



V ENCUENTRO
INTERNACIONAL DE METROS
"Implementación de Metros Subterráneos"

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



METRÔ



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

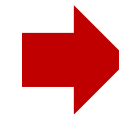
Via  Quatro



- 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








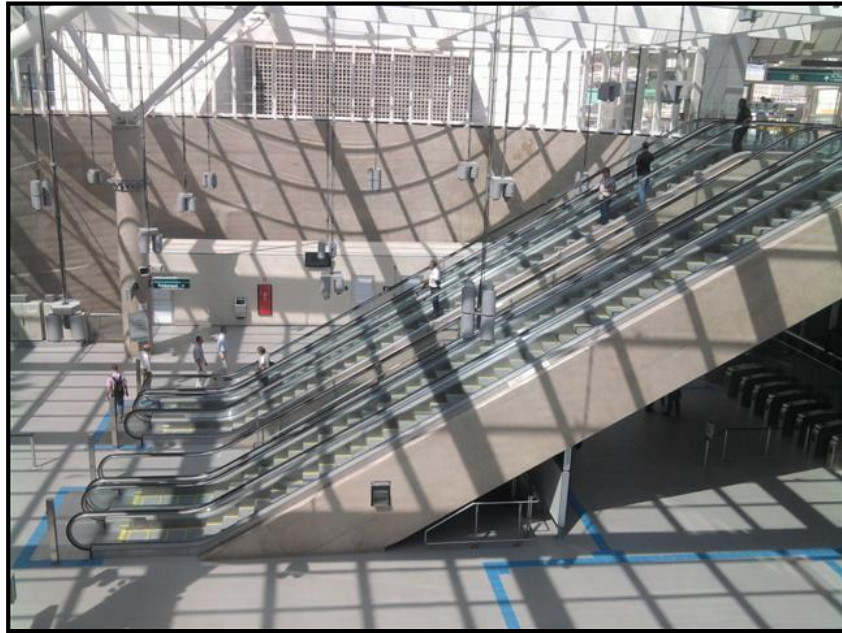
Características Importantes para las Estaciones Subterráneas

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

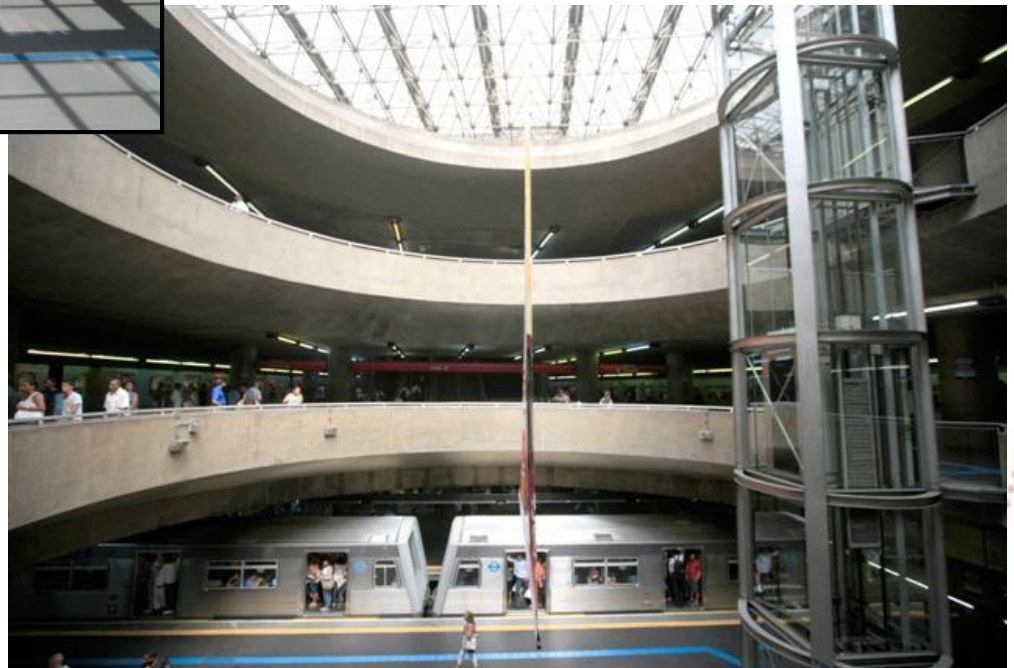


Características Importante para los Tuneles

- Pasarelas de emergencia
 - Salidas de emergencia
 - Sistema de Ventilación
 - Sistema de detección de incendio
 - Sistema de señalización para evacuación
 - Sistema de vigilancia con cámaras 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 atendimento a los viajeros:

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



Seguridad em los Andénés y Trenes



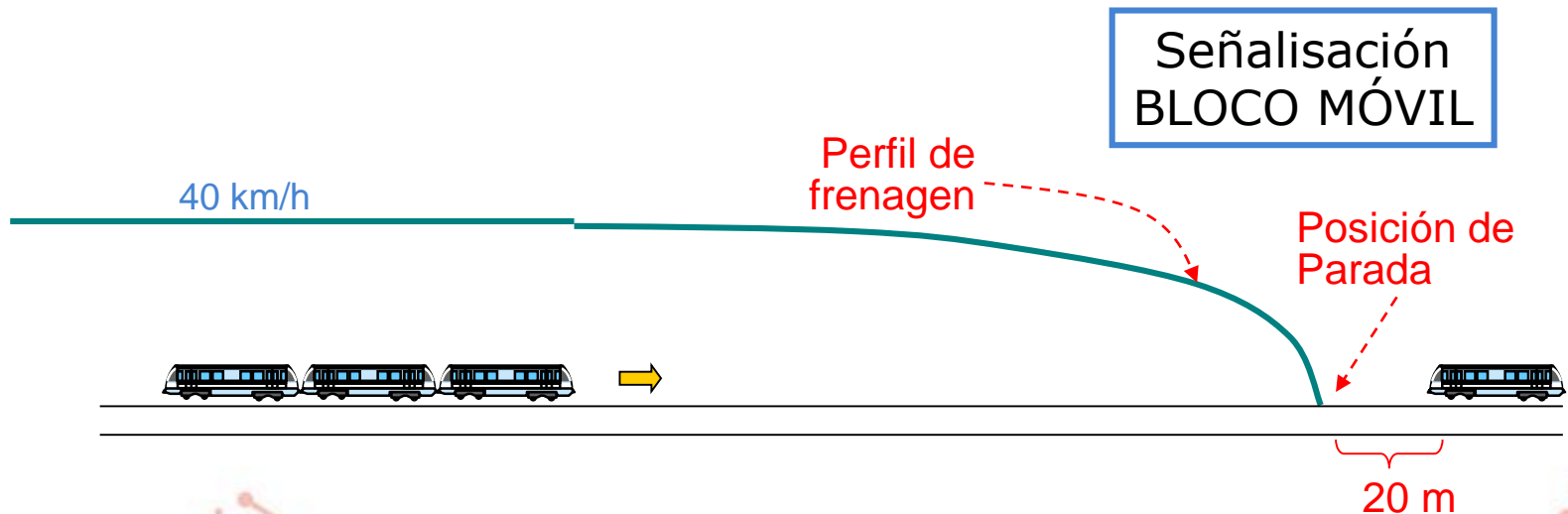
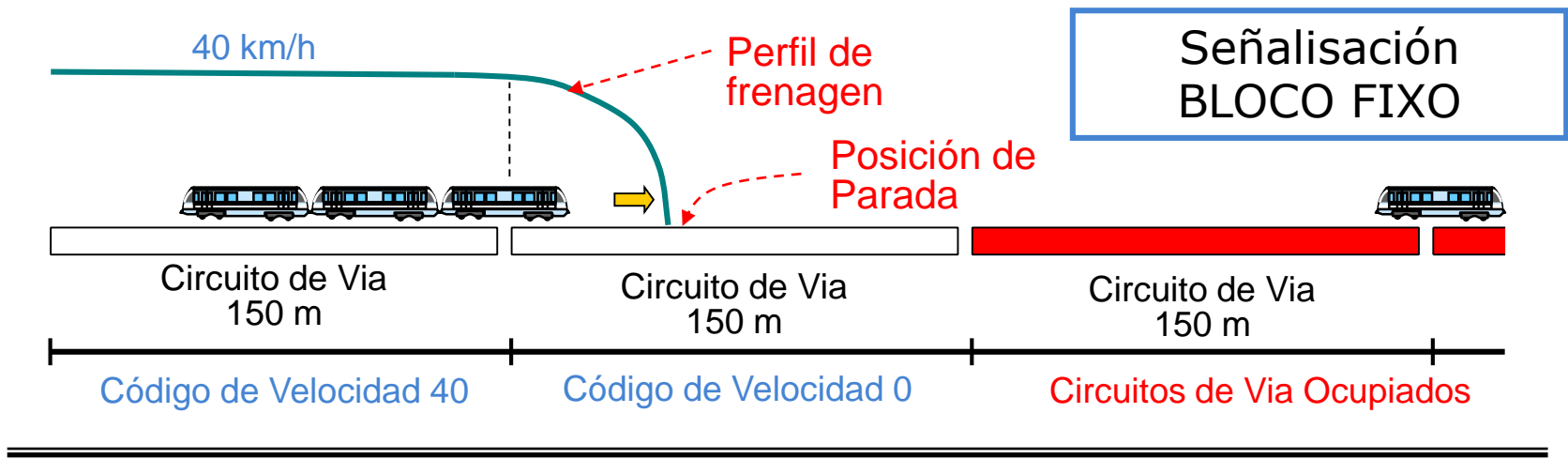
Centro de Mando Operacional



- 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 luminosos retro alumbrados instalados en los tuneles y en las salidas de emergencia para indicar a los viajeros el más seguro camión en situaciones de emergencia.



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



Señalización de Salidas de Emergencia retro alumbradas

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

Simulacros de Incendio

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



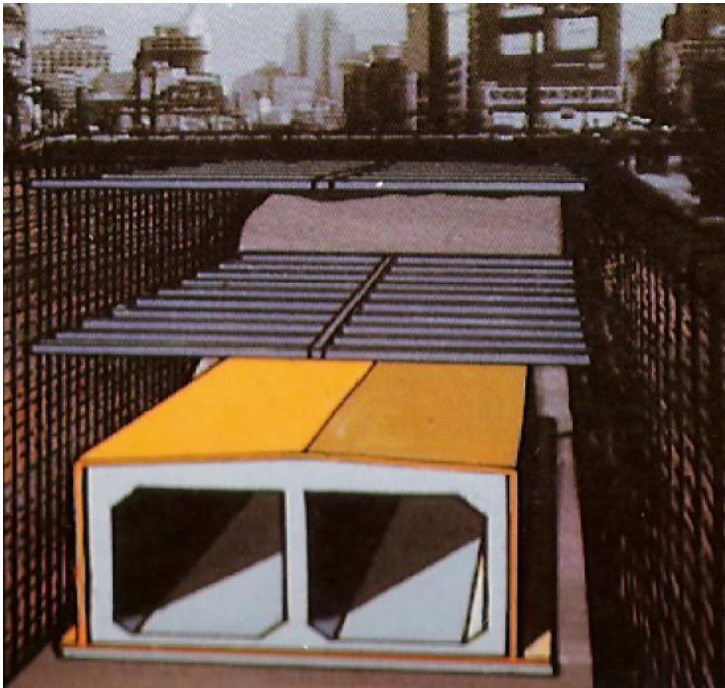


Mantenimiento de Linea Subterránea



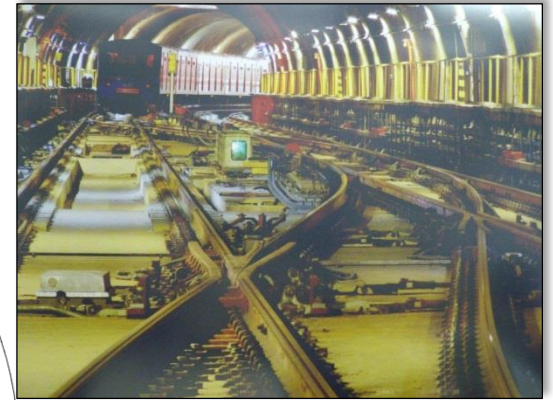
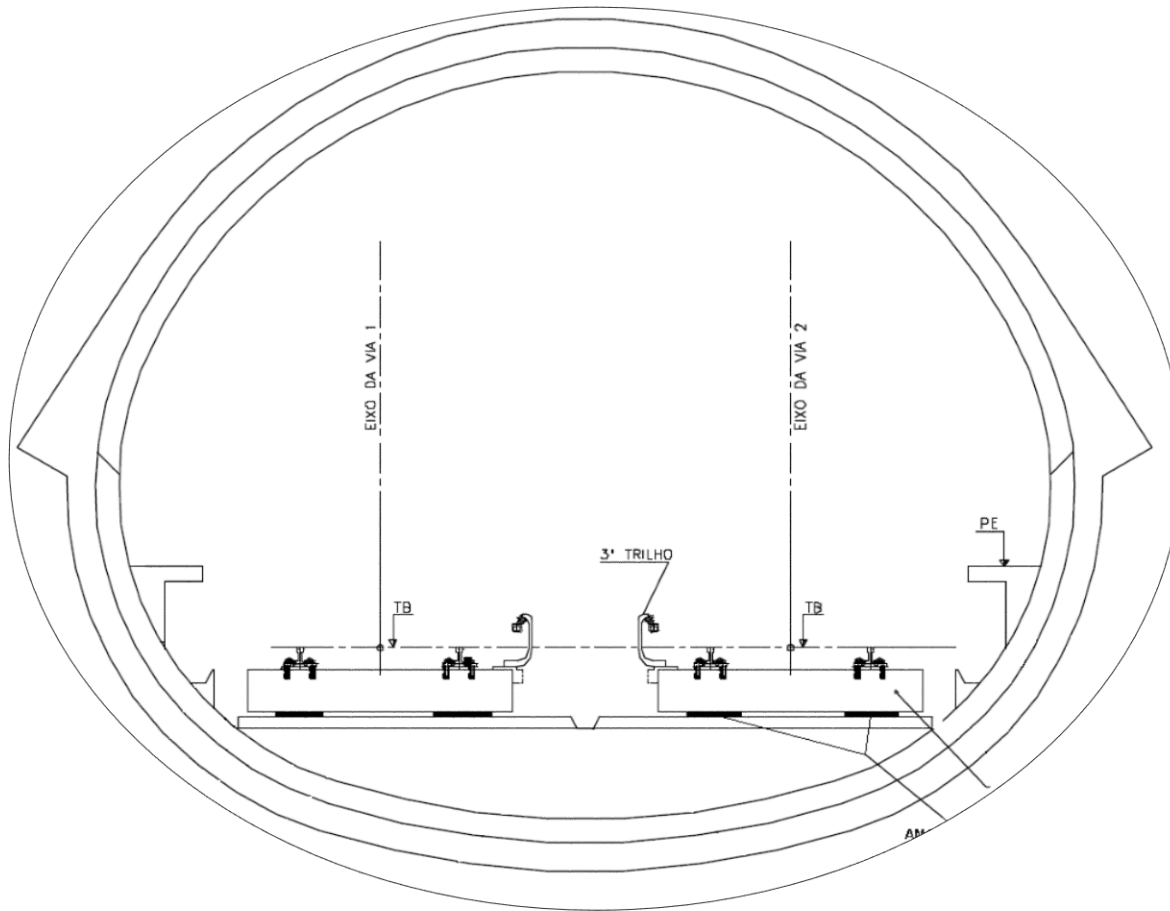
Tuneles - Construcciones Típicas

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



Tuneles - Construcciones Típicas

- NATM OU TUNEL MINERO (CON MASA - ARANDELA)






Tuneles - Construcciones Tipicas

- SHIELD O TBM (TUNNEL BORING MACHINES)

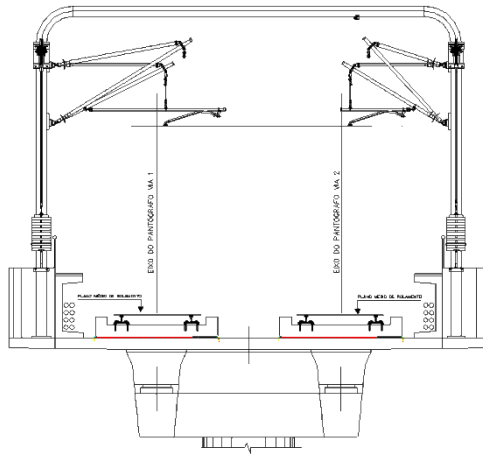




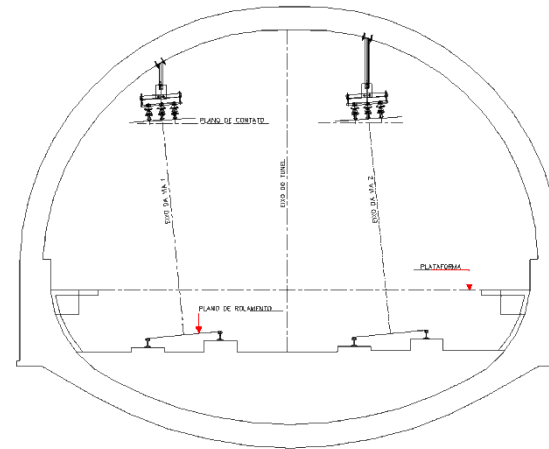
Mantenimiento de los Tuneles

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

Catenaria Aerea Convencional x Catenaria Rigida

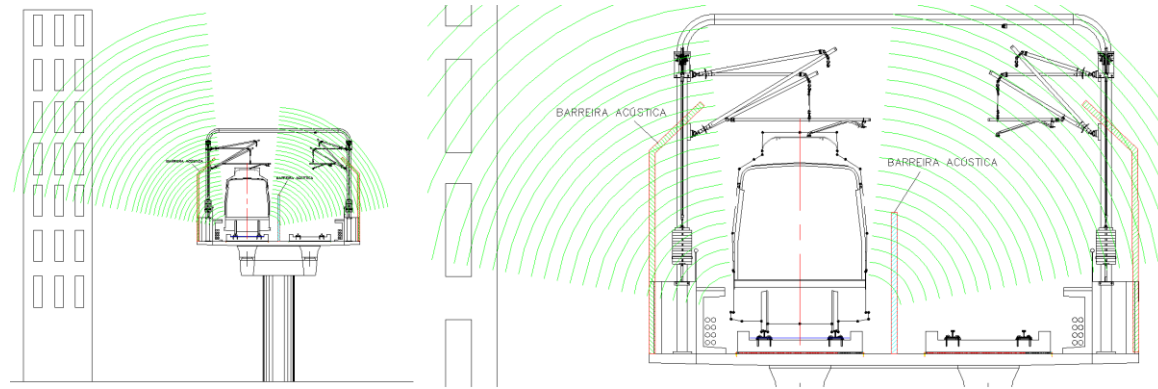


Totas de 126 piezas
y partes para
mantenimiento

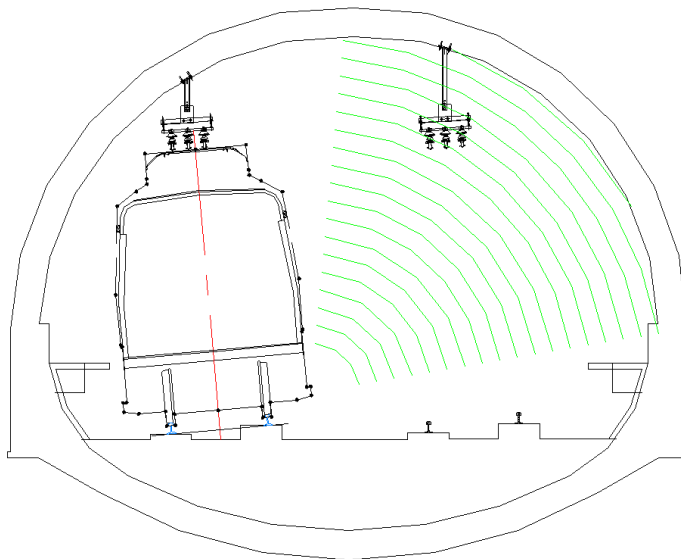


Total de 10 piezas
y partes para
mantenimiento

Ruido Ambiental



Necessidad de Barreras Acusticas

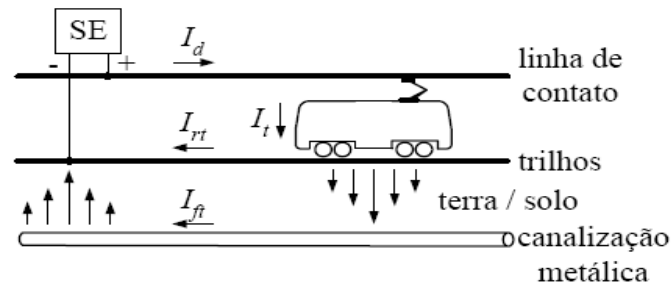


Ruido Ambiental Confinado

Corrientes de Fuga

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

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



Ocorre 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

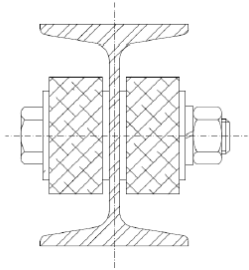


Imagen térmica obtenida durante inspección, en horario comercial



tonillo y fixación corroídos

Tercero riel

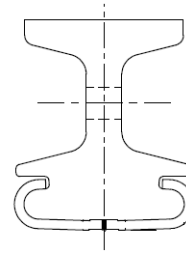
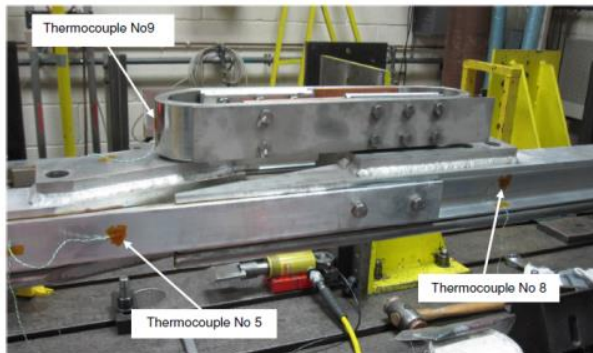


Linea 1-Azul

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

Linea 2-Verde

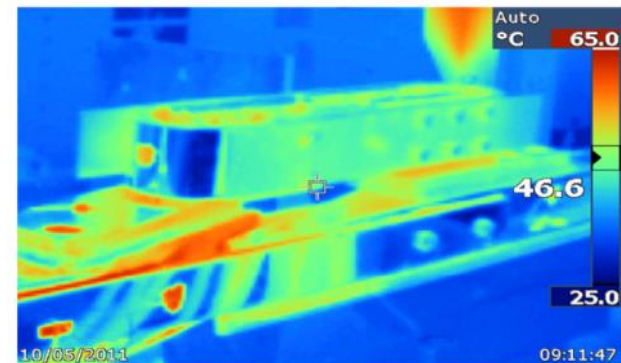
28,7 km de 3º riel y aisladores a 90°



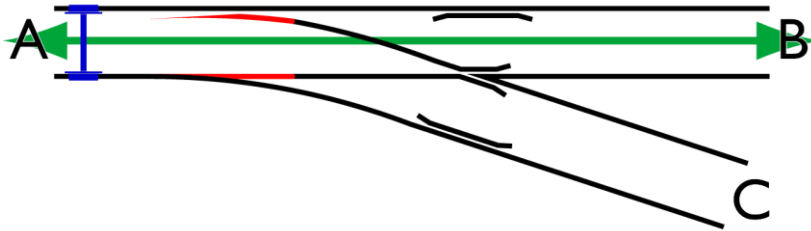
Linha 3-Roja

51,6 km con 3º riel y aisladores en 90°

Inspección
Termografica

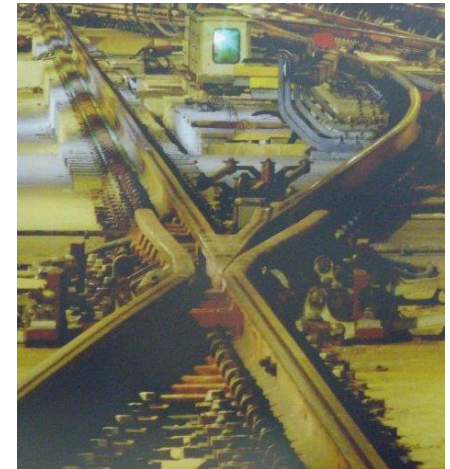
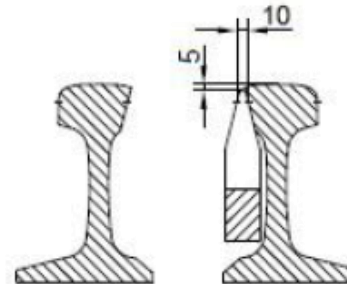
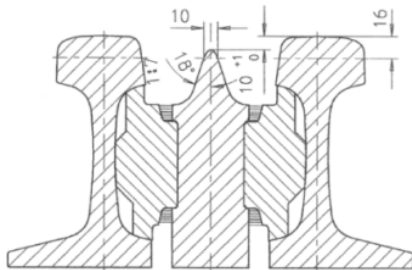


Aparato de Cambio de Via



Móvil

Fixo



- Bajo coste
- No necesita de maquina de clave

- Bajo impacto en la pasagen de los roderos
- Mayor vida util
- Menor necesidad de mantenimiento



ESTRUCTURAS DE VIA TIPICAS EN TUNEL



Estructuras de via en Tuneles

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



Estructuras de Via en Tuneles

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



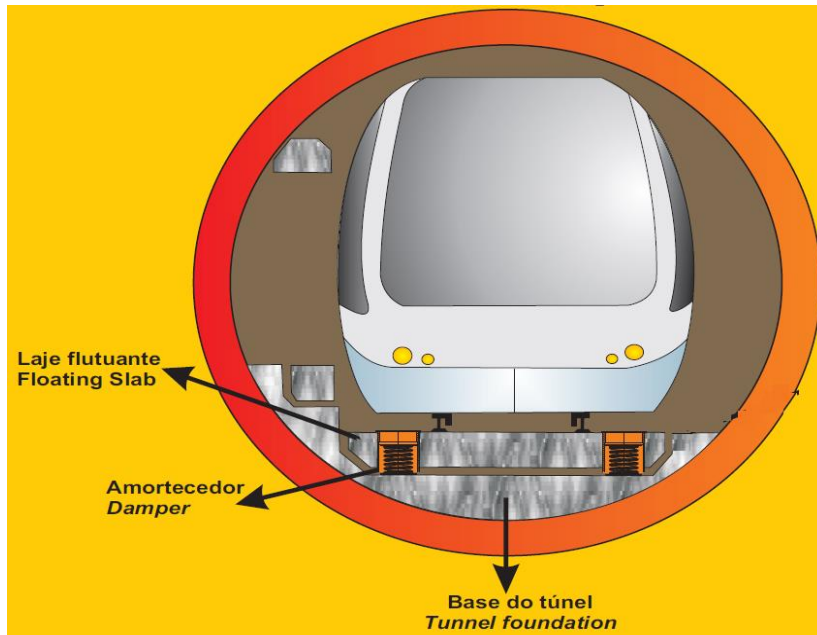
estructuras de Via en Tuneles


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



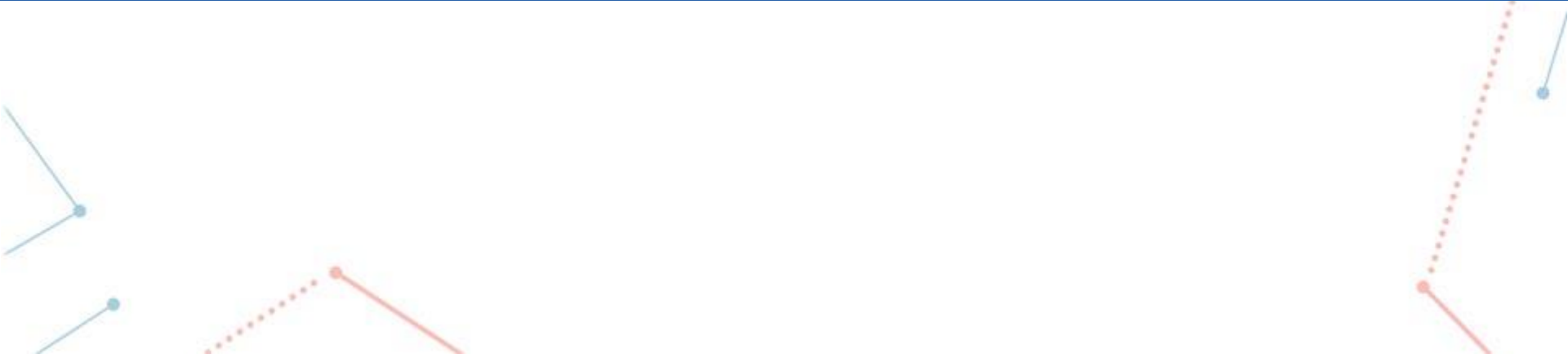
Estruturas de Via em Tuneles

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





SISTEMA DE VENTILACIÓN EN TUNELES Y ESTACIONES SUBTERRÁNEAS

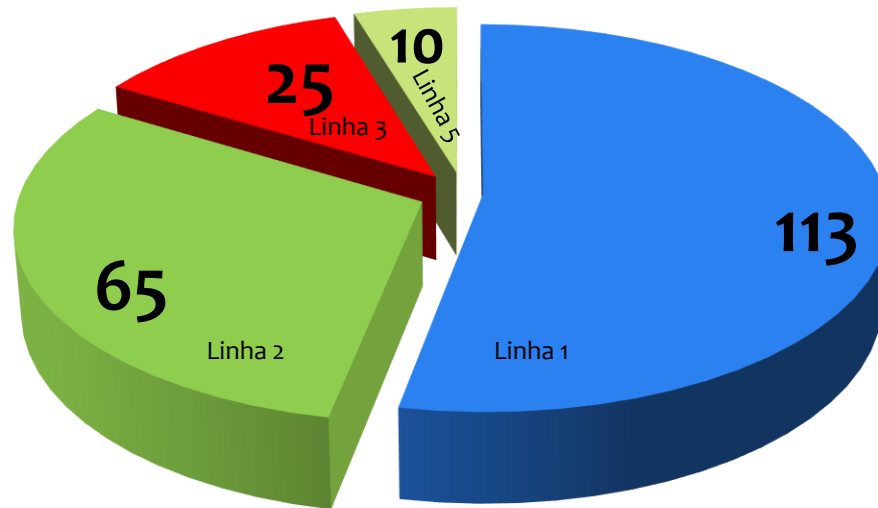




Sistema de Ventilación Principal

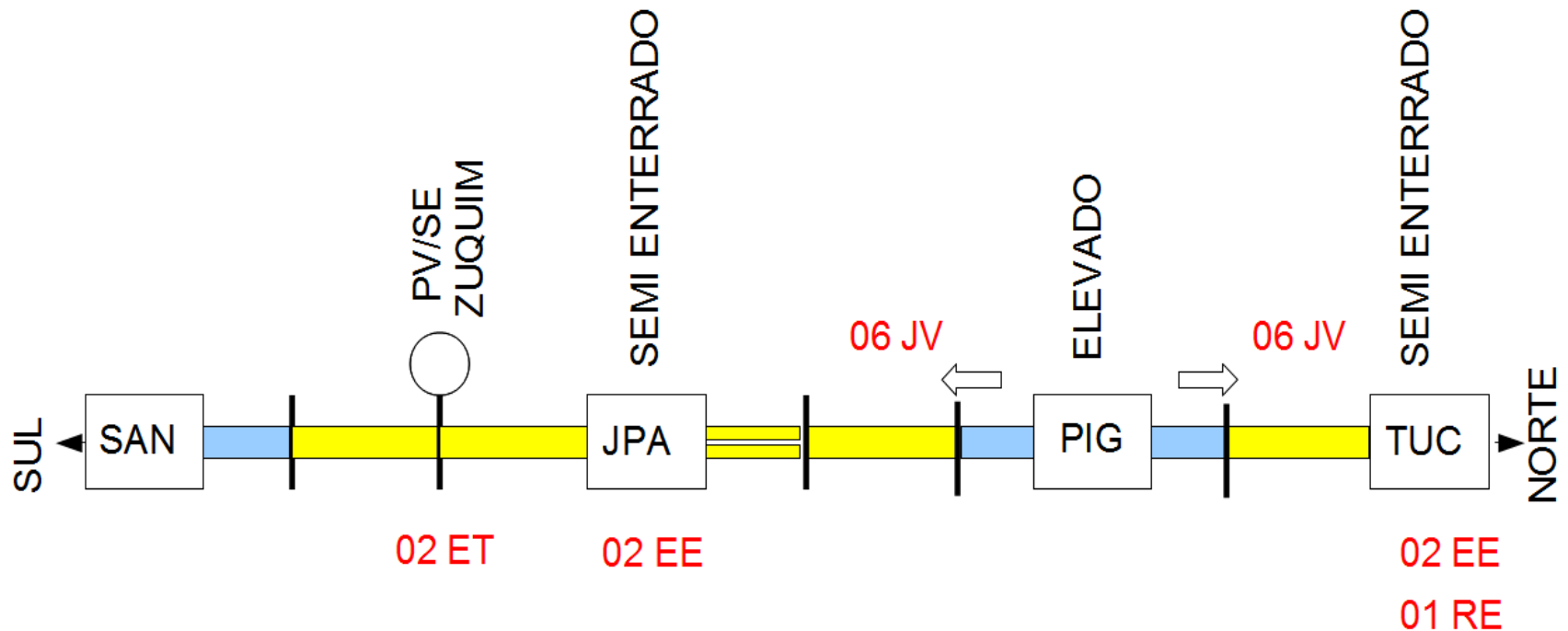
- Renovación del aire
- Conforto térmico
- Mantenimiento de la temperatura adecuada para los equipos
- Exaustión de humos y gases
- Control de la velocidad del aire en los andénes



Cantidad de Equipos Instalados por Linea



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

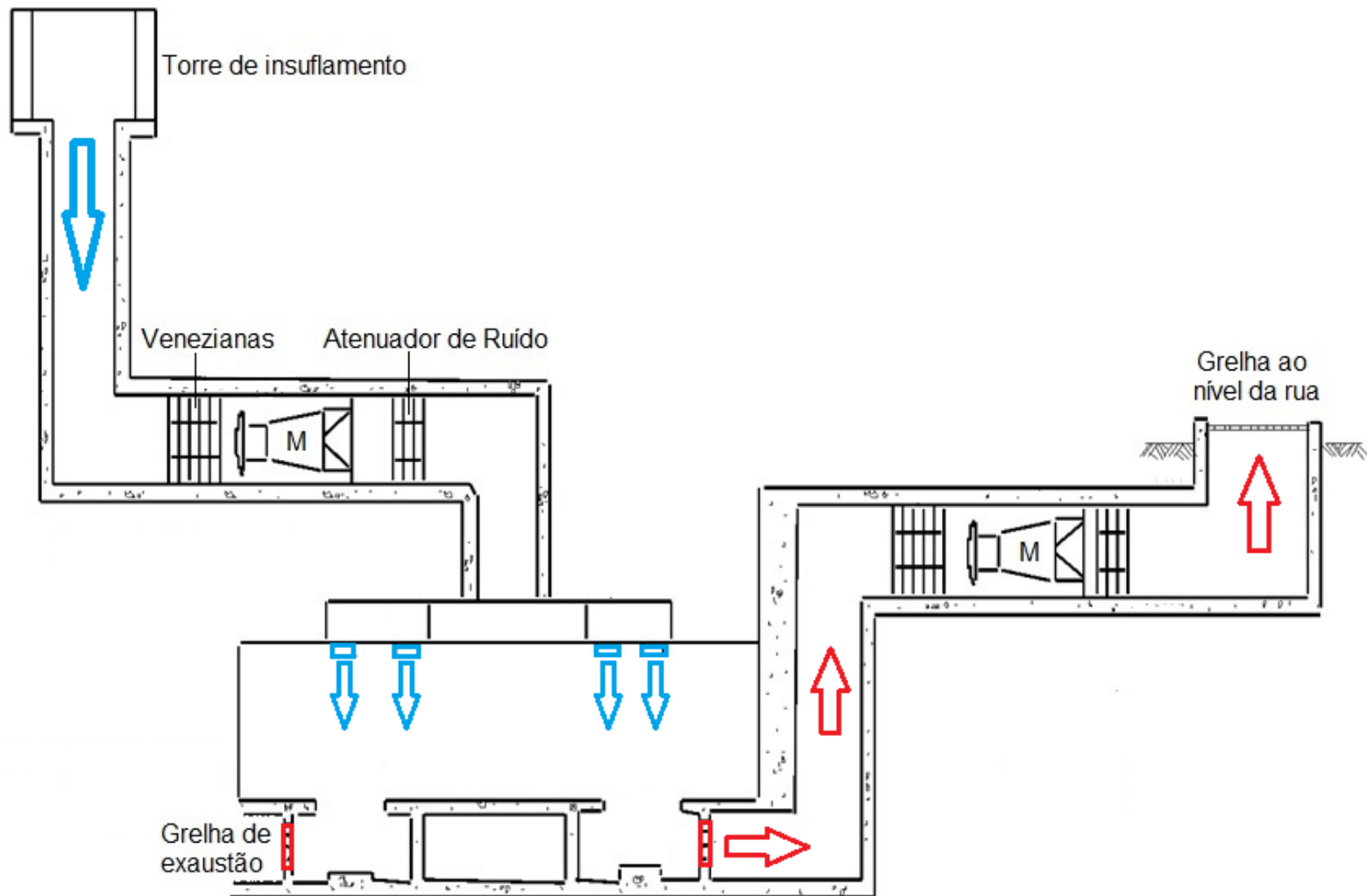
Esquema de Instalación de Ventilación Principal en un tramo de la Línea 1 - Azul



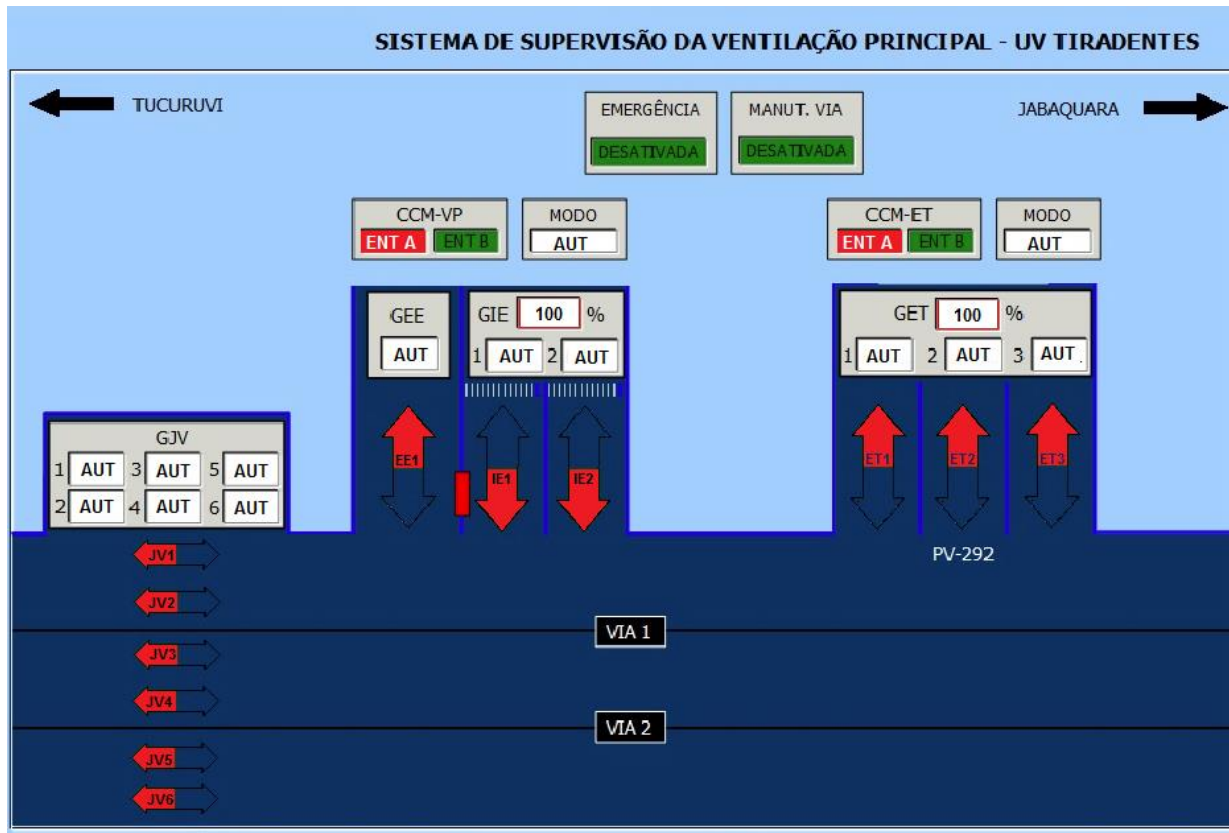
 TRECHO EM ELEVADO
 TRECHO SUBTERRÂNEO

EE – EXAUSTOR DE ESTACIÓN
ET – EXAUSTOR DE TUNEL
JV – JACTO VENTILADOR

Esquema de Instalação da Ventilação Principal em Estações Subterrâneas



Pantalla de Control





METRÔ

MANTENIMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS DE LOS TUNELES

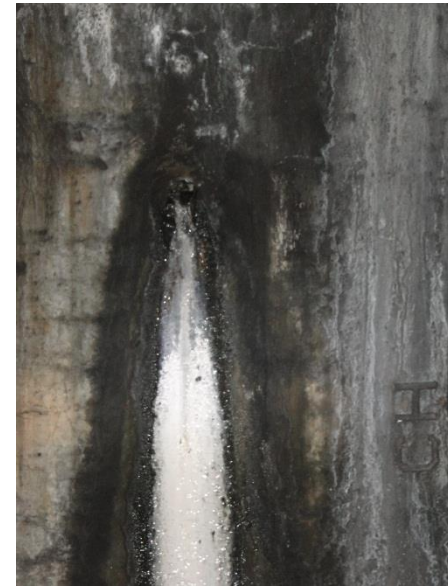
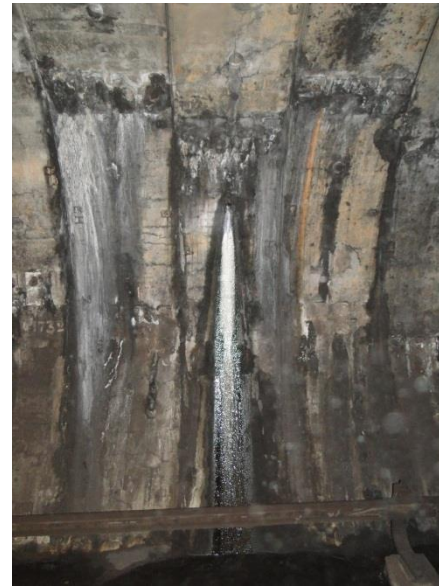
TUNEL VCA

- Fissuras sin infiltración



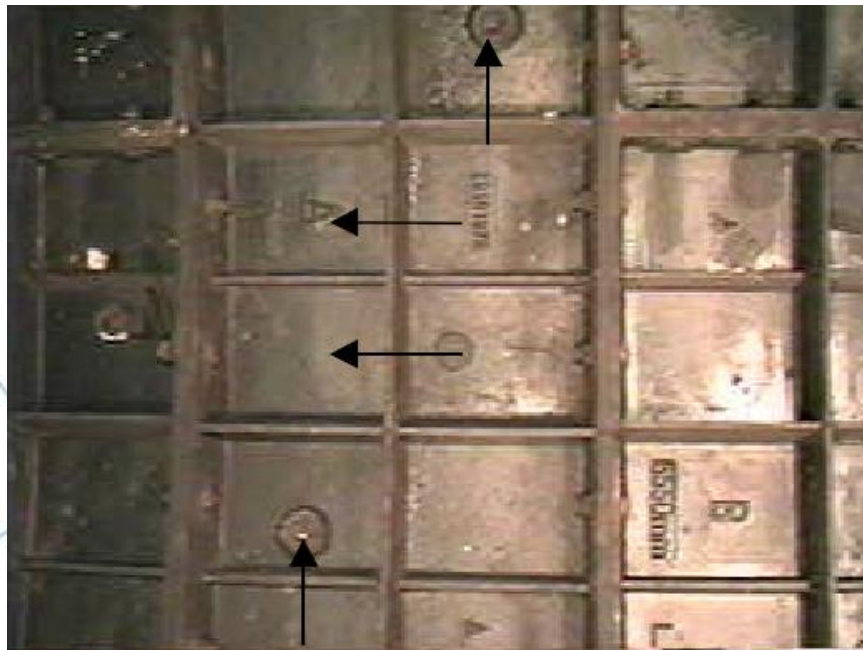
TUNEL EN NATM

- Infiltración



TUNEL EM SHIELD

- Corrosión superficial en la región de las juntas, infiltración, desplazamiento de la pintura y fisuras transversales



Tratamiento de Infiltración





V ENCUESTRO
INTERNACIONAL DE METROS
"Implementación de Metros Subterráneos"

MUCHAS GRACIAS!

Wilmar Fratini

Gerente de Operaciones - Metro-SP

wfratini@metrosp.com.br