

## Apéndice 2.5 – PRAGA – Circunvalación de Praga – Mrázovka and Strahov

### 1. RESUMEN – MRÁZOVKA Y STRAHOV

En la circunvalación noroeste de la ciudad de Praga (República Checa), de aproximadamente 1,2 millones de habitantes, se encuentran los túneles de Zlíčov (ZAT), Mrázovka (ATM), Strahov (SAT) y los tres túneles del Complejo Blanka (TCB) (Figura 1 y 2).

Estos túneles son de titularidad municipal y están operados por la “Autoridad Técnica de Carreteras”, organismo público de la ciudad.

Los túneles SAT, ZAT y ATM se pusieron en servicio en 1997, 2002 y 2004 respectivamente y el túnel TCB en 2014.

Todos los túneles están constituidos por dos tubos unidireccionales de dos carriles cada uno, ampliados a tres en las salidas e incorporaciones en la longitud precisa. Los ramales de entrada y salida son de un solo carril en condiciones normales, pudiendo acondicionarse hasta dos carriles en caso de emergencia.

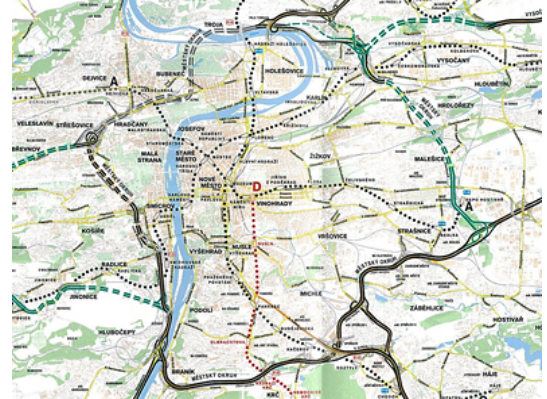


Figure 1 – Circunvalación de Praga

La longitud de la circunvalación en su parte oeste desde la boca de entrada del túnel ATM hasta la salida por la boca norte del túnel SAT es de unos 5 km. La longitud del túnel ATM es de 1,30 km y la del SAT de 2,04 km.

Los túneles ATM y SAT fueron proyectados de acuerdo a la normativa checa “Proyecto de túneles de carretera”, excepto en los ramales.

Para los túneles ATM y SAT se utilizaron principalmente dos procedimientos constructivos:

- Método convencional con explosivos: 1.040 m para el ATM y 1.560 para el SAT,
- Excavación entre pantallas: 260 m para el ATM y 476 m para el SAT.

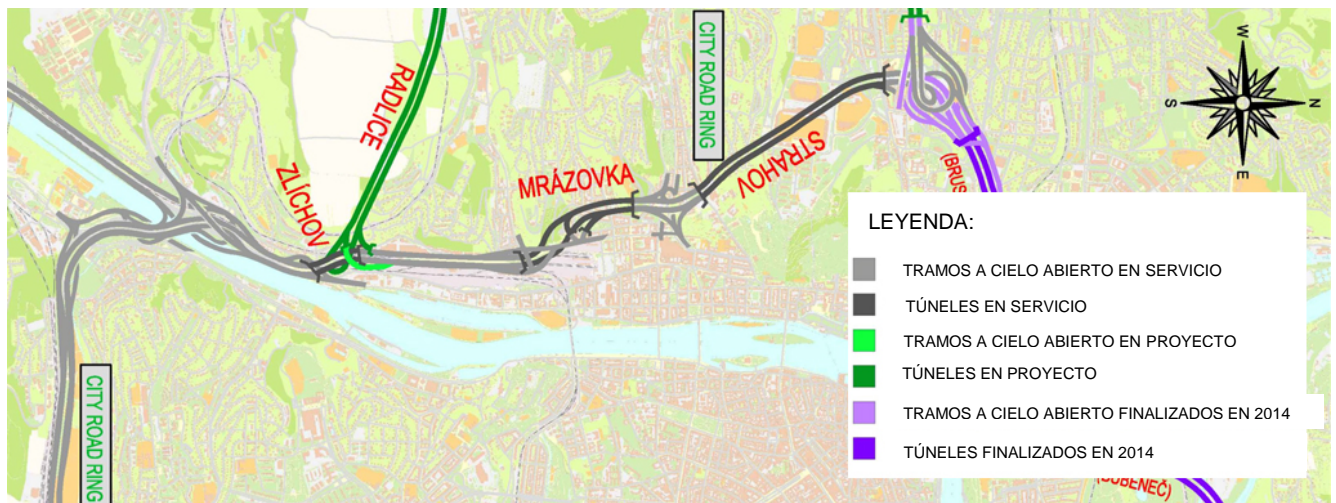


Figura 2 – Situación de los túneles Mrázovka y Strahov

### 2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

#### 2.1 GEOMETRÍA

##### 2.1.1 Túnel Mrázovka (ATM)

- Longitud: 1.300 m;
- Trazado en planta: Radio mínimo en curva 195 m;
- Perfil longitudinal: Pendiente máxima del 4,5 % en el túnel y del 6,0% en los ramales.

## 2.1.2 Túnel Strahov (SAT)

- Longitud: 2.042 m;
- Trazado en planta: recta;
- Perfil longitudinal: pendiente máxima del 4,6%.

## 2.2 SECCIÓN TRANSVERSAL

### 2.2.1 Túneles ATM y SAT

- Anchura de carril: 3,50 m (independiente del número de carriles y método de construcción);
- Gálibo: 4,80 m;
- Anchura de las aceras: 1,00 m;
- Prohibido el paso de vehículos de mercancías peligrosas,

Las secciones transversales se muestran en las **Figuras 3 y 4**.

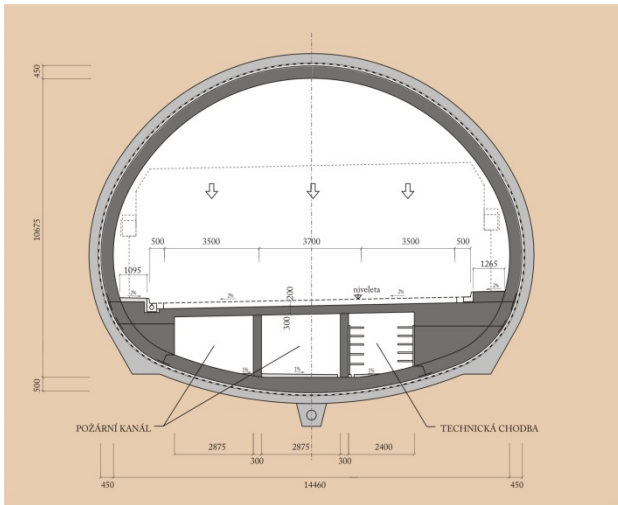


Figura 3 – Túnel Mrázovka (ATM) – Sección transversal construida por el método convencional con

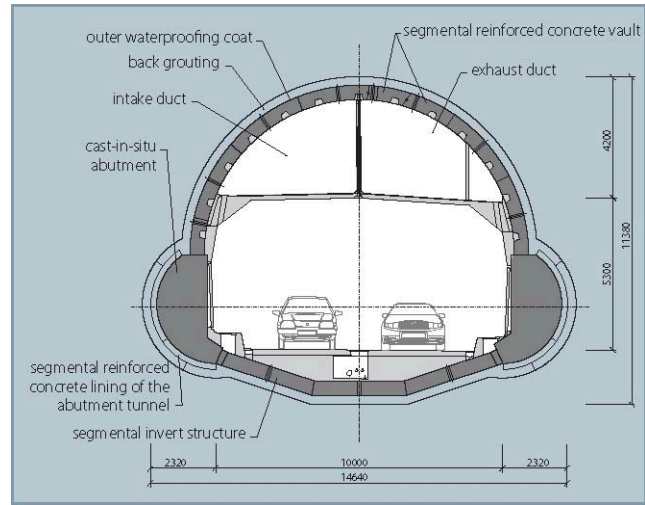


Figura 4 – Túnel Strahov (SAT) – Sección transversal construida por el método convencional con explosivos

### 2.2.2 Salidas de emergencia

#### Túnel Mrázovka (ATM)

- 5 galerías transversales de conexión entre los dos tubos, distanciadas entre ellas 250m como máximo. Una de las galerías permite el paso de vehículos de bomberos;
- Las galerías están cerradas con puertas y presurizadas. La ventilación de las salidas de emergencia es independiente de la del túnel.

#### Túnel Strahov (SAT)

- 9 galerías transversales de conexión entre los dos tubos únicamente de uso peatonal, distanciadas entre ellas 200m como máximo;
- Las galerías están cerradas con puertas y presurizadas

## 2.3 TRÁFICO

### 2.3.1 Condiciones de circulación

La Intensidad Media Diaria (IMD) y el porcentaje de vehículos pesados es el siguiente:

• Túnel Zlichov (ZAT)	77.400 veh/día	pesados 3%
• Túnel Mrázovka (ATM)	44.600 veh/día	pesados 3%
• Túnel Strahov (SAT)	65.000 veh/día	pesados 3%

La distribución horaria del tráfico a lo largo del día se muestra en la **Figura 5**. El gráfico representa la media de un día laborable para el túnel Strahov en el año 2008 (tubos oeste y medio).

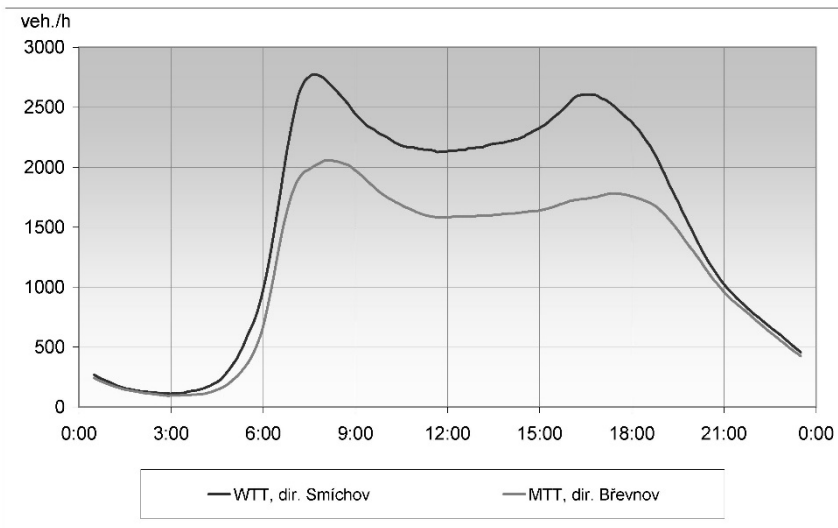


Figura 5 – Distribución horaria del tráfico del túnel Strahov en día laborable 2008

### 2.3.2 Averías y accidentes

La siguiente tabla muestra la relación de accidentes, muertos y heridos para los túneles Mrázovka y Strahov en los años 2009 y 2010.

Accidentes entre 2009 - 2010	2009				2010			
	accidentes	mueertos	heridos graves	heridos leves	accidentes	mueertos	heridos graves	heridos leves
Strahov (SAT)	20	0	0	1	15	0	0	3
Mrázovka (ATM)	10	0	0	1	17	0	0	2

### 2.3.3 Túneles

- La velocidad está limitada a 70 km/h en el túnel y a 50 km/h en los ramales;
- Está prohibido el paso de vehículos de más de 12 toneladas;
- La Norma Técnica TP 98 “Equipamiento tecnológico en los túneles de carretera” no permite que se produzca congestión en los túneles, lo que requiere una regulación del tráfico para que ello no se produzca;
- Los atascos ocurren regularmente por las mañanas entre las 7 y las 10 horas en los dos extremos de la serie de túneles debido a la poca capacidad de la red local de carreteras aguas debajo de la Circunvalación. En ese momento se activa automáticamente el sistema de supervisión y de gestión de tráfico para regular, por medio de semáforos, el número de vehículos que puede entrar en el túnel.

## 2.4 VENTILACIÓN

La concepción del sistema de ventilación se resume en la siguiente tabla:

túneles	Longitud (m)	Sistema de ventilación en los tubos principales y secundarios	Estrategia de ventilación en condiciones normales <sup>1</sup>	Estrategia de ventilación de los tubos principales en caso de incendio <sup>2</sup>
Mrázovka (ATM)	1.200 m	Longitudinal con conducto de extracción de humos	Ventilación natural con transferencia de aire contaminado de un tubo al otro (por NO <sub>2</sub> ); ramales de entrada presurizados	Fase 1: velocidad del aire $\geq 2$ m/s Fase 2: velocidad del aire > velocidad crítica. Extracción transversal con un caudal de 115m <sup>3</sup> /s para un tramo de 400 m
Strahov (SAT)	2.042 m	Transversal	Ventilación natural y sistema de extracción transversal	Extracción transversal con un caudal de 220 m <sup>3</sup> /s para un tramo de 2000 m.

<sup>1</sup> No hay instalaciones específicas para el control de la contaminación ambiental (como sistemas de filtración, etc.)

<sup>2</sup> La ventilación de las salidas de emergencia es independiente de la del túnel

## 2.5 MEDIO AMBIENTE

### 2.5.1 Ruido

Los ventiladores están equipados con dispositivos de absorción de ruido. En las estaciones de ventilación hay instalados dispositivos pasivos de aislamiento acústico.

### 2.5.2 Calidad del agua

El agua proveniente del túnel no se depura antes de su desagüe al exterior. En caso de producirse un accidente con derrame de alguna sustancia peligrosa, el operador debe cerrar la conexión con el sistema de drenaje y el agua contaminada se recoge en un tanque específico.

## 2.6 EQUIPAMIENTO PARA LA EXPLOTACION Y LA SEGURIDAD

Los túneles disponen de los equipamientos habituales para la explotación y la seguridad. Se ha prestado especial atención a los sistemas de comunicación con los usuarios, la gestión del tráfico y las condiciones de seguridad y ambientales: sensores, CCTV, DAI (Detección Automática de Incidentes), espiras en la calzada, cables de detección de incendio, etc.

## 2.7 EXPLOTACIÓN

Un explotador único (TSK) tiene a su cargo la explotación del túnel TCB y de los demás túneles de la ciudad de Praga.

En Praga hay dos centros de explotación:

- El centro tecnológico gestionado por TSK, que controla y supervisa el equipamiento de todos los túneles;
- El centro de control de tráfico gestionado por la Policía de la República Checa, que supervisa el tráfico de la ciudad.

Las comunicaciones y la coordinación entre los dos centros de control se realizan por teléfono. Los dos centros reciben la información procedente de todos los sistemas de supervisión y en el caso de detección de un incidente, se comunican entre ellos inmediatamente.

En caso de incendio, los equipos de intervención de emergencia y los bomberos pueden alcanzar las dos bocas en menos de 10 minutos desde la detección.

## 3. FOTOGRAFÍAS



Figura 6 – Boca sur del túnel Strahov y vista del puente que da acceso al túnel Mrázovka



Figura 7 – Bocas de los ramales del acceso Suroeste al túnel Mrázovka y conexión con la calle Radlická