilación

2.6 MEDIO AMBIENTE

2.6.1 Calidad del aire

El tráfico es denso y los niveles de contaminación son altos en toda el área metropolitana de París, no siendo una excepción el distrito de La Défense. La red A14-A86 y las otras infraestructuras subterráneas recogen una gran parte del tráfico local, por lo que podrían esperarse altas concentraciones cerca de las bocas, sin embargo los túneles protegen de la contaminación a la zona densamente poblada del distrito financiero. Los niveles de contaminación son supervisados por AIRPARIF al igual que en el resto del área metropolitana. En los túneles hay detectores de CO, NO₂ y opacímetros que se utilizan para controlar el sistema de ventilación de acuerdo con la normativa francesa, siendo el contaminante más crítico el NO₂ con una concentración máxima de 0,4 ppm.

2.6.2 Ruido

Las medidas habituales para la reducción del ruido se aplican en las estaciones de ventilación.

2.7 EQUIPAMIENTO PARA LA EXPLOTACIÓN

La red A14-A86 está dotada con los equipamientos habituales para la explotación de túneles urbanos, especialmente CCTV con sistema de Detección Automática de Incidentes y equipamiento para el cierre de emergencia (barreras y paneles de mensaje variable).

3. EXPLOTACIÓN Y SEGURIDAD

La red A14-A86 es controlada desde el centro de control de Nanterre (PCTT) de la autoridad regional de carreteras (DIRIF). Se encuentra justo a la salida de la boca oeste del túnel A14, ocupándose también de otras muchas autopistas urbanas de la parte occidental de la zona metropolitana de París, y de otros túneles como "Amboise Paré", "Saint-Cloud" (de longitud aproximada 800 metros cada uno) y "Belle Rive" (1.080 m). El PCTT está a cargo de la gestión de control de tráfico y de los procedimientos de emergencia, lo que supone un gran esfuerzo para los operadores.

En caso de un incidente importante, como un incendio, se da prioridad a su gestión. Al igual que en casi todas las situaciones de emergencia, la gestión de las operaciones de rescate pasa a los bomberos una vez que éstos llegan.

El área es atendida por el cuerpo de bomberos de París (BSPP) que cuenta con dos parques muy cerca de la red: uno en La Défense y otro en Nanterre. Ambos se encuentran a 100 m de los túneles, aunque no son específicos para ellos.