Apéndice 2.20 – PAÍSES BAJOS – La Haya – Grupo de tres túneles de Sytwende

1. RESUMEN – UN GRUPO DE TÚNELES MULTIMODALES

Los tres túneles de Sytwende se encuentran en La Haya (Países Bajos). La ciudad de La Haya tiene alrededor de 500.000 habitantes y un millón en toda su aglomeración urbana de "Haaglanden". El conjunto de túneles consta de tres túneles individuales, Vliet, Park y Spoor. Forman parte del anillo de circunvalación Norte N14 que conecta la A4 y la N44, ambas con dirección a Amsterdam **(Figura 1)**.

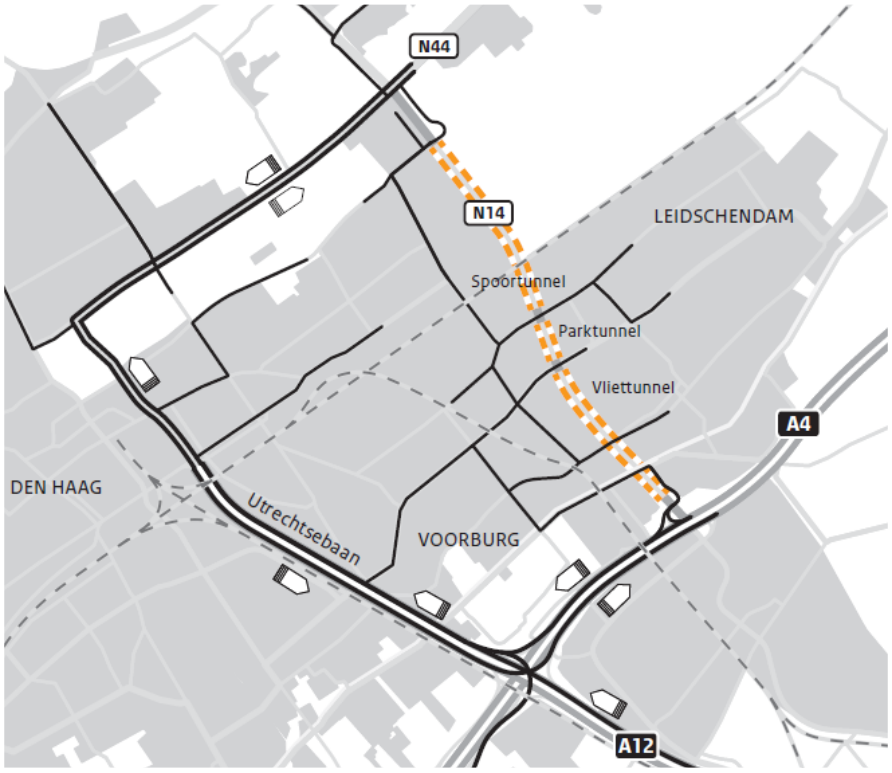

Figura 1: Situación de los tres túneles Sytwende

El grupo de túneles de Sytwende es de titularidad estatal y está explotado por la Rijkswaterstaat, perteneciente al Ministerio de Infraestructuras y Medio Ambiente holandés, que es la responsable del proyecto, construcción, gestión, explotación y mantenimiento de las principales infraestructuras de los Países Bajos.

La N14 se proyectó originariamente a finales de los años 50 como una autopista a cielo abierto para conectar el balneario de Scheveningen con Rotterdam. A finales de los 90 el concepto evolucionó y la N14 finalmente, después de múltiples discusiones, se acondicionó como una circunvalación con una velocidad máxima permitida de 70 km/h. Ello dio lugar a 3 túneles con el fin de mitigar el impacto visual y la contaminación acústica y a varias intersecciones para permitir las conexiones con la red de carreteras en superficie.

La nueva N14 entró en servicio en 2003 con dos tubos de dos carriles por sentido. El túnel Vliet tiene 1100m de longitud, el túnel Park 300m y el túnel Spoor 400m. Los enlaces de los túneles con la red principal de carreteras están regulados por señales de tráfico. El túnel Spoor cruza el enlace ferroviario de tráfico intenso entre La Haya y Amsterdam.

El túnel Vliet tiene un tubo adicional **(Figura 2)** para vehículos de metro ligero y una estación subterránea **(Figura 3)**. Hay edificaciones residenciales constituidas por viviendas unifamiliares y bloques de apartamentos situados justo al lado de la estructura del túnel y parcialmente encima de él **(Figuras 2 y 4)**.

Figura 2: Túnel de carretera y ferroviario de Vliet

Figura 3: Estación ferroviaria subterránea en el Túnel de Vliet

Figura 4: Zona Residencial a ambos lados del túnel

2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

2.1 GEOMETRÍA

Los túneles Park y Spoor son túneles excavados entre pantallas sobre el nivel freático. El túnel Vliet está situado parcialmente bajo el nivel freático.

	Túnel Vliet	Túnel Park	Túnel Spoor
Longitud	1.075 m	300 m	410 m
Trazado en planta	Recta	Recta	Recta
Perfil longitudinal	Max 5%		
Velocidad máxima	70 km/h	50 km/h	50 km/h

2.2 SECCIÓN TRANSVERSAL

Las secciones transversales se muestran en las **Figuras 5, 6 y 7**.

	Túnel Vliet	Túnel Park	Túnel Spoor
Anchura	8,4 m (2 carriles)	8,4 m (2 carriles)	8,4 m (2 carriles)
Gálibo	4,57 m (4 m permitido)	4,42 m (4 m permitido)	4,48 m (4m permitido)
Galería de emergencia	Si (a x h: 1,4m x 2,7m)	Si (a x h: 2,2m x 2,4m)	No
Vehículos pesados / mercancías peligrosas	Si / Cat C	Si / Cat C	Si / Cat C

2.2.1 Túnel Vliet (multimodal)

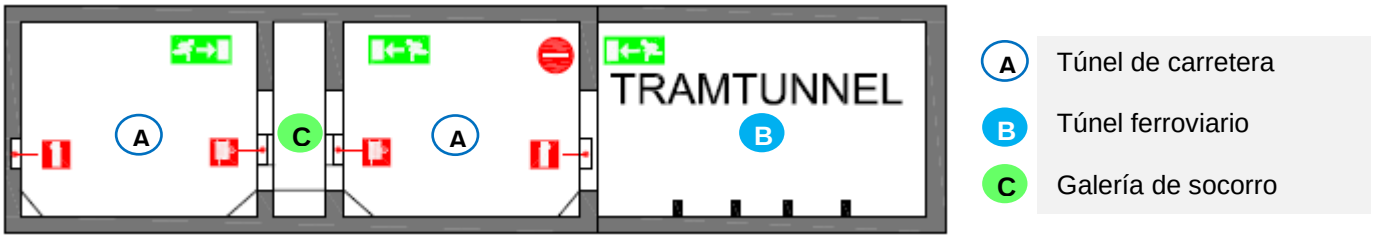

Figura 6: Sección Transversal del túnel multimodal de Vliet

2.2.2 Túnel Park

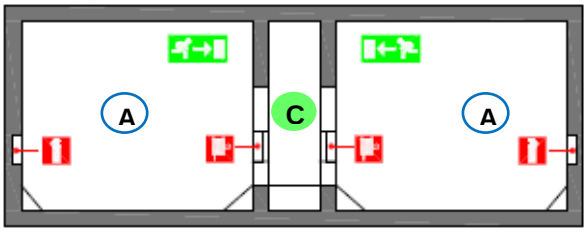

Figura 6: Sección transversal del túnel Park

2.2.3 Túnel Spoor

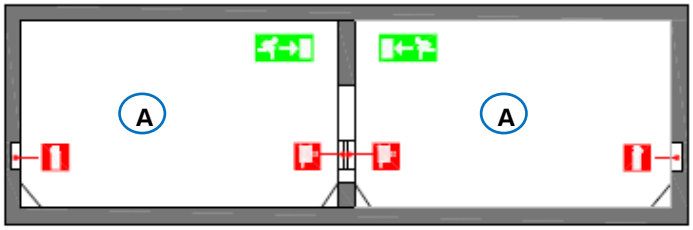

Figura 7: Sección transversal del túnel Spoor

2.2.4 Salidas de emergencia

Para los túneles de Vliet y Park, las puertas de evacuación entre los dos tubos, con una interdistancia de 100m, dan acceso a la galería de emergencia situada entre los dos sentidos de la circulación. En el caso del túnel de Spoor las puertas permiten el acceso de un tubo al otro. La galería de emergencia está presurizada para prevenir que el humo entre en ella en función de la presión existente en el tubo principal. Las puertas de las salidas de emergencia están enmarcadas con luces LED de color verde y en caso de incendio se activa un mensaje de voz que dice "Aquí salida de emergencia". La galería de evacuación dispone de señalización variable para guiar a las personas evacuadas hacia zonas fuera de peligro (hacia el exterior o hacia el tubo no afectado por el incendio después de haber parado la circulación).

Las consignas para la evacuación de los pasajeros del metro ligero son las de salir por el andén de la estación subterránea. Si el tren hubiera pasado la estación, se intentará salir del túnel. Cuando esto no sea posible, el tren parará cerca de las salidas de socorro y se acudirá al túnel de carretera.

Las puertas de emergencia que conectan el tubo del metro ligero con el túnel de carretera son operadas por el centro de control de tráfico Rijkswaterstaat. Las puertas están bloqueadas y son abiertas después de que el tráfico en el tubo sin incidentes haya sido despejado para evitar el peligro de atropello de los peatones evacuados.

2.3 CONDICIONES DEL TRÁFICO

2.3.1 Características del tráfico

- IMD (Intensidad media diaria): 28.000 veh. / día,
- Distribución del tráfico diario por horas:

Intensidad de tráfico horario y por sentido	Dirección a N14	Dirección a A4
Entre 07.00 y 19.00	1.790	1.863
Entre 19.00 y 23.00	860	859
Entre 23.00 y 07.00	253	285

El tráfico de vehículos que transportan mercancías peligrosas (VMP) es alrededor de 11 al día.

- VMP LF1 (líquidos inflamables) 805 vehículos / año,
- VMP LF2 (líquidos inflamables) 3.168 vehículos / año o alrededor de 11 al día,
- VMP GF3 (gases licuados tóxicos). Hay infracciones: 16 vehículos al año.

2.3.2 Congestión de tráfico - señalización

Las intersecciones a nivel de Monseigneur van Steelaan y de Prins Bernhardlaan **(Figura 8)** gestionadas por semáforos generan frecuentes congestiones y atascos en el interior de los túneles. Éstas congestiones son detectadas por los detectores de baja velocidad, que envían alarmas al centro de control. El sistema de detección de baja velocidad está diseñado para velocidades de autopista (de 100 a 130 km/h), por lo que no ha sido posible calibrarlo con precisión para distinguir tráfico a velocidades inferiores a 50 km/h.

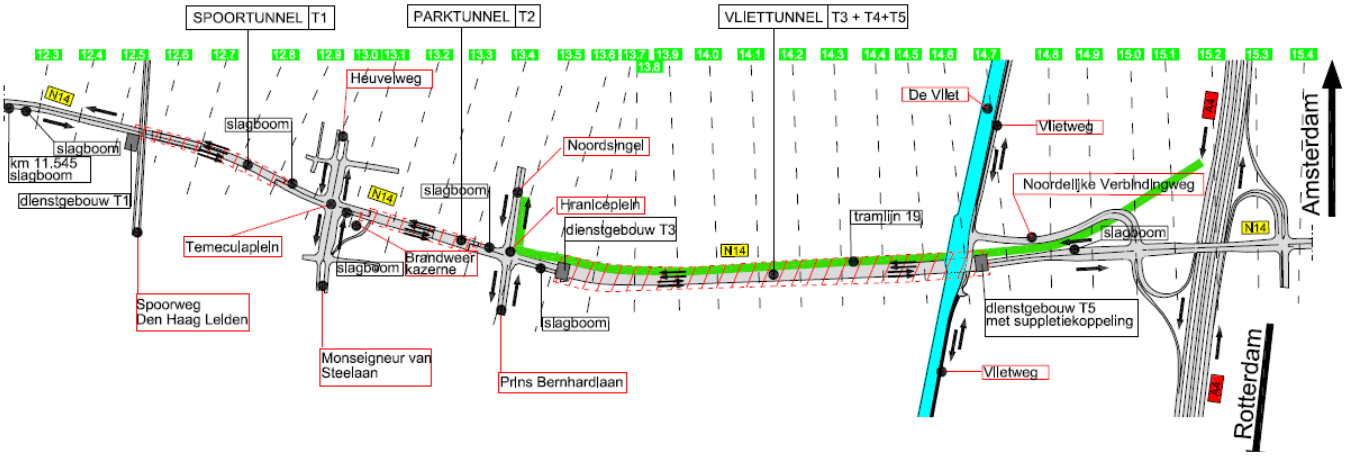

Figura 8: Plano de los tres túneles y las dos intersecciones gestionadas por semáforos

2.4 VENTILACIÓN

2.4.1 Sistema de ventilación de los túneles de carretera

El sistema de ventilación es del tipo longitudinal. Ello lleva consigo ventiladores de chorro no reversibles en la boca de entrada y ventiladores de chorro reversibles en el interior del túnel. En condiciones normales de circulación, el principio de la ventilación es el de crear una corriente de aire en el sentido del tráfico. En caso de incendio en un tubo, la ventilación del otro tubo se pone en modo reversible para evitar la entrada de humo.

Las galerías de evacuación están presurizadas para evitar igualmente la entrada de humo y garantizar la seguridad de los usuarios.

2.4.2 Ventilación del túnel multimodal

El sistema de ventilación del túnel de metro ligero está basado en el principio de que la estación de metro subterránea tiene que quedar libre de humo para permitir la evacuación de los pasajeros. Los ventiladores de chorro reversibles dirigen la corriente de aire hacia la salida más cercana alejada de la estación.

En caso de incidente con incendio en el tubo de metro ligero, el tubo del túnel de carretera situado junto a él también se cerrará. La corriente de aire en el túnel de carretera tendrá el mismo sentido que la correspondiente a las del túnel de metro ligero.

2.5 EQUIPAMIENTO PARA LA EXPLOTACION Y LA SEGURIDAD

Los tres túneles están equipados con todos los equipos usuales para la explotación y la seguridad. Se ha prestado especial atención a la comunicación con los usuarios, a la gestión del tráfico y a las condiciones seguridad y medioambientales: detectores, CCTV, DAI (Detección automática de incidentes), bucles, cables de detección de calor, etc. El sistema de megafonía tiene mensajes en holandés, inglés y alemán.

2.6 EXPLOTACIÓN

El grupo de túneles de Sytwende se gestiona desde el centro de control de tráfico en Rhoon. Este centro controla todas las carreteras de Rijkswaterstaat en la provincia de Zuid Holland. Además, esta sala de control opera otros seis grupos de túneles y en 2015 también operará el túnel A4 Delt Schiedam.

Cada operador de control de tráfico tiene dos modos de intervención:

- En condiciones normales los sistemas ITS (límites de velocidad variable, carriles reversibles y señales de mensajería variable) se operan de forma independiente.
- En caso de incidente el operador vecino contribuirá para asegurar las comunicaciones con los servicios de emergencia para organizar la intervención de los equipos de mantenimiento, de socorro y de rescate. El operador principal se encarga del incidente de las comunicaciones con los usuarios, y opera el sistema GTC (Gestión Técnica Centralizada).

Cada grupo de túneles tiene además un centro de control local que puede utilizarse cuando la trasmisión de datos entre el túnel y el centro de control no funcione correctamente o cuando haya problemas de disponibilidad en el centro de control en Rhoon.

El sistema GTC dispone de una función y acción de emergencia, que automática y simultáneamente:

- arranca el sistema de ventilación,
- cierra el acceso a los tubos para evitar la acumulación de vehículos en caso de incidente,
- activa la iluminación de las salidas de emergencia y de la galería de evacuación, así como los mensajes estándar de evacuación,
- activa las bombas hidráulicas para poner en presión la tubería y los postes de incendios,
- activa una 'onda verde' en los semáforos de los enlaces y principalmente en el tronco entre la N14 y la A4 para permitir a los conductores salir del túnel de forma segura.

En caso de accidente, los equipos de emergencia entran en el túnel afectado por las dos bocas en el sentido habitual de circulación. La entrada en sentido contrario precisa la autorización previa del Centro de Control de Tráfico quién se asegura que el tráfico está parado.

En el caso de una emergencia con la posibilidad de humo y/o incendio, los servicios de emergencia acceden al túnel por el tubo seguro (sin incidente). Antes de entrar, se deben usar los teléfonos de emergencia situados en la boca del túnel para recibir información actualizada desde el Centro de Control de Tráfico y recomendaciones sobre las puertas y accesos de socorro a utilizar.

2.6.1 Particularidades del túnel multimodal

El túnel de metro ligero es gestionado desde la sala de control de Haagsche Tram Maatschappij (HTM), por la empresa pública de transporte local. En caso de emergencia, la sala de control HTM llama al centro de control de tráfico en Rhoon para que cierre el tubo y se permita una evacuación segura.

En caso de emergencia, los servicios de emergencia acceden por el túnel de carretera para desde allí entrar al túnel de metro ligero a través de las puertas de evacuación.