

## Apéndice 1.3 - JAPÓN – Túnel Yamate en Tokio

### 1. RESUMEN – TÚNEL DE GRAN LONGITUD PARA UNA AUTOPISTA RÁPIDA EN ZONA URBANA

Alrededor de 30 millones de habitantes, equivalente a la cuarta parte de la población de Japón, reside en la región del “Gran Tokyo”. La red de autopistas Metropolitana es de peaje, con una longitud total de 301,3 km, y su función es la de servir de arteria para el tráfico de la región. Está constituida fundamentalmente por dos anillos concéntricos, uno interior denominado Circular Interno, situado en el área central de Tokyo, y otro exterior denominado Circular Central, que está en construcción, y por 10 vías radiales que conectan las diferentes áreas satélites de aglomeración urbana con el centro de Tokyo (**Figura 1**). El anillo interior se construyó con el propósito de reducir el elevado tráfico pesado de tránsito en el centro de la ciudad y para reducir los frecuentes atascos.

El túnel Yamate, de 9,8 km de longitud, se encuentra en la parte oeste del anillo interior. El túnel discurre en todo su recorrido bajo las calles y se tardó alrededor de 18 años en su construcción, desde 1992 hasta 2010. Se trata de una obra muy compleja que conllevó numerosas dificultades para su construcción, tales como enlaces subterráneos, conexiones entre túneles y el acondicionamiento simultáneo del bulevar existente en superficie pasando de 22 m a 40 m de anchura. Estas dificultades fueron las razones principales por las que el periodo de construcción fue tan largo.

El túnel fue construido esencialmente con una tuneladora de escudo y consta de dos tubos paralelos de 11,0 m de diámetro interior. Cada tubo dispone de dos carriles de circulación. Los dos tubos se sitúan a la misma cota salvo en algunos tramos en que sus perfiles longitudinales están decalados para permitir las entradas y salidas a la Carretera nº 3 en dirección de Shibuya.

Actualmente, el túnel Yamate tiene 4 entradas, 5 salidas y 2 nudos de conexión. Una vez se ponga en servicio su prolongación de 8,4 km en 2015, año estimado de finalización de las obras, se añadirán una entrada y dos salidas más, que lo convertirá en el túnel de autopista más largo de Japón.

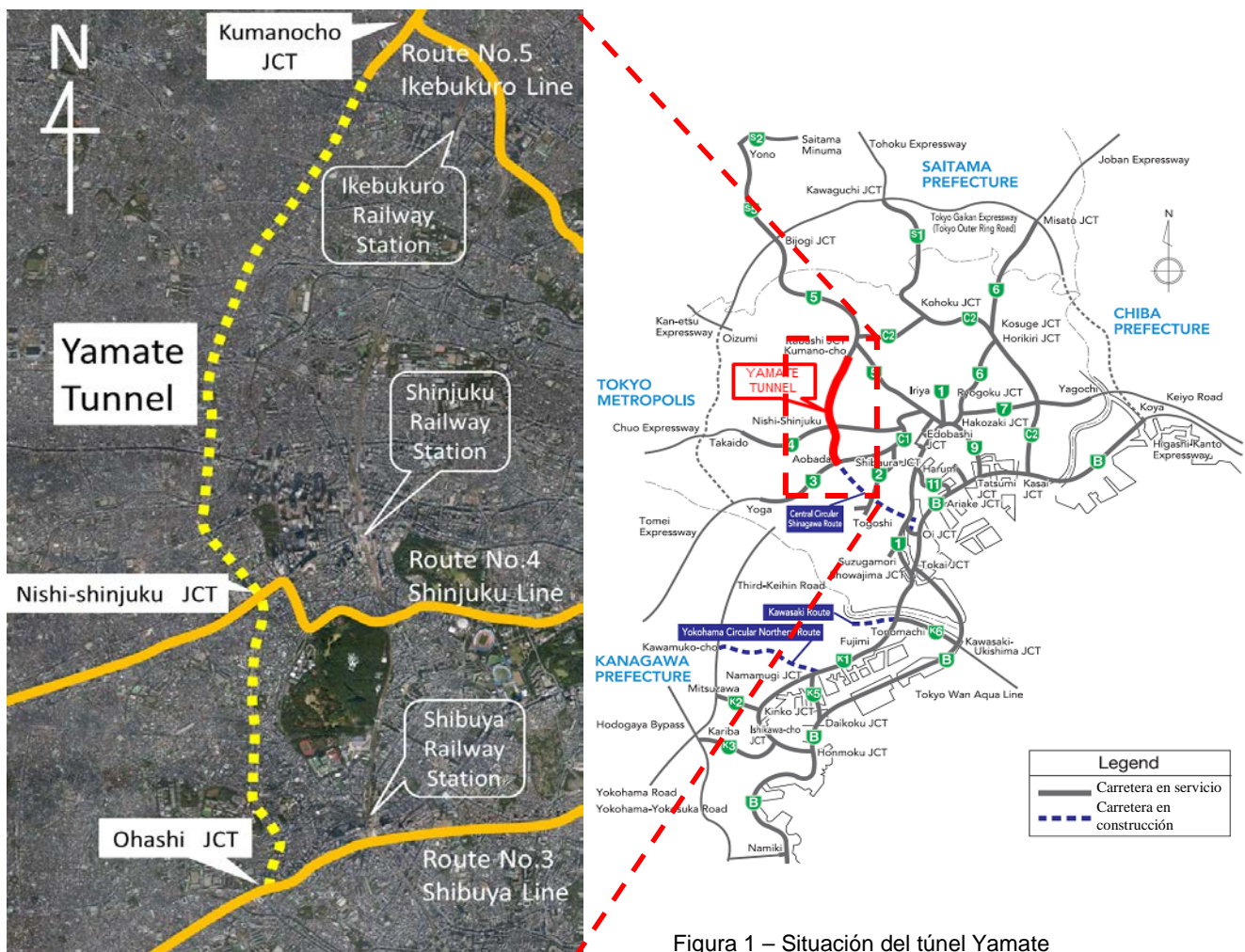


Figura 1 – Situación del túnel Yamate





- 2 CCTV
- 3 Iluminación
- 4 Altavoz
- 5 Sistema de radio-comunicaciones
- 6 Detección de incendios
- 7 rociadores
- 9 Trampilla de extracción de humo
- 10 Extintor de incendios e hidrante con espumógeno
- 11 Pulsador de alarma
- 12 Teléfono de emergencia
- 13 Salida de emergencia

1 Centro de control de tráfico



8 Semáforos tricolores, pórtico de control de accesos y barreras, paneles de mensaje variable



Figura 4 – Equipamientos principales de explotación y de seguridad en el túnel Yamate

## 2.4 TRÁFICO

### 2.4.1 Datos Generales

- IMD (Intensidad Media Diaria): 35.000 veh/día;
- Velocidad limitada a 60 km/h;
- Acceso prohibido a ciclistas y peatones;
- No hay congestión habitual en el túnel.

### 2.4.2 Distribución del tráfico durante el día

La distribución horaria del tráfico se indica en la **Figura 5**.

El gráfico superior indica el volumen de tráfico en el sentido contrario a las agujas del reloj y el inferior en el sentido de las agujas del reloj.

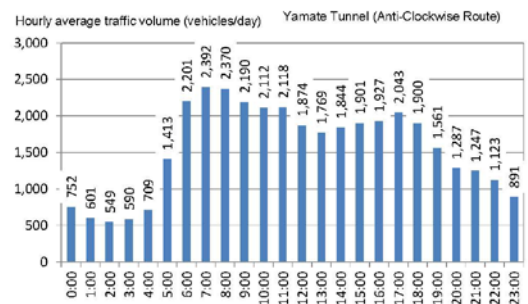
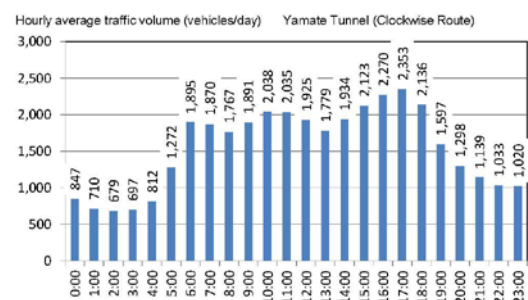


Figura 5 – Distribución horaria del tráfico

### 2.4.3 Accidentes

El análisis de los accidentes muestra lo siguiente:

- Una media de 17 accidentes en el sentido contrario a las agujas del reloj, con una particular incidencia de 7 en la zona de la curva de radio 270 m;
- Una media de 10 accidentes en el sentido de las agujas del reloj, con un reparto homogéneo a lo largo del túnel;
- No hay una acumulación especial de accidentes en los ramales de entrada o salida.



## 2.5 VENTILACIÓN

El sistema de ventilación es de tipo transversal e incluye sistemas de filtrado del aire. Sus principales características son:

- 9 estaciones de ventilación;
- Ventilación transversal;
- En cada estación de ventilación hay sistemas de eliminación del dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), sistemas de filtración de partículas y atenuadores acústicos (**Figuras 6 y 7**). Estos sistemas eliminan más del 90% del NO<sub>2</sub> y filtran más del 80% de las partículas en suspensión.



Figura 6 – Torres de ventilación y atenuadores acústicos

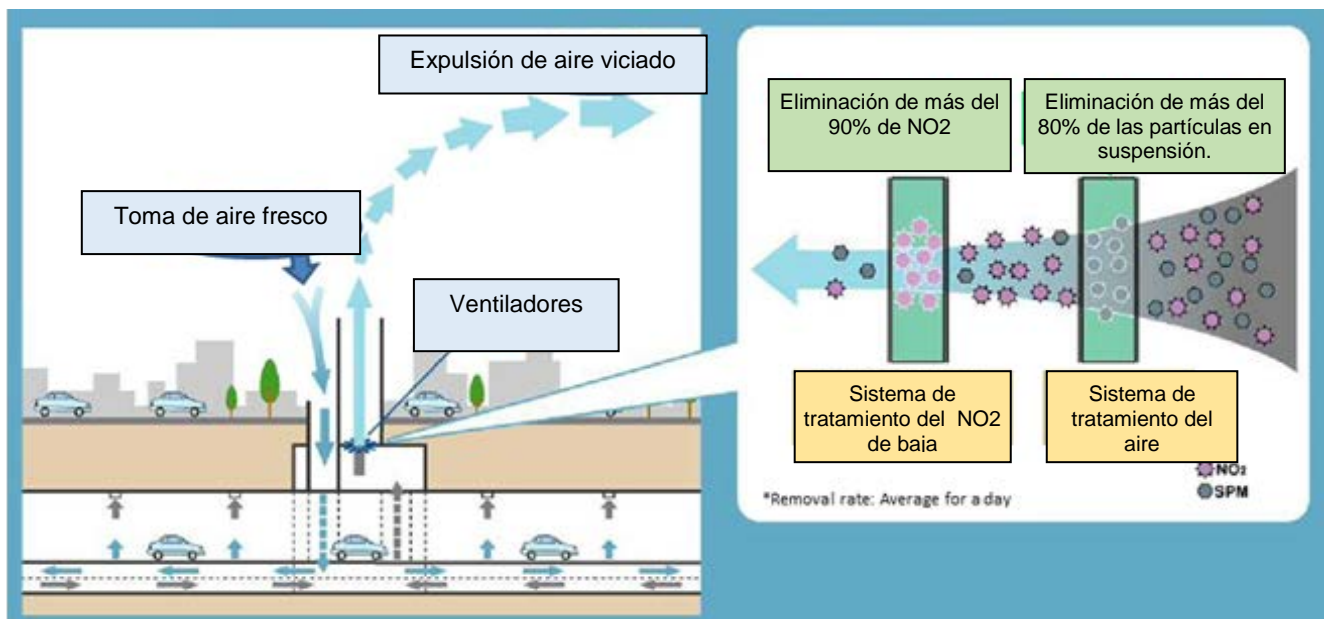


Figura 7 – Esquema del Sistema de filtrado del aire

## 2.6 OTROS EQUIPAMIENTOS

### 2.6.1 Sistema de rociadores

El túnel Yamate está dotado con un sistema de rociadores de agua, cuyo objetivo es:

- Reducir la temperatura;
- Lucha contra el incendio;
- Mejorar el confinamiento del incendio;
- Proteger la estructura y las instalaciones.

Las características del sistema instalado son:

- Caudal de agua de 6 litros/minuto/m<sup>2</sup> durante 40 minutos.
- Los rociadores se activan mediante un sistema de control remoto desde el centro de control, tan pronto como el incendio es detectado. El agua es rociada en un tramo de 50m, evitando que el fuego se extienda.

### 2.6.2 Señalización

Las bocas del túnel y los ramales de entrada y salida disponen de pórticos de señalización variable de alerta con el fin de advertir a los usuarios y evitar accidentes en la cola de la fila de retención.

## 3. EXPLOTACIÓN

### 3.1 ORGANIZACIÓN GENERAL

El túnel Yamate está controlado por un centro de control gestionado 24 horas al día.

La información del tráfico se comparte con otras compañías de autopistas, NEXCO Este y Oeste. Dos oficiales de policía están presentes permanentemente en el centro de control de tráfico de la red de Autopistas Metropolitana.

### 3.2 CONDICIONES EN CASO DE INCIDENTES O EMERGENCIA

Hay instalados sistemas de CCTV, detectores de vehículos y detectores de incendio para que los operadores de la sala de control puedan darse cuenta de los atascos o de los accidentes de forma inmediata.

Para los conductores hay instalados extintores, pulsadores de alarma de incendio, teléfonos de emergencia y salidas de emergencia. En caso de producirse un incendio o cualquier otro tipo de emergencia, las instrucciones se dan por los operadores a los conductores a través de altavoces o de un sistema de radio.

Fenómenos inusuales en el túnel, como accidentes de tráfico o incendio, son automáticamente detectados por el sistema DAI (Detección Automática de Incidentes) (**Figura 9**) por análisis de las imágenes de los monitores del CCTV en el centro de control.



Figura 8 – Patrulla de motoristas

En caso de atasco, una patrulla de motoristas (**Figura 8**) puede llegar al lugar del accidente en breve tiempo.

### 3.3 CONCEPTO DE LA DAI

El objetivo es detectar automática e inmediatamente:

- Vehículos parados;
- Circulación lenta;
- Atasco;
- Maniobras extrañas.

355 cámaras están instaladas a lo largo de los 10 km del túnel, no existiendo puntos ciegos (**Figura 9**).



Túnel Yamate  
Longitud 10 km  
355 cámaras



Figura 9 – Sistema de Detección Automática de Incidentes

La **Figura 10** muestra la información dada por el SCADA en el centro de control en condiciones normales (imagen superior) y en caso de que el incidente se haya detectado (imagen inferior)

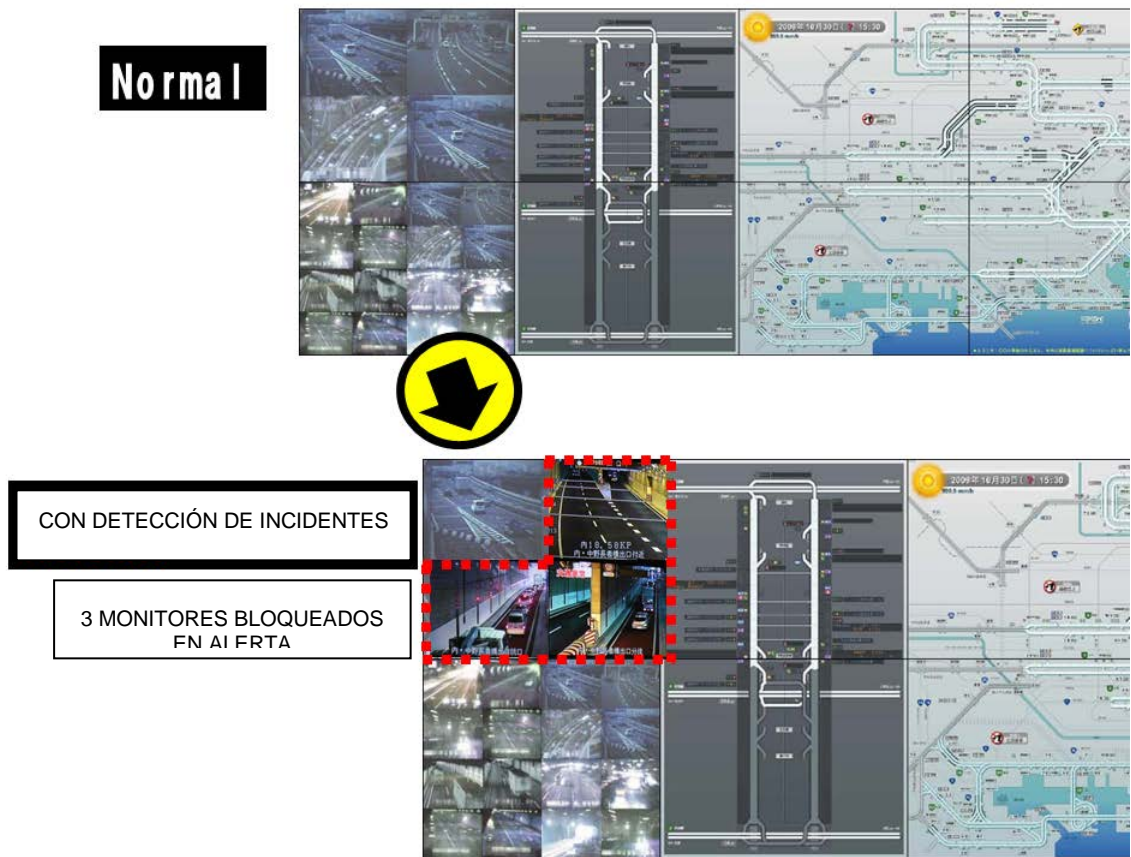


Figura 10 – Sistema de Detección Automática de Incidentes– información mostrada por el SCADA