

DESAFÍOS DE LA INGENIERÍA EN LA CONSTRUCCIÓN DE TÚNELES

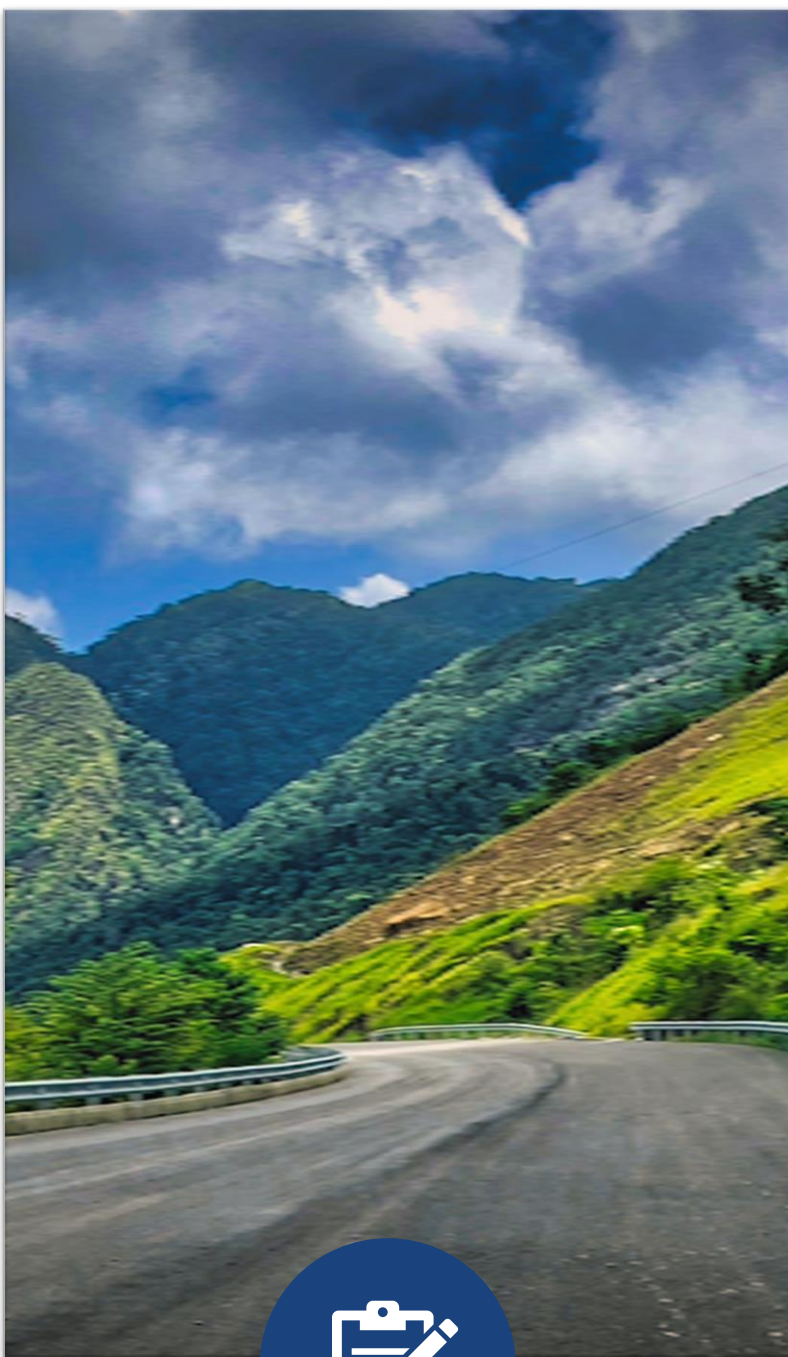
CORREDOR VIAL BUCARAMANGA - BARRANCABERMEJA - YONDÓ

 ruta del cacao



Contrato	De Concesión bajo el esquema de APP N° 013 de 21/08/15
Localización	Bucaramanga-Barrancabermeja - Yondó, Colombia
Cliente	Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) de Colombia
Inicio de la Concesión	2015
Finalización de la Concesión	2040

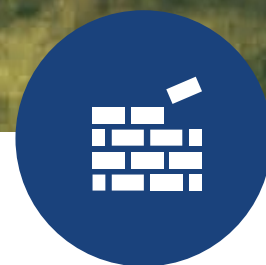
CONTENIDO



INTRODUCCIÓN



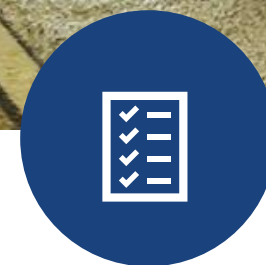
DISEÑO



**SISTEMA
CONSTRUCTIVO**



**SISTEMAS
ELECTROMECÁNICOS**



CONCLUSIÓN



Vigilado
SuperTransporte



ruta del cacao



INTRODUCCIÓN

El **Proyecto Bucaramanga-Barrancabermeja-Yondó** es un importante corredor estratégico para el transporte del país, que impulsa el **desarrollo económico y mejora la conectividad** entre las ciudades y regiones que atraviesa, uniendo poblaciones aledañas con el **centro y costa del país**.

Para esta conexión fue necesario **superar varios desafíos**, de los cuales, el principal fue la zona de coluvión de la vía existente con un nuevo trazado por las zonas montañosas de La Sorda y La Paz, el cual requirió la **construcción de dos túneles con longitudes de 3.2 km (Túnel La Paz) y 2.2 km (Túnel La Sorda)** intercomunicados por un **viaducto de 660 mts** sobre Río Sucio en el municipio de Lebrija en Santander.

Datos importantes del Proyecto necesario para superar los desafíos de la morfología del nuevo trazado vial y construcción de los TÚNELES.

ANTECEDENTES VÍA EXISTENTE



*Zona de coluvión
vía La Renta, año 2010.*



Datos importantes del Proyecto necesario para superar los desafíos de la morfología del nuevo trazado vial y construcción de los TÚNELES.

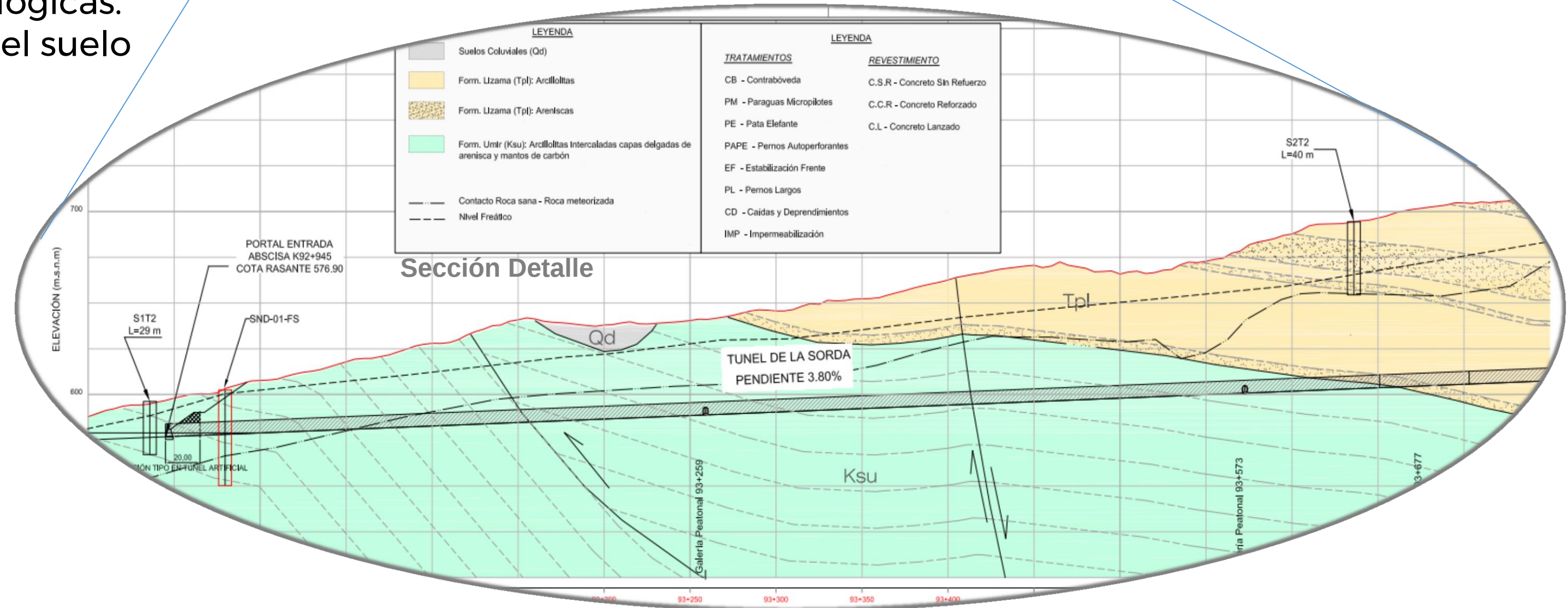
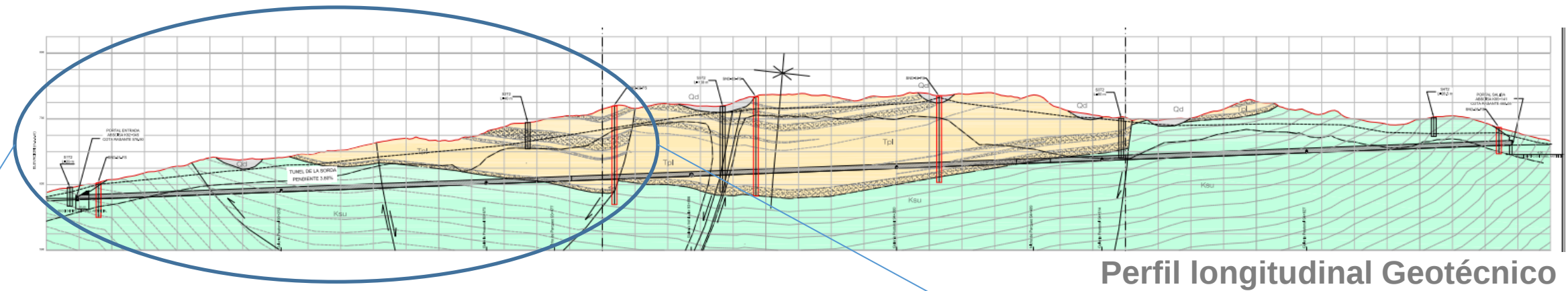


DISEÑO

1. Geología del sector

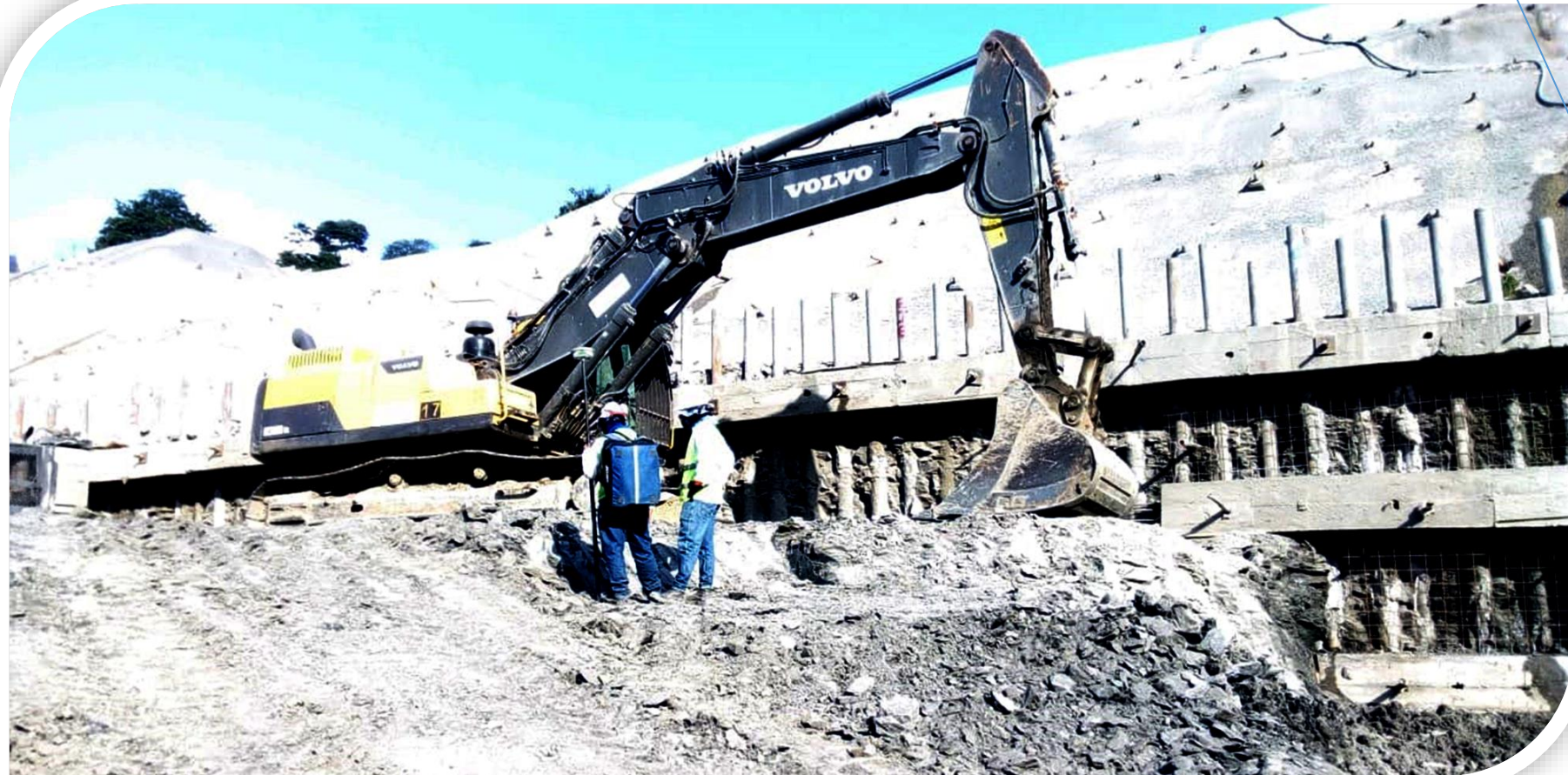
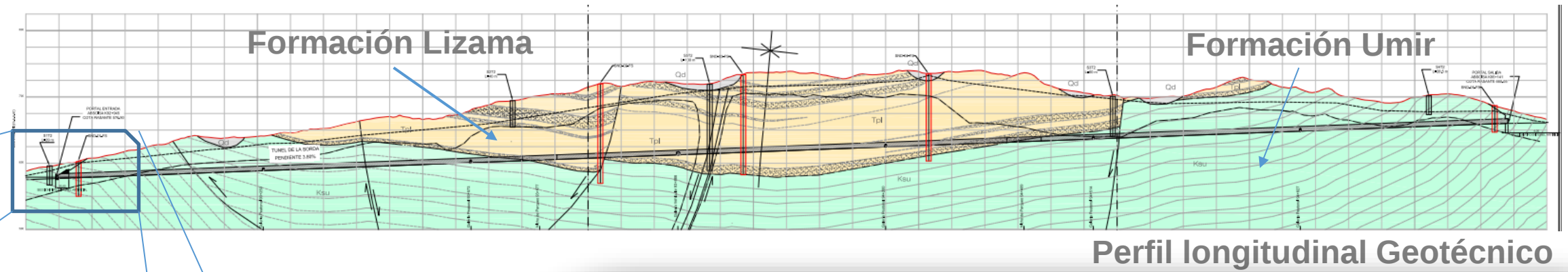
Identificación de :

- Formaciones geológicas.
- Caracterización del suelo
- Fallas
- Niveles de agua
- Tipo de Sección



DISEÑO

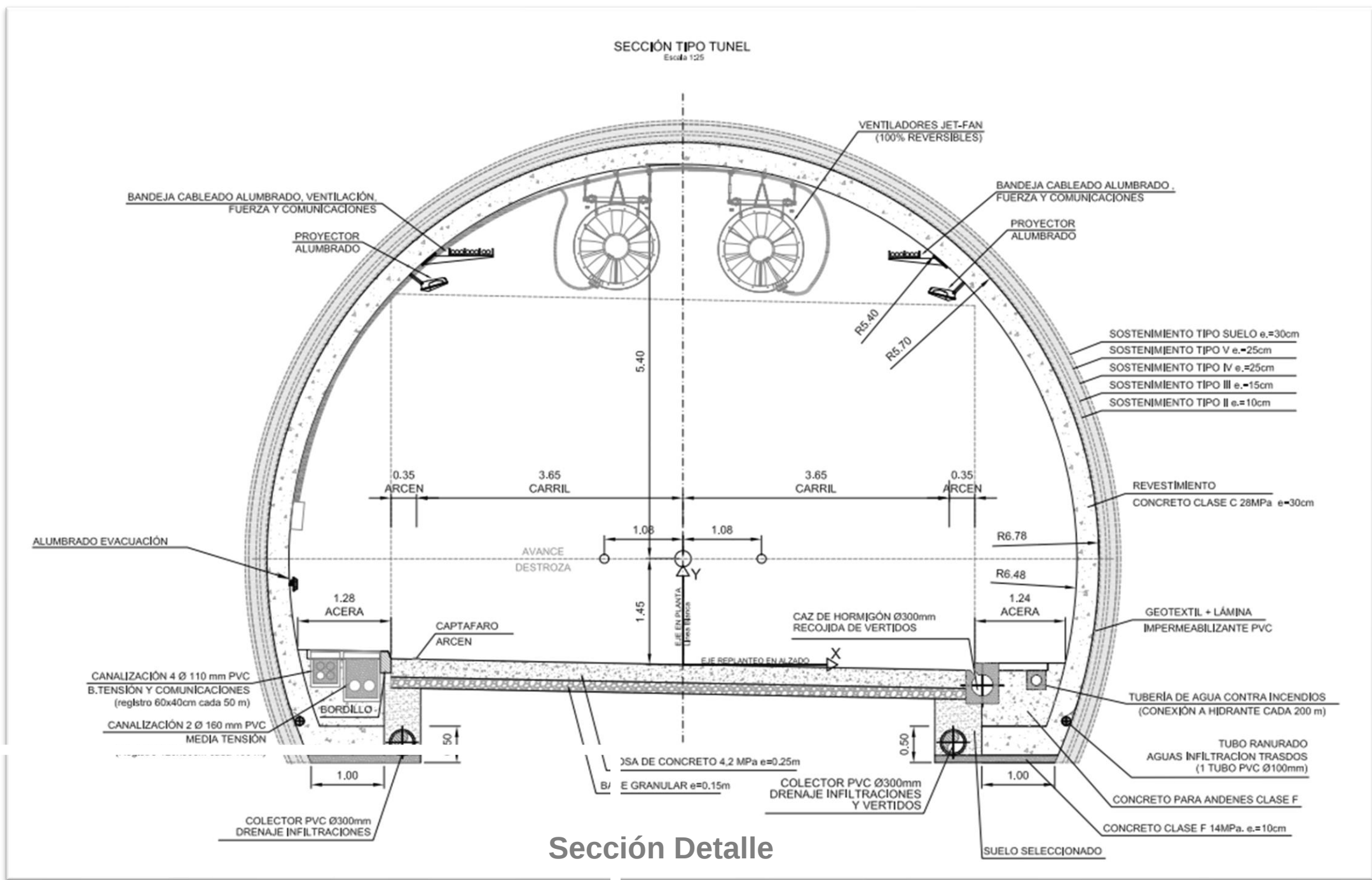
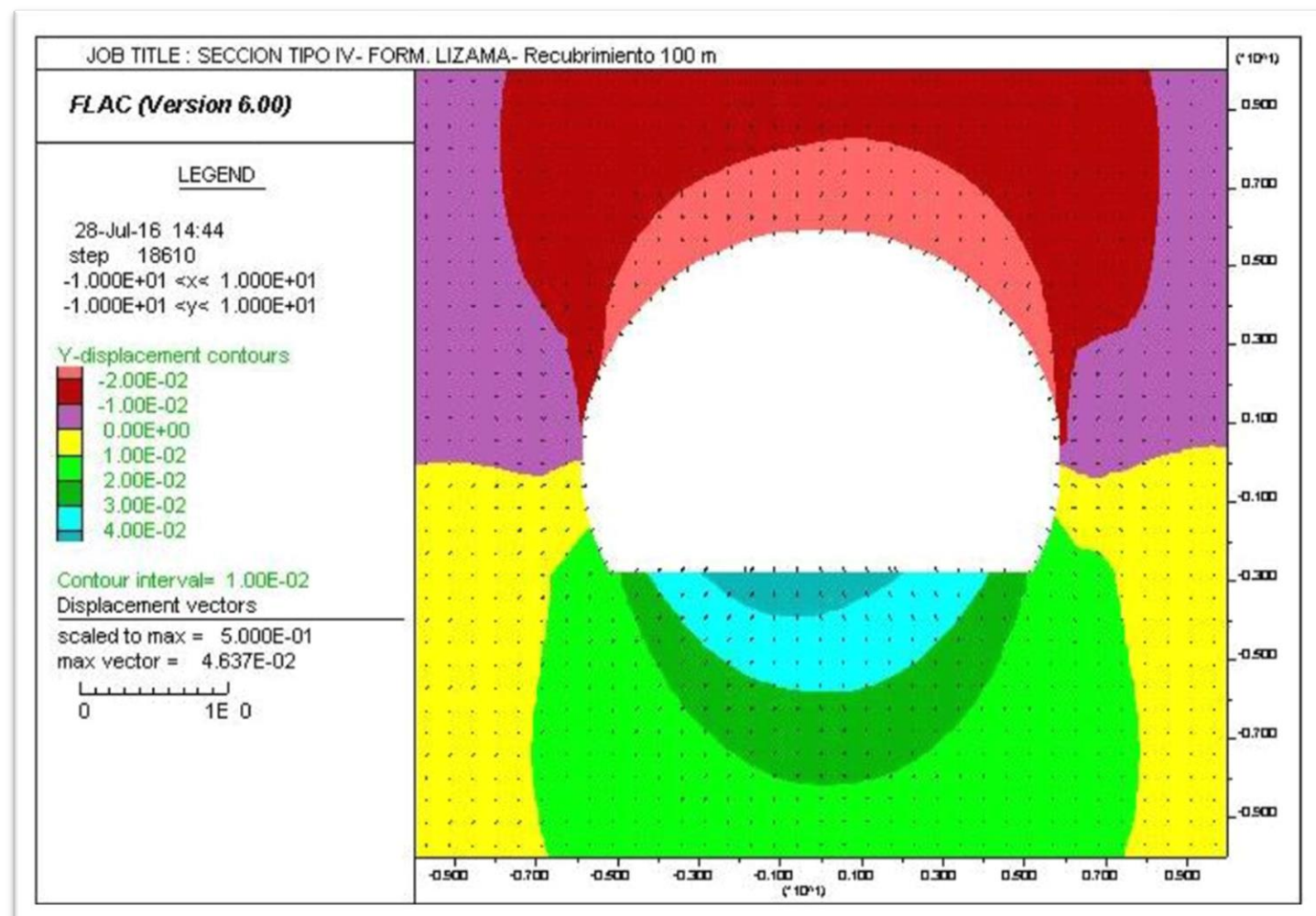
2. Portal entrada Túnel La Sorda



Formación Umir



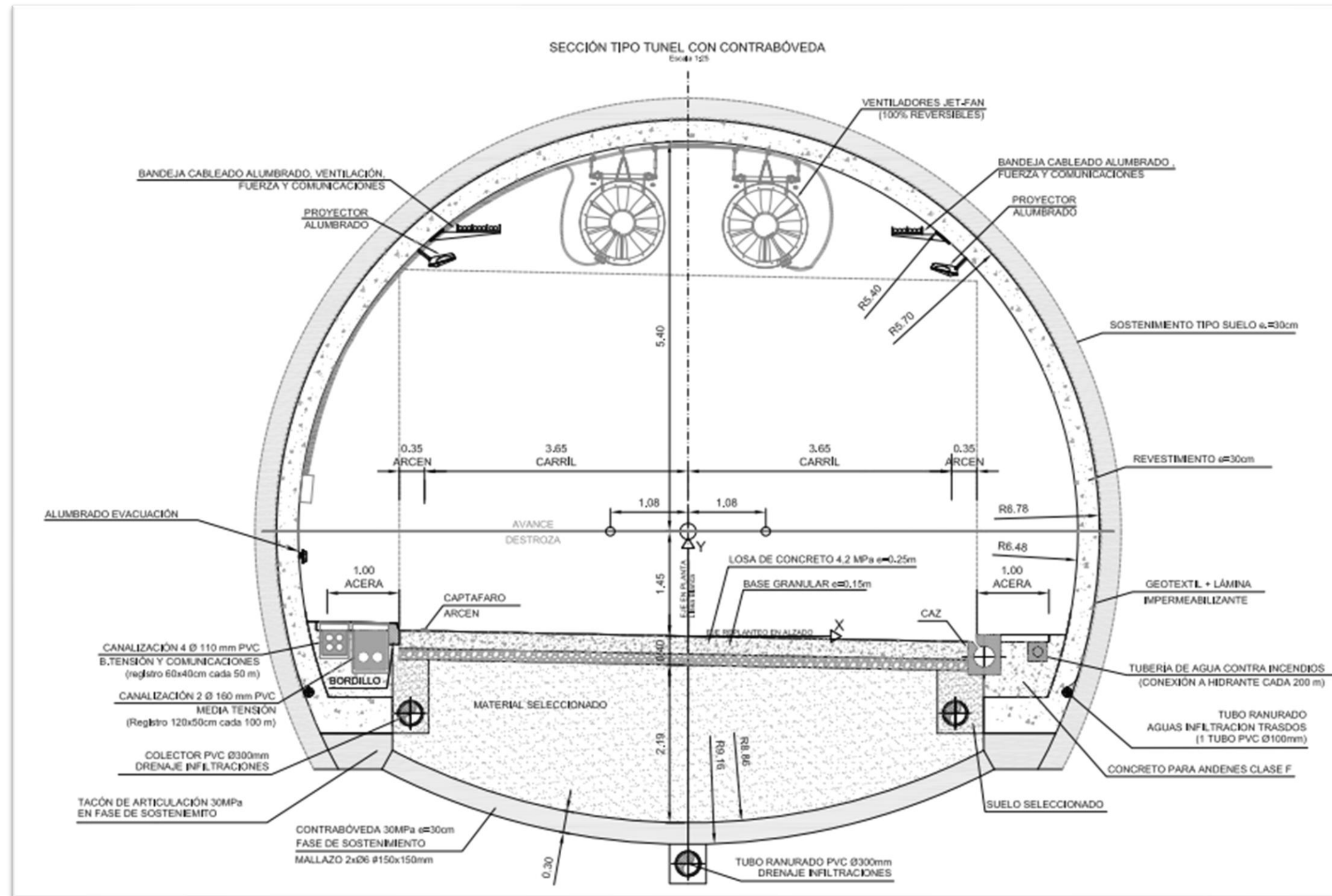
3. Diseño Sección de Túnel



DISEÑO

3. Diseño Sección de Túnel

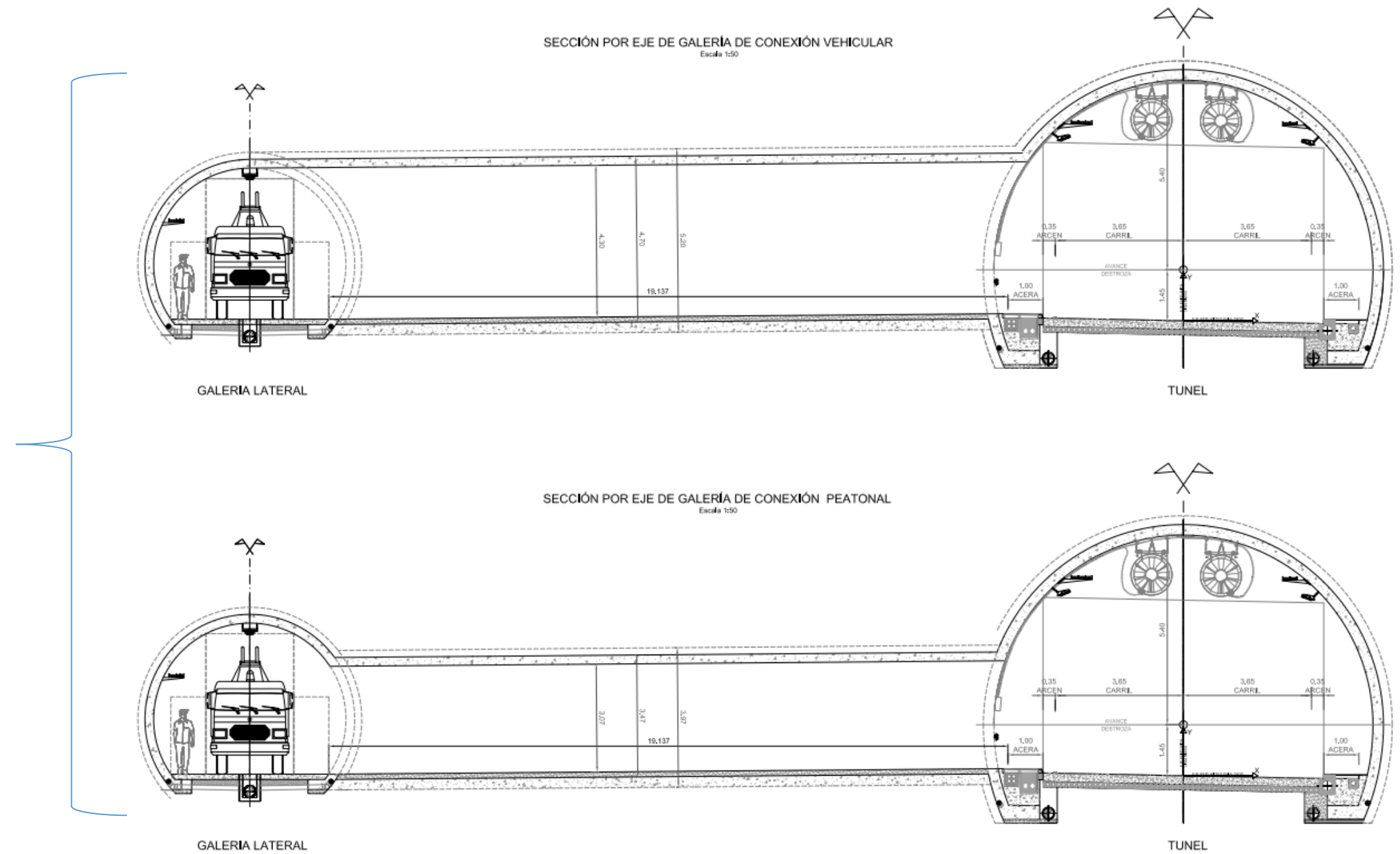
Sección Detalle Contrabóveda



DISEÑO

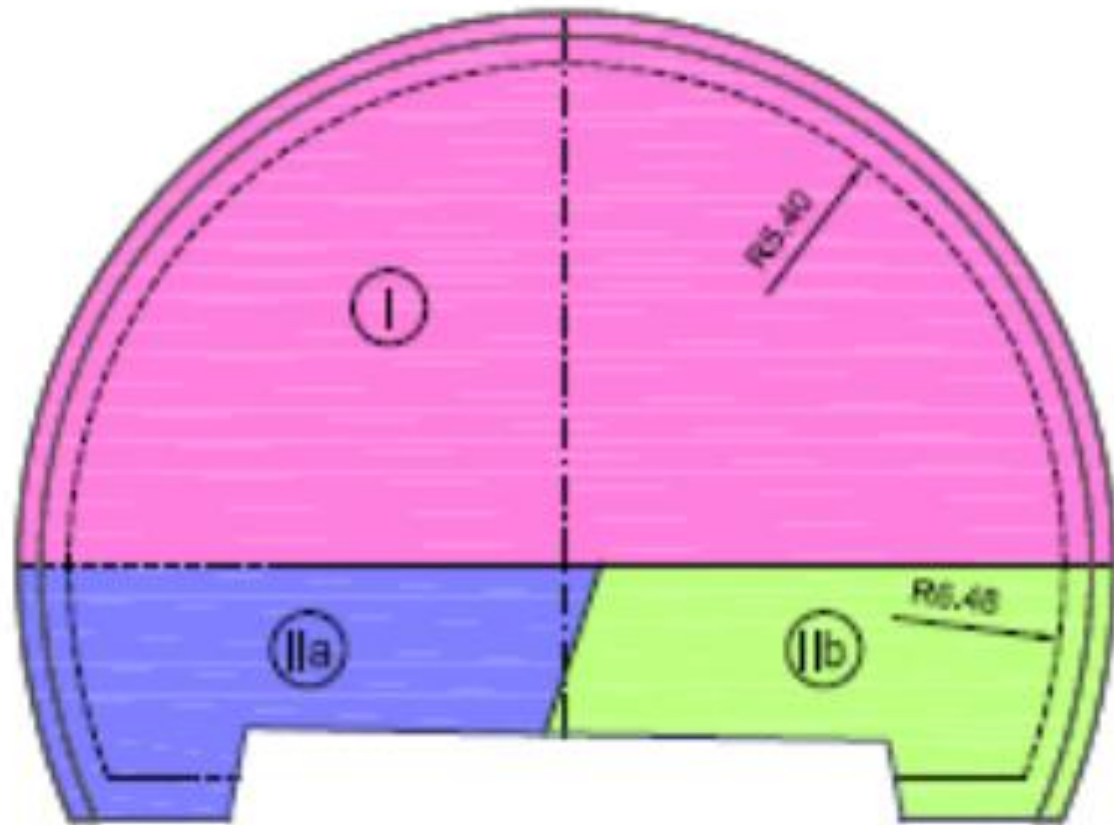
3. Diseño Sección de Túnel

Sección Detalle Túnel – Galería de Emergencia
(Vehicular y Peatonal)



DISEÑO

3. Diseño Sección de Excavación



- ① AVANCE
- ②a DESTROZA
- ②b DESTROZA

① Avance:

En esta fase se excavará la bóveda del túnel y se colocará el sostenimiento correspondiente.

②a Destroza:

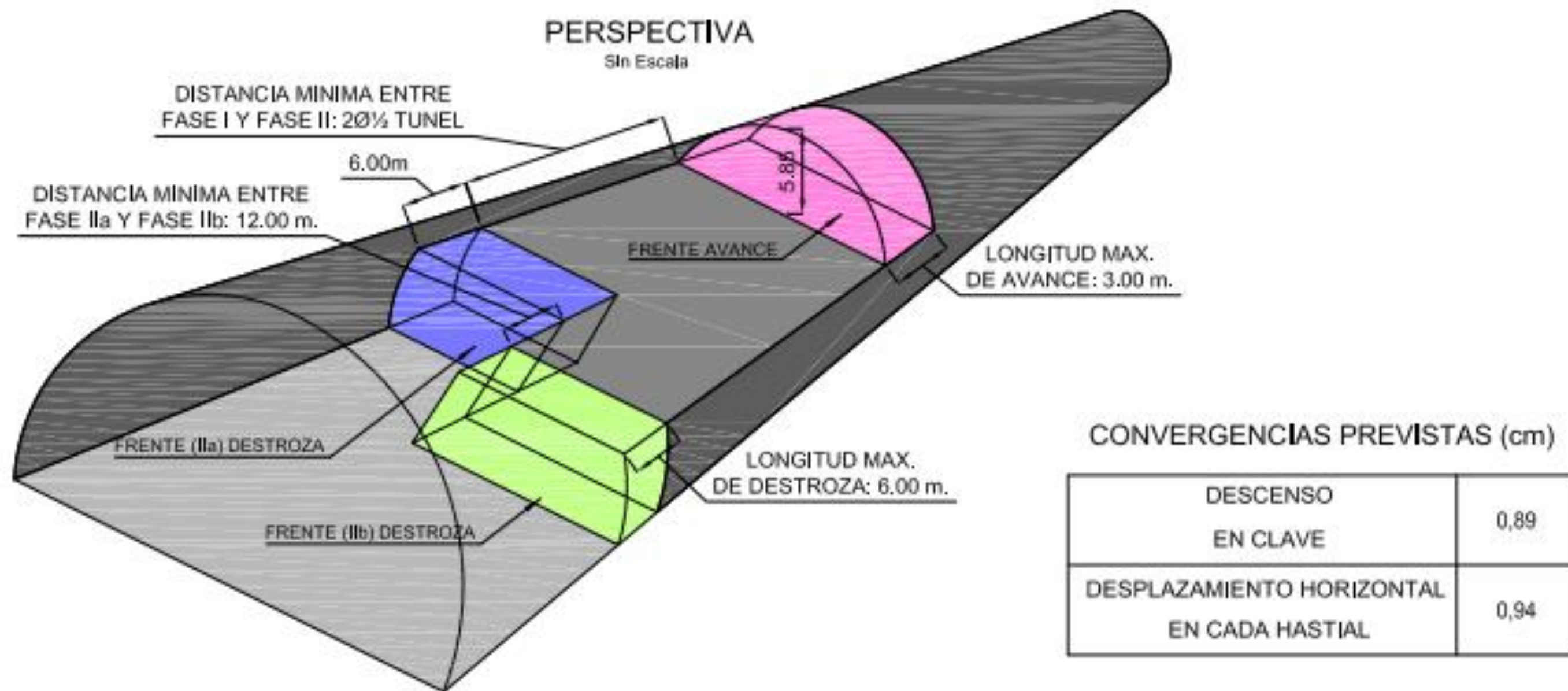
En esta fase se rebaja la excavación hasta aproximadamente el nivel de subrasante y zapatas, mediante una trinchera lateral, abriendo en primer lugar uno de los lados y después el resto.

②b Contrabóveda:

En terrenos donde se requiera (la Sección Tipo V y la Sección boquilla Tipo Boquilla II) y donde se observe convergencias significativas, será necesario la ejecución de una contrabóveda.

DISEÑO

3. Diseño Sección de Excavación



SISTEMA CONSTRUCTIVO

1. Identificación Clase de Macizo Rocoso en Campo



Clasificación Geomecánica del Macizo Rocoso

Sistema RMR

CLASE	CALIDAD	VALORACIÓN RMR	COHESIÓN	ÁNGULO DE ROZAMIENTO
I	Muy buena	100-81	4 Kg/cm ²	> 45°
II	Buena	80-61	3 - 4 Kg/cm ²	35° - 45°
III	Media	60-41	2 - 3 Kg/cm ²	25° - 35°
IV	Mala	40-21	1 - 2 Kg/cm ²	15° - 25°
V	Muy mala	< 20	< 1 Kg/cm ²	< 15°

Sistema del Q de Barton

$$Q = \frac{RQD}{J_n} \times \frac{J_r}{J_a} \times \frac{J_w}{SRF}$$

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO RMR - Rock Mass Rating

- 1 Resistencia a la compresión simple de la roca.
- 2 RQD.
- 3 Espaciamiento de las discontinuidades.
- 4 Estado o Condición de las juntas.
 - Persistencia (que tan largo es la junta)
 - Apertura.
 - Rugosidad.
 - Relleno.
 - Meteorización.
- 5 Presencia de agua.
- 6 Orientación de las discontinuidades.

SISTEMA CONSTRUCTIVO

1. Identificación Clase de Macizo Rocoso en Campo

ferrovial COLPATRIA agroman CONSTRUCTORA		LEVANTAMIENTO GEOLÓGICO GEOTÉCNICO DE FRENTE DE EXCAVACIÓN		SISTEMA DE CALIDAD	
CONSORCIO FERROCOL SANTANDER		CÁLCULO DEL ÍNDICE R.M.R. DEL MACIZO EN FASE DE AVANCE		FORMATO: BBY-CAL-F-06	
CÓDIGO CENTRO:	CED70/71/72	TÍTULO CENTRO:	PROYECTO BUCARAMANGA - BARRANCABERMEJA- YONDÓ	FECHA:	13-02-19
Elaborado por: USSETTE DIAZ SACA ZA R		Revisado por: ROBERTO MEJIA JORDA		EDICIÓN: 1.0	

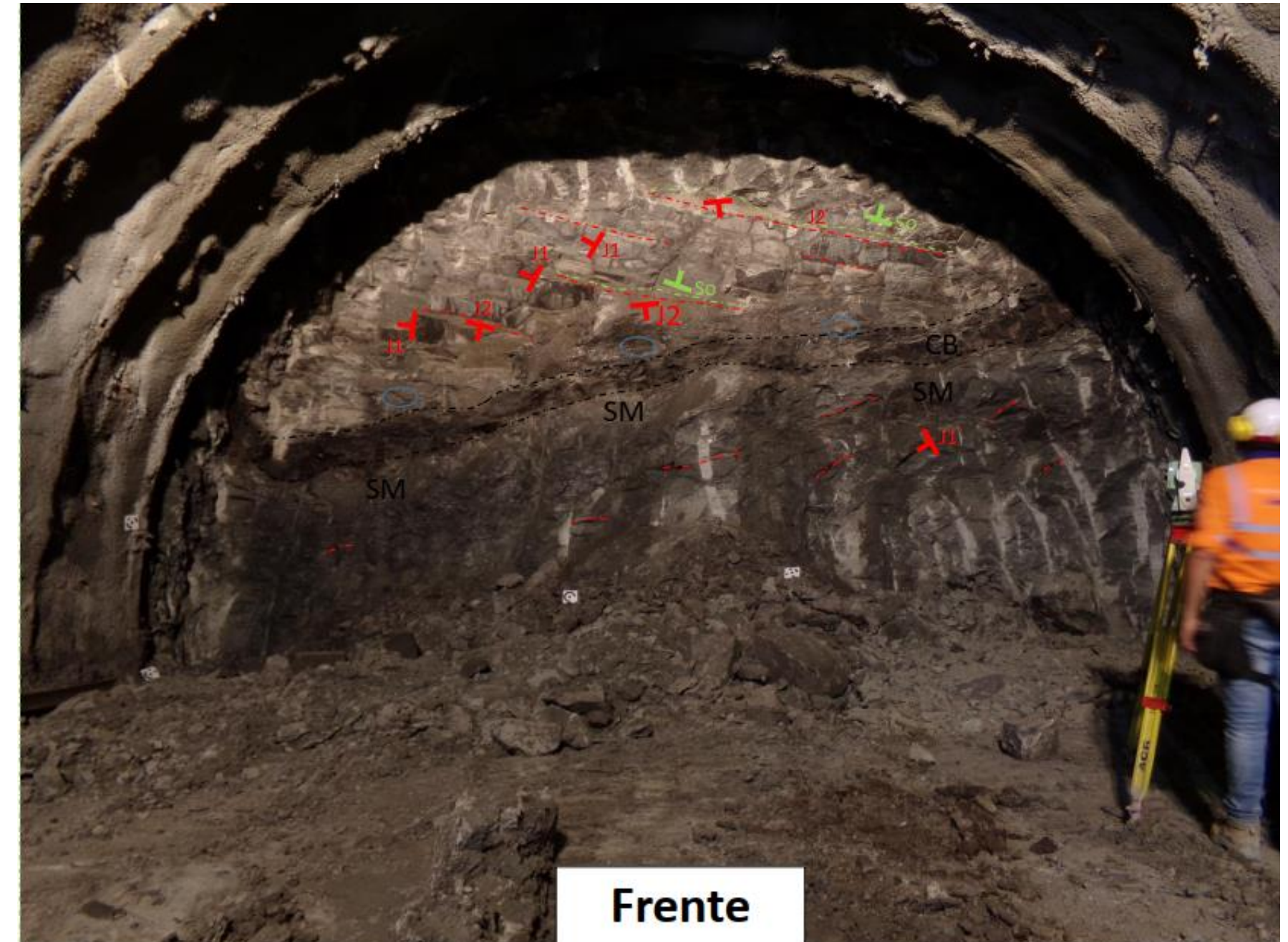
TRAMO / UF	2 / 7	TÚNEL	LA SORDA	BOCA	SALIDA	FASE EXCAVACIÓN	AVANCE
FICHA / Nº	TSS/A-63	FECHA	13-02-19	HORA	12:30 13:30	MONTERA (M)	36,1
LITOLOGÍA:		arcillaolita y limolita con capa cb		SECCIÓN (M²)		56,2	94+922.78
RESISTENCIA: (ISRM.1981)		R2 - R3		GM:		II	
ESTABILIDAD:		Hastial dcho (*)		Clave		Frente	
1. Estable		X		X		X	
2. Chineo							
3. Caída piedras							
4. Cuñas							
5. Bloques							
6. Deslizamientos							
7. Techos planos							
8. Sobreexc.							

EVOLUCIÓN CON RESPECTO AL PASE ANTERIOR		
1. Igual	2. Mejora	3. Empeora
	X	

ÍNDICE DE FRACTURACIÓN		
1. Bajo	2. Medio	3. Alto
	X	

FAMILIAS DE JUNTAS / DISCONTINUIDADES DEL MACIZO						
DISCONTINUIDAD	DIR. BUZ. / BUZAMIENTO	ABERTURA (mm)	RELLENO	RUGOSIDAD	LONGITUD (m)	ESPACIADO (m)
S0	290 55	—	—	LR-12	10-20	0,1-0,7
J1	200-210 30-80	1	—	LR	0,3-1,5	0,1-0,4
J2	95 40	<0,1	arc.	L	4-97	0,3-0,5
J3	25 30	1	arc	R-	0,1-0,5	0,1-0,4

CLASIFICACIÓN GEOTÉCNICA (SEGÚN BIENIASWSKI, 1989)		PUNTUACIÓN				
RESISTENCIA DE LA MATRIZ ROCOSA	Mpa	>10	4-10	2-4	1-2	PARA ESTE RANGO USAR R.C.S TEST
Puntuación	15	12	7	4		
RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE	Mpa	>250	100-250	50-100	25-50	5-25 1-5 <1
Puntuación	15	12	7	5	2 1 0	
R.Q.D. (%)	%	90-100	75-90	50-75	25-50	<25
Puntuación	20	17	13	8	3	
ESPACIADO (m)	m	>2	2,0-0,6	0,6-0,2	0,2-0,06	<0,06
Puntuación	20	15	10	8	5	
ESTADO DE LAS JUNTAS	Longitud (m)	<1	1-3	3-10	10-20	>20
Puntuación	6	4	2	1	0	
Abertura (mm)	0	<0,1	0,1-1	1-5	>5	
Puntuación	6	5	4	1	0	
Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Lig. Rugosa	Lisa	Espejo de faja	
Puntuación	6	5	3	1	0	
Relleño	Ninguno	dura < 5mm	dura > 5mm	blanda < 5mm	blanda > 5mm	
Puntuación	6	4	2	2	0	
Alteración	Inalterada	Lig. Alterada	Mod. Alterada	Muy alterada	Descompuesta	
Puntuación	6	5	3	1	0	
FLUJO DE AGUA EN LAS JUNTAS	l/min/10 m túnel	Secas (0)	Lig. húm. (<10)	Húmedas (10-25)	Goteando (25-125)	Fluyendo (>125)
Puntuación	15	10	7	4	0	
(*) Puntuación para valor medio del intervalo.		RMR BÁSICO		43		
ORIENTACIÓN DE LAS JUNTAS		Dirección perpendicular al eje del túnel		Dirección paralela al eje del túnel		Buzamiento de 0°-20° en cualquier dirección
		Excavación hacia buzamiento		Exc. contra buzamiento		
		Buz. 45°-90°	Buz. 20°-45°	Buz. 45°-90°	Buz. 20°-45°	Buz. 45°-90°
		0	-2	-5	-10	-12
Rumbo túnel: 164°		Junta respecto a la que se corrige: 31°		RMR CORREG.		38



SISTEMA CONSTRUCTIVO

2. Construcción según Clase de Macizo

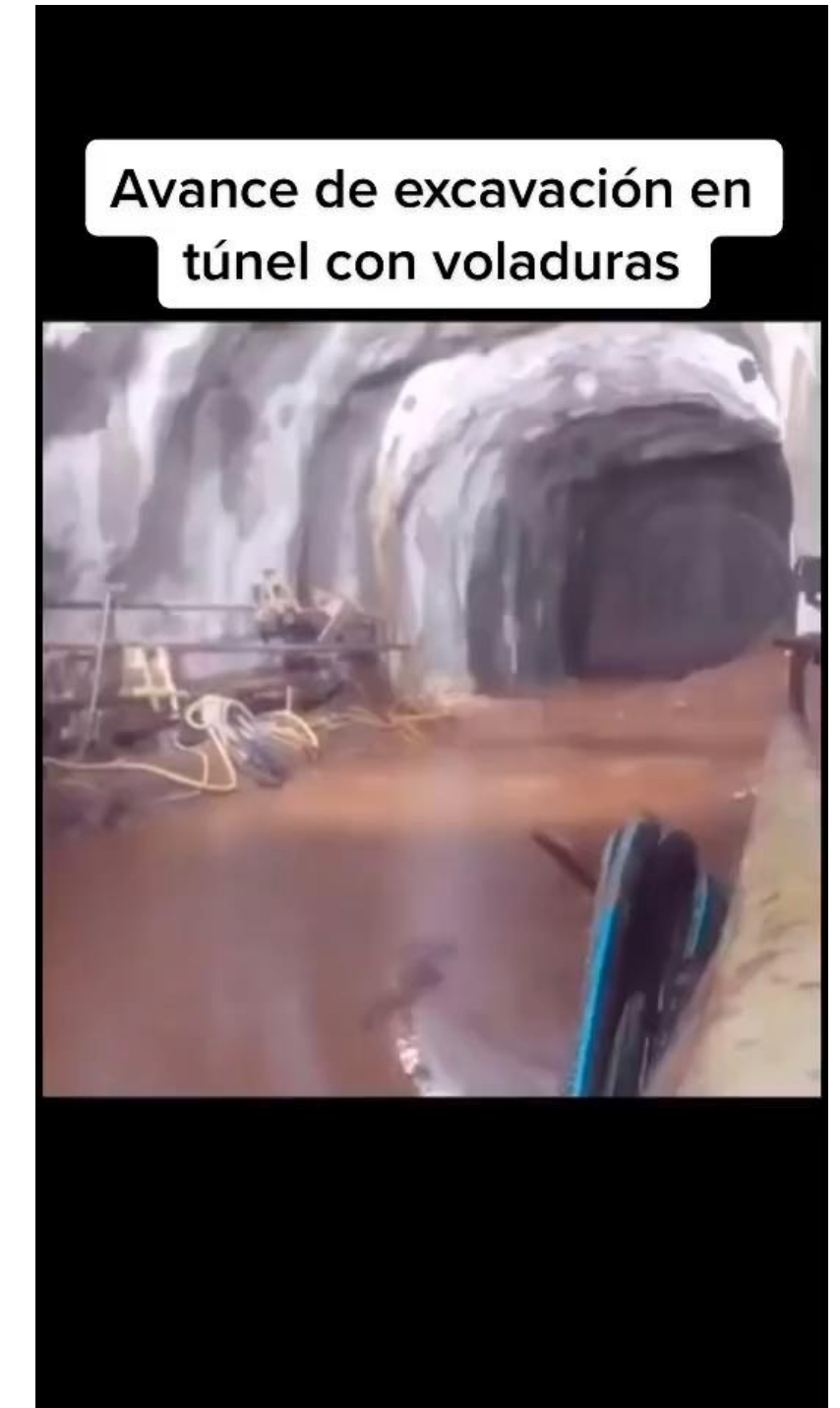
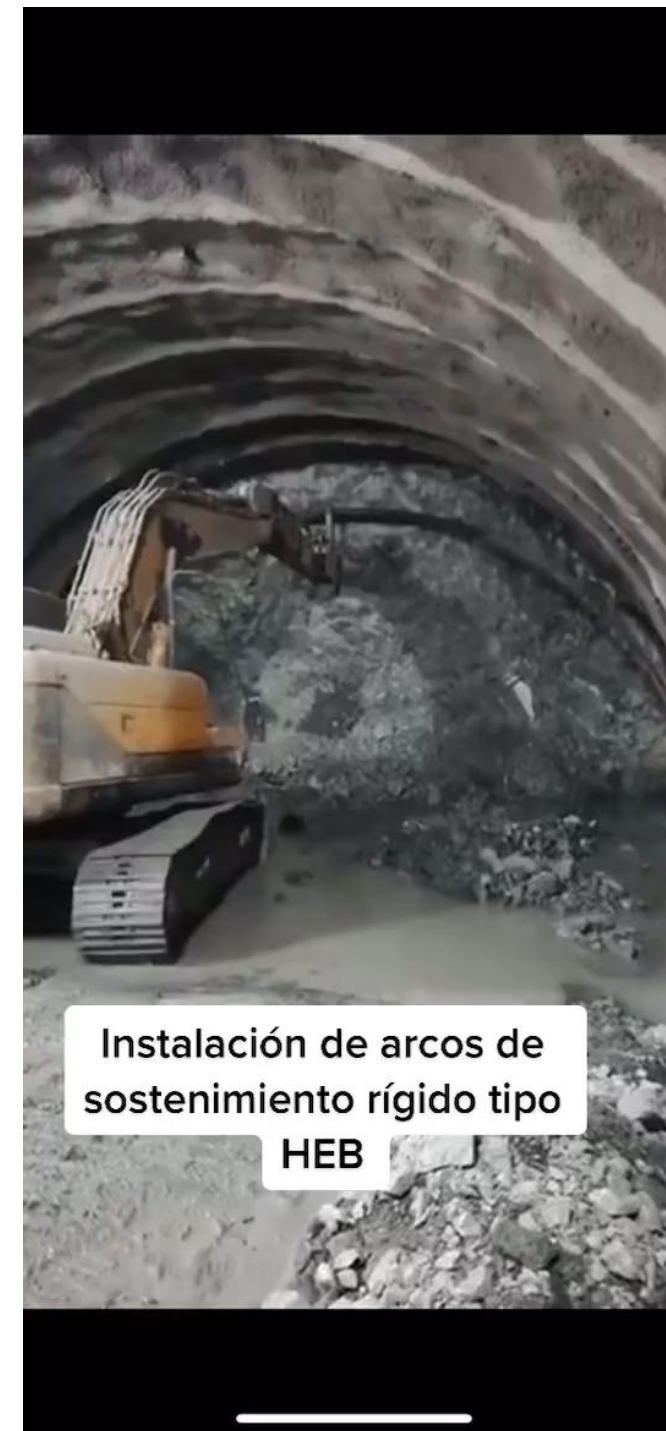
Tipos de Sostenimiento según Diseño – Macizo Rocos

Clase de macizo rocoso	Excavación	Sostenimiento		
		Pernos de anclaje repartido ($\varnothing = 20$ mm)	Hormigón proyectado	Cerchas de acero
I Muy buena RMR 81 - 100	A plena sección. Avances de 3 m.	Generalmente no requieren sostenimiento excepto algún perno ocasional		
II Buena RMR 61 - 80	A plena sección. Avances de 1-1,5 m; finalizar el sostenimiento a 20 m del frente	Bulones en corona de 3 m de longitud, espaciados 2,5 m y con mallazo ocasional	50 mm en corona donde requiera	Ninguna
III Media RMR 41 - 60	En bóveda y destroza. Avance de 1,5 a 3 m en bóveda. Iniciar el sostenimiento después de cada pega. Finalizar el sostenimiento a 10 m del frente	Empernado sistemático de 4 m de longitud espaciados 1,5 a 2 m en corona y hastiales, con mallazo en corona	En corona 50 a 100 mm y en hastiales 30 mm	Ninguna
IV Mala RMR 21 - 40	En bóveda y destroza. Avances de 1 a 1,5 m en bóveda. Colocar el sostenimiento a medida que se excava y finalizar a 10 m del frente	Empernado sistemático de 4 a 5 m de longitud, espaciados 1 a 1,5 m en corona y hastiales, con mallazo	En corona 100 a 150 mm y en hastiales 100 mm	Donde se requieran, cerchas ligeras espaciadas 1,5 m
V Muy mala RMR < 20	En secciones múltiples. Avances de 0,5 a 1,5 m en bóveda. Colocar el sostenimiento a medida que se excava. El hormigón proyectado se coloca lo antes posible después de volar	Empernado sistemático de 5 a 6 m de longitud. Espaciados 1 a 1,5 m en corona y hastiales, con mallazo. Bulonado de piso	En corona 150 a 200 mm. En hastiales 150 mm. En el frente 50 mm	Cerchas medias o pesadas, espaciadas 0,75 m con enfilaje de chapas y en caso necesario piquetes; contrabóveda



SISTEMA CONSTRUCTIVO

3. Excavación Avance Mecánico o con Voladuras



SISTEMA CONSTRUCTIVO

4. Sostenimiento, Formaleta y Galería

CONCRETO PROYECTADO EN LA
ESTABILIZACIÓN Y REVESTIMIENTO
DE TÚNELES



Formaleta para
revestimiento de túnel



Túnel Galería de conexión



SISTEMA CONSTRUCTIVO

5. Pavimentación



SISTEMA CONSTRUCTIVO

Proceso Constructivo Túnel



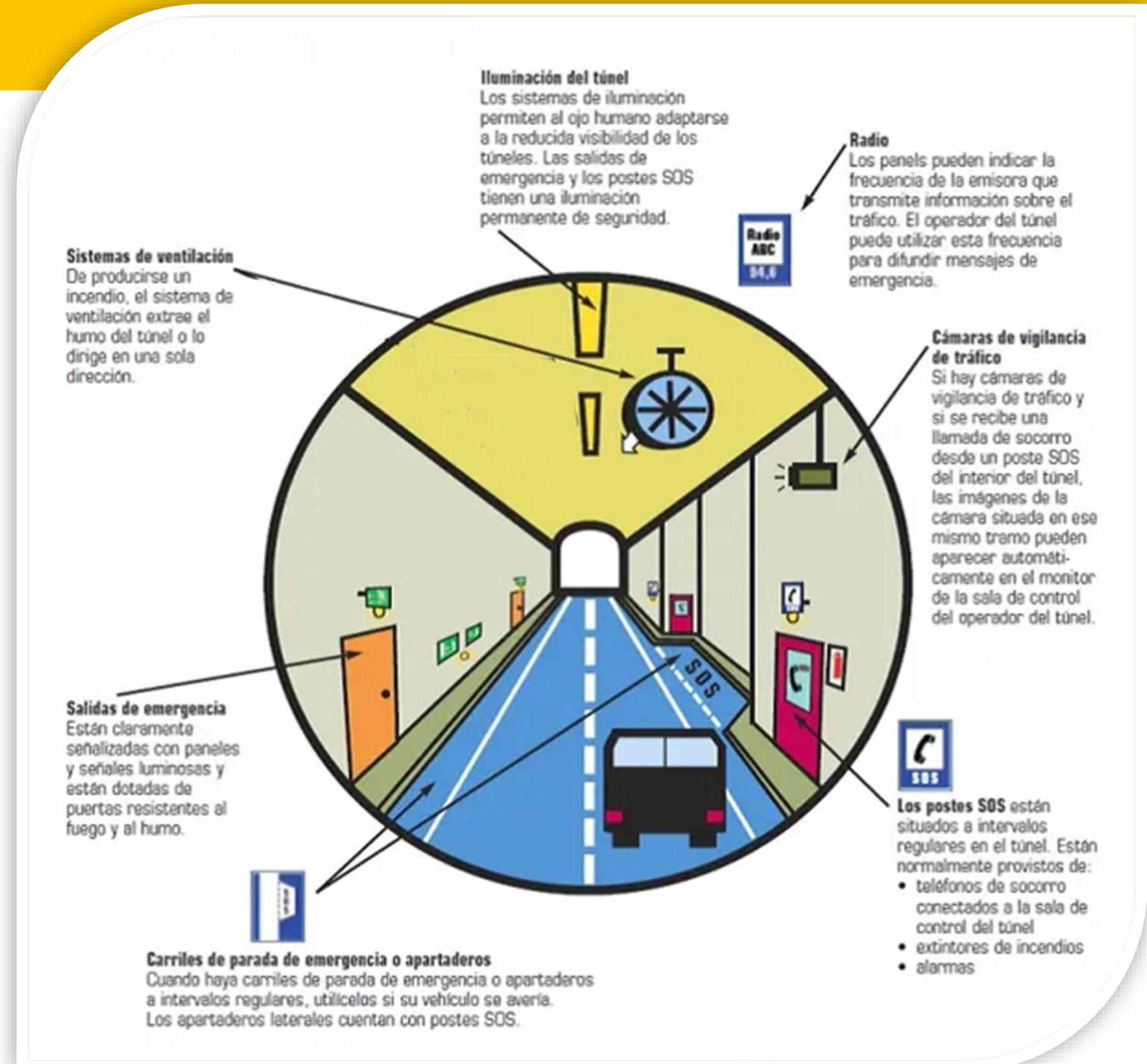
SISTEMA CONSTRUCTIVO



SISTEMA ELECTROMECAÁNICO



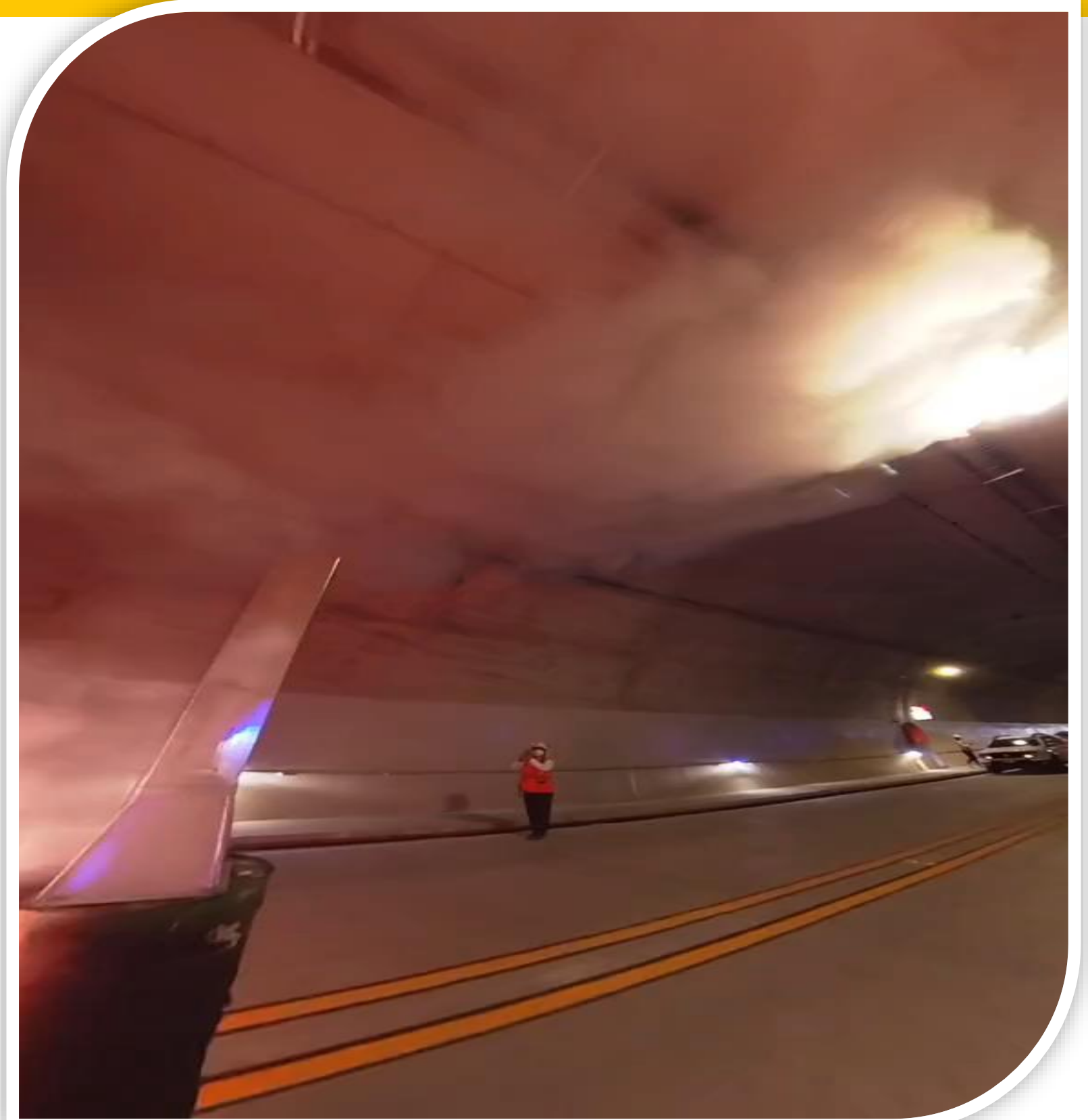
Sistemas de Seguridad y Monitoreo



SISTEMA ELECTROMECAÁNICO



Sistemas de Seguridad y Monitoreo



CONCLUSIÓN



¡GRACIAS!
#VíaParaConectarVidas

¿PREGUNTAS?