

**ANEXO 5**

**INVENTARIO Y DESCRIPCIÓN DEL TÚNEL**

**Nº EXP: SA/1/2019**

## INDICE

1 PRESENTACIÓN GENERAL DE LA OBRA.....	3
2 Disposiciones de Ingeniería Civil .....	19
3 Equipamiento de seguridad .....	28
4 COMPORTAMIENTO AL FUEGO .....	79

## 1 PRESENTACIÓN GENERAL DE LA OBRA

### 1.1 Visión general de la obra

El túnel transfronterizo de Bielsa - Aragnouet se ubica entre el Norte del departamento de Huesca en España y el Sur del Departamento de los Altos Pirineos en Francia, en el macizo de los Pirineos. Este túnel bidireccional conecta la carretera A-138 española con el RD 173 francesa en los Pirineos centrales.

El túnel es rectilíneo, con excepción de una pequeña curva alrededor del Este en la salida Sur. Mide 3 070 m, en los que hay 1 303 m en el territorio español y 1 767 m en el territorio francés. El límite entre los dos países se ubica al punto kilométrico 92490 de la carretera A-138 de Barbastro hacia la Francia vía Bielsa.

El perfil transversal se compone de dos vías de 3 m de anchura, separadas por dos líneas continuas de 10 cm con aceras de 0,75 m. La altura de la piedra angular está a 5,38 m y el gálibo establecido es de 4,30 m.

El perfil longitudinal presenta un punto alto a 200 m del pico francés (inclinación de aproximadamente 2%), luego, baja continuamente hacia España con una inclinación de un poco más de 5%. Así, no es posible ver los dos picos de la obra al mismo tiempo, salvo en el punto alto. La altitud del pico español es de 1 664 m y la del pico francés es de 1 821 m.

Por lo que es de la responsabilidad de las carreteras de acceso al túnel:



- ✓ Al lado francés, la carretera de acceso RD 173 (túnel Aragnouet), el RD 118 (Aragnouet – Fabián) y el RD 929 (Fabián – A-64 en Lannemezan) dependen del Departamento de los Altos Pirineos, cuya cabecera es Tarbes;
- ✓ Al lado español, la carretera A-138 depende del Gobierno de Aragón.

*Imagen 1 : Localización del túnel de Bielsa - Aragnouet*

Según el Anexo 2 del Boletín interministerial nº2000-63 del 25 de agosto de 2000 (relativo a la seguridad de los túneles de la red de carreteras nacional) el túnel de Bielsa - Aragnouet se clasificará en la categoría de los túneles:

- ✓ Túnel no urbano;
- ✓ 1 tubo bidireccional de día (excepto por paso de vehículos pesados VP) y en tubo alternando unidireccional de noche (22h00-6h00) y por cada paso de VP;
- ✓ Tráfico menor;
- ✓ Gálibo superior a 3,50 m;
- ✓ Tráfico no autorizado de materias peligrosas;
- ✓ Autorizados a los VP y autocares.

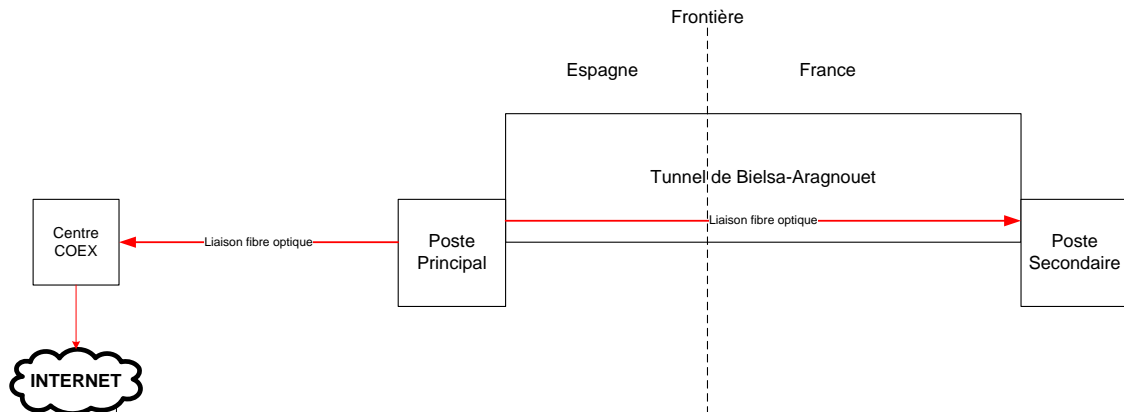
## 1.2 Dispositivos de vigilancia

La vigilancia es de nivel D3 – Vigilancia humana no permanente. Está garantizada por el explotador a partir de uno de los 4 PC (Puestos de Control) siguientes:

- ✓ El puesto de control principal ubicado al pico Sur del Ado español;
- ✓ El puesto de control secundario, ubicado al pico Norte del lado francés;
- ✓ El puesto de control a distancia COEX, ubicado a 4,5 km del túnel lado español sobre la carretera A-138, y conectado con el puesto de control principal por fibra óptica;
- ✓ El puesto de control móvil gestionado por el operador de guardia que permite una gestión a distancia de la GTC a través de una conexión VPN.

El túnel puede estar pilotado por un sólo puesto de control a la vez.

El puesto de control secundario es un anexo de los puestos de control principal y COEX. Permite la visualización del estado del equipamiento. En caso necesario, también da acceso a los controles del equipamiento. Por otra parte, este puesto de control puede proveer informaciones prácticas a propósito del interior del túnel a unos bomberos franceses en caso de incendio.



*Imagen 2 : Organización de la vigilancia del Túnel de Bielsa - Aragnouet*

La Red de Llamadas de Emergencia no transita por el puesto de control, pero llega directamente al Centro de llamadas del 112 SOS ARAGON en Zaragoza en el lado español y al Centro de Operaciones de la Guardia Civil en Tarbes.

### 1.3 Medio ambiente natura

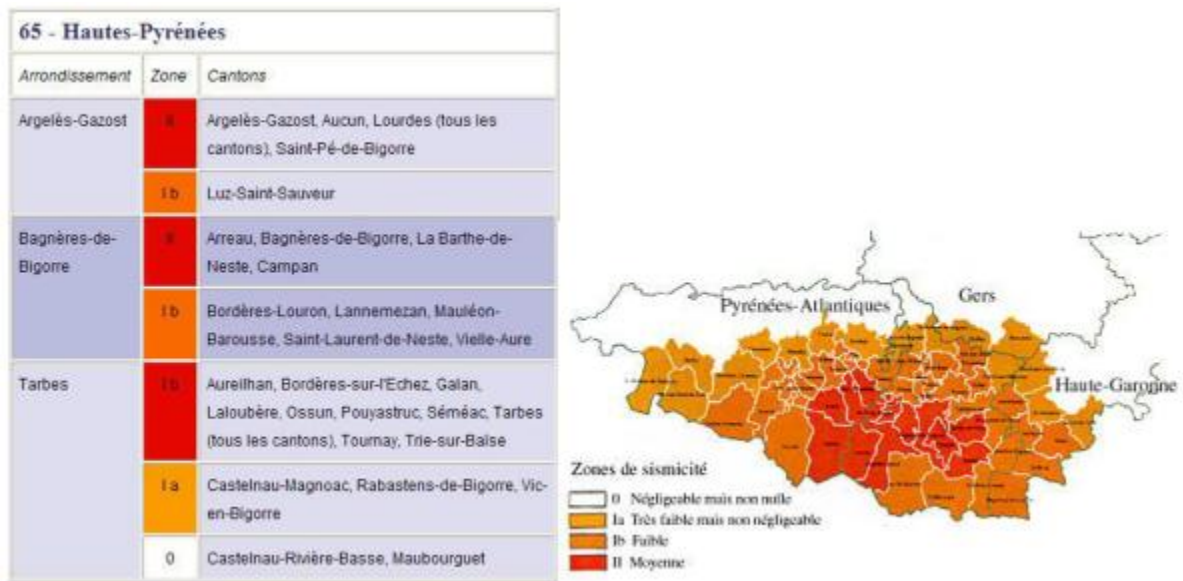
#### 1.3.1 Sismicidad

Una zonificación sísmica fue establecida en Francia por cantón (Decreto n°91-461 del 14 de mayo de 1991, extracto del boletín oficial del 17 de mayo de 1991).

La escala definida es la siguiente:

- ✓ Zona 0: sismicidad desdeñable pero distinta de cero;
- ✓ Zona Ia: sismicidad muy baja pero no insignificante;
- ✓ Zona Ib: sismicidad menor;
- ✓ Zona II: sismicidad media;
- ✓ Zona él: sismicidad mayor.

El Túnel de Bielsa - Aragnouet, ubicado en el departamento de los Altos Pirineos es clasificado en zona Ib (sismicidad menor).



*Imagen 3 : Evaluación de los riesgos sísmicos en el departamento de los Altos Pirineos*

### 1.3.2 Climatología de la zona

La región a la cual pertenece el Túnel de Bielsa - Aragnouet, ubicada en los Altos Pirineos y en la región de Aragón se caracteriza por un clima suboceánico.

#### 1.3.2.1 Precipitaciones

Las precipitaciones en terreno son relativamente importantes. Difieren en función de la exposición y de las laderas, pero se vuelven abundantes alrededor de las cordilleras fronterizas. La media pluviométrica es de 100 à 150 cm / año.

#### 1.3.2.2 Temperatura

Las temperaturas habituales de la estación de Tarbes-Ossun muestran un clima más o menos suave y llovisoso, pero no evidencian la grande variabilidad de los parámetros meteorológicos como las precipitaciones, las temperaturas y la insolación.

La temperatura media anual (12 °C) es relativamente alta con una amplitud estacional bastante baja, 6 °C como promedio en invierno y 19 °C en verano. La amplitud térmica puede alcanzar entre 13 y 14 °C (isoterma 0 °C a los 1 200 m en enero – isoterma 10 °C a los 1 850 m en julio).

Sin embargo, el pico de temperatura mínima alcanzado en invierno es de -18 °C en enero de 1985, y la temperatura supera los 30 °C en verano. Estas temperaturas altas son típicas del efecto de Foehn, debido al terreno de los Pirineos.

Una campaña de medición de las temperaturas adentro del túnel fue realizada entre febrero 2011 y febrero 2012. Los resultados son los siguientes:

	02/11	03/11	04/11	05/11	06/11	07/11	08/11	09/11	10/11	11/11	12/11	01/12	02/12
Mínimo	2,12	2,74	5,48	6,1	1,94	7,8	8,64	9,80	5,92	5,98	0,67	0,17	-7,5
Media	3,77	4,76	7,42	8,76	8,87	10,84	12,93	12,29	9,35	8,22	4,43	4,41	-1,58
Máximo	5,74	6,68	11,24	12,5	14,28	14,06	18,2	14,72	13,3	16,55	8,1	7,47	6,33

*Tabla 1 : Valores medios, máximo y mínimo de la temperatura adentro del Túnel de Bielsa - Aragnouet entre febrero de 2011 y febrero de 2012*

### 1.3.2.3 Corrientes de aire naturales

Una campaña de medición de la velocidad del corriente de aire adentro del túnel fue realizada entre febrero 2011 y febrero 2012. Los resultados son los siguientes:

Percentil 95 de velocidad (m/s)			
Dirección	Sin distinción horaria	De 8 h 00 hasta h00	De 0 h 00 hasta 8 h 00
Francia	3,46	3,5	3,44
España	4,06	4,15	3,98
Cifra ausente	3,86	4,01	3,75
Percentil 97 de velocidad (m/s)			
Dirección	Sin distinción horaria	De 8 h 00 hasta 0h 0	De 0 h 00 hasta 8 h 00
Francia	3,68	3,8	3,64
España	4,31	4,4	4,24
Cifra ausente	4,16	4,3	4,04
Percentil 99 de velocidad (m/s)			
Dirección	Sin distinción horaria	De 8 h 00 hasta 0 h 00	De 0 h 00 hasta 8 h 00

Francia	4,32	4,44	4,14
España	4,8	4,96	4,65
Cifra ausente	4,67	4,78	4,54

*Tabla 2 : Resultados de la campaña de medición de velocidad del aire adentro del túnel*

#### 1.3.2.4 Nieve y riesgos de avalanchas

El túnel está sometido a los fenómenos meteorológicos propios a los macizos montañosos: nieblas heladas, nieve...

Las dificultades de mantenimiento de las carreteras de acceso al Túnel de Bielsa - Aragnouet en invierno se caracteriza por riesgos mayores de avalanchas sobre la ladera francesa.

	Altura de la nieve acumulada	Temperatura media	Temperatura < 0°C	Cadenas obligatorias	Cadenas recomendadas	Calle cerrada
	m	°C	Días	Días	Días	Días
Invierno 2008 / 2009	14,80	-3,5	114	29	37	5
Invierno 2009 / 2010	7,26	-2,3	116	30	51	2,5
Invierno 2010 / 2011	4,21	-0,8	108	15	21	1
Invierno 2011 / 2012	4,61	-0,8	116	12	20	1,5
Invierno 2012 / 2013	-	1,17	73	15	22	7
Invierno 2013 / 2014	-	1,33	74	23,50	23,50	2
Invierno 2014 / 2015	-	2,03	80	156,75 horas	237,5 horas	271,6 horas
Invierno 2015 / 2016	10,01	3,48	63	132 horas	254,25 horas	378,3 horas

*Tabla 3 : Histórico de nieve al Norte del Túnel de Bielsa – Aragnouet*



La carretera de acceso al túnel de Bielsa – Aragnouet está amenazada en el lado francés por 29 Vertientes de avalancha. La parte de carretera afectada por una posible fila de vehículos debida a la alternación está amenazada por 6 Vertientes de avalancha que todas están ubicadas en la orilla izquierda del Este de Saux. Aquellas son las Vertientes entre 171 y 175 y la nº18.

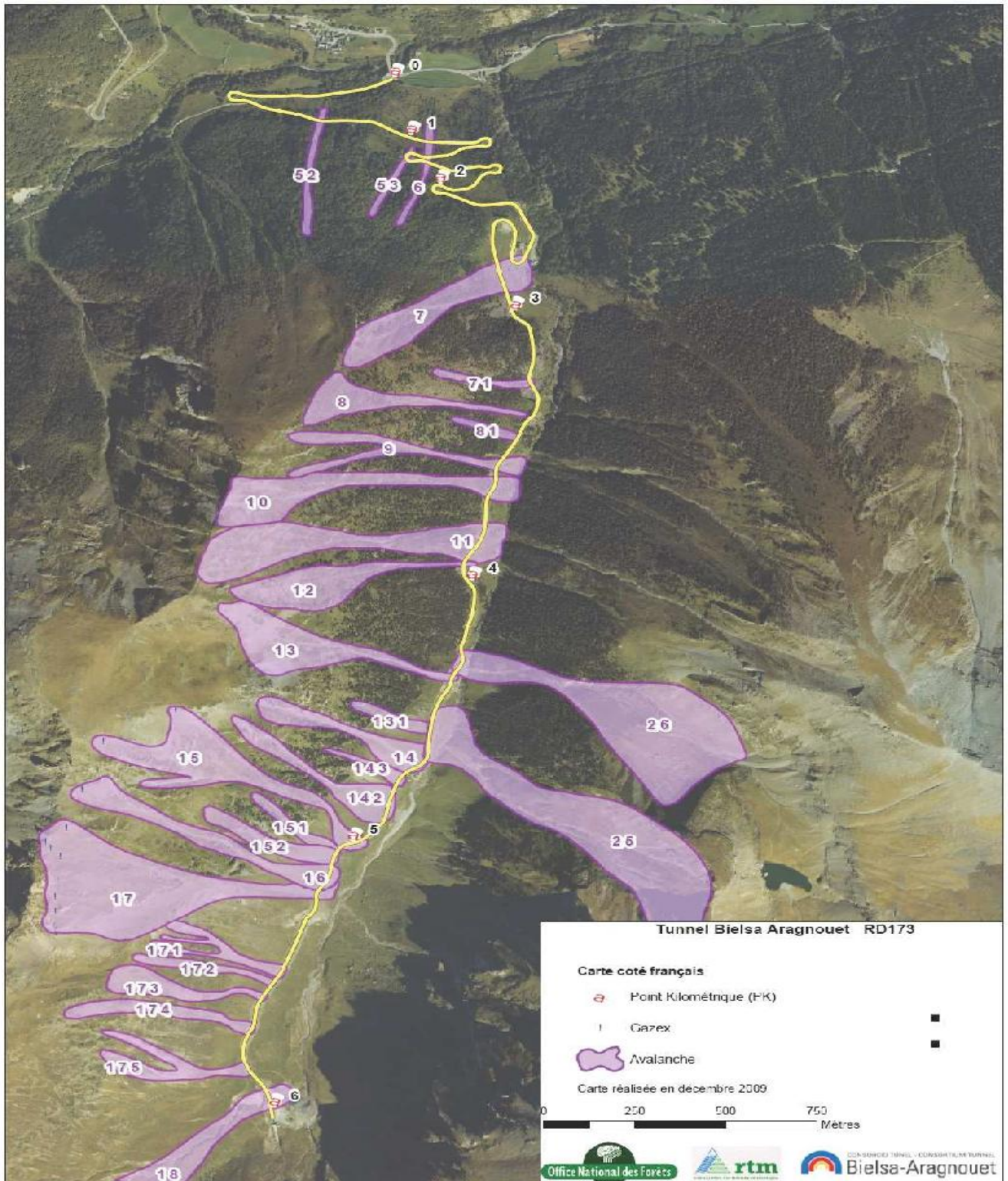
La cuenca de donde viene la avalancha 18 es de 45 ha con un cauce que mide 1 500 m atravesando la carretera cerca de la entrada Norte del túnel y llegando hacia el torrente. Cada año y por varias veces, avalanchas mayores ocurren en la Vertiente de exposición Noreste. Se puede que sea nieve reciente o nieve pesada. Sin embargo, esta nieve raramente llega hasta la carretera. Lo más cercano que se ha podido observar en estos 19 últimos años es de 100 m de distancia.

Las Vertientes entre 171 y 175 son ramificaciones de cinco aludes sucediendo en una zona de avalancha que mide 25 ha, y de exposición Este. Cada Vertiente de avalancha mide aproximadamente 400 m y llega directamente sobre la carretera, pero sólo cruza excepcionalmente. Aludes de nieve reciente ocurren a menudo en estas Vertientes y algunas llegan hacia la carretera. En general, se puede notar que son uno de cinco aludes que llegan hacia la carretera cada año.

Dado que estas avalanchas son de importancia menor y que más ocurren en tiempo de nieve, no se notan y pueden estar solucionadas con dispositivos de quitanieves ya que sólo le parecen a una fuerte acumulación de nieve.

Sin embargo, la cantidad de nieve acumulada es suficiente para mover un vehículo ligero.

La carretera de acceso del lado francés RD 173 dispone de un Plan de Intervención por Avalanchas (PIA).



*Imagen 4 : Cartografía de los pasillos de avalancha – RD 173 Entrada norte del túnel de Bielsa - Aragnouet*

Los lugares con riesgos de avalancha del valle Barranco-Pinara (lado español) son aludes de avalancha que conducen directamente a la carretera A-138, esta es una vía muy concurrida durante el periodo del invierno pues conduce la clientela española hacia las estaciones de esquí.

Estas fueron las observaciones particulares hechas por el servicio RTM, en la redacción del Plan de Protección Integral de la carretera lores de la escritura en agosto de 2011 Plan de Protección completa de la A-138 en agosto de 2011:

✓ Vertiente nº 9: Canal Parez Puerto

A pesar del desnivel del fondo del torrente, las avalanchas que vienen de esta Vertiente ya han alcanzado la carretera. Su cuenca de fuente orientada Suroeste toca el pico de la frontera donde, a veces, hay fuertes nieves. Esta cuenca fuente es importante y puede acumular grandes cantidades de nieve.

✓ Vertiente nº 10

Este alud nunca llegó hasta la carretera. Durante aquel día, ninguna intervención es aconsejada en esta Vertiente.

✓ Vertiente nº 11 Cerro la Burza

Este alud nunca llegó hasta la carretera. Durante aquel día, ninguna intervención es aconsejada en esta Vertiente.

✓ Vertiente nº 12 Churro Pinarra 1

La cuenca fuente de esta Vertiente es pequeña, pero con inclinación fuerte, no representa un gran riesgo de acumulación. No obstante, las inclinaciones de esta cuenca pueden acarrear aludes. Además, la configuración de la zona de llegada del alud sobre la salida Sur del túnel puede hacer aquél alud peligroso para el acceso al túnel.

✓ Vertiente nº 13 Churro Pinarra 2

Esta Vertiente, tiene una configuración muy similar a la precedente pero su llegada es mucho menos problemática y no representa una amenaza particular. Por eso, ninguna intervención es aconsejada en esta Vertiente.

✓ Vertiente nº 14 Boca Sur del túnel

Este alud que a veces puede llegar sobre la carretera en la entrada Sur del Túnel está provista de una protección pasiva sobre su parte inferior: merlón y trampa para nieve. El acondicionamiento parece suficiente para esta avalancha. Por eso, ninguna intervención es aconsejada en esta Vertiente.

✓ Vertiente nº 15 Cave Puerto

Se trata de una Vertiente muy grande con acumulaciones importantes. Su funcionamiento es complejo a causa de su topografía. Al nivel medio, hay un llano que derriba una gran parte de los aludes que no se ven desde la calle. Cuando las acumulaciones están suficientes y según los casquillos de aludes antiguos de la parte baja. Esta avalancha puede seguir dos trayectorias diferentes: dirigirse hacia la entrada Sur del túnel, o dirigirse hacia la calle de acceso. Estas avalanchas alcanzan la carretera a menudo.

✓ Vertiente nº 16 Pared de Cave Puerto

Esta Vertiente es una inclinación lisa y dura, lo que no favorece las grandes acumulaciones. En la parte baja, su llegada se confunde con la parte baja de la Vertiente nº15. Las soluciones evocadas para la Vertiente nº15 serán válidas también para esta.

✓ Vertiente nº 17

Este alud acumula la nieve de varias Vertientes estrechas y con inclinación dura. Su zona de llegada es más o menos boscosa y se nota que la vaguada principal desaparece en parte baja, lo que causa una dispersión de los aludes que llegan hasta la calle en algunos puntos.

✓ Vertiente nº 18

Este alud tiene misma forma que el precedente. Procede de varias Vertientes estrechas duras. Su zona de llegada es más o menos boscosa y se nota que la vaguada principal desaparece en parte baja, lo que causa una dispersión de los aludes que llegan hasta la calle en algunos puntos.

✓ Vertiente nº 19 Talud 1

Se trata de aludes de envergadura menor ocurriendo cerca de la carretera y que la alcanzan.

✓ Vertiente nº 20 Talud 2

Se trata de un alud rellenando un gran talud de la carretera, de envergadura modesta pero que puede obstruir la calle.

## 1.4 ENTORNO HUMANO

El túnel de Bielsa - Aragnouet se ubica en el macizo Pirineo a una altitud de 1 820 m y conecta el valle de Aure con el de Bielsa.

Del lado francés, el pueblo de Aragnouet se ubica a unos quince kilómetros de la estación de esquí Piau-Engaly, y tiene 242 habitantes según el último censo (2013).

Al lado español, se ubica el pueblo de Bielsa en el valle de Pineta, donde hay 496 habitantes (2014).

## 1.5 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA OBRA

### 1.5.1 Características generales

<b>Directores de obra</b>	Consejo General de los Altos Pirineos (Francia) Gobierno de Aragón (España)	<b>Gálibo autorizado por las entradas</b>	4,30 m de altura Altura debajo del arco de 5,38 m.
<b>Administrador del túnel</b>	Consortio para la gestión, la conservación y la explotación del Túnel de Bielsa - Aragnouet y de sus accesos	<b>Gálibo interior</b>	4,45 m de altura
<b>Tipo característico del túnel</b>	Túnel mono tubo con tráfico alternado entre mono et bidireccional	<b>Radio en plan de la línea</b>	Línea rectilínea



<b>Longitud</b>	3 070 m (1 306 m al lado español – 1 764 m al lado francés)	<b>Perfil transversal de una dirección de circulación</b>	anchura 7,50 m calle de 6 m (2 veces de 3m) aceras de 0,50 a 0,70 m, altura 0,18 m
<b>Inclinación</b>	2 %, inclinación ascendente del pico francés al punto alto (PK 2850) 5,11 %, inclinación descendente del punto alto hacia España	<b>Tipo de firme de la calle</b>	Hormigón bituminoso
<b>Altitudes</b>	Pico España: 1 664 m Pico Francia: 1 821 m	<b>Tipo de revestimiento de las paredes</b>	Hormigón
<b>Espesor máximo de roca en vertical</b>	830 m		

### 1.5.2 Normas de tráfico

<b>Velocidad máxima autorizada</b>	60 km/h por todos los vehículos 50 km/h en modo M0	<b>Tráfico (TMJA 2009)</b>	987 vehículos / día incluso 3,4 % de VP (aproximadamente 34 VP)
<b>Duración de la travesía</b>	4 min por 60 km/h	<b>Tráfico (TMJA 2008)</b>	998 vehículos / día incluso 3,1 % de VP (aproximadamente 31 VP)
<b>Distancia entre los vehículos</b>	100 m	<b>Tráfico (TMJA 2007)</b>	1027 vehículos / día incluso 3,5 % de VP (aproximadamente 36 VP)
<b>Distancia cuando parado</b>	100 m	<b>Tráfico (TMJA 2006)</b>	1041 vehículos / día incluso 3,4 % de VP (aproximadamente 35 VP)
<b>Tráfico (TMJA 2015 - 2016)</b>	924 vehículos / día incluso 9,63 % de VP (aproximadamente 89 VP / día)	<b>Régimen TMD</b>	TMD no autorizados en la obra
<b>Tráfico (TMJA 2014 - 2015)</b>	874 vehículos / día incluso 8,47 % de PL (aproximadamente 74 VP / día)	<b>Explotación</b>	El túnel está abierto 24h/24 todo el año. Explotación D3: Vigilancia humana no permanente
<b>Tráfico (TMJA 2011)</b>	1097 vehículos / día (datos del periodo entre el 01/01/2011 y el 12/09/2011, por la clausura del túnel)		

1.5.3 Lista de equipamiento del túnel

1.6 Ventilación	1.7 El sistema de ventilación es de tipo longitudinal por aceleradores.	1.9 Alumbrado de evacuación	1.10 No
	1.8 55 aceleradores en arco separados con 55m.	1.11 Alumbrado	1.12 Alta presión. Refuerzo en las entradas
1.13 Anemómetros	1.14 5	1.15 Alumbrado de seguridad	1.16 Si
1.17 Sistema inteligente de gestión de tráfico	1.18 La circulación de los vehículos fue realizada según 4 modos de explotación, aplicados por el sistema inteligente de gestión del tráfico.	1.21 Detección de incendios	1.22 Si, por cable Fire laser
	1.19 Circulación bidireccional para los VL.	1.23 Opacímetros	1.24 6
	1.20 Circulación alternando unidireccional para los VP.	1.25 Sensores de contaminantes (CO et NO2)	1.26 7 NO <sub>2</sub> et 6 CO
1.27 GTC – Gestión Técnica Centralizada	1.28 Si	1.29 Refugios seguros	1.30 No
1.31 DAI – Detección Automática de Incendio	1.32 Si	1.33 Fil d'Ariane	1.34 No
1.35 Número de cámara de vídeo vigilancia DAI	1.36 65	1.37 Saneamiento	1.38 Peralte de la calle de 2% lado Este 1.39 1.40 Escurrido en contrafuerte Estos espaciados de 50 m 1.41 1.42 Colector debajo de la calle hacia la cuenca de almacenaje exterior del túnel
1.43 Sistema de conteo de vehículos	1.44 Si, 8 en ambas direcciones de circulación		
1.45 Sistema de conteo y clasificación de los vehículos	1.47 3 a lo largo de cada acceso. 1.48 1 a la entrada del túnel y 1 en la salida		
1.46			
1.49 Radars de control de la	1.50 2 (1 en cada dirección de circulación)		

velocidad			
1.51 Salida de emergencia	1.52 El túnel no dispone de una salida de emergencia ni siquiera de refugio	1.53 Puesto de Llamada de Emergencia	1.54 17 PLE están instalados en el túnel y en sus entradas. 1.55 Todos los PLE están al lado Este.
1.56 Nichos SOS	1.57 Número		
	1.58 Distancia entre los nichos 200 m		
	1.59 Extintores		
	1.60 Puesto de Llamada de Emergencia Si		
1.61 Señalización	1.62 Paneles de señalización de los nichos: 16 alumbrados		
1.63 Sistema de detección de presencia en el nicho SOS	1.64 i	1.65 adicomunicaciones / GSM	1.66 i
1.67 Red de incendio	1.68 Tubería de agua a presión: Ø 15 cm		
	1.69 Flujo MIN: 2.000 litros/min		
	1.70 Presión MIN : 6 bar		
	1.71 Nichos incendio :17 (1 cada 180 m)		
	1.72 Tanque de agua: 2 (de 120 m <sup>3</sup> cada uno)		



### Equipo de gestión del tráfico

1.74 En sentido ascendente del túnel al lado español (al nivel del centro COEX (a 4,5 km de distancia de la entrada del túnel)

- 1/2 barreras de cierre controladas por remotos a 4,5 km para cerrar el acceso al túnel, con semáforo bicolor integrado;
- 1 PMV;
- señal permanente tratando de la existencia de puertas de control del gálibo;
- 1 puerta de advertencia de prohibición de tránsito para los vehículos de más de 4.3 m;
- 1 puerta prohibiendo el acceso al túnel a los vehículos más allá de de 4.3 m;
- 1 señal luminoso indicando «Túnel cerrado».

1.75 Entrada Sur (España)

- 1 ensamblaje de fuegos R21a, R21b y B14 «70» sobre el frontón (señal indicando la prohibición de tomar la vía ubicada debajo y la limitación de velocidad por 70 km/h);
- 1/2 barrera de cierre controlada al nivel de la entrada para cerrar el acceso al túnel, con semáforo bicolor integrado;
- 1 señal luminoso indicando «Túnel cerrado».
- 1/2 barrera de cierre con control por remoto a 43 m de distancia de la entrada para cerrar el acceso el túnel, y con semáforo bicolor integrado;
- 1 semáforo R22 (tricolor) a 48 m de distancia de la entrada;
- 1 PMV de 800 mm x 800 mm indicando el tiempo de espera a 138 m de distancia de la entrada;
- 1 semáforo R22 (tricolor) a 138 m de distancia de la entrada.

1.76 En sentido ascendente del túnel al lado francés al nivel del puente "Pont des Templiers" (a 6,1 km de distancia de la entrada del túnel)

- 1/2 barreras de cierre controladas por remotos a 4,5 km para cerrar el acceso al túnel, con semáforo bicolor integrado;
- 1 barrera mecánica para cerrar el acceso al túnel
- 1 PMV indicando incidentes dentro del túnel de 2 x 15 líneas de caracteres.

1.77 En sentido ascendente del túnel del lado francés al nivel de la aduana antigua (4 km de la entrada del túnel)

- 1 puerta de advertencia de prohibición de tránsito para los vehículos de más de 4.3 m;

1.78 Entrada Norte (Francia)

- 1 ensamblaje de fuegos R21a, R21b y B14 «60» sobre el frontón (señal indicando la prohibición de tomar la vía ubicada debajo y la limitación de velocidad por 60 km/h)
- 1 puerta de advertencia de prohibición de tránsito para los vehículos de más de 4.3 m a 50 m de distancia de la entrada;
- 1/2 barrera de cierre con control por remoto a 22 m de distancia de la entrada para cerrar el acceso el túnel, y con semáforo bicolor integrado;
- 1 PMV de 3 líneas de 19 caracteres, ubicado a 24 m de distancia de la entrada, para indicar el tiempo de espera ante el fuego verde y las consecuencias sobre el túnel;
- 1 semáforo R22 (tricolor) a 24 m de distancia de la entrada.
- 1 barrera mecánica a 80 m de distancia de la entrada;
- 1 PMV de 800 mm x 800 mm indicando el tiempo de espera a 130 m de distancia de la entrada;
- 1 semáforo R22 (tricolor) a 130 m de distancia de la entrada.

1.79 En túnel

- 9 ensamblaje de fuegos R21a, R21b y B14 «60» (señal indicando la prohibición de tomar la vía ubica)
- 6 fue R23 (bicolores), inter-distantes de circa 800 m;

#### 1.79.1 Activación de la alerta / intervención

1.80	Encargado de la activación de la alerta	1.81	Operador al puesto de control entre 6 y 22 h Alarma GTC + operador de guardia entre 22h y 6h	1.82	Servicio de remolque	1.83	Si, para los vehículos ligeros
1.84	Primera intervención interna	1.85	Si	1.86	Alerta de los Servicios Públicos	1.87	Bomberos: CODIS y 112
1.90	Número de intervenciones	1.91	2			1.88	
1.92	Vehículos de intervención	1.93	Pick-up equipado			1.89	Prefectura / Autoridades judiciales: DGA (Gobierno de Aragón) y CG65 (de guardia)

*Tabla 4 : Resumen de las características principales de la obra*

## 2 Disposiciones de Ingeniería Civil

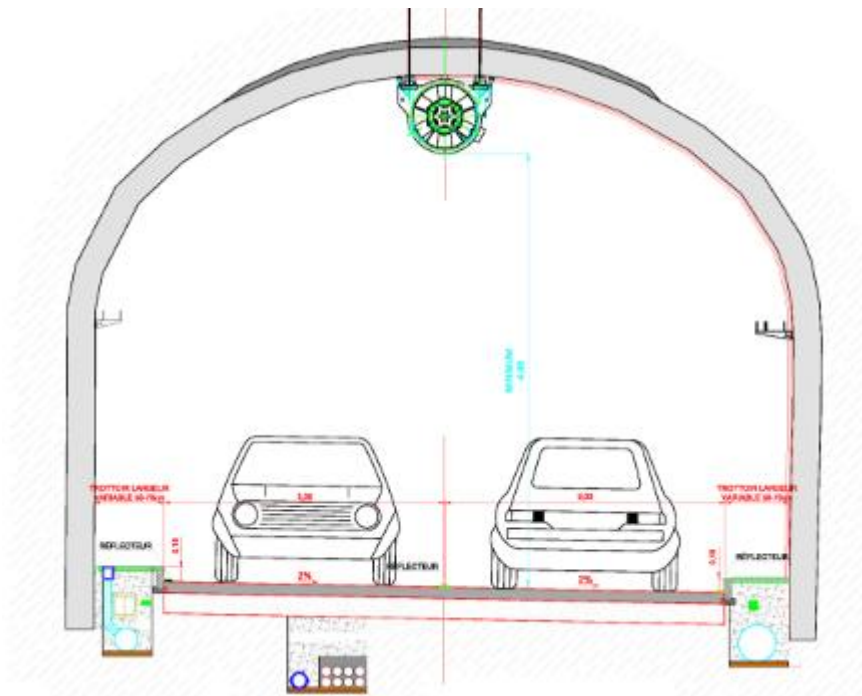
### 2.1 CALLES Y ACERAS

#### 2.1.1 Perfil transversal de la obra

El perfil transversal de la obra se compone de 2 vías de circulación:

- ✓ Aceras traspasables (18 cm de altura, anchura variable entre 0,50 y 0,70 m de cada lado de la calle);
- ✓ 2 vías de circulación de 3 m de anchura cada una.

En caso de bloqueo de una vía de circulación, la circulación de vehículos de emergencia es posible sobre la segunda vía.



*Imagen 5 : Perfil transversal*

#### 2.1.2 Firme de la calle

La calle es en hormigón bituminosos no drenando sobre toda la línea.

### 2.2 EQUIPAMIENTOS PARA LA EVACUACION, LA PROTECCION DE LOS USUARIOS Y EL ACCESO DE LA AYUDA DE EMERGENCIA

#### 2.2.1 Comunicaciones directas hacia el exterior

El acceso al túnel pasa solamente por las entradas. La obra no dispone de salida de emergencia.

### 2.2.2 *Equipamiento en subterráneos*

La obra no dispone de una galería de seguridad paralela al túnel ni siquiera de refugio.

## 2.3 **EQUIPAMIENTO RESERVADO A LOS VEHICULOS DE EMERGENCIA**

### 2.3.1 *Equipamiento del túnel*

El túnel está equipado de una zona de estacionamiento en el centro de la obra permitiendo así el giro de los vehículos de emergencia. Un local técnico está en esta zona de estacionamiento.

Esta zona de estacionamiento se ubica al lado Este del tubo.



*Imagen 6 : Zona de estacionamiento en medio del túnel*



*Imagen 7 : Alarma y cables en la obra*

### 2.3.2 Equipamiento de las entradas

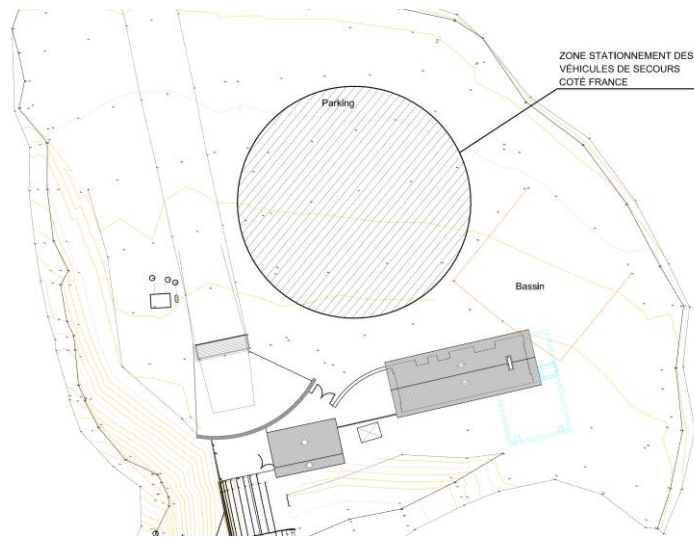
#### ✓ **Entrada Francesa**

Una zona de estacionamiento es localizada cerca de la entrada Norte del túnel. La ubicación disponible garantiza la zona mínima de 12 m de longitud y de 3 m de anchura establecido por la IT.

#### ✓ **Entrada Española**

Una zona de estacionamiento utilizable por los vehículos de emergencia está cerca de la entrada Sur del túnel. La ubicación disponible garantiza la zona mínima de 12 m de longitud y de 3 m de anchura. La zona está materializada en el suelo gracias a pequeñas columnas con cadenas.

Se pueden ver más adelante los planos y simulaciones fotográficas en 3D de estos equipamientos en ambas entradas del túnel.

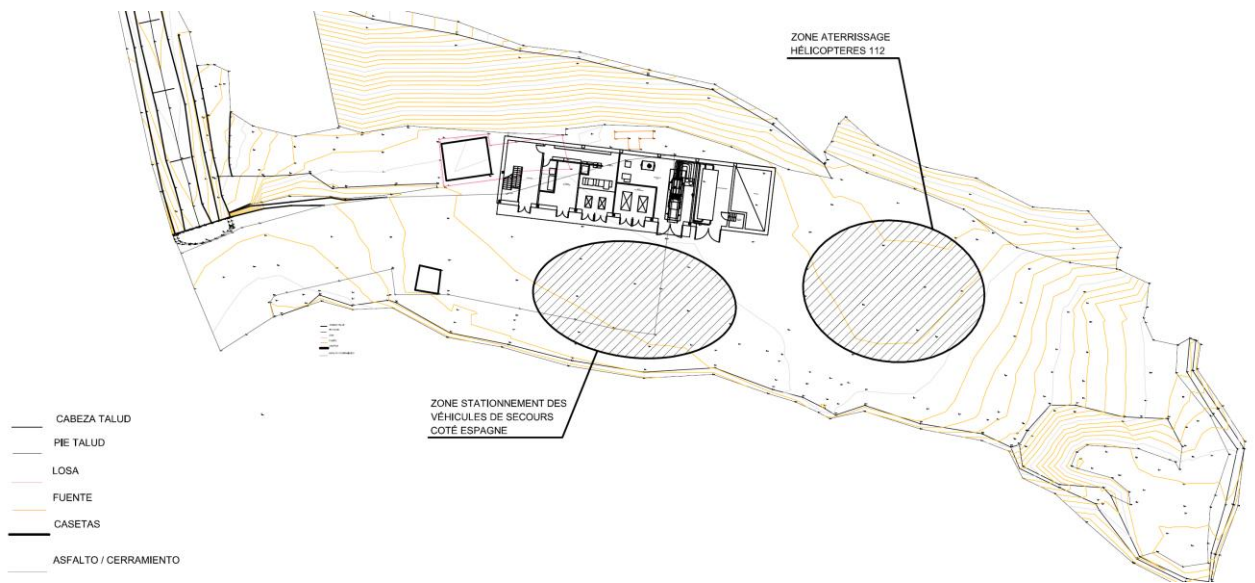


*Imagen 8 : Vista en 2D de la superficie en la entrada norte*



*Imagen 9 : Simulación 3D de la entrada norte del túnel*





*Imagen 10 : Implantación de la zona de parqueo de los vehículos de emergencia en la entrada española*



*Imagen 11 : Simulación 3D de la superficie en la salida Sur*

## 2.4 NICHOS DE SEGURIDAD

El túnel no posee ningún nicho de seguridad como lo contempla la Instrucción Técnica relativa a los dispositivos de seguridad en los nuevos túneles de carretera.

Sin embargo, 16 samblaje compuestos de un panel eléctrico secundario, de 2 extintores y de 2 enchufes poderosos, instalados al lado Este cada 200 m aproximadamente.

## 2.5 NICHOS DE INCENDIO

Algunos puntos de abastecimiento de agua están distribuidos cada 180 m aproximadamente e implantados Dell Ado Oeste en los nichos de incendio.

El túnel está provisto de 17 palos de incendios.

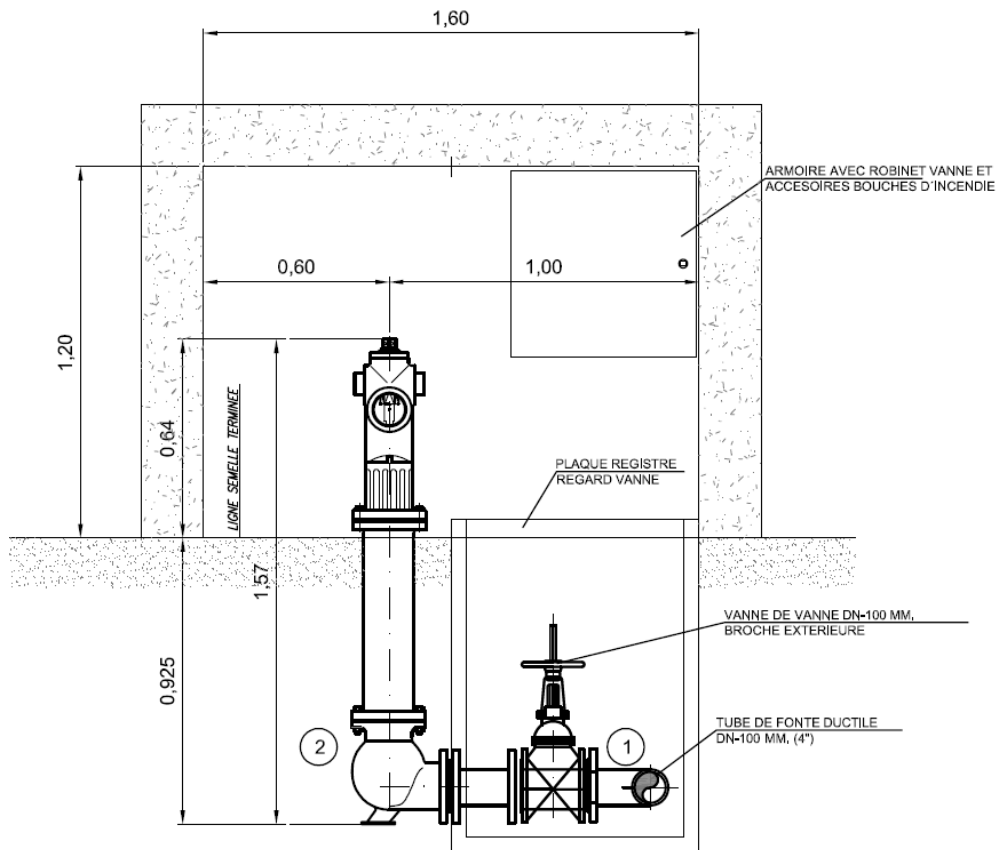


Imagen 12 : Nicho de incendio



## **2.6 PISTA PARA HELICOPTERO**

No existe pista oficial para helicóptero, pero es posible que uno aterrice cerca de la entrada francesa al lado de la zona reservada al estacionamiento de vehículos de emergencia. Al lado español, fue instalada una explanada que también permite que aterrice un helicóptero de los servicios de emergencia.

## **2.7 DISPOSITIVOS EVITANDO EL PASO DE HUMOS DE UN TUBO HACIA EL OTRO**

Sin objeto, el Túnel de Bielsa - Aragnouet es un túnel mono tubo.

## **2.8 ACCESSIBILIDAD PARA LOS DISCAPACITADOS**

Sin objeto pues no hay galería de comunicación, de refugio o de salida de emergencia.

A pesar de todo hay que notar que hay una acera al nivel de los contrafuertes que impide el acceso al PLE para personas discapacitadas.

## **2.9 SANEAMIENTO**

### *2.9.1 Desagüe del agua infiltrada*

Un sistema de desagüe permite canalizar las infiltraciones de agua dentro de la roca hacia los desagües.

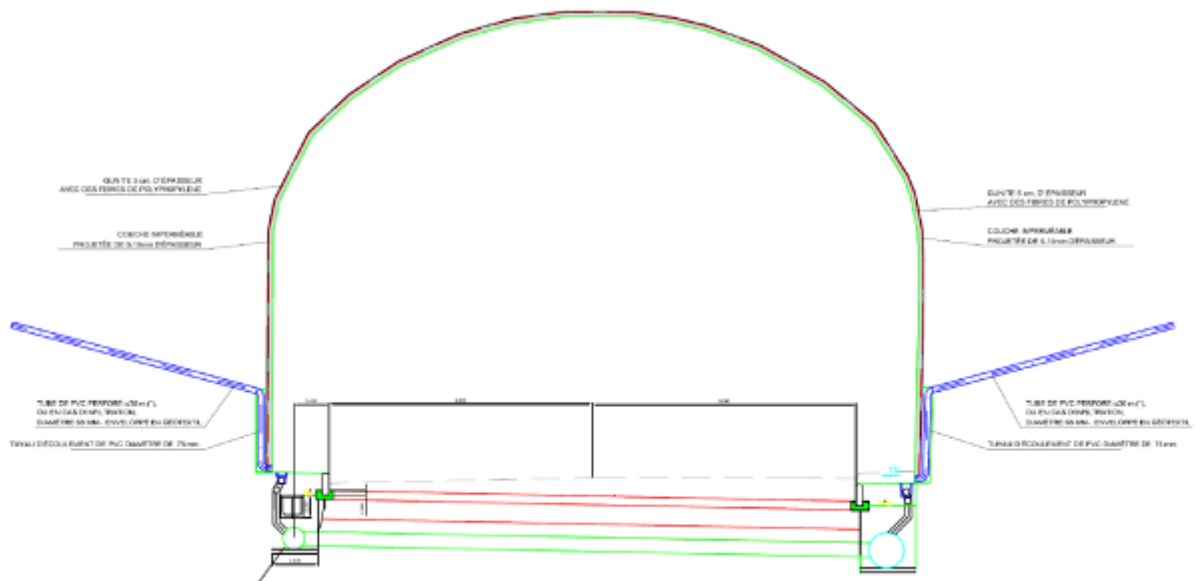
Este sistema llamado «Desagüe californiano» es compuesto de un tubo PVC de 65 mm de diámetro que fluye cada 30 m en un canalón a lo largo de la pared. El agua es recuperado y enviado hacia el desagüe a través de tubos PVC separados por 50 m al nivel de las alcantarillas.

Obras de impermeabilización fueron realizadas para impedir las infiltraciones de agua adentro del túnel fueron realizados para impedir las infiltraciones de aguas. Estas obras permitieron redirigir las infiltraciones hacia las tuberías previstas para el desagüe. Las obras consistieron en:

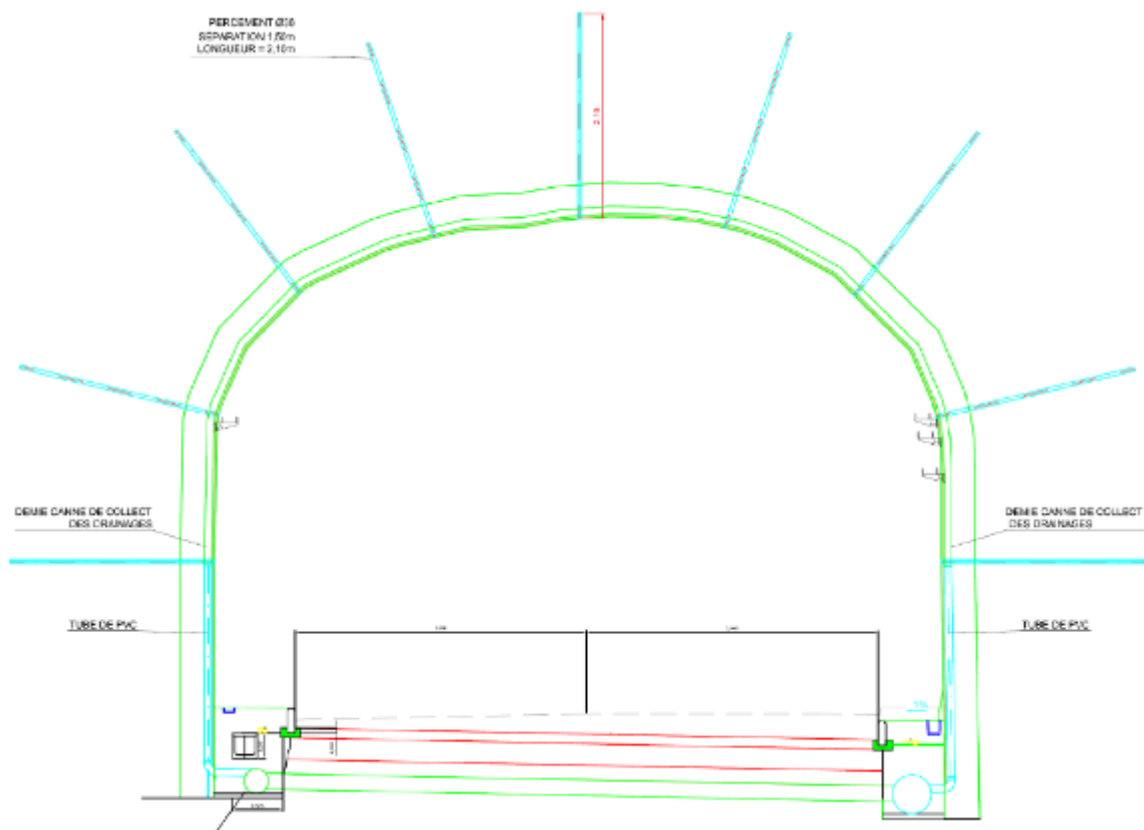
- ✓ Proyección de una membrana como revestimiento impermeabilizante. Esta protección fue realizada sobre dos secciones: por una parte, entre los PK 0+044 y 0+119, y, por otra parte, entre los PK 2+550 et 3+020;
- ✓ Guiñar y sellado de las fisuras donde se notan infiltraciones

Por otra parte, un sistema de desagüe perimétrico está instalado desde el PK 1+400 hacia la entrada Norte del túnel.

Los esquemas siguientes muestran cortes transversales al nivel de los desagües californianos y perimétricos:



*Imagen 13 : Sistema de desagüe. Desagüe californiano*



*Imagen 14 : Sistema de de desagüe. Desagüe perimétrico*

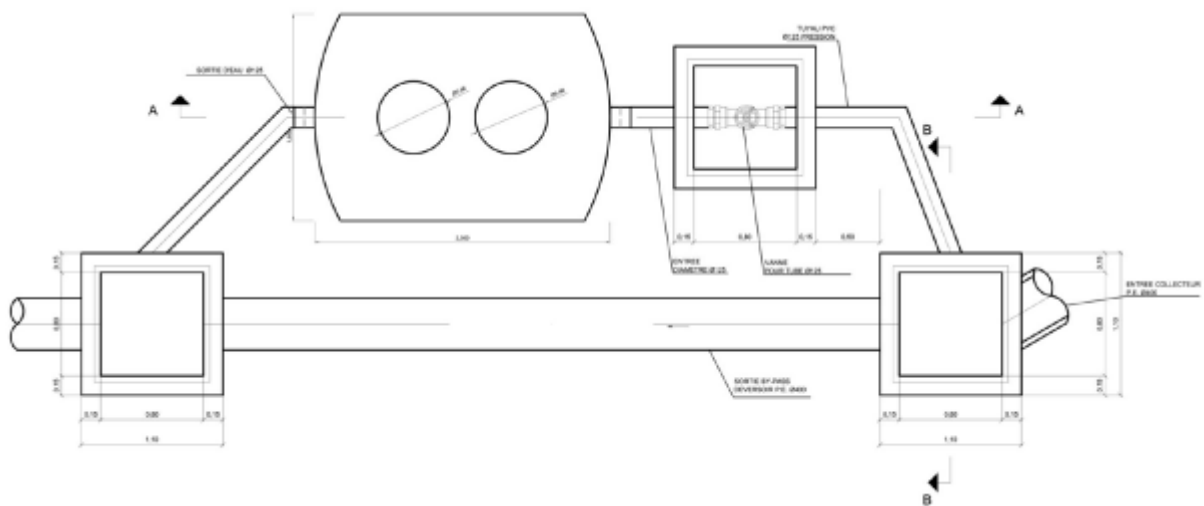
### 2.9.2 Gestión de las aguas de calle

El sistema de saneamiento se compone de un desagüe principal de  $\varnothing$  400 mm de diámetro que pasa debajo de la acera al lado Este. Del lado Oeste, el desagüe debajo de la acera es de diámetro  $\varnothing$  250 mm y se conecta con el desagüe principal todos los 500 m.

El túnel dispone de un párele de 2% aproximadamente (inclinación descendente hacia el contrafuerte Este del túnel) con alcantarillas / drenaje dispuestos al lado Este cada 50 m.

Las aguas del túnel fluyen gracias a la gravedad hacia la entrada español excepto para los primeros metros, en el lado francés donde las aguas fluyen hacia la entrada francesa.

Un sistema de separación de los hidrocarburos instalado en cada entrada de la obra permite retener los líquidos peligrosos, con un flujo respectivo de 30 l/s en la entrada español y de 6 l/s en la entrada francesa. Las aguas sin hidrocarburos son vertidas en un arroyo.



*Imagen 15 : Sistema de separación de los hidrocarburos*

### 3 Equipamiento de seguridad

#### 3.1 VENTILACION

##### 3.1.1 Principios y objetivos

El sistema de ventilación del túnel de Bielsa - Aragnouet fue elaborado para poder responder a los objetivos siguientes:

- ✓ Asegurar un movimiento de aire suficiente para mantener tasas de contaminación aceptables adentro de la obra (ventilación sanitaria);
- ✓ Controlar el humo en caso de incendio dentro de la obra (extracción de humo).

##### 3.1.2 Descripción del equipamiento de ventilación

El sistema de ventilación del túnel de Bielsa - Aragnouet es de tipo longitudinal y compuesto de 55 aceleradores reversibles.

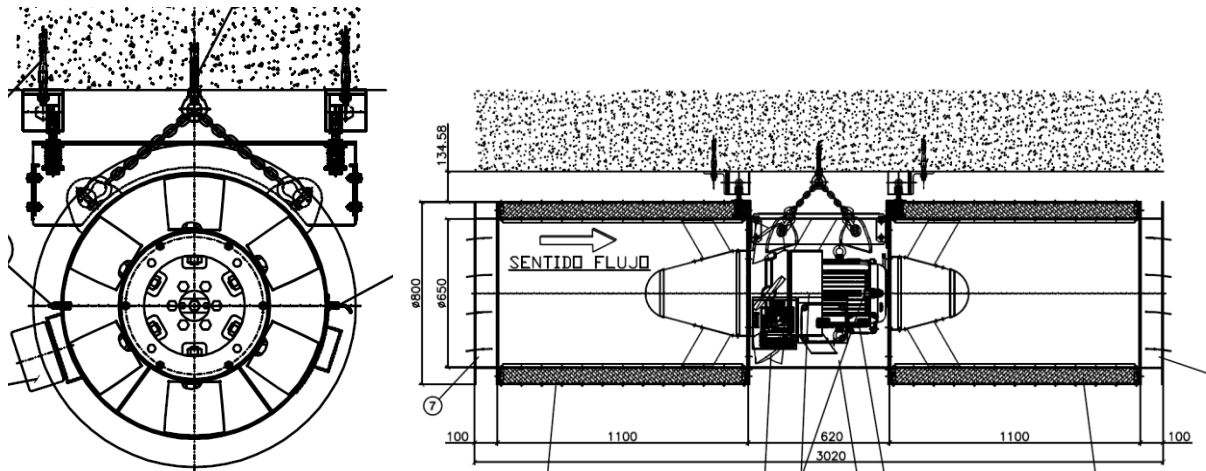
Las características de los aceleradores son las siguientes:

Características de los aceleradores	
Fabricante	Batojar
Modelo de acelerador	NVT-6.5
Diámetro nominal	650 mm
Diámetro exterior	800 mm
Empuje en camino libre	430 N
Velocidad de eyección	33,5 m/s
Potencia nominal	15 kW
Reversibilidad	100 %
Mantenimiento al fuego del acelerador	400°C / 2h
Mantenimiento al fuego del anclaje del acelerador	450°C / 2h
Equipamiento	Silencioso, deflectores

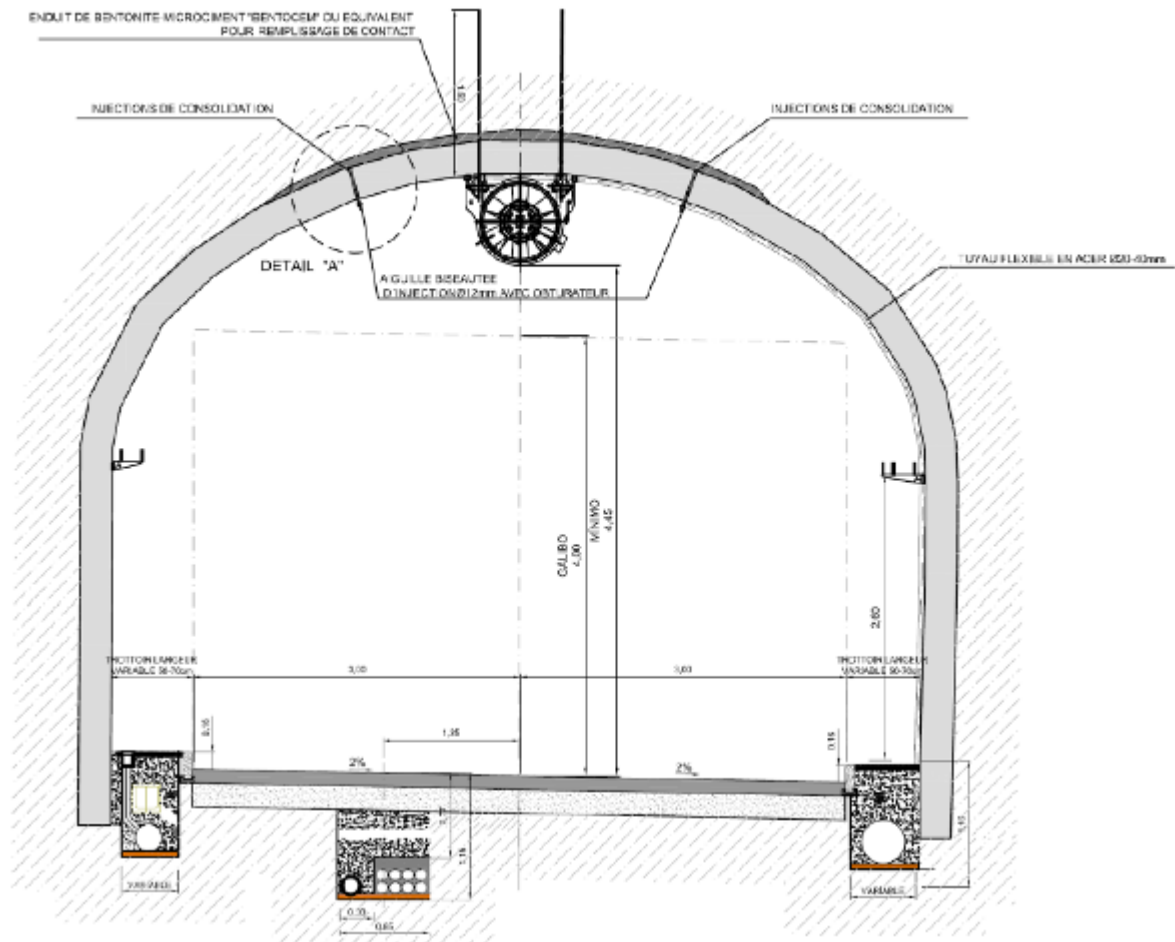
*Tabla 5 : Características de los aceleradores*

**Nota:** Salvo excepciones puntuales vinculadas con la geometría de la obra, la distancia entre los aceleradores difiere entre 40 y 53 m.

Mientras tanto, por lo que es del mantenimiento de los ventiladores de fuego, fue necesario usar un producto específico para garantizar la resistencia del anclaje del acelerador a 450°C durante 2 horas. Este punto está descrito más precisamente en el párrafo V.2.3.



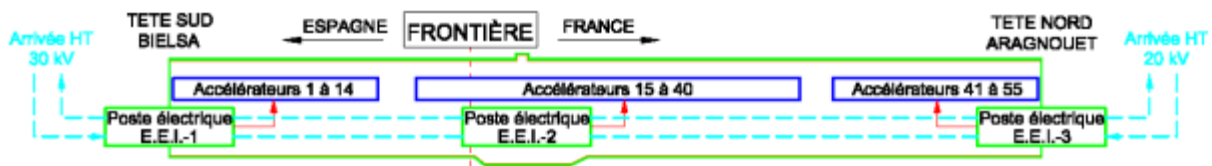
*Imagen 16 : Corte transversal y longitudinal de un acelerador*



*Imagen 17 : corta típica de un acelerador*

La alimentación de los aceleradores en BV adentro del túnel es separada en 3 zonas distintas:

- ✓ **Zona 1:** desde PK 0+00 hasta PK 0+700;
- ✓ **Zona 2:** desde PK 0+700 hasta PK 2+200;
- ✓ **Zona 3:** desde PK 2+200 hasta PK 3+070.



*Imagen 18 : Reparto de la alimentación de los aceleradores*

### 3.1.3 Funcionamiento de la ventilación sanitaria

En explotación normal, el principio del sistema longitudinal consiste en crear un corriente de aire suficiente para garantizar la dilución de los contaminantes, con aceleradores

La ventilación sanitaria depende de día y de noche al nivel de contaminación del túnel. El sistema es automáticamente gestionado por la GTC por un avasallamiento a las estaciones de medición de las tasas de monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y de la opacidad.

Los niveles de contaminación están dados por 6 estaciones de medición CO / Opacidad y 7 estaciones de medición NO<sub>2</sub> ubicadas a lo largo de la obra. También hay 5 anemómetros que completan el dispositivo de medición.

Los umbrales de contaminación con NO<sub>2</sub> son los siguientes:

- ✓ **Límite 1: 0,4 ppm de NO<sub>2</sub> durante 2 minutos sobre 1 solo sensor.**

Lo que activa una alerta al Puesto de Control.

- ✓ **Límite 2 : 0,4 ppm de NO<sub>2</sub> durante 15 minutos sobre 1 solo sensor.**

Este límite activa la ventilación sanitaria con velocidad  $v = 1,5$  m/s en modo bidireccional. En modo mono direccional, si la pre-ventilación esta activada (velocidad de precaución  $v = 1,5$  m/s) la velocidad de ventilación supera este umbral.

- ✓ **Límite 3: Media de 0,4 ppm durante 15 minutos sobre todos los sensores.**

Este límite activa el cierre del túnel pues el umbral establecido por el CETU fue alcanzado.

#### 3.1.4 *Ventilación de extracción de humo en caso de incendio*

En caso de incendio, el objetivo es facilitar la autoevaluación de los usuarios cuando no hay instalación. La extracción de humo se realiza gracias a la activación de los aceleradores del túnel.

Para la activación del procedimiento de extracción de humo, existen 2 casos distintos en función de la hora del incendio y del nivel de vigilancia:

- ✓ **Incendio de día (entre 6 h y 22 h = vigilancia humana):** el incendio está detectado en el túnel gracias al sistema de DAI, de detección lineal de incendios o de detectores de CO/opacidad.

El operador del puesto de control activa el procedimiento de extracción de humo según el modo de explotación de la obra.

- ✓ **Incendio de noche entre 22 h y 6 h (falta de vigilancia humana):** el incendio está detectado en el túnel solamente gracias al sistema de detección lineal de incendio.

En caso de falta de presencia humana, el sistema GTC activa automáticamente el procedimiento de extracción de humo adaptado.

El túnel de Bielsa- Aragnouet dispone de dos modos de extracción de humo:

#### **Modo M0-Mantenimiento: modo desagrado, trabajo de mantenimiento en la obra**

La extracción de humo asociada con este modo es igual a la del modo M1.

#### **Modo M0-CME: modo de grado, explotación según los CME**

La extracción de humo asociada con este modo es igual a la del modo M1.

#### **Modo M1: horario de noche, tráfico unidireccional**

Este modo de explotación permite el paso de VL o de VP, el objetivo es crear un corriente de aire longitudinal en la dirección del tráfico para poder rechazar los humos de los usuarios bloqueados con anterioridad. Todos los aceleradores disponibles están activados al 100% en la dirección en caso de incendio.

#### **Modo M2: horario de día, tráfico bidireccional para los VL**

En aquél modo de explotación, solamente hay los VL en la obra. El objetivo es crear un corriente de aire longitudinal en el tráfico con menos vehículos.

La determinación de la dirección de tráfico con menos vehículos está determinada automáticamente por todos los bucles de analiza presente al interior del túnel cada 400 m, ubicadas al PK 0+400, 0+800, 1+200, 1+600, 2+000, 2+400 et 2+700, dividiendo así la obra en 8 sectores. Utilizando los datos de los bucles a la entrada y a la salida, es posible conocer el número de vehículos en tiempo real en cada parte del túnel y así, que se pueda determinar la dirección de circulación menos saturada con vehículos.

Si el incendio ocurre a los 500 primeros metros a partir de cada entrada, los humos estarán rechazados hacia el exterior.

### **Modo M3: horario de día, tráfico unidireccional con presencia de VP en el túnel**

Ya que este modo de explotación es depende de la travesía de los VP dentro de la obra, el objetivo es crear un corriente de aire longitudinal en la dirección de tráfico para rechazar los humos de los usuarios bloqueados anteriormente. Todos los aceleradores disponibles están activados al 100% en la dirección de circulación en caso de incendio.

#### *3.1.5 Funcionamiento de pre-ventilación optimizada en función de los modos de ventilación*

##### **3.1.5.1 Objetivos de la pre-ventilación optimizada**

El objetivo de la pre-ventilación optimizada del túnel de Bielsa-Aragnouet es permitir el alcance de la velocidad crítica durante una extracción de humo con duración razonables. En efecto, durante un cambio de dirección de circulación, la activación de la pre-ventilación optimizada permite controlar el corriente de aire dentro de la obra. Así, en caso de inicio de incendio, la ventilación de extracción de humo activada permitirá alcanzar más rápidamente la velocidad crítica.

La pre-ventilación ocurre en las situaciones siguientes:

- ✓ Basculamiento del modo de explotación M2 hacia el modo de explotación M3;
- ✓ En modo de explotación M3;
- ✓ En modo M0 Mantenimiento cuando un VP está detectado a una de las entradas;
- ✓ En modo M0 CME cuando un VP está detectado a una de las entradas.

##### **3.1.5.2 Pre-ventilación optimizada durante la transición del modo de explotación M2 al modo de explotación M3**

La pre-ventilación optimizada es activada por la GTC al pasar de un VP en el túnel y durante el basculamiento hacia el modo M3.



**Se activan los aceleradores solamente en caso de superación de 2 m/s de la velocidad de aire medida en la dirección opuesta al VP.**

**Una velocidad del aire positiva en la dirección de circulación del VP o una velocidad entre 0 m/s et 2 m/s en la dirección opuesta a la circulación del VP no activa la pre-ventilación optimizada.**

Cuando el VP sale del túnel, pasa por el sensor EE5 que envía una señal a la GTC, informándola que un VP está pasando en este lugar. Cuando la GTC ha verificado que ya no hay VP en el túnel, y que o hay VP al nivel de la entrada opuesta, el modo M2 está reactivado. La pre-ventilación optimizada para.

#### **3.1.5.3 Pre-ventilación en modo de explotación M3**

Se puede que dos VP llegan distintamente en cada entrada de la obra. En este caso, después haber activado la pre-ventilación en una dirección, y cuando ha salido el VP de la obra, la GTC para los aceleradores y empezar otros aceleradores para cambiar la dirección del corriente de aire.

#### **3.1.5.4 Pre-ventilación en modo de explotación M0 mantenimiento**

Durante la explotación en modo M0 mantenimiento, la pre-ventilación funciona de la misma manera que en modo M3.

#### **3.1.5.5 Pre-ventilación en modo de explotación M0 CME**

Durante la explotación en modo M0 CME, la pre-ventilación optimizada se pone en marcha solamente cuando la travesía de los VP está autorizada en la obra, es decir fuera de los CME II.1.2 y III.1.1 a propósito de la ventilación.

En el caso de puesta en marcha de la pre-ventilación optimizada, funciona igualmente al modo M3.

#### **3.1.6 *Ventilación de las instalaciones para la evacuación y el acceso de la ayuda de emergencia***

Sin objeto, la obra no tiene ninguna salida de emergencia, ni siquiera refugio o galería de seguridad paralela al túnel.

## 3.2 ALUMBRADO

El alumbrado del túnel se divide en varias zonas que permiten gradaciones de luminosidad a lo largo del túnel con el fin de garantizar una mejor luminosidad, mejor comodidad y mejor seguridad de los usuarios.

Hay dos tipos de alumbrados en el túnel:

- ✓ El alumbrado de base en corte corriente del túnel;
- ✓ El alumbrado de refuerzo compuesto de 6 tramos de alumbrado desde la entrada del túnel.

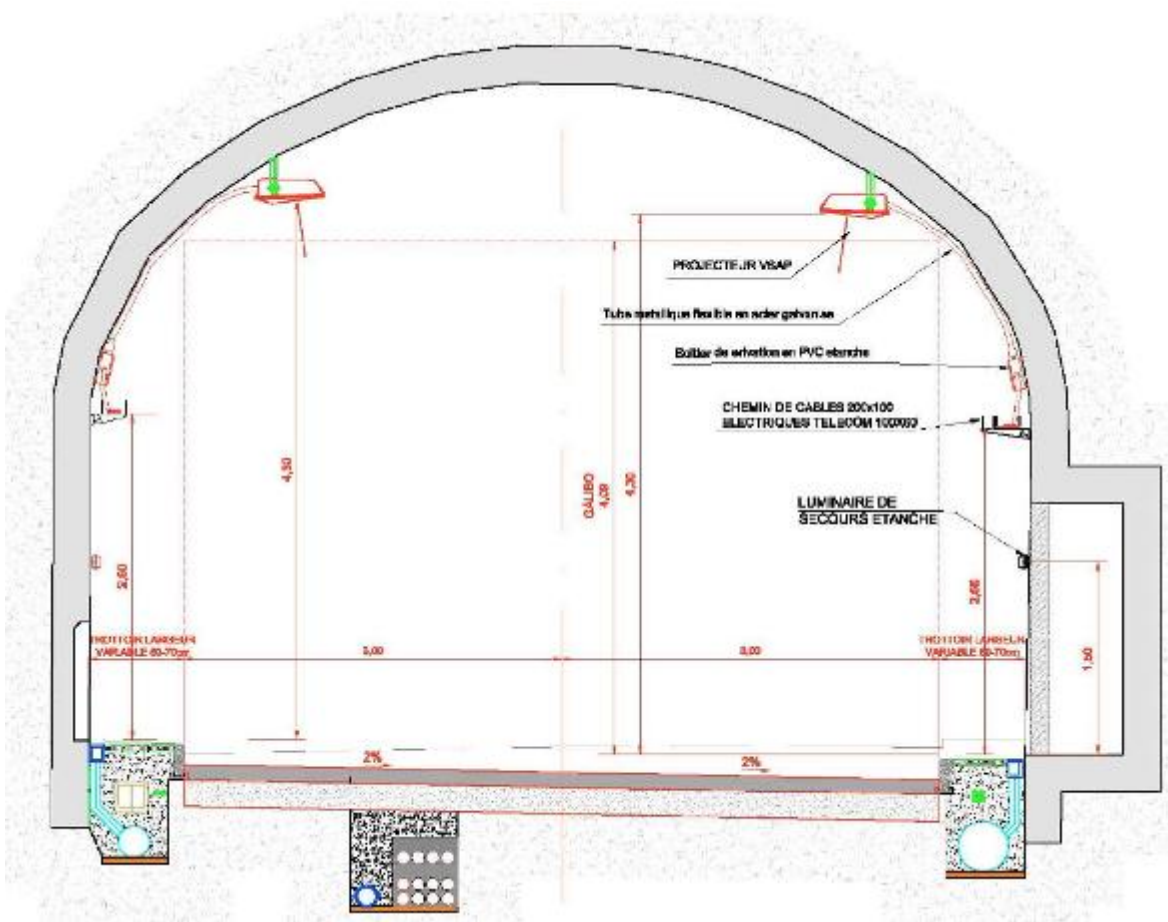
Células fotoeléctricas ubicadas anteriormente en cada entrada del túnel permitiendo adaptarse a la luminosidad dentro de la obra según las condiciones exteriores.

*Hay que notar que se está realizando un estudio de viabilidad para permitir la optimización de los alumbrados de la obra (alumbrados de base y de refuerzo). Estudio resultará de una adaptación del funcionamiento (de día y de noche) siguiendo garantizando los niveles reglamentarios de alumbrado de la obra.*

### 3.2.1 Alumbrado de base

El alumbrado de la obra es de tipo simétrico. Se compone exclusivamente de lámparas de sodio Alta Presión (SAP), implantadas en partes altas de cada contrafuerte con altura mínima de 4,45 metros. Estas lámparas tienen potencia de 150 W y están separadas aproximadamente cada 27 metros. El alumbrado tiene dos modos de funcionamiento:

- ✓ Alumbrado de día, programado sobre la GTC para funcionar entre 8h y 18h. Las lámparas funcionan al 100 %;
- ✓ Alumbrado de noche programado sobre la GTC para funcionar entre 18h y 8h. Las lámparas funcionan al 60 %.



*Imagen 19 : Ubicación de los faros*

### 3.3 Circuitos de alumbrado

3.5 Puesto eléctrico 1			3.7 Puesto eléctrico 2			3.9 Puesto eléctrico 3		
3.10 C i r c u i t o	3.11 C o n t r a f u e r t e	3.12 Anchura (m)	3.13 C i r c u i t o	3.14 C o n t r a f u e r t e	3.15 Anchura (m)	3.16 C i r c u i t o	3.17 C o n t r a f u e r t e	3.18 Anchura (m)
3.19 S 1 , 1	3.20 D e r e c h a	3.21 540	3.22 S 2 , 1	3.23 D e r e c h a	3.24 521	3.25 S 3 , 2	3.26 D e r e c h a	3.27 297
3.28 S 1 , 2	3.29 D e r e c h a	3.30 210	3.31 S 2 , 2	3.32 D e r e c h a	3.33 537	3.34 S 3 , 1	3.35 D e r e c h a	3.36 405
3.37 S 1 , 4	3.38 I z q u i e r d a	3.39 540	3.40 S 2 , 3	3.41 D e r e c h a	3.42 351	3.43 S 3 , 1 0	3.44 I z q u i e r d a	3.45 297
3.46 S 1 , ,	3.47 D e r e c	3.48 210	3.49 S 2 , ,	3.50 I z q u i e r	3.51 521	3.52 S 3 , ,	3.53 I z q u i e r	3.54 405

5			h a			4			d a			3			d a											
3.55			3.56			3.57			3.58 S 2 , 5			3.59 Iz q ui er d a			3.60 537			3.61			3.62			3.63		
3.64			3.65			3.66			3.67 S 2 , 6			3.68 Iz q ui er d a			3.69 351			3.70			3.71			3.72		

*Tabla 6 : Descripción de los circuitos de alumbrado de origen*

### 3.72.1 Alumbrado de refuerzo

Las zonas de refuerzo están constituidas de proyectores con dos lámparas de alta presión de vapor de sodio, con potencia respectiva de 400 W y 250 W. Se componen de 3 modos de funcionamiento cuya elección depende de las células fotoeléctricas instaladas respectivamente en cada entrada de la obra.

- ✓ El alumbrado «plena luz de día»: las lámparas funcionan al 100 % de su potencia mínima;
- ✓ El alumbrado «regulado»: las lámparas funcionan al 60 % de su potencia nominal;
- ✓ El alumbrado nocturno a causa del cual se apaga el alumbrado de refuerzo.

Las zonas de refuerzo de las entradas se componen de una zona de umbral separada en 2 tramos y de una zona de transición separada en 4 tramos.

3.73 Circuitos de alumbrado de fortalecimiento						
3.74 Entrada Sur			3.75 Entrada Norte			
3.76 Circui to	3.77 Contrafue rte	3.78 Anchu ra (m)	3.79 Circui to	3.80 Contrafue rte	3.81 Anchu ra (m)	
3.82 R 1,2	3.83 Derecha	3.84 54	3.85 R 3,2	3.86 Derecha	3.87 54	
3.88 R 1,3	3.89 Derecha	3.90 126	3.91 R 3,3	3.92 Derecha	3.93 144	
3.94 R 1,4	3.95 Derecha	3.96 324	3.97 R 3,4	3.98 Derecha	3.99 342	
3.100 R 1,8	3.101 Izquierda	3.102 54	3.103 R 3,8	3.104 Izquierda	3.105 54	
3.106 R 1,9	3.107 Izquierda	3.108 126	3.109 R 3,9	3.110 Izquierda	3.111 144	
3.112 R 1,10	3.113 Izquierda	3.114 324	3.115 R 3,10	3.116 Izquierda	3.117 342	

*Tabla 7 : Descripción de los circuitos de alumbrado de fortalecimiento*

#### 3.117.1.1 Descripción del' iluminación de zonas de transición

##### **Entrada (España) :**

El alumbrado de la zona de transición tiene 4 tramos de altura respectiva 36 metros, 72 metros, 54 metros et 270 metros.

- ✓ El primer tramo (tramo de transición 1) se compone de un alumbrado de base (lámparas SAP de 150 W separados cada 27 metros) reforzado con lámparas SAP de 400W separadas cada 4,5 metros.

La luminancia proyectada es de 96,26 cd/m<sup>2</sup> en modo «plena luz del sol»;

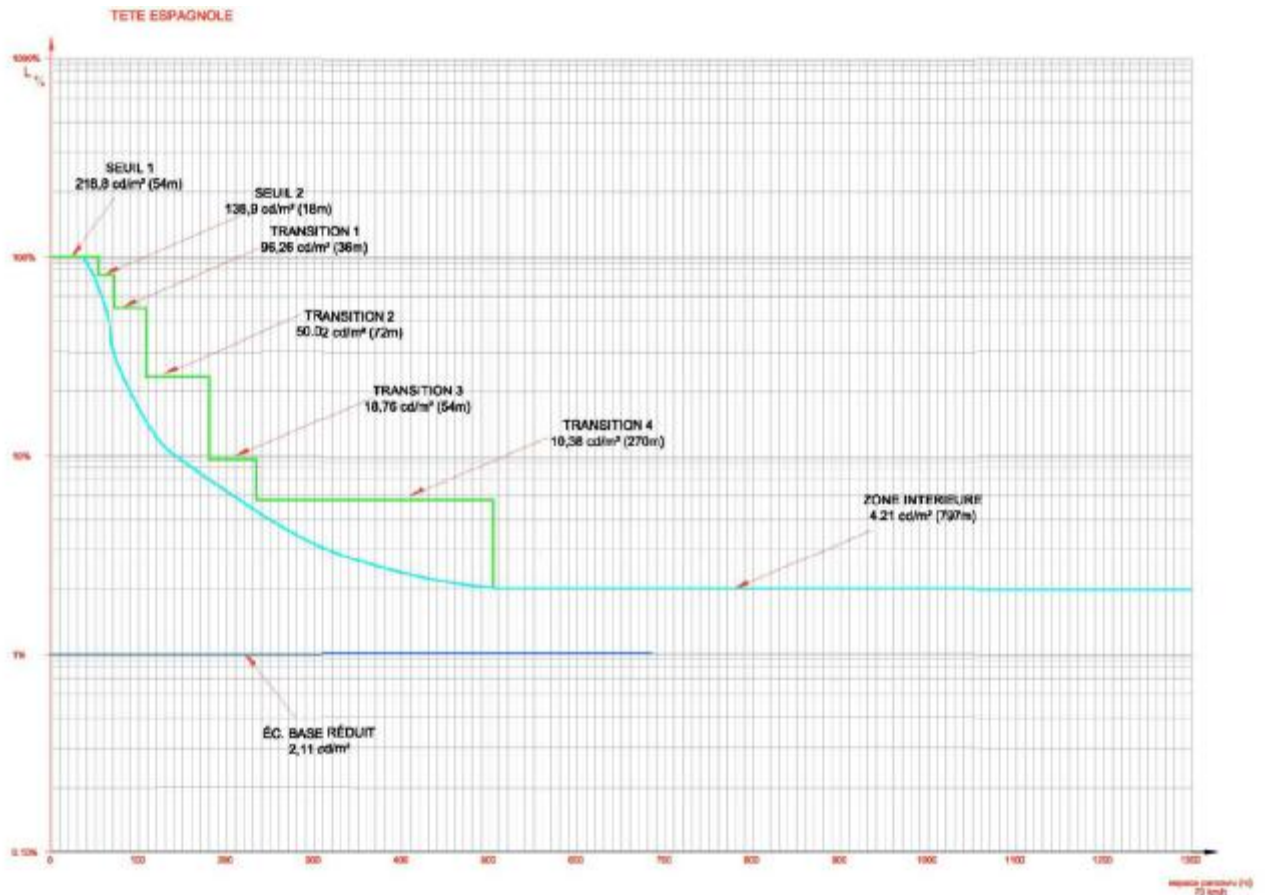
- ✓ El segundo tramo (tramo de transición 2) se compone de un alumbrado de base (lámparas SAP de 150 W separados cada 27 metros) reforzado con lámparas SAP de 400W separadas cada 9 metros.

La luminancia proyectada es de 50,02 cd/m<sup>2</sup> en modo «plena luz del sol»;

- ✓ El tercer tramo (tramo de transición 3) se compone de un alumbrado de base (lámparas SAP de 150 W separados cada 27 metros) reforzado con lámparas SAP de 400W separadas cada 13,5 metros.

La luminancia proyectada es de 18,76 cd/m<sup>2</sup> en modo «plena luz del sol»;

- ✓ El cuarto tramo (tramo de transición 4) se compone de un alumbrado de base (lámparas SAP de 150 W separados cada 27 metros) reforzado con lámparas SAP de 400W separadas cada 27 metros.
- ✓ La luminancia proyectada es de 10,38 cd/m<sup>2</sup> en modo «plena luz del día».



*Imagen 20 : Niveles de alumbrado en la entrada española*

#### **Entrada Sur (Francia):**

El alumbrado de la zona de transición tiene 4 tramos, cada uno midiendo respectivamente 36 m, 90 m, 54 m y 288 m.

- ✓ El primer tramo (tramo de transición 1) se compone del alumbrado de base (lámpara SAP de 150 W separados cada 27 metros) refuérzalo con lámparas SAP de 400W separados cada 4,5 metros.

La luminancia proyectada es de 96,26 cd/m<sup>2</sup> en modo «plena luz del día»;



- ✓ El segundo tramo (tramo de transición 2) se compone del alumbrado de base (lámpara SAP de 150 W separados cada 27 metros) refuérzalo con lámparas SAP de 400W separados cada 9 metros.

La luminancia proyectada es de 50,00 cd/m<sup>2</sup> en modo «plena luz del día»;

- ✓ El tercer tramo (tramo de transición 3) se compone del alumbrado de base (lámpara SAP de 150 W separados cada 27 metros) refuérzalo con lámparas SAP de 400W separados cada 13,5 metros.

La luminancia proyectada es de 18,76 cd/m<sup>2</sup> en modo «plena luz del día»;

- ✓ El cuarto tramo (tramo de transición 4) se compone del alumbrado de base (lámpara SAP de 150 W separados cada 27 metros) refuérzalo con lámparas SAP de 400W separados cada 27 metros.

La luminancia proyectada es de 10,38 cd/m<sup>2</sup> en modo «plena luz del día».

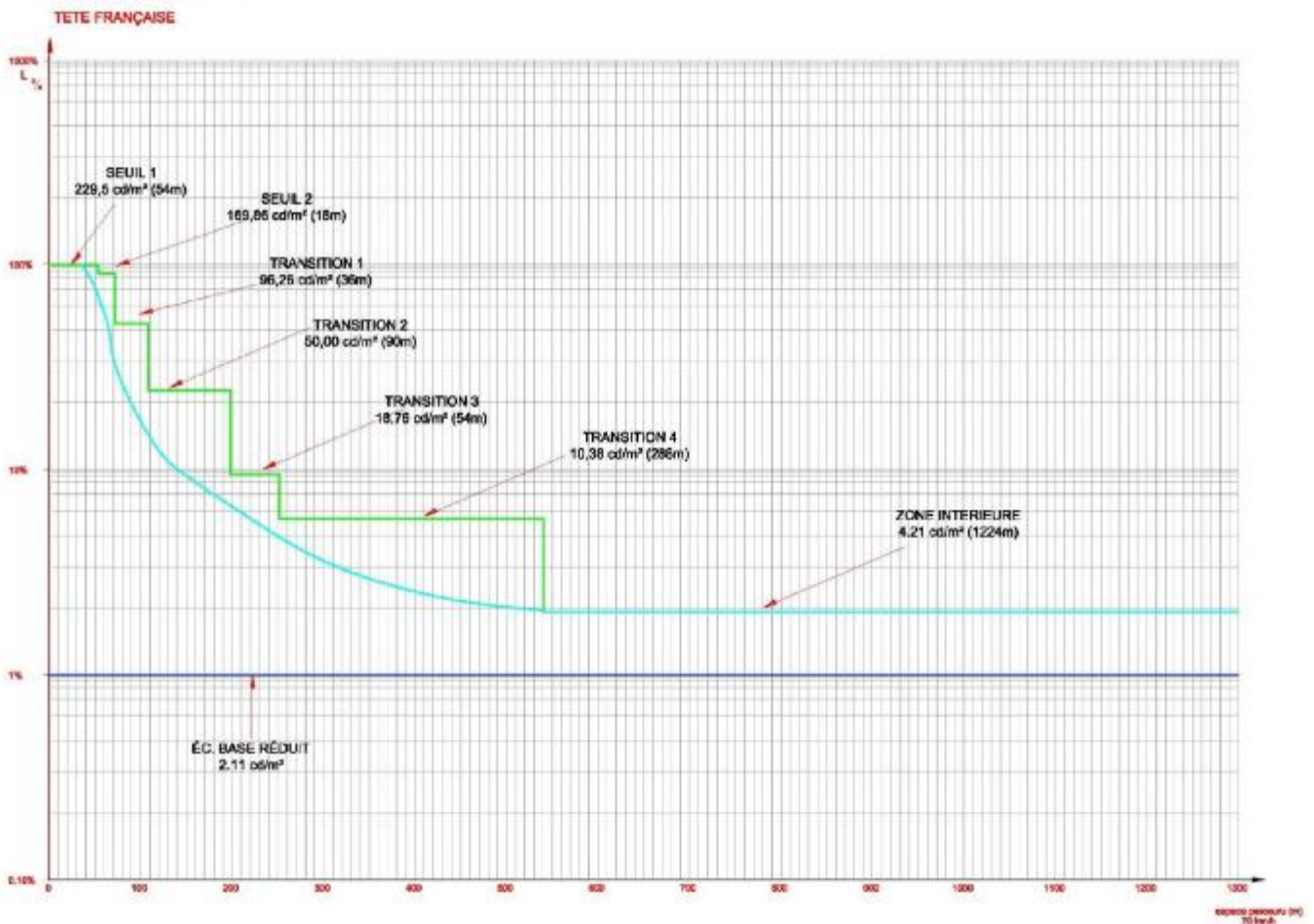


Imagen 21 : Niveles de alumbrado en la entrada francesa.



### 3.117.1.2 Descripción del alumbrado de las zonas de umbral

#### **Entrada española:**

El alumbrado de refuerzo de la entrada tiene 2 tramos con respectivamente 54 metros y 18 metros de longitud.

- ✓ El primer tramo (tramo de umbral 1) se compone del alumbrado de base (lámparas SAP de 150 W separados cada 27 metros) refuézalo por unas lámparas SAP de 400W separadas cada 1,93 metros.

La luminancia proyectada es de 218,8 cd/m<sup>2</sup> en modo «plena luz del día»;

- ✓ El segundo tramo (tramo de umbral 2) se compone del alumbrado de base (lámparas SAP de 150 W separados cada 27 metros) refuézalo por unas lámparas SAP de 400W separadas cada 3 metros.

La luminancia proyectada es de 138,9 cd/m<sup>2</sup> en modo «plena luz del día»;

#### **Entrada francesa:**

El alumbrado de refuerzo de la entrada tiene 2 tramos con respectivamente 54 metros y 18 metros.

- ✓ El primer tramo (tramo de umbral 1) se compone del alumbrado de base (lámparas SAP de 150 W separados cada 27 metros) refuézalo por unas lámparas SAP de 400W separadas cada 1,8 metros.

La luminancia proyectada es de 229,5 cd/m<sup>2</sup> en modo «plena luz del día»;

- ✓ El primer tramo (tramo de umbral 1) se compone del alumbrado de base (lámparas SAP de 150 W separados cada 27 metros) refuézalo por unas lámparas SAP de 400W separadas cada 2,45 metros.

La luminancia proyectada es de 169,86 cd/m<sup>2</sup> en modo «plena luz del día».

### 3.117.2 *Alumbrado de seguridad*

El túnel está equipado de alumbrado de seguridad para permitir a los usuarios de salir del túnel en caso de fallo de la alimentación eléctrica.

El alumbrado de seguridad se compone del alumbrado de base (lámparas SAP de 150 W separados cada 27 metros) al lado Este. Su modo de funcionamiento es el mismo que el del alumbrado de base:

- ✓ 100% de la potencia del alumbrado disponible durante los horarios 8h - 18h.
- ✓ 60% de la potencia del alumbrado disponible durante los horarios 18h – 8h.

Los circuitos de alumbrado de seguridad están alimentados por los tableros generales de seguridad pasando por el convertidor de emergencia. Los cables son de tipo CR1-C1 en el lado Este y no a prueba del fuego en el lado Oeste del túnel. Las cajas de derivación de los aparatos de la red de alumbrado de seguridad son a prueba del fuego.

### 3.117.3 *Jalonamiento luminoso en el túnel*

Conos luminosos están instalados a una altura de aproximadamente 1,5 m del suelo y con una distancia de 5 m.

En general, uno de cada dos cono de jalonamiento se ilumina lo que represente una distancia de 10 m.

El túnel está equipado de un alumbrado de seguridad para permitir a los usuarios de salir del túnel en caso de fallo de la alimentación eléctrica. El valor real proyectado de alumbrado de seguridad es de 11 lux aproximadamente y de 2,04 lux en cada punto de la vía de evacuación.

Las características del sistema de jalonamiento luminoso son las siguientes:

<b>Modelos de proyectores</b>	
Fabricante	Sagelux
Sagelux Rectangular Estanco Combinado RF40006C	
Luminosidad	335 lm
Potencia	3,5 W
Sagelux Rectangular Estanco RF40006	
Luminosidad	333 lm
Potencia	3,5 W

### 3.117.4 *Alimentación eléctrica del alumbrado*

Las luminarias son alimentadas desde las TGBT alumbrado y las TGBT seguridad instaladas en los puestos eléctricos EEI-1, EEI-2 y EEI-3.

Al nivel de cada luminaria, una caja de derivación está posicionada y detectadas.

La tensión de los circuitos de alimentación es 400 V trifásica, la repartición de las cargas de las 3 fases está garantizada por el príncipe cableado.

En caso de fallo, la alimentación está respaldada por un ensamblaje cargador – batería – convertidor garantizando una autonomía de 50 min.

### 3.117.5 Control de alumbrado

El alumbrado está controlado de manera automática por la GTC. El alumbrado de base está programado según los horarios día/noche. El alumbrado de refuerzo está programado según las indicaciones de las células fotoeléctricas.

Lo todo del alumbrado puede estar controlado localmente desde los TGBT, desde el PC principal, desde el local de la entrada Norte o desde el COEX ubicado Dell Ado Español.

### 3.117.6 Características del equipamiento para el alumbrado

Modelos de proyectores	
Fabricante	General Electric - HADASA
PFE-400/IS/SAP400W, 230V, A.F./R.C.	IP 66, con cuerpo en aluminio inyectado en 2 piezas, pila plana de vidrio templado, ensamblaje óptico con reflector en aluminio hidra-acatado de tipo IS, lira de montaje, acceso frontal a la luminaria y equipamiento para lámpara de vapor de sodio alta presión con alta emisión LU400/XO/T/40 y con balasto de reducción del consumo RC.
PFE-400/IS/SAP250W, 230V, A.F./R.C.	IP 66, con cuerpo en aluminio inyectado en 2 piezas, pila plana de vidrio templado, ensamblaje óptico con reflector en aluminio hidra-acatado de tipo IS, lira de montaje, acceso frontal a la luminaria y equipamiento para lámpara de vapor de sodio alta presión con alta emisión LU250/XO/T/40 y con balasto de reducción del consumo RC.
PFE-400/IS/SAP150W, 230V, A.F./R.C.	IP 66, con cuerpo en aluminio inyectado en 2 piezas, pila plana de vidrio templado, ensamblaje óptico con reflector en aluminio hidra-acatado de tipo IS, lira de montaje, acceso frontal a la luminaria y equipamiento para lámpara de vapor de sodio alta presión con alta emisión LU150/XO/T/40 y con balasto de reducción del consumo RC.

*Tabla 8 : Características del sistema de alumbrado*

### 3.117.7 Alumbrado anexo

#### 3.117.7.1 Salas de máquinas

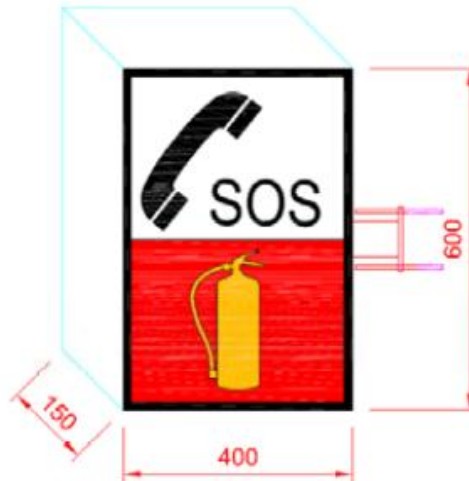
El alumbrado de las salas de máquinas está garantizado por aparatos de alumbrado fluorescentes estancos.

Las salas están equipadas con controles instalados cerca de los accesos. El equipo de control es de tipo interruptores que sobresalen y son estancos y dotados de una luz de advertencia integrada.

### 3.117.7.2 Alumbrados de los PLE

Los P.L.E están alumbrados con cajones de luz alimentados desde la red ayudada por abres a prueba del fuego de tipo CR1-C1.

El tipo de cajón instalado para los alumbrados de PLE está representado más adelante:



*Imagen 22 : Cajón de alumbrado de los PLE*

### 3.117.7.3 Alumbrados en los alrededores cercanos del túnel

El alumbrado exterior es garantizado por 6 luminarias de potencia 250 W ubicadas sobre postes de 12 metros en la entrada francesa al lado izquierdo de la calle en la salida de la obra. Al lado español, luminarias están instaladas en la salida de la obra.

Su alimentación es hecha a partir de la alimentación del alumbrado del Tablero de Seguridad.

Las características de las luminarias para el alumbrado exterior del túnel están descritas más adelante:

EURO-2/SAP 250W, 230V, A.F./R.C.	IP 66 para el ensamblaje óptico y IP 44 para el cuerpo del equipo, con cuerpo en aluminio inyectado en 2 piezas, reflector en aluminio, pila curvada de vidrio templado y con lámpara de vapor de sodio de alta presión y alta emisión LU250/XO/T/40 y con balasto de reducción del consumo RC.
----------------------------------	---

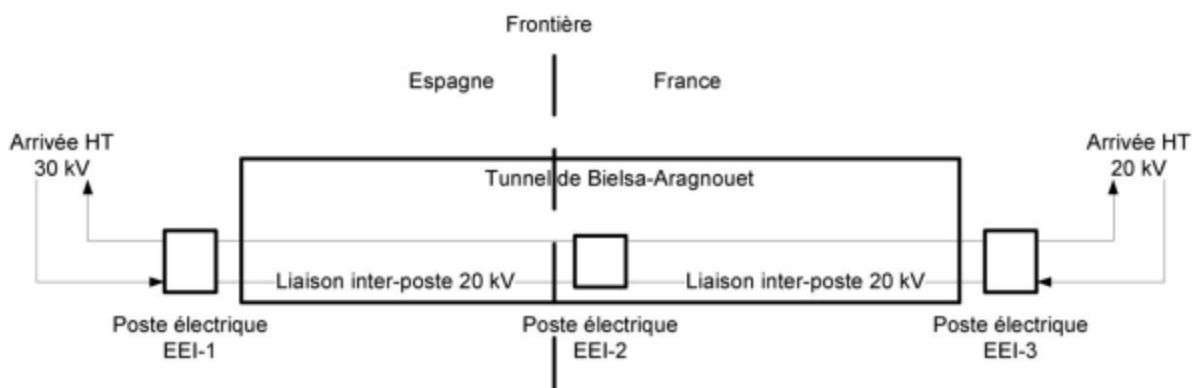
### 3.118 ALIMENTACION ELECTRICA

#### 3.118.1 Alimentación eléctrica de Alto Voltaje

El túnel de Bielsa - Aragnouet está alimentado gracias a 2 redes eléctricas AV, uno al lado francés y otro al lado español. Está conectado a la red de distribución pública AV 30 kV español en entrada Sur (ERZ – Endesa), y a la red de distribución pública AV 20 kV al lado francés en la entrada Norte (EDF).

En la entrada Sur, la alimentación AV está reducida hacia tete Sud, 20 kV por un transformador 30 kV / 20 kV. La arquitectura 20 kV depende de las llegadas en derivación simple.

Ambos puestos de alimentación están conectados entre ellos por un puesto eléctrico AV dentro del túnel al lado francés (al PK 1+370) por 2 enlaces AV 20 kV. Por eso, hay redundancia de la alimentación AV del túnel.



*Imagen 23 :: Esquema del principio de alimentación AV*

En el puesto eléctrico EEI-1 (entrada España), se pueden contar:

- ✓ Un transformador TRERZ 30 kV / 20 kV de 3 MVA;
- ✓ Un TGBT TR1 «ventilación» conectado con un transformador 20 kV / 720 V de 630 kVA;
- ✓ Un TGBT TR2 «alumbrado y otra necesidad» conectado con un transformador 20 kV / 420 V de 630 kVA.

En el puesto eléctrico EEI-2 (PK 1+370), se pueden contar:

- ✓ Un TGBT TR1 «ventilación» conectado con un transformador 20 kV / 720 V de 630 kVA;
- ✓ Un TGBT TR2 «alumbrado y otra necesidad» conectado con un transformador 20 kV / 420 V de 250 kVA.

En el puesto eléctrico EEI-3 (tete France), se pueden contar:

- ✓ Un TGBT TR1 «ventilación» conectado con un transformador 20 kV / 720 V de 630 kVA;
- ✓ Un TGBT TR2 «alumbrado y otra necesidad» conectado con un transformador 20 kV / 420 V de 800 kVA.

El operador dispone también de un almacén de transformadores para poder reemplazarlo en poco tiempo en caso de fallo de uno de los transformadores del túnel y garantizar la alimentación de todas las instalaciones del túnel.

Para que se pueda reemplazar cualquier transformador, los transformadores en almacén tienen como máximo de potencia 20 kV / 720 V de 630 kVA para un transformador «ventilación» y 20 kV / 420 V de 800 kVA para un transformador «alumbrados y otra necesidad».

Un recapitulativo de todas las capacidades de los transformadores y convertidor está en la siguiente tabla:

	EEI-1	EEI-2	EEI-3
TRERZ 30 kV / 20 kV	3 MVA	-	-
TR1 «ventilación» 20 kV / 720 V	630 kVA	630 kVA	630 kVA
TR2 «Alumbrados y otra necesidad» 20 kV / 420 V	630 kVA	250 kVA	800 kVA
convertidor	80 kVA	80 kVA	120 kVA

*Tabla 9 : Recapitulativo de todas las capacidades de los transformadores y convertidores*

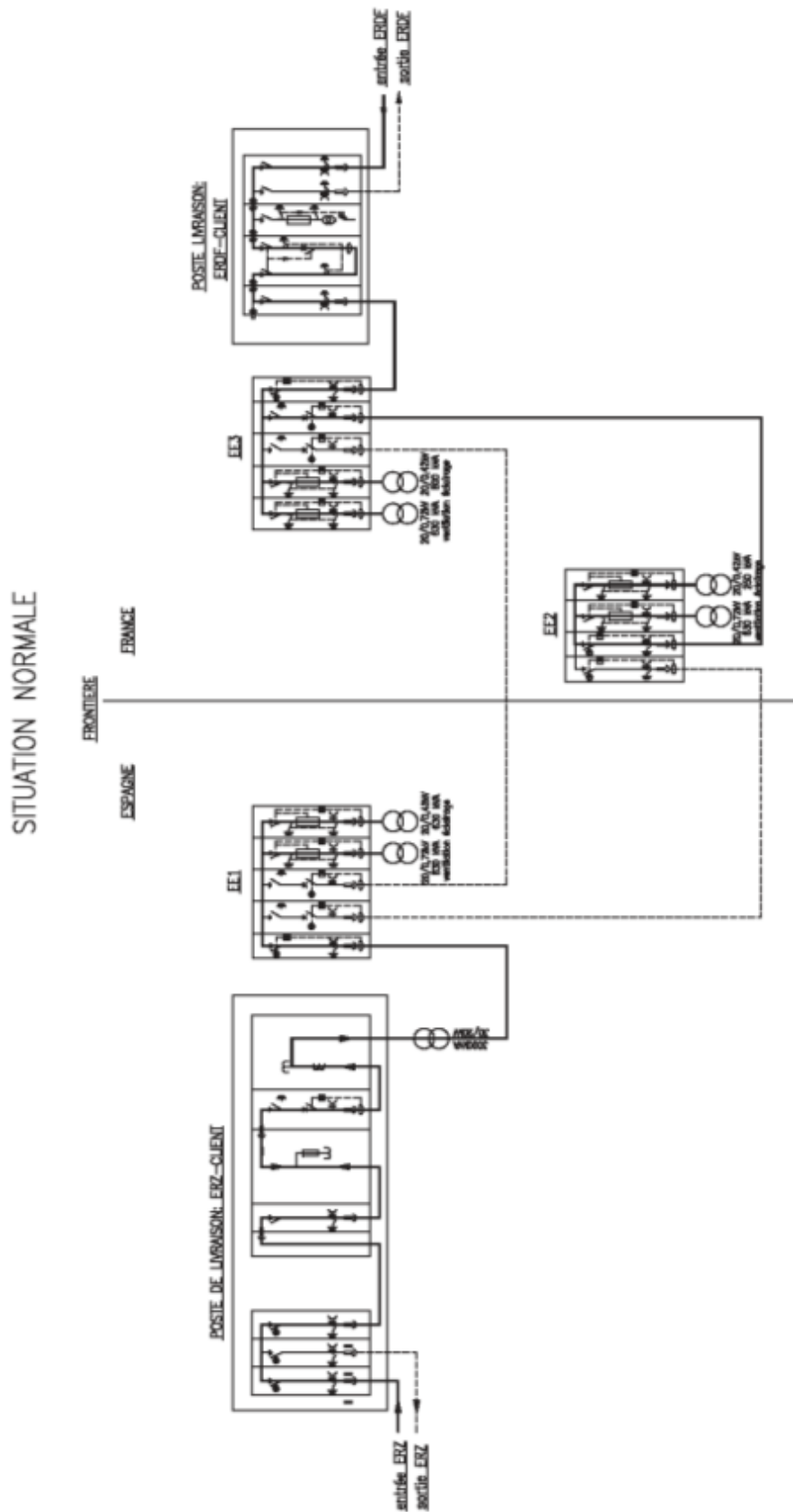


Imagen 24 : Sinóptico del concepto de alimentación AV



### 3.118.2 Equipamiento de Alto Voltaje

Las características HTA son las siguientes:

#### 3.118.2.1 Células HTA

Los modelos de células son los siguientes:

Puesto de entrega lado español	
Fabricante	Ormazábal
3 células de línea	Modelo CGM 3-L
1 células subida de barras	Modelo CGM 3-RC
1 célula dotada de un interruptor - conmutador	Modelo CGM 3-L
1 célula de medición	Modelo CGM 3-M
1 célula interruptor automático	Modelo CGM 3-V
1 módulo	EKO <sub>r</sub> RPS-DD
1 célula de medición	Modelo CGM 3-M

Puesto de entrega lado francés	
2 células interruptor	Modelo CGM COSMOS – I
1 célula de medición de voltaje	Modelo CGM COSMOS – TT
1 célula disyuntor	Modelo CGM COSMOS – DDB
1 célula interruptor	Modelo CGM COSMOS – I - C13 – 200
2 células interruptor	Modelo CGM COSMOS – I

Puesto eléctrico EEI-1	
Fabricante	Ormazábal
1 célula de línea	Modelo CGM COSMOS – L
2 células de interruptor automático	Modelo CGM COSMOS – V
2 células dotadas de un interruptor - conmutador	Modelo CGM COSMOS – P
1 armario de remates de control	

Puesto eléctrico EEI-2	
Fabricante	Ormazábal
2 células de línea	Modelo CGM COSMOS – L
2 células dotadas de un interruptor - conmutador	Modelo CGM COSMOS – P
1 armario de remates de control	

Puesto eléctrico EEI-3	
Fabricante	Ormazábal
1 célula de línea	Modelo CGM COSMOS - L
2 células de interruptor automático	Modelo CGM COSMOS - V
2 células dotadas de un interruptor - conmutador	Modelo CGM COSMOS - P
1 armario de remates de control	

### 3.118.2.2 Transformadores:

Las características de los transformadores son las siguientes:

<b>Puesto eléctrico EEI-1</b>	
Fabricante	TESAR
<b>Transformador para uniformizar HTA</b>	
Relación V1 / V2	30 000 V / 20 000 V
Potencia	3 000 kVA
<b>Transformador para alumbrado</b>	
Relación V1 / V2	20 000 V / 420V
Potencia	630 kVA
<b>Transformador para ventilación</b>	
Relación V1 / V2	20 000 V / 720 V
Potencia	630 kVA

<b>Puesto eléctrico EEI-2</b>	
Fabricante	TESAR
<b>Transformador para alumbrado</b>	
Relación V1 / V2	20 000 V / 420 V
Potencia	250 kVA
<b>Transformador para ventilación</b>	
Relación V1 / V2	20 000 V / 720 V
Potencia	630 kVA

<b>Puesto eléctrico EEI-3</b>	
Fabricante	TESAR
<b>Transformador para alumbrado</b>	
Relación V1 / V2	20 000 V / 420 V
Potencia	800 kVA
<b>Transformador para ventilación</b>	
Relación V1 / V2	20 000 V / 720 V
Potencia	630 kVA

<b>Equipamiento en almacén</b>	
Fabricante	TESAR
<b>Transformador para alumbrado</b>	
Relación V1 / V2	20 000 V / 420 V
Potencia	800 kVA
<b>Transformador para ventilación</b>	
Relación V1/V2	20 000 V / 720 V
Potencia	630 kVA

### 3.118.3 *Principio de la distribución eléctrica de Bajo Voltaje*

Los equipamientos terminales son alimentados directamente desde las partidas de los TGBV, o desde los armarios o cajones ubicados en los nichos de seguridad.

Este principio de alimentación es utilizado para alimentar los equipos siguientes:

- ✓ Alumbrado de base, de refuerzo y de seguridad;
- ✓ Los cajones dentro de los nichos de seguridad;
- ✓ La ventilación;
- ✓ La GTC;
- ✓ La video vigilancia;
- ✓ La señalización;
- ✓ Los PLE;
- ✓ Radiocomunicaciones.

### 3.118.4 *Equipamiento eléctrico de Bajo Voltaje*

Los esquemas más adelante muestran las partes de Bajo Voltaje (BT) de los puestos eléctricos EEI-1 (España), EEI-2 (Francia) y EEI-3 (Francia).

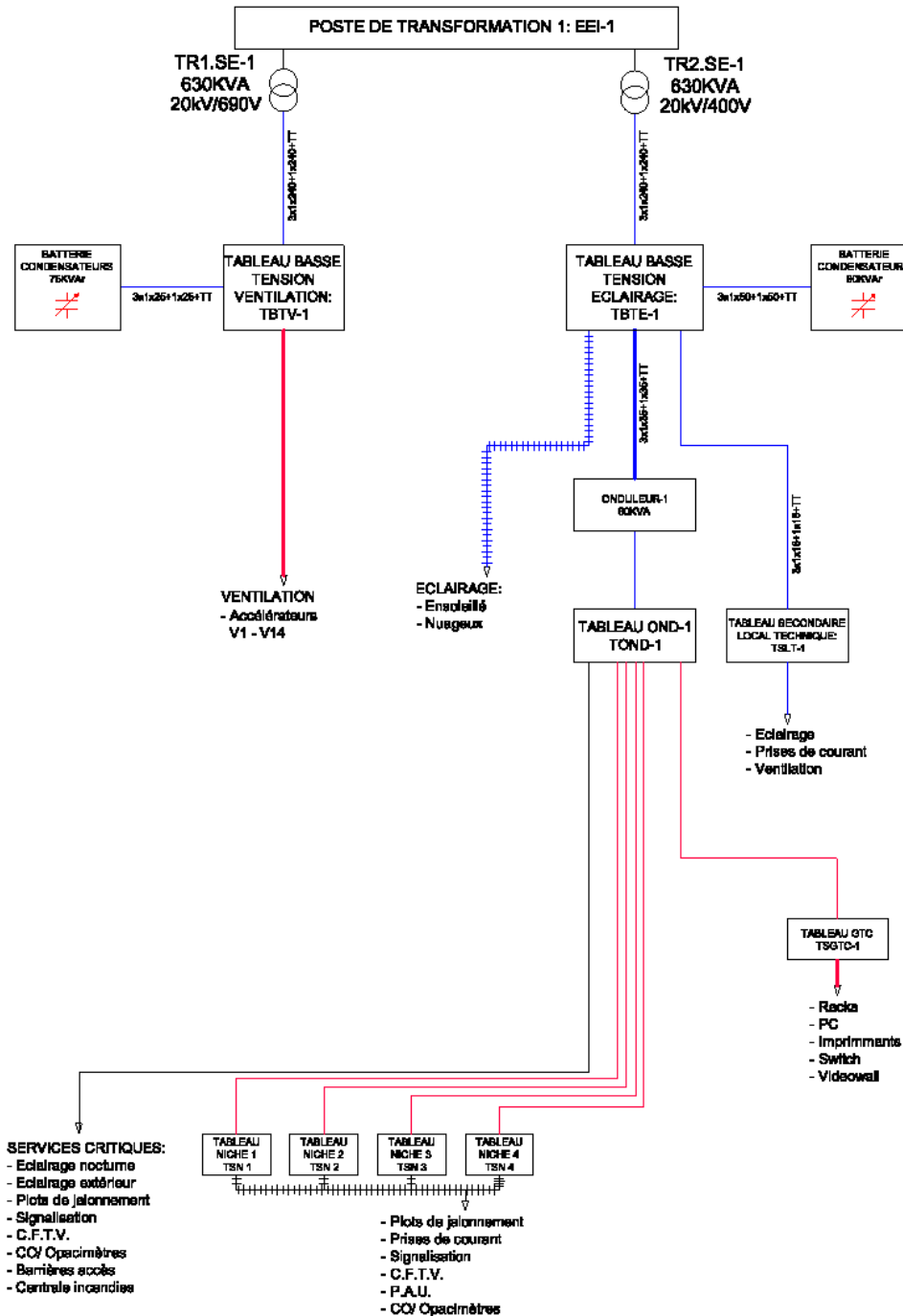
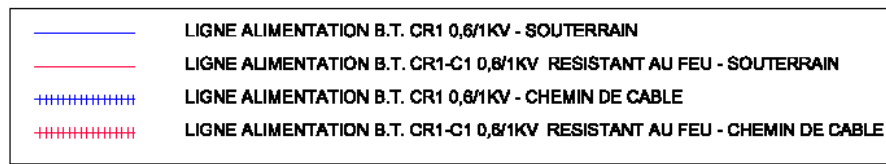


Imagen 25 : Equipamiento eléctrico de BV del puesto EEI-1.

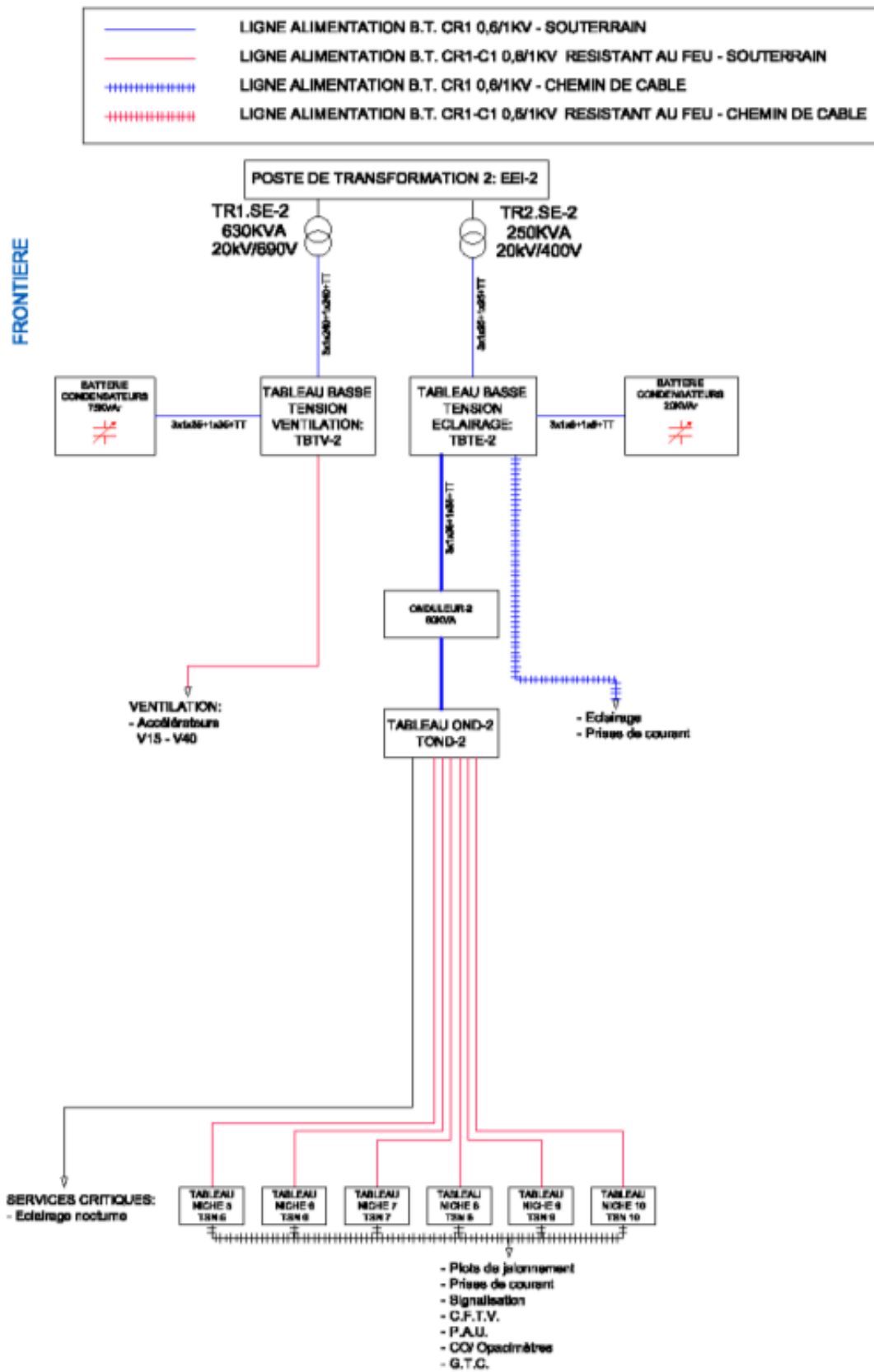


Imagen 26 : Equipamiento eléctrico de BV del puesto EEI-2.

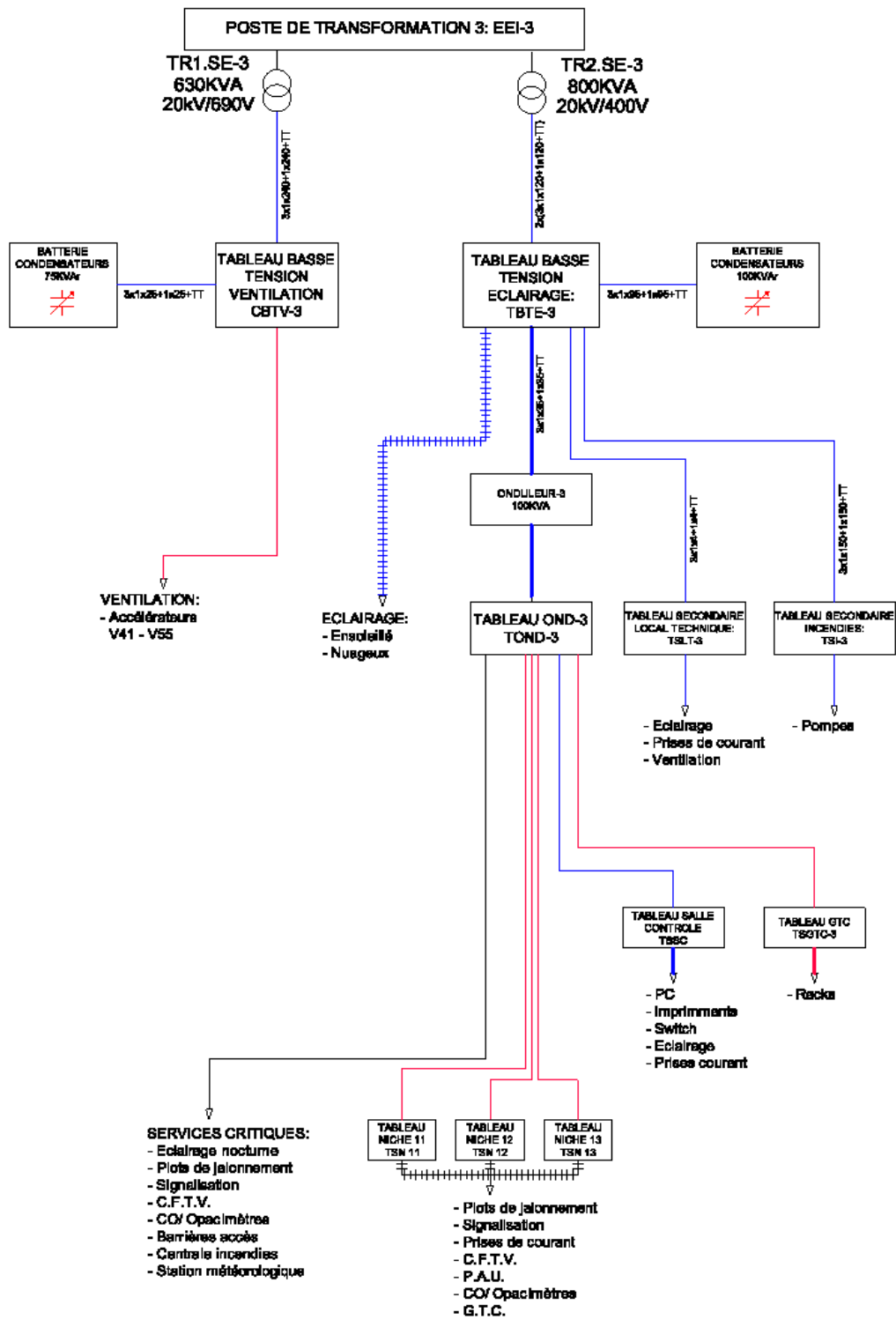
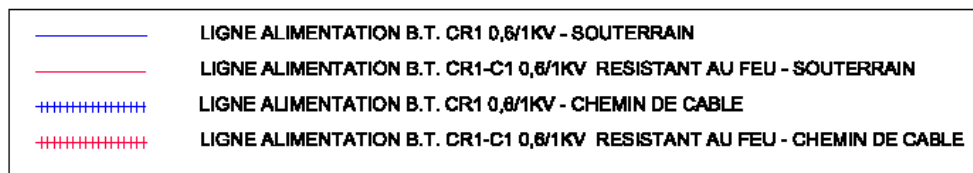


Imagen 27 : Equipamiento eléctrico de BV del puesto EEI-3



### 3.118.5 *Cableado eléctrico del Bajo Voltaje en el túnel*

Dos tipos de cables eléctricos con Bajo Voltaje están utilizados para alimentar el equipamiento eléctrico del túnel:

- ✓ Cables CR1 multipolar o unipolar;
- ✓ Cables a prueba del fuego CR1-C1 multipolar o unipolar.

Los equipamientos alimentados con cables a prueba del fuego son:

- ✓ Los aceleradores;
- ✓ Los enchufes con TSN;
- ✓ Alumbrado de seguridad;
- ✓ Alumbrado de evacuación;
- ✓ Los estuches de los nichos de seguridad;
- ✓ El local GTC;
- ✓ Cámaras de vigilancia;
- ✓ Los PLE;
- ✓ La señalización de los PLE;
- ✓ La señalización fotoluminescente.

### 3.118.6 *Alimentación ayudada sin interrupción*

Para que los usuarios sean a salvo y que las ayudas de emergencia puedan intervenir, en caso de incidente o accidente durante un apagón, los equipamientos de seguridad son alimentados por una fuente eléctrica sin corte de energía. Esta será constituida de un ensamblaje de cargador, batería, convertidor con autonomía de funcionamiento de 50 minutos en caso de fallo de la alimentación eléctrica exterior.

Así, en cada puesto eléctrico del túnel, se encontrar un cargador, unas baterías y un convertidor.

La alimentación sin corte está realizada por:

- ✓ 3 convertidores modulares trifásico 400 V con capacidad de:
  - 80 kVA en el puesto eléctrico EEI-1;
  - 80 kVA en el puesto eléctrico EEI-2;
  - 120 kVA en el puesto eléctrico EEI-3.
- ✓ 3 armarios de baterías con autonomía de 50 min alimentando un Panel General de Bajo Voltaje de Seguridad, y abastecimiento los equipos de seguridad del túnel.

Este equipamiento es:

- ✓ Alumbrado de seguridad y los conos de jalonar;
- ✓ Alumbrado exterior y nocturno;
- ✓ Los enchufes en las 4 regiones del túnel;
- ✓ La señalización permanente y dinámica en el túnel (con tablón de anuncios variables);
- ✓ Las bahías «corrientes de baja intensidad» de la Red de Llamada de Emergencia (RLE), video vigilancia DAI;
- ✓ Las bahías de radiocomunicación;
- ✓ Los armarios de Automatas Programables de Industria Principales (APIP);
- ✓ El control y mando de los TGBT «Alumbrados y otra necesidad» y «Ventilación»;
- ✓ Los dispositivos de cierre físico (barreras de entrada del túnel);
- ✓ Los sensores CO / Opacidad y anemómetros;
- ✓ Los centros meteorológicos instalados en los lados francés y español;
- ✓ Tabla Sala Control Francia.

### 3.118.7 Enchufes

Unos enchufes están instalados con 13 TSN implantados adentro del túnel. Dividen la obra en 4 regiones:

- ✓ Región 1: del TSN – 1 hasta TSN – 4: un enchufe de capacidad 3P+T+N de 12 kVA y un enchufe de sector 1P+T+N de 2,5 kVA en uno de los 4 TSN;
- ✓ Región 2: del TSN – 5 hasta TSN – 7: un enchufe de capacidad 3P+T+N de 12 kVA y un enchufe de sector 1P+T+N de 2,5 kVA en uno de los 3 TSN;
- ✓ Región 3: del TSN – 8 hasta TSN – 10: un enchufe de capacidad 3P+T+N de 12 kVA y un enchufe de sector 1P+T+N de 2,5 kVA en uno de los 3 TSN;
- ✓ Región 4: del TSN – 11 hasta TSN – 13: un enchufe de capacidad 3P+T+N de 12 kVA y un enchufe de sector 1P+T+N de 2,5 kVA en uno de los 3 TSN.

En cada cantón, es posible utilizar un solo enchufe de un solo tipo.

### 3.118.8 *Dispositivos de seguridad de abastecimiento eléctrico*

En suma, existen las seguridades siguientes:

- ✓ Acoplamiento de alto voltaje gracias a la conexión entre puestos y un conmutador de fuente en el puesto EE2 al nivel de la zona de vuelco, que se puede activar a distancia. No es posible que ocurra un cortocircuito gracias al modo de funcionamiento eléctrico instalado con la lógica de control de las células de voltaje medio (VM);
- ✓ El modo de funcionamiento en caso de fallo de una de las dos conexiones, la de EDF o la de ERZ, está descrita en las condiciones mínimas de uso, en anexo del documento nº6 del expediente de seguridad;
- ✓ Un convertidor / puesto con capacidad de autonomía de 50 minutos que alimenta los equipamientos de la red Normal / de Emergencia.;
- ✓ Los cables a prueba de fuego CR1-C1 son utilizados para alimentar los equipamientos de seguridad.

### 3.119 **PUESTO DE LLAMADA DE EMERGENCIA**

La red de llamada de emergencia permite, en caso de accidente, localizar el incidente, evaluar su causa y seriedad, y luego activar la alerta y poner en marcha la ayuda adecuada.

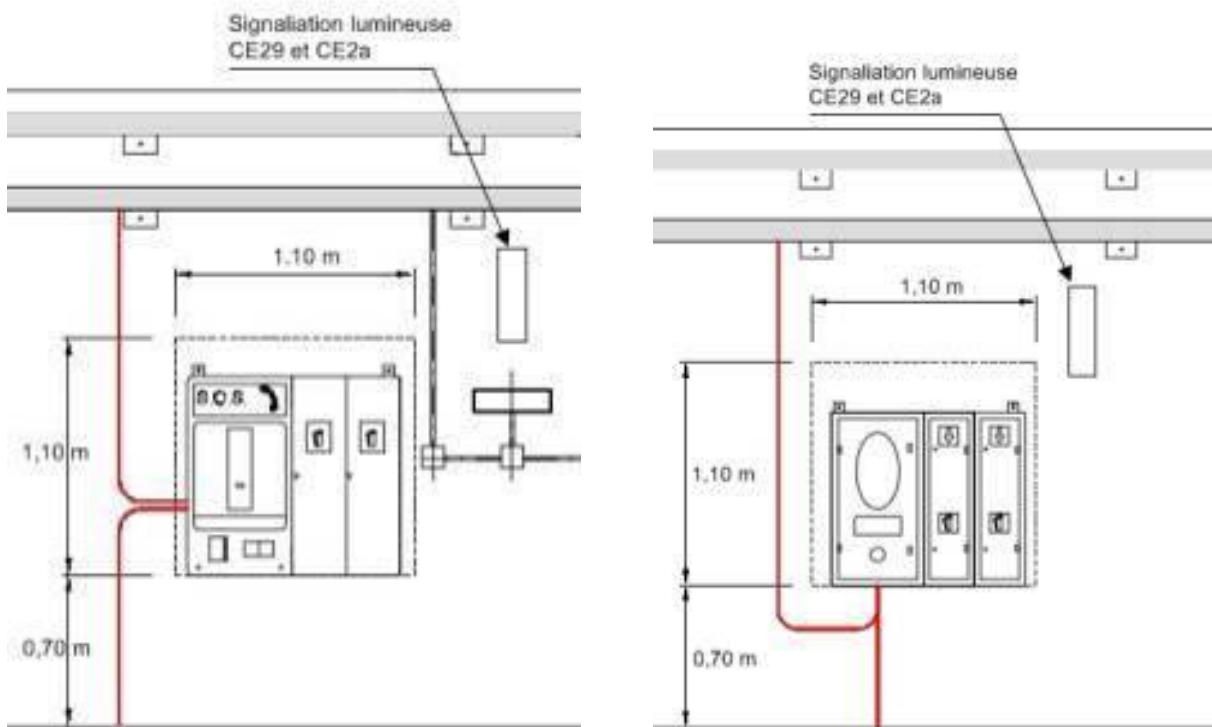
El sistema RLE (Red de llamadas de Emergencia) se compone de 17 puestos de llamada de emergencia instalados en las entradas y adentro de la obra.

Dieciséis de cada diecisiete PLE están localizados en los nichos de emergencia que posee el equipamiento siguiente:

- ✓ 1 PLE señalado materialmente por una señal luminosa (CE29) y CE2a;
- ✓ 2 extintores normalizados con capacidad unitaria de 5 y 9 kg y de performance propias de 70B y 34A-233B al menos. Son indicados por una señal luminosa (CE2a).

Todos los PLE están instalados de un sólo lado en la dirección España – Francia. Hay una distancia entre los dos de 200 m como máximo.

Todos los PLE están alimentados con cables a prueba del fuego.



*Imagen 28 : PLE a mitad de cuadra al lado español (izquierda) y al lado francés (derecha)*

En el lado francés, las llamadas son recibidas por los servicios de la Guardia Civil de Turbes et por el centro de emergencia 112 de Zaragoza en el lado español.

El itinerario entre el Centro COEX (ubicado a 4 km de distancia) y la entrada española del túnel se compone de seis PLE. Son conectados a la red de llamadas de emergencia.

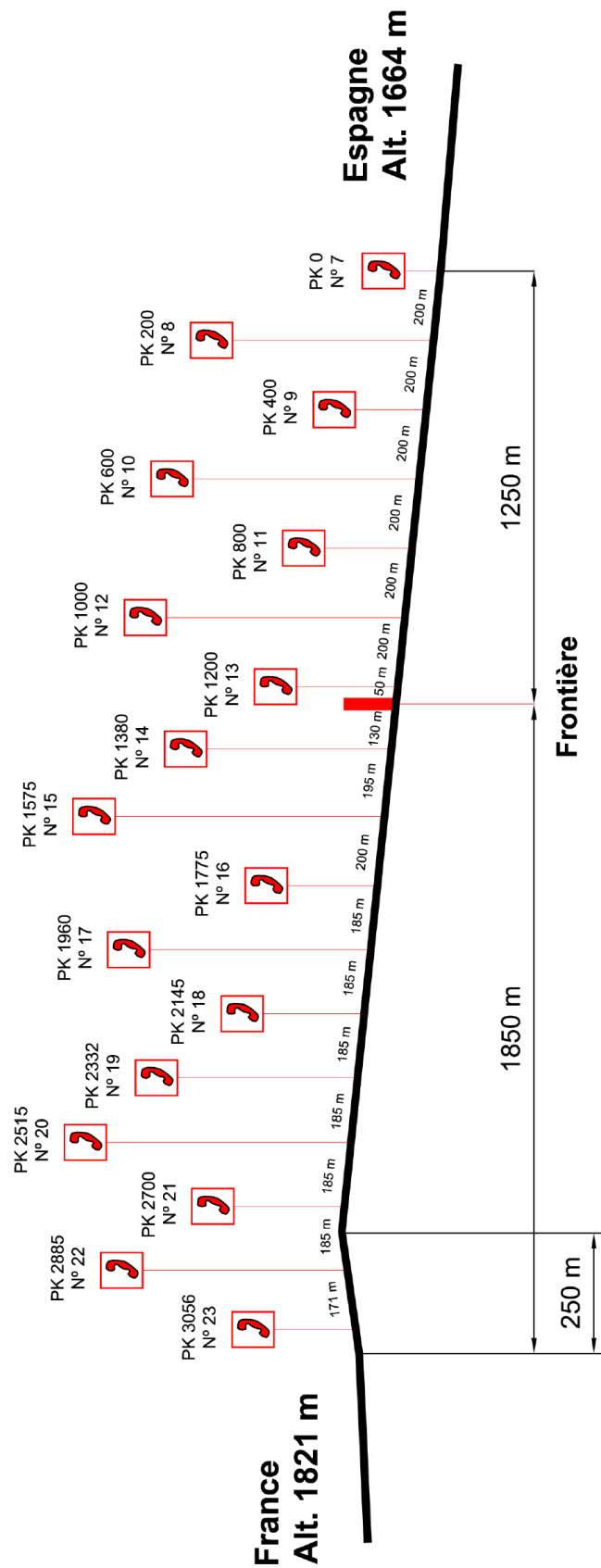


Imagen 29 : sinóptico de implantación de los PLE

### 3.120 MEDIOS DE DETECCIÓN Y DE LUCHA CONTRA INCENDIO

#### 3.120.1 *Extintores*

Dos extintores portátiles normalizados con capacidad unitaria de 9 kg y de performances respectivas de 70B y 34A-233B, están agrupados con 16 de los 17 PLE del túnel.

Una alarma de quita extintor es enviada a los puestos de supervisión al nivel de la GTC.

Las salas técnicas (salas con corrientes fuerte y con corriente menor) también tienen extintores.

Para permitir al equipo de primera intervención de intervenir sobre un principio de fuego, 3 extintores de 50 kg están posicionados en cada entrada del túnel y al nivel de la zona de estacionamiento.

#### 3.120.2 *Alimentación en agua*

El sistema de lucha contra incendio del túnel se compone de un sistema de alimentación en agua por columna anteriormente llenada permitiendo que no haya que esperar que se llene en el momento del incendio. El sistema es continuado de los equipos siguientes:

- ✓ Una reserva permitiendo la retención de 120 m<sup>3</sup> de agua;
- ✓ Un sistema de 3 bombas permitiendo ejercer alguna presión sobre la red de incendio;
- ✓ Una tubería de diámetro DN 150 caminando al lado Oeste del túnel;
- ✓ Unas válvulas de aislamiento en DN 150;
- ✓ Unos dispositivos de reducción de la presión en la tubería (regulador de presión permitiendo limitarla a causa de la inclinación y de la longitud de la obra);
- ✓ Unas tabuladoras en DN 100 conectando la tubería y las bocas contra incendios;
- ✓ Unas válvulas de aislamiento en DN 100;
- ✓ Unas bocas contra incendios (conectores: 1x100 mm y 2x70 mm) repartidos cada 200 m aproximadamente en el túnel y conectados con la tubería gracias a las tabuladoras DN 100. Estas bocas contra incendios están ubicadas en los nichos de incendio para limitar las consecuencias de alguna colisión con vehículo.

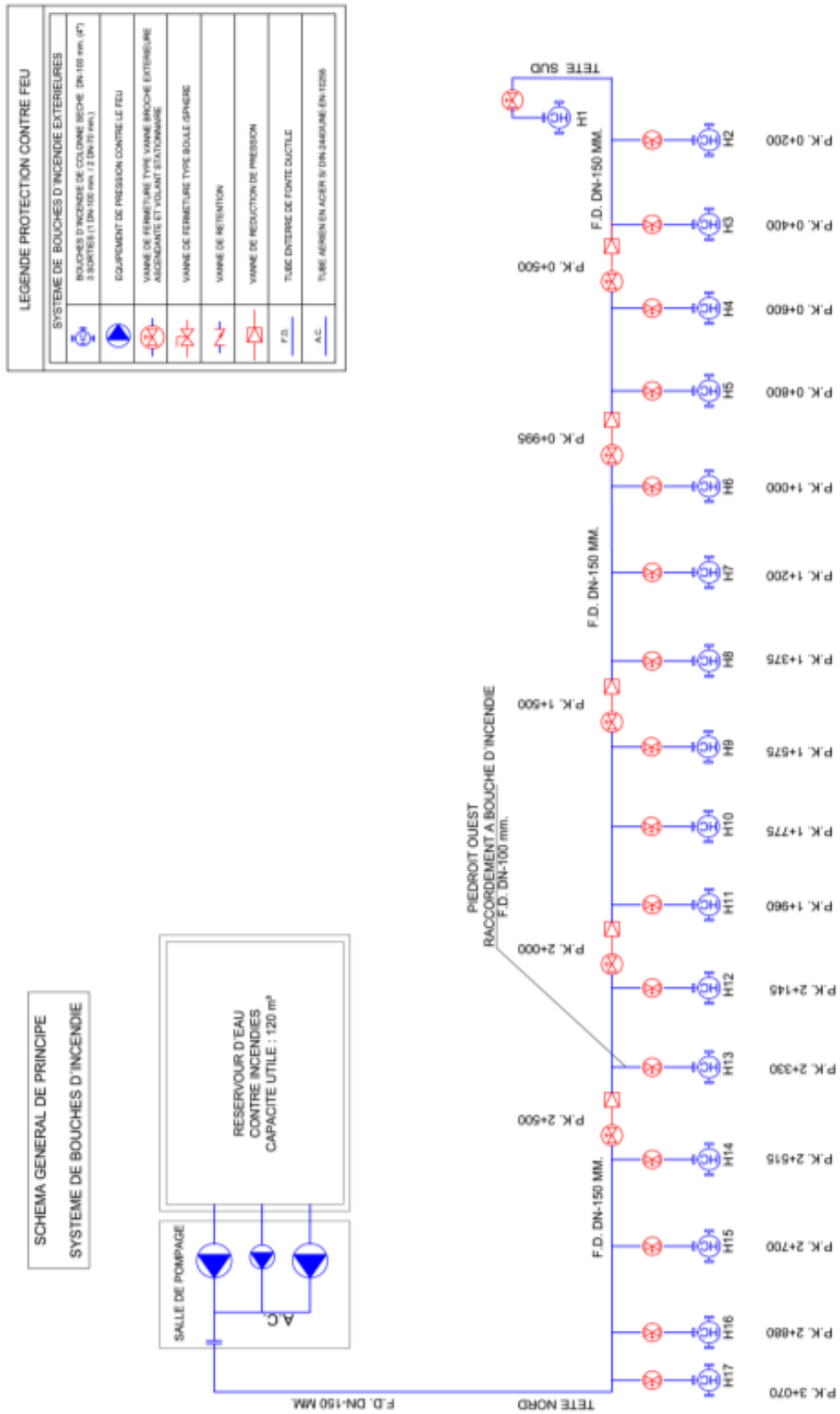


Imagen 30 : sinóptico de la red de incendios



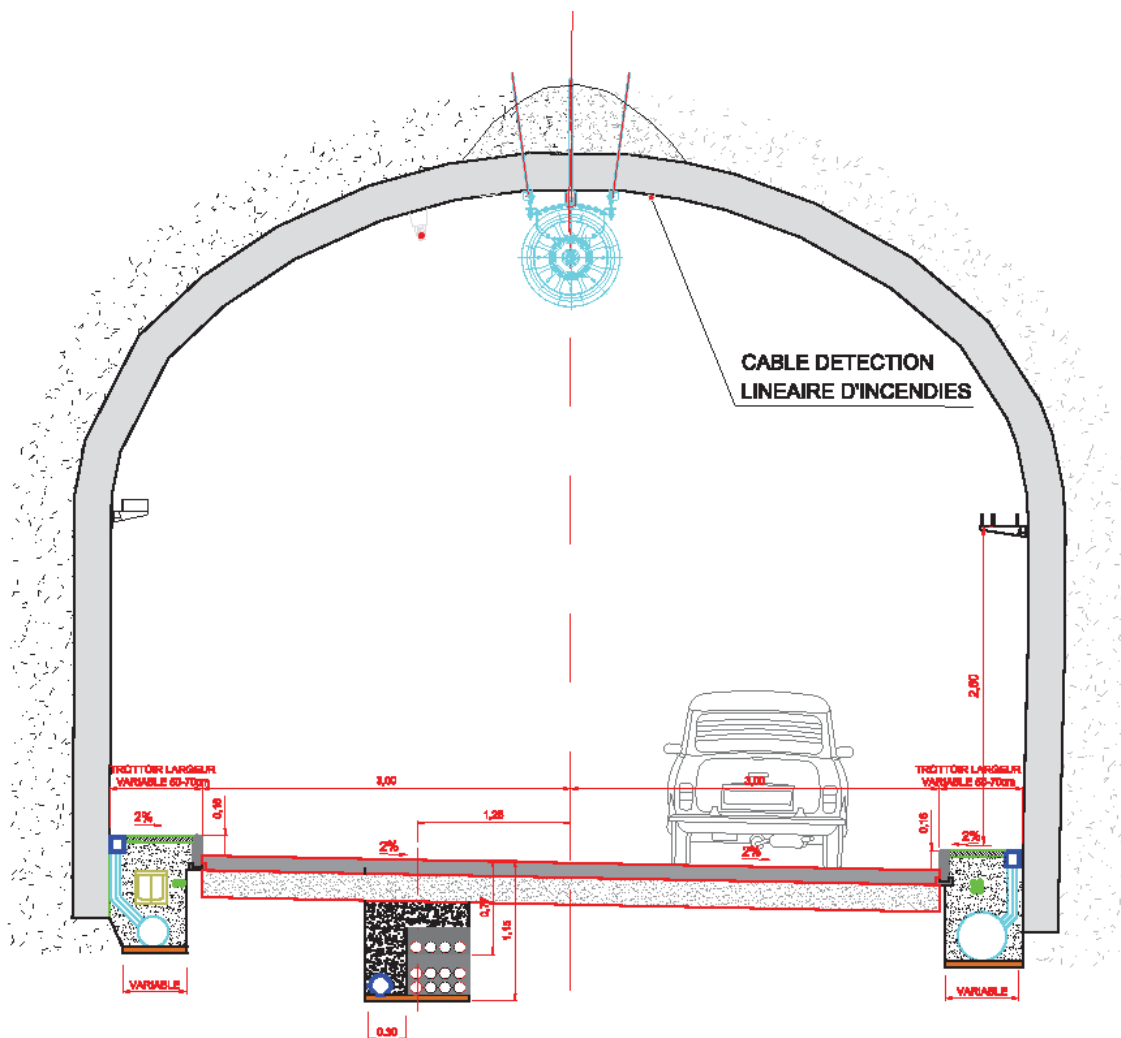
### 3.120.3 DETECCIÓN DE INCENDIO

El túnel está equipado de un sistema de detección lineal de calor, permitiendo detectar con precisión un incendio a pesar de la distancia.

Este sistema permite detectar la subida de temperatura en el túnel. Fue configurado para que suene una alarma si la temperatura alcanza más del valor límite (58 °C) o en caso de aumento brusco de la temperatura durante un rato (aumento de 6 °C durante 1 minuto).

El sistema de detección de incendio automatiza el procedimiento de extracción de humo en caso de incendio ocurriendo fuera del periodo de vigilancia del túnel entre 22 h y 6 h.

La implantación del cable se ilustra en la *Imagen 31*.










*Imagen 31 : Implantación del sistema de detección de incendios*

### 3.121 SEÑALIZACIÓN, DESCRIPTIVA Y DISPOSITIVOS DE CIERRE DEL TÚNEL

#### 3.121.1 Señalización y descriptiva de los dispositivos de seguridad

La señalización fija adentro de la obra concisa refiere a:




- ✓ **La entrada del túnel:** un ensamblaje de carteles (C111, B14, B18c + M11c1, B17, B29, B3, CE22) con el nombre de la obra y su longitud;

						
C 111	B 14	B18c + M11c1	B17	B29	B3	CE22

- ✓ **Adentro del túnel:** un ensamblaje de carteles de guía para los usuarios hacia las entradas (DP2a et DP2b) colocados cada 25 m sobre contrafuerte al tresbolillo; la señal es iluminado cada 5 carteles, carteles B17 cada 500 m correspondiente con marcaje al suelo;

	
3.122	3.123
3.124 Dp2a et Dp2b	3.125 B17

- ✓ **En salida del túnel:** Carteles C112, B31 y B49;

		
C112	B 31	B 49

Los PLE con otros equipos de seguridad están indicados gracias a unos tableros luminosos correspondiente a la reglamentación (CE2a y CE29). Aquellos tableros están encendidos continuamente y alimentados por la red eléctrica de emergencia.

### 3.125.1 *Señalización y dispositivos de paro del tráfico*

Equipamiento de clausura de acceso están previstos más arriba de la obra y en cada entrada. Están controlados por los puestos de supervisión. Para cada dirección de circulación, el equipamiento del dispositivo de paro son los siguientes:

#### **Más arriba de cada entrada:**

- ✓ Un pórtico fuera de gálibo prohibiendo el acceso al túnel a los vehículos fuera de gálibo;
- ✓ Un pórtico mecánico prohibiendo el acceso al túnel para los vehículos fuera de gálibo;
- ✓ Una barrera automática conectada con un semáforo bicolor integrado, más arriba de la obra para cerrar el acceso al túnel;
- ✓ Un Tablero de Mensaje Variable de información ubicado cerca de la barrera, permite visualizar mensajes predefinidos indicando las razones de cierre (Centro COEX lado español y «Pont des Templares» al lado francés).

#### **Al nivel de cada entrada:**

- ✓ Una barrera automática conectada con un semáforo bicolor integrado, al lado de cada entrada para cerrar el acceso al túnel (2 barreras en la entrada español y 1 barrera en la entrada francesa e);
- ✓ Un tablero de mensaje variable de información que informa sobre los incidentes adentro del túnel y el tiempo de espera (min) para el semáforo verde. Aquel desconectado con un semáforo R22 (tricolor). Los TMV también indican algunos datos meteorológicos a la salida del túnel;
- ✓ Un cartel dinámico de pre-señalización ubicado a 200 m de la entrada del túnel para informar sobre el tiempo de espera (min) hasta el semáforo verde. Aquel desconectado con un semáforo R22 (tricolor)
- ✓ Un sistema de detección de franqueamiento del semáforo rojo;

### En túnel:

- ✓ Unos TMV, permiten indicar mensajes pre-definidos sobre el tráfico. Aquellos están conectados con carteles de señalización R23 permitiendo un paro de la circulación dentro del túnel. La distancia entre los TMV interiores es de 800 m aproximadamente.
- ✓ Más adelante, ejemplos de mensajes sobre los TMV:

POUR VOTRE SECURITE
SOYEZ PATIENT

POR SU SEGURIDAD
SEA PACIENTE

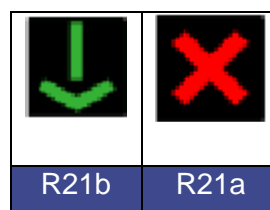
TIEMPO DE ESPERA
XX MIN

TEMPS D'ATTENTE
XX MIN

### 3.125.2 Señalización de asignación de vía

El túnel de Bielsa - Aragnouet está equipado de semáforos R21a y R21b (SAV) sobre los frontones y dentro de la obra en cada vía y en las dos direcciones de circulación.

La distancia entre los SAV interiores es de 400 m aproximadamente.



### 3.125.3 Sistema de gestión de tráfico

La circulación de los vehículos dentro del túnel es reglamentada según 5 modos de explotación descritos en el anexo nº1:

- ✓ **Modo de explotación M0 Mantenimiento:** el túnel es explotado en modo unidireccional a 50 km/h con una vía neutralizada para las operaciones de mantenimiento corrientes;

- ✓ **Modo de explotación M0 – CME:** el túnel es explotado en modo degradado según las Condiciones Mínimas de Explotación. La circulación es unidireccional a 50 km/h con una vía neutralizada para la intervención de mantenimiento vinculada con las CME;
- ✓ **Modo de explotación M1:** Modo de explotación nocturna de la obra (22 h 00 - 6 h 00) con alternación de la circulación;
- ✓ **Modo de explotación M2:** el túnel es explotado en modo bidireccional con un tráfico de VL solamente;
- ✓ **Modo de explotación M3:** el túnel es explotado en modo unidireccional para el paso de un VP en la obra.

La red sobre el terreno posee 5 grupos-bucles + piezómetro más adelante de cada entrada para detectar la llegada de VP y adaptar el funcionamiento de explotación con respecto a esto.

#### **Acceso español:**

**EE1:** bucle de conteo ubicado al nivel del Centro COEX a 4.5 km de la entrada sur.

**EE2:** bucle de conteo ubicado a 300 m de la entrada Sur.

**EE3:** bucle de conteo ubicado a 30m aproximadamente del semáforo en la entrada sur del túnel.

**EE4:** bucle de conteo ubicado en la entrada sur del túnel. Conectado con los Bucles de conteo repartidos a lo largo del túnel, permite contar los vehículos en cada región interior del túnel. Confirma también que el VP ha penetrado en la obra.

**EE5:** bucle de conteo ubicado a la salida del túnel lado francés. Al igual que el bucle EE4, este bucle es asociado a los bucles repartidos dentro del túnel, y permite confirmar que es vacío.

#### **Acceso francés:**

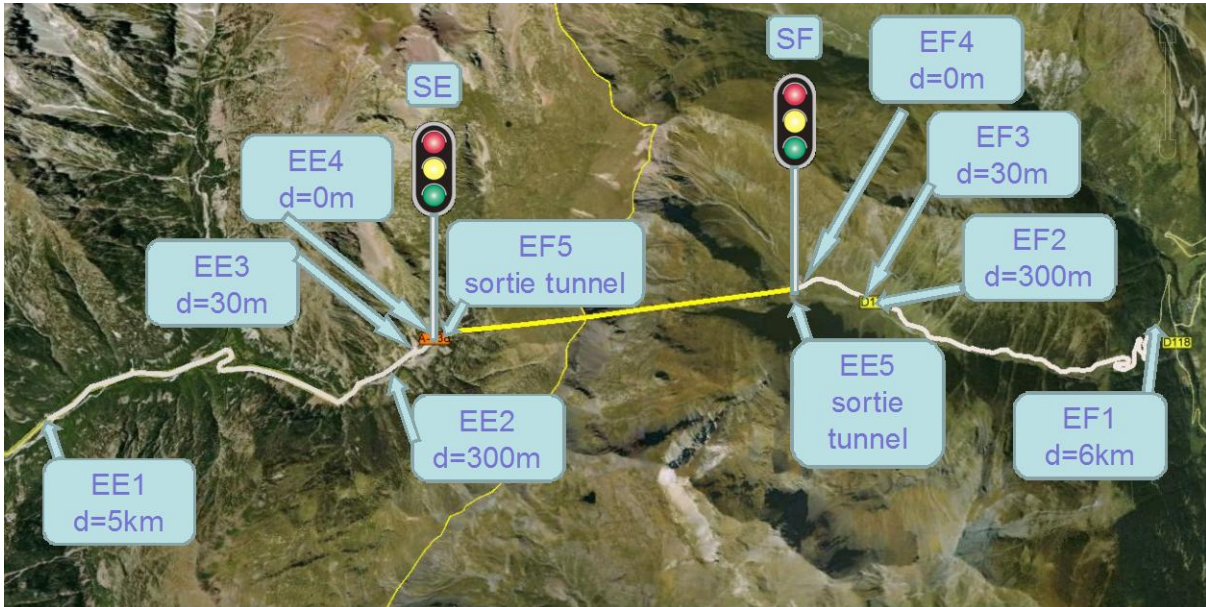
**EF1:** bucle de conteo ubicado al nivel del «Pont des Templiers» a 6 km de la entrada norte.

**EF2:** bucle de conteo ubicado a 300 m de la entrada Norte.

**EF3:** bucle de conteo ubicado a 30m aproximadamente del semáforo en la entrada sur del túnel.

**EF4:** bucle de conteo ubicado en la entrada sur del túnel. Conectado con los Bucles de conteo repartidos a lo largo del túnel, permite contar los vehículos en cada región interior del túnel. Confirma también que el VP ha penetrado en la obra.

**EF5:** bucle de conteo ubicado a la salida del túnel lado francés. Al igual que el bucle EE4, este bucle es asociado a los bucles repartidos dentro del túnel, y permite confirmar que es vacío.



*Imagen 32 : ubicación de los bucles + pieza del sistema inteligente de gestión del tráfico*

### 3.126 RETRANSMISION DE LAS RADIOCOMUNICACIONES

#### 3.126.1 Descripción del sistema de radiocomunicaciones

Los principales objetivos funcionales para la retransmisión de las radiocomunicaciones son los siguientes:

- ✓ Garantizar la retransmisión de los radioteléfonos de los Servicios de emergencia y de explotación;
- ✓ Permitir a los Servicios de emergencia de utilizar las nuevas tecnologías como la radio numérica;
- ✓ Permitir el control del funcionamiento por el Explotarte.

Un cable garantiza la retransmisión de las comunicaciones radio de los Servicios de emergencia y las ondas radio en el túnel.

El sistema toma en carga la retransmisión de las señales siguientes:

#### **Para la parte española:**

- ✓ La Guardia Civil y la policía nacional española: captación de la señal de su red SIRDEE TETRAPOL para la banda 380 – 395 MHz y amplificación al interior del túnel;
- ✓ Protección Civil de Aragón y Protección Civil de Sobrara: solución en modo local para la retransmisión de su señal para la banda de 160 MHz;
- ✓ Cruz Roja y 061: solución en modo local para la retransmisión de su señal para la banda de 160 MHz;
- ✓ 1 canal de radiodifusión FM español: Cadena 100 (96.0 MHz), que tiene un buen nivel de señal al nivel de las entradas de la obra.

#### **Para la parte francesa:**

- ✓ Para la Gendarmería francesa: Tienen una cobertura de su propia red RUBIS TETRAPOL en la banda 74 – 78 MHz;
- ✓ Para los servicios de emergencia (SAMU y bomberos del SDIS65): Luego, tendrán una cobertura en la entrada francesa del sistema ANTARES/ACROPOL de tecnología TETRAPOL en la banda de frecuencia de 380 – 385 MHz;
- ✓ 1 canal de radiodifusión FM francés: RFM (92.3 MHz).

#### **Para el Consorcio:**

- ✓ Un canal de comunicación en modo local para la explotación del túnel para la banda de 160 MHz.

La continuidad de las comunicaciones es garantizada por la presencia, en las entradas, de equipamientos instalados por operadores telefónicos. Las comunicaciones GSM son garantizadas al lado francés por el operador Orange y las comunicaciones 3G (900 MHz) al lado español por el operador Telefónica.



### 3.127 DETECCIÓN AUTOMÁTICA DE INCIDENTES

La obra es equipada de un sistema DAI por análisis de imágenes. Las cámaras de la red de video vigilancia del tráfico son utilizadas como sensor por el sistema DAI. Todas las cámaras exteriores e interiores del túnel son alimentadas con cables a prueba del fuego CR1-C1.

El sistema permite:

- ✓ La tramitación de las imágenes;
- ✓ La activación de alarmas hacia la pasarela filtrante DAI garantizando el filtro de las alarmas (esta pasarela transmite informaciones al sistema DAI que les transmite después a la GTC).

Los tipos de acontecimientos detectados son:

✓ **Nivel 1:**

- La presencia de humos densos,
- Los vehículos parados en plena vía mientras la circulación es fluida

✓ **Nivel 2:**

- Los vehículos parados en plena vía en atascos,
- La presencia de peatones al interior del túnel,
- La presencia de objetos inmóviles,
- Los vehículos circulando en contrasentido.

El sistema se compone de 66 cámaras IP al interior del túnel.

Las características de las cámaras CCTV son descritas más adelante:

Características de las cámaras CCTV	
Fabricante	Axis
<b>Cámaras dentro del túnel</b>	
Tipo	Digital
Modelo	Axis P1343-E
Número	65
<b>Cámaras exteriores</b>	
Tipo	Digital

Modelo	Axis DOMO PTZ Q6032-E
Número	2
<b>Cámaras en la sala de bombeo y en la zona de estacionamiento</b>	
Tipo	Digital
Modelo	Axis DOMO PTZ Q6032-E
Número	3

### 3.128 RED DE VIGILANCIA POR TELEVISION

El sistema de video vigilancia tiene 66 cámaras ubicadas en cada 50 m y sobre las dos direcciones de circulación y 1 cámara situada en la zona de estacionamiento para visualizar el Puesto eléctrico EEI-2.

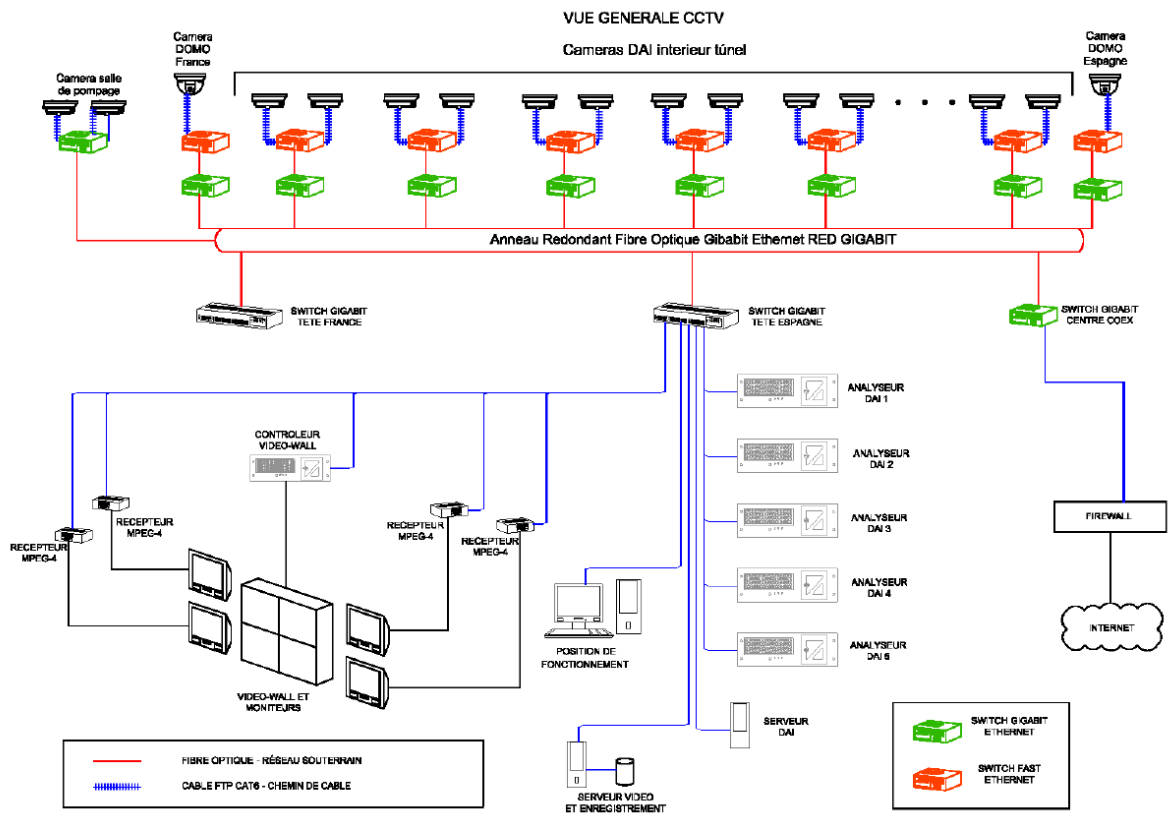
Generalmente la obra tiene:

- ✓ Equipamiento de numeración y de compresión de las imágenes (CODEC) permitiendo una transmisión numérica de las imágenes;
- ✓ Un ensamblaje de grabaciones de flujos video;
- ✓ De red de transporte de larga distancia hacia los puestos de supervisión de tipo fibra óptica según TCP / IP.

Al puesto de supervisión principal, de los equipamientos de descompresión y de de multiplexor de las imágenes permitiendo la visualización de las imágenes hacia monitores video, vía matices de comunicación.

La red de video vigilancia permite de garantizar la cobertura video completa de las vías de circulación de la obra.

Las secuencias sobre acontecimientos son creadas al puesto de supervisión principal y con registradas en una base de datos. El servidor dispone de 4 accesos autorizados para que se pueda visualizar las imágenes del túnel en tiempo real.



*Imagen 33 : Esquema general de la transmisión de las imágenes de las cámaras DAI*

### **3.129 OTROS EQUIPOS**

#### *3.129.1 Alarma a la apertura de las puertas*

Sin objeto, en la ausencia de puerta en el túnel.

#### *3.129.2 Alarma al agarrar los extintores*

Una activación de alarma se muestra al nivel de la GTC en caso de agarro de los extintores.

#### *3.129.3 Red interna de telefonía*

Una red de telefonía sobre IP permite garantizar asegurar las comunicaciones entre salas de máquinas y la conexión hacia la red telefónica conmutada.

#### *3.129.4 Línea de vida*

Ninguna.

### **3.130 GESTIÓN TÉCNICA CENTRALIZADA Y SUPERVISIÓN**

#### *3.130.1 Generalidades*

El túnel de Bielsa - Aragnouet es explotado según un nivel de vigilancia D3. El sistema permite la visualización a distancia y en tiempo real, del estado de las instalaciones técnicas y también la orden de los diferentes sistemas y equipos.

La vigilancia y la explotación del túnel puede ser realizada desde cada 4 puestos siguientes con una priorización de las ordenes:

- ✓ El puesto de control principal ubicado en la entrada España;



*Imagen 34 : Puesto de control principal*

- ✓ El puesto de control a distancia COEX ubicado a 4,5 km del túnel (lado España);
- ✓ El puesto de control secundario ubicado en la entrada francesa
- ✓ El puesto de control móvil, gestionado por el operador de guardia que permite una gestión a distancia de la GTC a través de una conexión VPN.

### 3.130.2 Puestos de control

#### 3.130.2.1 Puesto de control principal al lado español

Para garantizar una explotación de la obra que corresponda con las exigencias de seguridad propias a los túneles de carretera, un puesto de control y de supervisión se ubican en la entrada Sur del túnel (lado español).

Está equipado con un puesto de tele vigilancia en el que son retransmitidas las imágenes de video vigilancia del túnel, así como un puesto de control de los diferentes órganos conectados con la GTC del túnel (alumbrado, ventilación, red de incendio y señalización).

Todo el año, una vigilancia humana desde 6 h hasta 22 h es instalada allá con estas funciones:

- ✓ Tener acceso a los mandos del equipamiento que son: la ventilación, los fuegos de señalización y el alumbrado;
- ✓ Recibir la alerta desde el centro de emergencia (112) de Zaragoza y/o de la guardia civil de Tarbes;
- ✓ Garantizar el manteniendo del túnel y de sus alrededores.

#### **3.130.2.2 Puestos de control a distancia (COEX – lado español)**

Ubicado a aproximadamente 4 km de distancia del túnel en el lado, el puesto de control a distancia es un anexo del puesto principal y retoma todas las funcionalidades garantizadas por aquél (acceso a los mandos de los equipamientos).

**El túnel solamente puede ser pilotado por un sólo puesto de mando en un sólo momento.**

#### **3.130.2.3 Puesto de control secundario lado francés**

El puesto de control secundario es un anexo de los puestos de control principal y COEX. Permite la visualización del estado del equipamiento.

En caso de necesidad, también da acceso a los mandos del equipamiento.

#### **3.130.2.4 El puesto de control móvil**

El puesto de control móvil es una maleta que el operador de guardia tiene continuamente con él durante el funcionamiento automático de la GTC.

### *3.130.3 Descripción de los modos de funcionamiento de la GTC*

#### **3.130.3.1 Periodos de funcionamiento**

Al nivel de la organización de la explotación del túnel de Bielsa - Aragnouet, se distinguen dos periodos de funcionamiento:

- ✓ Todo el año desde 6 h hasta 22 h: presencia de un operador al puesto de control principal;
- ✓ Todo el año desde 22 h hasta 6 h: explotación en modo automático de la obra con la posibilidad para un operador de guardia de recibir mensajes de alerta de la GTC sobre un terminal 3G a través de una llamada con mensaje registrado indicando el tipo de incidente.

En caso de incidente en un periodo sin presencia humana al puesto de control, el modo de funcionamiento es el siguiente:

- ✓ La GTC envía una solicitud al operador de guardia con un mensaje pre-registrado indicando el tipo de incidente;
- ✓ La GTC envía un correo electrónico a la cuenta del operador de guardia;
- ✓ El operador de guardia debe conectarse a través del puesto de control móvil a la GTC para validar o invalidar la alerta;
- ✓ La GTC funcionamiento en modo automático esperando una acción del operador de guardia.

### **3.130.3.2 Prioridades de explotación**

Con preocupaciones de facilitar y asegurar las operaciones de mantenimiento, algunos equipamientos (aceleradores, circuitos de alumbrado) disponen de un selector local / a distancia sobre sus armarios eléctricos.

En modo local el pilotaje del equipamiento es efectuado desde el TGBT.

Cuando el interruptor está posicionado en «Modo distante», los equipamientos pueden ser gestionados desde un puesto de control a distancia (a partir de una de las posiciones de funcionamiento en modo manual o en modo automático.

El sistema de control de dos modos de funcionamiento cuando está en position «modo distante»: manual y automático:

- ✓ En modo Manuel de funcionamiento, las decisiones relativas a la explotación del túnel en caso de emergencia son tomadas por el operador al puesto de control;
- ✓ En modo automático, el sistema de control del túnel es previsto para activar una serie de secuencias predefinidas para diferentes. En este caso, las decisiones a propósito de la explotación del túnel deben ser conformas a las líneas directoras establecidas anteriormente.

Para evitar que algunos equipos pueden recibir órdenes de diferentes puntos, una orden de prioridad es asignado a cada uno de los puestos de control, aquél es clasificado de la prioridad mayor a la menor:

1. **Funcionamiento manual desde el puesto de control principal:** En este caso, todos los equipamientos son en modo de operación a distancia y el puesto de operación principal gestiona las informaciones recibidas, así como la activación de los operadores sobre el equipamiento en cualquier momento. Los otros puestos de operación sólo pueden visualizar el estado de diferentes componentes instalados, sin estar en disposición de actuar sobre ellos.

2. **Funcionamiento manual desde el puesto de control a distancia (COEX):** En el caso, donde todo el equipamiento es en modo de operación a distancia y los terminales de los centros de control están en modo automático, es posible operar manualmente a partir del puesto de control a distancia. El operador del puesto de control toma en carga el funcionamiento del equipamiento;

3. **Funcionamiento manual desde el puesto de control secundario:**

En el caso en el que todos los equipos están en modo operación a distancia y los terminales de los centros de control son en modo automático, es posible intervenir manualmente a partir del puesto de control secundario. El operador del puesto de control toma el control sobre el funcionamiento del equipamiento;

4. **Funcionamiento automático:** En el caso en el que todos los equipos están en modo automático, el sistema gestiona el funcionamiento de los equipos en el túnel según los escenarios previstos anteriormente.

La manera de funcionar sobre el control de las instalaciones al nivel global es – con respecto a las prioridades:

- ✓ El puesto de control principal en la entrada Sur es el más importante al nivel jerárquico;
- ✓ Los puestos de control a distancia COEX y secundario ubicado en la entrada norte pueden intervenir sobre las instalaciones con la autorización del puesto de control principal.

El esquema siguiente presenta la relación entre los sistemas de la Gestión Técnica Centralizada:



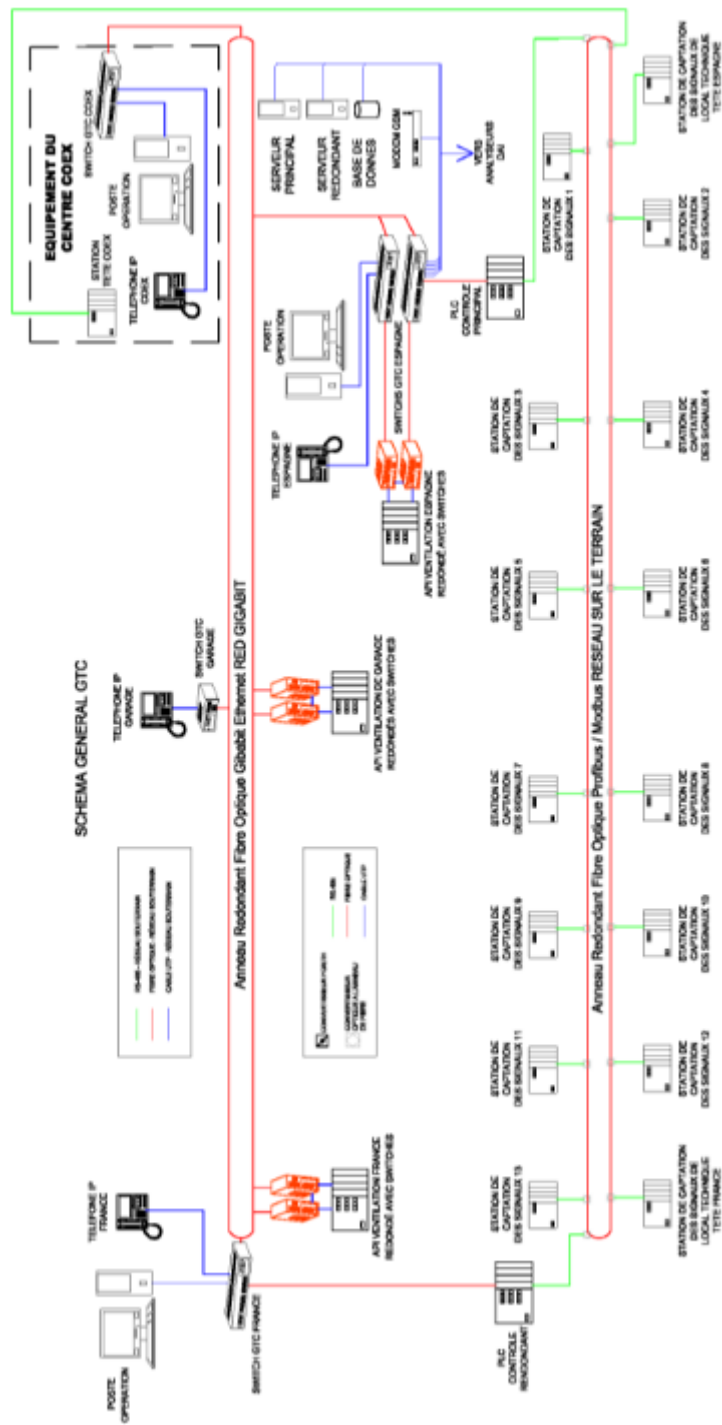


Imagen 35 : Arquitectura GTC

#### 3.130.4 *Alimentación eléctrica de la GTC*

La Gestión Técnica Centralizada de los puestos de control principales y secundarios es alimentada a partir del Tablero general de bajo voltaje de seguridad de los puestos de alimentación EE1, EE2 y EE3 y es alimentada en túnel por los cables eléctricos a prueba del fuego.

## 4 COMPORTAMIENTO AL FUEGO

### 4.1 REACCION DE LAS MATERIAS AL FUEGO

Todas las materias de construcción que constituyen la estructura principal (contrafuerte, arco) son de hormigón. Satisfacen la clasificación M0.

El equipamiento ubicado al interior del túnel es de clase M1. El ensamblaje de cables al interior del túnel es de categoría C1 o CR1-C1.

### 4.2 RESISTENCIA AL FUEGO DE LAS ESTRUCTURAS

#### 4.2.1 Estructuras principales

La resistencia al fuego de las estructuras principales (contrafuerte, arco) satisface al nivel mínimo mínima N0. Este nivel indica la ausencia de riesgo de colapso en cadena en caso de ruptura local.

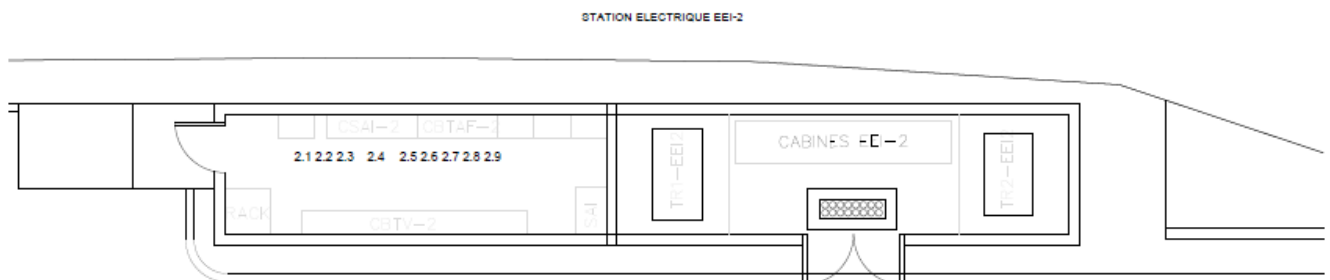
#### 4.2.2 Estructuras de obra secundaria

La resistencia al fuego de la sala de máquinas EEI 2 en media obra es N3.

El edificio se constituye de una pared de hormigón de 20 cm de espesor + proyección de un mortero Firebarrier 135 de 28 mm de espesor.

Las puertas, del fabricante Portare, son homologadas de nivel N3. La puerta de acceso se ubica en la pared Norte, y permite el acceso a la sala de los TGBT. La puerta ubicada al lado Oeste, y conectado con la vía, es una puerta con dos hojas.

La disposición del puesto eléctrico es la siguiente:



*Imagen 36 : vista superior del edificio en la zona de estacionamiento*

Las salas de los transformadores y de los convertidores tienen aire acondicionado.

#### 4.2.3 *Protección contra la lucha de equipamiento suspendidos al techo*

Los anclajes de los aceleradores resisten a temperaturas de 450°C durante 2 h.  
Las piezas metálicas de intersección entre el cuerpo del acelerador y los tornillos de anclaje en el arco son cubiertos de pintura intumescente Entercar 1120.  
Este producto es un revestimiento con un sólo componente intumescente en fase acuosa, sin cloro ni tampoco borato, concebido para las aplicaciones en obra sobre las estructuras metálicas ceteriores contra los fuegos celulósicos.  
Las estructuras son ancladas en la roca a través del hormigón del arco con 4 tornillos de anclaje, y 2 tornillos de seguridad. Ambos tornillos de seguridad tienen cadena de fijación con el cuerpo del acelerador para que provee un dispositivo de retención última para evitar su caída.

La **Imagen 37** muestra la disposición de los anclajes de los aceleradores en arco:



*Imagen 37 : anclaje de los aceleradores en el arco.*

### 4.3 FUNCIONAMIENTO POR CALEFACCIÓN DEL EQUIPAMIENTO

#### 4.3.1 Alimentación eléctrica y teletransmisiones

Los circuitos principales de alimentación eléctrica (interconexión entre puestos eléctricos) y de teletransmisiones (RLE, GTC...) caminan en cubiertas debajo de la vía y son protegidos contra el fuego según el nivel N3.

La alimentación de alumbrado de seguridad se realiza por cables CR1-C1 con las separaciones de 600 m.

Las cajas de derivación de los aparatos de la red de alumbrado de seguridad son de tipo resistente al fuego.

El alumbrado de jalonamiento se realiza en cable CR1-C1 con una separación de 100 m.

Los equipos alimentados por cables resistentes al fuego son:

Instalaciones alimentadas por cables CR1 - C1	
1	Ventilación
2	Alimentación Tableros Secundarios del túnel
3	Enchufes a los Tableros Secundarios
4	Alumbrado de seguridad
5	Conos de jalonamiento
6	Transmisión de las imágenes del Tablero Cámara DAI al Smith Fasta Ethernet
7	Local GTC
8	Puestos de Llamada de Emergencia
9	Señalización de los puestos de llamada de emergencia
10	Señalización para la evacuación de los usuarios

La resistencia al fuego de las tuberías es la siguiente:

Nivel de resistencia al fuego de las tuberías		
1	Tuberías con tensión media	N3
2	Estación transformación interior túnel	N3
3	Alimentación aceleradores	N3
4	Alimentación Tableros Secundarios	N3
5	Enchufes a los Tableros Secundarios	N3
6	Tuberías Transmisión por fibra óptica	N3
7	Materias de construcción de la estructura principal	M0
8	Estructura principal	N0
9	Tablero Secundario Nichos	EI-90

#### 4.3.2 Resistencia al fuego de los equipos de ventilación

Los aceleradores resisten a 400 °C durante 2 horas.

#### 4.3.3 Retransmisiones de radiocomunicación

Para que un incendio no acarree el paro de las radiocomunicaciones sobre demasiada longitud, la instalación se realiza según el principio de separación. La longitud de las separaciones no va más allá de 800 m.

Toda la longitud de las canalizaciones es protegida en caso de incendio gracias a un cable subterráneo.