



Operación e Mantenimiento de Metros Subterráneos

Metro de São Paulo

Wilmar Fratini
Gerente de Operaciones del Metro de São Paulo

SISTEMAS DE METRO EN SÃO PAULO

COMPANHIA DO METROPOLITANO DE SÃO PAULO



- 4 líneas
- 66,2 km
- 59 estaciones
- 2 minutos de headway en hora punta
- 900 carros motorizados
- 110 millones de car.km por año

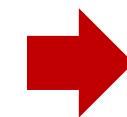
Via Quattro



- Operación de la Línea 4 – Amarilla en PPP
- Abierta en junio de 2010
- Primera fase:
8,9 km y 7 estaciones
- En construcción:
12,8 km y 11 estaciones
- Línea de integración

Características de las Lineas del Metro-SP

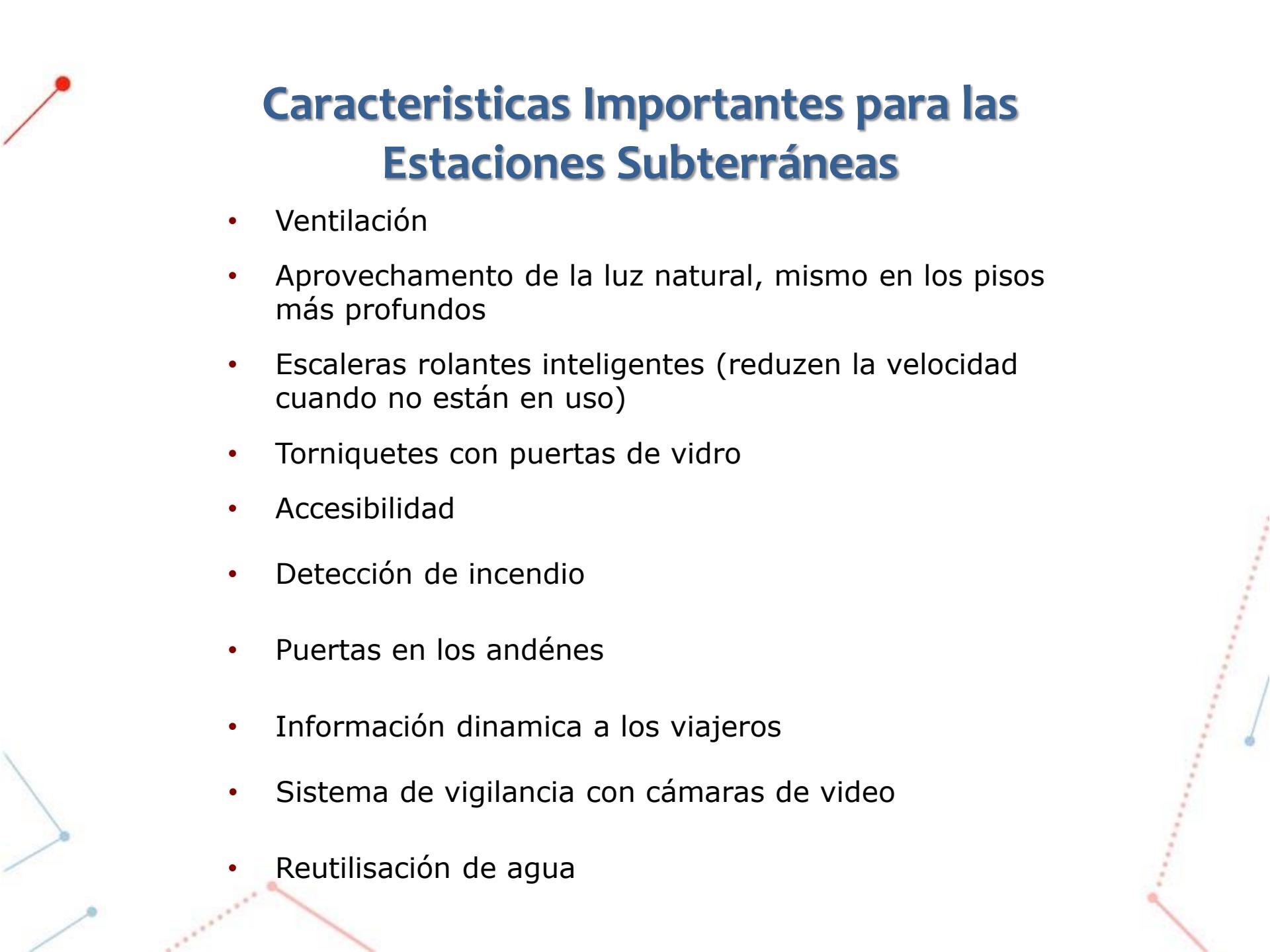
| | Tunel (km) | Viaducto (km) | Cielo abierto (km) | Total (km) |
|--------------|---------------|------------------|--------------------------|---------------|
| Linha 1 | 15,7 | 3,7 | 0,7 | 20,1 |
| Linha 2 | 14,2 | 1,5 | 0,0 | 15,7 |
| Linha 3 | 6,2 | 3,6 | 14,4 | 24,2 |
| Linha 5 | 1,0 | 7,0 | 1,1 | 9,1 |
| Total | 37,1 | 15,8 | 16,2 | 69,1 |



54% de las
lineas en tunel

- No se usa balastro en los tuneles
- Tramos en balastro: 14,4 km (21% del total)

Operación de Línea Subterránea



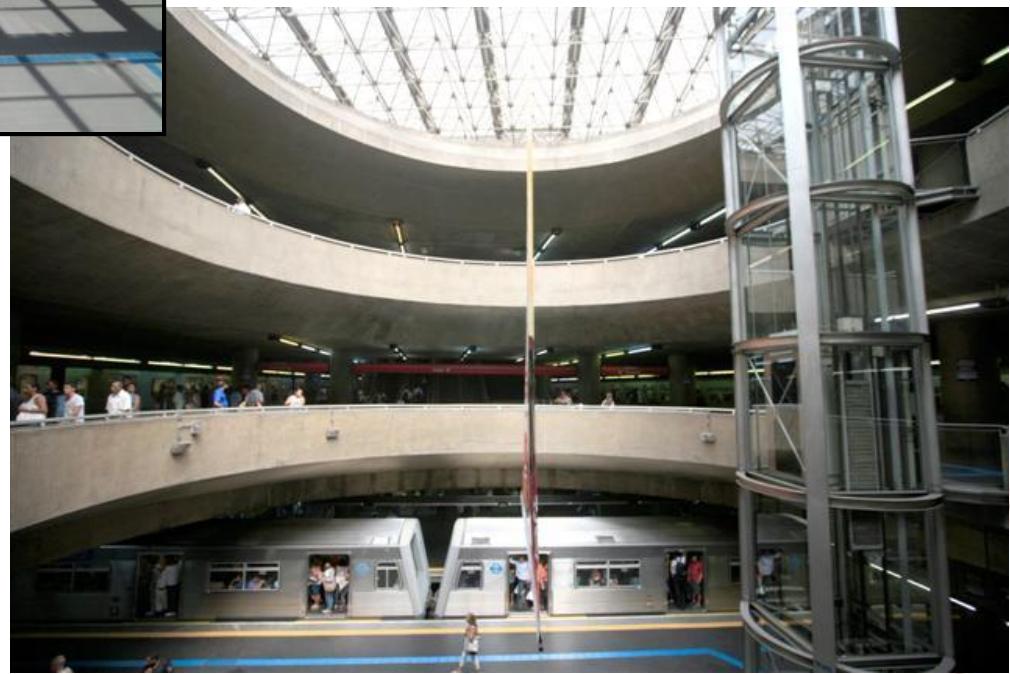
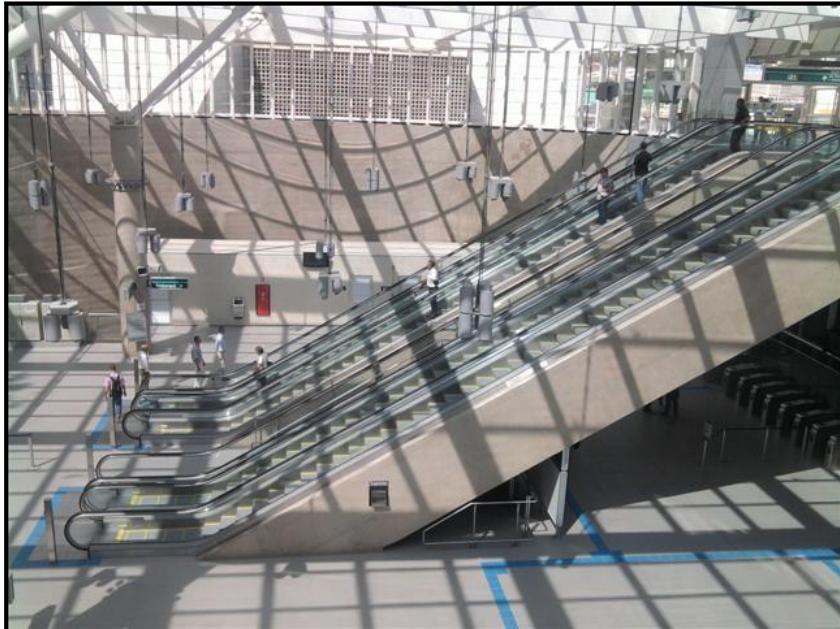
Características Importantes para las Estaciones Subterráneas

- Ventilación
- Aprovechamiento de la luz natural, mismo en los pisos más profundos
- Escaleras rolantes inteligentes (reducen la velocidad cuando no están en uso)
- Torniquetes con puertas de vidrio
- Accesibilidad
- Detección de incendio
- Puertas en los andenes
- Información dinámica a los viajeros
- Sistema de vigilancia con cámaras de video
- Reutilización de agua

Características Importante para los Tuneles

- Pasarelas de emergencia
- Salidas de emergencia
- Sistema de Ventilación
- Sistema de detección de incendio
- Sistema de señalización para evacuación
- Sistema de vigilancia con cámeras de vídeo
- Sistema de drenaje de aguas
- Sistema de comunicación

Instalaciones y
equipos bien
dimensionados para
el flujo de viajeros



Señalización, Información Y Atendimiento para los Viajeros

Todos los empleados son entrenados y están siempre atentos para prestar atendimiento a los viajeros:

- Primeros auxilios
- Conducción de personas con discapacidad
- Atendimiento especial a los viajeros
- Atención a emergencias



Seguridad em los Andénes y Trenes



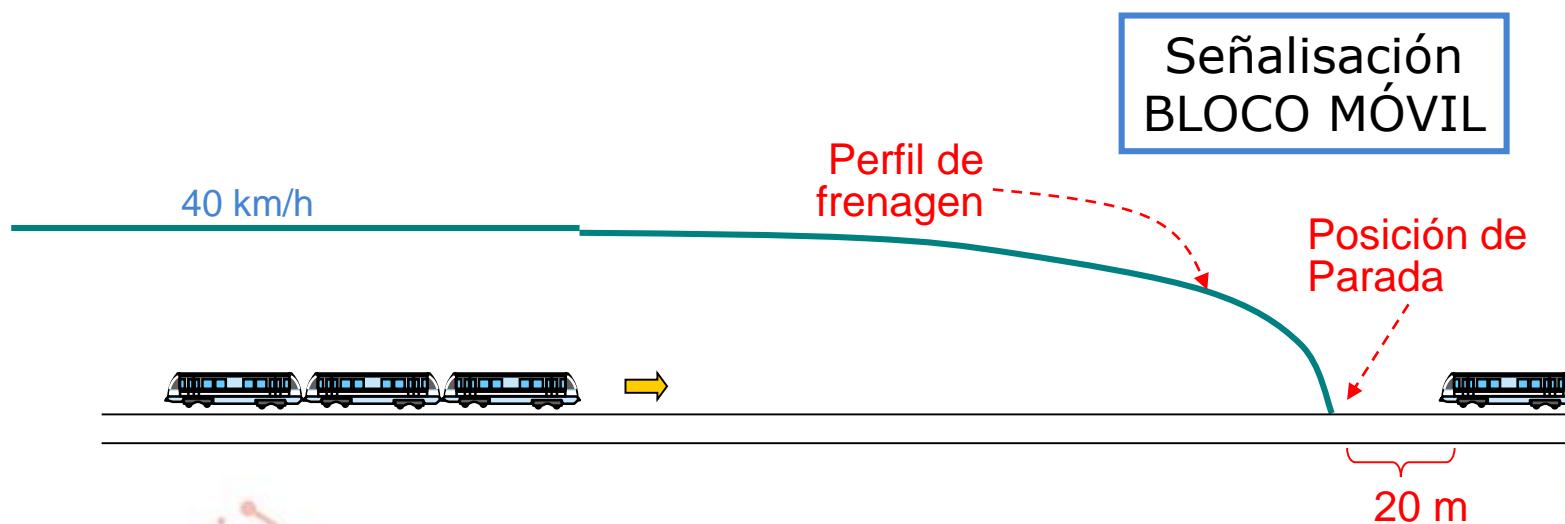
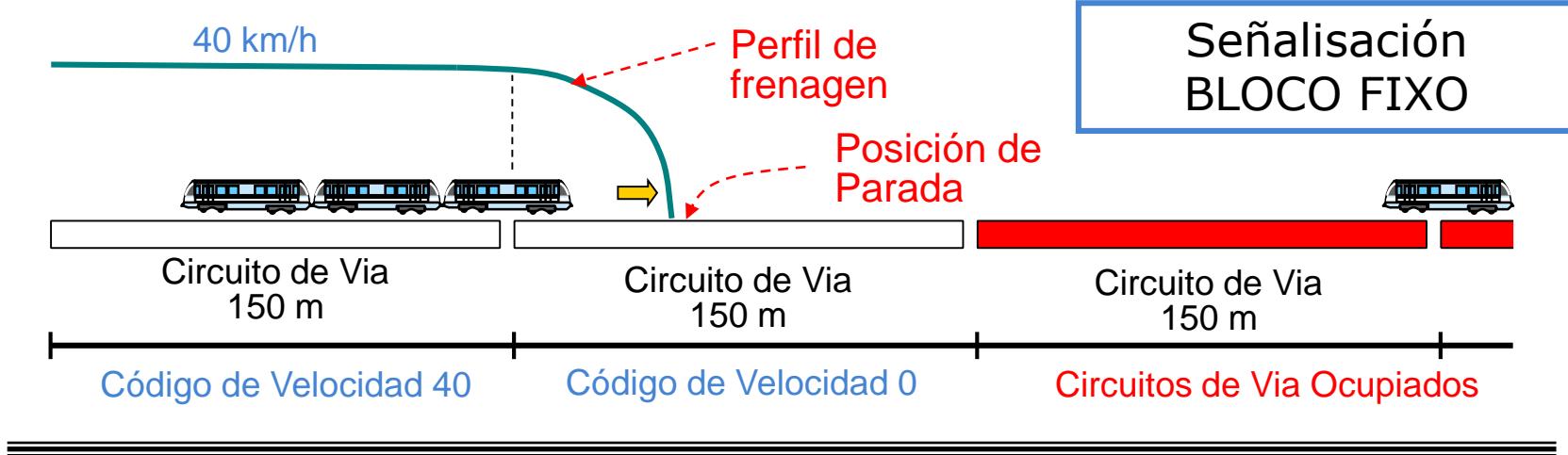
Centro de Mando Operacional



- Comunicación Tren-Centro de Mando en banda ancha
- Comunicación móvil de datos
- Aplicaciones en tiempo real (VoIP e video): Transmisión en tiempo real de imágenes de las cámaras de los trenes para el Centro de Mando, por el sistema de transmisión digital

Control de la Movimentación de los Trenes

CBTC – COMMUNICATION BASED TRAIN CONTROL



Señales de Salidas de Emergencia

Sistema de señales luminosas retro alumbrados instalados en los tuneles y en las salidas de emergencia para indicar a los viajeros el más seguro camino en situaciones de emergencia.



Señalización de Salidas de Emergencia retro alumbradas

Obs: Las salidas de emergencias son construidas en los tramos entre estaciones

Señal de sentido y distancia y balizadores de borda en las pasarelas (retro alumbradas)

Simulacros de Incendio

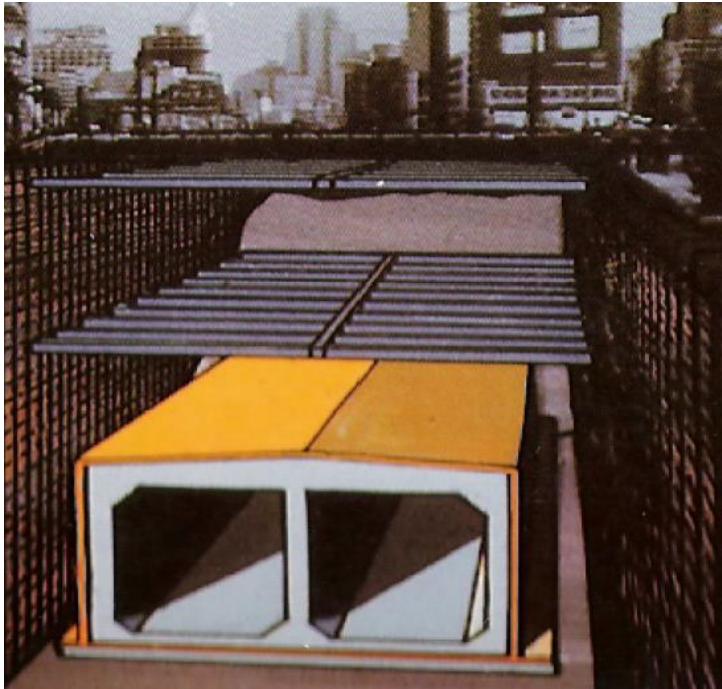
- Este tipo de simulacro tiene por objetivo la identificación del flujo de los humos em las estaciones subterráneas, así se puede identificar el tiempo de exaustión y también la mejor ruta para salida emergencia



Mantenimiento de Línea Subterránea

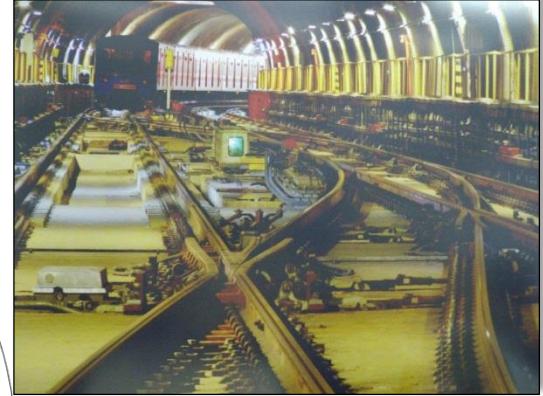
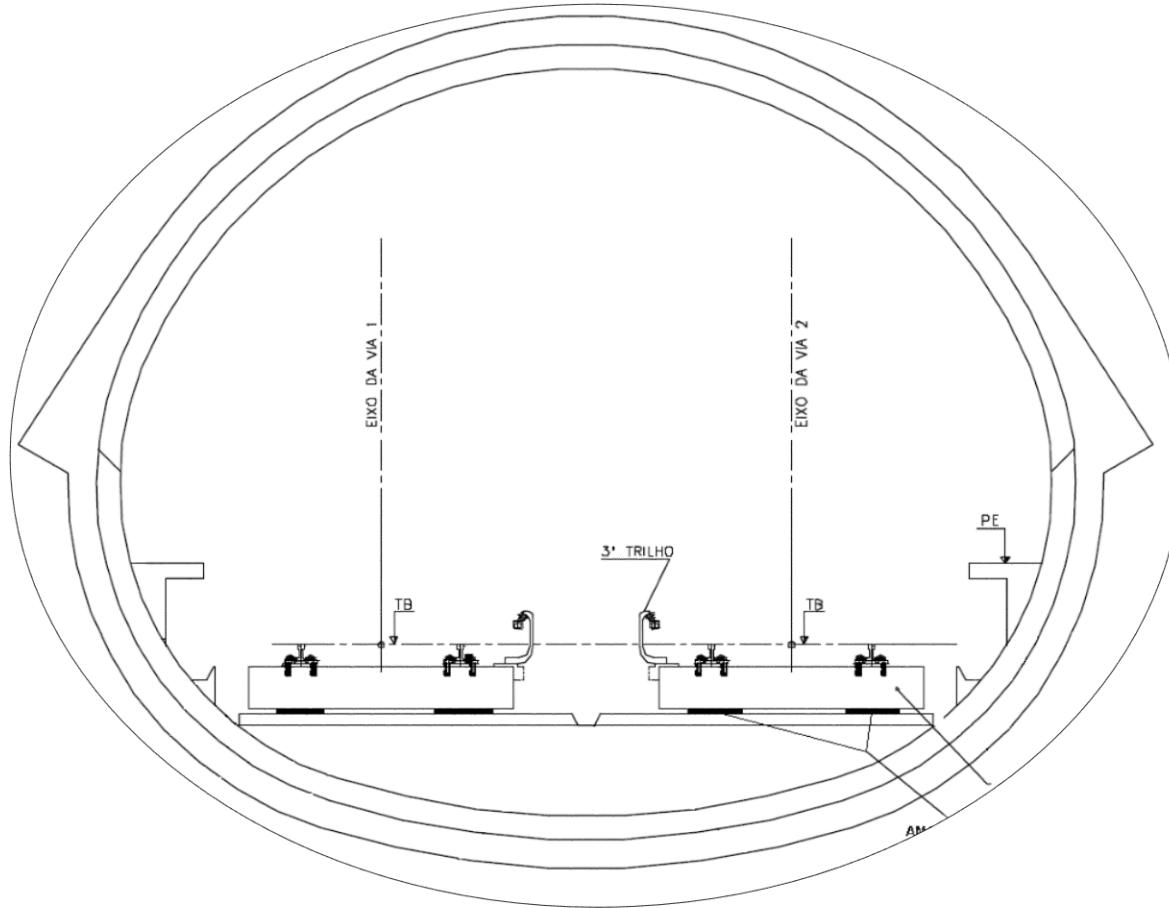
Tuneles - Construcciones Tipicas

- CUT AND COVER O
- VCA (Vala a Cielo Abierto)



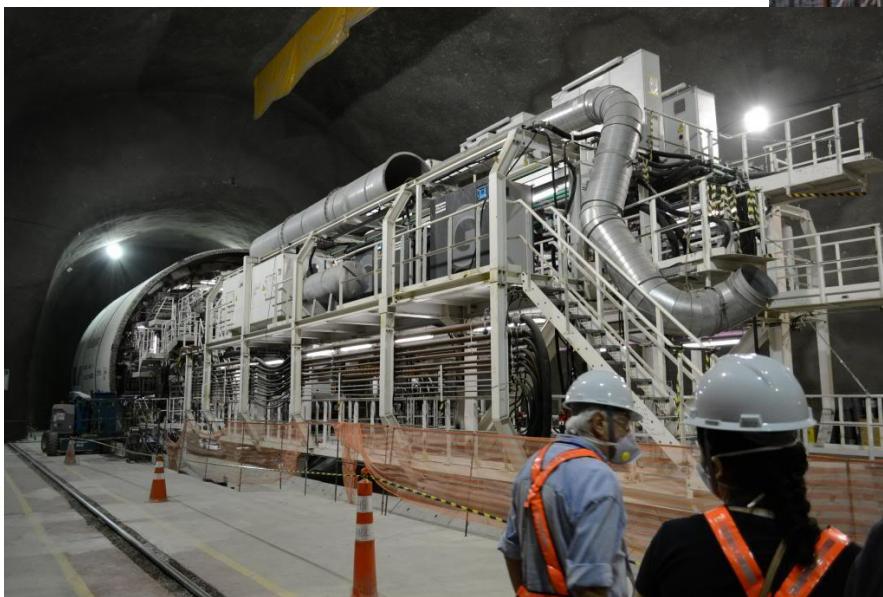
Tuneles - Construcciones Tipicas

- NATM OU TUNEL MINERO (CON MASA - ARANDELA)



Tuneles - Construcciones Tipicas

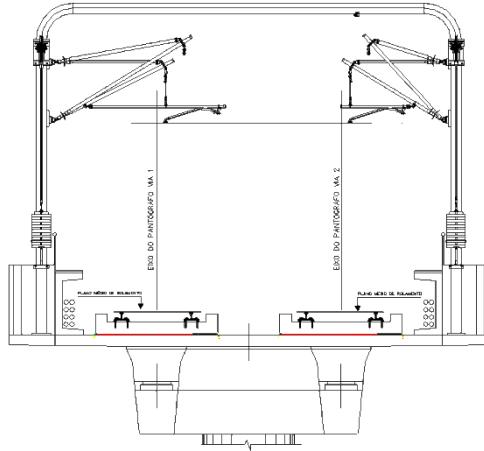
- SHIELD O TBM (TUNNEL BORING MACHINES)



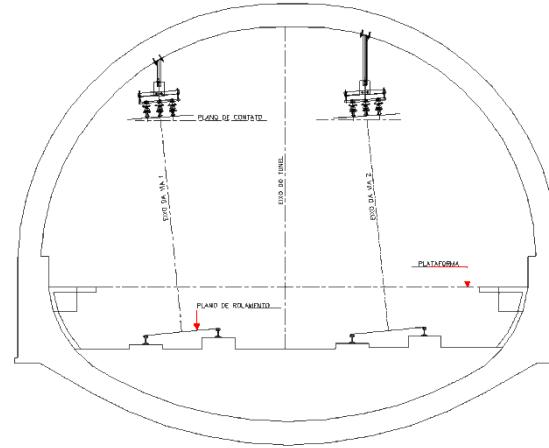
Mantenimiento de los Tuneles

- Inspección general de vias: 3 veces por semana
- Limpieza: 3 veces por semana
- Lavagen de los tuneles para remover partículas metálicas que pueden reducir la isolación de la vía : 2 meses
- Horario de mantenimiento preventivo: 1h a las 4h30
- Sistema de captación de energía por los trenes:
 - 87% - Tercer riel
 - 13% - Red Aérea

Catenaria Aerea Convencional x Catenaria Rígida

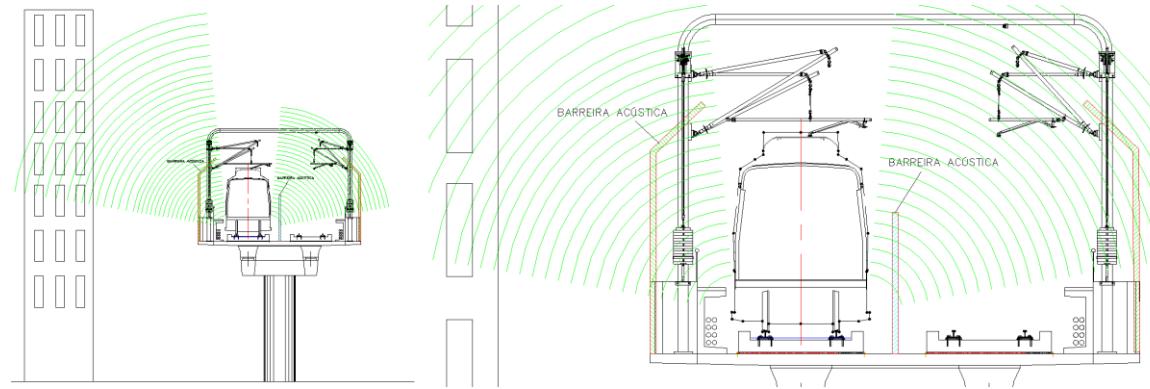


Totas de 126 piezas
y partes para
mantenimiento

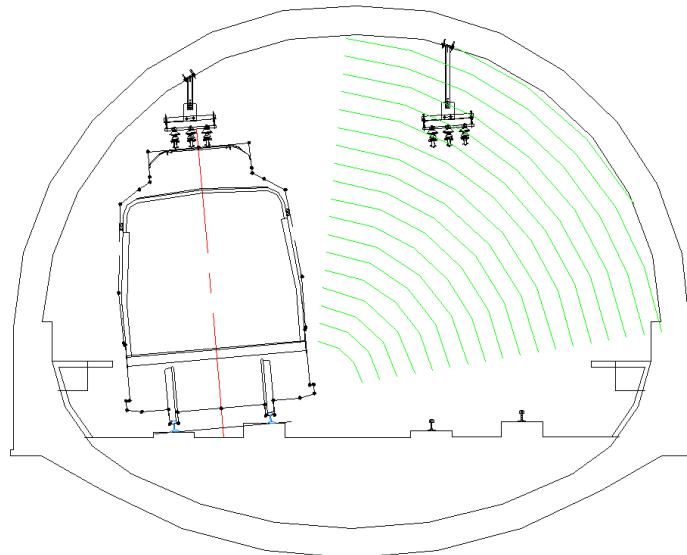


Total de 10 piezas
y partes para
mantenimiento

Ruido Ambiental



Necesidad de Barreras Acústicas

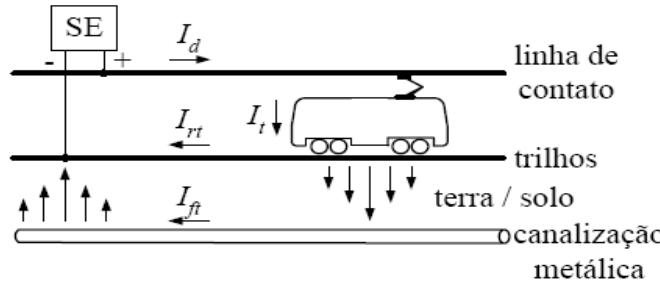


Ruido Ambiental Confinado

Corrientes de Fuga

Fallas em la isolación entre el riel de retorno y el suelo.

Parte de las corrientes fluen para el suelo cercano, podrendo encontrar en seu camiño tubulaciones metalicas e utilizarlas como conductor.



Ocurre corrosión eelectolitica em los puntos donde la corriente de fuga deja los tubos metalicos y cabos

Fixación y palmilla isolante con fuga al suelo



Imagen fotografica

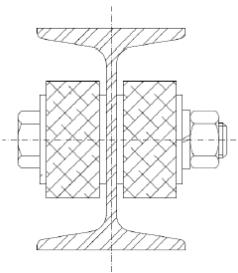


Imagen térmica obtenida durante inspección, en horario comercial



tonillo y fixación corroídos

Tercero riel

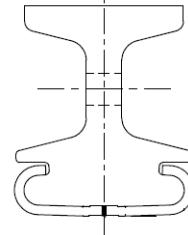
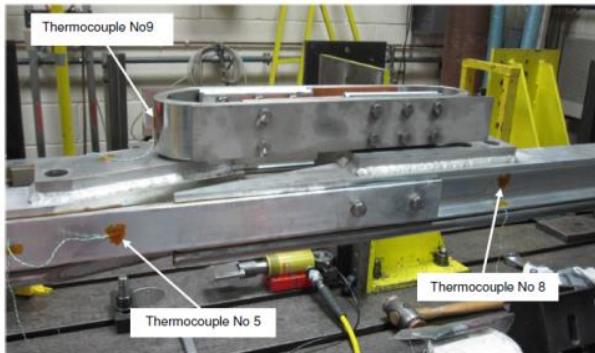


Línea 1-Azul

36 km con 3º riel y isoladores en 45º
8,2 km con 3º riel y isoladores en 90º

Linha 2-Verde

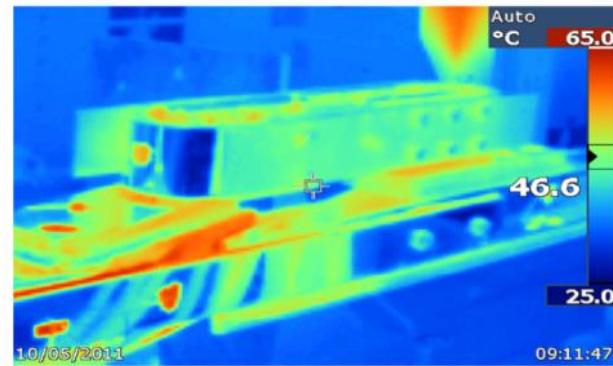
28,7 km de 3º riel y isoladores a 90º



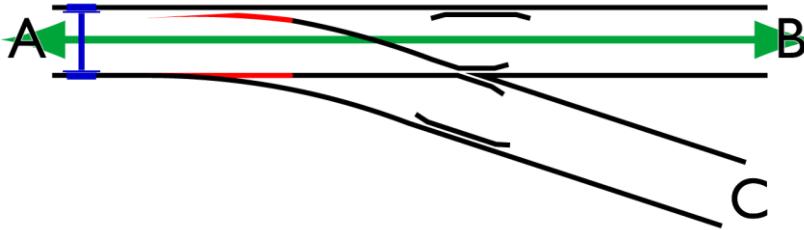
Linha 3-Roja

51,6 km con 3º riel y isoladores en 90º

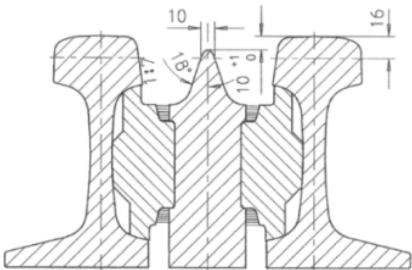
Inspección
Termográfica



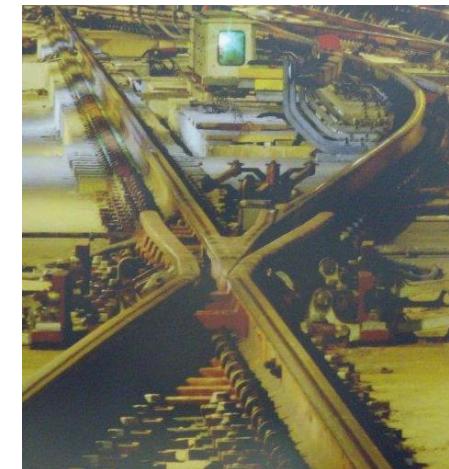
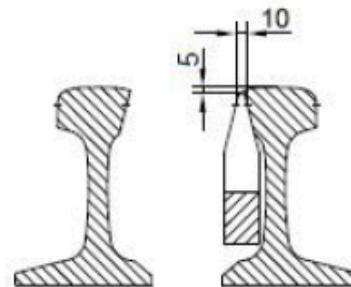
Aparato de Cambio de Vía



Fixo



Móvil



- Bajo coste
- No necesita de maquina de clave

- Bajo impacto em la pasagen de los roderos
- Mayor vida util
- Menor necessidad de mantenimiento

ESTRUCTURAS DE VIA TIPICAS EN TUNEL

Estructuras de vía en Tuneles

- **VIGA EN HORMIGÓN x BALASTRO (transición)**



Estruturas de Vía en Tuneles

- **VIGA COM FIXAÇÃO RESILIENTE (Sen Sistema MASA ARANDELA)**
- Utilizado en tramos donde la atenuación de ruidos y vibraciones no es exigida.



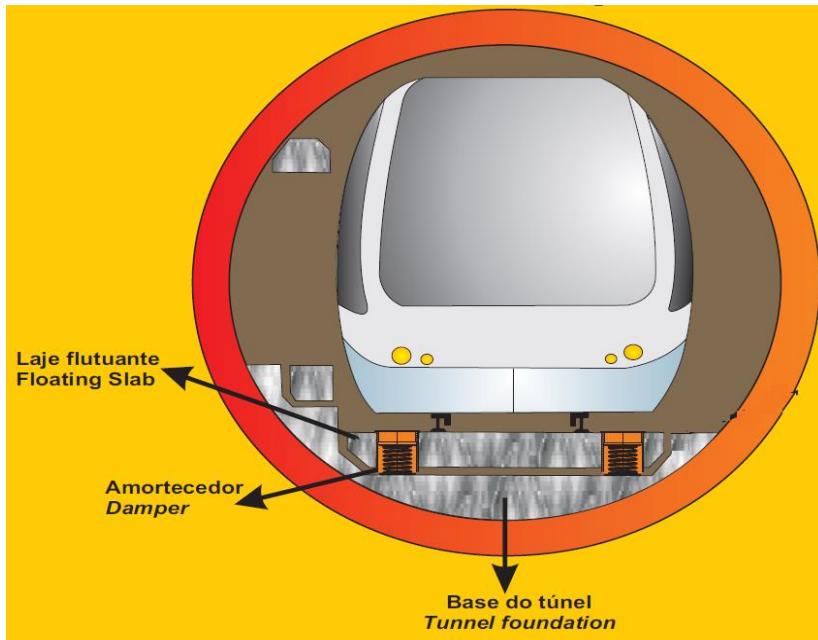
estruturas de Vía en Tuneles

- **VIGA SUPORTE EN FIXACIÓN DIRECTA Y SISTEMA MASA-ARANDELA**



Estruturas de Vía en Tuneles

- **VIGA SUPORTE EN FIXACIÓN DIRETA Y SISTEMA MASA-ARANDELA**

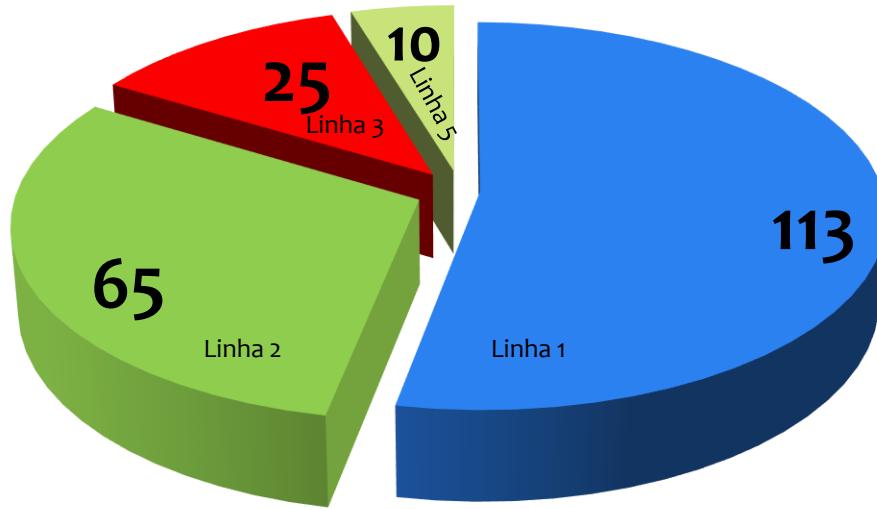


SISTEMA DE VENTILACIÓN EN TUNELES Y ESTACIONES SUBTERRÁNEAS

Sistema de Ventilación Principal

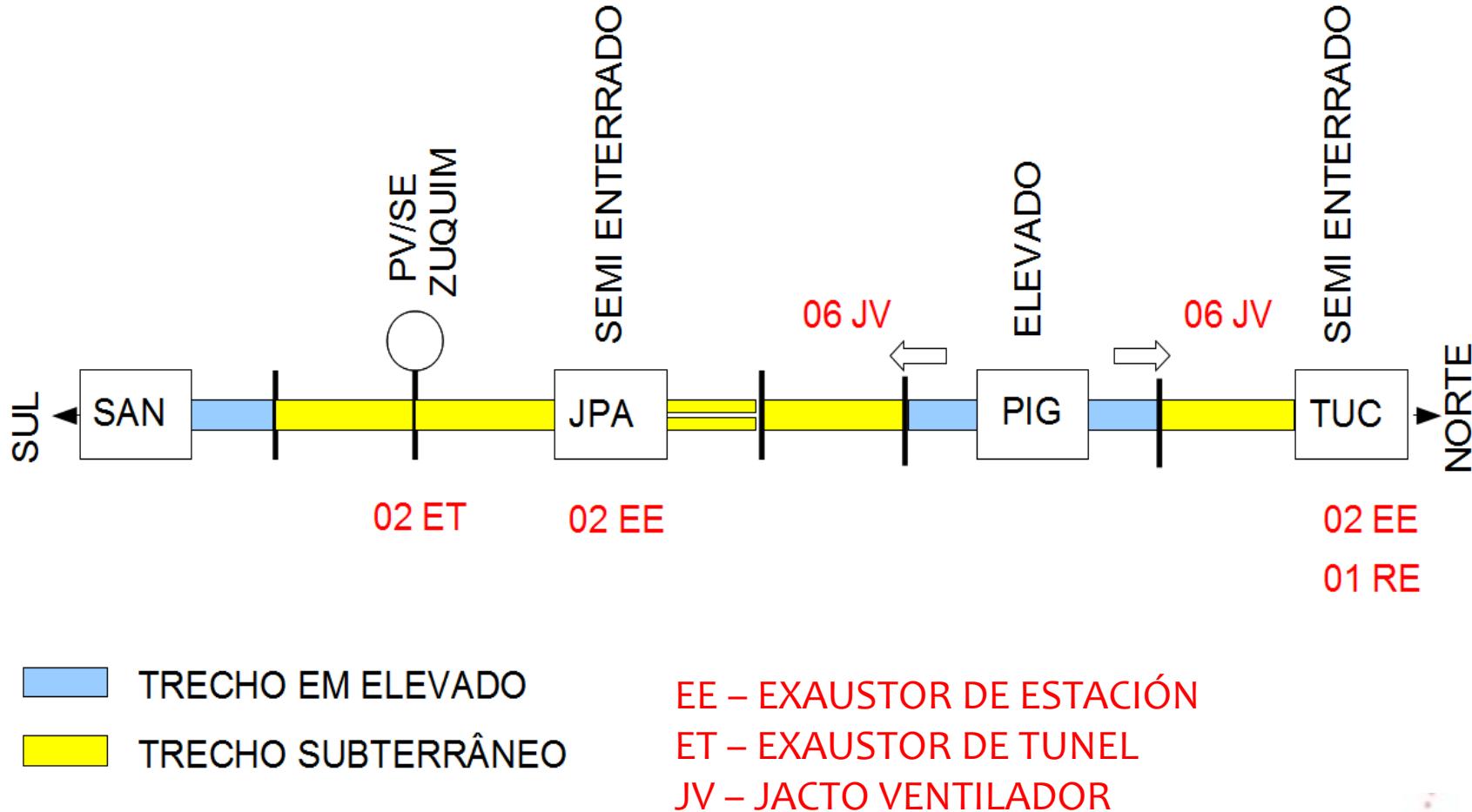
- Renovación del aire
- Confuerto térmico
- Mantenimiento de la temperatura adecuada para los equipos
- Exaustión de humos y gases
- Control de la velocidad del aire en los andenes

Cantidad de Equipos Instalados por Linea

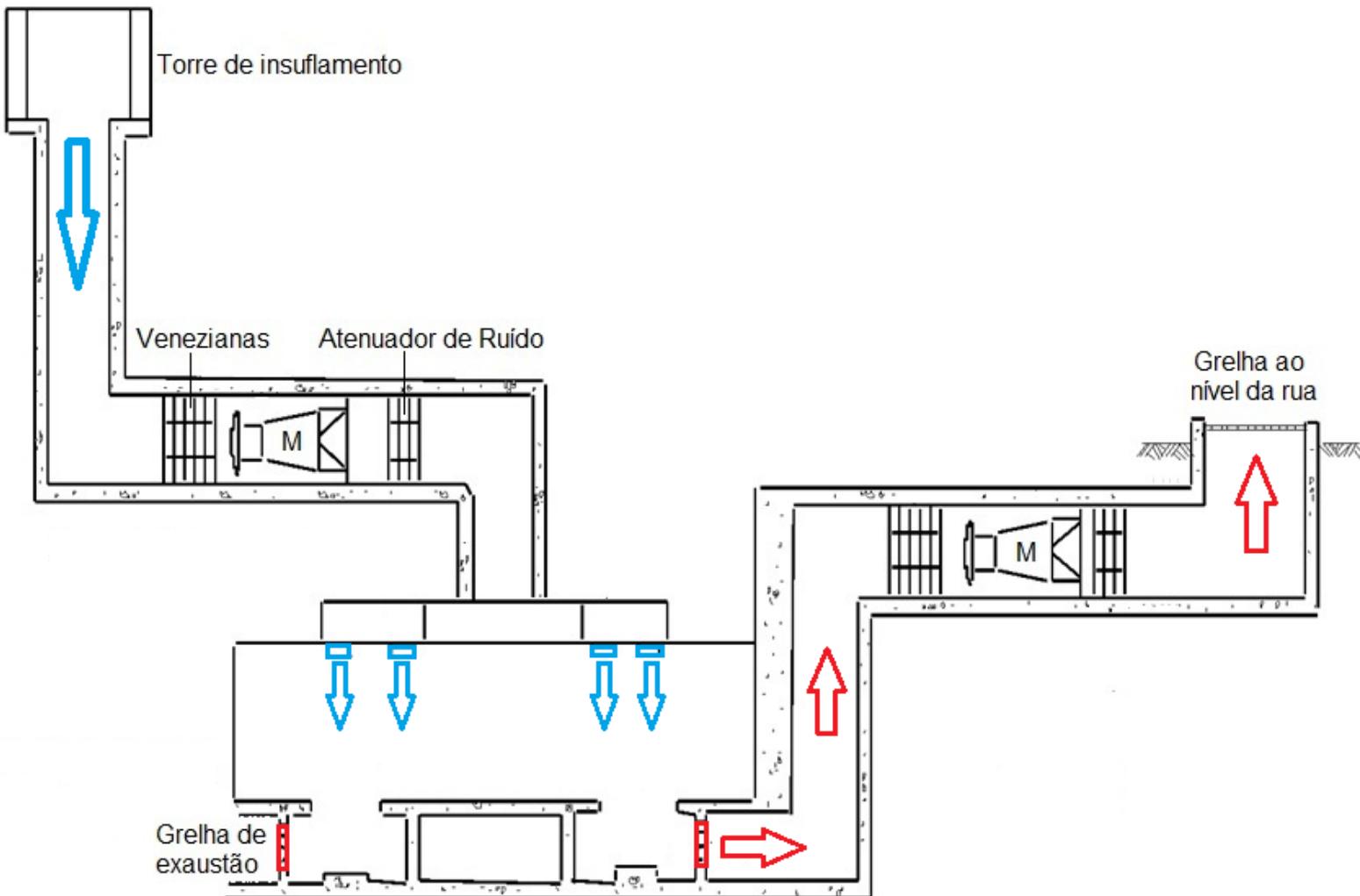


- Características de los Ventiladores:
- 50 a 115 m³/s
- 22 a 190 kW
- 1,8m a 2,5m

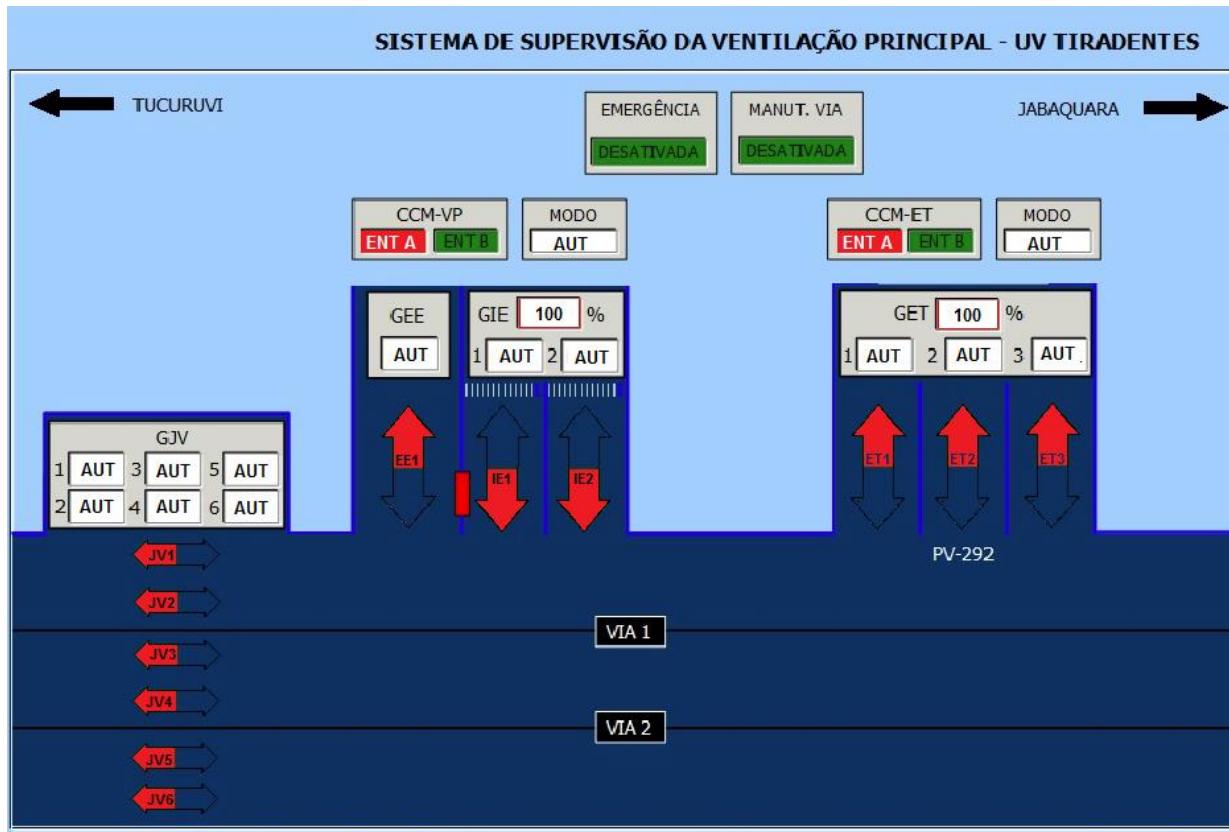
Esquema de Instalación de Ventilación Principal en un tramo de la Linea 1 - Azul



Esquema de Instalación da Ventilación Principal en Estaciones Subterráneas



Pantalla de Control



MANTENIMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS DE LOS TUNELES



TUNEL VCA

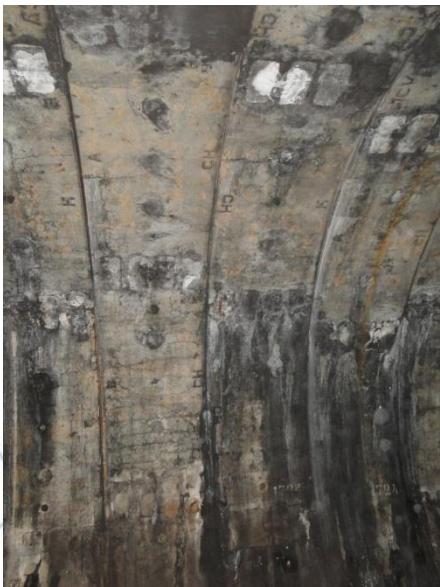
- Fissuras sin infiltración



TUNEL EN NATM

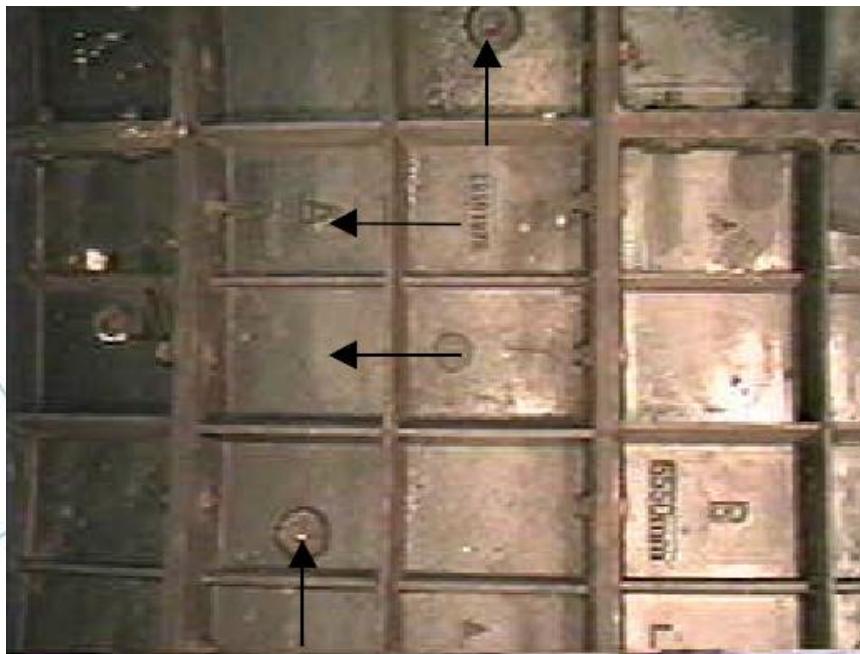


- Infiltración



TUNEL EM SHIELD

- Corrosión superficial em la región de las juntas, infiltración, desplacamiento de la pintura y fissuras transversales



Tratamiento de Infiltración





MUCHAS GRACIAS!

Wilmar Fratini

Gerente de Operaciones - Metro-SP

wfratini@metrosp.com.br