



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
Grado en Ingeniería Electrónica, Industrial y Automática

Trabajo de Fin de Grado

Instalaciones del Túnel de la Oroteanda del Tren del Sur de Tenerife

Autor: LAURA GUTIÉRREZ DÍAZ

Tutor: GINÉS FERNANDO COLL BARBUZANO

Tutor externo: RAÚL PARRA HERMIDA

Curso académico 2018/19

ABSTRACT

The construction of the Tenerife South Train railway infrastructures is divided into several Sections and has different tunnels and viaducts. This Project is carried out for the service installations of the Tunnel Section Las Chafiras - La Oroteanda. In compliance with regulatory guidance, the installations designed are:

- Low-Voltage electrical installation: power supply, wiring and electrical switchgear.
- Tunnel ventilation system with Jet fans.
- Fire protection installation.
- Lighting installation.

There is a technical building, for the operation of the electromechanical installations, with exclusive use for maintenance workers which is located in one of the tunnel entrances, and designed for the energy supply and the water supply for fire-fighting systems.

INDICE GENERAL

- I. MEMORIA DESCRIPTIVA
- II. MEMORIA JUSTIFICATIVA
- III. ANEXOS
- IV. SEGURIDAD Y SALUD
- V. PLIEGO
- VI. PLANOS
- VII. MEDICIONES
- VIII. PRESUPUESTO

I. MEMORIA DESCRIPTIVA

ÍNDICE MEMORIA DESCRIPTIVA

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETO DEL PROYECTO	1
3. ALCANCE	1
4. PROMOTOR DE LA INSTALACIÓN, PETICIONARIO Y TITULAR	1
5. EMPLAZAMIENTO	2
6. DESCRIPCIÓN DEL TÚNEL	2
7. REGLAMENTACIÓN	5
8. DESCRIPCIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS	7
8.1. Objeto	7
8.2. Programa de necesidades. Potencia Total.	7
8.3. Descripción de la instalación.	9
8.3.1. Suministro de energía	11
8.3.2. Descripción y Justificación de las canalizaciones elegidas	11
8.3.3. Centro de transformación	11
8.3.4. Acometida	12
8.3.5. Caja General de Protección (CGP)	12
8.3.6. Caja General de Protección y Medida (CPM)	12
8.3.7. Interruptor de protección contra incendios (IPI)	12
8.3.8. Línea General de Alimentación (LGA)	12
8.3.9. Contadores o Equipos de Medida (EM)	12
8.3.10. Derivaciones Individuales (DI)	13
8.3.11. Dispositivo de control de potencia.	13
8.3.12. Dispositivos generales de mando y protección.	13
8.3.13. Instalaciones interiores o receptoras	14
8.3.14. Instalación de uso común	16
8.3.15. Instalaciones en garajes.	16
8.3.16. Instalaciones en locales de características especiales. Locales húmedos	16
8.3.17. Instalaciones con fines especiales. Piscinas y fuentes	16
8.3.18. Instalaciones de Alumbrado Exterior.	17
8.3.19. Instalaciones con fines especiales. Máquinas de elevación y transporte.	17
8.3.20. Locales a efectos de servicio eléctrico	17
8.3.21. Aparatos de caldeo	17
8.3.22. Cables y folios radiantes en viviendas	17

8.3.23.	Aire Acondicionado.....	17
8.3.24.	Agua Caliente Sanitaria y Climatización.....	18
8.3.25.	Instalaciones eléctricas en muebles.....	18
8.3.26.	Instalaciones de bañeras de Hidromasajes, cabinas de duchas y aparatos análogos.....	18
8.3.27.	Instalaciones de sistemas de automatización.....	18
8.3.28.	Puesta a tierra.....	18
8.3.29.	Corrección del Factor de Potencia de la instalación.....	19
8.3.30.	Cumplimiento de la normativa CPR (Construction Products Regulation).....	20
9.	DESCRIPCIÓN DE INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	21
9.1.	Objeto.....	21
9.2.	Sectorización.....	21
9.3.	Sistemas de detección y alarma de incendios.....	21
9.4.	Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios.....	22
9.5.	Sistemas de hidrantes contra incendios.....	23
9.6.	Extintores de incendio.....	23
9.7.	Sistemas de bocas de incendio equipadas.....	23
9.8.	Sistemas fijos de extinción por agentes extintores gaseosos.....	24
9.9.	Señalización.....	24
10.	DESCRIPCIÓN DE INSTALACIONES DE VENTILACIÓN.....	26
10.1.	Objeto.....	26
10.2.	Criterios de diseño.....	26
10.3.	Metodología de diseño.....	26
10.3.1.	Situación de explotación normal o de mantenimiento.....	27
10.3.2.	Situación de explotación de emergencia.....	27
10.4.	Características del sistema de ventilación.....	28
10.4.1.	Modo de funcionamiento del sistema.....	28
10.4.2.	Distribución de equipos.....	28
10.4.3.	Validación del sistema en situación de explotación normal y mantenimiento.....	29
10.4.4.	Validación del sistema en situación de emergencia.....	29
10.4.5.	Sistema de detección.....	29
10.4.6.	Opacímetros.....	30
11.	DESCRIPCIÓN DE INSTALACIONES DE ALUMBRADO.....	31
11.1.	Objeto.....	31
11.2.	Alumbrado de emergencia principal.....	31
11.3.	Alumbrado de emergencia autónomo.....	32

1. INTRODUCCIÓN

El tren del Sur de Tenerife es el proyecto de una infraestructura ferroviaria compuesta por 80 km de plataforma ferroviaria y 7 intercambiadores de transporte situados a lo largo de su trazado. Surge como consecuencia de estudios de viabilidad técnica y económica de un sistema ferroviario entre los municipios Santa Cruz de Tenerife y Adeje.

En su trazado se encuentran diversidad de túneles y viaductos, siendo objeto de este proyecto el Tramo 6 el cual atraviesa la zona de Las Chafiras de 2143 m de longitud y 130 m de falso túnel, correspondiente al término municipal de San Miguel de Abona. Se trata de un túnel interurbano de dos vías para el paso de trenes con alimentación eléctrica de tracción. En su proyección se ha excluido el transporte de mercancías tras su estudio de viabilidad, por lo que está previsto su uso únicamente por pasajeros y diseñado para velocidades entre 160 y 220 km/h con frecuencias en hora punta de 15 minutos.

Esta infraestructura dispondrá de instalaciones electromecánicas y de sistemas. El objeto del presente TFG es realizar el proyecto de las instalaciones eléctricas, ventilación y contra-incendios para el trazado Las Chafiras – La Oroteanda correspondiente al Tramo 6. Se diseñarán las instalaciones requeridas por la normativa vigente en materia de protección contra incendios, ventilación, iluminación y Baja Tensión del túnel. Quedarán fuera del alcance del mismo las instalaciones de comunicaciones, vigilancia y control de accesos.

2. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del proyecto es la descripción y justificación de las instalaciones básicas, protección contra incendios, ventilación, iluminación y Baja Tensión del trazado del túnel Las Chafiras – La Oroteanda.

Dado que este Trabajo de Fin de Grado se enmarcaría dentro de una gran obra de construcción civil, el mismo proyecto de construcción llevaría un proyecto completo con su Estudio completo de Seguridad y Salud, incluyendo las instalaciones. Por tanto el TFG contendrá una Memoria Descriptiva, Memoria Justificativa, Planos, Pliego y Presupuesto.

3. ALCANCE

Están fuera del alcance de este proyecto:

- Las instalaciones de comunicaciones, vigilancia y control de accesos.
- El diseño e implementación de la central de detección de incendios.
- El suministro de electricidad de la red de Media Tensión.
- El diseño de la Galería de Servicios.
- El Estudio de Seguridad y Salud.
- Las instalaciones de drenaje de aguas pluviales y residuales.

4. PROMOTOR DE LA INSTALACIÓN, PETICIONARIO Y TITULAR

- Promotor:
 - Metropolitano de Tenerife S.A.
 - CIF: A38620209.
 - Dirección: Carretera Gral. La Cuesta - Taco, 124, 38108. San Cristóbal de La Laguna, Santa Cruz de Tenerife.
 - Teléfono: 922 024 800.

- **Peticionario:**
 - Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología de la Universidad de La Laguna.
 - CIF: Q-3818001 D.
 - Domicilio social: Camino San Francisco de Paula, s/n. Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología. Apartado 456. 38200. San Cristóbal de La Laguna. S/C de Tenerife.
 - Teléfono: 922 318 309.

- **Titular:**
 - Cabildo de Tenerife.
 - Dirección: Plaza de España, 1. 38003. Santa Cruz de Tenerife. España.
 - Teléfono: 922 239 500.

5. EMPLAZAMIENTO

El tramo de túnel se sitúa en el término municipal de San Miguel de Abona, comenzando la boca este desde Las Chafiras hasta la boca oeste en La Oroteanda con una longitud total de 2273 m. Discurre bajo la autopista TF-1, zonas industriales y pasa a través de la Montaña de los Gorones, estando ambas bocas en zonas descampadas como puede observarse en la ilustración siguiente.

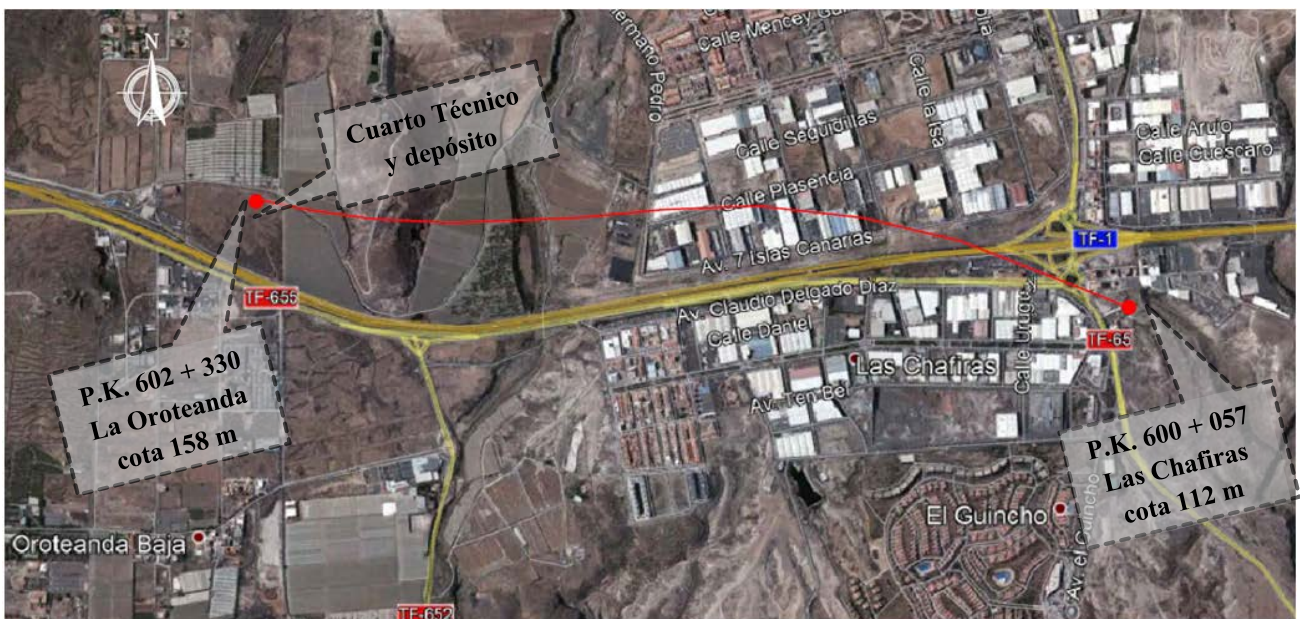


Ilustración 1: Emplazamiento del cuarto técnico y las bocas de túnel Las Chafiras – La Oroteanda con sus puntos kilométricos. Trazado del túnel (color rojo). Escala aproximada 1:20000.

Cuenta con caminos de fácil acceso y en caso de intervención el Parque de Bomberos está situado a 800 m de la boca este y 3200 m de la boca oeste.

6. DESCRIPCIÓN DEL TÚNEL

El túnel de este proyecto tiene una longitud total de 2273 m, de los cuales 130 m corresponden a falso túnel. Comienza en el P.K. 600+057 y finaliza en el P.K.602+330 con una diferencia de cota de 46 m, teniendo una pendiente del 2%. Sus características se encuentran resumidas en la siguiente tabla.

Túnel	P.K. Inicio	P.K. Final	Longitud (m)	Cota inicial (m)	Cota final (m)	Pendiente
Las Chafiras – La Oroteanda	600+057	602+330	2.273	112	158	2%

Tabla 1: Características del tramo de túnel Las Chafiras – La Oroteanda.

Paralelo al tubo de túnel principal, se dispone de una galería de evacuación con galerías de conexión transversales. Su disposición queda reflejada en la siguiente ilustración. La galería de evacuación llevará a la zona segura más cercana ubicada en el exterior.

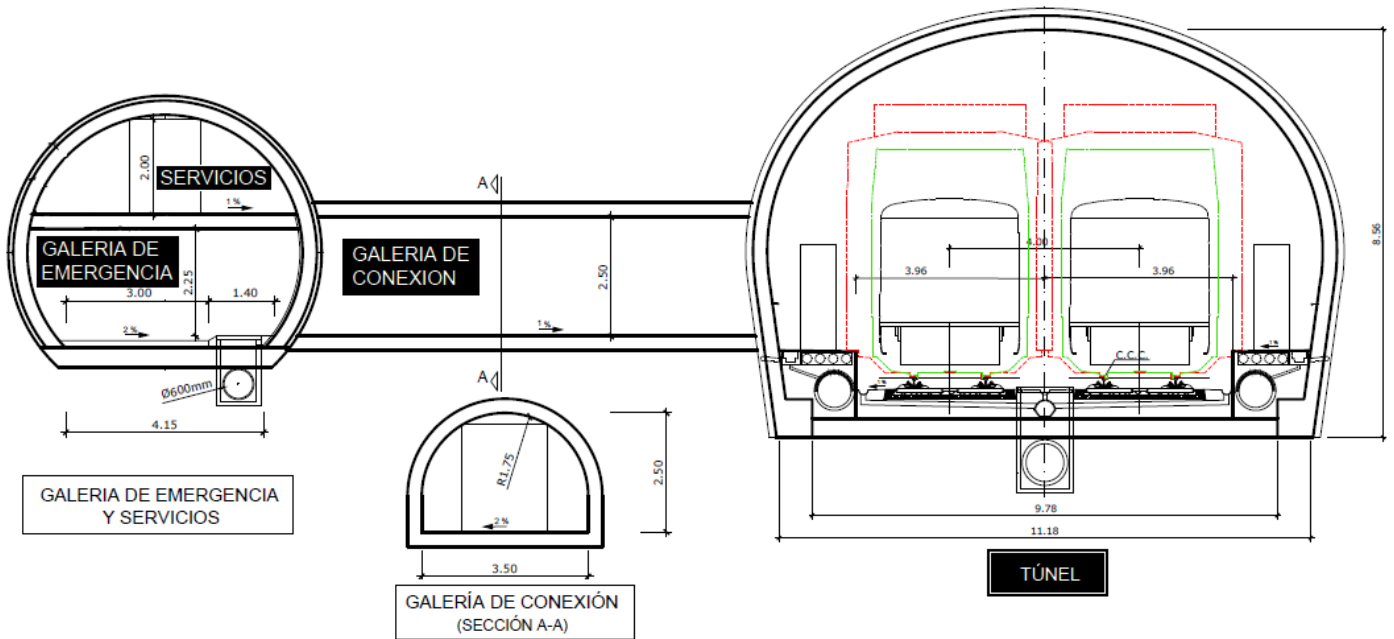


Ilustración 2: Sección del Túnel, de la Galería de Conexión y de la Galería de Emergencia.

Las instalaciones de abastecimiento de agua contra incendios, transformación y baja tensión se encontrarán en el Cuarto Técnico.

TÚNEL PRINCIPAL

El túnel principal es un tubo de doble vía, sin estaciones subterráneas intermedias. En caso de emergencia, tiene rutas de evacuación en cada hastial hacia zonas seguras exteriores y mediante la galería contigua.

Cuenta con un pasillo de evacuación a cada lado con gálibo peatonal de 0,75 m x 2,25 m, de manera que no interfiera con el gálibo ferroviario. Los pasamanos e instalaciones de protección serán instalados de forma que no interfieran con el gálibo de dicho pasillo.

GALERÍAS DE CONEXIÓN

Las galerías de conexión conectan de forma transversal el túnel principal con la galería de emergencia, con el fin de conectar ambos tubos y facilitar labores de mantenimiento, evacuación y el acceso de los servicios de emergencia.

Con una longitud aproximada de 8 m, hay un total de cinco galerías de conexión dispuestas cada 400 m como máximo. Los puntos kilométricos en los que se encuentran están resumidos en la siguiente tabla.

	Galería de conexión	Galería de conexión	Galería de conexión	Galería de conexión	Galería de conexión	La Oroteanda
Las Chafiras	1	2	3	4	5	
P.K.	600+057	600+350	600+750	601+150	601+530	601+930

Tabla 2: Puntos kilométricos de acceso a las galerías de conexión.

GALERÍA DE EMERGENCIA

La galería de emergencia es un tubo contiguo e independiente del túnel principal, conectado a este por cinco galerías transversales. Cuenta con un pasillo de evacuación, pasamanos e instalaciones de protección instalados de forma que no interfieran con el gálibo de dicho pasillo.

La galería de emergencia facilita la evacuación en caso de emergencia, sirviendo de acceso a la zona segura en el exterior.

ZONAS SEGURAS

Son zonas libres de riesgo a las que se accede mediante las rutas de evacuación. Hay dos zonas seguras exteriores, situadas en las proximidades de las bocas o salidas de emergencia del túnel. Disponen de accesos viarios para los equipos de intervención y evacuación.

CUARTO TÉCNICO

El cuarto técnico está ubicado en el exterior del túnel, próximo a la boca de túnel de La Oroteanda. Dispone de compartimentación para las instalaciones de transformación, baja tensión, grupo electrógeno, sistema de alimentación ininterrumpida (SAI) y grupo de bombeo. En el exterior se encuentra el depósito de combustible y el depósito de agua contra incendio.

7. REGLAMENTACIÓN

Para las instalaciones del Proyecto es de aplicación la Instrucción sobre Seguridad en Túneles Ferroviarios del Ministerio de Fomento, con criterios de diseño, recomendaciones y especificaciones técnicas obligatorias. No obstante, se podrán adoptar otras soluciones siempre que se garanticen niveles de seguridad no inferiores a los indicados por la normativa específica aplicable.

Reglamentación de aplicación en:

▪ **Instalaciones eléctricas de Baja Tensión**

- Real Decreto 848/2002, Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC).
- Guías Técnicas de aplicación al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
- Instrucción sobre Seguridad en Túneles Ferroviarios de 20/06/2006 (ISTF), Ministerio de Fomento.
- Decreto 141/2009, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento por el que se regulan los procedimientos administrativos relativos a la ejecución y puesta en servicio de las instalaciones eléctricas en Canarias.
- ORDEN de 16 de abril de 2010, por la que se aprueban las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace, en el ámbito de suministro de Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U. y Distribuidora Eléctrica del Puerto de La Cruz, S.A.U., en el territorio de la Comunidad Autónoma de Canarias.

▪ **Instalaciones de Protección Contra Incendio**

- Instrucción sobre seguridad en túneles ferroviarios de 20/06/2006 (ISTF), Ministerio de Fomento.
- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios (RIPCI).
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (RSCIEI).
- Real Decreto 635/2006, de 26 de mayo, sobre requisitos mínimos de seguridad en los túneles de carreteras del Estado (RSTC).

▪ **Instalaciones de Ventilación**

- Instrucción sobre seguridad en túneles ferroviarios de 20/06/2006 (ISTF), Ministerio de Fomento.

▪ **Instalaciones de Alumbrado**

- Instrucción sobre seguridad en túneles ferroviarios de 20/06/2006 (ISTF), Ministerio de Fomento.

- RD 848/2002, Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
Documento Básico HE Ahorro de Energía: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación (CTE - DB – HE 3).
Documento básico SUA Seguridad de Utilización y Accesibilidad: Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada (CTE-DB-SUA 4).

7.1. Bibliografía

[ISTF06]

Ministerio de Fomento. Gobierno de España. 2006. *Instrucción sobre seguridad en túneles ferroviarios (ISTF)*. 2006.

[BDITC10]

Instituto Tecnológico de Canarias. Estadísticas climáticas en Canarias. [En línea]
http://www.itccanarias.org/web/itc/proyectos-software/estadisticas_climaticas_canarias.jsp?lang=es.

[NFPA17]

National Fire Protection Association (NFPA). 2017. *NFPA 502: Standard for Road Tunnels, Bridges, and Other Limited Access Highways*. 2017.

[TMSJ11]

Sánchez, Jesús. 2011. *Estudio, análisis y caracterización de los principales factores que intervienen en el comportamiento fluidomecánico del humo producido por un incendio en un túnel soterrado mediante herramientas CFD*. s.l. : Máster Ingeniería de Protección Contra Incendios. Universidad Pontificia Comillas (ICAI), 2011.

[TFMHG07]

Herrero García, Enrique. 2007. *Simulación CFD de la iteración de los Sistemas de Ventilación y Extinción de Incendios en Túneles*. s.l. : Tesis de Máster. Universidad Carlos III de Madrid, 2007.

8. DESCRIPCIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

8.1. Objeto

El objeto de la instalación de Baja Tensión es suministrar energía eléctrica para el funcionamiento de las distintas instalaciones de seguridad en el túnel, las galerías de conexión, la galería de evacuación y el cuarto técnico. En particular el alumbrado, los grupos de bombeo, el sistema de ventilación, sistemas de detección y seguridad y las tomas de corriente.

La alimentación se realizará a través de una Línea de Baja Tensión procedente de la salida del secundario del transformador ubicado en el cuarto técnico. Las instalaciones del Centro de Transformación no forman parte del alcance de este proyecto.

8.2. Programa de necesidades. Potencia Total.

La tensión de suministro de la instalación es trifásica 400/230V. Se dimensiona la potencia del transformador, grupo electrógeno y SAI tras el cálculo de la previsión de cargas de los circuitos que alimentan cada uno de ellos. Se considera una reserva del 30% y además un factor de potencia de 0,8, por criterios de seguridad de servicio y de reserva para futuras ampliaciones de las instalaciones.

Para la previsión de cargas se han tenido las siguientes consideraciones:

- Alumbrado de Emergencia Autónomo provisto de batería. El Alumbrado de Emergencia Principal no tiene factor de corrección para lámparas de descarga de 1'8 (ITC-BT-09) al tratarse de lámparas LED.
- La ventilación longitudinal del túnel se realiza mediante Jet Fans con un cuadro de arranque progresivo en cada ventilador que limita la sobrecarga al 25%. Se aplica un factor de corrección para el arranque de 1'25 indicado para limitación de intensidad absorbida en el arranque de motores (ITC-BT-47). Se considera factor de simultaneidad 1 para su correcto funcionamiento y efectividad en caso de incendio.
- Se ha previsto un equipo de ventilación en el cuarto técnico para mantener una temperatura óptima de funcionamiento del SAI y equipos de comunicaciones en la Sala Técnica, así como de los equipos de la Sala de Baja Tensión.
- Para el grupo de bombas de abastecimiento de agua contra incendio se aplica el factor de corrección de 1'25 para el arranque (ITC-BT-47) y se considera factor de simultaneidad unitaria sólo para la bomba principal.
- Tomas de corriente en el túnel:

La alimentación se realizará a través de dos líneas independientes, una para cada hastial, con separación máxima de 250 m entre dos tomas contiguas. Se ha previsto un total de 20 tomas en el túnel instaladas al tresbolillo, 5 líneas con dos tomas por hastial.

Se ha previsto la instalación de una toma trifásica de 16 A (11kVA) por línea, 22kVA entre dos tomas contiguas correspondientes una a cada hastial, que cumple el mínimo de 20 kVA indicado en La Instrucción de Seguridad en Túneles Ferroviarios (ISTF). Las tomas serán múltiples (tres tomas monofásicas y una trifásica).

Con un total de 20 tomas múltiples, se aplica un factor de simultaneidad de 0'1 para tomas de corriente.

- En cada sala del cuarto técnico se instalarán tomas de corriente trifásicas de 16 A, dos en cada sala. Se aplica un factor de simultaneidad de 0'1 para tomas de corriente.

Se resume la previsión de cargas para el transformador, el grupo electrógeno y el SAI en las siguientes tablas:

Potencia prevista TRANSFORMADOR			
Instalación	P instalada (W)	P prevista (W)	P prevista (kVA)
Alumbrado E. Principal	22.493	22.493	28
Alumbrado E. Autónomo	9.260	-	-
Ventilación Túnel	703.000	878.750	1.098
Ventilación Cuarto Técnico	30.000	30.000	38
SAI	20.223	20.223	25
Bombas Grupo PCI	127.280	79.550	99
Fuerza Túnel	177.362	17.736	22
Fuerza Cuarto Técnico	70.945	7.094	9
TOTAL	1.160.562	1.055.846 W	1.320 kVA
Reserva 30%	-	1.372.600 W	1.716 kVA

Potencia prevista GRUPO ELECTRÓGENO			
Instalación	P instalada (W)	P prevista (W)	P prevista (kVA)
Alumbrado E. Principal	22.493	22.493	28
Ventilación Túnel	703.000	878.750	1.098
Ventilación Cuarto Técnico	30.000	30.000	38
SAI	20.223	20.223	25
Bombas Grupo PCI	127.280	79.550	99
Fuerza Túnel	177.362	17.736	22
Fuerza Cuarto Técnico	70.945	7.094	9
TOTAL	1.151.302	1.055.846 W	1.320 kVA
Reserva 30%	-	1.372.600 W	1.716 kVA

Potencia prevista SAI			
Instalación	P instalada (W)	P prevista (W)	P prevista (kVA)
A. de Reemplazamiento	11.355	11.355	14
Equipos de menor potencia	8.868	8.868	11
TOTAL	20.223	20.223 W	25 kVA
Reserva 30%	-	26.290 W	33 kVA

La potencia total prevista para la instalación es de 1.055.846 W, según se explica en el siguiente apartado.

8.3. Descripción de la instalación.

Para el suministro de energía que requieren las instalaciones del túnel, las galerías de conexión y la galería de evacuación se equipará un cuarto técnico ubicado en una de las bocas con las instalaciones necesarias para su funcionamiento. El Cuarto Técnico tendrá un uso exclusivo para labores puntuales de mantenimiento y contará con:

- Sala de Baja Tensión y medida: se instalará el Cuadro General de Baja Tensión, Cuadros de Control y Cuadros de Mando.
- Sala de Grupo Electrónico.
- Sala Técnica: Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI), comunicaciones, centralita de detección, control de accesos y seguridad.
- Sala Grupo Bombeo: alberga el grupo de abastecimiento de agua contra incendio.

La instalación de Baja Tensión parte de la Línea de Baja Tensión (L.B.T.) que proviene de un transformador propio instalado en la Sala de Baja Tensión y medida del Cuarto Técnico, con su protección y aislamiento que lo separe de la instalación de Baja Tensión. Esta línea contará con un equipo de medida con las unidades funcionales correspondientes en el Cuadro General de Baja Tensión (C.G.B.T.) instalado en la misma sala.

El suministro de energía se podrá realizar mediante la Línea de Baja Tensión del transformador o mediante Grupo Electrónico. La instalación del Grupo Electrónico es una instalación generadora aislada y de emergencia, que se conectará en caso de fallo del suministro del transformador. Se ha previsto un Sistema de Alimentación Ininterrumpida con autonomía para alimentar el alumbrado de reemplazamiento y los equipos de menor potencia (centralita de incendios, detección, comunicaciones) hasta que entre en funcionamiento el Grupo Electrónico.

Los servicios que requerirán suministro de energía se clasificarán como Servicios No Esenciales (con alimentación autónoma) o Servicios Esenciales (con alimentación desde el Grupo Electrónico y SAI). En caso de fallo del suministro, ya sea por descenso de la tensión de la red, desequilibrio de tensión entre fases o por mantenimiento del transformador, se alimentarán las cargas correspondientes a los Servicios Esenciales.

El Cuadro General de Baja Tensión (C.G.B.T.) alimentará los cuadros secundarios de Control y de Mando de los circuitos que alimentan a los distintos receptores. Estos cuadros secundarios se instalarán en la Sala de Baja Tensión y alimentarán las siguientes instalaciones:

- | | |
|------------------------------------|---|
| <i>Servicios
No Esenciales</i> | <ul style="list-style-type: none"> - Cuadro de Mando de Alumbrado de Emergencia (CM.AE) <ul style="list-style-type: none"> o Alumbrado de Emergencia autónomo. <hr/> <ul style="list-style-type: none"> - Cuadro de Mando de Alumbrado Principal (CM.AP) <ul style="list-style-type: none"> o Alumbrado de emergencia Principal. - Cuadro de Control de Motores (CC.M) <ul style="list-style-type: none"> o Ventilación del túnel. |
| <i>Servicios
Esenciales</i> | <ul style="list-style-type: none"> - Cuadro de Servicios Auxiliares (C.SA) <ul style="list-style-type: none"> o Tomas de corriente. o Ventilación del cuarto técnico. o Grupo contra incendios. - Cuadro de Servicios Esenciales (C.SE) <ul style="list-style-type: none"> o Alumbrado de reemplazamiento. o Equipos menores (centralita contra incendios, detección, comunicaciones, control de accesos). |

Los cuadros de Mando y Control alimentarán receptores del Cuarto Técnico y, a su vez, tres cuadros secundarios distribuidos en las Galerías de Conexión para los receptores de alumbrado, ventilación y fuerza. Se realizará un canal de obra de fábrica, cubierto con tapas registrables, desde el Cuarto Técnico con las canalizaciones que alimentarán estos cuadros secundarios.

Los tres cuadros secundarios que suministrarán energía a los receptores del túnel, galerías de conexión y galería de evacuación son los siguientes:

- Cuadro Secundario 1 (CS1): Instalado en la Galería de Conexión 5, a 420 m del Cuarto Técnico.
- Cuadro Secundario 2 (CS2): Instalado en la Galería de Conexión 3, a 1200 m del Cuarto Técnico.
- Cuadro Secundario 3 (CS3): Instalado en la Galería de Conexión 1, a 2000 m del Cuarto Técnico.

Se ha previsto la instalación de tomas de corriente múltiples (monofásicas y trifásicas) en el Cuarto Técnico y en ambos hastiales del túnel con potencia prevista y distancias marcadas por la Instrucción de Seguridad en Túneles Ferroviarios.

Los receptores de alumbrado de reemplazamiento alimentados por el SAI son una tercera parte del “Alumbrado de emergencia Principal”. Este alumbrado, denominado así por la Instrucción de Seguridad en Túneles Ferroviarios, no estará en funcionamiento de manera permanente como el alumbrado de túneles de carretera, su puesta en funcionamiento se realiza mediante pulsadores independientes de los del resto de alumbrado para trabajos puntuales en el túnel y galerías. El SAI alimentará parte de este alumbrado de manera que un fallo de la alimentación pueda permitir continuar el trabajo en condiciones de seguridad hasta que entre en funcionamiento el Grupo Electrónico.

La potencia prevista correspondiente a los receptores de alumbrado se ha obtenido tras el diseño de las instalaciones de iluminación, en el apartado de Memoria Descriptiva y Memoria Justificativa correspondientes. Las longitudes de los circuitos que alimentan a los distintos receptores se han diseñado en base a lo marcado por la Instrucción de Seguridad en Túneles Ferroviarios.

Los receptores de ventilación del túnel (Jet Fans) suponen aproximadamente un 80% de la potencia prevista total. Estos receptores se han previsto tras el correspondiente estudio de ventilación, optimizando su elección atendiendo a criterios técnicos de funcionamiento; ΔP , Q, gálibo para su instalación y potencia total instalada.

8.3.1. Suministro de energía

El suministro de energía se realizará a través de una línea de baja tensión (L.B.T.) trifásica 400/230V procedente del transformador de 2000 kVA. En caso de fallo total del suministro de la compañía eléctrica o el descenso de la tensión de red por debajo del 70% de su valor nominal, se prevé un suministro alternativo mediante grupo electrógeno de 2000 kVA.

La conexión entre el transformador y el cuadro general de baja tensión (C.G.B.T.) se realizará mediante línea de baja tensión (L.B.T.) de cable unipolar SZ1-K 0,6/1 kV de 240 mm² de sección de cobre, con un número de 6 cables por fase y 3 para el neutro. La conexión entre el grupo electrógeno y el C.G.B.T. se realizará con una línea de las mismas características. El neutro tendrá la misma sección que los conductores de fase. Se conectará a tierra siguiendo el esquema T-T.

8.3.2. Descripción y Justificación de las canalizaciones elegidas

En los puntos de transición de una canalización eléctrica a otra, o de un emplazamiento peligroso a otro no peligroso, se deberá sellar las canalizaciones y asegurar una ventilación adecuada en los tramos de sus respectivas zonas.

1. Locales de características especiales. *Locales húmedos (ITC-BT-30)*: Las canalizaciones en el local que alberga el grupo de abastecimiento de agua contra incendio deberán cumplir lo indicado en el apartado “Instalaciones en locales de características especiales. Locales húmedos”.
2. Locales de características especiales. *Instalaciones en locales en que existan baterías de acumuladores (ITC-BT-30)*: En la Sala Técnica, que contará con baterías del SAI, se mantendrá una temperatura de trabajo óptima con un sistema de ventilación.
3. Locales de características especiales. *Instalaciones en locales afectos a un servicio eléctrico (ITC-BT-30)*: La Sala de Baja Tensión que dispondrá del centro de transformación y de cuadros de mando y control.
4. *Locales con riesgo de incendio o explosión (ITC-BT-29)*: En la Sala del Grupo Electrónico se utilizará combustible cuyas fugas deberán ser canalizadas. El depósito de combustible se ubicará en el exterior. Se ha previsto una ventilación natural mediante rejillas por los gases o vapores que pudieran generarse así como para mantener una temperatura óptima de trabajo del Grupo.

8.3.3. Centro de transformación.

La instalación cuenta con un centro de transformación M.T./B.T. de interior existente y propio ubicado en el cuarto técnico. El transformador tiene una potencia nominal de 2000 kVA, frecuencia de 50 Hz y conexión Dyn11, disponiendo de conductor neutro en el secundario.

La Línea de Baja Tensión (L.B.T.) a la salida del secundario del transformador, de tensión 400 V/230 V, se conecta al Cuadro General de Baja Tensión y de este a otros cuadros secundarios.

Para la protección contra sobreintensidad de la instalación de Baja Tensión, con intensidad prevista de 1905 A, se instalará un Interruptor General Automático de intensidad nominal 2500 A, el cual cumple que es inferior a la intensidad máxima admisible de la línea de 3270 A, como se puede observar en los cálculos adjuntos en el Anexo 3. La protección contra cortocircuito queda garantizada al disponer de un poder de corte de 50 kA, superior a los 48 kA de intensidad de cortocircuito máxima. Los cálculos realizados se encuentran en el Apartado 1 de la Memoria Justificativa.

8.3.4. Acometida.

Este apartado no es de aplicación. La instalación de Baja Tensión objeto de este Proyecto está alimentada a través de una Línea de Baja Tensión (L.B.T.) a la salida del secundario del transformador existente en la instalación.

8.3.5. Caja General de Protección (CGP).

No procede su dimensionamiento. La instalación cuenta con un centro de transformación y las correspondientes unidades funcionales de control, de seccionamiento, de embarrado y de protección se encuentran en la Sala de Baja Tensión.

8.3.6. Caja General de Protección y Medida (CPM).

Las unidades funcionales de medida y protección se situarán en la Sala de Baja Tensión.

8.3.7. Interruptor de protección contra incendios (IPI)

El presente apartado no es de aplicación.

8.3.8. Línea General de Alimentación (LGA).

El presente apartado no es de aplicación. La instalación dispone de una línea de baja tensión (L.B.T.) trifásica de 6 conductores por fase de 240 mm² procedente de la salida del secundario del transformador.

8.3.9. Contadores o Equipos de Medida (EM).

Los equipos de medida de la instalación de baja tensión estarán ubicados en la Sala de Baja Tensión. Se instalarán en módulos con grado de protección mínimo IP40; IK09 según UNE 20324. Todos ellos deberán

cumplir la norma UNE-EN 60439. Las envolventes que contienen las unidades funcionales deberán estar acopladas entre sí.

8.3.10. Derivaciones Individuales (DI).

El presente apartado no es de aplicación. La instalación dispone de una línea de baja tensión (L.B.T.) de 6 conductores por fase de 240 mm² procedente de la salida del secundario del transformador.

8.3.11. Dispositivo de control de potencia.

La instalación contará con un maxímetro, la potencia demandada en cualquier momento no podrá ser superior la máxima admisible técnicamente en la instalación, definida esta por la intensidad asignada del interruptor general automático de 2500 A.

8.3.12. Dispositivos generales de mando y protección.

- Interruptor General Automático (GIA).

En el Cuadro General de Baja Tensión se instalará un interruptor general automático (GIA) regulable, de intensidad nominal 2500 A para el embarrado con conexión al transformador otro y al grupo electrógeno.

La protección de los cuadros de control y mando estará formada por un interruptor magnetotérmico tetrapolar en la cabecera.

- Medidas de protección contra sobrecargas:

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobrecargas por sobrecargas y cortocircuitos con interruptores automáticos de corte omnipolar.

- Medidas de protección contra los contactos directos e indirectos :

Medidas de protección contra los contactos directos:

Se emplearán dispositivos de corriente diferencial-residual de corriente asignada de funcionamiento de 30 mA como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos indirectos.

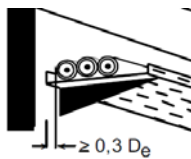
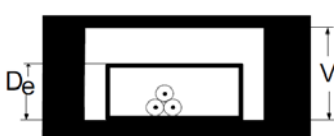
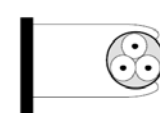

La utilización de este dispositivo no constituye por sí mismo una medida de protección completa y requiere el empleo de las medidas de protección indicadas en la ITC-BT-24 sobre Protección por aislamiento de las partes activas, Protección por medio de barreras o envolventes, Protección por medio de obstáculos y Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.

Medidas de protección contra los contactos indirectos:

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El neutro del transformador y del generador deberán ponerse a tierra siguiendo el esquema T-T.

8.3.13. Instalaciones interiores o receptoras.

Las instalaciones receptoras se instalarán en situación superficial y contarán con las siguientes canalizaciones según lo indicado en la ITC-BT-20 para sistemas de instalación y elección de las canalizaciones. La instalación de referencia seguirá lo indicado en la UNE 60364-5-52.

Líneas	Canalización	Conductores	Instalación de referencia
L.B.T. a C.G.B.T. De C.G.B.T. a Cuadros de Control y Mando.	Bandejas perforadas. 	unipolares	F
De Cuadros de Control y Mando a cuadros secundarios en Galerías de Conexión (SC1, SC2 y SC3).	Conductores aislados en conductos en vacíos de construcción. 	unipolares	B1 ($V > 20 \cdot D_e$)
De Cuadros secundarios en Galerías de Conexión a receptores en el túnel, galería de evacuación y galerías de conexión.	Sobre abrazaderas separados de la pared más de $0'3 \cdot D_e$. ("Perchas"). 	multiconductor	E
De Cuadros de Control y Mando a receptores en Cuarto Técnico	Tubo sobre pared. 	unipolar/ multiconductor	B1 / B2

- Prescripciones de paso a través de los elementos de construcción.

El paso de las canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, se realizará de acuerdo con las siguientes prescripciones:

- En toda la longitud de los pasos de canalizaciones no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables.
- Las canalizaciones estarán suficientemente protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad. Esta protección se exigirá de forma continua en toda la longitud del paso.
- Si se utilizan tubos no obturados para atravesar un elemento constructivo que separe dos locales de humedades marcadamente diferentes, se dispondrán de modo que se impida la entrada y acumulación de agua en el local menos húmedo, curvándolos convenientemente en su extremo

hacia el local más húmedo. Cuando los pasos desemboquen al exterior se instalará en el extremo del tubo una pipa de porcelana o vidrio, o de otro material aislante adecuado, dispuesta de modo que el paso exterior-interior de los conductores se efectúe en sentido ascendente.

- En el caso que las canalizaciones sean de naturaleza distinta a uno y otro lado del paso, éste se efectuará por la canalización utilizada en el local cuyas prescripciones de instalación sean más severas.
- Para la protección mecánica de los cables en la longitud del paso, se dispondrán éstos en el interior de tubos normales cuando aquella longitud no exceda de 20 cm y si excede, se dispondrán tubos conforme a la tabla 3 de la Instrucción ITC-BT-21. Los extremos de los tubos metálicos sin aislamiento interior estarán provistos de boquillas aislantes de bordes redondeados o de dispositivo equivalente, o bien los bordes de los tubos estarán convenientemente redondeados, siendo suficiente para los tubos metálicos con aislamiento interior que éste último sobresalga ligeramente del mismo. También podrán emplearse para proteger los conductores los tubos de vidrio o porcelana o de otro material aislante adecuado de suficiente resistencia mecánica. No necesitan protección suplementaria los cables provistos de una armadura metálica ni los cables con aislamiento mineral, siempre y cuando su cubierta no sea atacada por materiales de los elementos a atravesar.
- En los pasos de techos por medio de tubo, éste estará obturado mediante cierre estanco y su extremidad superior saldrá por encima del suelo una altura al menos igual a la de los rodapiés, si existen, o a 10 centímetros en otro caso. Cuando el paso se efectúe por otro sistema, se obturará igualmente mediante material incombustible, de clase y resistencia al fuego, como mínimo, igual a la de los materiales de los elementos que atraviesa.

- Prescripciones generales para conductores.

Los conductores deberán satisfacer los siguientes requisitos mínimos:

- No propagador de la llama según UNE-EN 60332.
- Libre de halógenos, baja toxicidad y baja corrosividad según UNE-EN 60754.
- Baja emisión de humos según UNE-EN 61034.
- Aislamiento resistente a la humedad y al calor, para valores nominales de temperatura adecuados a su función, aunque en ningún caso inferior a 90 °C.

Los conductores deberán cumplir la normativa europea CPR (Construction Products Regulation) y sus propiedades de reacción al fuego, de acuerdo a la norma EN 50575.

Los cables serán de cobre con aislamiento de polietileno reticulado XLPE y tensión asignada de 450/750V como mínimo. La sección del conductor neutro será como mínimo igual a la de las fases.

Se identificará el conductor neutro por el color azul claro y el conductor de protección por el doble color amarillo-verde. Los conductores de cada fase se identificarán por los colores marrón, negro y gris.

Las secciones de los conductores cumplen las caídas de tensión máximas admisibles del 4'5% para alumbrado y del 6'5% para el resto, al contar con un transformador propio para el suministro eléctrico de la instalación.

Los conductores de protección cumplirán lo especificado en la ITC-BT-18. La sección mínima de los conductores de protección en función de la sección de los conductores de fase será:

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm ²)	Sección mínima de los conductores de protección S_p (mm ²)
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

Se dispondrá de circuitos independientes para alumbrado, tomas de corriente y ventilación.

Las instalaciones del túnel, galerías de conexión y galería de evacuación se han dividido en tres tramos, alimentados cada uno desde el cuadro secundario correspondiente:

- Los circuitos de alumbrado serán 3, uno para cada hastial (dos para el túnel y uno para la galería de evacuación).
- Los receptores correspondientes a los circuitos de ventilación y los circuitos de fuerza se han repartido en función de las caídas de tensión y considerando su sección con criterios de operatividad para su instalación.

8.3.14. Instalación de uso común.

El apartado no es de aplicación dado que no se prevé este tipo de instalaciones.

8.3.15. Instalaciones en garajes.

El apartado no es de aplicación dado que no se prevé este tipo de instalaciones.

8.3.16. Instalaciones en locales de características especiales. Locales húmedos.

La Sala de Grupo de Bombeo que alberga el grupo de abastecimiento de agua contra incendio cumplirá las siguientes condiciones:

- Canalizaciones estancas, con empalmes, interruptores, tomas de corriente y conexiones de protección mínima IPX1 contra la caída vertical de gotas de agua.
- Conductores con tensión asignada 450/750V en el interior de tubos en superficie con grado de resistencia a la corrosión 3.
- Alumbrado con protección mínima IPX1 y no serán de clase 0.

8.3.17. Instalaciones con fines especiales. Piscinas y fuentes.

Este apartado no es de aplicación dado que no se prevé este tipo de instalaciones.

8.3.18. Instalaciones de Alumbrado Exterior.

Este apartado no es de aplicación dado que no se prevé este tipo de instalaciones.

8.3.19. Instalaciones con fines especiales. Máquinas de elevación y transporte.

Este apartado no es de aplicación dado que no se prevé este tipo de instalaciones.

8.3.20. Locales a efectos de servicio eléctrico.

La Sala de Baja Tensión, que dispondrá del centro de transformación y de cuadros de mando y control, deberá cumplir lo indicado en ITC-BT-30 Locales de características especiales para Instalaciones en locales afectos a un servicio eléctrico:

- Estarán obligatoriamente cerrados con llave cuando no haya en ellos personal de servicio.
- El acceso a estos locales deberá tener al menos una altura libre de 2 metros y una anchura mínima de 0,7 metros. Las puertas se abrirán hacia el exterior.
- Los instrumentos de medida que deban ser observados o aparatos que haya que manipular constante o habitualmente, tendrán un pasillo de servicio de una anchura mínima de 1,10 metros. No obstante, ciertas partes del local o de la instalación que no estén bajo tensión podrán sobresalir en el pasillo de servicio, siempre que su anchura no quede reducida en esos lugares a menos de 0,80 metros. Cuando existan a los lados del pasillo de servicio piezas desnudas bajo tensión, no protegidas, aparatos a manipular o instrumentos a observar, la distancia entre equipos eléctricos instalados enfrente unos de otros, será como mínimo de 1,30 metros.
- El pasillo de servicio tendrá una altura de 1,90 metros, como mínimo. Si existen en su parte superior piezas no protegidas bajo tensión, la altura libre hasta esas piezas no será inferior a 2,30 metros.
- Sólo se permitirá colocar en el pasillo de servicio los objetos necesarios para el empleo de aparatos instalados.

La instalación del grupo electrógeno (G.E.) diesel en la Sala de Grupo Electrónico se clasifica según la ITC-BT-40 como Instalación generadora aislada y de emergencia. El G.E. quedará como una fuente de emergencia que no se conectará de forma simultánea a la instalación. Dispondrá de 72 h de autonomía y una ventilación adecuada como se refleja en los cálculos adjuntos en el Anexo y en los Planos.

8.3.21. Aparatos de caldeo.

No se instalará ningún aparato de estas características.

8.3.22. Cables y folios radiantes en viviendas.

El presente apartado no se aplica dado que no se prevé este tipo de instalaciones.

8.3.23. Aire Acondicionado.

Tanto para la sala técnica donde se ubica el SAI como para la sala de baja tensión y medida, se ha previsto un equipo de aire acondicionado de alta eficiencia para su refrigeración con un consumo de aproximadamente el 3% de la potencia instalada de alumbrado y fuerza, 30 kW.

8.3.24. Agua Caliente Sanitaria y Climatización.

No se contempla la instalación de agua caliente sanitaria y climatización.

8.3.25. Instalaciones eléctricas en muebles.

El presente apartado no es de aplicación dado que no se prevé este tipo de instalaciones.

8.3.26. Instalaciones de bañeras de Hidromasajes, cabinas de duchas y aparatos análogos.

Este apartado no es de aplicación dado que no se prevé este tipo de instalaciones.

8.3.27. Instalaciones de sistemas de automatización.

El presente Proyecto contiene las indicaciones a considerar para conductores de alimentación a 400/230 V en corriente alterna. Los conductores con tensiones inferiores o señales continuas previstas a través de la SAI (sensores de presencia, sensores de carga, control de tráfico, detección contra incendios, comunicaciones, etc.) no podrán compartir canalización con las instalaciones diseñadas y deberán cumplir los requisitos de seguridad y compatibilidad electromagnética que les sean de aplicación.

8.3.28. Puesta a tierra.

- Descripción de las características del terreno.

Los cálculos y prescripciones que se desarrollan a continuación consideran una resistividad del terreno media de inferior a 500 Ohm.m. Se garantizará el cuidado de zonas verdes en el exterior del cuarto técnico para mantener el valor medio de resistividad indicado.

- Red de tierras.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección y este a una misma toma de tierra.

No podrán utilizarse como conductores de tierra las tuberías de agua ni las partes conductoras de los sistemas de conducción de los cables, tubos, canales y bandejas.

Los electrodos del sistema de puesta a tierra estarán constituidos por tres picas verticales de 2 m de longitud y diámetro de 16 mm separadas 20 m entre sí, y un conductor de cobre desnudo de 50 mm² que constituye un anillo de 60 m enterrado como mínimo a 0.5 m de profundidad.

- Resistencia óhmica prevista de toma de tierra.

Se deberá comprobar que la medida de la resistencia de la red de tierras sea inferior a 37 Ω, según lo indicado en las normas particulares para las Instalaciones de Enlace de UNELCO ENDESA en Canarias.

Haciendo uso de las fórmulas indicadas en la ITC-BT-18 para estimar la resistencia de tierra en función de la resistividad del terreno y las características del electrodo, la resistencia prevista de la toma de tierra es:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{N}{R_p} + \frac{1}{R_c}$$

Donde:

R_T = Resistencia de la toma de tierra (Ω).

N = Número de picas.

R_p = Resistencia de una pica (ρ / L)

R_c = Resistencia del conductor ($2 \rho / L$)

L = Longitud de la pica o del conductor (m). ; ρ = resistividad del terreno ($\Omega \text{ m}$)

Para una resistividad media de $500 \Omega \text{ m}$, el valor previsto de resistencia de la toma de tierra es de **13'8 Ω** .

Para cada conjunto de tierras del CT como del GE, se han diseñado dobles circuitos de 3 picas para cada uno respectivamente.

- Separación de tierras.

De acuerdo con la ITC-BT-11 "Instalaciones de puesta a tierra", apartado 11, se verificará que las masas puestas a tierra de la instalación, así como los conductores de protección asociados, no están unidas a la toma de tierra de las masas del centro de transformación (C.T.) para evitar que durante la evacuación de un defecto a tierra en el C.T. las masas de la instalación de baja tensión puedan quedar sometidas a tensiones de contacto peligrosas.

Podrá considerarse independiente una toma de tierra respecto de otra cuando una de las tomas de tierra no alcance, respecto a un punto de potencial cero, una tensión superior a 50 V cuando por la otra circula la máxima corriente de defecto a tierra prevista. En caso contrario, se deberán cumplir las siguientes condiciones para garantizar la separación de tierras:

- a) No exista canalización metálica conductora (cubierta metálica de cable no aislada, canalización de agua, etc.) que una la zona de tierras del C.T. con la zona donde se encuentran los aparatos de utilización.
- b) La distancia entre las tomas de tierra del C.T. y las tomas de tierra de la instalación es al menos igual a 15 metros para valores de resistividad inferiores a 100 ohm.m.
- c) Los elementos metálicos del C.T. de interior no estarán unidos eléctricamente a los elementos metálicos constructivos de los locales de utilización.

8.3.29. Corrección del Factor de Potencia de la instalación.

Los cálculos de las instalaciones de baja tensión se han realizado para un factor de potencia de 0'80 como mínimo. Se instalarán baterías de condensadores para corregir el factor de potencia de la instalación de forma automática manteniéndolo constante. Las características y su instalación deberán ser conformes a los establecido en la norma UNE-EN 60831-1 y UNE-EN 60831-2.

Para dimensionar la batería de condensadores a instalar se ha calculado la potencia reactiva de los circuitos de la instalación (Q) con un factor de potencia $\cos(\varphi)$ de 0'8 y la potencia reactiva final (Q_f) para un factor de potencia cercano a la unidad $\cos(\varphi_f)$ de 0'99. La diferencia entre las dos potencias reactivas será la potencia reactiva de corrección (Q_c) a entregar por los condensadores [$Q_c = P \cdot \text{tg}(\varphi) - P \cdot \text{tg}(\varphi_f)$].

Los cálculos para dimensionar la batería de condensadores se resumen en la siguiente tabla:

	Línea	P(W)	cos(ϕ)	Q(VAr)	cos(ϕ_f)	Q _r (VAr)	Q _c (VAr)	
CMAE	Cuadro de Mando de Alumbrado Emergencia	16.668	0,80	12.501	0,99	2.375	10.126	
CMAE	Cuadro de Mando de Alumbrado Principal	22.493	0,80	16.869	0,99	3.205	13.664	
CCM	Cuadro de Control de Motores	878.750	0,80	659.063	0,99	125.215	533.847	
CSA	Cuadro de Servicios Auxiliares	134.381	0,80	100.786	0,99	19.148	81.637	
CSE	Cuadro de Servicios Esenciales	20.223	0,80	15.167	0,99	2.882	12.286	
Total =							651.561 (VAr)	
								675 (kVAr)

La batería de condensadores a instalar será de 675 kVAr. Se instalará en la Sala de Baja Tensión como se muestra en los Planos.

8.3.30. Cumplimiento de la normativa CPR (Construction Products Regulation)

A continuación se indican para cada una de las ITC-BT del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, que son de aplicación al presente Proyecto, los nuevos textos aplicables en cuanto a las prestaciones de fuego y por tanto la denominación de los cables según reglamento CPR:

- a) ITC-BT 020: Instalaciones interiores. Instalaciones interiores o receptoras. Sistemas de instalación. Podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción los cables de clase de reacción al fuego mínima Eca y los tubos que sean no propagadores de la llama.
- b) ITC-BT 028: Instalaciones en locales de pública concurrencia. Los cables serán de la clase de reacción al fuego mínima Cca-s1b,d1,a1.

Los cables con características equivalentes a UNE 21123, parte 4 o UNE 211002 cumplen con esta prescripción.

- c) ITC-BT 029: Prescripciones particulares para las instalaciones eléctricas de los locales con riesgo de incendio o explosión.

Los cables a utilizar en las instalaciones fijas deben cumplir, respecto a la reacción al fuego, como mínimo la clase Cca-s1b,d1,a1.

9. DESCRIPCIÓN DE INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

9.1. Objeto

Diseño de las instalaciones, mantenimiento e inspección de los equipos, sistemas y componentes que conforman las instalaciones de protección contra incendios.

9.2. Sectorización

En la galería de conexión se instalará una estructura metálica con una puerta estanca resistente al fuego como elemento separador para evitar que el humo y el calor invadan el tubo paralelo.

Las puertas cortafuego serán abatibles de dos hojas y se instalarán en ambos extremos de la galería de conexión, con apertura hacia la galería de emergencia. Sus dimensiones serán de 1'80 de ancho por 2'00 m de alto. Debe poder abrirse aplicando una fuerza inferior a 150 N, disponer de elementos retenedores y dispositivos para informar de su apertura al Centro de Control Técnico. La resistencia al fuego de los elementos separadores incluyendo las puertas cortafuego será de dos horas (EI2-120).

Estarán señalizadas como se indica en el apartado Señalización de vías de evacuación.

9.3. Sistemas de detección y alarma de incendios

Se tendrá en cuenta el control del calor y el humo en caso de incendio mediante el sistema de detección. Su conexión con la Central de Detección deberá activar el sistema de ventilación así como la comunicación óptica y acústica de alarma, según la información recibida de detectores y pulsadores, y permitirá localizar la posición de un incendio con un error máximo de 50 m.

La instalación de detección estará constituida por detectores térmicos y de humo.

Detección de temperatura

Se dimensiona una instalación de detección de incendio basada en detectores térmicos mediante un cable sensor de temperatura, con sistema de detección para todo el largo del túnel principal. También se monitorizará la galería de emergencia, las galerías de conexión y el cuarto técnico.

El cable térmico CDL está formado por dos conductores recubiertos por un polímero sensible al calor que al alcanzar la temperatura pre-seleccionada se derriten entrando en contacto y produciendo una alarma. Se utilizará junto con la central de incendios una localizadora DL que podrá monitorizar hasta 3000 m, con una cobertura máxima de 10'7 m instalado en el techo o en los laterales. La temperatura ambiente máxima será de 40 °C y la temperatura de alarma de 60 °C.

Se ha escogido esta opción frente a otras opciones de cables de detección por su menor coste y facilidad de reemplazamiento.

Detección de humo

Para la detección de humo se ha escogido detectores de humo ópticos de tipo puntual para las galerías de conexión y cuarto técnico, indicados para detectar los incendios en su primera fase de humos. Con un total de 21 detectores, de los cuales 5 se instalarán en las galerías de conexión y 8 en el cuarto técnico. Deberán llevar marcado CE de conformidad con la norma UNE-EN 54-7 y su distribución e instalación están sujetos al cumplimiento de la norma UNE 23007-14:2014.

En el túnel y la galería de emergencia se instalarán opacímetros distribuidos de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Se instalarán un total de 18 opacímetros.

El sistema de detección deberá garantizar las funciones de ventilación y suministro de emergencia.

En caso de incendio, el detector afectado enviará una señal individualizada a su central de detección, que verificará la información recibida y la comparará con los niveles de aviso (prealarma) y alarma (en cuanto a temperatura, visibilidad, etc.) prefijados al sistema. En caso de superarlos, lo comunicará al Centro de Control Técnico, activando los indicadores ópticos y acústicos que permitan localizar la posición del detector activado. Las señales de avería e incendio se evaluarán por separado. En caso de concurrencia de señales, la central dará prioridad a la más importante.

Dispositivos para la activación manual de alarma de incendio

Los pulsadores de alarma se situarán de modo que la distancia máxima a recorrer, desde cualquier punto considerado como origen de evacuación, hasta alcanzar un pulsador, no supere los 25 m. Estarán situados de manera que la parte superior del dispositivo quede a una altura entre 80 y 120 cm.

Se instalarán estos dispositivos en el túnel principal y en la galería de emergencia, distribuidos como se refleja en los planos adjuntos.

Serán un total de 142 pulsadores de alarma, 46 en cada hastial del túnel, 46 en la galería de evacuación y cuatro en el cuarto técnico. Se dispondrán junto a cada BIE y como máximo a 25 m de cada boca de túnel, con su señalización correspondiente. Deberán llevar marcado CE, de conformidad con la norma EN 54-11.

Sistema de comunicación de alarma

Comunicación acústica de alarma:

Se instalarán en el túnel principal, las galerías de conexión, la galería de emergencia y en las dependencias del cuarto técnico. Deberán llevar marcado CE de conformidad con la norma UNE-EN 54-3 y su distribución e instalación estarán sujetos al cumplimiento de la norma UNE 23007-14:2014.

Se instalará una sirena en cada galería de conexión y dependencias del cuarto técnico. También en el exterior del cuarto técnico para alertar del disparo de la extinción por gas. En el túnel principal se instalarán 9 sirenas, una cada 250 m.

Comunicación visual de alarma:

Deberán ser instalados dispositivos visuales de alarma en el túnel principal y en el exterior del cuarto técnico se debe comunicar la puesta en marcha del sistema fijo de extinción por gas.

9.4. Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios

El sistema de abastecimiento de agua contra incendios está formado por un depósito de agua así como un equipo de impulsión y red general de incendios. Este conjunto debe garantizar el suministro requerido para BIE e hidrantes, caudal y presión, durante el tiempo de autonomía requerido. Las características y especificaciones serán conformes a lo establecido en la norma UNE 23500.

El abastecimiento de agua se situará cerca del cuarto técnico, a la mayor cota de altura de las bocas del túnel, con un depósito de gravedad con capacidad útil mínima de 370 m³ y grupos de presión,

suficientes para abastecer dos hidrantes y dos bocas de incendio equipadas (BIE) más desfavorables durante 1 hora a 5 bar mínimos para hidrantes y 3 bar mínimo para BIE. Los equipos de bombeo serán bombas eléctricas, una principal más una de reserva, del 100% de caudal cada una. Además, una bomba auxiliar Jockey para mantener la presión en la instalación.

Para el punto de trabajo requerido (368'8 m³/h, 48'68 m.c.a.) se ha seleccionado el grupo contra incendios EBARA AFU-ENR 125-200/90 EEJ, con bomba principal y de reserva eléctrica, y auxiliar Jockey. Los diámetros de tubería para la aspiración y la impulsión serán como mínimo 275 y 250 respectivamente, recomendados por el fabricante.

Las características de los equipos de bombeo se adjuntan en el Anexo.

9.5. Sistemas de hidrantes contra incendios

Se realizará la instalación de un total de 60 hidrantes tipo B, de columna húmeda. De estos, 29 hidrantes de columna se instalarán en el interior del túnel principal y 29 en la galería de emergencia, y 2 serán instalados en el exterior.

Los mismos estarán distribuidos en el interior del túnel principal y de la galería de emergencia con un recorrido máximo de 40 m a cualquier hidrante. Y los dos exteriores, cada uno dispuesto a 5 m de la boca de túnel.

Los hidrantes situados en el exterior tendrán una salida de 100 y 2 salidas de 70. El resto tendrán dos salidas de 45 y una de 70. Deberán llevar marcado CE y cumplir la norma UNE-EN 14384 para hidrantes de columna y la UNE 23400 para los racores y tapones.

La tubería de suministro de agua para hidrantes será de DN 80 PN16 y la de los hidrantes exteriores con DN 100 PN16. La tubería principal se alimentará con acometida única por un extremo del túnel y se colocará en el lado más próximo al tubo contiguo, tanto en el túnel principal como en la galería de emergencia. La tubería será enterrada para alimentar los hidrantes exteriores.

9.6. Extintores de incendio

En el túnel principal y en la galería de emergencia se instalarán en cada uno 30 extintores portátiles, dos extintores cada 150 m. Las galerías de conexión dispondrán de un extintor de polvo y un extintor de CO₂ junto al cuadro de baja tensión.

En las dependencias del cuarto técnico se instalará un extintor de polvo ABC (polivalente) de 6 kg y eficacia mínima de 27A-233B, y un extintor de CO₂ de eficacia mínima 89B. Habrá un recorrido máximo hasta el extintor de 15 m desde cualquier punto considerado como origen de evacuación.

En cualquier caso, deberán cumplir la norma UNE-EN 1866-1 para extintores portátiles y serán instalados con la parte superior del extintor entre 80 y 120 cm sobre el suelo. Serán señalizados y en el caso de que el extintor esté situado dentro de un armario, la señalización se colocará inmediatamente junto al armario, y no sobre la superficie del mismo, de manera que sea visible y aclare la situación del extintor.

9.7. Sistemas de bocas de incendio equipadas

Se realizará la instalación de un total de 93 BIE de 25 mm, de 20 m de manguera semirrígida. De estas, 47 BIE se instalarán en el túnel principal y 46 en la galería de emergencia, dispuestas en el hastial más próximo al túnel contiguo con un recorrido máximo de 50 m entre una BIE y la otra más

cercana. No se instalarán bocas de incendio equipadas en las galerías de conexión, quedarán cubiertas al ser instaladas en el túnel a 5 m como máximo de la salida de emergencia.

La tubería a las bocas de incendio equipadas tendrá PN 6 bar y DN 25. La tubería principal de suministro de agua para BIE será la misma que para hidrantes. Se alimentará por un extremo del túnel y se colocará en el lado más próximo al tubo contiguo, tanto en el túnel principal como en la galería de emergencia.

Deberán montarse sobre un soporte rígido de forma que la boquilla y la válvula de apertura manual y el sistema de apertura del armario estén como máximo a 1'5 m del nivel del suelo. Asimismo, deberán llevar el marcado CE, de conformidad con la norma UNE-EN 671-1. La señalización se colocará inmediatamente junto al armario de la BIE y no sobre el mismo.

9.8. Sistemas fijos de extinción por agentes extintores gaseosos

Se instalará un sistema fijo de extinción por gas CO₂ según UNE ISO 6183 en las dependencias del cuarto técnico de transformación, grupo electrógeno y baja tensión.

El accionamiento del sistema fijo de extinción podrá ser manual o por detección automática. Incluirá un retardo en su acción y un sistema de prealarma, de forma que permita la evacuación de los ocupantes antes de la descarga del agente extintor.

9.9. Señalización

Se instalarán señales específicas para identificar todo el equipamiento de emergencia.

9.9.1. Señalización de vías de evacuación

Para facilitar la orientación y evacuación de las personas hasta alcanzar la zona segura más próxima, se instalará señalización de evacuación a lo largo de las rutas de evacuación. Las señales serán fotoluminiscentes de categoría A y conformes a la UNE 23035.

- Señalización de evacuación en el Túnel y en la Galería de Emergencia

Placas indicativas de la dirección a seguir a lo largo de la ruta de evacuación hasta las dos salidas de emergencia más próximas (exterior al túnel o galería de conexión, según corresponda), con indicación de las distancias que hay hasta ellas. Instalación de placas cada 25 m enfrentadas bajo ambos hastiales y coincidentes con los puntos de alumbrado de emergencia, justo debajo de las lámparas, a una altura entre 1'0 y 1'5 m sobre el suelo.

- Señalización de evacuación en las Galerías de Conexión

Los entronques de las salidas de emergencia y galerías de conexión con el túnel se enmarcarán con pintura reflectante y bandas fotoluminiscentes en todo su contorno. Asimismo, se colocará una señal en banderola con su identificación.

9.9.2. Señalización de instalaciones

La señalización para informar de los medios de protección contra incendios de utilización manual y de los sistemas de alarma y alerta, está sujeta a la norma UNE 23033-1. Los símbolos o pictogramas no

definidos en dicha norma podrán diseñarse con los mismos criterios establecidos en la UNE 23032 y en la UNE-EN ISO 7010. Las señales serán fotoluminiscentes de categoría A.

10. DESCRIPCIÓN DE INSTALACIONES DE VENTILACIÓN

El túnel ferroviario deberá contar con un sistema de ventilación que garantice unos niveles de temperatura y renovaciones de aire. Las condiciones en el interior del túnel se podrán conseguir mediante ventilación natural, por el propio paso de los trenes y el tiro natural que favorece la renovación del aire en el mismo. Sin embargo, es necesario un sistema de ventilación para que los pasajeros del tren puedan realizar una evacuación en condiciones de seguridad en caso de incendio, así como para facilitar las labores de extinción de los servicios de emergencia.

Se diseñará un sistema que permita extraer los gases calientes generados y crear una zona libre de humos que facilite la evacuación de los pasajeros. Para evitar la propagación del humo a la galería de evacuación se instalarán puertas cortafuego en las galerías de conexión.

En este apartado se describirán las instalaciones de ventilación del túnel para situación de explotación normal o de mantenimiento y en emergencia.

10.1. Objeto

El sistema de ventilación tiene como objeto garantizar en el túnel y las galerías una atmósfera respirable y con cierta visibilidad en condiciones normales de explotación, así como en caso de incendio durante el tiempo necesario para la evacuación.

Serán de aplicación criterios de diseño, recomendaciones y especificaciones técnicas obligatorias para túneles ferroviarios (ISTF).

10.2. Criterios de diseño

Los criterios de diseño dan respuesta a los requisitos de la normativa aplicada recogida en el apartado anterior.

El sistema deberá garantizar unas condiciones mínimas del aire en el interior del túnel tanto en situación de explotación normal como de mantenimiento o de emergencia.

10.3. Metodología de diseño

La metodología de diseño se realiza en base a la normativa aplicada. Los objetivos garantizan las condiciones mínimas en la atmósfera del túnel en las diferentes situaciones de explotación.

10.3.1. Situación de explotación normal o de mantenimiento

El sistema de ventilación en situación de explotación normal o de mantenimiento deberá cumplir los siguientes objetivos:

- Condiciones del aire: Limitar la temperatura del aire a un máximo de 40 °C y una velocidad de 10 m/s en condiciones normales. Contenido de CO máximo de 50 ppm (valor medio en intervalo de 30 minutos), como se indica en la tabla siguiente.

PARÁMETRO	CONDICIONES NORMALES (VALORES MÁXIMOS)	SITUACIÓN DE EMERGENCIA (VALORES MÁXIMOS)
Contenido de CO	50 ppm (valor medio en un intervalo de 30 min)	Se cumplirá la limitación: $\sum_{i=1}^n CO_i^{1,036} * t_i < 3 \cdot 10^{-4}$ (CO, es la concentración, en %, en el intervalo de tiempo t_i) $(\sum_{i=1}^n t_i = \text{tiempo total de exposición, en minutos})$
Contenido medio en NOx (en un intervalo de 1 h)	0,4 ppm	-----
Coefficiente de extinción (k) (partículas negras)	0,005 m ⁻¹	0,4 m ⁻¹
Temperatura del aire	40 °C	60 °C
Velocidad del aire	10 m/s	10 m/s

Tabla 3: Características mínimas del aire en condiciones normales y de emergencia [ISTF06].

10.3.2. Situación de explotación de emergencia

El sistema de ventilación en situación de emergencia en el túnel se diseña para cumplir los siguientes objetivos:

- Crear una zona libre de humos y proporcionar aire no contaminado a los pasajeros en todo el recorrido de evacuación y durante el tiempo necesario para alcanzar una zona segura.
- Producir flujos de aire que impidan la retropropagación del humo en la ruta de evacuación.
- Impedir la entrada de humos desde el tubo donde se origina el incendio a la galería paralela, con la compartimentación de las galerías de conexión mediante puertas cortafuego.
- El sistema de ventilación se diseñará en base a la potencia calorífica mínima de incendios en túneles, 30 MW durante 2 h y mínimo 120 m³/s, equivalente al incendio de dos coches de viajeros de 15 MW y con un caudal de humos producido de 60 m³/s cada uno.
- Velocidad máxima del aire de 10 m/s en situación de emergencia.

10.4. Características del sistema de ventilación

10.4.1. Modo de funcionamiento del sistema

La estrategia de ventilación adoptada para el presente proyecto es la de arrastre de humos o dilución mediante un sistema de ventilación longitudinal con Jet fans. Se ha escogido esta opción frente a otras estrategias de ventilación por su bajo coste y efectividad. Además, se aprovechará el propio desnivel del túnel que facilitará la ventilación natural del mismo.

El sistema de detección activará el sistema de ventilación en caso de incendio o en condiciones normales de explotación, según se superen valores límite umbrales indicados en la tabla de Características mínimas del aire en condiciones normales y de emergencia [ISTF06].

La ventilación en situación de emergencia creará una corriente de aire cuya entrada se produce por una de las bocas del túnel y arrastrará el humo producido en el incendio hacia la otra boca. Se hará en el sentido que permita a los pasajeros realizar el recorrido de evacuación más corto en condiciones de seguridad.

10.4.2. Distribución de equipos

Los Jet Fan a instalar deberán soportar una temperatura de 400 °C durante 2 horas y ser reversibles. Además, deberán cumplir exigencias de caudal mínimo de 241 m³/s para una velocidad superior a la velocidad crítica de 3'29 m/s y gálibo disponible para su instalación de 1200 mm de diámetro. La velocidad del aire deberá ser inferior a 10 m/s en situación normal, de mantenimiento y de emergencia

En el túnel se ubicarán a ambos lados del mismo, uno en cada hastial, como se indica en la ilustración siguiente. Se instalarán 38 ventiladores JZR 9-18.5/4 o similar, con un caudal total de extracción de 722 m³/s y una potencia instalada de 703 kW. La distribución de los mismos se realizará como se indica en la Memoria Justificativa correspondiente a Ventilación.

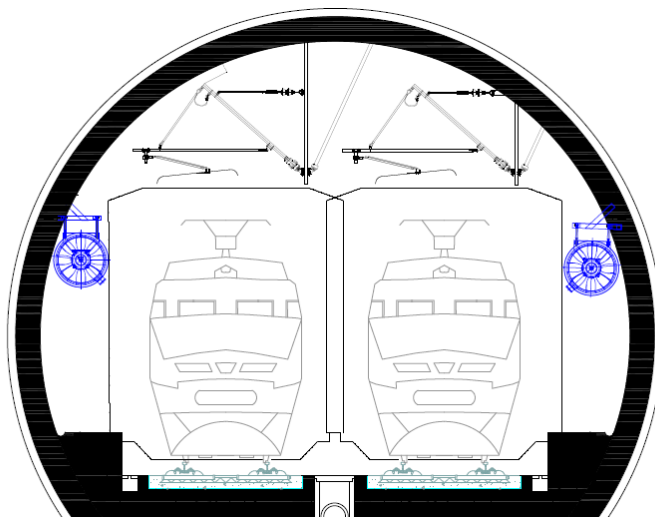


Ilustración 3: Ubicación de una pareja de Jet Fans en el túnel.

10.4.3. Validación del sistema en situación de explotación normal y mantenimiento

Para cumplir los objetivos marcados, se realiza un estudio de las condiciones del aire en el interior del túnel.

La temperatura en el interior se estima entre 15 y 21 °C, siendo una temperatura baja. Al contrario que en el caso de túneles de carretera, en el presente proyecto se prevé la circulación de trenes eléctricos para el transporte de pasajeros, por lo que la producción de CO no tendrá aumentos significantes y la ventilación natural será suficiente para conseguir condiciones de salubridad. No obstante, en situación de mantenimiento las condiciones pueden variar y estas deberán ser monitorizadas para activar el sistema de ventilación en caso necesario.

La velocidad máxima del aire proporcionado por la ventilación mediante Jet Fans será de 9,9 m/s con lo cual no superará el valor máximo de 10 m/s. Esta velocidad será inferior en condiciones normales ya que los ventiladores funcionarán a menor número de revoluciones que las máximas en condiciones de emergencia.

El estudio de las condiciones del aire en el interior del túnel y la ventilación natural se realizan en la Memoria Justificativa.

10.4.4. Validación del sistema en situación de emergencia

Para cumplir los objetivos marcados en situación de emergencia, se ha diseñado un sistema de ventilación longitudinal reversible mediante Jet Fans dispuestos por parejas en ambos hastiales del túnel. Estos serán 19 parejas, proporcionando cada ventilador un caudal de 19 m³/s. Esto resulta un total de 722 m³/s, de manera que se garantiza la no retropropagación del humo de incendio al superar el mínimo de ventilación de 241 m³/s para la velocidad crítica calculada.

El empuje que deben proporcionar los Jet Fans se ha calculado para vencer las pérdidas de carga en el interior del túnel: pérdidas lineales, pérdidas secundarias, por efecto chimenea, efecto pistón y pérdidas debidas al viento en las bocas. Los cálculos del sistema de ventilación se han desarrollado considerando los objetivos marcados para los criterios de diseño. Se incluyen en la Memoria Justificativa.

10.4.5. Sistema de detección

Se definen los tipos de sensores a colocar con objeto de detectar, medir y comunicar los niveles de concentración de gases potencialmente peligrosos, para poner en marcha medidas de seguridad previstas.

El tipo de tráfico previsto es de viajeros, no se prevé la emisión de gases o vapores combustibles durante la explotación normal del túnel al no transportarse mercancías ni circular máquinas de tracción Diesel. Por ello, no se considera necesaria la detección de gases que aparecen con la circulación de esos tipos de material rodante, como SO₂ o NO_x. Además, en caso de que estos gases estén presentes se deberá a la existencia de un incendio, que podrá ser detectado mediante otro de los sistemas de detección proyectados.

Con objeto de cumplir los objetivos de condiciones del aire, se utilizarán los siguientes sensores para monitorizar los parámetros requeridos:

- **Sensor electroquímico** para detección fija de gases. Detección de O₂ y CO.
- **Sensor de temperatura** mediante cable térmico instalado a lo largo del túnel.

- **Opacímetro** para monitorizar la visibilidad en el interior del túnel causada por partículas en suspensión y la detección de humo de incendio.

Estos sistemas deberán tener la resolución adecuada para proceder a la activación del sistema de ventilación y control de acceso cuando se superen los valores de alerta y alarma definidos. Las centrales de detección se situarán fuera del túnel principal, en las galerías de conexión y cuarto técnico

10.4.6. Opacímetros

Para monitorizar la visibilidad en el interior del túnel causada por partículas en suspensión y la detección de humo de incendio, se propone la instalación de opacímetros basados en la dispersión frontal mediante haz de luz infrarroja, con un rango de opacidad de 0 a 0'4 m⁻¹ y una resolución del 1% del fondo de escala.

Los opacímetros se instalarán en el hastial más próximo a las galerías a una altura entre 3'5 y 4'5 m, sin ser situados cerca de los ventiladores. La distribución longitudinal de los mismos se realiza de acuerdo a las indicaciones del fabricante, situándolos a 10 m y a 150 m de las bocas y uno en el centro del túnel, con una distancia de 200 m a 500 m entre opacímetros. Siguiendo estas indicaciones se deberán instalar un total de 9 opacímetros en el túnel.

11. DESCRIPCIÓN DE INSTALACIONES DE ALUMBRADO

11.1. Objeto

El objeto de la instalación de alumbrado es proporcionar unas condiciones mínimas de visibilidad que faciliten la orientación y evacuación de los pasajeros y los equipos de intervención en caso de emergencia, así como para facilitar labores del personal de mantenimiento.

Este será de dos tipos: alumbrado de emergencia principal (alimentado por la red o grupo electrógeno), y alumbrado de emergencia autónomo (alimentado por baterías), que entrará en funcionamiento ante un fallo del alumbrado de emergencia principal y para facilitar la evacuación en caso de incendio.

11.2. Alumbrado de emergencia principal

El alumbrado de emergencia principal en el túnel proporciona unas condiciones mínimas de visibilidad para garantizar el tránsito por las rutas de evacuación y evitar la desorientación por la falta de luz. Este alumbrado facilita las labores de mantenimiento.

Ante un fallo de la alimentación, siguiendo lo indicado en el REBT, se deberán garantizar unos niveles de iluminación inferiores al alumbrado normal para que el personal pueda terminar el trabajo con seguridad. Para ello, una tercera parte del alumbrado de emergencia principal tendrá conexión al SAI, haciendo las funciones de alumbrado de reemplazamiento.

El alumbrado de emergencia principal tendrá alimentación de la red y también se conectará al grupo electrógeno. El cableado irá en perchas (montaje superficial con abrazaderas) en los hastiales a través de dos líneas independientes, una para cada hastial, de hasta 1000 m. Se instalarán pulsadores cada 200 m coincidiendo con el alumbrado de emergencia autónomo. En el túnel se instalarán enfrentados en ambos hastiales, también cada 200 m.

El alumbrado deberá cumplir los requisitos de iluminancia media mínima de 50 lx a nivel de suelo en las salidas de emergencia, galerías de conexión y cuarto técnico. Tendrán marcado CE y serán como mínimo IP 65 según UNE-EN 60529. La justificación de las luminarias y su distribución se detalla en la Memoria Justificativa. Los resultados de las simulaciones lumínicas se adjuntan en los Anexos.

Alumbrado de Emergencia Principal en el Túnel

La luminaria para el alumbrado de emergencia principal del túnel se instalará en ambos hastiales a 4 m de altura, con una distancia de 25 m entre cada punto de luz. Contará con las siguientes características o similar:

Lámpara módulo LED integral 147 W. Flujo luminoso luminaria 14062 lm. Eficacia 95 lm/W. 220 – 240 V 50 Hz. Clase I. IP66 IK09.

Alumbrado de Emergencia Principal en Galerías de Conexión

La luminaria para el alumbrado de emergencia principal en las galerías de conexión se instalará en un hastial a 1'5 m de altura. Contará con las siguientes características o similar:

Pantalla estanca LED 35'5 W. Flujo luminoso 4100 lm. 220 – 240 V 50 Hz. Clase I. IP65 IK08.

Alumbrado de Emergencia Principal en Galería de Emergencia

La luminaria para el alumbrado de emergencia principal en la galería de emergencia se instalará en el techo cada 12'5 m. Contará con las siguientes características o similar:

Pantalla estanca LED 35'5 W. Flujo luminoso 4100 lm. 220 – 240 V 50 Hz. Clase I. IP65 IK08.

Alumbrado de Emergencia Principal en el Cuarto Técnico

En las dependencias del cuarto técnico el alumbrado se instalará en el techo. Deberá tener conexión al grupo electrógeno como el resto del alumbrado de emergencia principal. Su distribución se visualiza en el Plano correspondiente.

En la sala técnica se instalarán dos luminarias con las siguientes características o similar: Pantalla estanca LED 35'5 W. Flujo luminoso 4100 lm. 220 – 240 V 50 Hz. Clase I. IP65 IK08.

En el resto de dependencias del cuarto técnico deberán disponer de luminarias con la con las siguientes características o similar: Pantalla estanca LED 48'0 W. Flujo luminoso 6000 lm. 220 – 240 V 50 Hz. Clase I. IP65 IK08.

11.3. Alumbrado de emergencia autónomo

El alumbrado de emergencia autónomo realizará las funciones de alumbrado de seguridad. Tendrá alimentación de la red y entrará en funcionamiento cuando se haya producido una avería o fallo de la alimentación eléctrica del alumbrado de emergencia principal. Se entiende por fallo de la alimentación, el descenso de la tensión por debajo del 70% de su valor nominal. Dispondrá cada una de batería con autonomía mínima de 1 h.

El alumbrado deberá cumplir los requisitos de iluminancia media mínima de 5 lx a nivel de suelo en las salidas de emergencia, galerías de conexión y cuarto técnico. En los puntos de equipos PCI de uso manual y en los cuadros de distribución la iluminancia mínima será de 5 lx. La iluminancia horizontal mínima en el eje de los pasos principales será de 1 lux .Tendrán marcado CE y serán como mínimo IP 65 según UNE-EN 60529. La justificación de las luminarias y su distribución se detalla en la Memoria Justificativa. Los resultados de las simulaciones lumínicas se adjuntan en los Anexos.

Alumbrado de Emergencia Autónoma en Túnel, Galerías de Conexión y Galería de Emergencia

Las luminarias de emergencia autónomas se instalarán cada 6'25 m a una altura de 1'2 m respecto de la acera, coincidiendo con la señalización de evacuación y con secciones del alumbrado de emergencia

principal. En el túnel la distribución será bilateral al tresbolillo. En la galería de emergencia se instalarán sólo en el hastial con acera. Deben garantizar una autonomía mínima de 1 hora.

El modelo de luminaria de emergencia autónoma a instalar en el túnel, la galería de emergencia y en las galerías de conexión tendrá las siguientes características o similar: Pantalla estanca con lámpara fluorescente de 8 W no permanente, IP65 IK07 o superior. Autonomía 1h. Flujo luminoso 240 lm.

Los entronques del túnel con las galerías de conexión y con las salidas de emergencia se enmarcarán con tres lámparas fluorescentes análogas a las mencionadas.

Alumbrado de Emergencia Autónomo en Cuarto Técnico

En el cuarto técnico el alumbrado de emergencia autónomo se instalará en el techo y tendrá las siguientes características o similares: Pantalla estanca con lámpara fluorescente de 36 W no permanente, IP65 IK08 o superior. Autonomía 1h. Flujo luminoso 666 lm.

II. MEMORIA JUSTIFICATIVA

CONTENIDO MEMORIA JUSTIFICATIVA

1. INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN	1
1.1. Criterios de bases de cálculo	1
1.2. Protecciones de la línea	3
2. INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO	4
2.1. Sistemas de detección y alarma de incendios	4
2.2. Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios	4
2.3. Sistemas de hidrantes contra incendios	7
2.4. Extintores de incendio	8
2.5. Sistemas de bocas de incendio equipadas	8
3. INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN	9
3.1. Vientos	9
3.2. Ventilación por salubridad	9
3.3. Conclusión ventilación por salubridad	9
3.4. Ventilación para incendio de 30 MW	9
3.4.1. Datos de partida	10
3.4.2. Cálculo de la velocidad crítica	10
3.4.3. Caudal de extracción	12
3.4.4. Condiciones hidráulicas	12
3.4.5. Cálculo de jet fans	13
3.4.6. Disposición de jet fans	16
4. Alumbrado de Emergencia	17
4.1. Alumbrado de Emergencia Principal	17
4.2. Alumbrado de Emergencia Autónomo	17

1. INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN

1.1. Criterios de bases de cálculo

En instalaciones interiores la sección y su intensidad máxima admisible se fija según la ITC-BT-19 y la norma UNE 60364-5-52. Se establecen consideraciones previas a los criterios de cálculo:

- Se aplicarán los factores de corrección por agrupamiento correspondientes.
- La temperatura ambiente máxima de la instalación es de 40 °C.
- Los conductores serán de cobre y tendrán aislantes libres de halógenos.

La intensidad que circula en la instalación (I_b) se obtiene de la expresión:

$$\text{Trifásica} \quad I_b = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \text{COS} \phi}$$

$$\text{Monofásica} \quad I_b = \frac{P}{V * \text{COS} \phi}$$

donde:

P Potencia de cálculo de la línea

V Tensión fase-neutro.

Cos ϕ Factor de potencia de la instalación (0.8)

Para determinar la sección y protecciones de las líneas se deberán cumplir los criterios siguientes:

1.1.1. Criterio térmico

La sección del conductor con intensidad máxima admisible I_z deberá cumplir que la temperatura de trabajo del conductor (T) a la temperatura del medio T_0 (instalación superficial, 40°; enterrado, 25°C) sea inferior a la temperatura máxima en servicio permanente de 90° (t) para XLPE (Tabla 2 ITC-BT-07). La temperatura estimada de trabajo será:

$$T = T_0 + \Delta T (I_b / I_z)^2$$

$$\Delta T = t - T_0$$

La resistividad final del conductor será:

$$\rho = \rho_{20^\circ\text{C}} (1 + a(T - 20^\circ\text{C}))$$

donde:

a factor de variación de la resistencia con la temperatura (cobre, 0.00392/°C).

$\rho_{20^\circ\text{C}}$ Resistividad del conductor a 20°C (cobre, 1/56 ohm·mm²/m)

1.1.2. Caída de Tensión

Para calcular la caída de tensión en función de la conductividad y la longitud (L) de la línea:

$$\text{Trifásico} \quad \Delta U_{III} = \frac{L * P}{C * S * U_1^2}$$

$$\text{Monofásico} \quad \Delta U = \frac{2 * L * P}{C * S * U_1^2}$$

donde:

- S Sección en mm²
- U_I Tensión de línea, V.
- C conductividad de la línea $C = 1.02 / \rho$
- P Potencia activa prevista para la línea, W.
- L Longitud de la línea en m
- ΔU_{III} caída de tensión en líneas trifásicas
- ΔU_I caída de tensión en líneas monofásicas

Los límites de caída de tensión vienen definidos en la ITC-BT-19, considerando la instalación interior de baja tensión con origen en la salida del transformador las caídas máximas admisibles serán del 4'5 % para alumbrado y 6'5 % para los demás usos.

1.1.3. Criterio de Cortocircuito

La intensidad de cortocircuito de la Línea de Baja Tensión a la salida del secundario del transformador se ha calculado en función de la tensión en % de cortocircuito (u_{cc}) obtenida de la tabla de características del transformador.

$$I_{cc} = \frac{S_n}{\sqrt{3} * U_1 * u_{cc}}$$

donde:

- S_n Potencia aparente nominal del transformador, (2000 kVA).
- u_{cc} Tensión en % de cortocircuito (6%).

Con un transformador de 2000 kVA y $u_{cc}=6\%$, se obtiene una I_{cc} para la L.B.T. de 48 kA.

Para el resto de líneas, la intensidad de cortocircuito máxima en el punto considerado vendrá determinada por 0'8 veces la tensión fase-neutro respecto de la resistencia del conductor. Se toma el defecto fase-tierra (fase-neutro, TT) como más desfavorable.

$$I_{cc} = 0.8 \frac{V_F}{R}$$

1.2. Protecciones de la línea

Protección frente a cortocircuitos

El poder de corte del dispositivo de protección (P.d.C) deberá superar al valor de intensidad de cortocircuito máxima ($I_{ccm\acute{a}x}$):

$$P.d.C > I_{ccm\acute{a}x}$$

Protección contra sobreintensidad

Para la sección escogida, la intensidad máxima admisible del conductor (I_z) deberá ser superior al valor de intensidad circulante (I_b). A su vez, la intensidad nominal del dispositivo de protección (I_n) deberá ser superior a la intensidad circulante e inferior a la máxima admisible por el conductor:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

2. INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

2.1. Sistemas de detección y alarma de incendios

La alarma de incendios se activará de forma automática mediante detectores y de forma manual mediante pulsadores de alarma. El sistema de detección permitirá localizar la posición de un incendio con un error máximo de 50 m.

Detección de humo

La distribución de los detectores ópticos de humo se realizará según la norma UNE 23007-14:2014. En ella se indica que la distancia máxima se reduce un 50% para detectores destinados a activar un sistema fijo de extinción. Este caso se aplica a los detectores en las distintas dependencias del cuarto técnico. El emplazamiento de los mismos será en el techo con una distancia máxima entre detectores de hasta 6'30 m y como máximo a 3'15 m de las paredes. Teniendo en cuenta esta disposición, se requieren en total 8 detectores ópticos de humo en el cuarto técnico.

El emplazamiento de los detectores ópticos de humo en las galerías de conexión será en el techo, instalándose uno en cada galería. Su distribución se debe a que el ancho de la galería no supera los 3 m, y al tener menos de 15 m de largo queda cubierta la superficie de detección con un solo detector por galería.

Sistema de comunicación de alarma

Comunicación acústica de alarma:

Su distribución e instalación estarán sujetos al cumplimiento de la norma UNE 23007-14:2014. El nivel sonoro de la alarma deberá ser como mínimo 65 dB(A), excepto en el túnel principal que deberá superar el nivel producido por dos ventiladores de 72 dB(A) cada uno. Así, el nivel sonoro de la alarma deberá superar en 5 dB(A) los 75 dB(A) de ruido ambiente.

Se instalará una sirena en cada galería de conexión y dependencias del cuarto técnico. También en el exterior del cuarto técnico para alertar del disparo de la extinción por gas. En el túnel principal se instalarán 9 sirenas, una cada 250 m para un nivel sonoro mínimo de 80 dB(A), calculado para una sirena de 101 dB(A) a 1 m y una atenuación de 3 dB(A) al doblar la distancia.

Comunicación visual de alarma:

Deberán ser instalados dispositivos visuales de alarma en el túnel principal por superar el valor de 60 dB(A) [RIPCI 2017] con el funcionamiento de la ventilación. Además, en el exterior del cuarto técnico se debe comunicar la puesta en marcha del sistema fijo de extinción por gas.

2.2. Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios

El sistema de abastecimiento de agua contra incendios está formado por un depósito de agua así como un equipo de impulsión y red general de incendios. Este conjunto debe garantizar el suministro requerido para BIE e hidrantes, caudal y presión, durante el tiempo de autonomía requerido.

Las características y especificaciones serán conformes a lo establecido en la norma UNE 23500.

Para el cálculo de la reserva de agua y caudal requeridos, se considerará la simultaneidad de operación mínima de los dos sistemas de extinción. Se ha considerado el caso más desfavorable resumido en el RSCIEI para el cálculo del caudal y reserva de agua cuando en una instalación coexisten varios sistemas de extinción.

Así, la reserva de agua será como mínimo la suma de la reserva necesaria para BIE y la necesaria para hidrantes. El caudal requerido deberá cumplir la misma especificación, siendo estos:

Caudal requerido:

$$\begin{aligned}
 \text{Hidrantes: } & 180 \text{ m}^3, 1 \text{ h, simultaneidad } 2. & Q_{\text{HID}} & 360 \text{ m}^3/\text{h} \\
 \text{BIE: } & 4'4 \text{ m}^3, 1\text{h, simultaneidad } 2. & Q_{\text{BIE}} & 8'8 \text{ m}^3/\text{h} \\
 & & \mathbf{Q} & = \mathbf{368'8 \text{ m}^3/\text{h}} \\
 \text{Reserva de agua mínima:} & & \mathbf{V} & = \mathbf{368'8 \text{ m}^3}
 \end{aligned}$$

El abastecimiento de agua debe seguir lo indicado en la norma UNE 23500. El abastecimiento de BIE e hidrantes es de Categoría II [Tabla 1], el cual requiere abastecimiento superior o doble ya que se alimentará un sistema combinado.

Rociadores (RL) según UNE EN 12845	Rociadores (RO) según UNE EN 12845	Rociadores (RE) según UNE EN 12845	BIEs	Hi-dran-tes	Espu-ma física	Agua Pulve-rizada	Cate-goría
			X				III
X							III
				X			II
X			X				II
	X		X				II
X				X			II
			X	X			II
	X		X	X			II
X			X	X			II
		X					I
					X		I
						X	I
		X	X				I
		X	X	X			I

Tabla 1: Categoría de abastecimiento según sistemas instalados (UNE 23500)

El abastecimiento de agua será superior A.SUP.C [Tabla 2], situado en una de las bocas de túnel. Un depósito de gravedad con capacidad útil mínima de 120 m³ y grupos de presión, suficientes para abastecer dos hidrantes y dos bocas de incendio equipadas (BIE) más desfavorables durante 1 hora a 5 bar mínimos para hidrantes y 3 bar mínimo para BIE.

Clase		Fuentes de agua (véase el capítulo 5)	Categoría I	Categoría II	Categoría III
Abastecimiento SENCILLO (A. SEN)	A. SEN. A (figura 1)	Red de uso público de categoría 2			MIN
	A. SEN. B (figura 2)	Depósito o fuente inagotable (con equipo de bombeo único)			MIN
	A. SEN. C (figura 3)	Depósito de presión		MIN	OPC
	A. SEN. D (figura 4)	Depósito de gravedad tipo C		MIN	OPC
Abastecimiento SUPERIOR (A. SUP)	A. SUP. A (figura 5)	Red de uso público de categoría 1		MIN	OPC
	A. SUP. B (figura 6)	Depósito de gravedad tipo A o B		MIN	OPC
	A. SUP. C (figura 7)	Depósito tipo A o B con dos o más equipos de bombeo	MIN	OPC	OPC
	A. SUP. D (figura 8)	Fuente inagotable con dos o más equipos de bombeo	MIN	OPC	OPC
Abastecimiento DOBLE (A. DOB)	A. DOB. A (figura 9)	Dos redes de uso público	MIN	OPC	OPC
	A. DOB. B (figura 10)	Red de uso público más depósito de gravedad tipo A o B	MIN	OPC	OPC
	A. DOB. C (figura 11)	Red de uso público más depósito de presión	MIN	OPC	OPC
	A. DOB. D (figura 12)	Red de uso público más depósito o fuente inagotable	MIN	OPC	OPC
	A. DOB. E (figura 13)	Dos depósitos de gravedad: uno tipo A o B y otro tipo B ó C	MIN	OPC	OPC
	A. DOB. F (figura 14)	Depósito de gravedad tipo A o B más depósito de presión	MIN	OPC	OPC
	A. DOB. G (figura 15)	Depósito de gravedad tipo A o B más depósito o fuente inagotable	MIN	OPC	OPC
	A. DOB. H (figura 16)	Depósito de presión más depósito tipo A o B o fuente inagotable	MIN	OPC	OPC
	A. DOB. I (figura 17)	Dos equipos de bombeo aspirando de dos depósitos tipo A o B	MIN	OPC	OPC
	A. DOB. J (figura 18)	Dos equipos de bombeo aspirando de un depósito tipo A o B y otro C	MIN	OPC	OPC
	A. DOB. K (figura 19)	Dos equipos de bombeo aspirando de fuente inagotable	MIN	OPC	OPC
MIN Son los mínimos aceptables para cada categoría. Quiere decir que no se pueden utilizar abastecimientos de clase inferior. OPC Son opciones posibles para las categorías inferiores (II y III), donde se pueden elegir abastecimientos de clase superior o doble.					

Tabla 2: Clase de abastecimiento (UNE 23500)

Los equipos de bombeo serán una bomba principal eléctrica más una de reserva eléctrica, del 100% de caudal cada una. Además, una bomba auxiliar Jockey para mantener la presión en la instalación. El esquema simplificado del abastecimiento se corresponde con la ilustración siguiente.

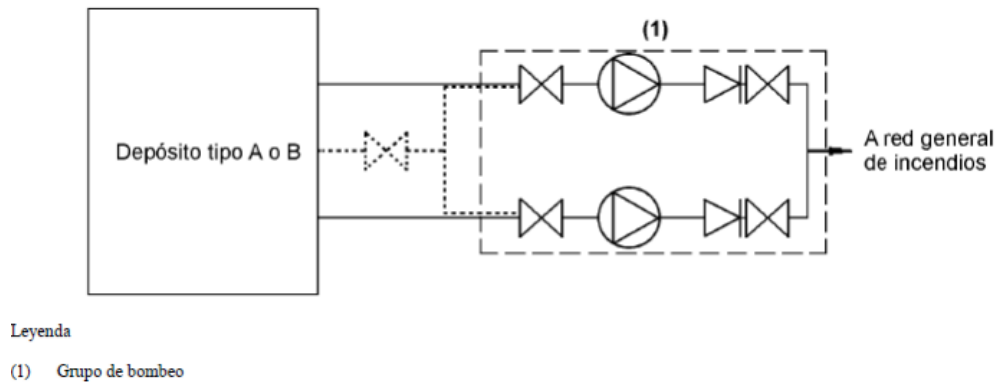


Ilustración 1: Esquema simplificado del abastecimiento con dos grupos de bombeo (UNE 23500)

En el dimensionado de las bombas se tendrá en cuenta el caso más exigente para la alimentación de BIE e Hidrantes en las condiciones indicadas anteriormente. Las características de los equipos de bombeo se adjuntan en el Anexo.

2.3. Sistemas de hidrantes contra incendios

Siguiendo lo indicado en el Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios (RIPCI), el caudal mínimo ininterrumpido a suministrar por cada boca de hidrante será como mínimo de 500 L/min, con una presión mínima requerida en la boca de salida de 0,5 MPa al tratarse de zona no urbana. Para considerar la zona protegida por hidrantes contra incendios se hará cumplir que: la distancia de recorrido real, medida horizontalmente, a cualquier hidrante, será inferior a 100 m en zonas urbanas y 40 m en el resto. Y, al menos uno de los hidrantes deberá tener una salida de 100 mm, situado a ser posible en la entrada de la zona protegida y a una distancia comprendida entre 5 y 15 m medida perpendicularmente a la fachada.

Se seguirá lo indicado en la Instrucción sobre seguridad en túneles ferroviarios del Ministerio de Fomento en cuanto a los requerimientos de caudal y tiempo de servicio: cada hidrante suministrará un caudal mínimo de 1000 L/min por boca durante 1 hora. La separación máxima entre hidrantes es de 125 m marcados por la Instrucción, no obstante se considera una distancia de hasta 80 m indicada en el RIPCI que cumple lo marcado en el reglamento específico para túneles ferroviarios.

La red de hidrantes contra incendios se ha dimensionado para un caudal de 6000 L/min durante 1 hora, presión dinámica entre 5 y 16 bar y simultaneidad dos. Con coeficiente Kv mínimo de 80. Hidrantes de columna húmeda tipo B, con tubería vista en el hastial más próximo al túnel contiguo, distribuidos en el interior del túnel principal y de la galería de emergencia con un recorrido máximo de 40 m a cualquier hidrante. También dos hidrantes de columna húmeda tipo B con tubería enterrada, cada uno dispuesto a 5 m de la boca de túnel, con una presión mínima de 1 bar. Los cálculos correspondientes a las pérdidas de carga y dimensionado de tuberías se encuentran en el Anexo.

Se realizará la instalación de un total de 60 hidrantes tipo B, de columna húmeda. De estos, 29 hidrantes de columna se instalarán en el interior del túnel principal y 29 en la galería de emergencia, y 2 serán instalados en el exterior.

Los mismos estarán distribuidos en el interior del túnel principal y de la galería de emergencia con un recorrido máximo de 40 m a cualquier hidrante. Y los dos exteriores, cada uno dispuesto a 5 m de la boca de túnel.

Los hidrantes situados en el exterior tendrán una salida de 100 y 2 salidas de 70. El resto tendrán dos salidas de 45 y una de 70. Deberán llevar marcado CE y cumplir la norma UNE-EN 14384 para hidrantes de columna y la UNE 23400 para los racores y tapones.

La tubería de los hidrantes será DN 80 PN16 y la de los hidrantes exteriores DN 100 PN16. La tubería principal se alimentará con acometida única por un extremo del túnel y se colocará en el hastial más próximo al tubo contiguo, tanto en el túnel principal como en la galería de emergencia. La tubería será enterrada para alimentar los hidrantes exteriores.

2.4. Extintores de incendio

Siguiendo lo indicado en el Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios (RIPCI), serán instalados a ser posible, próximos a las salidas de evacuación y, preferentemente, sobre soportes fijados a paramentos verticales, de modo que la parte superior del extintor quede situada entre 80 cm y 120 cm sobre el suelo. Su distribución será tal que el recorrido máximo horizontal, desde cualquier punto del sector de incendio considerado origen de evacuación, hasta el extintor, no supere 15 m.

En túneles de carretera (RSTC) se recomienda la instalación de dos extintores manuales a intervalos de hasta 150 m. Se seguirá lo indicado en este reglamento como recomendación a efectos prácticos para la distribución de extintores en el túnel y la galería de emergencia.

2.5. Sistemas de bocas de incendio equipadas

Siguiendo lo indicado en el Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios (RIPCI), las BIE deberán situarse en zonas libres de obstáculos distribuidas de tal forma que la superficie del sector de incendio quede cubierta por al menos una BIE, considerando su radio de acción como su longitud de manguera incrementada en 5 m. Para las BIE con manguera semirrígida, la longitud máxima de la manguera será de 30 m y la separación entre una BIE y otra más cercana será de hasta 50 m. Las BIE que deban estar junto a una salida del sector de incendio deberán situarse como máximo a 5 m de la misma.

La red de BIE deberá garantizar, durante una hora, como mínimo, el caudal descargado por las dos hidráulicamente más desfavorables, a una presión dinámica a la entrada entre 0'3 MPa y 0'6 MPa.

La red se ha dimensionado para un caudal de 72 L/min durante 1 hora por cada BIE, simultaneidad 2, un total de 8'8 m³/h entre 3 y 6 bar. Las bocas de incendio equipadas serán de 20 m de manguera semirrígida de 25 mm. Los cálculos correspondientes a las pérdidas de carga y dimensionado de tuberías se encuentran en el Anexo.

3. INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN

Se estudiarán la renovación del aire en el interior del túnel, para garantizar niveles de salubridad en condiciones normales de explotación, y la extracción de humos en caso de incendio.

3.1. Vientos

El propio trazado del túnel, por su inclinación o diferencia de cotas, así como por su ubicación le confieren unas características que benefician la renovación del aire en el interior del mismo. Así, las necesidades de ventilación se pueden resumir como:

- En el túnel se establece un tiro natural por las condiciones meteorológicas. El movimiento del aire en el interior por el propio paso de los trenes produce la renovación del mismo. Además, la diferencia de cotas entre las bocas también beneficia su renovación
- La temperatura media en el interior será baja, del orden de 15 a 21 °C.
- No se prevé aumentos de la temperatura en el interior del túnel ni la emisión de gases tóxicos en condiciones normales, ya que el tipo de vehículo que circula no hará cambios relevantes en estos aspectos.
- Por tanto, la ventilación del mismo se considera para condiciones inusuales como en caso de incendio, para favorecer la evacuación de trabajadores o pasajeros.

3.2. Ventilación por salubridad

La circulación del aire en el interior del túnel debe quedar garantizada para tener niveles de salubridad tanto en condiciones de explotación normal como de mantenimiento. Por las características del túnel, se estudian los factores influyentes en la ventilación natural del mismo.

La presión generada por el paso del tren a través del túnel se conoce como efecto pistón. El empuje del aire que se produce delante del tren hacia fuera y la succión desde la boca que se encuentra detrás de él, tiene como resultado la renovación del aire del túnel. Añadiendo a ello la diferencia de altura y densidades entre la boca de entrada y la de salida, propias por el tiro natural atmosférico, se concluye que estas características favorecen la renovación del aire de forma natural.

Los ventiladores seleccionados deberán funcionar en condiciones normales de explotación o de mantenimiento en caso de que superar los umbrales de temperatura del aire (máximo de 40 °C) y contenido de CO (valor medio máximo de 50 ppm en intervalo de 30 minutos).

3.3. Conclusión ventilación por salubridad

La ventilación por salubridad queda garantizada mediante ventilación natural y el funcionamiento a baja velocidad de los ventiladores. La diferencia de cotas entre las bocas de túnel y el movimiento de trenes a través de él producen la circulación del aire por el mismo. Además, no se prevé aumentos de la temperatura en el interior del túnel ni la emisión de gases tóxicos en condiciones normales, ya que el tipo de vehículo que circula no hará cambios relevantes en estos aspectos. No obstante, se monitorizará la temperatura y el contenido de CO, pudiendo activar la ventilación del túnel en caso necesario.

3.4. Ventilación para incendio de 30 MW

Quedando garantizada la ventilación por salubridad, se estudiará la ventilación en caso de incendio para favorecer la evacuación de trabajadores o pasajeros en condiciones de seguridad y facilitar la intervención

de los servicios de emergencia.

3.4.1. Datos de partida

En este apartado se estudiará la ventilación en caso de emergencia en el túnel principal para una potencia de incendio de 30 MW. Los parámetros utilizados se resumen a continuación.

<i>Geometría del túnel</i>		
Longitud de túnel	m	2273
Altura del túnel	m	8,56
Sección transversal túnel	m ²	73,19
Pendiente del túnel	%	2
Cota de la boca de entrada	m	112
Cota de la boca de salida	m	158
Diferencia de cota entre bocas	m	46
<i>Temperatura</i>		
Temperatura media en el interior	°C	18
<i>Velocidad del aire</i>		
Velocidad media en boca de entrada	m/s	11,0
Velocidad media en boca de salida	m/s	8,0
<i>Densidad del aire</i>		
Densidad a nivel del mar	kg/m ³	1,225
Densidad media en el interior	kg/m ³	1,182

El parámetro de densidad del aire en el interior y en las bocas se ha estimado en función de la cota y la temperatura. Los valores de temperatura, velocidad del aire en las bocas de entrada y salida, así como la incidencia o dirección del viento, se han tomado en base a los datos estadísticos del Instituto Tecnológico de Canarias [BDITC10]. La velocidad del aire en el interior del túnel se estima entre 0'5 y 4 m/s. Se escoge el valor superior para el cálculo de pérdidas de carga.

3.4.2. Cálculo de la velocidad crítica

Se calculará el parámetro “velocidad crítica” como la velocidad de aire mínima necesaria para evitar la retropropagación de humos, en sentido contrario al de ventilación (backlayering).

Para el cálculo de la velocidad crítica utilizaremos las fórmulas incluidas en la normativa americana [NFPA17] utilizadas en aplicaciones de este tipo.

$$V_c = K_1 K_g \left(\frac{g H Q}{\rho C_p S T} \right)^{1/3} ; T = \left(\frac{Q}{\rho C_p S V_c} \right) + T_0$$

Ecuación 1: Cálculo de la velocidad crítica

Donde:

V_c = Velocidad crítica (m/s).

K_g = Factor corrector de la pendiente del túnel, según el diagrama siguiente:

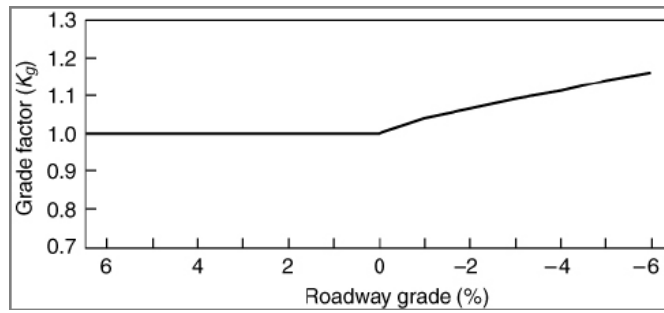


Diagrama 1: Factor corrector en función de la pendiente. [NFPA17].

K_1 = Constante basada en el número de Froude ($Fr^{-1/3}$). Valor de la constante según la tabla a continuación.

<u>Q (MW)</u>	<u>K₁</u>
<u>>100</u>	<u>0.606</u>
<u>90</u>	<u>0.62</u>
<u>70</u>	<u>0.64</u>
<u>50</u>	<u>0.68</u>
<u>30</u>	<u>0.74</u>
<u><10</u>	<u>0.87</u>

Tabla 3: Valores de K1 en función de varios HRR. [NFPA17].

g = Aceleración de la gravedad (m/s^2).

H = Altura de la sección transversal del túnel (m).

Q = HRR, Potencia calorífica del incendio en kW (30.000 kW).

ρ = Densidad media del aire (kg/m^3).

C_p = Calor específico del aire ($kJ/kg \cdot K$).

S = Superficie de la sección transversal del túnel (m^2).

T = Temperatura media de los gases (K).

T_0 = Temperatura ambiente (K).

Se calcula la velocidad crítica con los siguientes parámetros para un incendio tipo de 30 MW, siendo el valor mínimo de potencia de incendio recomendada por el Ministerio de Fomento [ISTF06].

Parámetros velocidad crítica			
Factor de la pendiente	Kg	adim	1,065
Factor en función del HRR	K1	adim	0,740
Gravedad	g	m/s^2	9,81
Altura túnel	H	m	8,56
Potencia calorífica	Q	kW	30.000
Densidad media del aire	ρ	kg/m^3	1,182
Calor específico del aire	Cp	$kJ/kg \cdot K$	1,012
Sección transversal túnel	S	m^2	73,19
Temperatura media gases	T	K	395,27
Temperatura ambiente	T0	K	291,15
Pendiente del túnel	pdte	%	2,00

Tabla 4: Parámetros para el cálculo de la velocidad crítica

Para que los humos generados en caso de incendio sean arrastrados hacia una o ambas bocas y evitar el efecto del backlayering, la ventilación deberá proporcionar una velocidad mínima de 3'29 m/s.

3.4.3.Caudal de extracción

El caudal de humos producido en el incendio se estima en 120 m³/s, como el mínimo a considerar en proyectos de este tipo [ISTF06]. El sistema de ventilación se diseña de manera que pueda extraer ese caudal mínimo.

La estrategia de ventilación adoptada para el presente proyecto es la de arrastre de humos o dilución mediante un sistema de ventilación longitudinal con Jet fans. Se ha escogido esta opción frente a otras estrategias de ventilación por su bajo coste y efectividad. En comparación con la opción de ventilación mixta con pozos de ventilación, que en principio podría parecer una buena opción para facilitar la extracción de humos, se ha descartado por el incremento en costes para la ubicación de los pozos. Además, se aprovechará el propio desnivel del túnel que facilitará la ventilación natural del mismo.

Dado que la extracción del humo de incendio se realizará actuando sobre el perfil longitudinal por arrastre mediante Jet fans, se calcularán las pérdidas de carga a vencer por los mismos en los apartados siguientes. El caudal proporcionado por los ventiladores no será inferior a 120 m³/s, equivalente al caudal de humos producido por dos coches de viajeros [ISTF06].

Para la velocidad crítica calculada de 3'29 m/s, a través de la sección de túnel de 73'19 m², el caudal mínimo de ventilación será de 241 m³/s con objeto evitar el retroceso del humo de incendio. Se supera así el caudal mínimo de 120 m³/s indicado por [ISTF06].

Velocidad crítica	Vc (m/s) =	3,29
Caudal mínimo para evitar backlayering	Q (m³/s) =	241
	Q (m³/h) =	867.142

Tabla 5: Caudal mínimo requerido para evitar el efecto del backlayering.

3.4.4.Condiciones hidráulicas

En base a establecer un valor mínimo de empuje requerido por los ventiladores para llevar a cabo la ventilación en situación de emergencia, se requiere calcular las pérdidas de carga que estos deberán vencer.

Se han considerado los siguientes factores en el cálculo de las pérdidas de carga que afectarán al sistema de ventilación en situación de incendio:

- 1) Pérdidas de carga lineales: debidas a la geometría del túnel, su acabado interior, influyendo la velocidad y la densidad del aire en el interior del túnel.
- 2) Pérdidas de carga por singularidades: por los cambios en el flujo del aire a la salida o entrada de la boca de túnel.
- 3) Pérdidas de carga por efecto chimenea: debido a la pendiente del túnel y al aumento de temperatura de los humos hará que estos tiendan a elevarse, resultando en un gradiente de presiones hacia la parte más alta.
- 4) Pérdidas de carga por el efecto pistón: se considera a efectos de pérdidas de carga la circulación de un tren hasta su detención ordenada por el centro del control por el incendio de otro tren en el interior.

- 5) Pérdidas de carga debido al viento en las bocas: las diferencias entre las bocas por la incidencia del viento en ellas y su velocidad generarán una diferencia de presión.

El total de pérdidas de carga estimado es de 198'54 Pa. Calculado como la suma de los factores de pérdidas de carga indicados en este apartado. Por lo que teniendo una sección de túnel de 73'19 m², el empuje requerido será de 14.531,03 N.

Pérdidas de carga lineales	ΔP_{pcl} (Pa) =	77,16	5.647,16 N
Pérdidas por singularidades	ΔP_{pcs} (Pa) =	3,84	280,92 N
Pérdidas por efecto chimenea	ΔP_{chi} (Pa) =	9,93	726,61 N
Pérdidas por efecto pistón	ΔP_{pi} (Pa) =	6,61	483,91 N
Pérdidas por el viento en las bocas	ΔP_{vi} (Pa) =	101,00	7.392,43 N
Total de pérdidas de carga	ΔP_T (Pa) =	198,54	14.531,03 N

Tabla 6: Pérdidas de carga en el túnel.

Los parámetros y valores utilizados en el cálculo de las pérdidas de carga se detallan en el Anexo.

3.4.5. Cálculo de jet fans

El número de jet fans necesarios se calculará en base a la siguiente ecuación:

$$N_{fan} = \frac{T_t}{E_f F_1 F_2}$$

Ecuación 2: Número de jet fans. [TMSJ11].

Donde:

N_{fan} = Número de jet fans.

T_t = Empuje requerido en el túnel (N). Calculado a partir de las pérdidas de carga.

E_f = Empuje del Jet fan (N).

F_1 = Factor 1:

$$F_1 = 1 - \frac{V}{V_{JF}}$$

Ecuación 3: Cálculo del factor F_1 . [TMSJ11].

V = Velocidad del aire en el túnel (m/s).

V_{JF} = Velocidad de descarga del Jet fan (m/s).

F_2 = Factor 2. Valor de 0,7 para instalación en esquina.

POSICIÓN DEL JET FAN	F_2
EN ESQUINA	0,7
ALTURA DE 1/2 DIÁMETRO AL TECHO	0,8
ALTURA DE 1 DIÁMETRO AL TECHO	0,9

Tabla 7: Valores del factor F_2 . [TMSJ11].

Los jet fan escogidos deberán soportar una temperatura de 400 °C durante 2 horas y ser reversibles. Además, deberán cumplir exigencias de caudal mínimo de 241 m³/s para una velocidad superior a la velocidad crítica de 3'29 m/s (caudal total mínimo 867.142 m³/h) y gálibo disponible para su instalación de 1200 mm de diámetro.

Con estas características y aplicando los factores de corrección en la ecuación para determinar el número de jet fans, se calcula el número teórico de ventiladores. El número recomendado de ventiladores a instalar se determina teniendo en cuenta que la instalación de los mismos se realiza por parejas. Se comparan distintos modelos atendiendo a sus dimensiones, la cantidad a instalar y la potencia, con velocidad del aire resultante inferior a 10 m/s. Al diámetro del modelo se le suma un margen de 200 mm correspondiente a la carcasa para su instalación y que el conjunto (diámetro del Jet Fan más envolvente) no supere el gálibo disponible de 1200 mm.

MODELO TYPE	Caudal Air Flow (m ³ /s)	Velocidad del chorro Jet Velocity (m/s)	Empuje Nominal Nominal Thrust (N)	Potencia Instalada Installed Power (kW)	N fan	N recomend.	V _{aire} (m/s)
JZR 5-5.5/2	5,5	28,0	168	5,5	140,0	140	10,5
JZR 5-7.5/2	6,3	32,1	221	7,5	104,7	106	9,1
JZR 6-7.5/2	8,0	28,3	258	7,5	91,0	92	10,1
JZR 6-11/2	9,3	32,9	349	11,0	66,1	68	8,6
JZR 6-15/2	10,3	36,4	428	15,0	53,3	54	7,6
JZR 7-11/2	11,3	29,4	380	11,0	61,5	62	9,6
JZR 7-15/2	12,7	33,0	481	15,0	47,9	48	8,3
JZR 7-18.5/2	13,5	35,1	543	18,5	42,2	44	8,1
JZR 7-22/2	14,5	37,7	626	22,0	36,3	38	7,5
JZR 9-15/4	17,6	27,7	558	15,0	42,2	44	10,6
JZR 9-18.5/4	19,0	29,9	647	18,5	36,1	38	9,9
JZR 9-22/4	20,4	32,1	746	22,0	31,0	32	8,9
JZR 10-15/4	20,7	26,4	626	15,0	37,9	38	10,7
JZR 10-22/4	23,0	29,3	768	22,0	30,4	32	10,1
JZR 10-30/4	26,3	33,5	1004	30,0	22,9	24	8,6
JZR 10-37/4	28,0	35,7	1139	37,0	20,1	22	8,4
JZR 12-18.5/4	28,5	25,2	819	18,5			
JZR 12-22/4	30,6	27,1	954	22,0			

Tabla 8: Modelos de ventiladores reversibles ZITRON 50 Hz y número recomendado a instalar.

Se escoge el modelo JZR 9-18.5/4 por cumplir los requisitos antes mencionados. Las características del mismo se resumen en la siguiente tabla:

Jet Fan JZR 9-18,5/4	
Empuje nominal (N)	626
Potencia instalada (kW)	18'5
Caudal (m ³ /s)	19'0
Diámetro total (mm)	1.100
Longitud (mm)	2.700
Cantidad total	38
Pares a instalar	19
Empuje total (N)	24.586
Potencia total (kW)	703
Caudal total (m³/s)	722
Niv. Sonoro a 10 m dB(A)	72

Tabla 9: Características del modelo de Jet Fan

3.4.6. Disposición de jet fans

Los ventiladores se situarán a ambos lados del túnel, uno en cada hastial. Se deberán instalar dejando libres los primeros 110 m de cada una de las bocas, concentrándose los ventiladores en las zonas cercanas a éstas y aumentando la distancia longitudinal entre pares hacia el interior hasta los 120 m. La disposición de los mismos se visualiza en la tabla siguiente.

Disposición de Jet Fans en el túnel ferroviario				
Recorrido hasta galería	P.K.	Instalación de pares de Jet Fan	Distancia con el par anterior	
-----	Boca Las Chafiras 600 + 057			
293 m	600 + 167	Par JF 1	110 m	
	600 + 277	Par JF 2	110 m	
-----	Galería de Conexión 1 600 + 350			
400 m	600 + 387	Par JF 3	110 m	
	600 + 497	Par JF 4	110 m	
	600 + 607	Par JF 5	110 m	
	600 + 717	Par JF 6	110 m	
-----	Galería de Conexión 2 600 + 750			
400 m	600 + 837	Par JF 7	120 m	
	600 + 957	Par JF 8	120 m	
	601 + 077	Par JF 9	120 m	
-----	Galería de Conexión 3 601 + 150			
380 m	601 + 197	Par JF 10	120 m	
	601 + 317	Par JF 11	120 m	
	601 + 437	Par JF 12	120 m	
-----	Galería de Conexión 4 601 + 530			
400 m	601 + 557	Par JF 13	120 m	
	601 + 669	Par JF 14	112 m	
	601 + 780	Par JF 15	111 m	
	601 + 890	Par JF 16	110 m	
-----	Galería de Conexión 5 601 + 930			
400 m	602 + 000	Par JF 17	110 m	
	602 + 110	Par JF 18	110 m	
	602 + 220	Par JF 19	110 m	
-----	Boca La Oroteanda 602 + 330			
Total de Jet Fans a instalar en el túnel: 38				

Tabla 10: Disposición de parejas de Jet Fans en el túnel principal.

4. Alumbrado de Emergencia

Se define la distribución del alumbrado de emergencia en función de los objetivos lumínicos según la normativa.

4.1. Alumbrado de Emergencia Principal

4.1.1. Alumbrado de Emergencia Principal en el Túnel

El alumbrado de emergencia principal en el túnel, según la Instrucción sobre Seguridad en Túneles Ferroviarios [ISTF06], se instalará en ambos hastiales a tresbolillo a una altura de 4 m, con 25 m como máximo entre cada punto de luz, con lámparas de VSBP IP65 y potencia mínima de 35 W.

La Instrucción sobre seguridad en túneles ferroviarios recomienda la instalación de lámparas de vapor de sodio de baja presión (VSBP). No obstante, serán preferibles las de vapor de sodio de alta presión (VSAP) o lámparas LED con mayor eficacia luminosa. Se ha escogido luminaria LED frente a otras de VSAP por obtener un mayor rendimiento.

Parámetros obtenidos de la simulación lumínica: iluminancia media de 51 lx con un factor de uniformidad $E_{\text{media}}/E_{\text{mínima}} > 0'4$ y valor de eficiencia energética $VEEI = 2'33 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$, considerados valores aceptables para la instalación. Los resultados lumínicos de la simulación se adjuntan en los Anexos.

4.1.2. Alumbrado de Emergencia Principal en galerías, salidas de emergencia y cuarto técnico.

El alumbrado de emergencia principal deberá garantizar como mínimo una iluminancia media de 50 lux a nivel de suelo [ISTF06]. En el cuarto técnico la iluminancia mínima será de 100 lux [CTE-DB-SUA4] y un valor de eficiencia energética límite $VEEI = 4'0 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ [CTE-DB-HE3].

4.2. Alumbrado de Emergencia Autónomo

Estará constituido por lámparas fluorescentes a una altura entre 1'2 m y 2'5 m, en ambos hastiales del túnel y en la galería de emergencia en el hastial con acera. La distribución será al tresbolillo con una separación máxima de 50 m y coincidiendo con el alumbrado de emergencia principal. [ISTF06]

En las salidas de emergencia, galerías de conexión y cuarto técnico deberán garantizar una iluminancia media no inferior a 5 lux a nivel de suelo [ISTF06]. En los puntos donde estén situados los equipos de protección contra incendios de utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia mínima será de 5 lux [ITC-BT-28].

Las simulaciones del alumbrado de emergencia autónomo para el túnel y galerías se han realizado con el software DIALux para luminarias instaladas sobre la pared a 1'2 m de altura cada 6'25 m. Se adjuntan los resultados y la distribución de las luminarias en los Anexos.

Las simulaciones del alumbrado de emergencia autónomo para el cuarto técnico se han realizado con el software Daisalux para luminarias en el techo a 3 m de altura, con iluminancia horizontal mínima de 5 lux. Se adjuntan los resultados y la distribución de las luminarias en el Plano correspondiente.

III. ANEXOS

ÍNDICE ANEXOS

ANEXO 1: Cálculos Instalaciones de Protección Contra Incendio

ANEXO 2: Cálculos Instalación de Ventilación

ANEXO 3: Cálculos Instalación de Baja Tensión

ANEXO 4: Cálculos Instalaciones de Iluminación

ANEXO 5: Cálculos de Ventilación del Grupo Electrónico

ANEXO 1: Cálculos Instalaciones de Protección Contra Incendios

1. Sistema de hidrantes y BIE

El cálculo del diámetro de tubería para el abastecimiento de hidrantes y bocas de incendio equipadas se realiza trabajando con alturas piezométricas, mediante cotas y alturas de presión. Se define una pérdida de carga máxima asumible.

Teniendo un desnivel del 2% en el túnel y una altura desde la salida de la bomba hasta la tubería principal de abastecimiento en el túnel, definimos una pérdida de carga unitaria asumible que será como máximo la obtenida por esta altura de presión para los hidrantes más desfavorables.

Distancia entre el primer y el último hidrante:	2200 m
Altura de presión entre el primer y el último hidrante:	2% 2200 m = 44 m ⇔ 44 m.c.a.
Altura de presión entre la salida de la bomba y la tubería principal de hidrantes:	8'5 m.c.a.
Pérdida de carga asumible:	$\frac{52'5 \text{ m.c.a.}}{2200 \text{ m}} = 0'0238 \text{ m.c.a./m} \rightarrow 2'38 \text{ m.c.a.} / 100 \text{ m}$

Requerimientos suministro de hidrantes:

Caudal por hidrante:	1.000 L/min x 3 bocas = 3.000 L/min (180 m ³ /h)
Simultaneidad:	2
Presión:	[5, 12] bar
Coefficiente Kv mínimo:	80 (mínimo 178'8 m ³ /h, 5 bar)
Caudal (Q):	3.000 L/min x 2 = 6.000 L/min (360 m³/h)

Salidas: nº y DN	Kv mínimo	
	Hidrante de columna	Hidrante bajo tierra
1 de 45	33	33
2 de 45	66	66
1 de 70	80	80
2 de 70	150	150
1 de 90/100	180	150

Tabla 1 Coeficiente de flujo, Kv (presión en bar y caudal en m³/h).
RIPCI (RD 513/2017)

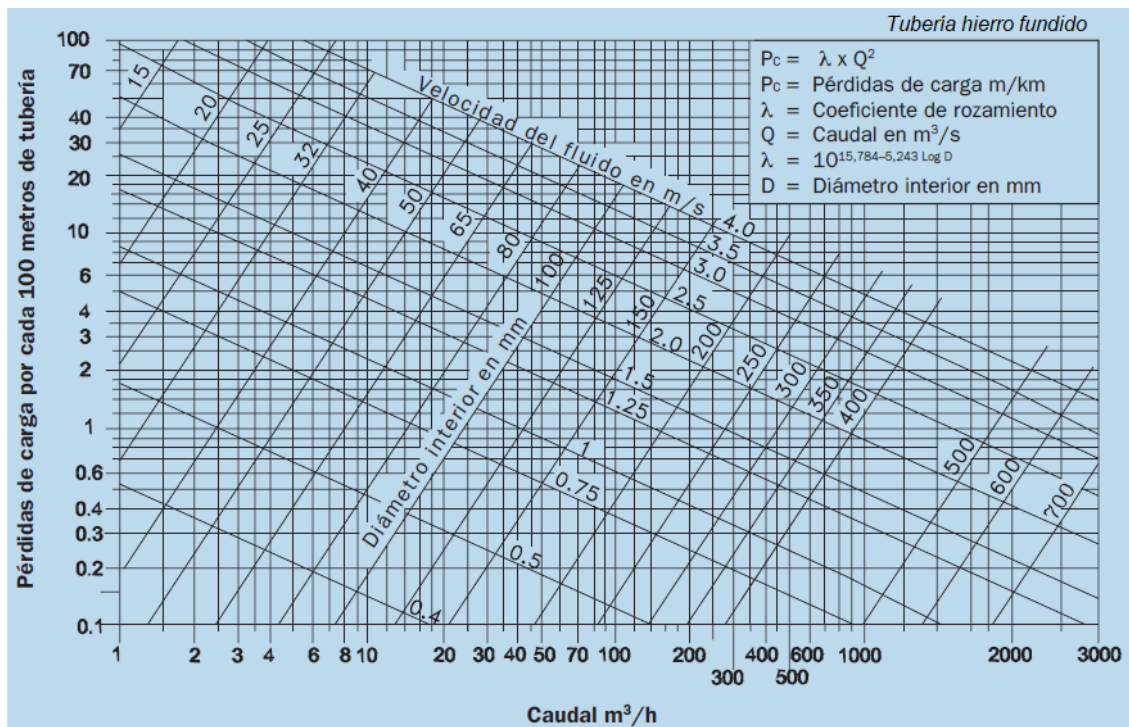
Requerimientos suministro de BIE:

Caudal por BIE:	72 L/min x 1h
Presión:	[3, 6] bar
Simultaneidad:	2
Caudal (Q):	72 L/min x 2 = 144 L/min (8'7 m³/h)

Selección del diámetro de tubería:

El diámetro de tubería se selecciona para un caudal de 370 m³/h y una pérdida de carga máxima asumible de 2'38 m.c.a./100 m.

Del diagrama de pérdidas de carga en función del caudal y del diámetro de tubería, aplicando factor de corrección para acero, se escoge DN 250 con una pérdida de carga de 1'93 m.c.a./100 m. Se selecciona una tubería de acero PN 16 y DN 250.



Coefficientes correctores para otras tuberías

PVC	0,6	Fibro-cemento	0,80	Forjada muy usada	2,10
Hierro forjado	0,76	Cemento (paredes lisas)	0,80	Hierro con paredes rugosas	3,60
Acero sin soldadura	0,76	Gres	1,17		

Diagrama 1: Pérdida de carga y velocidad del fluido en función del caudal y del diámetro interior de la tubería.
 Diagrama para pérdidas de carga en tubería de hierro fundido. [Apéndice técnico ESPA Group].

Cálculos de pérdidas de carga

Las pérdidas primarias (lineales) se calcularon en función de la pérdida de carga unitaria y la longitud de tubería.

Las pérdidas secundarias, en función de la presión dinámica multiplicadas por un coeficiente K según el accesorio.

Para las pérdidas de cargas secundarias o locales se utilizaron los siguientes cálculos:

$$H = K \frac{V^2}{2g} \quad ; \quad \Delta P = K\rho \frac{V^2}{2} \text{ (Pa)}$$

Ecuación 1: Aplicación de coeficiente adimensional K, según accesorio, a la altura cinética.

Velocidad del fluido: $v = \frac{4Q}{3.14 D^2}$ m/s

Diámetro (D, mm); Caudal (Q, m3/h); Densidad del agua (ρ , km/m3)

Coefficiente K utilizado:

Válv.comp.	
DN	K
250	0,07
80	0,15
100	0,13

DN	fr	Codo 90	Codo 45	T (dir)
		K	K	K
250, 200	0,013	0,39	0,21	0,26
80	0,017	0,51	0,27	
25	0,023	0,69	0,37	
150	0,014	0,42	0,22	0,28
100	0,016	0,48	0,26	0,32

Estrecham.			
D1	D2	z	K
250	200	1,25	0,12
200	150	1,3	0,15
150	100	1,5	0,26
100	25	4	0,45
100	80	1,25	0,12

Tabla 2: Coeficientes pérdida de carga en accesorios

Presión mínima de suministro

La presión mínima de suministro que cumple los requerimientos vendrá dada por

$$P_{s\min} = P_{m\min} - P_g + \sum_{1,2} P$$

$P_{m\min}$ es la presión mínima requerida, 5 bar para hidrantes y 3 bar para BIE. P_g es la altura geométrica o desnivel a superar, en nuestro caso los sistemas a alimentar se encuentran en un nivel inferior al de impulsión. $P_{1,2}$ son las pérdidas de carga primarias y secundarias.

Se calculó la presión mínima de suministro en los hidrantes y BIE más desfavorables, resultando una presión mínima para el sistema de abastecimiento de 4'74 bar.

2. Equipo de impulsión de agua contra incendios

La presión mínima de abastecimiento, en las condiciones indicadas anteriormente, es de 2'38 bar para BIE y 4'73 bar para hidrantes. Como las condiciones de presión son más exigentes en el caso de los hidrantes, estas determinarán el dimensionado de los grupos de bombeo.

La presión de trabajo del grupo será la presión requerida para la red de hidrantes (48'33 m.c.a.) sumada a las pérdidas de carga producidas en la tubería de aspiración y la de impulsión. Con una estimación de pérdidas de carga de 0'22 m.c.a en la aspiración y 0'13 m.c.a. en la de impulsión, en total la presión de trabajo será de 48'68 m.c.a. (4'8 bar).

La elección de la bomba debe cumplir que se impulse como mínimo el 140% del caudal nominal a una presión no inferior al 70% de la presión nominal durante 30 minutos. Los motores de las bombas principales deben dimensionarse para la potencia máxima absorbida de la bomba en el punto de sobrecarga más un margen de seguridad.

Para el punto de trabajo solicitado ($Q = 368'8 \text{ m}^3/\text{h}$, $P = 48'68 \text{ m.c.a}$) se ha seleccionado el grupo contra incendios EBARA AFU-ENR 125-200/90 EEJ.



EBARA

EBARA ESPAÑA BOMBAS, S.A.
 Pol.La Estación. C/Cormoranes,6
 Tel.916 923 630, Fax 916 910 818
 28320 Pinto(Madrid), ESPAÑA
<http://www.ebara.es>

Grupo de presión contra incendios

- Modelo : **EBARA AFU-ENR 125-200/90 EEJ**
- Serie : **AQUAFIRE**
- Fluido : Agua dulce, limpia, temperatura ambiente
- Tensión : 400 V III+N 50 Hz
- Aspiración: En carga

Cliente: **ULL**
 Referencia:
 Proyecto:
 Comentario:

Página: **1 / 3**
 Fecha: **03/06/2019**

Partida	Ud.	Composición	P.V.P.(€)
Grupo P.C.I.	1	<p>Grupo contra incendios, EBARA AFU-ENR 125-200/90 EEJ según norma UNE 23500-90 .</p> <p>Bomba principal ELÉCTRICA ENR 125-200 EN 733/ DIN 24255, de un escalón y de una entrada, cuerpo de impulsión de fundición GG25 en espiral con patas de apoyo y soporte cojinete con pata de apoyo, aspiración axial y boca de impulsión radial hacia arriba, rodete radial de fundición , cerrado, compensación hidráulica mediante orificios de descarga en el rodete, soporte con rodamientos de bolas lubricados de por vida, estanqueidad del eje mediante CIERRE MECÁNICO según DIN 24960 , eje de acero inoxidable AISI 420; accionada mediante motor eléctrico asíncrono, trifásico de 2 polos, aislamiento clase F, protección IP-55, de una POTENCIA DE 90 kW, para alimentación trifásica a 400 V III, 50 Hz, acoplamiento .</p> <p>Bomba principal ELÉCTRICA de reserva.</p> <p>Una bomba auxiliar jockey CVM A/15 , de 1,1 kW, cuerpo de bomba en hierro fundido, eje de acero inoxidable AISI 416, cuerpos de aspiración e impulsión y contrabridas de hierro fundido, impulsores y difusores de policarbonato con fibra de vidrio, cierre mecánico , motor asíncrono de 2 polos, aislamiento clase F, protección IP 44 ;</p> <p>Depósito hidroneumático de 50/10 ; bancada metálica, válvulas de corte, antirretorno y de aislamiento para cada bomba.</p> <p>Manómetros; presostatos; colector común de impulsión en acero negro DN 200 S/DIN2440 con imprimación en rojo RAL3000, cuadros eléctricos de fuerza y control para la operación totalmente automática del grupo; soporte metálico para cuadro eléctrico. Montado en bancada de perfiles laminados de acero con imprimación anticorrosión, montado y conexionado en fábrica.</p>	29.899

Caudalímetro	1	Caudalímetro para grupo contra incendios de tipo rotámetro de lectura directa, instalación sobre tubería horizontal ,modelo F DN 200 ,fabricado en acero al carbono con flotador de acero inoxidable, para una presión máxima de 16 Bar, fondo de escala 800 m ³ /h .	1.417
--------------	---	---	-------

Condiciones de Venta

PORTES, EMBALAJES E IMPUESTOS NO INCLUIDOS
 SERIE FIRETANK PORTES INCLUIDOS DENTRO DEL TERRITORIO PENINSULAR
 PLAZO ENTREGA: 5 SEMANAS LABORABLES (A CONFIRMAR EN EL MOMENTO DEL PEDIDO)
 FORMA DE PAGO: SEGÚN LEY 15/2010, VALIDEZ DE LA OFERTA: 1 MES
 PUESTA EN MARCHA: NO INCLUIDA



EBARA

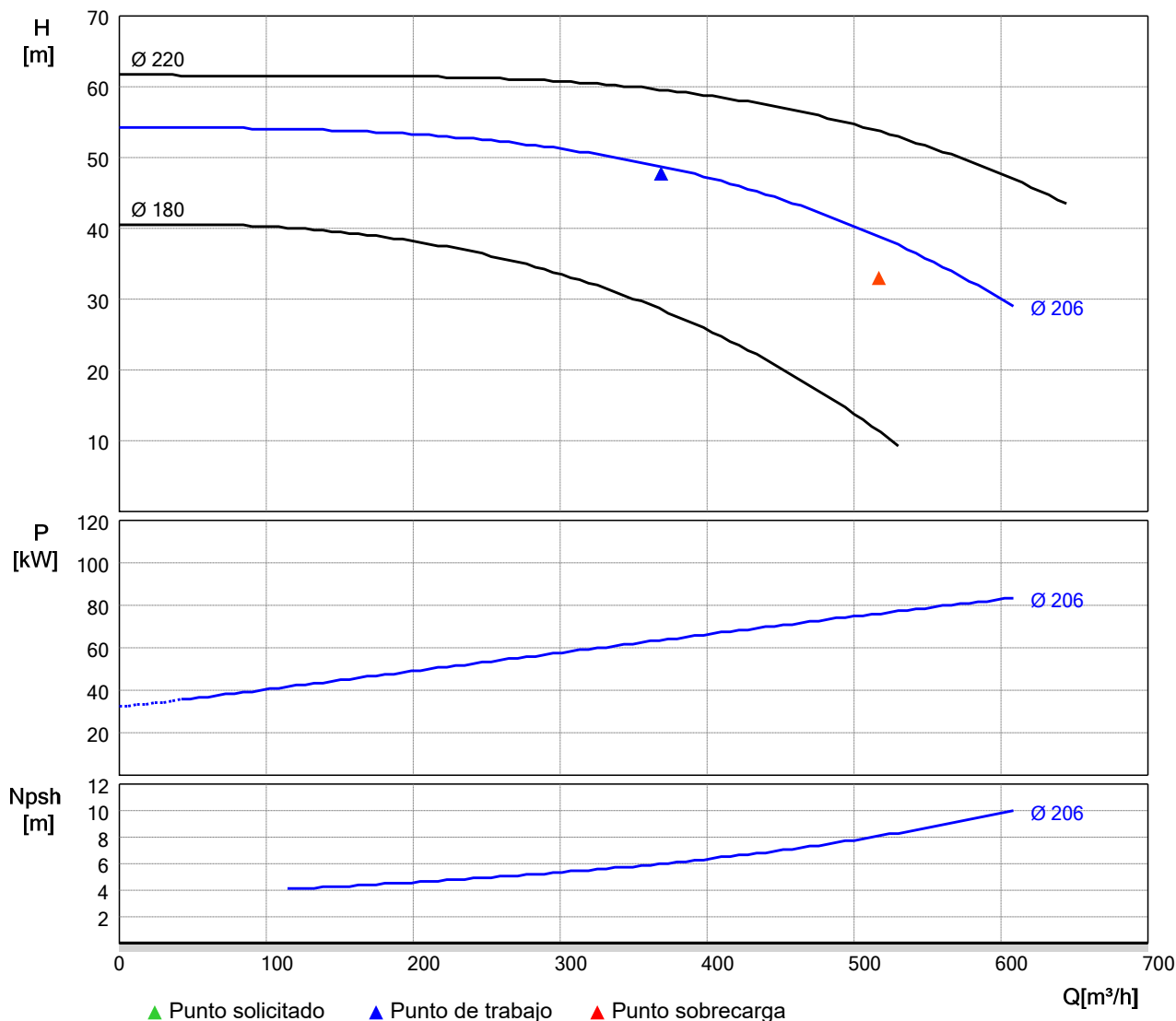
EBARA ESPAÑA BOMBAS, S.A.
 Pol.La Estación. C/Cormoranes,6
 Tel.916 923 630, Fax 916 910 818
 28320 Pinto(Madrid), ESPAÑA
 http://www.ebara.es

Grupo de presión contra incendios

- Modelo : **EBARA AFU-ENR 125-200/90 EEJ**
- Serie : **AQUAFIRE**
- Fluido : Agua dulce, limpia, temperatura ambiente
- Tensión : 400 V III+N 50 Hz
- Aspiración: En carga

Cliente: **ULL**
 Referencia:
 Proyecto:
 Comentario:

Página: **2 / 3**
 Fecha: **03/06/2019**



Datos de trabajo solicitados

Caudal	368,80	m ³ /h
H.M.T.	48,70	m.c.a.
Velocidad nominal	50 Hz	
R.p.m.	2900	
Tipo de fluido	Agua dulce limpia	
Temperatura fluido	Ambiente, 20°C	
Aspiración	En carga	

Datos punto de trabajo proporcionado

Caudal	368,80	m ³ /h
H.M.T.	48,72	m.c.a.
Potencia absorbida	63,64	kW
NPSH requerido	6,00	m.c.a.
Rendimiento	76,79	%
R.p.m.	2900	
Diámetro del impulsor	206	mm

Datos punto sobrecarga proporcionado

Caudal	516,32	m ³ /h
H.M.T.(mínima)	34,10	m.c.a.
Potencia absorbida	76,10	kW
NPSH requerido	8,07	m.c.a.
Rendimiento	62,94	%
Potencia motor selec.	90,00	kW
Intensidad motor selec.	155,00	A

Datos de componentes

Bomba jockey	CVM A/15	Intensidad	3,30 A
Caudal jockey	2,50		m ³ /h
H.M.T. jockey	67,50		m.c.a.
Ø aspiración jockey	1 1/4"		
Ø colector impulsión	200		
Depósito hidroneumático	50/10		l/bar



EBARA

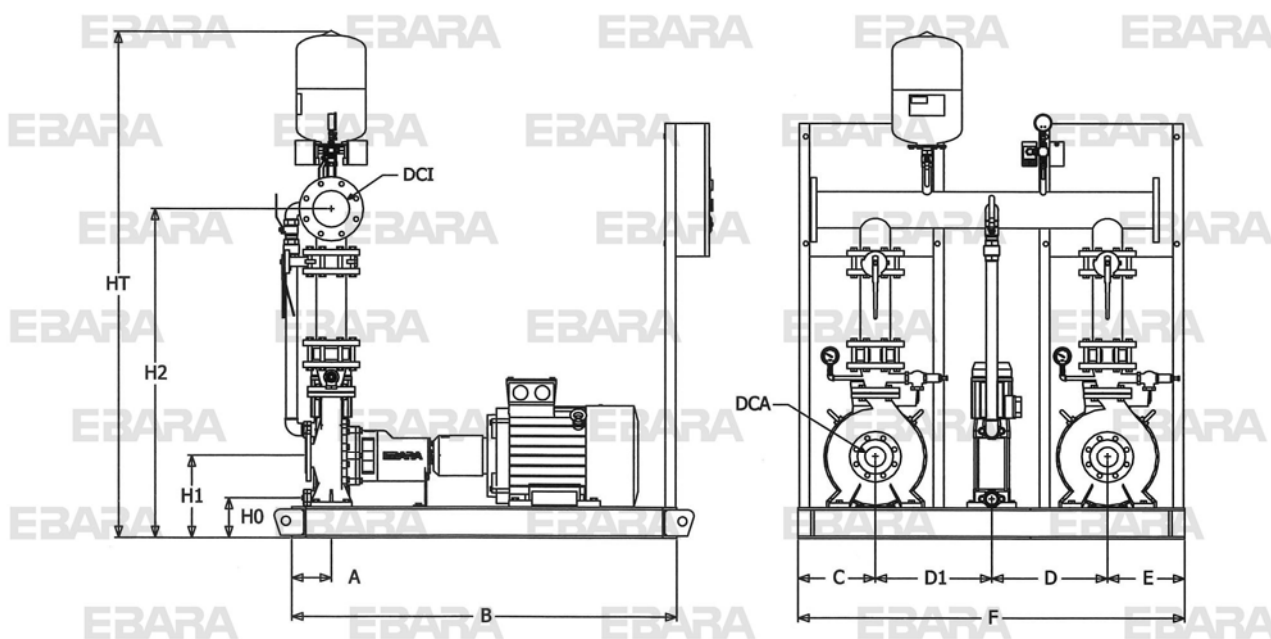
EBARA ESPAÑA BOMBAS, S.A.
 Pol.La Estación. C/Cormoranes,6
 Tel.916 923 630, Fax 916 910 818
 28320 Pinto(Madrid), ESPAÑA
<http://www.ebara.es>

Grupo de presión contra incendios

- Modelo : **EBARA AFU-ENR 125-200/90 EEJ**
- Serie : **AQUAFIRE**
- Fluido : Agua dulce, limpia, temperatura ambiente
- Tensión : 400 V III+N 50 Hz
- Aspiración: En carga

Cliente: **ULL**
 Referencia:
 Proyecto:
 Comentario:

Página: **3 / 3**
 Fecha: **03/06/2019**



* Dimensiones aproximadas, orientativas, sólo para cotización (no válidas para implantación definitiva)

Dimensiones grupo de presión contra incendios (mm)

A 160
B 1800
H0 175
H1 420
H2 1555
HT 2395

C 350
D 500
E 350
F 1700
D1 500
DCA 150
DCI 200

ANEXO 2: Cálculos Ventilación

1. Cálculo de pérdidas de carga en la ventilación del túnel

Los parámetros y valores utilizados en el cálculo de las pérdidas de carga de ventilación se detallan a continuación.

1) Pérdidas de carga lineales.

Pérdidas de carga lineales calculadas según la ecuación siguiente:

$$\Delta P_{PCL} = \frac{\lambda L \rho V^2}{2 D_H}$$

Parámetros		unidades	
Coefficiente fricción	λ	adim	0,048
Longitud túnel	L	m	2273
Velocidad del aire	V	m/s	3,29
Densidad media del aire	ρ	kg/m ³	1,182
Diámetro hidráulico	D _H	m	9,01

Ecuación 1: Ecuación y parámetros del cálculo de pérdidas de carga lineales.

Cálculo del coeficiente de fricción:

$$\lambda = 0.7 \lambda_p + 0.3 \lambda_s$$

Parámetros		Valores
Coef. pérdida en paredes	λ_p (adim)	0,022
Coef. pérdida en el suelo	λ_s (adim)	0,080

Ecuación 2: Ecuación y parámetros del cálculo del coeficiente de fricción.

Valores de λ_p y λ_s estimados según el acabado de las paredes del túnel y las características del suelo según las tablas siguientes.

SOSTENIMIENTO		λ_p	
ROCA DESNUDA	Pared bien recortada	0,058	
	Pared con acabado medio	0,084	
	Pared irregular	0,108	
ROCA BULONADA	Pared bien recortada	0,058	
	Pared con acabado medio	0,084	
	Pared irregular	0,108	
	Pared con tela metálica	0,130	
ROCA REVESTIDA	Hormigón liso	0,022	
	Albañilería	Buen estado	0,025
		Estado medio	0,030
		Irregular	0,040

Tabla 1: Valores de λ_p . [TFMHG07].

CARACTERÍSTICAS DEL SUELO		λ_s
Suelo hormigonado o asfaltado		0.03
i = 5 cms		0.06
i = 15 cms		0.08
i = 30 cms		0.108

Tabla 2: Valores de λ_s . [TFMHG07].

Cálculo del diámetro hidráulico:

$$D_H = \frac{4S}{P}$$

Parámetros		unidades	
Perímetro de sección S	P	m	32,50
Sección transversal túnel	S	m ²	73,19

Ecuación 3: Ecuación y parámetros del cálculo del diámetro hidráulico

2) Pérdidas de carga por singularidades.

Las pérdidas de carga por singularidades del túnel se han calculado según la siguiente ecuación para el tipo de singularidad asociada a la salida de humos por la boca de túnel.

$$\Delta P_{PCS} = \zeta \frac{\rho V^2}{2}$$

Parámetros		unidades	
Coefficiente pérdidas de carga	ζ	adim	0,6
Velocidad del aire	V	m/s	3,29
Densidad del aire	ρ	kg/m ³	1,182

Ecuación 4: Ecuación y parámetros para el cálculo de pérdida de carga por singularidades

El parámetro utilizado para la singularidad es el indicado para el emboquille, resumido en la tabla anexa a continuación.

Tipo de singularidad		ζ	
Cambio de dirección en ángulo recto	con aristas vivas	1,4	
	sin aristas	Ri = 1/4 Re	0,6
		Ri = 2/5 Re	0,3
Emboquille		0,6	
Trampilla		3,6	
Enlace con pozo con aristas vivas		2	
Enlace con pozo sin aristas vivas		1	

Ri = radio interior ; Re = radio exterior.

Tabla 3: Valores de coeficientes de pérdidas de carga singulares. [TFMHG07].

3) Pérdidas de carga por efecto chimenea.

Para el cálculo de estas pérdidas de carga utilizaremos la siguiente expresión.

$$\Delta P_{CHI} = g (\rho_{ex} - \rho_{in}) \Delta h$$

Parámetros		unidades	
Aceleración de la gravedad	g	m/s ²	9,81
Densidad aire a T ambiente	ρ_{ex}	kg/m ³	1,191
Densidad aire en interior túnel	ρ_{in}	kg/m ³	1,169
Diferencia de cotas entre bocas	Δh	m	46

Ecuación 5: Ecuación y parámetros del cálculo de pérdidas de carga por efecto chimenea.

4) Pérdidas de carga por efecto pistón.

Para el cálculo de las pérdidas por efecto pistón utilizaremos la siguiente expresión.

$$\Delta P_{PI} = \frac{C_x A_v}{S} N \rho \frac{(U - V)^2}{2}$$

Parámetros		unidades	
Coefficiente de penetración	C _x	adim	0,15
Área frontal	A _v	m ²	9,10
Densidad media del aire	ρ	kg/m ³	1,182
Velocidad del tren	U	m/s	27,78
Velocidad del aire	V	m/s	3,29
Sección del túnel	S	m ²	73,19
Número de trenes	N	adim	1

Ecuación 6: Ecuación y parámetros de pérdidas de carga debidas al efecto pistón.

5) Pérdidas de carga debido al viento en las bocas del túnel.

Considerando la boca de entrada 1 a menor cota y como boca 2 la de salida, las pérdidas asociadas a la incidencia del viento y su velocidad en ellas se han calculado en base a la ecuación siguiente:

$$\Delta P_{VI} = \frac{1}{2} \rho_0 \frac{\left((V_2^2 \cos \alpha) - (V_1^2 \cos \beta) \right)}{2}$$

Parámetros		unidades	
Densidad aire nivel mar	ρ_0	kg/m ³	1,225
Velocidad aire en boca de salida	V ₂	m/s	8,0
Ángulo viento en boca de salida	a	°	135
Velocidad aire en boca de entrada	V ₁	m/s	11,0
Ángulo viento en boca de entrada	b	°	135

Ecuación 7: Parámetros y ecuación de pérdidas de carga debido al viento en las bocas.

El total de pérdidas de carga estimado es de 198'54 Pa. Calculado como la suma de los factores de pérdidas de carga indicados en este apartado. Por lo que teniendo una sección de túnel de 73'19 m², el empuje requerido será de 14.532 N.

Circuito		Pinst, W	Pcálc, W	L, m	TIPO	S, mm ²	ΔV(%)	ΔV(%)ac	Ib, A	In, A	Iz, A
LBT (Trafo)	Línea de Baja Tensión del transformador	1.160.562	1.055.846	5	F	240	0,276	0,276	1905	2500	3270
Circuito		Pinst, W	Pcálc, W	L, m	TIPO	S, mm ²	ΔV(%)	ΔV(%)ac	Ib, A	In, A	Iz, A
LBT (GE)	Línea de Baja Tensión del G.E.	1.151.302	1.055.846	5	F	240	0,276	0,276	1905	2500	3270
CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN (CGBT)											
Circuito		Pinst, W	Pcálc, W	L, m	TIPO	S, mm ²	ΔV(%)	ΔV(%)ac	Ib, A	In, A	Iz, A
CMAE	Línea Cuadro de Mando de A. Emergencia	9.260	16.668	10	F	6	0,348	0,623	30,1	50	52
CMAP	Línea Cuadro de Mando de A.Principal	22.493	22.493	10	F	10	0,281	0,556	40,6	63	72
CCM	Línea Cuadro de Control de Motores	703.000	878.750	20	F	240	0,917	1,193	1585,5	2000	2725
CSA	Línea Cuadro de Servicios Auxiliares	405.587	134.381	10	F	35	0,476	0,751	242,5	400	462
CSE	Línea Cuadro de Servicios Esenciales	20.223	20.223	20	F	16	0,306	0,582	36,5	63	97
Cuadro Secundario de MANDO DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA (CMAE)											
Circuito		Pinst, W	Pcálc, W	L, m	TIPO	S, mm ²	ΔV(%)	ΔV(%)ac	Ib, A	In, A	Iz, A
AE.CS1	Línea A.Emergencia a Cuadro Secundario 1	3.152	5.674	420	B1	25	1,127	1,750	10,2	25	100
AE.CS2	Línea A.Emergencia a Cuadro Secundario 2	3.080	5.544	1200	B1	50	1,571	2,195	10	25	151
AE.CS3	Línea A.Emergencia a Cuadro Secundario 3	2.704	4.867	2000	B1	50	2,299	2,922	8,8	16	151
AE.C0	A.Emergencia a Cuarto Técnico	324	583	20	B1	2,5	0,055	0,678	1,1	10	24
Cuadro Secundario de MANDO DE ALUMBRADO PRINCIPAL (CMAP)											
Circuito		Pinst, W	Pcálc, W	L, m	TIPO	S, mm ²	ΔV(%)	ΔV(%)ac	Ib, A	In, A	Iz, A
AP.CS1	Línea A. Principal a Cuadro Secundario 1	7.483	7.483	420	B1	25	1,488	2,045	13,5	25	100
AP.CS2	Línea A. Principal a Cuadro Secundario 2	7.483	7.483	1200	B1	50	2,122	2,678	13,5	25	151
AP.CS3	Línea A. Principal a Cuadro Secundario 3	7.300	7.300	2000	B1	70	2,463	3,019	13,2	25	193
AP.C0	A. Principal Cuarto Técnico	228	228	20	B1	2,5	0,021	0,578	0,4	10	24
Cuadro Secundario de CONTROL DE MOTORES (CCM)											
Circuito		Pinst, W	Pcálc, W	L, m	TIPO	S, mm ²	ΔV(%)	ΔV(%)ac	Ib, A	In, A	Iz, A
CM.CS1.1	Línea Motores a Cuadro Secundario 1	129.500	161.875	420	B1	240	3,416	4,609	292,1	630	838
CM.CS1.2	Línea Motores a Cuadro Secundario 1	129.500	161.875	420	B1	240	3,416	4,609	292,1	630	838
CM.CS2.1	Línea Motores a Cuadro Secundario 2	74.000	92.500	1200	B1	240	4,782	5,975	166,9	250	838
CM.CS2.2	Línea Motores a Cuadro Secundario 2	74.000	92.500	1200	B1	240	4,782	5,975	166,9	250	838
CM.CS2.3	Línea Motores a Cuadro Secundario 2	74.000	92.500	1200	B1	240	4,782	5,975	166,9	250	838
CM.CS3.1	Línea Motores a Cuadro Secundario 3	37.000	46.250	2000	B1	240	3,985	5,178	83,4	160	419
CM.CS3.2	Línea Motores a Cuadro Secundario 3	37.000	46.250	2000	B1	240	3,985	5,178	83,4	160	419
CM.CS3.3	Línea Motores a Cuadro Secundario 3	37.000	46.250	2000	B1	240	3,985	5,178	83,4	160	419
CM.CS3.4	Línea Motores a Cuadro Secundario 3	37.000	46.250	2000	B1	240	3,985	5,178	83,4	160	419
CM.CS3.5	Línea Motores a Cuadro Secundario 3	37.000	46.250	2000	B1	240	3,985	5,178	83,4	160	419
CM.CS3.6	Línea Motores a Cuadro Secundario 3	18.500	23.125	2000	B1	120	3,974	5,166	41,7	63	272
CM.CS3.7	Línea Motores a Cuadro Secundario 3	18.500	23.125	2000	B1	120	3,974	5,166	41,7	63	272
Cuadro Secundario de CONTROL DE SERVICIOS AUXILIARES (CSA)											
Circuito		Pinst, W	Pcálc, W	L, m	TIPO	S, mm ²	ΔV(%)	ΔV(%)ac	Ib, A	In, A	Iz, A
SA.CS1	Línea SS.Auxiliares a Cuadro Secundario 1	35.472	17.736	420	B1	50	1,772	2,524	32,0	63	151
SA.CS2	Línea SS.Auxiliares a Cuadro Secundario 2	35.472	17.736	1200	B1	95	2,653	3,404	32,0	63	234
SA.CS3	Línea SS.Auxiliares a Cuadro Secundario 3	17.736	17.736	2000	B1	95	4,421	5,172	32,0	63	234
SA.SB	Circuito SS.Auxiliares a Sala de Bombas	17.736	17.736	25	B1	10	0,553	1,304	32,0	50	57
SA.ST	Circuito SS.Auxiliares a Sala Técnica	17.736	17.736	15	B1	10	0,332	1,083	32,0	50	57
SA.V	Ventilación Locales Cuarto Técnico	30.000	30.000	15	B2	25	0,226	0,977	54,1	80	91
SA.SBT	Circuito SS.Auxiliares a Sala de B.T.	17.736	17.736	10	B1	10	0,221	0,973	32,0	50	57
SA.SGE	Circuito SS.Auxiliares a Sala de Grupo E.	17.736	17.736	10	B1	10	0,221	0,973	32,0	50	57
Cuadro Secundario de CONTROL DE SERVICIOS ESENCIALES (CSE)											
Circuito		Pinst, W	Pcálc, W	L, m	TIPO	S, mm ²	ΔV(%)	ΔV(%)ac	Ib, A	In, A	Iz, A
SE.C0	A. de reemplazamiento Cuarto Técnico	228	228	20	B1	2,5	0,021	0,603	0,7	10	24
SE.CS1	A. de reemplazamiento C.Secundario 1	3.721	3.721	420	B1	25	0,738	1,320	6,7	10	100
SE.CS2	A. de reemplazamiento C.Secundario 2	3.721	3.721	1200	B1	35	1,506	2,088	6,7	10	124
SE.CS3	A. de reemplazamiento C.Secundario 3	3.686	3.686	2000	B1	50	1,740	2,322	6,6	10	151
SE.SAI	Servicios Esenciales equipos menores	8.868	8.868	5	B1	50	0,010	0,592	16,0	25	151

Cuadro Secundario 1 (CS1)											
Circuito		Pinst, W	Pcál, W	L, m	TIPO	S, mm ²	ΔV(%)	ΔV(%)ac	Ib, A	In, A	Iz, A
ALUMBRADO											
AE.H1.1	A.Emergencia Hastial 1 Túnel tramo 1	1.056	1.901	800	E	10	1,795	3,545	3,4	6	68
AE.H2.1	A.Emergencia Hastial 2 Túnel tramo 1	1.048	1.886	800	E	10	1,782	3,532	3,4	6	68
AE.H3.1	A.Emergencia Hastial G.Evacuación tramo 1	1.048	1.886	800	E	10	1,782	3,532	3,4	6	68
AP.H1.1	A.Principal Hastial 1 Túnel tramo 1	2.940	2.940	800	E	16	1,736	3,780	5,3	6	91
AP.H2.1	A.Principal Hastial 2 Túnel tramo 1	3.087	3.087	800	E	16	1,823	3,867	5,6	6	91
AP.H3.1	A.Principal Hastial G.Evacuación tramo 1	1.456	1.456	800	E	6	2,291	4,336	2,6	6	49
SE.H1.1	SS.Esenciales Hastial 1 Túnel tramo 1	1.506	1.506	800	E	6	2,370	3,690	2,7	6	49
SE.H2.1	SS.Esenciales Hastial 2 Túnel tramo 1	1.506	1.506	800	E	6	2,370	3,690	2,7	6	49
SE.H3.1	SS.Esenciales Hastial G.Evacuación tramo 1	710	710	800	E	6	1,117	2,437	1,3	6	49
VENTILACION											
M.1.1	Motores del Cuadro Secundario 1	37.000	46.250	290	E	70	1,878	6,487	83	100	223
M.1.2	Motores del Cuadro Secundario 1	74.000	92.500	180	E	95	1,791	6,400	167	200	271
M.1.3	Motores del Cuadro Secundario 1	37.000	46.250	265	E	70	1,716	6,325	83	100	223
M.1.4	Motores del Cuadro Secundario 1	74.000	92.500	155	E	95	1,542	6,151	167	200	271
M.1.5	Motores del Cuadro Secundario 1	18.500	23.125	373	E	50	1,666	6,275	42	63	174
M.1.6	Motores del Cuadro Secundario 1	18.500	23.125	393	E	50	1,755	6,365	42	63	174
FUERZA											
F.H1.1	Fuerza Hastial 1 Túnel Línea 1	8.868	8.868	275	E	16	1,809	4,332	16	25	91
F.H1.2	Fuerza Hastial 1 Túnel Línea 2	8.868	8.868	475	E	25	1,995	4,519	16	25	115
F.H2.1	Fuerza Hastial 2 Túnel Línea 1	8.868	8.868	300	E	16	1,973	4,497	16	25	91
F.H2.2	Fuerza Hastial 2 Túnel Línea 2	8.868	8.868	350	E	16	2,302	4,825	16	25	91
Cuadro Secundario 2 (CS2)											
Circuito		Pinst, W	Pcál, W	L, m	TIPO	S, mm ²	ΔV(%)	ΔV(%)ac	Ib, A	In, A	Iz, A
ALUMBRADO											
AE.H1.2	A.Emergencia Hastial 1 Túnel tramo 2	1.032	1.858	780	E	10	1,710	3,905	3,4	6	68
AE.H2.2	A.Emergencia Hastial 2 Túnel tramo 2	1.024	1.843	780	E	10	1,697	3,892	3,33	6	68
AE.H3.2	A.Emergencia Hastial G.Evacuación tramo 2	1.024	1.843	780	E	10	1,697	3,892	3,33	6	68
AP.H1.2	A.Principal Hastial 1 Túnel tramo 2	3.087	3.087	780	E	16	1,777	4,455	5,6	6	115
AP.H2.2	A.Principal Hastial 2 Túnel tramo 2	2.940	2.940	780	E	16	1,692	4,370	5,3	6	115
AP.H3.2	A.Principal Hastial G.Evacuación tramo 2	1.456	1.456	780	E	10	1,340	4,018	2,6	6	68
SE.H1.2	SS.Esenciales Hastial 1 Túnel tramo 2	1.506	1.506	780	E	6	2,311	4,398	2,7	6	49
SE.H2.2	SS.Esenciales Hastial 2 Túnel tramo 2	1.506	1.506	780	E	6	2,311	4,398	2,7	6	49
SE.H3.2	SS.Esenciales Hastial G.Evacuación tramo 2	710	710	780	E	6	1,089	3,177	1,3	6	49
VENTILACION											
M.2.1	Motores del Cuadro Secundario 2	18.500	23.125	287	E	185	0,424	6,399	42	63	391
M.2.2	Motores del Cuadro Secundario 2	18.500	23.125	297	E	185	0,439	6,414	42	63	391
M.2.3	Motores del Cuadro Secundario 2	37.000	46.250	167	E	185	0,497	6,472	83	100	391
M.2.4	Motores del Cuadro Secundario 2	37.000	46.250	50	E	70	0,401	6,376	83	100	214
M.2.5	Motores del Cuadro Secundario 2	37.000	46.250	75	E	95	0,439	6,414	83	100	259
M.2.6	Motores del Cuadro Secundario 2	18.500	23.125	193	E	120	0,440	6,415	42	63	301
M.2.7	Motores del Cuadro Secundario 2	37.000	46.250	213	E	240	0,487	6,462	83	100	489
M.2.8	Motores del Cuadro Secundario 2	18.500	23.125	313	E	185	0,463	6,438	42	63	391
M.2.9	Motores del Cuadro Secundario 2	18.500	23.125	333	E	185	0,492	6,467	42	63	391
FUERZA											
F.H1.3	Fuerza Hastial 1 Túnel Línea 3	8.868	8.868	195	E	10	2,061	5,465	16	25	68
F.H1.4	Fuerza Hastial 1 Túnel Línea 4	8.868	8.868	445	E	16	2,967	6,371	16	25	49
F.H2.3	Fuerza Hastial 2 Túnel Línea 3	8.868	8.868	180	E	10	1,902	5,306	16	25	68
F.H2.4	Fuerza Hastial 2 Túnel Línea 4	8.868	8.868	570	E	25	2,394	5,798	16	25	115
Cuadro Secundario 3 (CS3)											
Circuito		Pinst, W	Pcál, W	L, m	TIPO	S, mm ²	ΔV(%)	ΔV(%)ac	Ib, A	In, A	Iz, A
ALUMBRADO											
AE.H1.3	A.Emergencia Hastial 1 Túnel tramo 3	904	1.627	690	E	6	2,209	4,404	2,9	6	49
AE.H2.3	A.Emergencia Hastial 2 Túnel tramo 3	904	1.627	690	E	6	2,209	4,404	2,94	6	49
AE.H3.3	A.Emergencia Hastial G.Evacuación tramo 3	896	1.613	690	E	6	2,190	4,384	2,91	6	49
AP.H1.3	A.Principal Hastial 1 Túnel tramo 3	2.940	2.940	690	E	16	1,497	4,175	5,3	6	115
AP.H2.3	A.Principal Hastial 2 Túnel tramo 3	2.940	2.940	690	E	16	1,497	4,175	5,3	6	115
AP.H3.3	A.Principal Hastial G.Evacuación tramo 3	1.420	1.420	690	E	10	1,156	3,835	2,6	6	68
SE.H1.3	SS.Esenciales Hastial 1 Túnel tramo 3	1.506	1.506	690	E	6	2,044	4,366	2,7	6	49

Anexo 3: Cálculos sección, caída de tensión e intensidad

SE.H2.3	SS.Esenciales Hastial 2 Túnel tramo 3	1.470	1.470	690	E	6	1,996	4,317	2,7	6	49
SE.H3.3	SS.Esenciales Hastial G.Evacuación tramo 3	710	710	690	E	6	0,964	3,285	1,3	6	49
VENTILACION											
M.3.1	Motores del Cuadro Secundario 3	37.000	46.250	257	E	120	1,184	6,362	83	100	314
M.3.2	Motores del Cuadro Secundario 3	37.000	46.250	147	E	70	1,175	6,353	83	100	223
M.3.3	Motores del Cuadro Secundario 3	37.000	46.250	37	E	50	0,421	5,599	83	100	174
M.3.4	Motores del Cuadro Secundario 3	37.000	46.250	73	E	50	0,830	6,008	83	100	174
M.3.5	Motores del Cuadro Secundario 3	37.000	46.250	183	E	95	1,069	6,247	83	100	271
M.3.6	Motores del Cuadro Secundario 3	18.500	23.125	367	E	95	1,059	6,225	42	50	271
M.3.7	Motores del Cuadro Secundario 3	18.500	23.125	387	E	95	1,116	6,283	42	50	271
FUERZA											
F.H1.5	Fuerza Hastial 1 Túnel Línea 5	8.868	8.868	290	E	25	1,218	6,390	16	25	115
F.H2.5	Fuerza Hastial 2 Túnel Línea 5	8.868	8.868	270	E	25	1,134	6,306	16	25	115

Circuito		Pcál, W	L, m	S, mm ²	T _{trabajo} T, °C	ρ , $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$	C	R, Ω	Icc, A	P.d.C (kA)
LBT (Trafo)	Línea de Baja Tensión del transformador	1.055.846	5	240	57	0,02044	50	0,0008	48.113	50
Circuito		Pcál, W	L, m	S, mm ²	T _{trabajo} T, °C	ρ , $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$	C	R, Ω	Icc, A	P.d.C (kA)
LBT (GE)	Línea de Baja Tensión del G.E.	1.055.846	5	240	57	0,02044	50	0,0008	48.113	50
CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN (CGBT)										
Circuito		Pcál, W	L, m	S, mm ²	T _{trabajo} T, °C	ρ , $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$	C	R, Ω	Icc, A	P.d.C (kA)
CMAE	Línea Cuadro de Mando de A. Emergencia	16.668	10	6	57	0,02043	50	0,0668	2.722	6
CMAP	Línea Cuadro de Mando de A.Principal	22.493	10	10	56	0,02037	50	0,0399	4.513	6
CCM	Línea Cuadro de Control de Motores	878.750	20	240	57	0,02044	50	0,0033	44.068	50
CSA	Línea Cuadro de Servicios Auxiliares	134.381	10	35	54	0,02022	50	0,0113	15.127	30
CSE	Línea Cuadro de Servicios Esenciales	20.223	20	16	47	0,01975	52	0,0484	3.736	6
Cuadro Secundario de MANDO DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA (CMAE)										
Circuito		Pcál, W	L, m	S, mm ²	T _{trabajo} T, °C	ρ , $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$	C	R, Ω	Icc, A	P.d.C (kA)
AE.CS1	Línea A.Emergencia a Cuadro Secundario 1	5.674	420	25	41	0,01929	53	0,6356	262	6
AE.CS2	Línea A.Emergencia a Cuadro Secundario 2	5.544	1200	50	40	0,01927	53	0,9069	189	6
AE.CS3	Línea A.Emergencia a Cuadro Secundario 3	4.867	2000	50	40	0,01927	53	1,5113	117	6
AE.C0	A.Emergencia a Cuarto Técnico	583	20	2,5	40	0,01926	53	0,3022	498	6
Cuadro Secundario de MANDO DE ALUMBRADO PRINCIPAL (CMAP)										
Circuito		Pcál, W	L, m	S, mm ²	T _{trabajo} T, °C	ρ , $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$	C	R, Ω	Icc, A	P.d.C (kA)
AP.CS1	Línea A. Principal a Cuadro Secundario 1	7.483	420	25	41	0,01932	53	0,6365	272	6
AP.CS2	Línea A. Principal a Cuadro Secundario 2	7.483	1200	50	40	0,01929	53	0,9075	194	6
AP.CS3	Línea A. Principal a Cuadro Secundario 3	7.300	2000	70	40	0,01927	53	1,0797	164	6
AP.C0	A. Principal Cuarto Técnico	228	20	2,5	40	0,01926	53	0,3021	537	6
Cuadro Secundario de CONTROL DE MOTORES (CCM)										
Circuito		Pcál, W	L, m	S, mm ²	T _{trabajo} T, °C	ρ , $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$	C	R, Ω	Icc, A	P.d.C (kA)
CM.CS1.1	Línea Motores a Cuadro Secundario 1	161.875	420	240	46	0,01968	52	0,0675	2.566	6
CM.CS1.2	Línea Motores a Cuadro Secundario 1	161.875	420	240	46	0,01968	52	0,0675	2.566	6
CM.CS2.1	Línea Motores a Cuadro Secundario 2	92.500	1200	240	42	0,0194	53	0,1902	947	6
CM.CS2.2	Línea Motores a Cuadro Secundario 2	92.500	1200	240	42	0,0194	53	0,1902	947	6
CM.CS2.3	Línea Motores a Cuadro Secundario 2	92.500	1200	240	42	0,0194	53	0,1902	947	6
CM.CS3.1	Línea Motores a Cuadro Secundario 3	46.250	2000	240	42	0,0194	53	0,3169	573	6
CM.CS3.2	Línea Motores a Cuadro Secundario 3	46.250	2000	240	42	0,0194	53	0,3169	573	6
CM.CS3.3	Línea Motores a Cuadro Secundario 3	46.250	2000	240	42	0,0194	53	0,3169	573	6
CM.CS3.4	Línea Motores a Cuadro Secundario 3	46.250	2000	240	42	0,0194	53	0,3169	573	6
CM.CS3.5	Línea Motores a Cuadro Secundario 3	46.250	2000	240	42	0,0194	53	0,3169	573	6
CM.CS3.6	Línea Motores a Cuadro Secundario 3	23.125	2000	120	41	0,01934	53	0,6320	289	6
CM.CS3.7	Línea Motores a Cuadro Secundario 3	23.125	2000	120	41	0,01934	53	0,6320	289	6
Cuadro Secundario de CONTROL DE SERVICIOS AUXILIARES (CSA)										
Circuito		Pcál, W	L, m	S, mm ²	T _{trabajo} T, °C	ρ , $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$	C	R, Ω	Icc, A	P.d.C (kA)
SA.CS1	Línea SS.Auxiliares a Cuadro Secundario 1	17.736	420	50	42	0,01941	53	0,3198	554	6
SA.CS2	Línea SS.Auxiliares a Cuadro Secundario 2	17.736	1200	95	41	0,01932	53	0,4786	375	6
SA.CS3	Línea SS.Auxiliares a Cuadro Secundario 3	17.736	2000	95	41	0,01932	53	0,7976	227	6
SA.SB	Circuito SS.Auxiliares a Sala de Bombas	17.736	25	10	56	0,02036	50	0,0998	1.643	6
SA.ST	Circuito SS.Auxiliares a Sala Técnica	17.736	15	10	56	0,02036	50	0,0599	2.554	6
SA.V	Ventilación Locales Cuarto Técnico	30.000	15	25	58	0,0205	50	0,0241	5.072	6
SA.SBT	Circuito SS.Auxiliares a Sala de B.T.	17.736	10	10	56	0,02036	50	0,0399	3.533	6
SA.SGE	Circuito SS.Auxiliares a Sala de Grupo E.	17.736	10	10	56	0,02036	50	0,0399	3.533	6
Cuadro Secundario de CONTROL DE SERVICIOS ESENCIALES (CSE)										
Circuito		Pcál, W	L, m	S, mm ²	T _{trabajo} T, °C	ρ , $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$	C	R, Ω	Icc, A	P.d.C (kA)
SE.C0	A. de reemplazamiento Cuarto Técnico	228	20	2,5	40	0,01926	53	0,3021	524	6
SE.CS1	A. de reemplazamiento C.Secundario 1	3.721	420	25	40	0,01927	53	0,6349	269	6
SE.CS2	A. de reemplazamiento C.Secundario 2	3.721	1200	35	40	0,01927	53	1,2953	137	6
SE.CS3	A. de reemplazamiento C.Secundario 3	3.686	2000	50	40	0,01926	53	1,5109	118	6
SE.SAI	Servicios Esenciales equipos menores	8.868	5	50	41	0,0193	53	0,0038	3.470	6

Cuadro Secundario 1 (CS1)										
Circuito	Pcál, W	L, m	S, mm ²	T _{trabajo} , °C	ρ , Ωmm ² /m	C	R, Ω	Icc, A	P.d.C (kA)	
ALUMBRADO										
AE.H1.1	A.Emergencia Hastial 1 Túnel tramo 1	1.901	800	10	40	0,01927	53	3,0221	49	6
AE.H2.1	A.Emergencia Hastial 2 Túnel tramo 1	1.886	800	10	40	0,01927	53	3,0221	49	6
AE.H3.1	A.Emergencia Hastial G.Evacuación tramo 1	1.886	800	10	40	0,01927	53	3,0221	49	6
AP.H1.1	A.Principal Hastial 1 Túnel tramo 1	2.940	800	16	40	0,01927	53	1,8891	80	6
AP.H2.1	A.Principal Hastial 2 Túnel tramo 1	3.087	800	16	40	0,01927	53	1,8892	80	6
AP.H3.1	A.Principal Hastial G.Evacuación tramo 1	1.456	800	6	40	0,01927	53	5,0372	56	6
SE.H1.1	SS.Esenciales Hastial 1 Túnel tramo 1	1.506	800	6	40	0,01927	53	5,0374	32	6
SE.H2.1	SS.Esenciales Hastial 2 Túnel tramo 1	1.506	800	6	40	0,01927	53	5,0374	32	6
SE.H3.1	SS.Esenciales Hastial G.Evacuación tramo 1	710	800	6	40	0,01926	53	5,0352	32	6
VENTILACION										
M.1.1	Motores del Cuadro Secundario 1	46.250	290	70	47	0,01975	52	0,1604	793	6
M.1.2	Motores del Cuadro Secundario 1	92.500	180	95	59	0,02058	50	0,0765	1.242	6
M.1.3	Motores del Cuadro Secundario 1	46.250	265	70	47	0,01975	52	0,1466	843	6
M.1.4	Motores del Cuadro Secundario 1	92.500	155	95	59	0,02058	50	0,0659	1.338	6
M.1.5	Motores del Cuadro Secundario 1	23.125	373	50	43	0,01946	52	0,2846	516	6
M.1.6	Motores del Cuadro Secundario 1	23.125	393	50	43	0,01946	52	0,2999	495	6
FUERZA										
F.H1.1	Fuerza Hastial 1 Túnel Línea 1	8.868	275	16	42	0,01937	53	0,6526	187	6
F.H1.2	Fuerza Hastial 1 Túnel Línea 2	8.868	475	25	41	0,01932	53	0,7199	175	6
F.H2.1	Fuerza Hastial 2 Túnel Línea 1	8.868	300	16	42	0,01937	53	0,7120	176	6
F.H2.2	Fuerza Hastial 2 Túnel Línea 2	8.868	350	16	42	0,01937	53	0,8306	158	6
Cuadro Secundario 2 (CS2)										
Circuito	Pcál, W	L, m	S, mm ²	T _{trabajo} , °C	ρ , Ωmm ² /m	C	R, Ω	Icc, A	P.d.C (kA)	
ALUMBRADO										
AE.H1.2	A.Emergencia Hastial 1 Túnel tramo 2	1.858	780	10	40	0,01927	53	2,9465	47	6
AE.H2.2	A.Emergencia Hastial 2 Túnel tramo 2	1.843	780	10	40	0,01927	53	2,9465	47	6
AE.H3.2	A.Emergencia Hastial G.Evacuación tramo 2	1.843	780	10	40	0,01927	53	2,9465	47	6
AP.H1.2	A.Principal Hastial 1 Túnel tramo 2	3.087	780	16	40	0,01927	53	1,8415	194	6
AP.H2.2	A.Principal Hastial 2 Túnel tramo 2	2.940	780	16	40	0,01926	53	1,8415	194	6
AP.H3.2	A.Principal Hastial G.Evacuación tramo 2	1.456	780	10	40	0,01926	53	2,9460	194	6
SE.H1.2	SS.Esenciales Hastial 1 Túnel tramo 2	1.506	780	6	40	0,01927	53	4,9114	29	6
SE.H2.2	SS.Esenciales Hastial 2 Túnel tramo 2	1.506	780	6	40	0,01927	53	4,9114	29	6
SE.H3.2	SS.Esenciales Hastial G.Evacuación tramo 2	710	780	6	40	0,01926	53	4,9093	29	6
VENTILACION										
M.2.1	Motores del Cuadro Secundario 2	23.125	287	185	41	0,0193	53	0,0587	727	6
M.2.2	Motores del Cuadro Secundario 2	23.125	297	185	41	0,0193	53	0,0607	721	6
M.2.3	Motores del Cuadro Secundario 2	46.250	167	185	42	0,01942	53	0,0344	805	6
M.2.4	Motores del Cuadro Secundario 2	46.250	50	70	48	0,01979	52	0,0277	829	6
M.2.5	Motores del Cuadro Secundario 2	46.250	75	95	45	0,01962	52	0,0304	819	6
M.2.6	Motores del Cuadro Secundario 2	23.125	193	120	41	0,01932	53	0,0609	721	6
M.2.7	Motores del Cuadro Secundario 2	46.250	213	240	41	0,01936	53	0,0337	807	6
M.2.8	Motores del Cuadro Secundario 2	23.125	313	185	41	0,0193	53	0,0640	712	6
M.2.9	Motores del Cuadro Secundario 2	23.125	333	185	41	0,0193	53	0,0681	701	6
FUERZA										
F.H1.3	Fuerza Hastial 1 Túnel Línea 3	8.868	195	10	43	0,01945	52	0,7437	149	6
F.H1.4	Fuerza Hastial 1 Túnel Línea 4	8.868	445	16	45	0,01963	52	1,0705	118	6
F.H2.3	Fuerza Hastial 2 Túnel Línea 3	8.868	180	10	43	0,01945	52	0,6865	156	6
F.H2.4	Fuerza Hastial 2 Túnel Línea 4	8.868	570	25	41	0,01932	53	0,8639	136	6
Cuadro Secundario 3 (CS3)										
Circuito	Pcál, W	L, m	S, mm ²	T _{trabajo} , °C	ρ , Ωmm ² /m	C	R, Ω	Icc, A	P.d.C (kA)	
ALUMBRADO										
AE.H1.3	A.Emergencia Hastial 1 Túnel tramo 3	1.627	690	6	40	0,01927	53	4,3451	31	6
AE.H2.3	A.Emergencia Hastial 2 Túnel tramo 3	1.627	690	6	40	0,01927	53	4,3451	31	6
AE.H3.3	A.Emergencia Hastial G.Evacuación tramo 3	1.613	690	6	40	0,01927	53	4,3451	31	6
AP.H1.3	A.Principal Hastial 1 Túnel tramo 3	2.940	690	16	40	0,01926	53	1,6290	164	6
AP.H2.3	A.Principal Hastial 2 Túnel tramo 3	2.940	690	16	40	0,01926	53	1,6290	164	6
AP.H3.3	A.Principal Hastial G.Evacuación tramo 3	1.420	690	10	40	0,01926	53	2,6061	164	6
SE.H1.3	SS.Esenciales Hastial 1 Túnel tramo 3	1.506	690	6	40	0,01927	53	4,3447	31	6

Anexo 3: Cálculos de conductividad de línea, resistencia e intensidad de cortocircuito

SE.H2.3	SS.Esenciales Hastial 2 Túnel tramo 3	1.470	690	6	40	0,01927	53	4,3446	31	6
SE.H3.3	SS.Esenciales Hastial G.Evacuación tramo 3	710	690	6	40	0,01926	53	4,3428	31	6
VENTILACION										
M.3.1	Motores del Cuadro Secundario 3	46.250	257	120	44	0,0195	52	0,0819	457	6
M.3.2	Motores del Cuadro Secundario 3	46.250	147	70	47	0,01975	52	0,0813	457	6
M.3.3	Motores del Cuadro Secundario 3	46.250	37	50	51	0,02006	51	0,0291	525	6
M.3.4	Motores del Cuadro Secundario 3	46.250	73	50	51	0,02006	51	0,0574	486	6
M.3.5	Motores del Cuadro Secundario 3	46.250	183	95	45	0,01959	52	0,0740	466	6
M.3.6	Motores del Cuadro Secundario 3	23.125	367	95	41	0,01934	53	0,1465	235	6
M.3.7	Motores del Cuadro Secundario 3	23.125	387	95	41	0,01934	53	0,1545	233	6
FUERZA										
F.H1.5	Fuerza Hastial 1 Túnel Línea 5	8.868	290	25	41	0,01932	53	0,4395	147	6
F.H2.5	Fuerza Hastial 2 Túnel Línea 5	8.868	270	25	41	0,01932	53	0,4092	151	6

AE autónomo

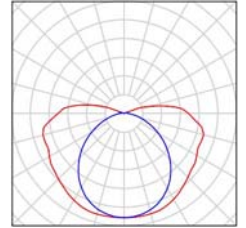
Instalación de Alumbrado de Emergencia Autónomo en túnel y galerías.



Proyecto elaborado por Laura Gutiérrez Díaz
Teléfono
Fax
e-Mail

AE autónomo / Lista de luminarias

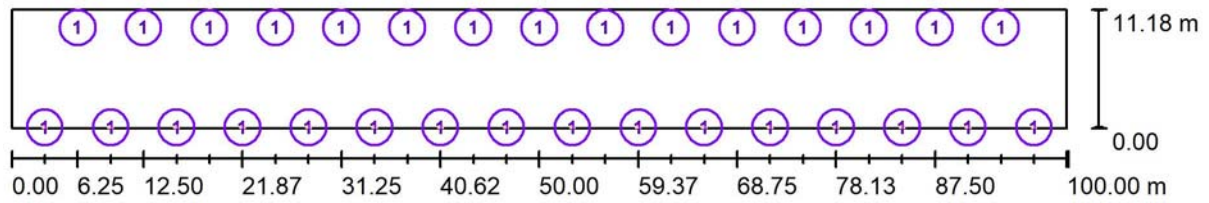
49 Pieza LEGRAND 061831 NT65 - 240 lum 1h NP
N° de artículo: 061831
Flujo luminoso (Luminaria): 240 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 240 lm
Potencia de las luminarias: 8.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 89
Código CIE Flux: 35 62 83 89 100
Lámpara: 1 x Definido por el usuario (Factor de corrección 1.000).





Proyecto elaborado por Laura Gutiérrez Díaz
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Túnel / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 715

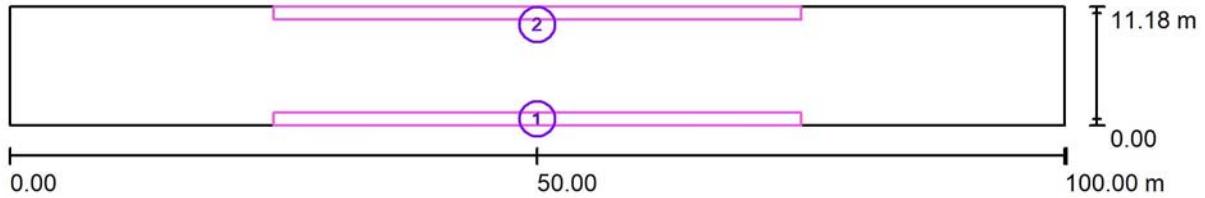
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	31	LEGRAND 061831 NT65 - 240 lum 1h NP



Proyecto elaborado por Laura Gutiérrez Díaz
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Túnel / Superficie de cálculo (sumario de resultados)



Escala 1 : 715

Lista de superficies de cálculo

Nº	Designación	Tipo	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
1	Acera evacuación 1	horizontal	128 x 32	7.81	1.37	30	0.176	0.045
2	Acera evacuación 2	horizontal	128 x 32	7.69	1.27	31	0.165	0.041

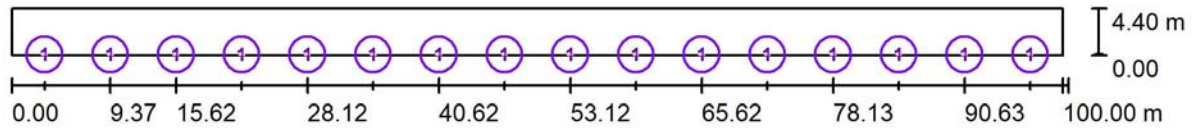
Resumen de los resultados

Tipo	Cantidad	Media [lx]	Min [lx]	Max [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
horizontal	2	7.75	1.27	31	0.16	0.04



Proyecto elaborado por Laura Gutiérrez Díaz
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Galería de Emergencia / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 715

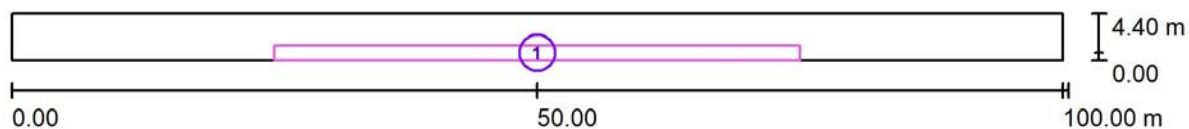
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	16	LEGRAND 061831 NT65 - 240 lum 1h NP



Proyecto elaborado por Laura Gutiérrez Díaz
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Galería de Emergencia / Superficie de cálculo (sumario de resultados)



Escala 1 : 715

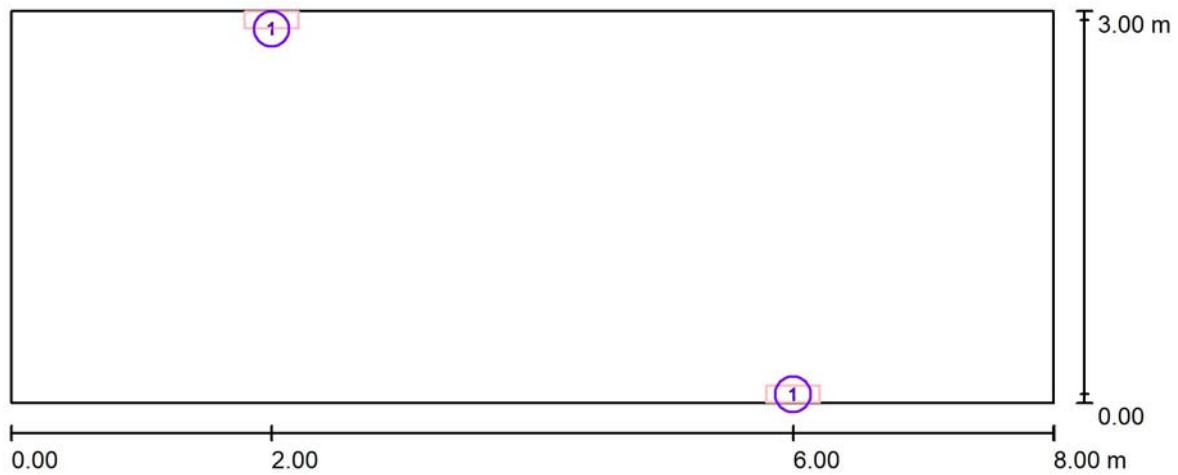
Lista de superficies de cálculo

N°	Designación	Tipo	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
1	Acera evacuación	horizontal	128 x 32	7.41	1.34	31	0.180	0.043



Proyecto elaborado por Laura Gutiérrez Díaz
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Galería de Conexión / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 58

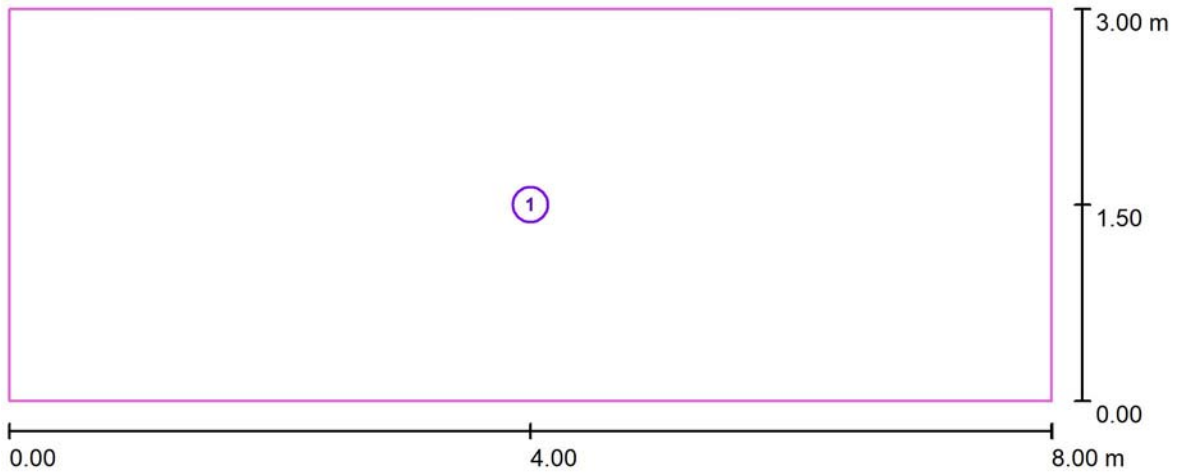
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	2	LEGRAND 061831 NT65 - 240 lum 1h NP



Proyecto elaborado por Laura Gutiérrez Díaz
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Galería de Conexión / Superficie de cálculo (sumario de resultados)



Escala 1 : 58

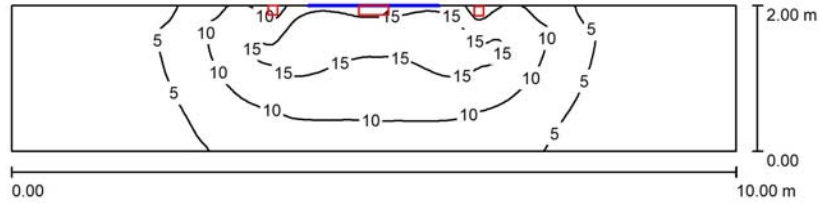
Lista de superficies de cálculo

N°	Designación	Tipo	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
1	Suelo	horizontal	128 x 64	7.18	2.02	32	0.281	0.062



Proyecto elaborado por Laura Gutiérrez Díaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Salida de emergencia / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:72

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	7.22	1.00	17	0.139
Suelo	20	7.22	0.98	17	0.136
Techo	25	8.18	0.93	284	0.114
Paredes (4)	19	5.29	0.19	619	/

Plano útil:

Altura: 0.000 m
Trama: 128 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

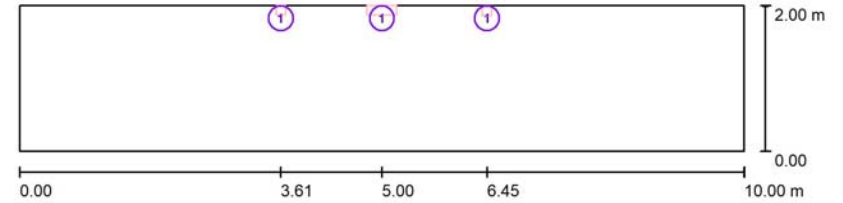
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	LEGRAND 061831 NT65 - 240 lum 1h NP (1.000)	240	240	8.0
Total:			720	Total: 720	24.0

Valor de eficiencia energética: 1.20 W/m² = 16.63 W/m²/100 lx (Base: 20.00 m²)



Proyecto elaborado por Laura Gutiérrez Díaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Salida de emergencia / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 72

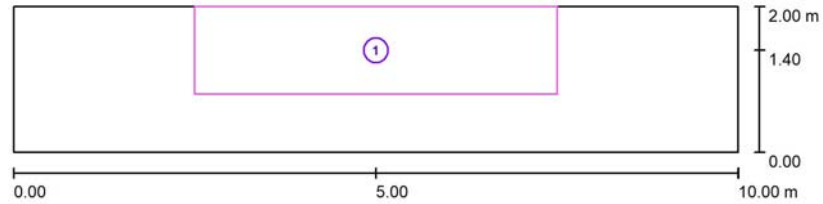
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	3	LEGRAND 061831 NT65 - 240 lum 1h NP



Proyecto elaborado por Laura Gutiérrez Díaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Salida de emergencia / Superficie de cálculo (sumario de resultados)



Escala 1 : 72

Lista de superficies de cálculo

N°	Designación	Tipo	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
1	Suelo salida emergencia	horizontal	128 x 32	14	6.48	17	0.477	0.370



Proyecto elaborado por Laura Gutiérrez Díaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Salida de emergencia / Rendering (procesado) en 3D



AE principal

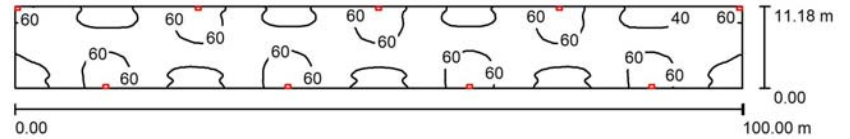


Proyecto elaborado por Laura Gutiérrez Díaz
Teléfono
Fax
e-Mail

AE principal

Instalación de Alumbrado de Emergencia Principal.

Túnel / Resumen



Altura del local: 8.500 m, Altura de montaje: 4.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:715

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	50	28	79	0.567
Suelo	20	50	28	80	0.572
Techo	46	9.59	5.96	12	0.622
Paredes (4)	41	36	5.71	20641	/

Plano útil:

Altura: 0.000 m
Trama: 128 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	9	PHILIPS BVP506 GC T25 1xEco170-3S/740 S (1.000)	14062	17800	147.0
			Total: 126558	Total: 160200	1323.0

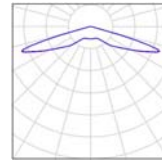
Valor de eficiencia energética: $1.18 \text{ W/m}^2 = 2.38 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 1118.00 m²)



Proyecto elaborado por Laura Gutiérrez Díaz
Teléfono
Fax
e-Mail

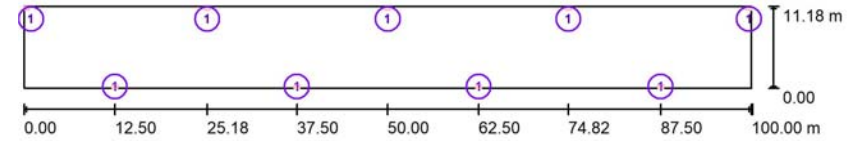
Túnel / Lista de luminarias

9 Pieza PHILIPS BVP506 GC T25 1xECO170-3S/740 S
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 14062 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 17800 lm
Potencia de las luminarias: 147.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 13 42 91 100 79
Lámpara: 1 x ECO170-3S/740 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por Laura Gutiérrez Díaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Túnel / Luminarias (ubicación)

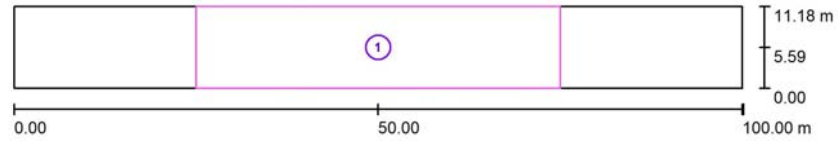


Escala 1 : 715

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	9	PHILIPS BVP506 GC T25 1xECO170-3S/740 S

Túnel / Superficie de cálculo (sumario de resultados)

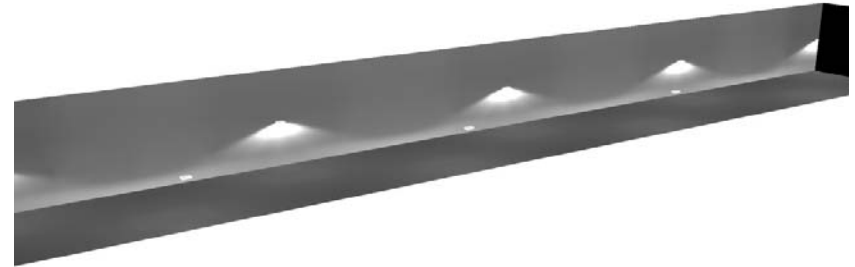


Escala 1 : 715

Lista de superficies de cálculo

N°	Designación	Tipo	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
1	Superficie de cálculo	horizontal	128 x 64	51	35	80	0.690	0.438

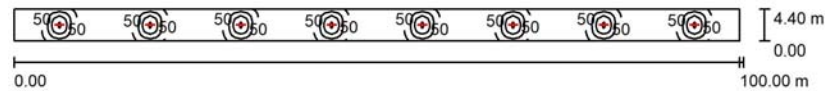
Túnel / Rendering (procesado) en 3D





Proyecto elaborado por Laura Gutiérrez Díaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Galería de Emergencia / Resumen



Altura del local: 2.250 m, Altura de montaje: 2.250 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:715

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	51	5.00	217	0.098
Suelo	20	51	4.90	216	0.095
Techo	46	11	2.73	58	0.244
Paredes (4)	44	21	3.51	78	/

Plano útil:

Altura: 0.000 m
Trama: 128 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	8	PHILIPS WT120C L1200 1xLED40S/840 (1.000)	4100	4100	35.5
Total:			32800	32800	284.0

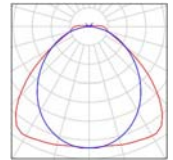
Valor de eficiencia energética: $0.65 \text{ W/m}^2 = 1.26 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 440.00 m^2)



Proyecto elaborado por Laura Gutiérrez Díaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Galería de Emergencia / Lista de luminarias

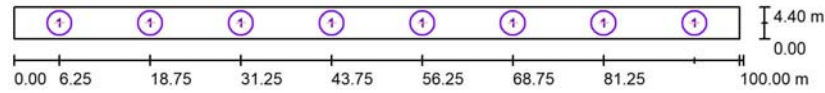
8 Pieza PHILIPS WT120C L1200 1xLED40S/840
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 4100 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 4100 lm
Potencia de las luminarias: 35.5 W
Clasificación luminarias según CIE: 97
Código CIE Flux: 48 81 95 97 100
Lámpara: 1 x LED40S/840/- (Factor de corrección 1.000).





Proyecto elaborado por Laura Gutiérrez Díaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Galería de Emergencia / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 715

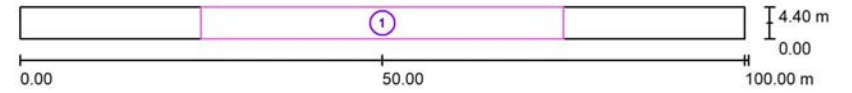
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	8	PHILIPS WT120C L1200 1xLED40S/840



Proyecto elaborado por Laura Gutiérrez Díaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Galería de Emergencia / Superficie de cálculo (sumario de resultados)



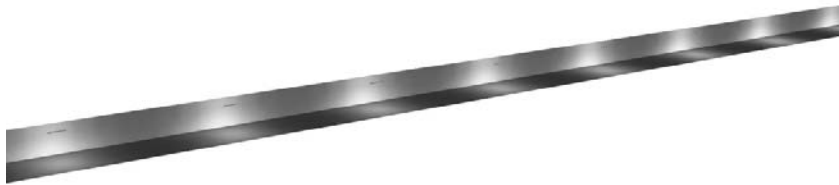
Escala 1 : 715

Lista de superficies de cálculo

N°	Designación	Tipo	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
1	Superficie de cálculo	horizontal	128 x 32	51	7.03	223	0.137	0.031

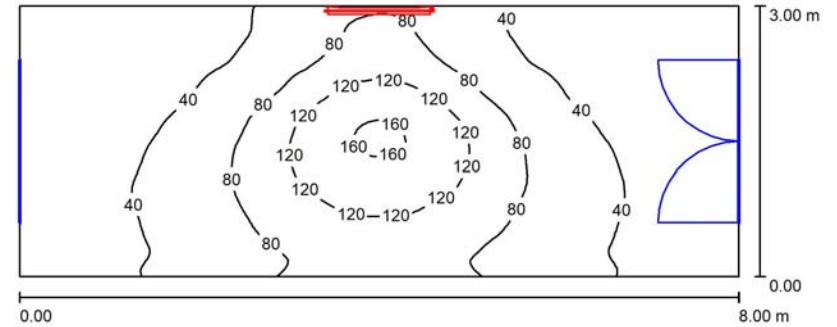
Proyecto elaborado por Laura Gutiérrez Díaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Galería de Emergencia / Rendering (procesado) en 3D



Proyecto elaborado por Laura Gutiérrez Díaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Galería de Conexión / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 1.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:58

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	59	13	165	0.220
Suelo	20	59	14	166	0.230
Techo	46	63	10	293	0.167
Paredes (4)	46	43	12	148	/

Plano útil:

Altura: 0.000 m
Trama: 128 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS WT120C L1200 1xLED40S/840 (1.000)	4100	4100	35.5
			Total: 4100	Total: 4100	35.5

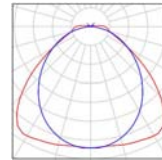
Valor de eficiencia energética: $1.48 \text{ W/m}^2 = 2.49 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 24.00 m^2)



Proyecto elaborado por Laura Gutiérrez Díaz
Teléfono
Fax
e-Mail

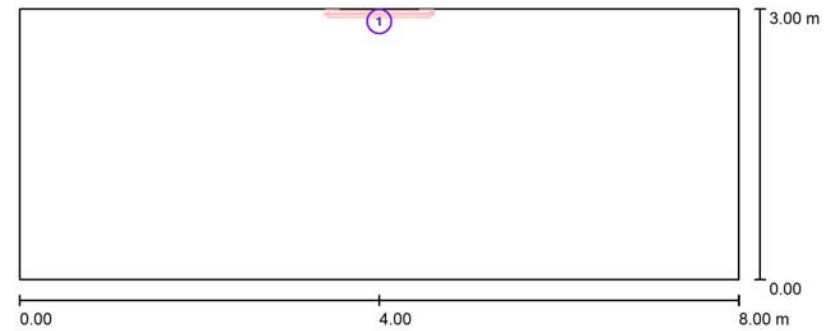
Galería de Conexión / Lista de luminarias

1 Pieza PHILIPS WT120C L1200 1xLED40S/840
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 4100 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 4100 lm
Potencia de las luminarias: 35.5 W
Clasificación luminarias según CIE: 97
Código CIE Flux: 48 81 95 97 100
Lámpara: 1 x LED40S/840/- (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por Laura Gutiérrez Díaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Galería de Conexión / Luminarias (ubicación)



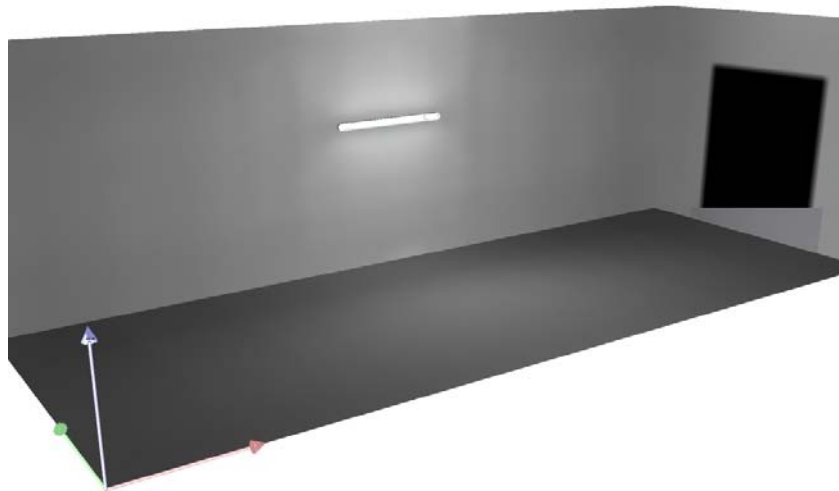
Escala 1 : 58

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	1	PHILIPS WT120C L1200 1xLED40S/840

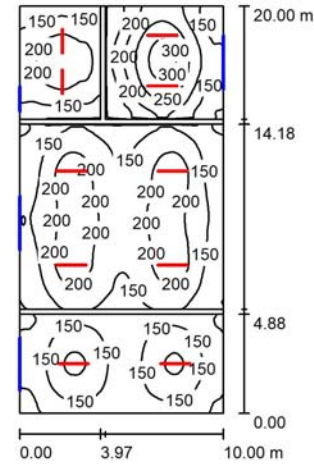
Proyecto elaborado por Laura Gutiérrez Díaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Galería de Conexión / Rendering (procesado) en 3D



Proyecto elaborado por Laura Gutiérrez Díaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Cuartos Técnicos / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:257

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	170	81	322	0.478
Pisos (4)	20	171	79	322	/
Techos (4)	50	45	27	110	/
Paredes (9)	50	84	26	258	/

Plano útil:
 Altura: 0.000 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

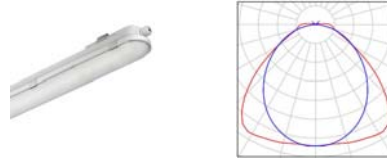
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS WT120C L1200 1xLED40S/840 (1.000)	4100	4100	35.5
2	8	PHILIPS WT120C L1500 1xLED60S/840 (1.000)	6000	6000	48.0
Total:			56200	Total: 56200	455.0

Valor de eficiencia energética: $2.28 \text{ W/m}^2 = 1.34 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 200.00 m²)

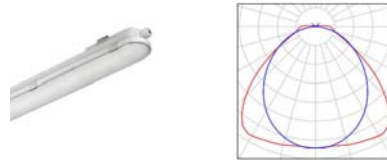
Proyecto elaborado por Laura Gutiérrez Díaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Cuartos Técnicos / Lista de luminarias

2 Pieza PHILIPS WT120C L1200 1xLED40S/840
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 4100 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 4100 lm
Potencia de las luminarias: 35.5 W
Clasificación luminarias según CIE: 97
Código CIE Flux: 48 81 95 97 100
Lámpara: 1 x LED40S/840/- (Factor de corrección 1.000).

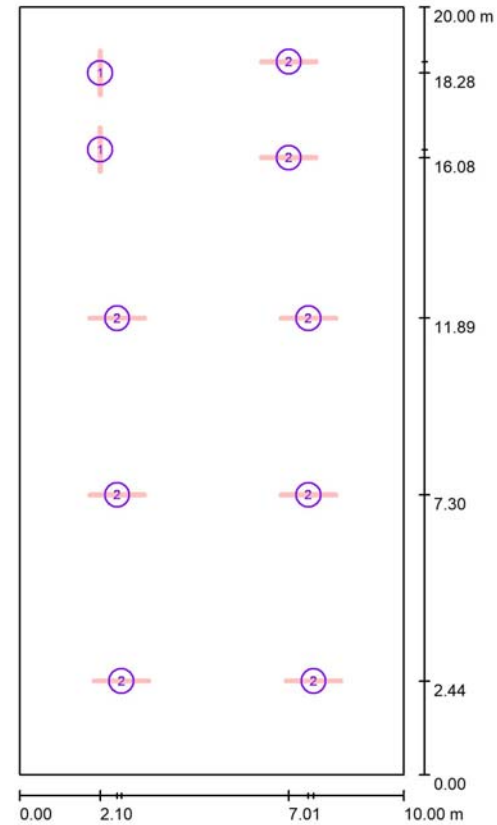


8 Pieza PHILIPS WT120C L1500 1xLED60S/840
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 6000 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 6000 lm
Potencia de las luminarias: 48.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 97
Código CIE Flux: 48 81 95 97 100
Lámpara: 1 x LED60S/840/- (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por Laura Gutiérrez Díaz
Teléfono
Fax
e-Mail

Cuartos Técnicos / Luminarias (ubicación)



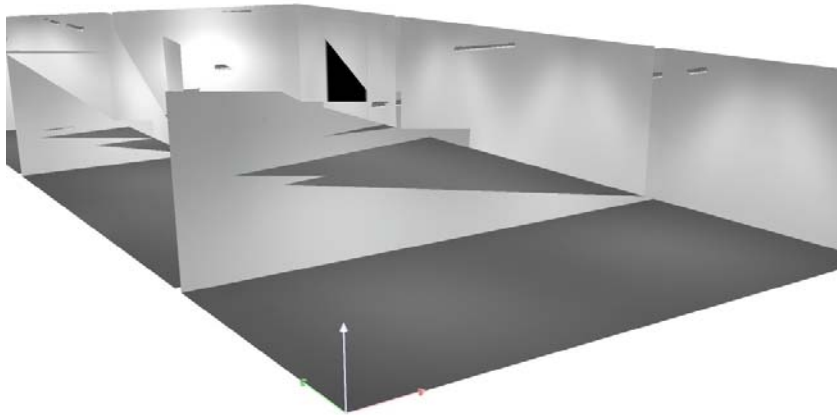
Escala 1 : 136

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	2	PHILIPS WT120C L1200 1xLED40S/840
2	8	PHILIPS WT120C L1500 1xLED60S/840



Cuartos Técnicos / Rendering (procesado) en 3D



ANEXO 5: Cálculos de Ventilación Grupo Electrónico

La ventilación de la Sala del Grupo Electrónico se realizará mediante ventilación natural con rejillas en la pared de entrada de la Sala y en la pared opuesta, con una distancia de hasta 10 m como se muestra en el Plano de Planta del Cuarto Técnico. No será necesario instalar ventiladores de impulsión y extracción ya que el Grupo Electrónico dispondrá de radiador cuyo ventilador favorecerá la renovación del aire.

Datos técnicos Grupo Electrónico diésel 2000 kVA:

Caudal de aire para combustión:	127,7 m ³ /min
Caudal de aire del radiador:	1998 m ³ /min
Dimensiones del radiador:	2200 x 2600 mm.
Pérdida de carga a la salida (Manual de instalación):	190 Pa.

El caudal total de aire del sistema de ventilación será el caudal de aire requerido para la combustión sumado al caudal de aire del radiador, resultando un total de 2125,7 m³/min.

La abertura de salida de aire caliente debe ser 1,5 veces mayor en área que la abertura de entrada, según lo especificado por el fabricante del Grupo Electrónico. El área del radiador es de 5,72 m², por lo que se ha de instalar 2 rejillas de 1200 x 2400 mm que permitan la entrada de aire con un área mínima de 5,72 m². Las rejillas de salida se situarán en la pared opuesta a la de entrada con un área mínima de 1,5 x 5,72 m² = 8,58 m². Se instalarán 3 rejillas de 2600 x 1320 mm situadas una encima de otra de manera que permitan la salida de aire caliente del radiador con un área mínima de 8,58 m². La pérdida de carga en cada rejilla de salida es de 62 Pa, por lo que cumple el criterio de pérdida de carga máxima de 190 Pa para 2125,7 m³/min.



**GRUPO ELECTRÓGENO
CATERPILLAR 3516 PKG**

SERVICIO DE EMERGENCIA

**2000 kVA @ 1500 RPM
400 V - 50 Hz**





ALCANCE DE SUMINISTRO

Grupo electrógeno formado por conjunto motor diesel CATERPILLAR modelo 3516 DITA y generador CATERPILLAR modelo SR5, montados sobre bancada metálica común, incorporando los componentes que se describen según sus distintos sistemas.

SISTEMA DE ADMISIÓN

- 2 filtros de aire modulares de tipo seco, con tambor autocentrable de alto rendimiento de filtrado. Incorporan carcasa metálica de alojamiento.
- Indicador de servicio para cambio de filtro.

SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

- Radiador para refrigeración de circuito combinado de camisas y postenfriador, solidario a bancada de grupo, incorporando tanque de expansión. Suministrado con rejilla de protección en descarga de aire.
- Ventilador soplante con protecciones accionado por el motor diesel a través de correas.
- Bomba de agua de tipo centrífuga accionada por el motor diesel mediante engranajes, para el circuito combinado de refrigeración.
- Tubería de drenaje de refrigerante con válvula de corte.
- Dispositivo de alarma y parada de motor por bajo nivel de refrigerante, montado en tanques de expansión.
- Anticongelante de larga duración Caterpillar ELC para primer llenado de circuito.
- Resistencia de calefacción del agua de refrigeración de 9 kW, incorporando válvulas de aislamiento, termostato para desconexión, y bomba de circulación (control interno).

SISTEMA DE ESCAPE

- Flexibles (2) de escape, de tipo fuelle, en acero inoxidable con contrabrida para soldar (suministro suelto).
- Silenciador de escape del tipo de absorción de atenuación 30 dB(A). Suministrado con bridas de conexión, contrabridas, juntas de grafito y tornillería (suministro suelto).
- Adaptador en Y para unión de las 2 salidas de escape, fabricado en acero. Suministrado con bridas de entrada y salida, contrabridas, juntas de grafito y tornillería. (suministro suelto).

SISTEMA DE COMBUSTIBLE

- Filtro primario de combustible con decantador de agua.
- Filtro secundario de combustible.
- Bomba manual de cebado de combustible.
- Refrigerador de combustible.
- Bomba eléctrica de potencia 1 CV, para trasiego de combustible de tanque principal a tanque de diario de 1000 litros (suministro suelto, el mando de la bomba está incluido en el cuadro de automatismo)
- Tanque de combustible de simple pared de capacidad 1000 litros (suministro suelto), para instalación en superficie. Incluye:
 - Patas de soportación.
 - Bandeja de recogida según ITC MI-IP03.

Indicador visual de nivel de combustible.
Interruptor de nivel de combustible con 4 contactos.

SISTEMA DE LUBRICACIÓN

- _ Cárter de aceite.
- _ Enfriador de aceite de lubricación con válvula de derivación.
- _ Filtro de aceite.
- _ Bomba de circulación de aceite de engranajes accionada por el motor.
- _ Aceite lubricante para primer llenado.
- _ Tuberías de drenaje de aceite.
- _ Eliminación de gases.
- _ Válvulas de seguridad ante explosión en cárter.
- _ Bomba manual para vaciado de cárter

SISTEMA DE ARRANQUE

- _ Motores (2) de arranque de 24 Vcc.
- _ Juego de 4 baterías de arranque con soporte, cables y botellas de ácido para llenado.
- _ Llave para desconexión de baterías.
- _ Cargador de baterías de 18 Amp (EL CARGADOR IRÁ UBICADO EN EL CUADRO DE CONTROL. En caso de no pedir dicho cuadro, no se suministra dicho cargador habiéndose de prever por el cliente).

SISTEMA DE CONTROL

Regulador electrónico de velocidad de motor modelo Woodward 2301.

INSTRUMENTACIÓN

Panel de control EMCP4.2 montado en la caja de terminales del generador incluyendo:

- _ Pantalla de cristal líquido para visualización de parámetros de operación tanto de motor como de generador.
- _ 2 lámparas de aviso de alarma/parada(ámbar, rojo).
- _ 3 teclas con sus lámparas indicadoras de estado para: arranque manual/paro manual/funcionamiento en automático.
- _ 1 tecla de prueba de lámparas.
- _ 1 tecla para reconocimiento de alarmas.
- _ Teclado multifunción para navegación.
- _ 1 tecla para visualización de parámetros de motor.
- _ 1 tecla para visualización de parámetros de generador.

- _ Multimetro digital, con indicación de:
 - Tensiones de generación de línea y de fase.
 - Corrientes (por fase y media).
 - Potencia activa (kW total y por fase).
 - Potencia reactiva (kVAR total y por fase).
 - Potencia aparente (kVA total y por fase).
 - Energía activa (kW-hr total).



Energía reactiva (Kva-hr total).
Tensión e intensidad de excitación
Factor de potencia (media y por fase).
Frecuencia de generador.
Revoluciones de motor.
Tensión de baterías.
Horas de motor.
Contador de número de arranques producidos.
Contador de número de intentos de arranques.
Temperatura de agua de refrigeración.
Presión de aceite.
Reloj.
Registro de los 20 últimos fallos.

- _ Medidas de tensión, corriente en verdadero valor eficaz con precisión del 1%.
- _ Medidas de potencia activa y reactiva con precisión del 1%.
- _ Ajustes y programación almacenados en memoria no volátil, para evitar pérdidas ante eventuales fallos de alimentación.
- _ 3 niveles de seguridad mediante contraseña para protección de los ajustes.
- _ Grado de protección del frontal IP56, resistente a salpicaduras de combustible y aceite de motor, IP 22 en la parte trasera.
- _ Rango de temperatura de funcionamiento desde -20° C a 70° C.
- _ Posibilidad de comunicaciones MODBUS RS-485.

- _ Indicaciones de alarma/parada por:
 - Fallo de arranque.
 - Baja temperatura de agua alarma.
 - Alta temperatura de agua alarma/parada.
 - Pérdida de refrigerante alarma/parada.
 - Baja presión de aceite alarma/parada.
 - Sobrevelocidad.
 - Alta/baja tensión de baterías.
 - Parada de emergencia activada.

Todas estas condiciones de alarma/parada son anunciadas mediante el encendido de la correspondiente lámpara, así como con el texto descriptivo en la pantalla.

- _ Controles:
 - Automático/Arranque/Paro.
 - Parada con tiempo de enfriamiento.
 - Parada de emergencia.
 - Ciclo de arranque programable.
 - Prueba de lámparas.
 - Tensión de generador.
 - Velocidad de motor/frecuencia de generador.
- _ Protecciones eléctricas:
 - Máxima/mínima tensión de generador.
 - Máxima/mínima frecuencia de generador.
 - Sobrecorriente de generador.
 - Potencia Inversa de generador.
- _ Entradas digitales (8 en total):
 - Parada de emergencia remota.

Arranque Remoto.

6 canales programables.

El número de entradas programables puede variar en función de la versión del panel.

- Salidas de relé (8 en total):
 - Activación del motor de arranque.
 - Control de combustible.
 - 6 canales programables.
 - El número de relés programables puede variar en función de la versión del panel.
- Salidas discretas (2):
 - 2 canales programables.
 - Adecuadas para energizar una bobina de relé (hasta 300 mA) o una lámpara incandescente.
- Opciones disponibles:
 - Anunciadores remotos de alarmas.
 - Software de monitorización remota.
 - Módulos de entradas/salidas adicionales.

GENERADOR

- Generador de imán permanente sin escobillas, modelo SR5, incluyendo regulador digital de tensión Caterpillar CDVR.
- Aislamiento clase H.
- Elevación de temperatura clase H.
- Resistencia anticondensación de 500 W con alimentación a 220 Vac. (control interno).
- 6 sensores de temperatura termopar tipo J en devanados del estátor (1 de medida + 1 de reserva por fase).
- Caja extendida para acceso a pletinas de conexión.

NOTA: En el presente alcance de suministro no está incluido el interruptor automático de protección del generador, que no obstante se puede solicitar opcionalmente. En caso de no solicitarse, el cliente deberá proteger adecuadamente el generador mediante un interruptor de su suministro.

CUADRO DE AUTOMATISMO

Suministro suelto.

El cuadro de automatismo completa las funciones de mando y protección de los paneles de control instalados en el propio grupo electrógeno.

Su principal función es la de vigilar la tensión trifásica de red de la compañía eléctrica, con el fin de arrancar el grupo electrógeno, para poder realizar el suministro de energía a los consumidores, gracias al control que se realiza sobre los interruptores de la transferencia de red/generador.

Otra de sus funciones, es realizar la gestión de las alarmas que no son controladas por el panel de control del propio grupo.

También es posible, dotando al cuadro de funciones adicionales, realizar el mando sobre los sistemas auxiliares del grupo, realizar la medida de los parámetros eléctricos del generador,

etc., así como complementarlo con el cuadro de la transferencia red/generador, que bien puede estar realizado por contactores o por interruptores automáticos.

No obstante lo anterior, el cuadro de automatismo incluye: el mando y protección de la bomba de vaciado de aceite, el mando y protección de la bomba eléctrica de trasiego de combustible, y la señalización centralizada (aviso y disparo) del regulador de tensión CDVR así como su reseteo.

Posibilidades de modo de funcionamiento

El funcionamiento del grupo electrógeno es controlado por el automatismo de control GC1, y es posible seleccionarlo mediante pulsadores en varios modos:

- **Automático:** arranque automático del grupo al producirse el fallo de la red eléctrica, desconexión del interruptor de red y conexión del interruptor del generador. Transcurrido el tiempo de retardo para estabilización de red tras su vuelta, desconexión del interruptor del generador y conexión del interruptor de red, funcionamiento en vacío del grupo para estabilización de temperaturas y posterior parada.
- **Test:** arranque automático del grupo al seleccionar esta modalidad, funcionando este en vacío, las teclas de conexión y desconexión de los contactores quedan operativas. Si estando seleccionado en test se produjese un fallo de la red, el automatismo realiza automáticamente la transferencia red/generador para realizar el suministro de energía a consumidores. Al retorno de red el cambio ha de ser manualmente.
- **Manual:** control del motor a través de los pulsadores de arranque y parada, lo mismo ocurre con la transferencia, control manual con los pulsadores de conexión y desconexión de cada contactor.
- **Desconectado:** con el grupo parado, no es posible el arranque del mismo en caso de fallo de la red de compañía, si por el contrario el grupo estuviese en marcha se produciría el paro inmediato. En cualquier caso el contactor de red permanecerá conectado. En esta posición las teclas de conexión y desconexión del contactor quedan operativas.

Sistema de protecciones (gestión de alarmas)

Las alarmas que el automatismo es capaz de gestionar pueden ser internas (la vigilancia la realiza el automatismo) o externas (la vigilancia la realizan componentes externos y son recibidas mediante contactos). Estas alarmas son:

- Fallo de arranque (interna).
- Aviso en control de grupo (externa).
- Paro en control de grupo (externa).
- Bajo nivel de combustible (externa).
- Parada de emergencia (externa).
- Sobrecarga y/o disparo interruptor generador (externa).
- Alarma reserva (externa).
- Alta/baja tensión de baterías (27dc, 59dc).
- Máxima/mínima tensión de generador y red (27,59).
- Máxima/mínima frecuencia de generador y red (81M, 81m).
- Asimetría de tensión de generador (47).
- Secuencia de fases de generador y red (47).

- Sobreintensidad fases (requiere señal de trafos de intensidad, opcional) (50,51).
- Sobreintensidad neutro (requiere señal de trafos de intensidad, opcional) (64G).
- Desequilibrio de cargas (requiere señal de trafos de intensidad, opcional) (46).

Cualquier alarma producida, además de señalar el correspondiente led, producirá una señal acústica.

Señalizaciones y pulsadores

Además en la pantalla LCD del automatismo se muestran:

- Tensión y frecuencia de red y generador.
- Intensidad, potencia, coseno phi, energías, etc., de generador (requiere señal de trafos de intensidad, opcional).
- Tensión de red.
- Secuencia de funcionamiento (fallo de red, precalentamiento, refrigeración, etc.).
- Contador de horas de funcionamiento, arranques, etc.
- Eventos, se almacenan los últimos 300 eventos.

Además la unidad cuenta con los siguientes pulsadores en su frontal:

- Reset/Paro de bocina.
- Reconocimiento de alarmas.
- Teclas para cambio de parámetros
- Cierre/apertura contactor generador.
- Cierre/apertura contactor red.
- Arranque/Paro de grupo.

El cuadro de control está dotado de una parada de emergencia del grupo, que además de actuar en el automatismo señala en el panel de control de grupo dicha parada.

Parámetros ajustables

En el automatismo, es posible realizar los siguientes ajustes:

- Pausa entre intentos de arranque.
- Retardo reconexión vuelta de red.
- Retardo arranque por fallo de red.
- Duración marcha en vacío.
- Retardo alarma generador.

Además de los anteriores parámetros, es posible ajustar una gran cantidad de parámetros vía software, (necesario indicarlo al realizar el pedido para modificación por personal autorizado).

Otros datos técnicos

Además de las características reseñadas, el automatismo cumple entre otros con los siguientes datos técnicos:

- Alimentación: 12/24 Vcc (6.5-40 Vcc)
- Consumo: 15W
- Temperatura: -20-70° C
- Tensión: 277/480 Vca

- Frecuencia: 50/60 Hz (40-70 Hz)
- Normativas: De acuerdo a normas EN.
- Comunicaciones: Modbus.
- Opcionalmente: Profibus.

Mando de transferencia de interruptores red/generador

El mando de la transferencia de los interruptores de red/generador, se realizará por contactos libres de potencial cableados a bornas.

Para realizar dicho mando será necesario, por parte del cliente, hacer llegar hasta el cuadro de control la señal de estado de cada uno de los interruptores, mediante contactos libres de potencial.

Como información para el cliente, se suministra la señal de estado del motor (en marcha o parado), también por contacto libre de potencial cableado hasta bornas.

Carpintería metálica

Todos los equipos estarán alojados en un armario metálico de fijación mural, en color gris, RAL 7032, con grado de protección IP66, y cuyas dimensiones variarán según el número y tipo de los opcionales con los se complementa el estándar. Las dimensiones del cuadro que forma parte de este alcance de suministro son 800 x 600 x 200 mm.

Generalidades

- _ Todo el cableado del cuadro de control, será realizado con cable flexible no propagador de la llama, libre de halógenos, y será conducido por dentro de canaletas. Todos los equipos y cables irán señalizados de acuerdo a la numeración de los esquemas de cableado.
- _ Las órdenes a todos los equipos externos serán comandadas por relés intermedios, de manera que el desgaste producido por el uso o consumo no provoquen la avería del equipo principal, sino que lo hagan sobre dichos relés. Todas esas órdenes, exceptuando a las que no actúen sobre el conjunto motor/generador/auxiliares, serán realizadas mediante contactos libres de potencial.

Señales necesarias para el funcionamiento

Para el correcto funcionamiento del sistema, el cliente hará llegar hasta el cuadro de control las siguientes señales:

- _ Tensión de red: 3 x 400 Vca. 50-60 Hz
- _ Tensión de generador: 2 x 400 Vca. 50-60 Hz
- _ Tensión sistemas auxiliares: 3+N 400/230 Vca. 50 Hz
- _ Estado contactores de red y generador (contactos libres de potencial) y órdenes de conexión/desconexión contactor de red y generador (una por cada uno de ellos, que serán accionadas desde el cuadro por contactos libres de potencial).
- _ Tensión alimentación: 24 Vcc
- _ Señales de control/alarmas del grupo electrógeno y auxiliares, de acuerdo con los esquemas eléctricos de cableado que se entregan con el equipo.

Otras tensiones y/o señales pueden ser necesarias en función de que se eligiera algún opcional con los que el cuadro de control puede ser complementado.

GENERAL

Juego de tacos antivibratorios de tipo de resortes metálicos para amortiguación de vibraciones lineales, para ubicación entre conjunto motor-generador y bancada de hormigón (suministro suelto).

En función de lo establecido por el fabricante del bien objeto de esta oferta, su Garantía será de 24 meses desde su puesta en marcha ó de 30 meses desde que les comuniquemos que el mismo está a su disposición para proceder a su instalación, lo que antes se produzca, no siéndole de aplicación lo establecido a este respecto en el Texto Refundido de la Ley General para la Defensa de los Consumidores y Usuarios y otras leyes complementarias aprobado por Real Decreto Legislativo 1/2007, de 16 de noviembre.

Certificado CE.

Pintura amarilla en motor y generador, bancada en negro.

Puesta en marcha tres días, dos viajes, una vez que nos sea comunicado que la instalación está realizada y con los permisos pertinentes de acoplamiento con red.

Transporte a pie de obra sobre camión.



DATOS TÉCNICOS

GRUPO ELECTRÓGENO

Marca	CATERPILLAR
Modelo	3516 PKG
Potencia	2000 kVA / 1600 kWe
Tensión	400 V. Trifásico
Servicio	Emergencia. ISO 8528

MOTOR

DATOS GENERALES

Marca	CATERPILLAR
Modelo	3516 DITA
Tipo de combustible	Gas-oil
Número de cilindros	16
Disposición	En V
Diámetro	170 mm
Carrera	190 mm
Cilindrada	69 litros
Relación de compresión	13,5:1
Aspiración	Turboalimentado y Postenfriado
Refrigeración	Circuito combinado JWAC
Velocidad	1500 rpm
Potencia al volante (sin ventilador)	1717 kWm

SISTEMA DE ADMISIÓN

Volumen de aire de combustión	127,7 m ³ /min.
-------------------------------------	----------------------------

SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

Volumen de agua incluido el radiador	398 litros
Volumen de agua sin radiador	233 litros
Caudal de aire del radiador	1998 m ³ /min
Restricción de aire del ventilador	0,12 kPa
Potencia consumida por el ventilador	42 kW
Potencia resistencia calefacción de agua	9 kW
Tensión de alimentación	220-240 Vac
Capacidad ambiente a 300 m.....	50°C

SISTEMA DE ESCAPE

Caudal de gases de escape	334,0 m ³ /min
Temperatura gases de escape	498,5 °C
Contrapresión máxima de escape	6,7 kPa
Contrapresión de diseño de escape	5 kPa



Pérdida de carga en silencioso (30 dBA)	1,5 kPa
Diámetro interno de bridas de escape	203 mm
Longitud de adaptador Y escape	750 mm
Contrabrida salida adaptador Y	DIN 2576 - DN400 (16")

SISTEMA DE COMBUSTIBLE

Temperatura máxima retorno de combustible sin pérdida de potencia	65 °C
---	-------

SISTEMA DE LUBRICACIÓN

Capacidad del cárter de aceite	401,3 litros
Tipo de aceite recomendado	API CI-4 y normativa Caterpillar ECF-2

SISTEMA DE ARRANQUE

Tensión de baterías	24 Vcc
---------------------------	--------

GENERADOR

DATOS GENERALES

Marca	CATERPILLAR
Modelo	SR5
Potencia	2000 kVA
Velocidad	1500 rpm
Frecuencia	50 Hz
Tensión	400 V. Trifásico
Factor de potencia	0,8
Constancia de tensión	± 0,5%
Ajuste de tensión	± 5%
Aislamiento	Clase H con tropicalización y antiabrasión
Protección	IP23
Número de cojinetes	1
Factor de influencia telefónica	< 50
Desviación de onda	< 5%
Rendimiento	95,4 %
Reactancia subtransitoria directa (X"d)	13,63 %
Relación de cortocircuito	0,36

CONJUNTO MOTOR ALTERNADOR

CONDICIONES DE TRABAJO

Calor absorbido en agua de refrigeración	1055 kW
Calor residual en el escape	1532 kW
Calor radiado (motor + generador)	253,8 kW
Consumo de combustible:	



100% carga 420,9 l/h
75% Carga 317,4 l/h
50% Carga 226 l/h
Consumo específico de combustible 205,7 g/kWmh

TABLA DE DETARAJE EN FUNCIÓN DE LA ALTITUD Y LA TEMPERATURA

	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	NORMAL
ALTITUDE (M)												
0	1,710	1,710	1,710	1,710	1,710	1,710	1,710	1,710	1,710	1,710	1,710	1,710
250	1,710	1,710	1,710	1,710	1,710	1,710	1,710	1,710	1,710	1,710	1,676	1,710
500	1,710	1,710	1,710	1,710	1,710	1,710	1,710	1,710	1,706	1,679	1,653	1,710
750	1,710	1,710	1,710	1,710	1,710	1,710	1,710	1,682	1,656	1,630	1,604	1,710
1,000	1,710	1,710	1,710	1,710	1,710	1,687	1,659	1,632	1,606	1,581	1,557	1,693
1,250	1,710	1,710	1,710	1,693	1,664	1,637	1,610	1,583	1,558	1,534	1,510	1,651
1,500	1,710	1,701	1,671	1,642	1,614	1,587	1,561	1,536	1,511	1,487	1,464	1,610
1,750	1,680	1,650	1,621	1,592	1,565	1,539	1,514	1,489	1,465	1,442	1,420	1,570
2,000	1,629	1,599	1,571	1,544	1,518	1,492	1,468	1,444	1,421	1,398	1,377	1,531
2,250	1,579	1,550	1,523	1,497	1,471	1,446	1,422	1,399	1,377	1,355	1,334	1,492
2,500	1,530	1,503	1,476	1,450	1,426	1,402	1,379	1,356	1,335	1,314	1,293	1,454
2,750	1,483	1,456	1,430	1,405	1,381	1,358	1,336	1,314	1,293	1,273	1,253	1,417
3,000	1,436	1,410	1,386	1,361	1,338	1,316	1,294	1,273	1,253	1,233	1,214	1,381

EMISIONES (VALORES NOMINALES)

	100%	25%
NOx (mg/Nm ³)	7207,2	9460,3
CO (mg/Nm ³)	350,6	364,6
HC (mg/Nm ³)	89,3	94,9
Opacidad (%)	1,0	1,1

EMISIONES (VALORES GARANTIZADOS)

	100%	25%
NOx (mg/Nm ³)	8648,7	11352,3
CO (mg/Nm ³)	631,2	656,2
HC (mg/Nm ³)	118,8	126,3
Opacidad (%)	1,45	0,48

Los valores de emisiones dados en mg/Nm³ están referidos al 5% de O₂.

PRESION SONORA DE ORIGEN MECÁNICO Y DEL ESCAPE

		dBA	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Mecánico (a 1 m)	100%	107.9	94.6	102.3	103.1	101.0	102.6	101.6	97.2	100.9
	75%	105.6	94.7	101.2	102.6	100.3	100.7	99.0	95.2	95.2
Escape (a 1 m)	100%	117.2	113.2	120.9	112.9	118.1	110.1	104.4	95.3	81.7
	75%	116.3	110.0	119.4	113.9	117.0	109.7	104.4	94.8	77.6

DIMENSIONES Y PESOS

Largo 5.905 mm
 Ancho 2.286 mm
 Alto 2.342 mm
 Peso con aceite y refrigerante 16.125 kg

Se recomienda dejar 1,5 m libres alrededor del grupo para su servicio y mantenimiento.

NORMATIVA

El grupo electrógeno cumple o excede las siguientes normas internacionales:

AS1359, CSA, IEC60034-1, ISO3046, ISO8528, NEMA MG1-22, NEMA MG1-33, UL508A, 72/23/EEC, 98/37/EC, 2004/108/EC

La potencia en emergencia especificada para el grupo electrógeno se define como la disponible con cargas conectadas variables, para la duración de una interrupción de la fuente normal de potencia. Está especificada de acuerdo con ISO 8528. La potencia de limitación de combustible de acuerdo con ISO3046

La potencia especificada está basada en las condiciones estándar SAE J1349. Dicha especificación también aplica a las condiciones estándar según ISO3046

El consumo de combustible está basado en un gasóleo de densidad API 35° a 16°C, cuyo PCI es de 42780 kJ/kg y su densidad de 838,9 kg/m³ cuando es utilizado a 29°C.

Los datos técnicos contenidos en el presente documento están basados en la referencia TMI nº DM8366 rev.03.

Los materiales y especificaciones están sujetos a cambio sin previo aviso. Para la elaboración del presente documento se ha utilizado el Sistema Internacional de unidades.



**Barloworld
Finanzauto**



Caterpillar 3516 PKG
Servicio de Emergencia
2000 kVA

IV. SEGURIDAD Y SALUD

4. ESTUDIO COMPLETO DE SEGURIDAD Y SALUD

Este Trabajo de Fin de Grado se enmarcaría dentro de una gran obra de construcción civil cuyo proyecto de construcción llevaría un Estudio Completo de Seguridad y Salud, incluyendo las instalaciones. Así, este TFG contendrá una Memoria Descriptiva, Memoria Justificativa, Pliego, Planos y Presupuesto.

V. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

INDICE PLIEGO

5.1. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES	4
5.1.1. Obras a las que se aplicará este Pliego de Prescripciones Técnicas	4
5.1.2. Materiales, piezas y equipos en general	4
5.1.2.1. Condiciones generales	4
5.1.2.1.1. Autorización previa del Director de la Obra para la incorporación o empleo de materiales, piezas o equipos en la instalación.....	5
5.1.2.1.2. Ensayos y pruebas	5
5.1.2.1.3. Caso de que los materiales, piezas o equipos no satisfagan las condiciones técnicas	5
5.1.2.1.4. Marcas de fabricación.....	5
5.1.2.1.5. Responsabilidad del Contratista	6
5.1.2.1.6. Materiales, equipos y productos industriales aportados por el Contratista y no empleados en la instalación.....	6
5.1.2.1.7. Medidas preventivas contra incendios en las obras	6
5.1. 5.2 MARCO NORMATIVO	7
5.2. 7	
5.2.1. Normas administrativas de tipo general	7
5.2.2. Normativa Técnica	9
5.2.3. Cumplimiento de la Normativa vigente.....	10
5.2.4. Prelación entre normativas	10
5.2.5. Relaciones entre los documentos del Proyecto y la Normativa.....	10
5.2.5.1. Contradicciones entre Documentos del Proyecto	11
5.2.5.2. Contradicciones entre el Proyecto y la legislación administrativa general.....	11
5.2.5.3. Contradicciones entre el Proyecto y la Normativa Técnica.....	11
5.3. 5.3 DISPOSICIONES GENERALES	12
5.3.1. Disposiciones que además de la Legislación General regirán durante la vigencia del Contrato...	12
5.3.2. Director de las Obras	12
5.3.3. Personal del Contratista.....	12
5.3.4. Órdenes al Contratista	12
5.3.5. Contradicciones, omisiones y modificaciones del Proyecto.....	13
5.3.6. Cumplimiento de Ordenanzas y Normativas vigentes.....	14
5.3.7. Plan de Obra y orden de ejecución de los trabajos	14
5.3.8. Plan de la Calidad	15
5.3.9. Ensayos y análisis de los materiales y unidades de obra	17
5.3.10. Plazo de ejecución de las obras	18

5.3.11.	Precauciones a adoptar durante la ejecución de las obras	18
5.3.12.	Equipos, maquinarias y medios auxiliares a aportar por el Contratista.....	19
5.4.	PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES	21
5.4.1.	Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidad de obra.....	21

5. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

5.1. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES

5.1.1. Obras a las que se aplicará este Pliego de Prescripciones Técnicas

Las obras son las correspondientes a las instalaciones del túnel de la Oroteanda del Tren Sur de Tenerife.

Las obras se realizarán de acuerdo con los Planos del Proyecto.

Será responsabilidad del Contratista la elaboración de cuantos planos complementarios de detalle sean necesarios para la correcta realización de las obras.

El Contratista dispondrá en obra de una copia completa de los Pliegos de Prescripciones, un juego completo de los planos del proyecto, así como copias de todos los planos complementarios desarrollados por el Contratista o de los revisados suministrados por la Dirección de Obra, junto con las instrucciones y especificaciones complementarias que pudieran acompañarlos.

Una vez finalizadas las obras y como fruto de este archivo actualizado, el Contratista se compromete a poner a disposición del Promotor, en soporte informático, toda la información sobre el proyecto construido, siendo de su cuenta los gastos ocasionados por tal motivo. Se acordará con la Dirección de Obra el formato de los ficheros informáticos a facilitar.

5.1.2. Materiales, piezas y equipos en general

5.1.2.1. Condiciones generales

Todos los materiales, piezas, equipos y productos industriales, en general, utilizados en la instalación, deberán ajustarse a las calidades y condiciones técnicas impuestas en el presente Pliego. En consecuencia, el Contratista no podrá introducir modificación alguna respecto a los referidos materiales, piezas y equipos sin previa y expresa autorización del Director de la Obra.

En los supuestos de no existencia de Instrucciones, Normas o Especificaciones Técnicas de aplicación a los materiales, piezas y equipos, el Contratista deberá someter al Director de la Obra, para su aprobación, con carácter previo a su montaje, las especificaciones técnicas por él propuestas o utilizadas, según se describe más adelante en el Apartado 5.3.12, sin que dicha aprobación exima al Contratista de su responsabilidad.

Siempre que el Contratista en su oferta se hubiera obligado a suministrar determinadas piezas, equipos o productos industriales, de marcas y/o modelos concretos, se entenderá que las mismas satisfacen las calidades y exigencias técnicas a las que hacen referencia los apartados anteriores.

El Promotor no asume la responsabilidad de asegurar que el Contratista encuentre en los lugares de procedencia indicados, materiales adecuados o seleccionados en cantidad suficiente para las obras en el momento de su ejecución.

La medición y abono del transporte se ajustará a lo fijado en las unidades de obra correspondientes.

Por razones de seguridad de las personas o las cosas, o por razones de calidad del servicio, el Director de la Obra podrá imponer el empleo de materiales, equipos y productos homologados o procedentes de instalaciones de producción homologadas. Para tales materiales, equipos y productos el Contratista queda obligado a presentar al Director de la Obra los correspondientes certificados de homologación. En su

defecto, el Contratista queda asimismo obligado a presentar cuanta documentación sea precisa y a realizar, por su cuenta y cargo, los ensayos y pruebas en Laboratorios o Centros de Investigación oficiales necesarios para proceder a dicha homologación.

5.1.2.1. Autorización previa del Director de la Obra para la incorporación o empleo de materiales, piezas o equipos en la instalación

El Contratista sólo puede emplear en la instalación los materiales, piezas y equipos autorizados por el Director de la Obra.

La autorización de empleo de los Materiales, piezas o equipos por el Director de la Obra, no exime al Contratista de su exclusiva responsabilidad de que los materiales, piezas o equipos cumplan con las características y calidades técnicas exigidas.

5.1.2.2. Ensayos y pruebas

Los ensayos, análisis y pruebas que deben realizarse con los materiales, piezas y equipos que han de entrar en la obra, para fijar si reúnen las condiciones estipuladas en el presente Pliego se verificarán bajo la dirección del Director de la Obra.

El Director de la Obra determinará la frecuencia y tipo de ensayos y pruebas a realizar, salvo que ya fueran especificadas en el presente Pliego.

El Contratista, bien personalmente, bien delegando en otra persona, podrá presenciar los ensayos y pruebas.

Será obligación del Contratista avisar al Director de la Obra con antelación suficiente del acopio de materiales, piezas y equipos que pretenda utilizar en la ejecución de la Obra, para que puedan ser realizados a tiempo los ensayos oportunos.

5.1.2.3. Caso de que los materiales, piezas o equipos no satisfagan las condiciones técnicas

En el caso de que los resultados de los ensayos y pruebas sean desfavorables, el Director de la Obra podrá elegir entre rechazar la totalidad de la partida controlada o ejecutar un control más detallado del material, piezas o equipo, en examen.

A la vista de los resultados de los nuevos ensayos, el Director de la Obra decidirá sobre la aceptación total a parcial del material, piezas o equipos o su rechazo.

Todo material, piezas o equipo que haya sido rechazado serán retirados de la Obra inmediatamente, salvo autorización expresa del Director.

5.1.2.4. Marcas de fabricación

Todas las piezas y equipos estarán provistos de placa metálica, rótulo u otro sistema de identificación con los datos mínimos siguientes:

- Nombre del fabricante.
- Tipo o clase de la pieza o equipos.
- Material de que están fabricados.

- N° de fabricación.
- Fecha de fabricación.

5.1.2.5. Responsabilidad del Contratista

El empleo de los materiales, piezas o equipos, no excluye la responsabilidad del Contratista por la calidad de ellos y quedará subsistente hasta que se reciba definitivamente la Obra en que dichos materiales, piezas o equipos se han empleado.

El Contratista será, asimismo, responsable de la custodia de los materiales acopiados.

5.1.2.6. Materiales, equipos y productos industriales aportados por el Contratista y no empleados en la instalación

El Contratista, a medida que vaya ejecutando la Obra, deberá proceder, por su cuenta, a la retirada de los materiales, equipos y productos industriales acopiados y que no tengan ya empleo en la misma.

5.1.2.7. Medidas preventivas contra incendios en las obras

Se planificarán medidas encaminadas a minimizar el riesgo de que se produzcan incendios forestales durante la construcción y explotación de la nueva infraestructura de acuerdo al Plan de Prevención y Extinción de Incendios que contendrá el Proyecto de Construcción, con el fin de:

Regular y controlar las actividades que puedan generar incendios forestales durante las obras (p.e. controlar y limitar explosiones y voladuras).

Definir los procedimientos para llevar a cabo aquellas operaciones con riesgo de inicio de fuegos, en especial en condiciones de viento de intensidad considerable (p.e. empleo de pantallas de protección para la realización de trabajos de corte y soldadura).

- Disminuir la probabilidad de inicio de fuego en las proximidades de la vía (p.e. mojando y desbrozando la zona de influencia de los trabajos que generen peligro de incendio).
- Dificultar la propagación del fuego en caso de que se inicie un incendio (p. e. disponiendo de un camión–cisterna de agua durante la ejecución de aquellos trabajos que pudieran generar peligro de incendio).

El contratista deberá garantizar el cumplimiento de todas estas medidas y sus cláusulas con todo rigor, pudiendo incluso aplicar medidas adicionales para aquellos tramos clasificados de “alta prioridad de prevención” en aquellas zonas que están catalogadas como “montes” por las Comunidades Autónomas en su Normativa, fundamentalmente en tiempos de sequía y períodos estivales. Se señalarán mediante carteles al efecto dispuestos cada 200 m las zonas de “alta prioridad de prevención”.

El contratista tendrá la obligación de realizar una reunión con el personal asignado a la obra para poner en conocimiento de todos los trabajadores estas medidas, debiendo entregar a la Dirección Ambiental de la Obra el acta firmada por parte del Jefe de Obra y de todas las empresas subcontratistas que realicen trabajos de riesgo.

5.2 MARCO NORMATIVO

5.2.1. Normas administrativas de tipo general

Será de obligado cumplimiento todo lo establecido en la Normativa Legal sobre contratos con el Estado. En consecuencia serán de aplicación las disposiciones que sin carácter limitativo se indican a continuación, entendiéndose incluidas, aunque no se citen expresamente, las adiciones y modificaciones que se hayan producido a partir de las respectivas fechas de publicación:

- General
 - Texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público. BOE 16-Nov-2011
 - Real Decreto 817/2009, de 8 de mayo, por el que se desarrolla parcialmente la Ley 30/2007, de 30 de octubre, de Contratos del Sector Público. BOE número 118 de 15/5/2009.
 - Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio. BOE número 308 de 23/12/2009.
 - Pliego de Cláusulas Administrativas para la contratación de obras del Estado. RD 3854/1970 de 31 de diciembre. BOE: 16-feb-1971.
 - Directiva nº 86/106/CEE y Mercado CE de Productos de Construcción (BOE nº36 de 11.02.2004).
 - Orden FOM/3317/2010, de 17 de diciembre, por la que se aprueba la Instrucción sobre las medidas específicas para la mejora de la Eficiencia en le ejecución de las obras públicas de Infraestructuras Ferroviarias, Carreteras y Aeropuertos.
- Medio Ambiente
 - Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos.
 - Ley 6/2010, de 24 de marzo, de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero. BOE número 73 de 25/3/2010.
 - Ley 9/2006, de 28 de abril, sobre evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente. Excepto la disposición final 1, derogada por RD 1/2008, de 11 de enero.
 - Ley 16/2002 de Prevención y Control Integrados de la Contaminación. BOE: 02-jul-2002 y su desarrollo en RD 509/2007 de 20 de abril. BOE: 21-ab-2007.
 - Real Decreto 105/2008, de 1 de Febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
 - Real Decreto 367/2010, de 26 de marzo, de modificación de diversos reglamentos del área de medio ambiente para su adaptación a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de

modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley de libre acceso a actividades de servicios y su ejercicio. BOE número 75 de 27/3/2010.

- Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos. (Modificado por la Ley 62/2003, de 30 de diciembre, de medidas fiscales, administrativas y del orden social).
- Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases.
- Ley de Calidad del Aire y Protección de la Atmósfera. LEY 34/2007 de 15 de noviembre. BOE: 16-nov-2007.
- Ley de Responsabilidad Medioambiental. LEY 26/2007 de 23 de octubre. BOE: 24-oct-2007.
- Ley del Ruido. LEY 37/2003 de 17 de noviembre. BOE: 18-nov-2003 y su desarrollo en RD 1513/2005 de 16 de diciembre (BOE: 17-dic-2005) y RD 1367/2007 de 19 de octubre (BOE: 23-oct-2007).
- Ley de Aguas, texto refundido RD 1/2001 de 20 de julio. BOE: 24-jul-2001 y 30-nov-2001 y Reglamento del Dominio Público Hidráulico en RD 849/1986 de 11 de abril. BOE: 30-ab-1986 y 02-jul-1986.
- Real Decreto-Ley 4/2007, de 13 de abril, por el que se modifica el texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio.
- Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica.
- Reglamento del Dominio Público Hidráulico en RD 849/1986 de 11 de abril. BOE: 30-ab-1986 y 02-jul-1986
- Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril.
- Real Decreto 1315/1992, de 30 de octubre, por el que se modifica parcialmente el Reglamento del Dominio Público Hidráulico aprobado por Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, con el fin de incorporar a la legislación interna la Directiva del Consejo 80/68/CEE de 17 de diciembre de 1979, relativa a la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación causada por determinadas sustancias peligrosas.
- Ley de Vías Pecuarias. LEY 3/1995 de 23 de marzo. BOE: 24-mar-1995.
- Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
- Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres.
- Directiva 97/62/CE del Consejo, de 27 de octubre de 1997, por la que se adapta al progreso científico y técnico la Directiva 92/43/CE relativa a la Conservación de Hábitats Naturales y de la Fauna y Flora Silvestres.
- Directiva 79/409/CEE del Consejo, de 2 de abril de 1979, relativa a la conservación de las aves silvestres.

- Real Decreto 1421/2006, de 1 de diciembre, por el que se modifica el Real Decreto 1997/1995, de 7 de diciembre, por el que se establecen medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la flora y fauna silvestres.
- Ley 40/1997, de 5 de noviembre, sobre reforma de la Ley 4/1989, de 27 de marzo, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres.
- Ley 41/1997, de 5 de noviembre, por la que se modifica la Ley 4/1989, de 27 de marzo, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres.
- Ley 25/2009, de 22 de diciembre y Ley 10/2006, de 28 de abril, por las que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes.
- Ley 27/2006, de 18 de julio, por la que se regulan los derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente y su modificación por la LEY 27/2006 de 18 de julio B.O.E. 19-jul-2006.
- Protección de los trabajadores frente a riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo. REAL DECRETO 1316/1989 de 27 de octubre. B.O.E. 2-nov-1989, corrección errores 26-may-1990 y 09-dic-1989. Se deroga en la forma indicada por REAL DECRETO 286/2006, de 10 de marzo.

5.2.2. Normativa Técnica

Será de aplicación la Normativa Técnica vigente en España en la fecha de la contratación de las obras. En caso de no existir Norma Española aplicable, serán aplicables las normas extranjeras (DIN, ASTM, etc.) que se indiquen en este Pliego o sean designadas por la Dirección de Obra.

- Instalaciones eléctricas de Baja Tensión
 - RD 848/2002, Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC).
 - Guías Técnicas de aplicación al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
 - Instrucción sobre Seguridad en Túneles Ferroviarios de 20/06/2006 (ISTF), Ministerio de Fomento.
 - Decreto 141/2009, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento por el que se regulan los procedimientos administrativos relativos a la ejecución y puesta en servicio de las instalaciones eléctricas en Canarias.
- Instalaciones de Protección Contra Incendio
 - Instrucción sobre seguridad en túneles ferroviarios de 20/06/2006 (ISTF), Ministerio de Fomento.
 - Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios (RIPCI).
 - Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (RSCIEI).
 - Real Decreto 635/2006, de 26 de mayo, sobre requisitos mínimos de seguridad en los túneles de carreteras del Estado (RSTC).

- Instalaciones de Ventilación

Criterios de diseño, recomendaciones y especificaciones técnicas obligatorias a aplicar en proyectos de túneles ferroviarios:

- Instrucción sobre seguridad en túneles ferroviarios de 20/06/2006 (ISTF), Ministerio de Fomento.

- Instalaciones de Alumbrado

- RD 848/2002, Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
 - o Documento Básico HE Ahorro de Energía: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación (CTE - DB – HE 3).
 - o Documento básico SUA Seguridad de Utilización y Accesibilidad: Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada (CTE-DB-SUA 4).

Criterios de diseño, recomendaciones y especificaciones técnicas obligatorias a aplicar en proyectos de túneles ferroviarios:

- Instrucción sobre seguridad en túneles ferroviarios de 20/06/2006 (ISTF), Ministerio de Fomento.

Recomendaciones de la Unión Europea relativas a la seguridad en túneles ferroviarios:

- Reglamento (UE) N1303/2014 de la Comisión de 18 de noviembre de 2014 sobre la Especificación Técnica de Interoperabilidad relativa a la seguridad en túneles ferroviarios del sistema ferroviario de la Unión Europea. Con modificación 2016/912 de 9 junio de 2016. (ETI).

5.2.3. Cumplimiento de la Normativa vigente

Todos los equipos empleados en la construcción y sus elementos componentes, así como las preceptivas especificaciones para su utilización, deberán cumplir con la normativa específica vigente. Los materiales suministrados a las obras para su incorporación a la construcción deberán ostentar el marcado CE, según la Directiva 89/106/CEE, en aquellos casos en que sea de aplicación. Pueden consultarse dichos materiales en la publicación del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio en su versión más actualizada denominada: Entrada en Vigor Marcado CE. Productos de Construcción. Normas Armonizadas y Guías DITE.

5.2.4. Prelación entre normativas

Las normas de este Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares prevalecerán, en su caso, sobre las de la Normativa Técnica General.

5.2.5. Relaciones entre los documentos del Proyecto y la Normativa

Lo mencionado en el presente Pliego y omitido en los Planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera desarrollado en ambos documentos. En caso de contradicción entre los Planos y el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, prevalecerá lo prescrito en este último.

Si el Director de Obra encontrase incompatibilidad en la aplicación conjunta de todas las limitaciones técnicas que definen una unidad, aplicará solamente aquellas limitaciones que, a su juicio, reporten mayor calidad.

El Contratista estará obligado a poner cuanto antes en conocimiento del Ingeniero Director de Obra cualquier discrepancia que observe entre los distintos planos del Proyecto o cualquier otra circunstancia surgida durante la ejecución de los trabajos, que diese lugar a posibles modificaciones del Proyecto.

Como consecuencia de la información recibida del Contratista, o propia iniciativa a la vista de las necesidades de la Obra, el Director de la misma podrá ordenar y proponer las modificaciones que considere necesarias de acuerdo con el presente Pliego y la Legislación vigente sobre la materia.

5.2.5.1. Contradicciones entre Documentos del Proyecto

Lo mencionado en el presente Pliego y omitido en los Planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera desarrollado en ambos documentos. En caso de contradicción entre los Planos y el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, prevalecerá lo prescrito en este último.

Si el Director de Obra encontrase incompatibilidad en la aplicación conjunta de todas las limitaciones técnicas que definen una unidad, aplicará solamente aquellas limitaciones que, a su juicio, reporten mayor calidad.

El Contratista estará obligado a poner cuanto antes en conocimiento del Ingeniero Director de Obra cualquier discrepancia que observe entre los distintos planos del Proyecto o cualquier otra circunstancia surgida durante la ejecución de los trabajos, que diese lugar a posibles modificaciones del Proyecto.

Como consecuencia de la información recibida del Contratista, o propia iniciativa a la vista de las necesidades de la Obra, el Director de la misma podrá ordenar y proponer las modificaciones que considere necesarias de acuerdo con el presente Pliego y la Legislación vigente sobre la materia.

5.2.5.2. Contradicciones entre el Proyecto y la legislación administrativa general

En este caso prevalecerán las disposiciones generales (Leyes, Reglamentos y R.D.).

5.2.5.3. Contradicciones entre el Proyecto y la Normativa Técnica

Como criterio general, prevalecerá lo establecido en el Proyecto, salvo que en el Pliego se haga remisión expresa a un Artículo preciso de una Norma concreta, en cuyo caso prevalecerá lo establecido en dicho Artículo.

5.3 DISPOSICIONES GENERALES

5.3.1. Disposiciones que además de la Legislación General regirán durante la vigencia del Contrato

Además de lo señalado en el Apartado 5.2.1 del presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del Proyecto, durante la vigencia del Contrato regirá el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares que se establezca para la contratación de las obras.

El Contratista queda obligado a cumplimentar cuantas disposiciones oficiales sean de aplicación a las obras de este Proyecto, aunque no hayan sido mencionadas en los Apartados de este Pliego y a aceptar cualquier Instrucción, Reglamento o Norma que puedan dictarse por el Promotor durante la ejecución de los trabajos.

5.3.2. Director de las Obras

El Director de las Obras, como representante del Promotor, resolverá, en general, sobre todos los problemas que se planteen durante la ejecución de los trabajos del presente Proyecto, de acuerdo con las atribuciones que le concede la Legislación vigente. De forma especial, el Contratista deberá seguir sus instrucciones en cuanto se refiere a la calidad y acopio de materiales, ejecución de las unidades de obra, interpretación de planos y especificaciones, modificaciones del Proyecto, programa de ejecución de los trabajos y precauciones a adoptar en el desarrollo de los mismos, así como en lo relacionado con la conservación de la estética del paisaje que pueda ser afectado por las instalaciones o por la ejecución de préstamos, caballeros, vertederos, acopios o cualquier otro tipo de trabajo.

5.3.3. Personal del Contratista

El delegado del Contratista tendrá la titulación de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

El Jefe de Obra quedará adscrito a ella con carácter exclusivo, al igual que lo estará, al menos, un Ingeniero Técnico de Obras Públicas.

Además, y en cumplimiento de lo prescrito en el 5.3.13 del presente pliego, deberá contar con al menos un técnico de prevención con formación habilitante para desarrollar las funciones del nivel superior en prevención de riesgos laborales (Reglamento del RD 39/97 y modificaciones posteriores). Así mismo, dicho técnico deberá tener la titulación de Ingeniero Superior o Ingeniero Técnico.

Todos ellos serán formalmente propuestos por el Contratista al Ingeniero Director de la obra, para su aceptación, que podrá ser denegada por el Director, en un principio y en cualquier momento del curso de la obra, si hubiere motivos para ello. Tendrán obligación de residencia en el lugar de la obra.

No podrá ser sustituido por el Contratista sin la conformidad del Director de la Obra.

El Director podrá exigir que no se trabaje si no hay nombrado, aceptado y presente un Jefe de Obra y un Delegado del Contratista, siendo en tal caso el Contratista responsable de la demora y de sus consecuencias.

5.3.4. Órdenes al Contratista

El Delegado, y en su representación el Jefe de Obra, será el interlocutor del Director de la Obra, con obligación de recibir todas las comunicaciones verbales y/o escritas que dé el Director, directamente o a través de otras personas, debiendo cerciorarse, en este caso, de que están autorizadas para ello y/o verificar el mensaje y confirmarlo, según su procedencia, urgencia e importancia. Todo ello sin perjuicio de que el Director pueda comunicar directamente con el resto del personal subalterno, que deberá informar seguidamente a su Jefe de Obra. El Delegado es responsable de que dichas comunicaciones lleguen fielmente

hasta las personas que deben ejecutarlas y de que se ejecuten. Es responsable de que todas las comunicaciones escritas de la Dirección de Obra, incluso planos de obra, ensayos y mediciones, estén custodiadas, ordenadas cronológicamente y disponibles en obra para su consulta en cualquier momento. El Delegado deberá acompañar al Ingeniero Director en todas sus visitas de inspección a la obra y transmitir inmediatamente a su personal las instrucciones que reciba del Director. El Delegado tendrá obligación de estar enterado de todas las circunstancias y desarrollo de los trabajos de la obra e informará al Director a su requerimiento en todo momento, o sin necesidad de requerimiento, si fuese necesario o conveniente.

Lo expresado vale también para los trabajos que efectuasen subcontratistas o destajistas, en el caso de que fuesen autorizados por la Dirección.

Se abrirá el libro de Órdenes, que será diligenciado por el Director y permanecerá custodiado en obra por el Contratista. El Delegado deberá llevarlo consigo al acompañar en cada visita al Ingeniero Director. Se cumplirá, respecto al Libro de Órdenes, lo dispuesto en el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la contratación de obras del Estado.

Se abrirá el libro de Incidencias. Constarán en él todas aquellas circunstancias y detalles relativos al desarrollo de las obras que el Director considere oportunos y, entre otros, con carácter diario, los siguientes:

Condiciones atmosféricas generales.

Relación de trabajos efectuados, con detalle de su localización dentro de la obra.

Relación de ensayos efectuados, con resumen de los resultados o relación de los documentos en que éstos se recogen.

Relación de maquinaria en obra, diferenciando la activa, la meramente presente y la averiada o en reparación.

Cualquier otra circunstancia que pueda influir en la calidad o el ritmo de ejecución de la obra.

Como simplificación, el Ingeniero Director podrá disponer que estas incidencias figuren en partes de obra diarios, que se custodiarán ordenados como anejo al Libro de Incidencias.

El Libro de Incidencias debe ser custodiado por la Asistencia Técnica a la Dirección de Obra.

5.3.5. Contradicciones, omisiones y modificaciones del Proyecto

Lo mencionado en el presente Pliego y omitido en los Planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera desarrollado en ambos documentos. En caso de contradicción entre los Planos y el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, prevalecerá lo prescrito en este último.

Si el Director de Obra encontrase incompatibilidad en la aplicación conjunta de todas las limitaciones técnicas que definen una unidad, aplicará solamente aquellas limitaciones que, a su juicio, reporten mayor calidad.

El Contratista estará obligado a poner cuanto antes en conocimiento del Ingeniero Director de Obra cualquier discrepancia que observe entre los distintos planos del Proyecto o cualquier otra circunstancia surgida durante la ejecución de los trabajos, que diese lugar a posibles modificaciones del Proyecto.

Como consecuencia de la información recibida del Contratista, o propia iniciativa a la vista de las necesidades de la Obra, el Director de la misma podrá ordenar y proponer las modificaciones que considere necesarias de acuerdo con el presente Pliego y la Legislación vigente sobre la materia.

5.3.6. Cumplimiento de Ordenanzas y Normativas vigentes

Además de lo señalado en el presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del Proyecto, durante la vigencia del Contrato regirá el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado, Decreto 3854/1970 de 31 de diciembre, así como las disposiciones que lo complementen o modifiquen, en particular la Ley 30/2007 de 30 de octubre, de Contratos del Sector Público.

El Contratista queda obligado a cumplimentar cuantas disposiciones, ordenanzas y normativas oficiales sean de aplicación a las obras de este Proyecto, aunque no hayan sido mencionadas en los artículos de este Pliego y a aceptar cualquier Instrucción, Reglamento o Norma que pueda dictarse por el Promotor, Gobiernos de Canarias, Cabildo de Tenerife, Ayuntamientos, etc., durante la ejecución de los trabajos.

5.3.7. Plan de Obra y orden de ejecución de los trabajos

En los plazos previstos en la Legislación sobre Contratos con el Estado, el Contratista someterá a la aprobación del Promotor el Plan de Obra que haya previsto, con especificación de los plazos parciales y fecha de terminación de las distintas instalaciones y unidades de obra, compatibles con el plazo total de ejecución. Este Plan, una vez aprobado, adquirirá carácter contractual. Su incumplimiento, aún en plazos parciales, dará objeto a las sanciones previstas en la legislación vigente, sin obstáculo de que la Dirección de Obra pueda exigir al Contratista que disponga los medios necesarios para recuperar el retraso u ordenar a un tercero la realización sustitutoria de las unidades pendientes, con cargo al Contratista.

Dicho Plan de Obra contendrá un diagrama de barras valorado y un PERT relacionado con aquél, con el estudio de caminos y actividades críticas para la Obra.

El Contratista presentará, asimismo, una relación complementaria de los servicios, equipos y maquinaria que se compromete a utilizar en cada una de las etapas del Plan. Los medios propuestos quedarán adscritos a la obra durante su ejecución, sin que en ningún caso pueda retirarlos el Contratista sin la autorización escrita del Director de la Obra.

Además, el Contratista deberá aumentar el personal técnico, los medios auxiliares, la maquinaria y la mano de obra siempre que la Administración se lo ordene tras comprobar que ello es necesario para la ejecución de los plazos previstos en el Contrato. La Administración se reserva, asimismo, el derecho a prohibir que se comiencen nuevos trabajos, siempre que vayan en perjuicio de las obras ya iniciadas y el Director de Obra podrá exigir la terminación de una sección en ejecución antes de que se proceda a realizar obras en otra.

La aceptación del Plan de realización y de los medios auxiliares propuestos no eximirá al Contratista de responsabilidad alguna en caso de incumplimiento de los plazos parciales o totales convenidos.

Será motivo suficiente de sanción la falta de la maquinaria prometida, a juicio del Director de la Obra.

No obstante lo expuesto, cuando el Director de la Obra lo estime necesario, podrá tomar a su cargo la organización directa de los trabajos, siendo todas las órdenes obligatorias para el Contratista y sin que pueda admitirse reclamación alguna fundada en este particular.

El Contratista contrae, asimismo, la obligación de ejecutar las obras en aquellos trozos que designe el Director de la Obra aún cuando esto suponga una alteración del programa general de realización de los trabajos.

Esta decisión del Director de la Obra podrá producirse con cualquier motivo que el Promotor estime suficiente y, de un modo especial, para que no se produzca paralización de las obras o disminución importante en su ritmo de ejecución o cuando la realización del programa general exija determinados acondicionamientos de frentes de trabajo o la modificación previa de algunos servicios públicos y en cambio sea posible proceder a la ejecución inmediata de otras partes de la obra.

5.3.8. Plan de la Calidad

El Contratista es responsable de la calidad de las obras que ejecuta.

Así, antes del comienzo de las obras, el Contratista someterá a la aprobación del Promotor el Plan de la Calidad (PC) que haya previsto, con especificación detallada de las prácticas específicas, los recursos y la secuencia de actividades que se compromete a desarrollar durante las obras tanto para obtener la calidad requerida, como para verificar que la misma se ha obtenido.

Este PC se redactará respetando los requisitos de la Norma ISO 9001 y el procedimiento específico “Elaboración y aprobación de planes de Calidad” del Sistema de Gestión de la Calidad de la DGGPAV, cuyo contenido mínimo del mismo debe ajustarse a los siguientes aspectos:

1. Introducción.
 1. Definición del Sistema de Gestión de la Calidad del Contratista o ACO.
 2. Descripción y Organización de la Obra (general: nombre, plazos, presupuesto, etc.).
 3. Control de los documentos/registros.
 4. Comunicación y coordinación con entidades externas (ACO, Dirección de Obra y AAC).
 5. Recursos Humanos (gestión del personal, formación, etc).
 6. Infraestructura (Medios disponibles: oficina, equipos, servicios de apoyo, etc. y control que se hace de su correcto funcionamiento).
 7. Análisis y Revisión del Proyecto.
 8. Modificaciones/variaciones del Proyecto.
 9. Compras y subcontrataciones.
 10. Control de Procesos.
 11. Identificación y Trazabilidad.
 12. Propiedad del Cliente (cuando aplique).
 13. Preservación del Producto.
 14. Inspección y ensayo (Programa de Puntos de Inspección, Plan de Ensayos).
 15. Control de los Equipos de Seguimiento y Medición.
 16. Tratamiento de No Conformidades.

17. Acciones Correctivas y Preventivas.

18. Auditorías.

19. Análisis de datos.

Además, se anexará al final un listado que incluya la fecha de aprobación, estado de revisión, etc. de la siguiente documentación empleada y/o contractual de aplicación concreta a las Obras:

- Oferta.
- Contrato.
- Pliego de Cláusulas Particulares.
- Proyecto Completo (Indicando estado de revisión):

Memoria y Anejos.

Planos.

PPTP.

Presupuesto.

- Manual de Calidad.
- Política de Calidad y Objetivos.
- Normativa de aplicación.
- Procedimientos:

Procedimientos generales.

Procedimientos específicos.

Instrucciones técnicas.

Especificaciones de compras.

El orden de los capítulos es obligatorio, y si algún punto no es de aplicación se deberá indicar el motivo de su exclusión del Plan de Calidad.

En cada capítulo debe definirse la metodología seguida por el Contratista para su cumplimiento, de manera que se indique:

- Quién lo hace: Responsabilidad.
- Cómo lo hace: Desarrollo.
- Cada cuánto lo hace: Frecuencia.
- Cómo lo documenta: Registro.

- A quién se lo envía: Distribución.
- Indicar si se revisa y, en caso afirmativo, quién, cada cuánto, cómo, etc.
- Si es necesario aprobarlo quién, cada cuánto, cómo se anula, etc.

El Contratista dispondrá de un plazo de un mes y medio (1,5 meses) desde la firma del Acta de Replanteo para remitir al Director de Obra el PC con objeto de su aprobación. Si se detectase cualquier deficiencia, deberá corregir el PC para solucionarla redactando una nueva edición del mismo.

Además, el Contratista será responsable de ir actualizando dicho PC con los procedimientos que se estimen necesarios según las exigencias surgidas durante la ejecución de las obras por no haberse incluido inicialmente en la anterior edición.

La implantación del PC será verificada por el Promotor a través de auditorías, de manera que el Contratista deberá facilitar y colaborar en las mismas, resolviendo las posibles deficiencias detectadas.

Igualmente, el Promotor podrá entrar en contacto directo con el personal que el Contratista empleará en su autocontrol con dedicación exclusiva y cuya relación, será recogida en el PC, incluyendo sus respectivos "Curricula Vitarum" y experiencias en actividades similares.

5.3.9. Ensayos y análisis de los materiales y unidades de obra

Dentro del PC redactado, el Contratista incluirá el "Plan de ensayos" correspondiente a la obra, en el que incluirá el 100 % de los ensayos recogidos en el Pliego de prescripciones técnicas particulares (PPTP) del Contrato.

En dicho Plan se definirá el alcance en cuanto a controles de plantas y de suministros, así como el tipo e intensidad de ensayos de control de calidad a realizar en todas las unidades de obra susceptibles de ello.

Asimismo, comprenderá la realización de ensayos de compactación de rellenos así como los ensayos previos que justifiquen la adecuada calidad de los materiales de los mismos (sean de traza o de préstamos) con una intensidad suficiente para poder garantizar en todas y cada una de las tongadas el cumplimiento de las condiciones exigidas en las especificaciones de este Pliego, sin tener que recurrirse necesariamente al control que realice por su cuenta el Promotor.

El mismo alto nivel de intensidad deberá ser contemplado en lo relativo a los hormigones, determinando consistencias y rompiendo probetas en diversos plazos para poder determinar, en cada uno de los elementos ejecutados, el cumplimiento de las exigencias del Proyecto.

En las demás unidades de obra, el Contratista se comprometerá a incluir en el Plan la realización de ensayos suficientes para poder garantizar la calidad exigida.

Del mismo modo, se recogerán los ensayos y demás verificaciones que garanticen la calidad idónea de los suministros en lo relacionado especialmente con prefabricados.

Además de esos ensayos, la Dirección puede ordenar que se verifiquen los ensayos y análisis de materiales y unidades de obra que en cada caso resulten pertinentes y fijará el número, forma y dimensiones y demás características que deben reunir las muestras y probetas para ensayo y análisis, caso de que no exista disposición general al efecto, ni el PPTP establezca tales datos.

El Contratista deberá disponer de un laboratorio, ya sea comercial o a pie de obra, con los medios necesarios de personal y material. El Director de Obra o su representante tendrán, de forma permanente, libre acceso al mismo. Los laboratorios comerciales estarán acreditados en las áreas de actividad para las que han sido contratados. Para laboratorios a pie de obra se exigirá la acreditación del laboratorio matriz en las áreas de actividad para las que han sido contratados y la aplicación del sistema de calidad del laboratorio matriz.

Igualmente, el Promotor tendrá acceso directo al Laboratorio de obra del Contratista, a la ejecución de cualquier ensayo y a la obtención sin demora de sus resultados.

En caso de insuficiencia o de mal funcionamiento del laboratorio de obra, el Director de Obra puede exigir que los ensayos se realicen en un laboratorio escogido por él, a cargo del Contratista, sin que éste pueda presentar reclamaciones en razón de los retrasos o de las interrupciones de las obras resultantes de esta obligación.

Los ensayos se efectuarán en presencia de vigilantes designados por el Director de Obra; el Contratista tiene la obligación de poner a la disposición de los representantes de la Administración unos locales de obra correctamente equipados (electricidad, calefacción, aire acondicionado, teléfono, agua, sanitario, superficie indicada en las cláusulas administrativas de los contratos y mobiliario funcional...).

Los resultados de todos estos ensayos, serán puestos en conocimiento de la Dirección de Obra, inmediatamente después de su obtención en impresos normalizados que deberán ser propuestos por el Contratista en el PC.

5.3.10. Plazo de ejecución de las obras

El plazo de ejecución de la totalidad de las obras objeto de este proyecto será el que se fije en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares, a contar del día siguiente al levantamiento del Acta de Comprobación del Replanteo. Dicho plazo de ejecución incluye el montaje de las instalaciones precisas para la realización de todos los trabajos.

En cualquier caso se estará a lo dispuesto en los Artículos del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (R.D. 1098/2001) y a la cláusula 27 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales (Decreto 3854/1970), así como la Ley de Contratos del Sector Público de 30 de octubre 2007 (30/2007).

5.3.11. Precauciones a adoptar durante la ejecución de las obras

Todas las obras proyectadas deben ejecutarse sin interrumpir el tránsito, y el Contratista propondrá, con tal fin, las medidas pertinentes. La ejecución se programará y realizará de manera que las molestias que se deriven para las circulaciones ferroviarias, el tráfico por carretera y el urbano, sean mínimas.

En todo caso el Contratista adoptará las medidas necesarias para la perfecta regulación del tráfico y, si las circunstancias lo requieren, el Director de la Obra podrá exigir a la Contrata la colocación de semáforos.

El Contratista establecerá el personal de vigilancia competente y en la cantidad necesaria, para que impida toda posible negligencia e imprudencia que pueda entorpecer el tráfico o dar lugar a cualquier accidente, siendo responsable el Contratista de los que, por incumplimiento de esta previsión, pudieran producirse.

El Contratista adoptará, asimismo, bajo su entera responsabilidad, todas las medidas necesarias para el cumplimiento de las disposiciones vigentes referentes al empleo de explosivos y a la prevención de

accidentes, incendios y daños a terceros, y seguirá las instrucciones complementarias que pueda dar a este respecto, así como al acopio de materiales, el Director de Obra.

El Contratista queda obligado a no alterar con sus trabajos la seguridad de los viajeros, los servicios de trenes y demás transportes públicos en explotación, así como las instalaciones de cualquier empresa a las que pudieran afectar las obras. Deberá para ello dar previo aviso y ponerse de acuerdo con las empresas para fijar el orden y detalle de ejecución de cuantos trabajos pudieran afectarles.

En las obras que sea preciso realizar un mantenimiento del servicio ferroviario en una línea, en explotación, el Contratista deberá ajustarse a los plazos y ritmos que marque el Promotor sin tener derecho a ninguna reclamación por estos conceptos ni por ninguna de las interferencias que le produzca dicha explotación ferroviaria.

Los accesos que realice el Contratista para ejecutar las obras deberán ser compatibles con los plazos de obras parciales y totales que se aprueben contractualmente entre el Promotor y la empresa adjudicataria de las obras.

No obstante y reiterando lo ya expuesto, cuando el Director de la Obra lo estime necesario, bien por razones de seguridad, tanto del personal, de la circulación o de las obras como por otros motivos, podrá tomar a su cargo directamente la organización de los trabajos, sin que pueda admitirse reclamación alguna fundada en este particular.

5.3.12. Equipos, maquinarias y medios auxiliares a aportar por el Contratista

Todos los aparatos de control y medida, maquinarias, herramientas y medios auxiliares que constituyen el equipo a aportar por el Contratista para la correcta ejecución de las Obras, serán reconocidos por el Director de la Obra a fin de constatar si reúnen las debidas condiciones de idoneidad, pudiendo rechazar cualquier elemento que, a su juicio, no reúna las referidas condiciones.

Los equipos de medición y ensayo deberán ser sometidos a verificaciones y/o calibraciones definidas por el fabricante.

Si durante la ejecución de las Obras, el Director estimara que, por cambio en las condiciones de trabajo o cualquier otro motivo, el equipo aprobado no es idóneo al fin propuesto, podrá exigir su refuerzo o sustitución por otro más adecuado.

El equipo quedará adscrito a la Obra en tanto se hallen en ejecución las unidades en las que ha de utilizarse, no pudiéndose retirar elemento alguno del mismo sin consentimiento expreso del Director de la Obra. En caso de avería deberán ser reparados los elementos averiados o inutilizados siempre que su reparación, por cuenta del Contratista, exija plazos que, a juicio del Director de la Obra, no alteren el "Programa de Trabajo" que fuera de aplicación. En caso contrario deberá ser sustituido el equipo completo.

En todo caso, la conservación, vigilancia, reparación y/o sustitución de los elementos que integren el equipo aportado por el Contratista, será de la exclusiva cuenta y cargo del mismo.

Un mes antes de iniciarse la ejecución de las instalaciones y medios auxiliares, el contratista presentará a la Dirección de Obra el correspondiente Proyecto de Instalación, redactado por un técnico titulado competente con conocimientos probados en estructuras (experiencia en cálculos de esa estructura de al menos 5 años, acreditada mediante currículum firmado) y en los medios auxiliares para la construcción de éstas, y visado por el Colegio profesional al que pertenezca.

Dicho proyecto conllevará la redacción del correspondiente Anexo al Plan de Seguridad y Salud del Proyecto de obra, que será informado por el Coordinador de Seguridad y Salud, para su posterior aprobación por la Dirección correspondiente al Promotor. El citado Anexo recogerá al menos:

- Procedimiento de montaje, utilización, mantenimiento y desmontaje
- Riesgos inherentes a dichas operaciones.
- Medidas de seguridad a adoptar en dichas operaciones.
- Medidas de prevención de riesgos de caída de personas y objetos.
- Medidas de seguridad adicionales en el caso de producirse un cambio en las condiciones meteorológicas que pudieran afectar a las condiciones de seguridad del medio auxiliar.

La maquinaria, herramientas y medios auxiliares que emplee el Contratista para la ejecución de los trabajos no serán nunca abonables, pues ya se ha tenido en cuenta al hacer la composición de los precios entendiéndose que, aunque en los Cuadros no figuren indicados de una manera explícita alguna o algunos de ellos, todos ellos se considerarán incluidos en el precio correspondiente.

Los medios auxiliares que garanticen la seguridad del personal operario son de exclusiva responsabilidad y cargo del Contratista.

5.4. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

5.4.1. Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidad de obra

Unidad de obra LFA010: Puerta cortafuegos de acero galvanizado homologada, EI2 120-C5, de dos hojas, 1800x2000 mm de luz y altura de paso, acabado lacado en color blanco, ambas hojas provistas de cierrapuertas para uso moderado, barra antipánico, llave y tirador para la cara ex

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro y colocación de puerta cortafuegos pivotante homologada, EI2 120-C5, de dos hojas de 74 mm de espesor, 1800x2000 mm de luz y altura de paso, acabado lacado en color blanco formada por 3 chapas de acero galvanizado de 0,8 mm de espesor, plegadas, ensambladas y montadas, con cámara intermedia de lana de roca de alta densidad y placas de cartón yeso, sobre cerco de acero galvanizado de 1,5 mm de espesor con junta intumescente y garras de anclaje a obra, incluso ambas hojas provistas de cierrapuertas para uso moderado selector de cierre para asegurar el adecuado cerrado de las puertas, barra antipánico, llave y tirador para la cara exterior, electroimán, con caja de bornes, pulsador y placa de anclaje articulada. Elaborada en taller, con ajuste y fijación en obra. Totalmente montada y probada.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Se comprobará que las dimensiones del hueco y del cerco, así como el sentido de apertura, se corresponden con los de Proyecto.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Marcado de puntos de fijación y aplomado del cerco. Fijación del cerco al paramento. Sellado de juntas perimetrales. Colocación de la hoja. Colocación de herrajes de cierre y accesorios.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

El conjunto será sólido. Las hojas quedarán aplomadas y ajustadas.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se protegerá frente a golpes y salpicaduras.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Unidad de obra IEP0111: Red de toma de tierra para estructura de hormigón del edificio con 70 m de conductor de cobre desnudo de 50 mm² y 6 picas.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro e instalación de red de toma de tierra para estructura de hormigón del edificio compuesta por 60 m de cable conductor de cobre desnudo recocido de 50 mm² de sección para la línea principal de toma de tierra del edificio, enterrado a una profundidad mínima de 50 cm, 10 m de cable conductor de cobre desnudo recocido de 50 mm² de sección para la línea de enlace de toma de tierra de los pilares de hormigón a conectar y 6 picas para red de toma de tierra formada por pieza de acero cobreado con baño electrolítico de 15 mm de diámetro y 2 m de longitud, enterrada a una profundidad mínima de 80 cm. Incluso placas acodadas de 3 mm de espesor, soldadas en taller a las armaduras de los pilares, punto de separación pica-cable, soldaduras aluminotérmicas, registro de comprobación y puente de prueba. Totalmente montada, conexiónada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Instalación:

- **REBT. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.**
- **ITC-BT-18 y GUÍA-BT-18. Instalaciones de puesta a tierra.**
- **ITC-BT-26 y GUÍA-BT-26. Instalaciones interiores en viviendas. Prescripciones generales de instalación.**

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Se comprobará que su situación y recorrido se corresponden con los de Proyecto, y que hay espacio suficiente para su instalación.

DEL CONTRATISTA

Las instalaciones eléctricas de baja tensión se ejecutarán por instaladores autorizados en baja tensión, autorizados para el ejercicio de la actividad.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo. Conexión del electrodo y la línea de enlace. Montaje del punto de puesta a tierra. Trazado de la línea principal de tierra. Sujeción. Trazado de derivaciones de tierra. Conexión de las derivaciones. Conexión a masa de la red. Realización de pruebas de servicio.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

Los contactos estarán debidamente protegidos para garantizar una continua y correcta conexión.

PRUEBAS DE SERVICIO

Prueba de medida de la resistencia de puesta a tierra.

Normativa de aplicación: GUÍA-BT-ANEXO 4. Verificación de las instalaciones eléctricas

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se protegerán todos los elementos frente a golpes, materiales agresivos, humedades y suciedad.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Unidad de obra IEO010: Canalización fija en superficie de bandeja perforada de PVC rígido, de 100x500 mm.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro e instalación de canalización fija en superficie de bandeja perforada de PVC rígido, de 100x500 mm. Incluso p/p de accesorios. Totalmente montada.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Instalación: **REBT. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.**

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Se comprobará que su situación y recorrido se corresponden con los de Proyecto, y que hay espacio suficiente para su instalación.

DEL CONTRATISTA

Las instalaciones eléctricas de baja tensión se ejecutarán por instaladores autorizados en baja tensión, autorizados para el ejercicio de la actividad.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo. Colocación y fijación de la bandeja.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

La instalación podrá revisarse con facilidad.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

Unidad de obra IEO010b: Canalización fija en superficie de tubo rígido de policarbonato, exento de halógenos, enchufable, curvable en caliente, de color gris, de 16 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 1250 N, con grado de protección IP 547.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro e instalación de canalización fija en superficie de tubo rígido de policarbonato, exento de halógenos, enchufable, curvable en caliente, de color gris, de 16 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 1250 N, con grado de protección IP 547. Totalmente montada.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Instalación: **REBT. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.**

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Se comprobará que su situación y recorrido se corresponden con los de Proyecto, y que hay espacio suficiente para su instalación.

DEL CONTRATISTA

Las instalaciones eléctricas de baja tensión se ejecutarán por instaladores autorizados en baja tensión, autorizados para el ejercicio de la actividad.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo. Colocación y fijación del tubo.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

La instalación podrá revisarse con facilidad.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

Unidad de obra IEO010c: Canalización fija en superficie de tubo rígido de policarbonato, exento de halógenos, enchufable, curvable en caliente, de color gris, de 32 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 1250 N, con grado de protección IP 547.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro e instalación de canalización fija en superficie de tubo rígido de policarbonato, exento de halógenos, enchufable, curvable en caliente, de color gris, de 32 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 1250 N, con grado de protección IP 547. Totalmente montada.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Instalación: **REBT. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.**

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Se comprobará que su situación y recorrido se corresponden con los de Proyecto, y que hay espacio suficiente para su instalación.

DEL CONTRATISTA

Las instalaciones eléctricas de baja tensión se ejecutarán por instaladores autorizados en baja tensión, autorizados para el ejercicio de la actividad.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo. Colocación y fijación del tubo.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

La instalación podrá revisarse con facilidad.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

Unidad de obra IEO010d: Canalización fija en superficie de tubo rígido de policarbonato, exento de halógenos, enchufable, curvable en caliente, de color gris, de 50 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 1250 N, con grado de protección IP 547.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro e instalación de canalización fija en superficie de tubo rígido de policarbonato, exento de halógenos, enchufable, curvable en caliente, de color gris, de 50 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 1250 N, con grado de protección IP 547. Totalmente montada.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Instalación: **REBT. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.**

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Se comprobará que su situación y recorrido se corresponden con los de Proyecto, y que hay espacio suficiente para su instalación.

DEL CONTRATISTA

Las instalaciones eléctricas de baja tensión se ejecutarán por instaladores autorizados en baja tensión, autorizados para el ejercicio de la actividad.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo. Colocación y fijación del tubo.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

La instalación podrá revisarse con facilidad.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

Unidad de obra IEQ010: Condensadores para 675 kVAr de potencia reactiva, alimentación trifásica a 400 V de tensión y 50 Hz de frecuencia, con contactores e interruptor de 1250A.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro e instalación de condensador para 675 kVAr de potencia reactiva, alimentación trifásica a 400 V de tensión y 50 Hz de frecuencia, modelo EL 400/675-10/27, con armario metálico con pie de soporte, de 360x140x1093 mm, contactores con bloque de preinserción y resistencia de descarga rápida, e interruptor de 1250 A. Incluso accesorios necesarios para su correcta instalación. Totalmente montado, conexionado y puesto en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Instalación: **REBT. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.**

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto y que la zona de ubicación está completamente terminada.

DEL CONTRATISTA

Las instalaciones eléctricas de baja tensión se ejecutarán por instaladores autorizados en baja tensión, autorizados para el ejercicio de la actividad.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Montaje y fijación. Conexión y puesta en marcha.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

Quedará protegido del posible acceso de personal no autorizado.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se protegerá de la humedad y del contacto con materiales agresivos.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Unidad de obra IEA010: Sistema de alimentación ininterrumpida de 40 kVA de potencia, para alimentación trifásica 400V

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro e instalación de sistema de alimentación ininterrumpida de 40 kVA de potencia, para alimentación trifásica compuesto por rectificador de corriente y cargador de batería, baterías, inversores estáticos electrónicos, bypass y conmutador. Incluso accesorios necesarios para su correcta instalación. Totalmente montado, conexión y puesta en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto y que la zona de ubicación está completamente terminada.

FASES DE EJECUCIÓN

Montaje y fijación. Conexión y puesta en marcha.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se protegerá de la humedad y del contacto con materiales agresivos.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Unidad de obra IER010: Grupo electrógeno fijo trifásico, diesel, de 2000 kVA de potencia, con cuadro de conmutación de accionamiento motorizado e interruptor automático magnetotérmico.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro e instalación de grupo electrógeno fijo sobre bancada de funcionamiento automático, trifásico de 230/400 V de tensión, de 2000 kVA de potencia, compuesto por alternador sin escobillas; motor diesel refrigerado por agua, con silenciador y depósito de combustible; cuadro eléctrico de control; cuadro de conmutación de accionamiento motorizado; e interruptor automático magnetotérmico tetrapolar (4P). Incluso accesorios necesarios para su correcta instalación. Totalmente montado, conexión y puesta en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto y que la zona de ubicación está completamente terminada.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Montaje, fijación y nivelación. Conexionado y puesta en marcha.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

Quedará perfectamente nivelado y protegido del posible acceso de personal no autorizado.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se protegerá de la humedad y del contacto con materiales agresivos.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Unidad de obra III140: LUMINARIA LED ESTANCA 35.5W 4100lm

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro e instalación de luminaria para 36 led de 1 W; cuerpo de luminaria de aluminio extruido termoesmaltado en color blanco; óptica intensiva; difusor transparente; balasto electrónico; protección IP 65 .4100 lm.Incluso lámparas.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto.

El paramento soporte estará completamente acabado.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

El nivel de iluminación será adecuado y uniforme. La fijación al soporte será correcta.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se protegerá frente a golpes y salpicaduras.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Unidad de obra III140b: LUMINARIA LED ESTANCA 48W 6000lm

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro e instalación de luminaria para 36 led de 1 W; cuerpo de luminaria de aluminio extruido termoesmaltado en color blanco; óptica intensiva; difusor transparente; balasto electrónico; protección IP 65 .4100 lm.Incluso lámparas.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto.

El paramento soporte estará completamente acabado.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

El nivel de iluminación será adecuado y uniforme. La fijación al soporte será correcta.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se protegerá frente a golpes y salpicaduras.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Unidad de obra III1411: PROYECTOR LED 147W 17800lm

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro e instalación de luminaria para 36 led de 1 W; cuerpo de luminaria de aluminio extruido termoesmaltado en color blanco; óptica intensiva; difusor transparente; balasto electrónico; protección IP 65 .4100 lm.Incluso lámparas.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto.

El paramento soporte estará completamente acabado.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

El nivel de iluminación será adecuado y uniforme. La fijación al soporte será correcta.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se protegerá frente a golpes y salpicaduras.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Unidad de obra DH: Detector óptico de humos analógico direccionable con aislador de cortocircuito, de ABS color blanco.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro e instalación de detector óptico de humos analógico direccionable con aislador de cortocircuito, de ABS color blanco, formado por un elemento sensible a humos claros, para alimentación de 12 a 24 Vcc, con led de activación e indicador de alarma y salida para piloto de señalización remota. Incluso zócalo suplementario, base universal y elementos de fijación.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Instalación:

- CTE. DB-HS Salubridad.

- Reglamento de Instalaciones de protección contra incendios.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto y que hay espacio suficiente para su instalación.

DEL CONTRATISTA

Las instalaciones se ejecutarán por empresas instaladoras autorizadas para el ejercicio de la actividad.

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo. Fijación del zócalo suplementario. Fijación de la base. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se protegerá de la humedad y del contacto con materiales agresivos.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Unidad de obra IOD005: Sirena electrónica, de color rojo, para montaje interior, con señal óptica y acústica.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro e instalación de sirena electrónica, de color rojo, para montaje interior, con señal óptica y acústica, alimentación a 24 Vcc, potencia sonora de 100 dB a 1 m y consumo de 68 mA. Incluso elementos de fijación.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Instalación:

- **CTE. DB-HS Salubridad.**
- **Reglamento de Instalaciones de protección contra incendios.**

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto y que hay espacio suficiente para su instalación.

DEL CONTRATISTA

Las instalaciones se ejecutarán por empresas instaladoras autorizadas para el ejercicio de la actividad.

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo. Fijación al paramento. Montaje, conexión y comprobación de su correcto funcionamiento.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se protegerá de la humedad y del contacto con materiales agresivos.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Unidad de obra IOD100: Central de detección automática de incendios analógica

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro e instalación de central de detección automática de incendios, analógica, con caja metálica y tapa de ABS, con módulo de alimentación, rectificador de corriente y cargador de batería, módulo de control con display retroiluminado, leds indicadores de alarma y avería, teclado de membrana de acceso a menú de control y programación, registro histórico de las últimas 1000 incidencias, hasta 480 zonas totalmente programables e interfaz USB para la comunicación de datos, la programación y el mantenimiento remoto, con módulo de supervisión de sirena y módulo de comunicación.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Instalación:

- **CTE. DB-HS Salubridad.**
- **Reglamento de Instalaciones de protección contra incendios.**

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto y que hay espacio suficiente para su instalación.

DEL CONTRATISTA

Las instalaciones se ejecutarán por empresas instaladoras autorizadas para el ejercicio de la actividad.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo. Fijación al paramento. Colocación de las baterías. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

La central de detección de incendios será accesible.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se protegerá de la humedad y del contacto con materiales agresivos.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Unidad de obra IOD104: Pulsador de alarma analógico direccionable de rearme manual con aislador de cortocircuito.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro e instalación de pulsador de alarma analógico direccionable de rearme manual con aislador de cortocircuito, de ABS color rojo, con led de activación e indicador de alarma. Incluso elementos de fijación.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Instalación:

- CTE. DB-HS Salubridad.
- Reglamento de Instalaciones de protección contra incendios.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto y que hay espacio suficiente para su instalación.

DEL CONTRATISTA

Las instalaciones se ejecutarán por empresas instaladoras autorizadas para el ejercicio de la actividad.

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo. Fijación al paramento. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se protegerá de la humedad y del contacto con materiales agresivos.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Unidad de obra SLT: Instalación de detección por cable sensor de temperatura

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Cable sensor de temperatura, instalación y unidades de control para 6 km de cable por dos canales.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Instalación:

- CTE. DB-HS Salubridad.
- Reglamento de Instalaciones de protección contra incendios.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto y que hay espacio suficiente para su instalación.

DEL CONTRATISTA

Las instalaciones se ejecutarán por empresas instaladoras autorizadas para el ejercicio de la actividad.

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo. Fijación de la base. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se protegerá de la humedad y del contacto con materiales agresivos.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Unidad de obra IOA010: Luminaria de emergencia estanca, con tubo lineal fluorescente, 8 W IP65, flujo luminoso 240 lúmenes.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro e instalación de luminaria de emergencia estanca, con tubo lineal fluorescente, 8 W - G5, flujo luminoso 240 lúmenes, carcasa de 405x134x134 mm, clase I, IP 65, con baterías de Ni-Cd de alta temperatura, autonomía de 1 h, alimentación a 230 V, tiempo de carga 24 h. Incluso accesorios y elementos de fijación.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Instalación:

- **REBT. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.**
- **CTE. DB-SUA Seguridad de utilización y accesibilidad.**

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto y que la zona de ubicación está completamente terminada.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo. Fijación y nivelación. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

La visibilidad será adecuada.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se protegerá frente a golpes y salpicaduras.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Unidad de obra IOS010: Señalización

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro y colocación de placa de señalización de equipos contra incendios y vías de evacuación.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto y que la zona de ubicación está completamente terminada.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo. Fijación al paramento.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

La visibilidad será adecuada.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se protegerá frente a golpes y salpicaduras.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Unidad de obra IOB010: Abastecimiento de agua contra incendios de 10 m de longitud, de acero galvanizado

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

Para evitar que se produzca el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se tomarán las siguientes medidas: evitar el contacto físico entre ellos, aislar eléctricamente los metales con diferente potencial y evitar el contacto entre los elementos metálicos y el yeso.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro e instalación de abastecimiento de agua contra incendios de 10 m de longitud para la instalación de protección contra incendios,

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón: **Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).**

Instalación: **CTE. DB-HS Salubridad.**

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Se comprobará que el trazado de las zanjas corresponde con el de Proyecto.

Se tendrán en cuenta las separaciones mínimas de la acometida con otras instalaciones.

DEL CONTRATISTA

Las instalaciones se ejecutarán por empresas instaladoras autorizadas para el ejercicio de la actividad.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo y trazado de la acometida. Presentación en seco de tubos. Vertido de la arena en el fondo de la zanja. Colocación de tubos. Ejecución del relleno envolvente. Colocación del armario en la fachada. Montaje, conexión y comprobación de su correcto funcionamiento. Realización de pruebas de servicio.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

La acometida tendrá resistencia mecánica. El conjunto será estanco.

PRUEBAS DE SERVICIO

Prueba de resistencia mecánica y estanqueidad.

Normativa de aplicación: CTE. DB-HS Salubridad

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se protegerá frente a golpes.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

CRITERIO DE VALORACIÓN ECONÓMICA

El precio no incluye el levantado del firme existente, la excavación, el relleno principal ni la reposición posterior del firme.

Unidad de obra IOB030: Boca de incendio equipada (BIE) de 25 mm (1") de superficie, compuesta de: armario de acero inoxidable, y puerta semiciega de acero inoxidable; devanadera metálica giratoria

abatible; manguera semirrígida de 20 m de longitud; lanza de tres efectos y válvula de cierre, colocada en paramento.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro e instalación de boca de incendio equipada (BIE) de 25 mm (1") de superficie, compuesta de: armario construido en acero inoxidable de 1,2 mm de espesor, y puerta semiciega con ventana de metacrilato de acero inoxidable de 1,2 mm de espesor; devanadera metálica giratoria abatible 180° permitiendo la extracción de la manguera en cualquier dirección, pintada en rojo epoxi, con alimentación axial; manguera semirrígida de 20 m de longitud; lanza de tres efectos (cierre, pulverización y chorro compacto) construida en plástico ABS y válvula de cierre tipo esfera de 25 mm (1"), de latón, con manómetro 0-16 bar, colocada en paramento. Incluso accesorios y elementos de fijación. Totalmente montada, conexiónada y probada.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Instalación:

- **CTE. DB-HS Salubridad.**
- **Reglamento de Instalaciones de protección contra incendios.**

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto y que la zona de ubicación está completamente terminada.

DEL CONTRATISTA

Las instalaciones se ejecutarán por empresas instaladoras autorizadas para el ejercicio de la actividad.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo de la BIE, coordinado con el resto de instalaciones o elementos que puedan tener interferencias. Fijación del armario. Conexión a la red de distribución de agua.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

La accesibilidad y señalización serán adecuadas.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Unidad de obra IOB040: Hidrante de columna húmeda de 3" DN 80 mm, con racores y tapones antirrobo de plástico.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro e instalación de hidrante de columna húmeda de 3" DN 80 mm, con una boca de 2 1/2" DN 70 mm, dos bocas de 1 1/2" DN 45 mm, racores y tapones antirrobo de plástico. Certificado por AENOR. Incluso elementos de fijación. Totalmente montado, conexiónado y probado.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Instalación:

- **CTE. DB-HS Salubridad.**
- **Reglamento de Instalaciones de protección contra incendios.**
- **UNE-EN 14384. Hidrantes de columna.**

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto y que la zona de ubicación está completamente terminada.

DEL CONTRATISTA

Las instalaciones se ejecutarán por empresas instaladoras autorizadas para el ejercicio de la actividad.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo del hidrante, coordinado con el resto de instalaciones o elementos que puedan tener interferencias.

Conexión a la red de distribución de agua.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

La accesibilidad por parte del servicio de bomberos será adecuada.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Unidad de obra IOB040b: Hidrante de columna húmeda de 4" DN 100 mm, con racores y tapones antirrobo de plástico.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro e instalación de hidrante de columna húmeda de 4" DN 100 mm, con una boca de 4" DN 100 mm, dos bocas de 2 1/2" DN 70 mm, racores y tapones antirrobo de plástico. Certificado por AENOR. Incluso elementos de fijación. Totalmente montado, conexionado y probado.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Instalación:

- CTE. DB-HS Salubridad.
- Reglamento de Instalaciones de protección contra incendios.
- UNE-EN 14384. Hidrantes de columna.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto y que la zona de ubicación está completamente terminada.

DEL CONTRATISTA

Las instalaciones se ejecutarán por empresas instaladoras autorizadas para el ejercicio de la actividad.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo del hidrante, coordinado con el resto de instalaciones o elementos que puedan tener interferencias.

Conexión a la red de distribución de agua.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

La accesibilidad por parte del servicio de bomberos será adecuada.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Unidad de obra IOX010: Extintor portátil de polvo químico ABC polivalente antibrasa, con presión incorporada, de eficacia 21A-144B-C, con 6 kg de agente extintor.

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

En caso de utilizar en un mismo local extintores de tipos diferentes, se tendrá en cuenta la posible incompatibilidad entre los distintos agentes de los mismos.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro y colocación de extintor portátil de polvo químico ABC polivalente antibrasa, con presión incorporada, de eficacia 21A-144B-C, con 6 kg de agente extintor, con manómetro y manguera con boquilla difusora. Incluso soporte y accesorios de montaje.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Instalación:

- **CTE. DB-HS Salubridad.**

- **Reglamento de Instalaciones de protección contra incendios.**

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto y que la zona de ubicación está completamente terminada.

DEL CONTRATISTA

Las instalaciones se ejecutarán por empresas instaladoras autorizadas para el ejercicio de la actividad.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo. Colocación y fijación del soporte. Colocación del extintor.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

El extintor quedará totalmente visible. Llevará incorporado su correspondiente placa identificativa.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se protegerá frente a golpes.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el número de unidades realmente colocadas según especificaciones de Proyecto.

Unidad de obra IOX010b: Extintor portátil de nieve carbónica CO2, de eficacia 89B, con 5 kg de agente extintor.

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

En caso de utilizar en un mismo local extintores de tipos diferentes, se tendrá en cuenta la posible incompatibilidad entre los distintos agentes de los mismos.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro y colocación de extintor portátil de nieve carbónica CO2, de eficacia 89B, con 5 kg de agente extintor, con manguera y trompa difusora. Incluso soporte y accesorios de montaje.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Instalación:

- **CTE. DB-HS Salubridad.**

- **Reglamento de Instalaciones de protección contra incendios.**

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto y que la zona de ubicación está completamente terminada.

DEL CONTRATISTA

Las instalaciones se ejecutarán por empresas instaladoras autorizadas para el ejercicio de la actividad.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo. Colocación y fijación del soporte. Colocación del extintor.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

El extintor quedará totalmente visible. Llevará incorporado su correspondiente placa identificativa.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se protegerá frente a golpes.

VI. PLANOS

ÍNDICE PLANOS

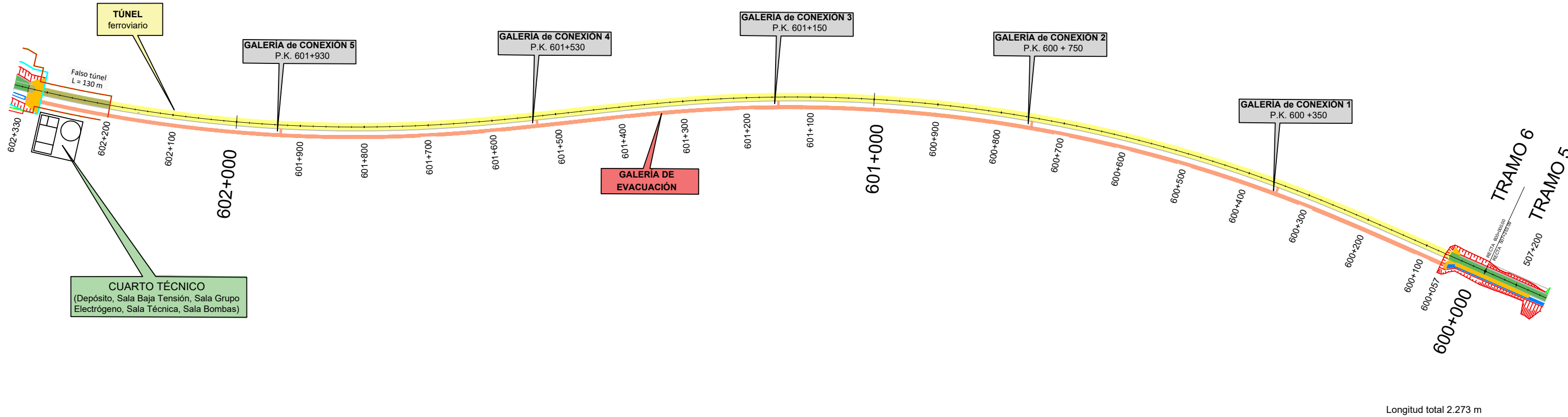
1. Plano de planta general
2. Planos de planta con detalle de las bocas de túnel
3. Planos de planta del cuarto técnico
4. Planos de canalizaciones y cuadros eléctricos
5. Planos de alumbrado
6. Planos de instalaciones
7. Esquema unifilar general
8. Esquemas unifilares de Cuadros de Control y Mando
9. Esquemas unifilares de Cuadros Secundarios en galerías de conexión

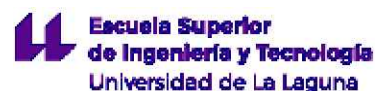
Boca La Oroteanda

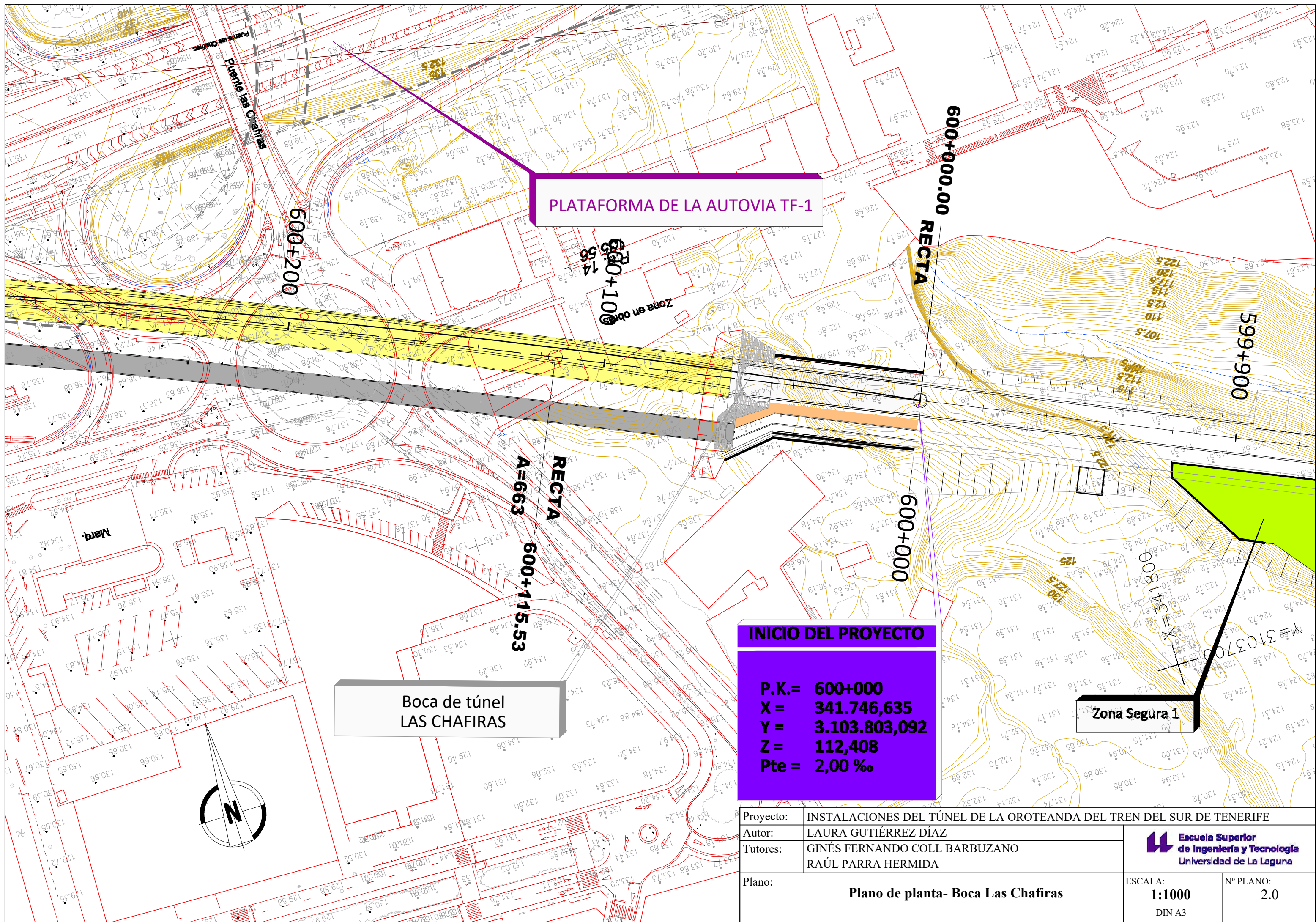
P.K. 602 + 330
cota 158 m

Boca Las Chafiras

P.K. 600 + 057
cota 112 m



Proyecto:	INSTALACIONES DEL TÚNEL DE LA OROTEANDA DEL TREN DEL SUR DE TENERIFE		
Autor:	LAURA GUTIÉRREZ DÍAZ		
Tutores:	GINÉS FERNANDO COLL BARBUZANO RAÚL PARRA HERMIDA		
Plano:	Plano de planta general		ESCALA: - DIN A3
			Nº PLANO: 1




PLATAFORMA DE LA AUTOVIA TF-1

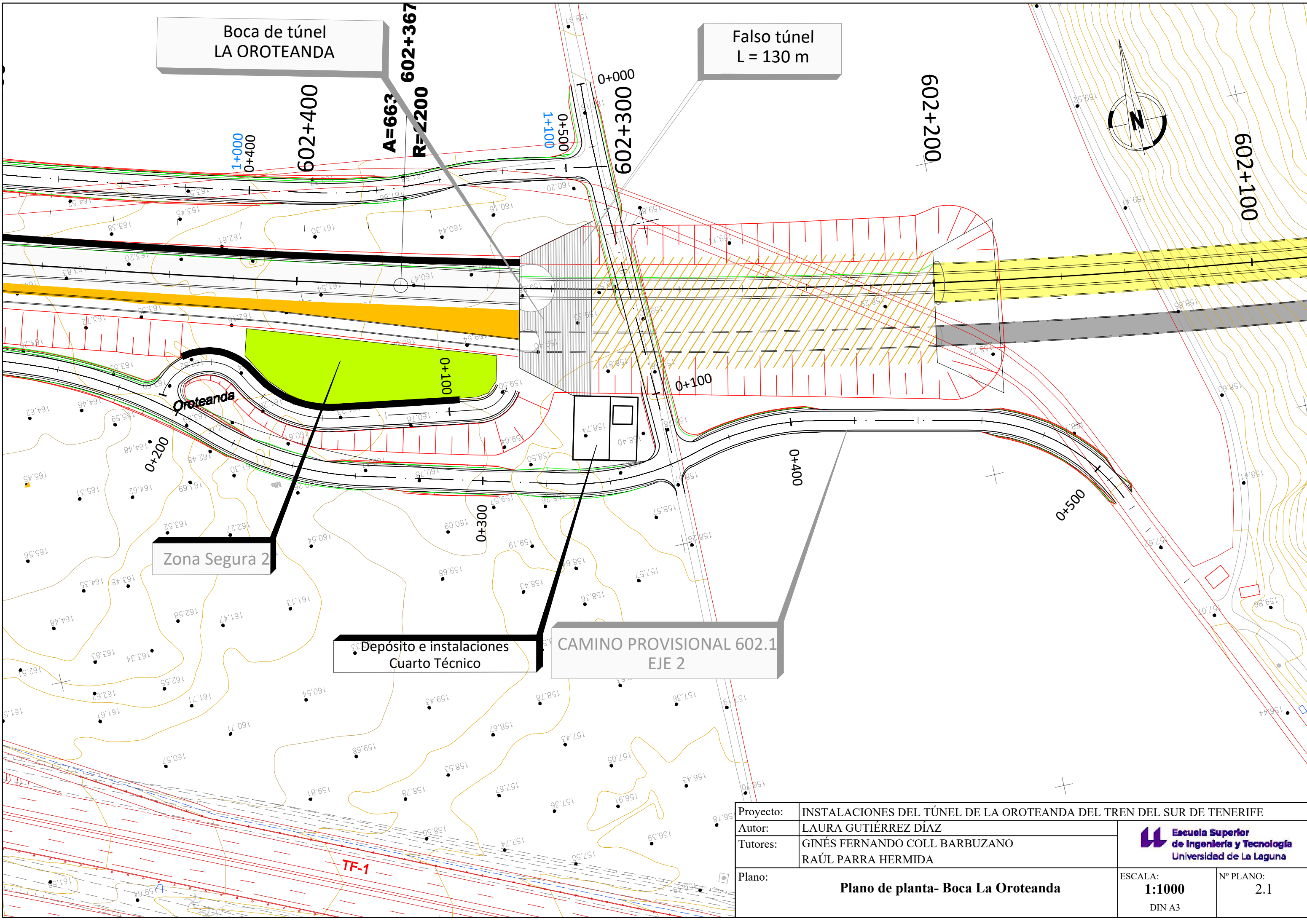
Boca de túnel
LAS CHAFIRAS

INICIO DEL PROYECTO

P.K.= 600+000
X = 341.746,635
Y = 3.103.803,092
Z = 112,408
Pte = 2,00%

Zona Segura 1

Proyecto:	INSTALACIONES DEL TÚNEL DE LA OROTEANDA DEL TREN DEL SUR DE TENERIFE		
Autor:	LAURA GUTIÉRREZ DÍAZ		
Tutores:	GINÉS FERNANDO COLL BARBUZANO RAÚL PARRA HERMIDA		
Plano:	Plano de planta- Boca Las Chafiras		 ESCALA: 1:1000 DIN A3
			Nº PLANO: 2.0



Boca de túnel
LA OROTEANDA

Falso túnel
L = 130 m

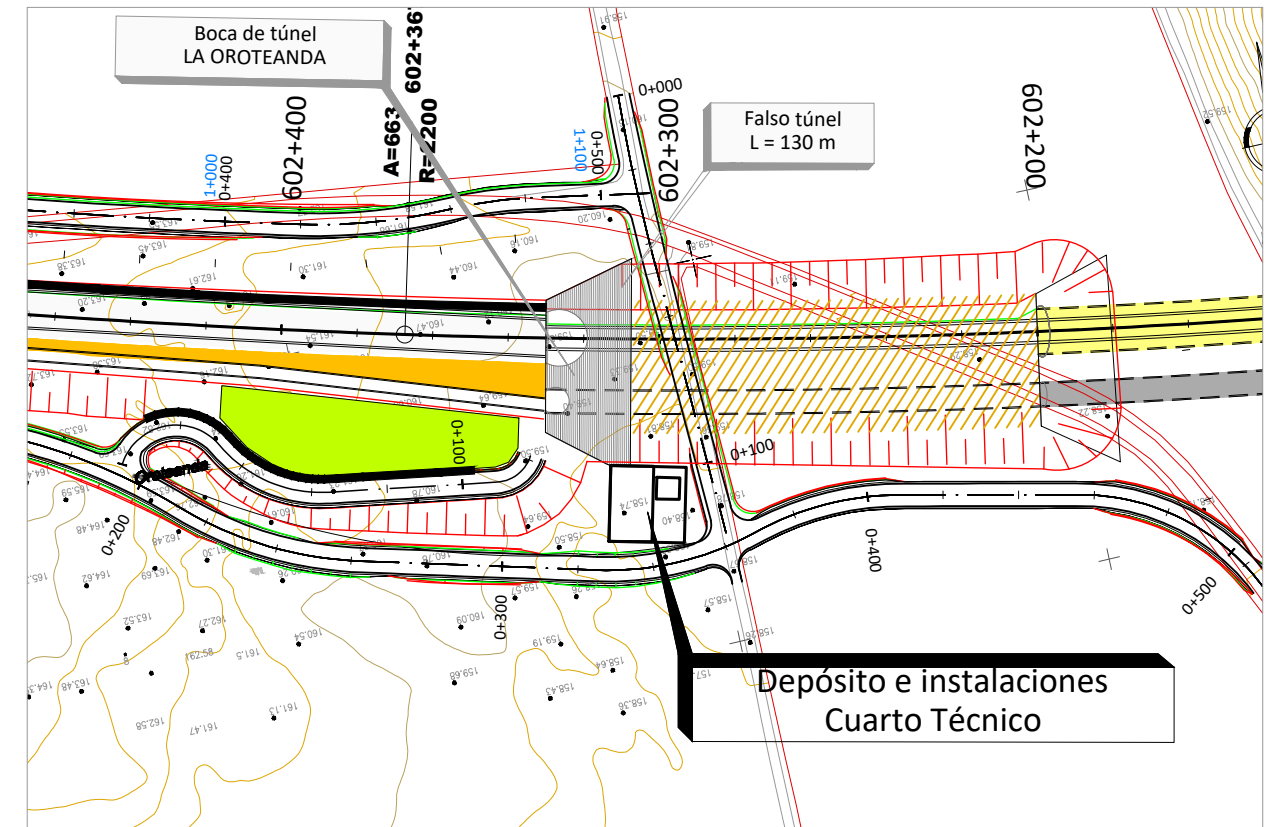
Zona Segura 2


Depósito e instalaciones
Cuarto Técnico

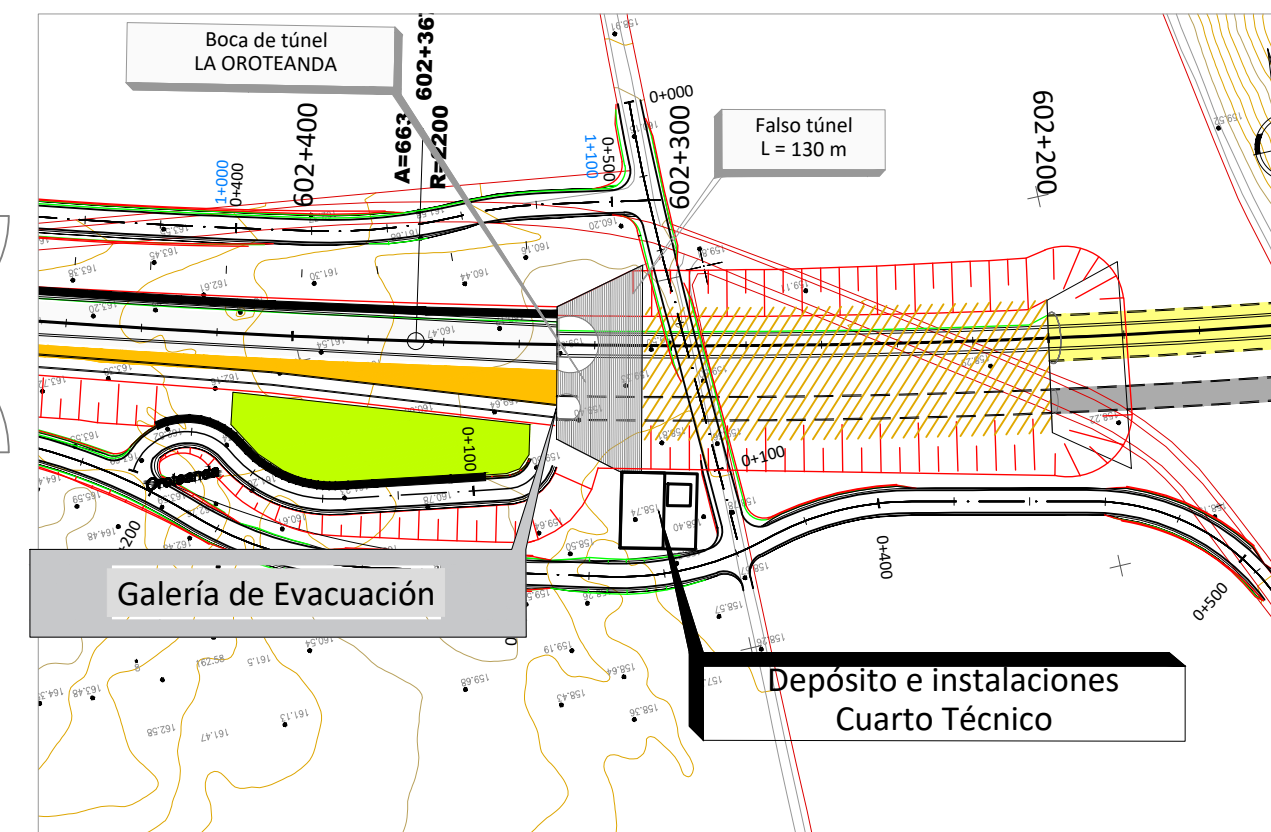
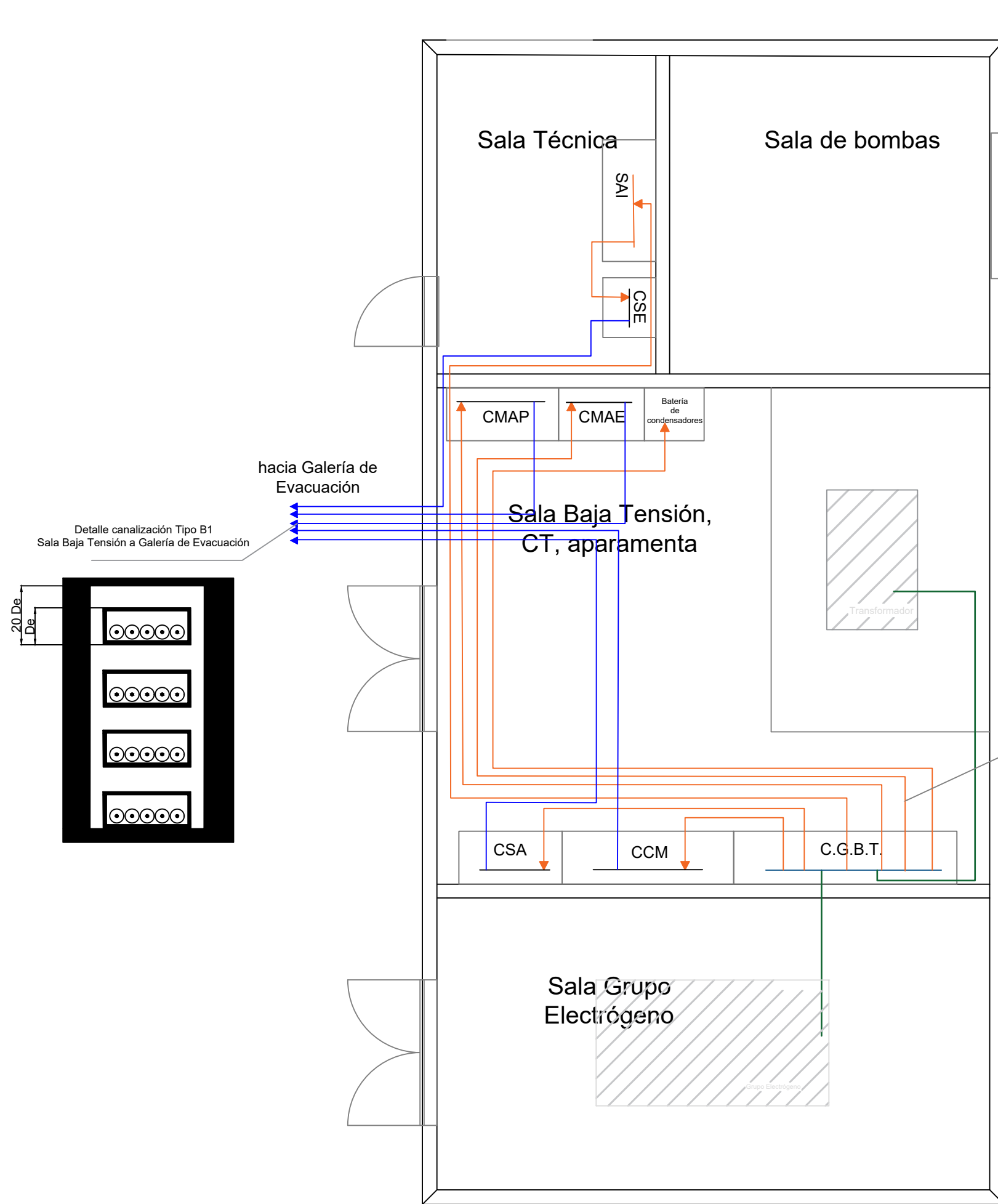
CAMINO PROVISIONAL 602.1
EJE 2

Proyecto:	INSTALACIONES DEL TÚNEL DE LA OROTEANDA DEL TREN DEL SUR DE TENERIFE							
Autor:	LAURA GUTIÉRREZ DÍAZ							
Tutores:	GINÉS FERNANDO COLL BARBUZANO RAÚL PARRA HERMIDA							
Plano:	Plano de planta- Boca La Oroteanda	<table border="1"> <tr> <td>ESCALA:</td> <td>Nº PLANO:</td> </tr> <tr> <td>1:1000</td> <td>2.1</td> </tr> <tr> <td>DIN A3</td> <td></td> </tr> </table>	ESCALA:	Nº PLANO:	1:1000	2.1	DIN A3	
ESCALA:	Nº PLANO:							
1:1000	2.1							
DIN A3								

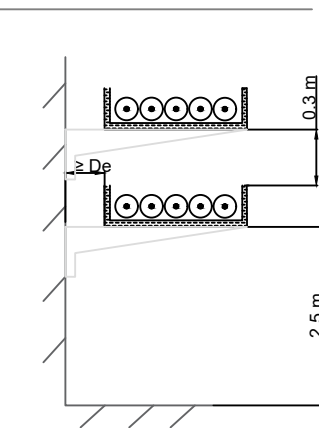




Proyecto:	INSTALACIONES DEL TÚNEL DE LA OROTEANDA DEL TREN DEL SUR DE TENERIFE	
Autor:	LAURA GUTIÉRREZ DÍAZ	
Tutores:	GINÉS FERNANDO COLL BARBUZANO RAÚL PARRA HERMIDA	
Plano:	Planta Cuarto Técnico.	 ESCALA: 1 : 100 DIN A3
		Nº PLANO: 3

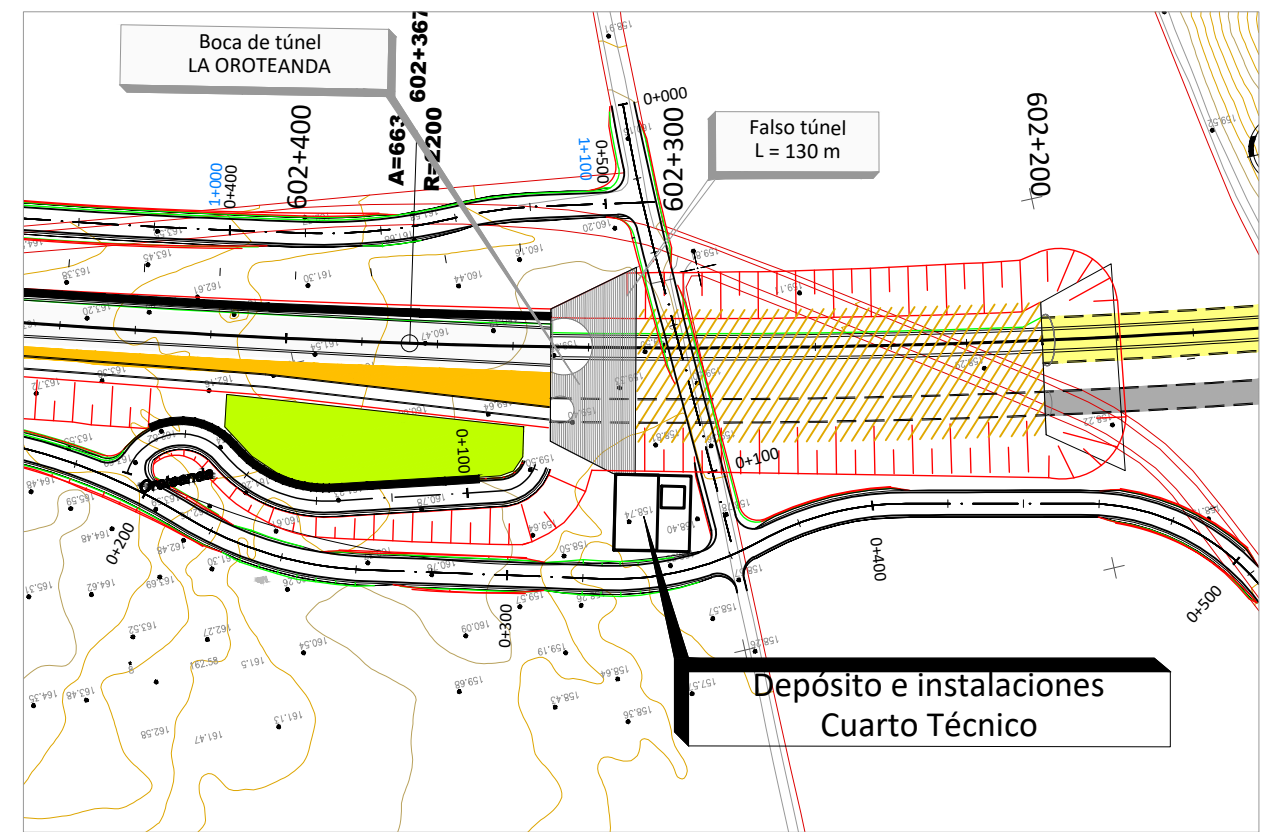
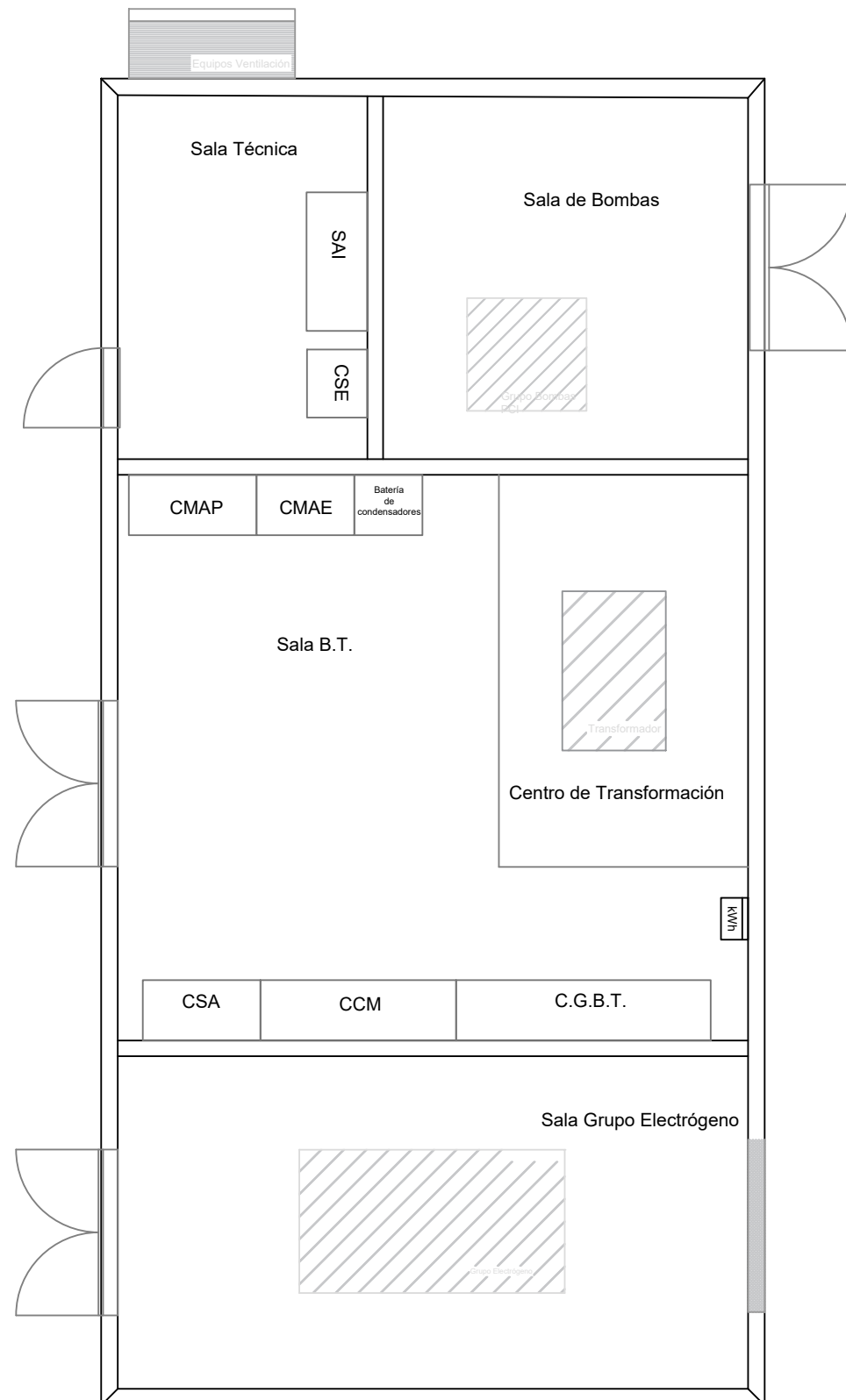


Detalle canalización Tipo F
Líneas a Cuadros de Control y Mando



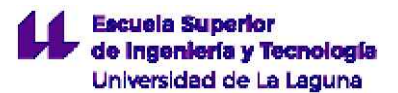
Proyecto:	INSTALACIONES DEL TÚNEL DE LA OROTEANDA DEL TREN DEL SUR DE TENERIFE		
Autor:	LAURA GUTIÉRREZ DÍAZ		
Tutores:	GINÉS FERNANDO COLL BARBUZANO RAÚL PARRA HERMIDA		
Plano:	Canalizaciones cuarto técnico		ESCALA: - DIN A3
			Nº PLANO: 4

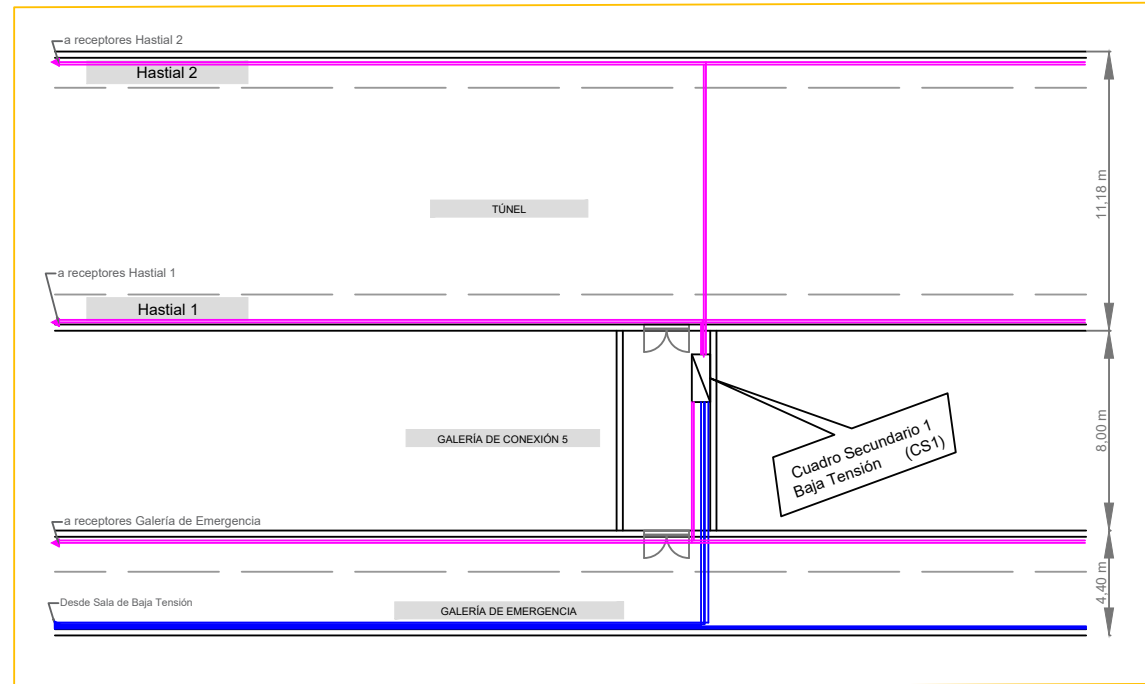




Cuadros eléctricos	
Cuadro General de Baja Tensión	C.G.B.T.
Cuadro de Control de Motores	CCM
Cuadro de Servicios Auxiliares	CSA
Cuadro de Mando de Alumbrado de Emergencia autónomo	CMAE
Cuadro de Mando de Alumbrado de emergencia Principal	CMAP
Sistema de Alimentación Ininterrumpida	SAI
Cuadro de Servicios Esenciales	CSE

Proyecto:	INSTALACIONES DEL TÚNEL DE LA OROTEANDA DEL TREN DEL SUR DE TENERIFE	
Autor:	LAURA GUTIÉRREZ DÍAZ	
Tutores:	GINÉS FERNANDO COLL BARBUZANO RAÚL PARRA HERMIDA	
Plano:	Cuadros eléctricos cuarto técnico	ESCALA: 1 : 100 DIN A3
		Nº PLANO: 4.1

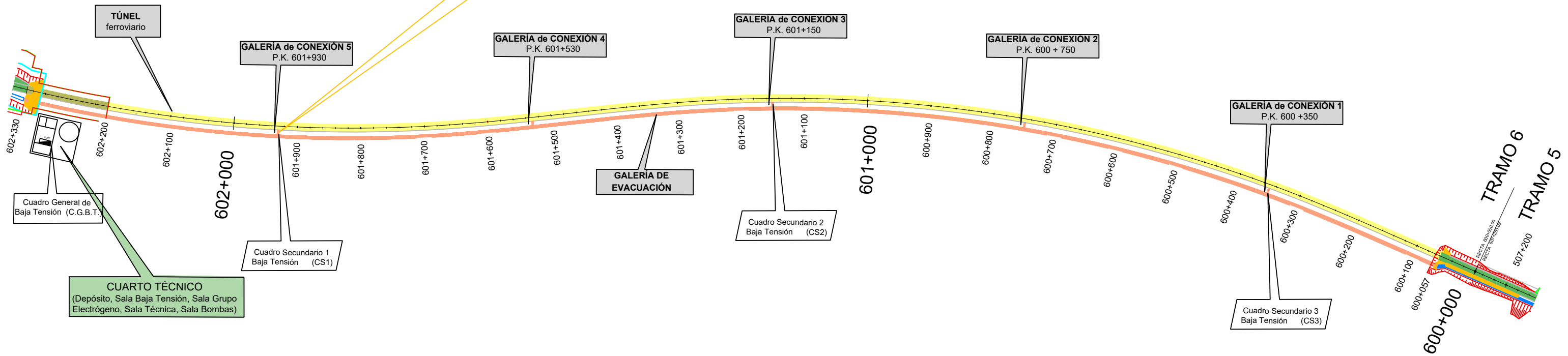




Detalle planta tipo del túnel y las galerías con subcuadros


La Oroteanda

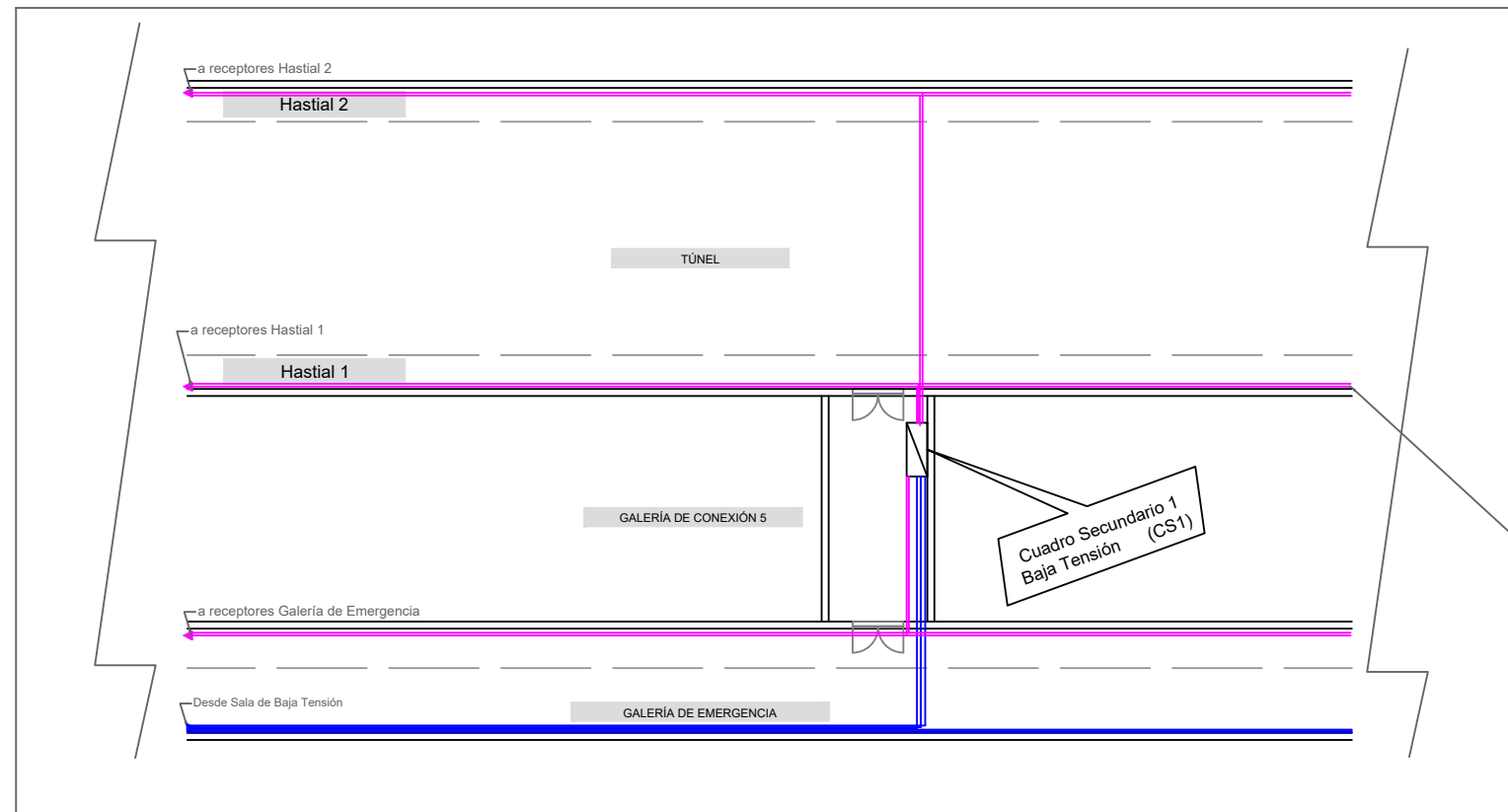
Las Chafiras



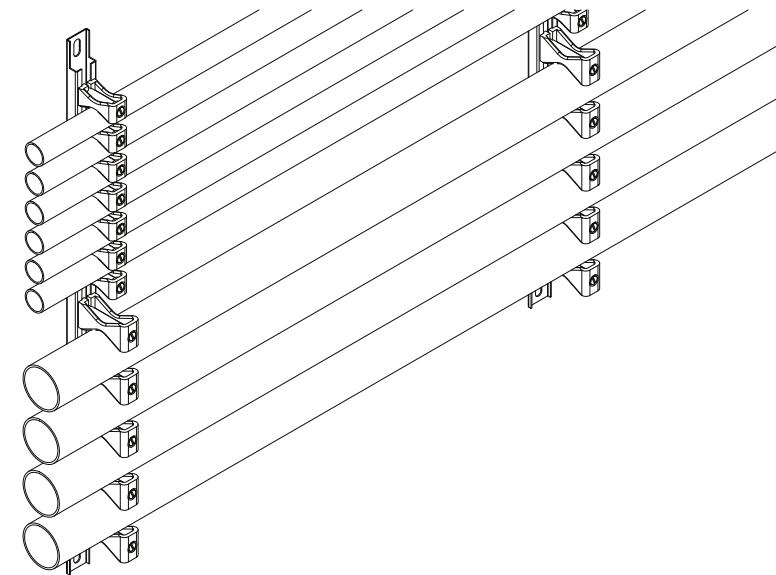
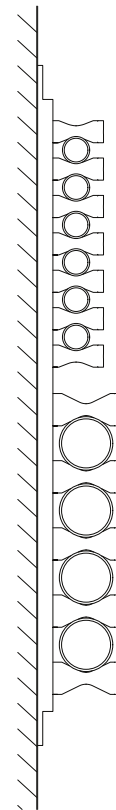
Túnel Las Chafiras - La Oroteanda. Longitud total 2273 m


Proyecto:	INSTALACIONES DEL TÚNEL DE LA OROTEANDA DEL TREN DEL SUR DE TENERIFE		
Autor:	LAURA GUTIÉRREZ DÍAZ		
Tutores:	GINÉS FERNANDO COLL BARBUZANO RAÚL PARRA HERMIDA		
Plano:	Cuadros Eléctricos. Planta de túnel.		ESCALA: - DIN A3
			Nº PLANO: 4.2

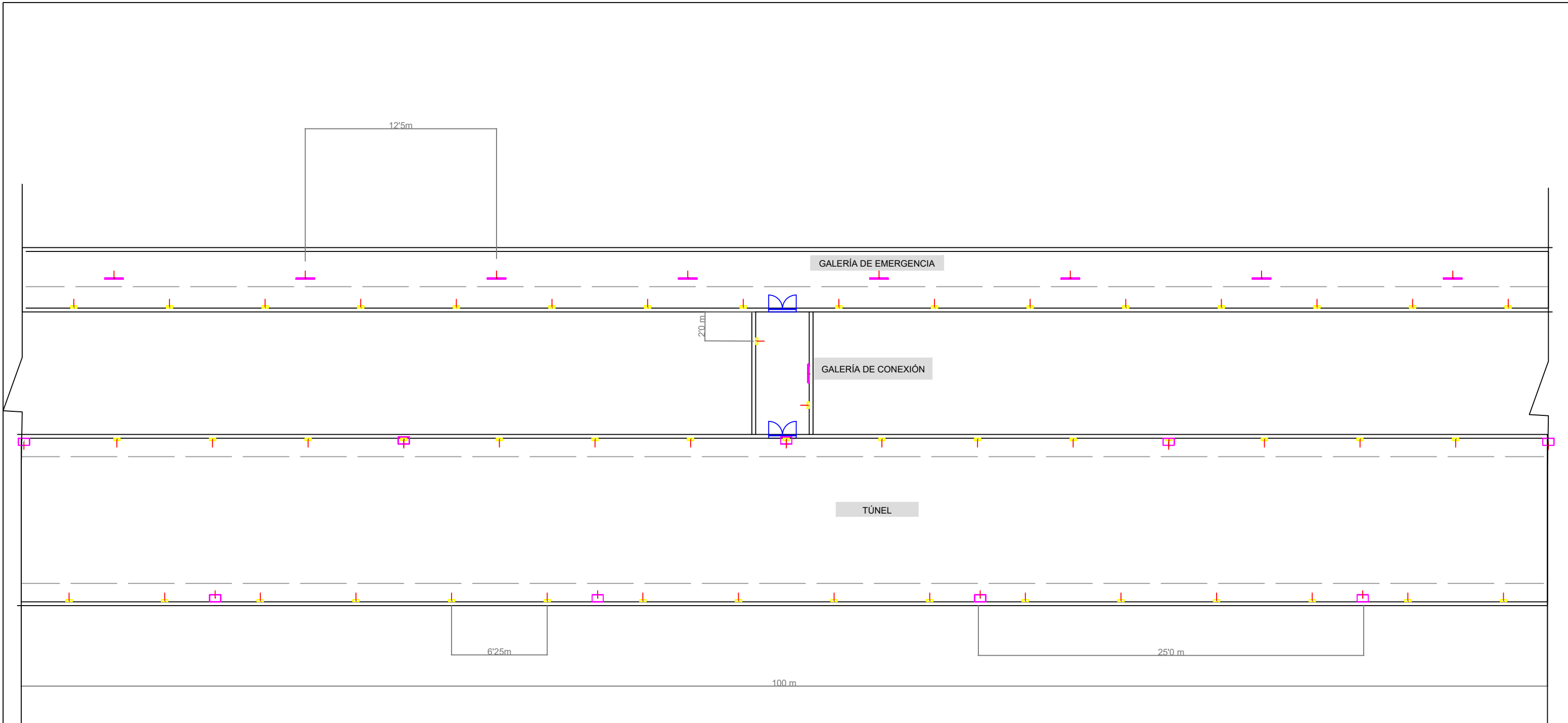
 **Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología**
Universidad de La Laguna






Detalle canalización tipo E sobre abrazaderas. Detalle "Percha"



Proyecto:	INSTALACIONES DEL TÚNEL DE LA OROTEANDA DEL TREN DEL SUR DE TENERIFE		
Autor:	LAURA GUTIÉRREZ DÍAZ		
Tutores:	GINÉS FERNANDO COLL BARBUZANO RAÚL PARRA HERMIDA		
Plano:	Detalle canalización en túnel y galerías		
			Nº PLANO: 4.3

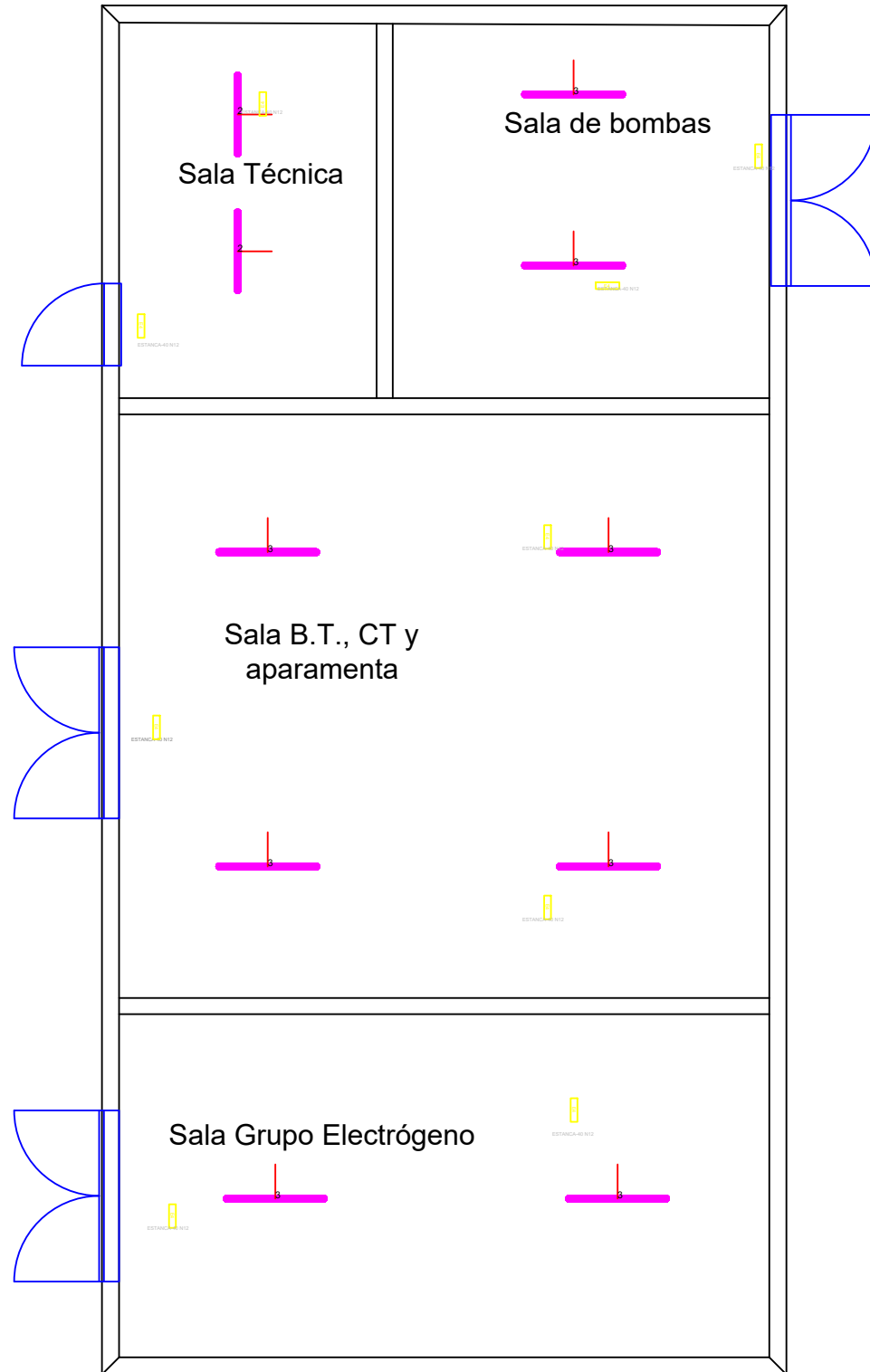


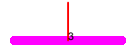

ALUMBRADO	
Alumbrado de emergencia Principal	
Proyector LED 17.800lm 147W	
Pantalla estanca LED 4.100lm 35.5W	
Alumbrado de Emergencia autónomo	
Emergencia Estanca 240lm 8W	


Proyecto:	INSTALACIONES DEL TÚNEL DE LA OROTEANDA DEL TREN DEL SUR DE TENERIFE					
Autor:	LAURA GUTIÉRREZ DÍAZ					
Tutores:	GINÉS FERNANDO COLL BARBUZANO RAÚL PARRA HERMIDA					
Plano:	Alumbrado en túnel, galería de conexión y galería de evacuación. Planta tipo.	<table border="1"> <tr> <td>ESCALA:</td> <td>Nº PLANO:</td> </tr> <tr> <td>- DIN A3</td> <td>5</td> </tr> </table>	ESCALA:	Nº PLANO:	- DIN A3	5
ESCALA:	Nº PLANO:					
- DIN A3	5					

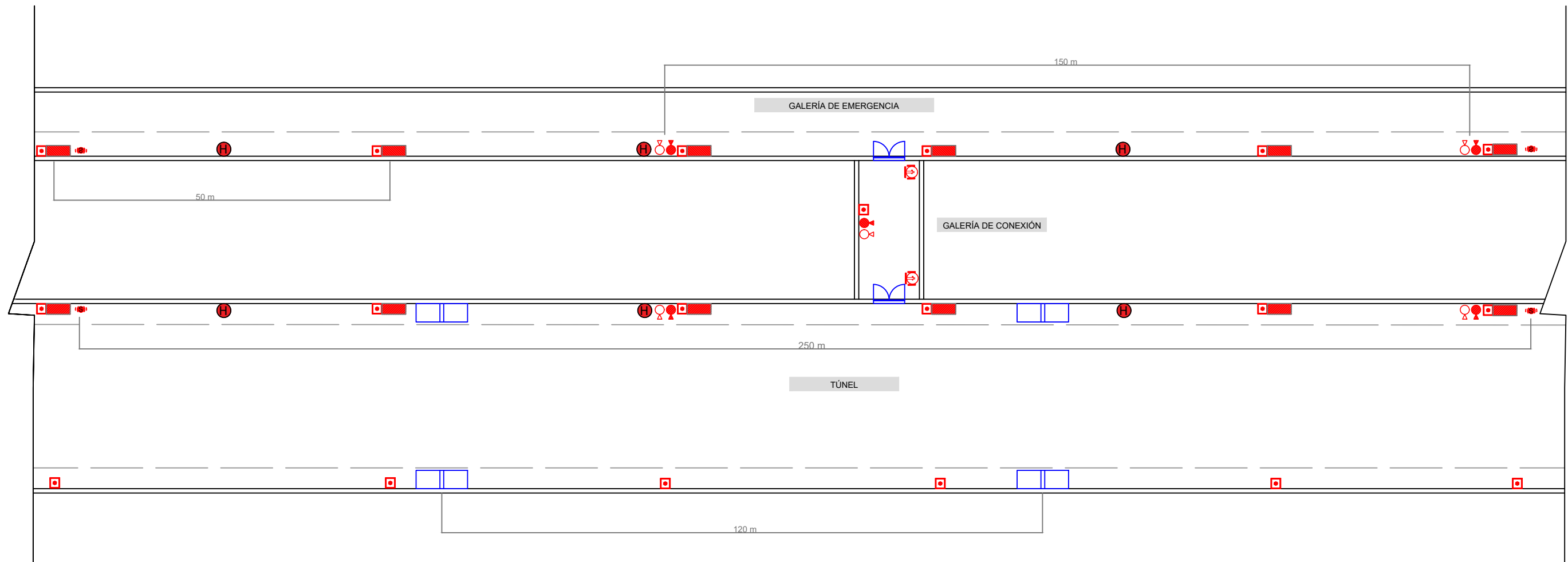


CUARTO TÉCNICO



ALUMBRADO	
Alumbrado de emergencia Principal	
Pantalla estanca LED 4.100lm 35.5W	
Alumbrado de Emergencia autónomo	
Emergencia Estanca 666lm 36W	

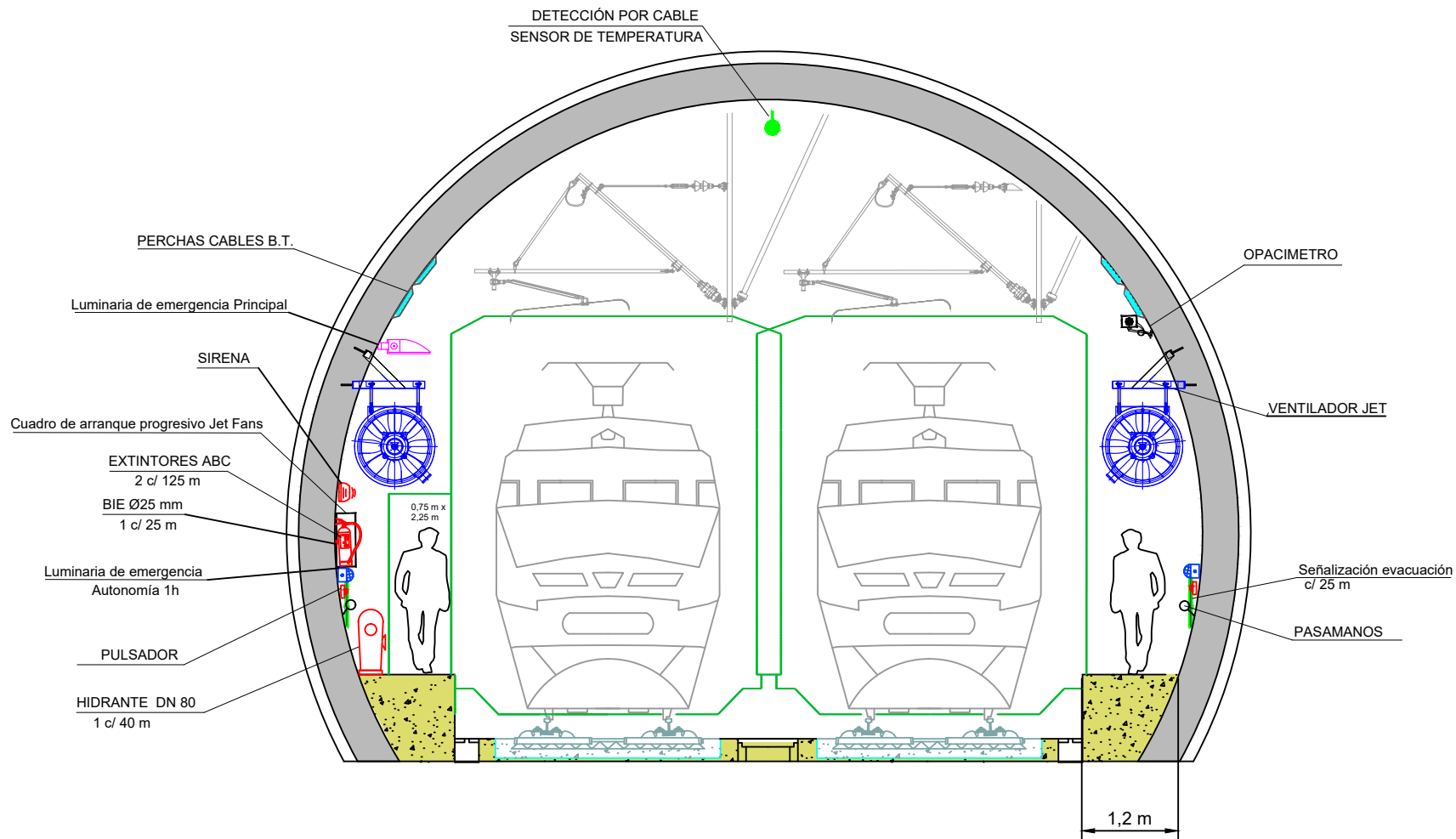
Proyecto:	INSTALACIONES DEL TÚNEL DE LA OROTEANDA DEL TREN DEL SUR DE TENERIFE		
Autor:	LAURA GUTIÉRREZ DÍAZ		
Tutores:	GINÉS FERNANDO COLL BARBUZANO RAÚL PARRA HERMIDA		
Plano:	Alumbrado en cuarto técnico		
			Nº PLANO: 5.1




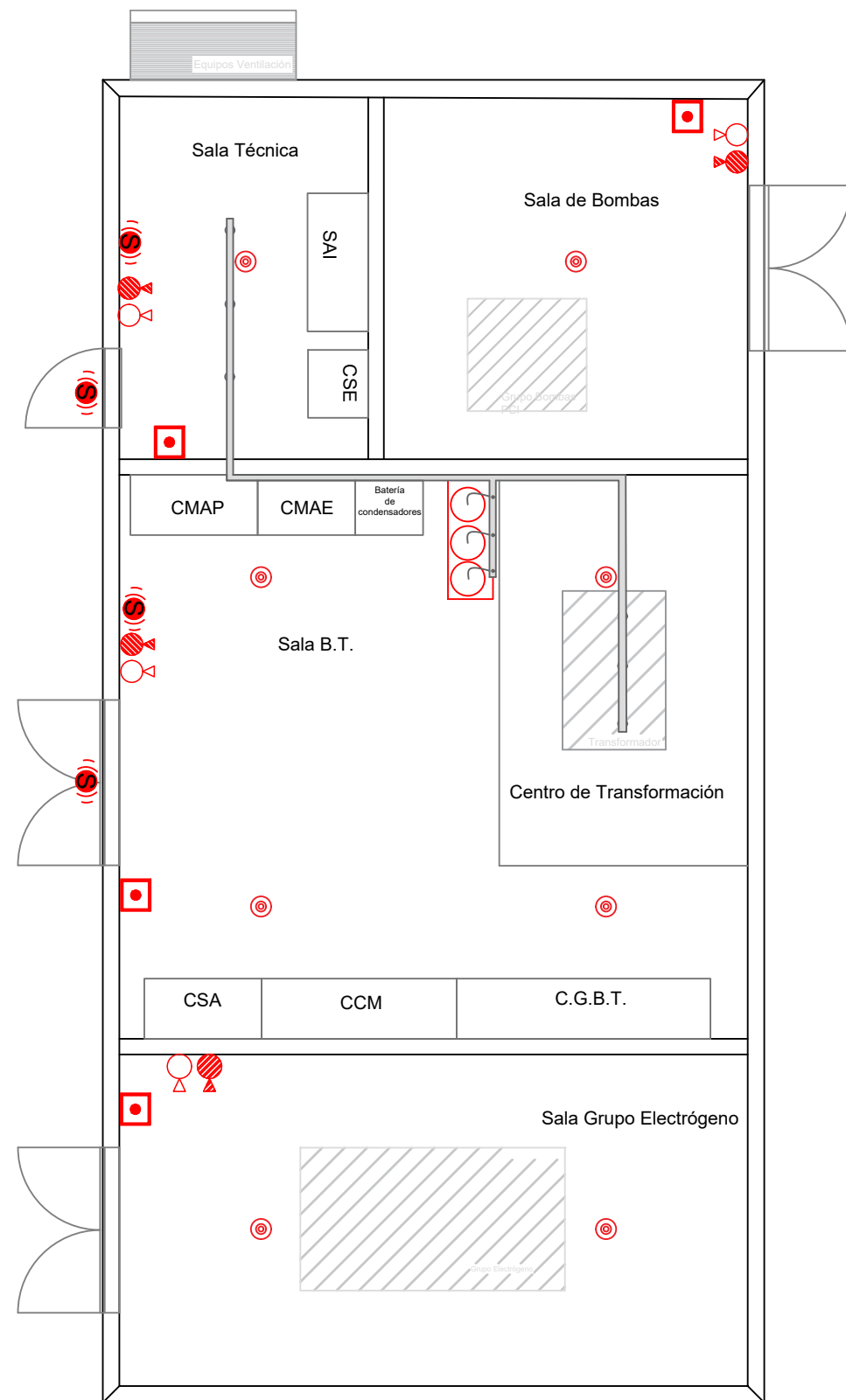
Protección Contra Incendio	
Pulsador de alarma	
Boca de Incendio Equipada	
Extintor de CO2 y extintor de polvo ABC	
Sirena de alarma	
Hidrante	
Ventilador Jet	
Extintor de polvo ABC 50 kg	

Proyecto:	INSTALACIONES DEL TÚNEL DE LA OROTEANDA DEL TREN DEL SUR DE TENERIFE	
Autor:	LAURA GUTIÉRREZ DÍAZ	
Tutores:	GINÉS FERNANDO COLL BARBUZANO RAÚL PARRA HERMIDA	
Plano:	Instalaciones Protección Contra Incendio en túnel, galería de conexión y galería de evacuación. Planta tipo.	ESCALA: - DIN A3
		Nº PLANO: 6

HASTIAL DE TÚNEL MÁS PRÓXIMO A LAS GALERÍAS DE CONEXIÓN



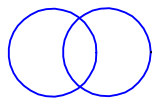
Proyecto:	INSTALACIONES DEL TÚNEL DE LA OROTEANDA DEL TREN DEL SUR DE TENERIFE			
Autor:	LAURA GUTIÉRREZ DÍAZ			
Tutores:	GINÉS FERNANDO COLL BARBUZANO RAÚL PARRA HERMIDA			
Plano:	Sección tipo del túnel con instalaciones		ESCALA: - DIN A4	Nº PLANO: 6.1



Instalaciones PCI	
Detector óptico de humo	
Botellas de CO2 Sistema fijo de extinción	
Extintor polvo ABC y extintor de CO2	
Sirena de alarma	
Pulsador manual de alarma	

Proyecto:	INSTALACIONES DEL TÚNEL DE LA OROTEANDA DEL TREN DEL SUR DE TENERIFE		
Autor:	LAURA GUTIÉRREZ DÍAZ		
Tutores:	GINÉS FERNANDO COLL BARBUZANO RAÚL PARRA HERMIDA		
Plano:	Instalaciones Protección Contra Incendio en cuarto técnico		
			Nº PLANO: 6.2

TRANSFORMADOR
M.T. 20 kV/ B.T.400 V
2000 kVA



LÍNEA DE BAJA TENSIÓN del
transformador (LBT)
6x3x1x240mm² + 3x240mm² + T Cu 0.6/1kV

LÍNEA DE BAJA TENSIÓN del
grupo (LBT)

GRUPO ELECTRÓGENO
400/230 V
2000 kVA



6x3x1x240mm² + 3x240mm² + T Cu 0.6/1kV

GIA
4 x 2500 A

GIA
4 x 2500 A

Transferencia
Conmutador
Automático

GIA
4 x 2500 A



CMAE

Cuadro de Mando de
Alumbrado de Emergencia
(AE autónomo en Túnel,
Galerías y Cuarto Técnico)



CMAP

Cuadro de Mando de
Alumbrado Principal
(Principal en Túnel,
Galerías y Cuarto
Técnico)



CCM

Cuadro de Control de
Motores
(Ventilación del Túnel)



CSA

Cuadro de Servicios
Auxiliares
(Tomas de corriente,
Grupo PCI y Ventilación
Cuarto Técnico)



CSE

Cuadro de Servicios
Esenciales
(Alumbrado de
reemplazamiento y
alimentación de equipos
de menor potencia)

S.A.I.
40 kVA

NO ESENCIALES

ESENCIALES

Proyecto: INSTALACIONES DEL TÚNEL DE LA OROTEANDA DEL TREN DEL SUR DE TENERIFE

Autor: LAURA GUTIÉRREZ DÍAZ

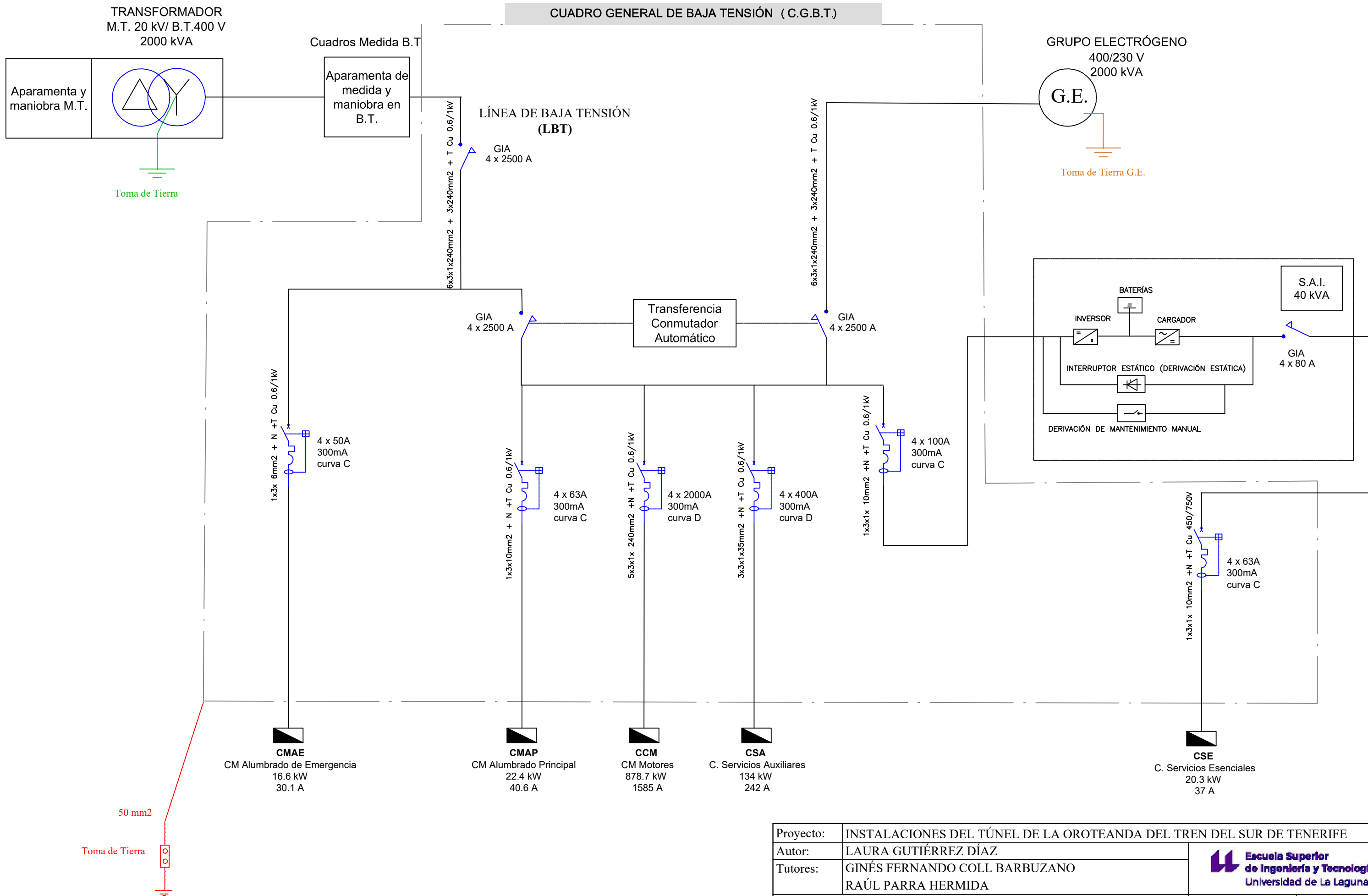
Tutores: GINÉS FERNANDO COLL BARBUZANO
RAÚL PARRA HERMIDA

 **Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología**
Universidad de La Laguna

Plano: **Esquema unifilar principal**

ESCALA:
-
DIN A4

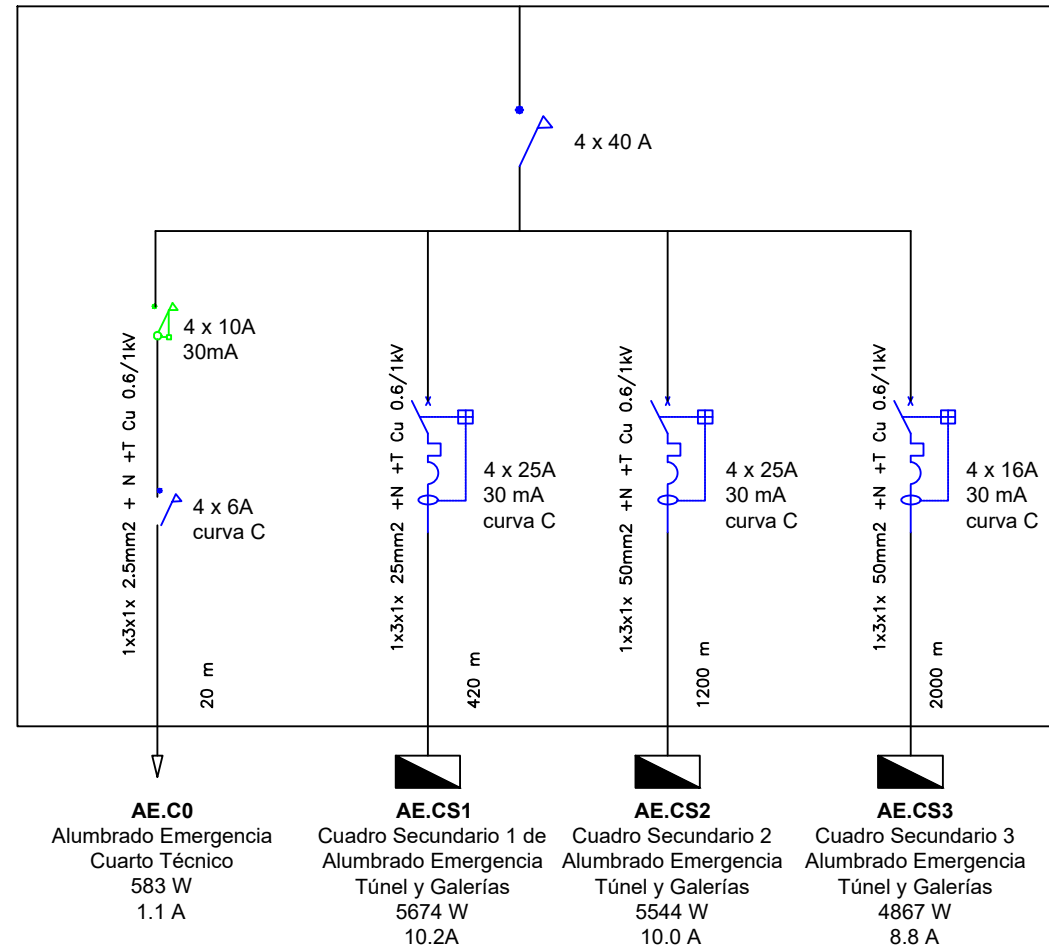
Nº PLANO:
7



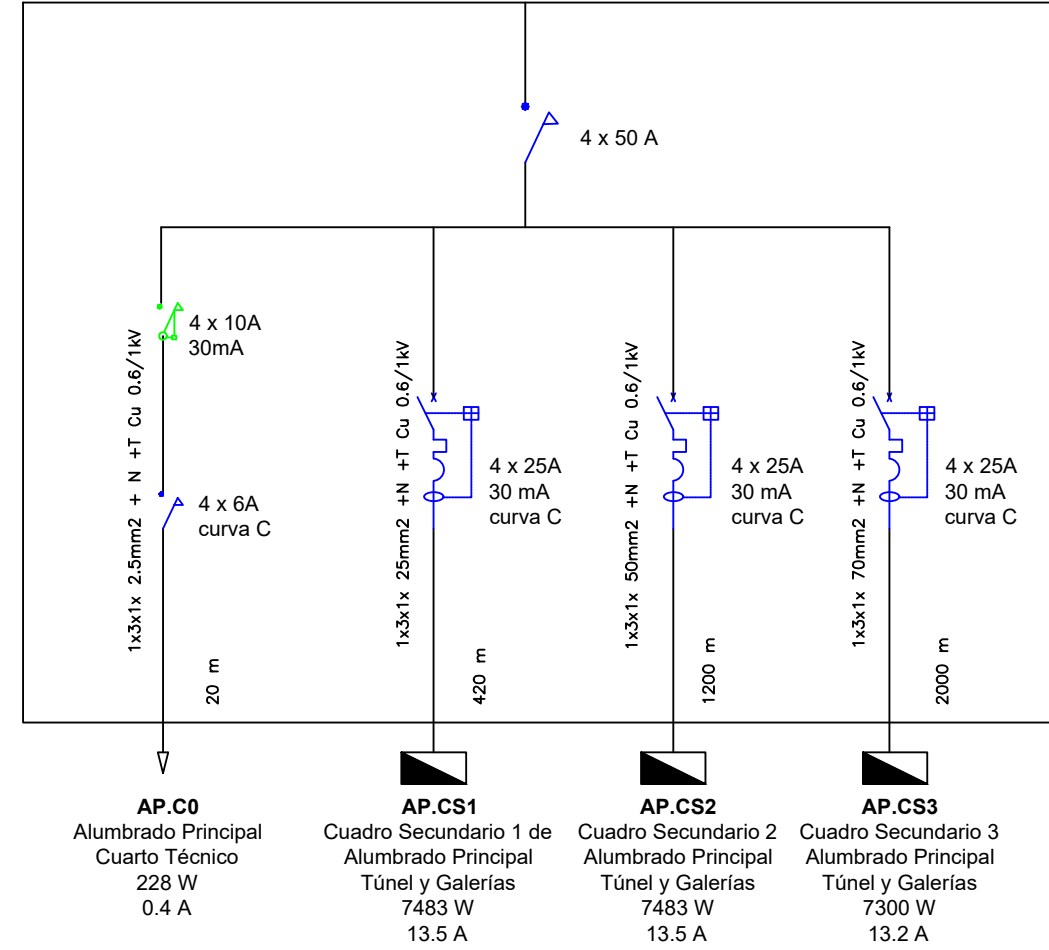
Proyecto:	INSTALACIONES DEL TÚNEL DE LA OROTEANDA DEL TREN DEL SUR DE TENERIFE					
Autor:	LAURA GUTIÉRREZ DÍAZ					
Tutores:	GINÉS FERNANDO COLL BARBUZANO RAÚL PARRA HERMIDA					
Plano:	Esquema unifilar principal. Cuadro General de Baja Tensión.	<table border="1"> <tr> <td>ESCALA:</td> <td>Nº PLANO:</td> </tr> <tr> <td>- DIN A3</td> <td>7.1</td> </tr> </table>	ESCALA:	Nº PLANO:	- DIN A3	7.1
ESCALA:	Nº PLANO:					
- DIN A3	7.1					



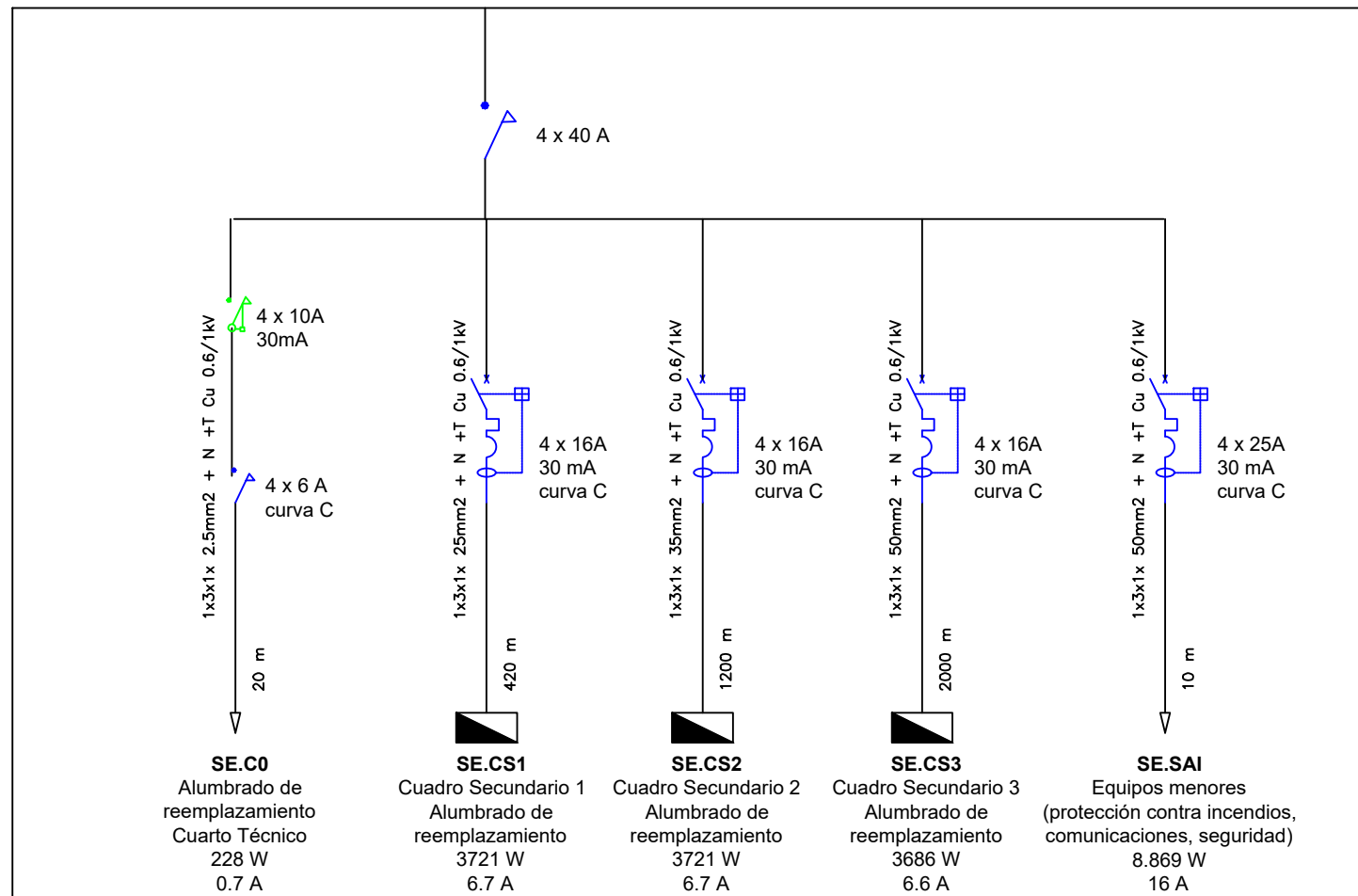
Cuadro de Mando de Alumbrado de Emergencia (CMAE)



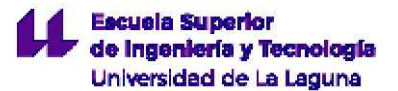
Cuadro de Mando de Alumbrado Principal (CMAP)



Cuadro de Servicios Esenciales (CSE)

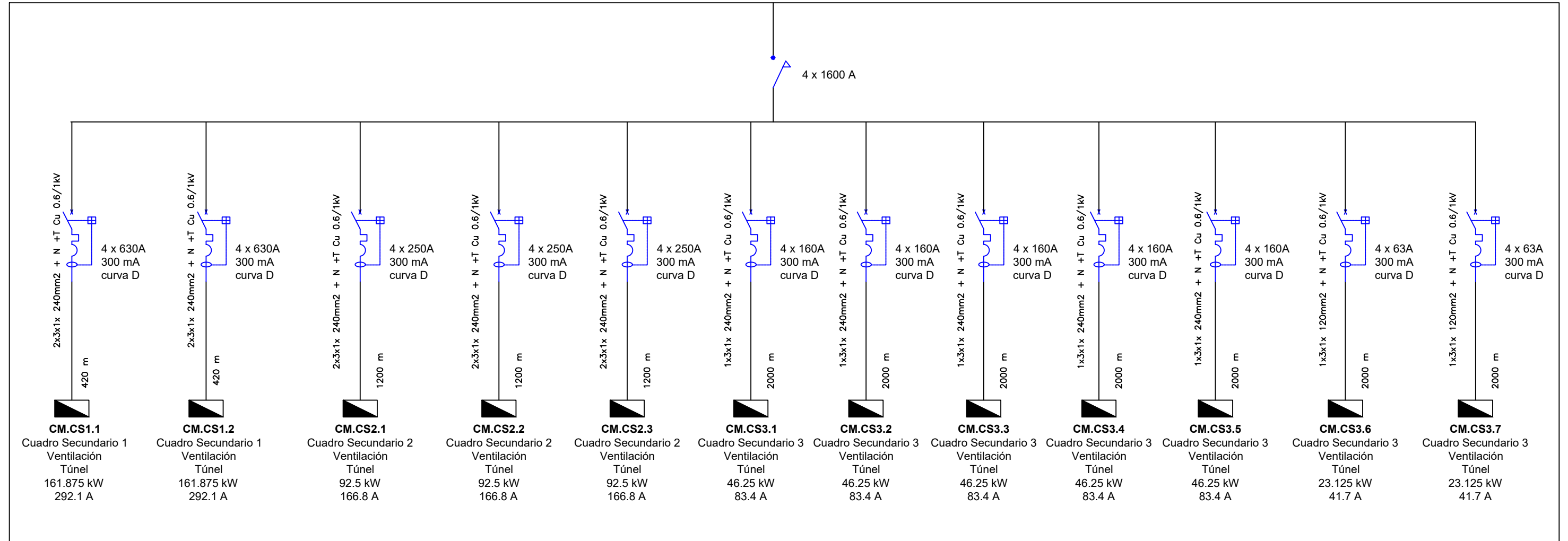


Proyecto:	INSTALACIONES DEL TÚNEL DE LA OROTEANDA DEL TREN DEL SUR DE TENERIFE	
Autor:	LAURA GUTIÉRREZ DÍAZ	
Tutores:	GINÉS FERNANDO COLL BARBUZANO RAÚL PARRA HERMIDA	



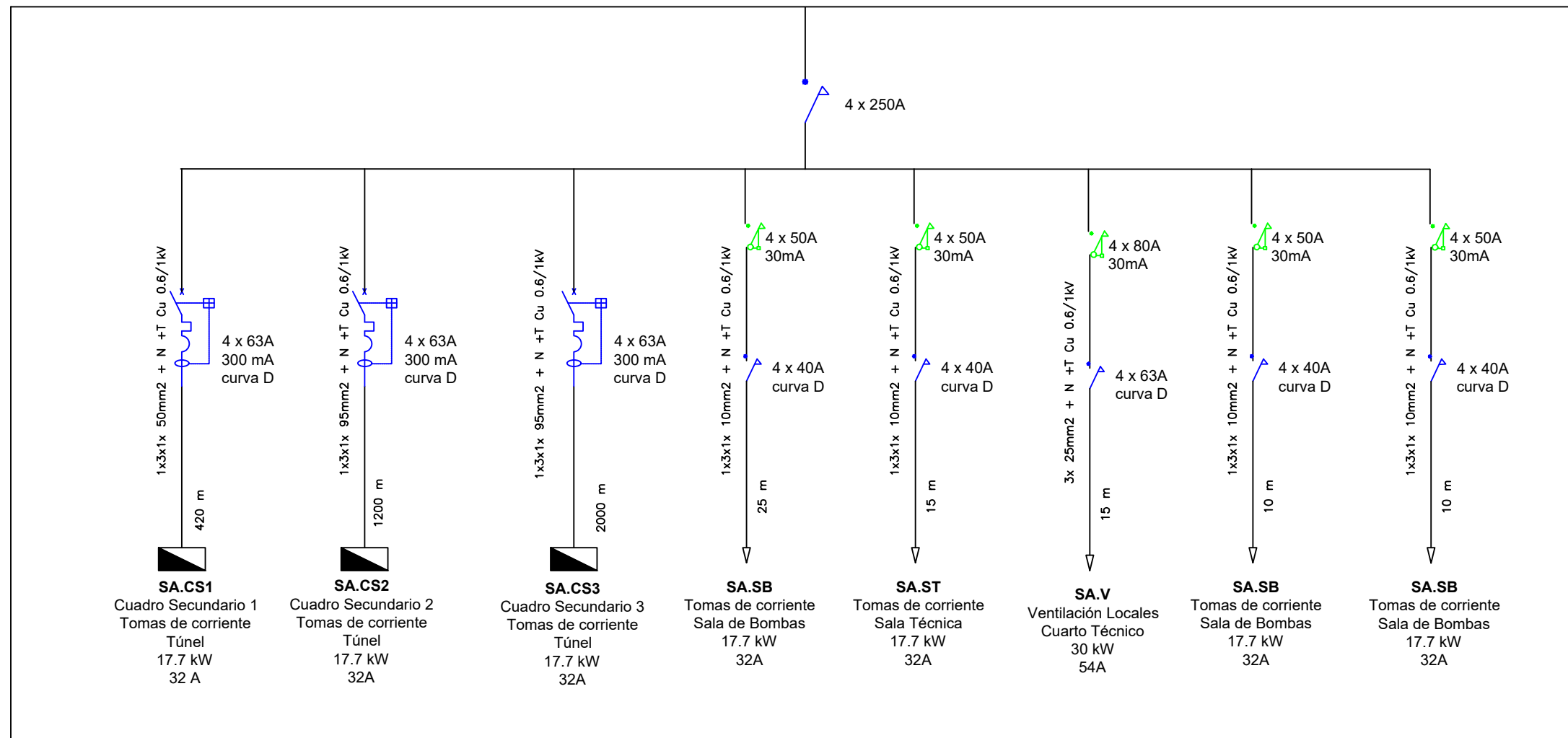
Plano:	Esquemas unifilares Cuadros de Control y Mando	ESCALA: -	Nº PLANO: 8
		DIN A3	

Cuadro de Control de Motores (CCM)



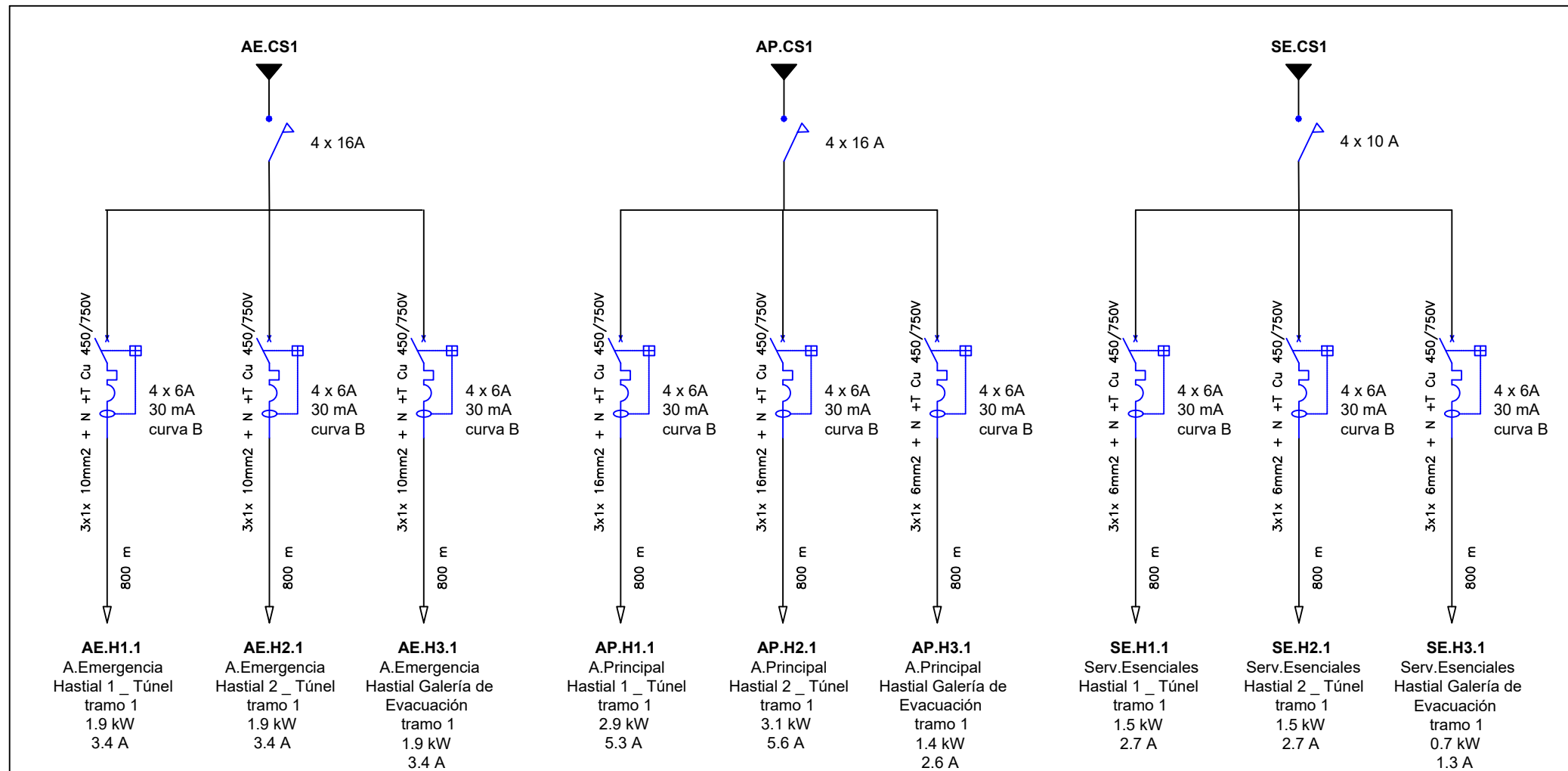
Proyecto:	INSTALACIONES DEL TÚNEL DE LA OROTEANDA DEL TREN DEL SUR DE TENERIFE		
Autor:	LAURA GUTIÉRREZ DÍAZ		
Tutores:	GINÉS FERNANDO COLL BARBUZANO RAÚL PARRA HERMIDA		
Plano:	Esquemas unifilares Cuadros de Control y Mando		ESCALA: - DIN A3
			Nº PLANO: 8.1

Cuadro de Servicios Auxiliares (CSA)



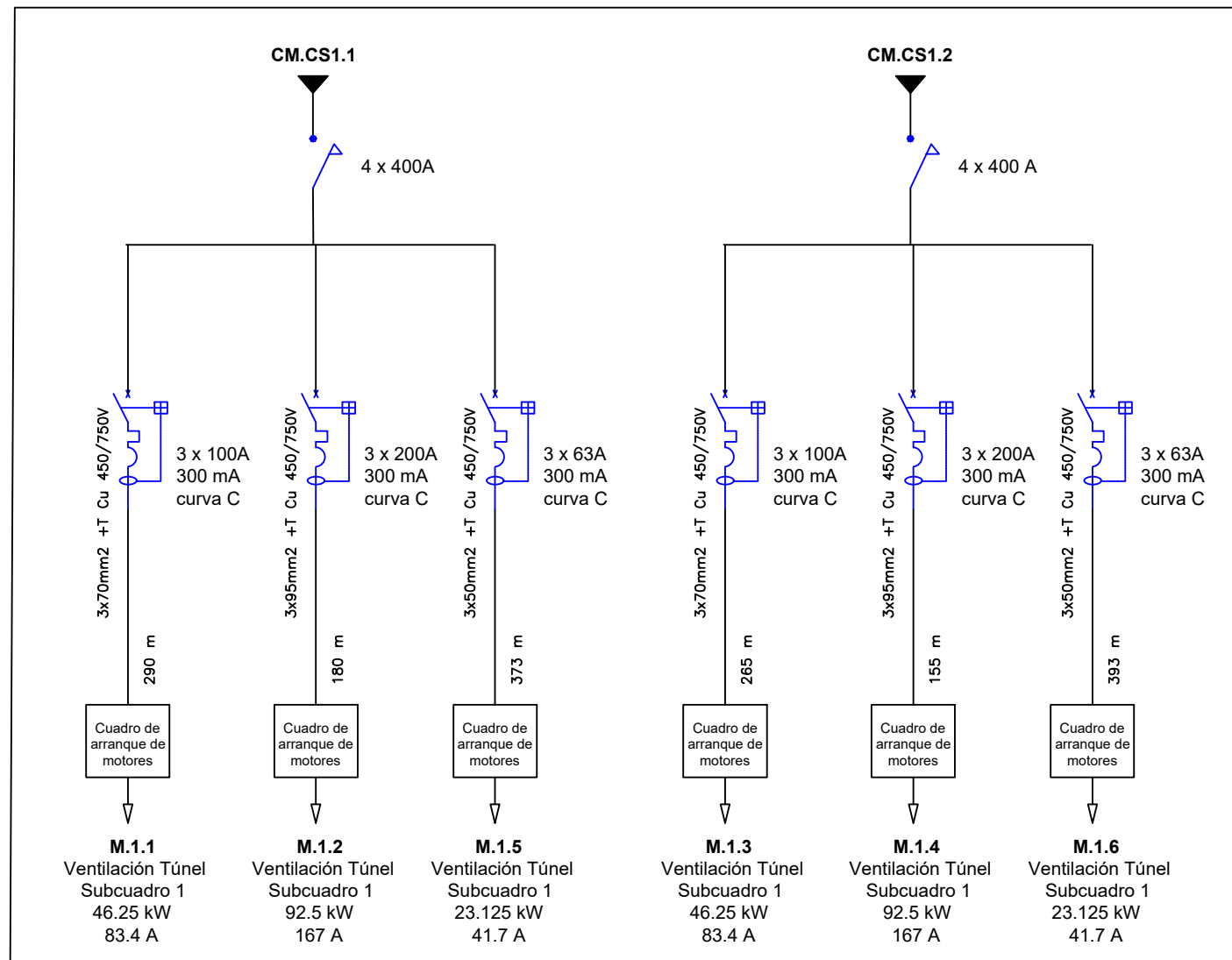
Proyecto:	INSTALACIONES DEL TÚNEL DE LA OROTEANDA DEL TREN DEL SUR DE TENERIFE		
Autor:	LAURA GUTIÉRREZ DÍAZ		
Tutores:	GINÉS FERNANDO COLL BARBUZANO RAÚL PARRA HERMIDA		
Plano:	Esquemas unifilares Cuadros de Control y Mando		ESCALA: - DIN A3
			Nº PLANO: 8.2

CUADRO SECUNDARIO 1__Subcuadro Alumbrado (CS1)

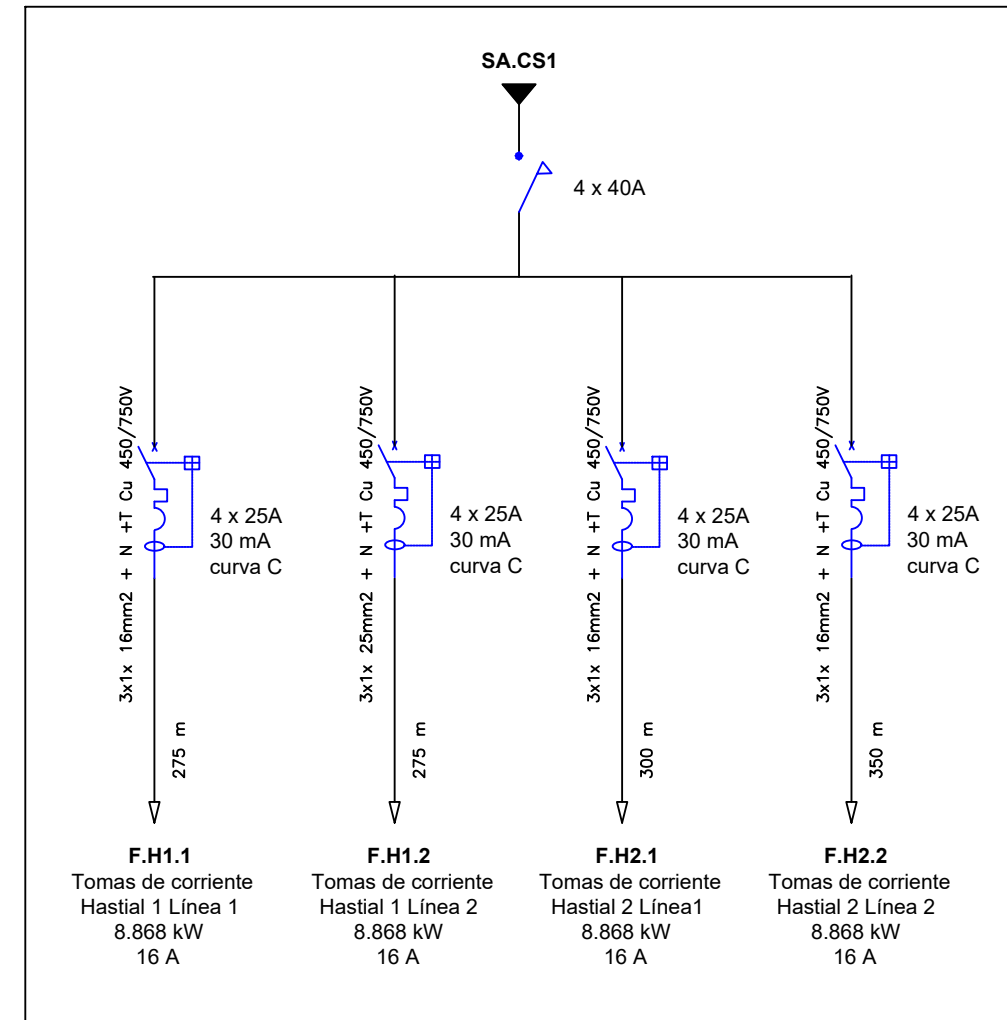



Proyecto:	INSTALACIONES DEL TÚNEL DE LA OROTEANDA DEL TREN DEL SUR DE TENERIFE		
Autor:	LAURA GUTIÉRREZ DÍAZ		
Tutores:	GINÉS FERNANDO COLL BARBUZANO RAÚL PARRA HERMIDA		
Plano:	Esquemas unifilares cuadros secundarios en galerías de conexión		ESCALA: - DIN A3
			Nº PLANO: 9.0

CUADRO SECUNDARIO 1__Subcuadro Ventilación (CS1)

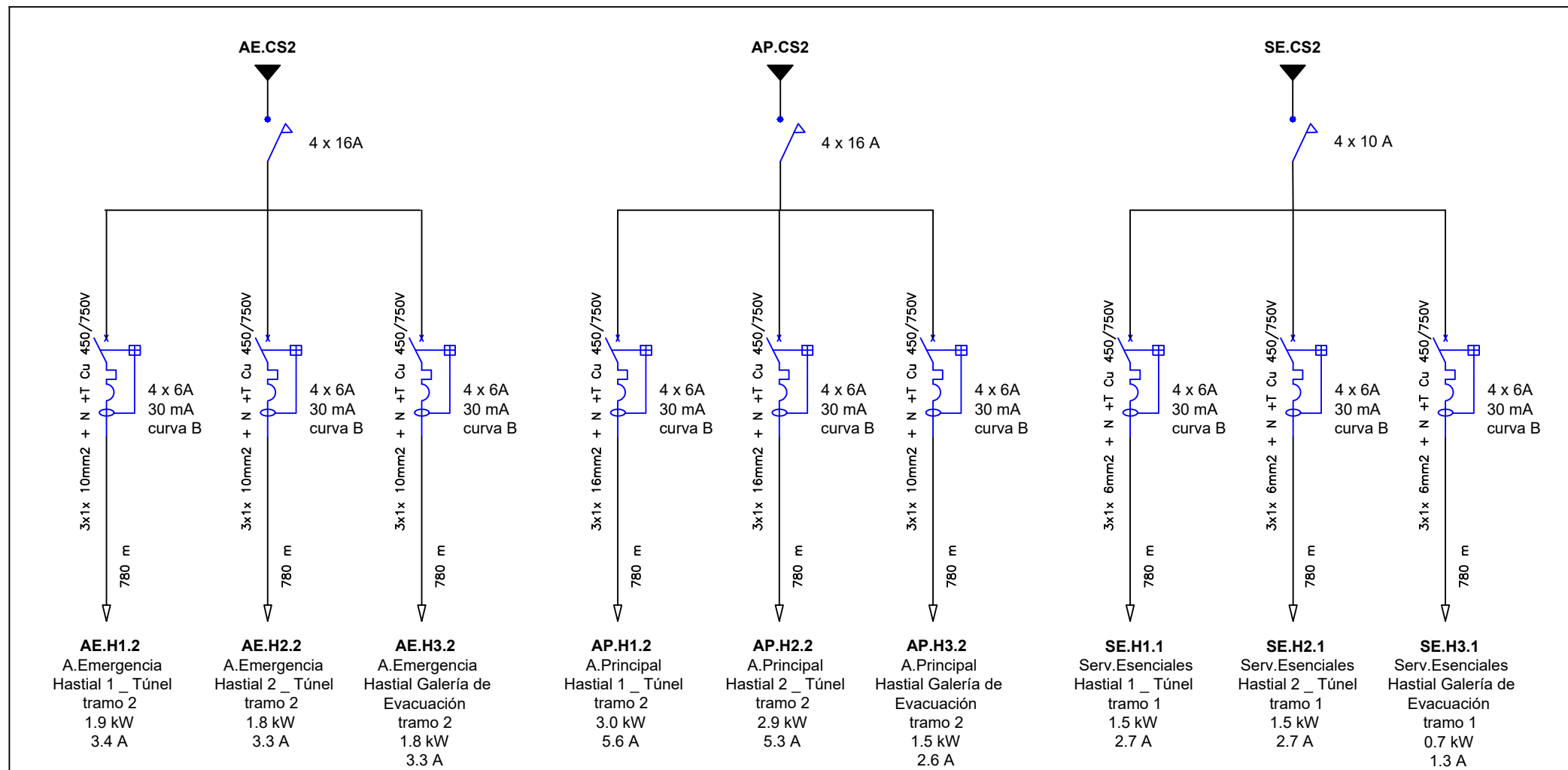



CUADRO SECUNDARIO 1__Subcuadro Fuerza (CS1)



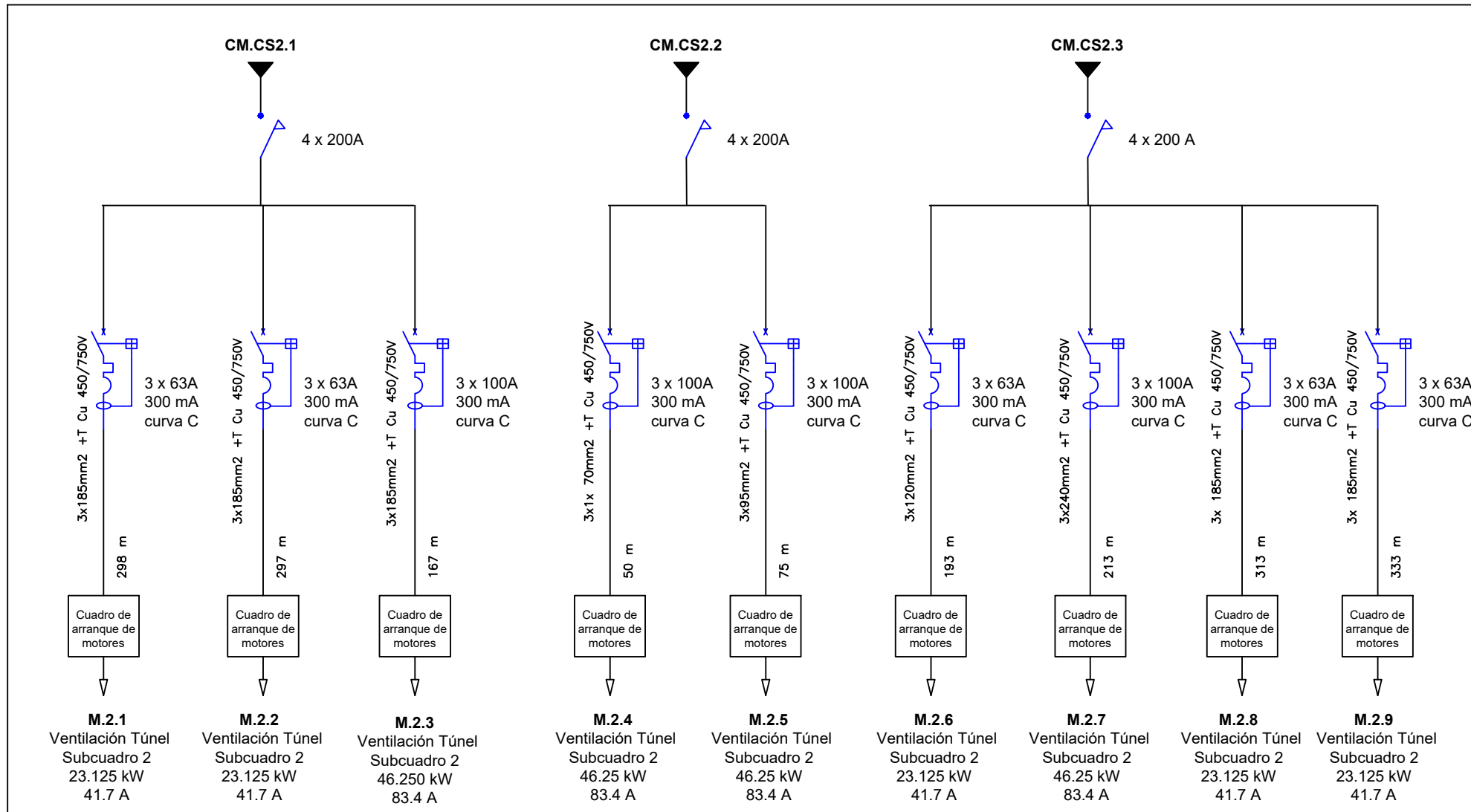
Proyecto:	INSTALACIONES DEL TÚNEL DE LA OROTEANDA DEL TREN DEL SUR DE TENERIFE		
Autor:	LAURA GUTIÉRREZ DÍAZ		
Tutores:	GINÉS FERNANDO COLL BARBUZANO RAÚL PARRA HERMIDA		
Plano:	Esquemas unifilares cuadros secundarios en galerías de conexión		
			Nº PLANO: 9.1

CUADRO SECUNDARIO 2_Subcuadro Alumbrado (CS2)

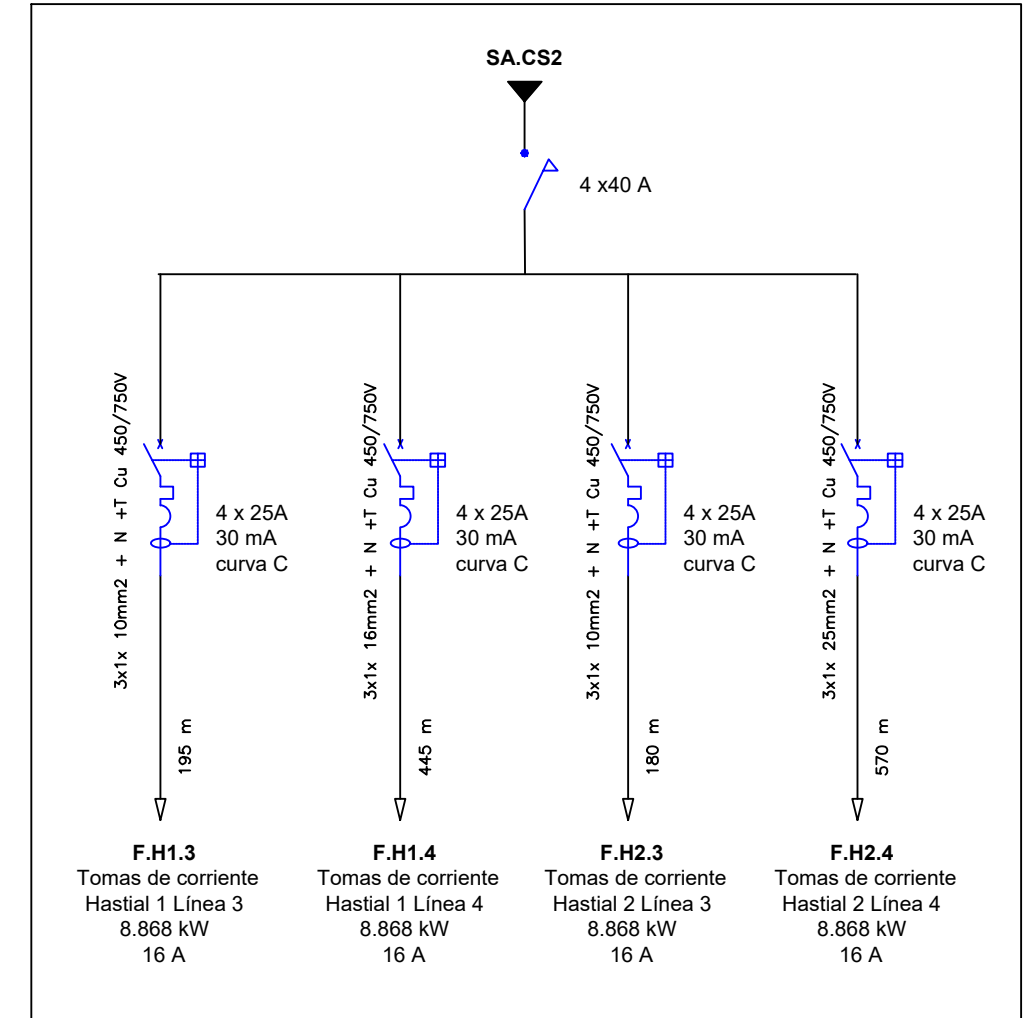


Proyecto:	INSTALACIONES DEL TÚNEL DE LA OROTEANDA DEL TREN DEL SUR DE TENERIFE		
Autor:	LAURA GUTIÉRREZ DÍAZ		
Tutores:	GINÉS FERNANDO COLL BARBUZANO RAÚL PARRA HERMIDA		
Plano:	Esquemas unifilares cuadros secundarios en galerías de conexión		 ESCALA: - DIN A3
			Nº PLANO: 9.2

CUADRO SECUNDARIO 2_Subcuadro Ventilación (CS2)

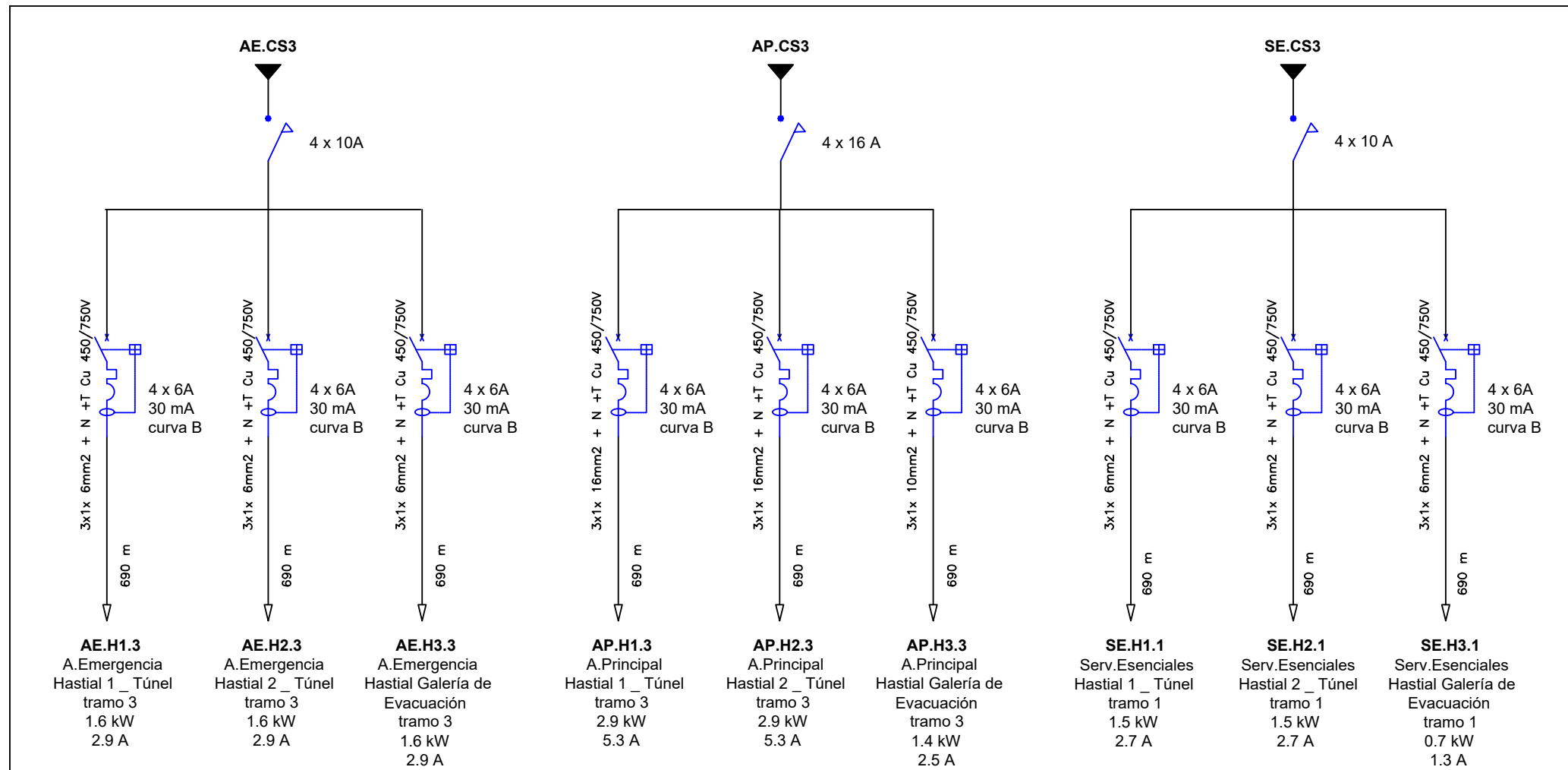


CUADRO SECUNDARIO 2_Subcuadro Fuerza (CS2)



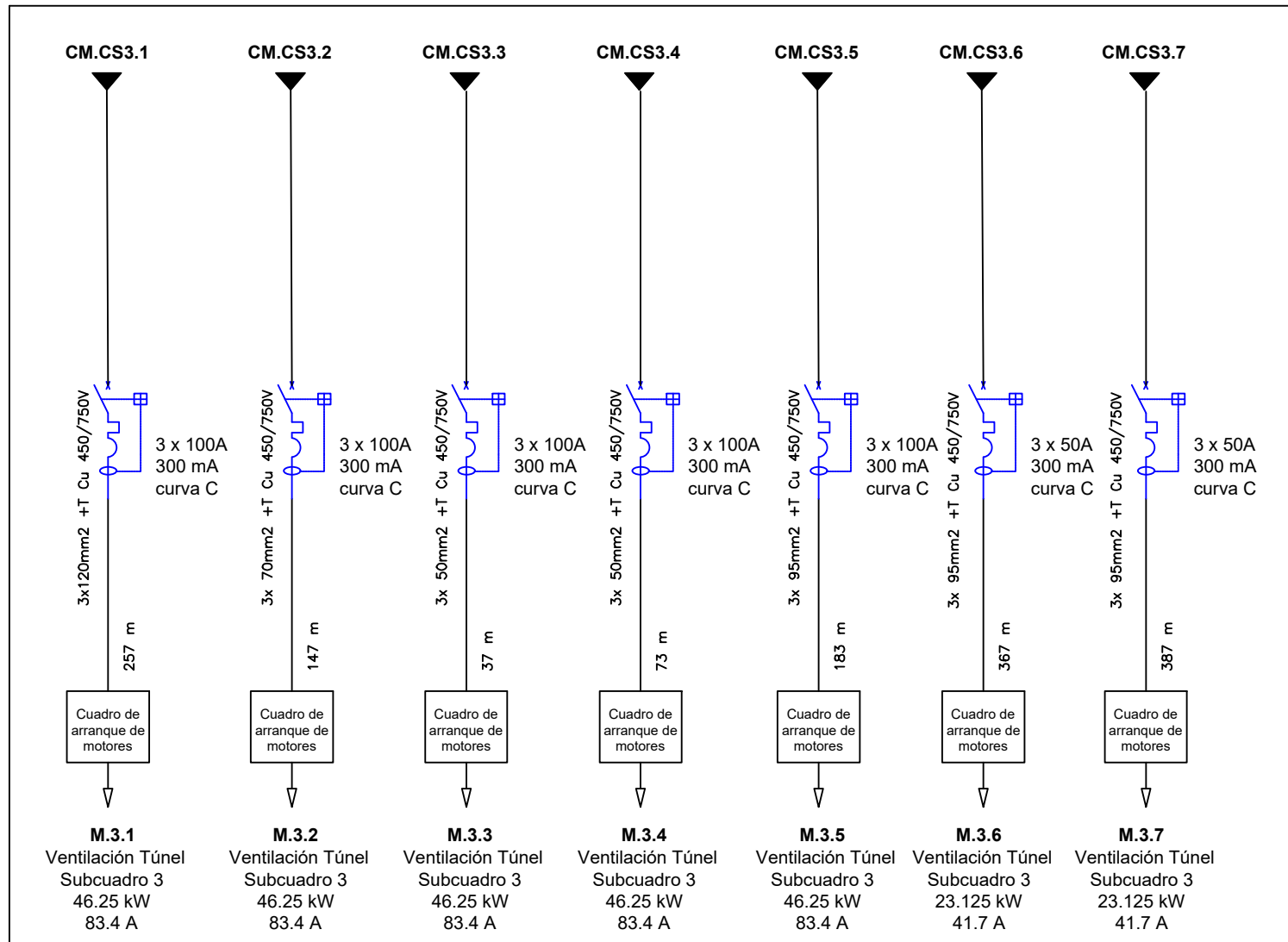
Proyecto:	INSTALACIONES DEL TÚNEL DE LA OROTEANDA DEL TREN DEL SUR DE TENERIFE		
Autor:	LAURA GUTIÉRREZ DÍAZ		
Tutores:	GINÉS FERNANDO COLL BARBUZANO RAÚL PARRA HERMIDA		
Plano:	Esquemas unifilares cuadros secundarios en galerías de conexión		ESCALA: - DIN A3
			Nº PLANO: 9.3

CUADRO SECUNDARIO 3_Subcuadro Alumbrado (CS3)

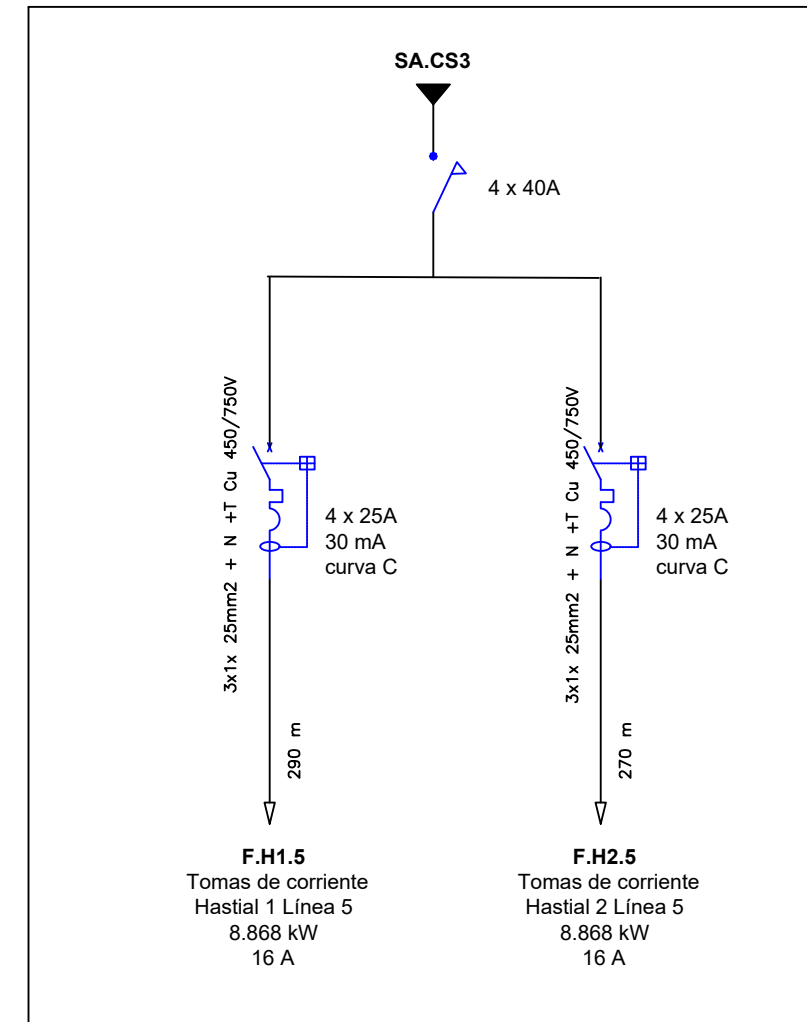


Proyecto:	INSTALACIONES DEL TÚNEL DE LA OROTEANDA DEL TREN DEL SUR DE TENERIFE		
Autor:	LAURA GUTIÉRREZ DÍAZ		
Tutores:	GINÉS FERNANDO COLL BARBUZANO RAÚL PARRA HERMIDA		
Plano:	Esquemas unifilares cuadros secundarios en galerías de conexión		ESCALA: - DIN A3
			Nº PLANO: 9.4

CUADRO SECUNDARIO 3_Subcuadro Ventilación (CS3)



CUADRO SECUNDARIO 3_Subcuadro Fuerza (CS3)



Proyecto:	INSTALACIONES DEL TÚNEL DE LA OROTEANDA DEL TREN DEL SUR DE TENERIFE		
Autor:	LAURA GUTIÉRREZ DÍAZ		
Tutores:	GINÉS FERNANDO COLL BARBUZANO RAÚL PARRA HERMIDA		
Plano:	Esquemas unifilares cuadros secundarios en galerías de conexión		ESCALA: - DIN A3
			Nº PLANO: 9.5

VII. MEDICIONES

Num.	Código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
1.1 Detección y alarma						
1.1.1	SLT	Ud	Cable sensor de temperatura, instalación y unidades de control para 6 km de cable por dos canales.	1,000	22.000,00	22.000,00
1.1.2	DH	Ud	Detector óptico de humos analógico direccionable con aislador de cortocircuito, de ABS color blanco.	13,000	57,27	744,51
1.1.3	IOD104	Ud	Pulsador de alarma analógico direccionable de rearme manual con aislador de cortocircuito.	142,000	42,37	6.016,54
1.1.4	IOD100	Ud	Central de detección automática de incendios analógica	1,000	2.172,08	2.172,08
1.1.5	IOD005	Ud	Sirena electrónica, de color rojo, para montaje interior, con señal óptica y acústica.	14,000	76,97	1.077,58
1.1.6	OPAC	Ud	Opacímetro basado en la dispersión frontal mediante haz de luz infrarroja, con un rango de opacidad de 0 a 0'4 m-1 y una resolución del 1% del fondo de escala.	18,000	380,00	6.840,00
1.2 Sistemas de abastecimiento de agua						
1.2.1	IOB010	Ud	Abastecimiento de agua contra incendios de 10 m de longitud, de acero galvanizado	458,000	1.092,20	500.227,60
1.2.2	BBAS	Ud	Grupo contra incendios, EBARA AFU-ENR 125-200/90 EEJ según norma UNE 23500-90, y caudalímetro modelo F DN 200 para una presión máxima de 16 Bar, fondo de escala 800 m³/h .	1,000	31.316,00	31.316,00
1.2.3	IOB020	Ud	Suministro e instalación de depósito para reserva de agua contra incendios de 400 m³ de capacidad, formado por un vaso con paredes de 30 cm de espesor de hormigón armado, realizado con hormigón HA-40/B/20/Ila fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía de 50 kg/m3.	1,000	14.002,09	14.002,09
1.3 Hidrantes						
1.3.1	IOB040	Ud	Hidrante de columna húmeda de 3" DN 80 mm, con racores y tapones antirrobo de plástico.	58,000	951,23	55.171,34
1.3.2	IOB040b	Ud	Hidrante de columna húmeda de 4" DN 100 mm, con racores y tapones antirrobo de plástico.	2,000	1.051,49	2.102,98
1.4 Boca de Incendio Equipada BIE						
1.4.1	IOB030	Ud	Boca de incendio equipada (BIE) de 25 mm (1") de superficie, compuesta de: armario de acero inoxidable, y puerta semiciega de acero inoxidable; devanadera metálica giratoria abatible; manguera semirrígida de 20 m de longitud; lanza de tres efectos y válvula de cierre, colocada en paramento.	93,000	445,37	41.419,41
1.5 Extintores						
1.5.1	IOX010	Ud	Extintor portátil de polvo químico ABC polivalente antibrasa, con presión incorporada, de eficacia 21A-144B-C, con 6 kg de agente extintor.	34,000	33,16	1.127,44

Num.	Código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
1.5.2	IOX010b	Ud	Extintor portátil de nieve carbónica CO2, de eficacia 89B, con 5 kg de agente extintor.	34,000	103,27	3.511,18
1.5.3	CRREXT50	Ud	Extintor con carro, de polvo químico ABC polivalente antibrasa, con presión incorporada, de eficacia ABC, con 50 kg de agente extintor, con manómetro y manguera con boquilla difusora, según UNE-EN 3.	10,000	244,52	2.445,20
1.6	SC04	Ud	Señalización de equipos contra incendios y vías de evacuación	385,000	19,51	7.511,35
1.7 Protección pasiva contra incendios						
1.7.1	LFA010	Ud	Puerta cortafuegos de acero galvanizado homologada, EI2 120-C5, de dos hojas, 1800x2000 mm de luz y altura de paso, acabado lacado en color blanco, ambas hojas provistas de cierrapuertas para uso moderado, barra antipánico, llave y tirador para la cara exterior, electroimán.	10,000	1.298,74	12.987,40
Total presupuesto parcial nº 1 Instalaciones de Protección Contra incendios :						710.672,70

Num.	Código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
2.1 Ventilación longitudinal del Túnel						
2.1.1	JFZR	Ud	Ventilador helicoidal tubular de impulso, Jet Fan, hélice reversible. Modelo JZR 9-18.5/4 Caudal 68400 m3/h.Temperatura ambiental de trabajo [- 20 °C, + 40 °C]. IP55, Clase H, 400 °C/2h.	38,000	19.800,00	752.400,00
2.2 Ventilación Cuarto Técnico						
2.2.1	ACT	Ud	Aire acondicionado tipo multi-split 30 kW	1,000	8.500,00	8.500,00
2.2.2	IVN0101	Ud	Abertura de admisión directa a través de cerramiento de fachada, mediante rejilla de interperie para instalaciones de ventilación, marco frontal y lamas de perfiles de aluminio para ventilación natural.	5,000	653,28	3.266,40
Total presupuesto parcial nº 2 Instalaciones de Ventilación :						764.166,40

Num.	Código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
3.1 Alumbrado de Emergencia autónomo						
3.1.1	IOA010	Ud	Luminaria de emergencia estanca, con tubo lineal fluorescente, 8 W IP65, flujo luminoso 240 lúmenes.	1.126,000	90,43	101.824,18
3.2 Alumbrado de emergencia Principal						
3.2.1	LM354100	Ud	LUMINARIA LED ESTANCA 35.5W 4100lm	189,000	109,82	20.755,98
3.2.2	LM486000	Ud	LUMINARIA LED ESTANCA 48W 6000lm	8,000	141,34	1.130,72
3.2.3	LM14717800	Ud	PROYECTOR LED 147W 17800lm	182,000	396,53	72.168,46
Total presupuesto parcial nº 3 Instalaciones de Iluminación :						195.879,34

Num.	Código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
4.1 Puesta a tierra						
4.1.1	IEP0111	Ud	Red de toma de tierra para estructura de hormigón del edificio con 70 m de conductor de cobre desnudo de 50 mm ² y 6 picas.	1,000	718,85	718,85
4.2 Canalizaciones						
4.2.1	IEO010	m	Canalización fija en superficie de bandeja perforada de PVC rígido, de 100x600 mm.	35,000	37,56	1.314,60
4.2.2	IEO010b	m	Canalización fija en superficie de tubo rígido de policarbonato, exento de halógenos, enchufable, curvable en caliente, de color gris, de 16 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 1250 N, con grado de protección IP 547.	2,000	3,12	6,24
4.2.3	IEO010c	m	Canalización fija en superficie de tubo rígido de policarbonato, exento de halógenos, enchufable, curvable en caliente, de color gris, de 32 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 1250 N, con grado de protección IP 547.	5,000	5,74	28,70
4.2.4	IEO010d	m	Canalización fija en superficie de tubo rígido de policarbonato, exento de halógenos, enchufable, curvable en caliente, de color gris, de 50 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 1250 N, con grado de protección IP 547.	2,000	9,91	19,82
4.3 Conductores						
4.3.1	IEH015c	Ud	Conductores aislados	50.000,000	16,55	827.500,00
4.4 Aparamenta						
4.4.1	IEX070	Ud	Suministro e instalación de interruptor automático magnetotérmico, poder de corte 10 kA, curva B, tetrapolar (4P), intensidad nominal 6 A, MBA406 "HAGER", montaje sobre carril DIN, con bloque diferencial instantáneo superinmunizado, clase A HI, tetrapolar (4P), sensibilidad 30 mA, BH425N. Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Montaje y conexionado del elemento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	27,000	428,48	11.568,96

Num.	Código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
4.4.2	IEX070b	Ud	<p>Suministro e instalación de interruptor automático magnetotérmico, poder de corte 10 kA, curva B, tetrapolar (4P), intensidad nominal 10 A, MBA406 "HAGER", montaje sobre carril DIN, con bloque diferencial instantáneo superinmunizado, clase A HI, tetrapolar (4P), sensibilidad 30 mA, BH425N. Totalmente montado, conexionado y probado.</p> <p>Incluye: Montaje y conexionado del elemento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	3,000	347,31	1.041,93
4.4.3	IEX07b	Ud	<p>Suministro e instalación de interruptor automático magnetotérmico, poder de corte 10 kA, curva B, tetrapolar (4P), intensidad nominal 16 A, MBA406 "HAGER", montaje sobre carril DIN, con bloque diferencial instantáneo superinmunizado, clase A HI, tetrapolar (4P), sensibilidad 30 mA, BH425N. Totalmente montado, conexionado y probado.</p> <p>Incluye: Montaje y conexionado del elemento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,000	263,00	263,00
4.4.4	IEX070c	Ud	<p>Suministro e instalación de interruptor automático magnetotérmico, poder de corte 10 kA, curva B, tetrapolar (4P), intensidad nominal 6 A, MBA406 "HAGER", montaje sobre carril DIN, con bloque diferencial instantáneo superinmunizado, clase A HI, tetrapolar (4P), sensibilidad 30 mA, BH425N. Totalmente montado, conexionado y probado.</p> <p>Incluye: Montaje y conexionado del elemento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	15,000	428,48	6.427,20

Num.	Código	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
4.4.5	IEX070cb	Ud	Suministro e instalación de interruptor automático magnetotérmico, poder de corte 10 kA, curva B, tetrapolar (4P), intensidad nominal 25 A, MBA406 "HAGER", montaje sobre carril DIN, con bloque diferencial instantáneo superinmunizado, clase A HI, tetrapolar (4P), sensibilidad 30 mA, BH425N. Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Montaje y conexionado del elemento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	3,000	377,07	1.131,21
4.4.6	IEX070cbb	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, poder de corte 10 kA, curva C, tetrapolar (4P), intensidad nominal 50 A, MCA450 "HAGER", con bloque diferencial instantáneo, clase AC, tetrapolar (4P), sensibilidad 300 mA, BF464N.	14,000	483,51	6.769,14
4.5 Equipos para corregir el factor de potencia						
4.5.1	IEQ010	Ud	Condensadores para 675 kVAr de potencia reactiva, alimentación trifásica a 400 V de tensión y 50 Hz de frecuencia, con contactores e interruptor de 1250A.	1,000	15.345,75	15.345,75
4.6 Sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI)						
4.6.1	IEA010	Ud	Sistema de alimentación ininterrumpida de 40 kVA de potencia, para alimentación trifásica 400V.	1,000	11.829,63	11.829,63
4.7 Generadores de energía eléctrica						
4.7.1	IER010	Ud	Grupo electrógeno fijo trifásico, diesel, de 2000 kVA de potencia, con cuadro de conmutación de accionamiento motorizado e interruptor automático magnetotérmico.	1,000	261.427,71	261.427,71
Total presupuesto parcial nº 4 Instalaciones de Baja Tensión :						1.145.392,74

VIII. PRESUPUESTO

Resumen del Presupuesto

Cápítulo	Descripción	Subtotal
01	INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO	710.672,70 €
01.1	DETECCIÓN Y ALARMA	38.850,71
01.2	ABASTECIMIENTO DE AGUA CONTRA INCENDIO	545.545,69
01.3	HIDRANTES	57.274,32
01.4	BOCAS DE INCENDIO EQUIPADAS	41.419,41
01.5	EXINTORES	7.083,82
01.6	SEÑALIZACIÓN	7.511,35
01.7	PROTECCIÓN PASIVA CONTRA INCENDIO	12.987,40
02	INSTALACIONES DE VENTILACIÓN	764.166,40 €
02.1	VENTILACIÓN LONGITUDINAL JET FANS	752.400,00
02.2	VENTILACIÓN CUARTO TÉCNICO	11.766,40
03	INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN	195.879,34 €
03.1	ALUMBRADO DE EMERGENCIA PRINCIPAL	101.824,18
03.2	ALUMBRADO DE EMERGENCIA AUTÓNOMO	94.055,16
04	INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN	1.145.392,74 €
04.1	CONDUCTORES Y APARAMENTA	854.701,44
04.2	CANALIZACIONES	2.088,21
04.3	GRUPO ELECTRÓGENO	261.427,71
04.4	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA	11.829,63
04.5	BATERÍA DE CONDENSADORES	15.345,75
Suma Ejecución Material		2.816.111,18 €
Total Presupuesto de Ejecución Material (PEM)		2.816.111,18 €
	Gastos generales 13%	366.094,45 €
	Beneficio industrial 6%	168.966,67 €
Total Presupuesto de Ejecución por Contrata		3.351.172,30 €
	I.G.I.C 7%	234.582,06 €
Total Presupuesto		3.585.754,37 €

Asciende el presupuesto total a la cantidad expresada de TRES MILLONES QUINIENTOS OCHENTA Y CINCO MIL SETECIENTOS CINCUENTA Y CUATRO EUROS.

CONCLUSIONS

The specific regulation for safety in railway tunnels might be less restrictive than general regulation. However, the solutions adopted guarantee safety restriction requirements not less than those indicated in the specific regulation.

This Installation Project is a public scope project which will be subject to the corresponding Administrative Clauses. Therefore, the Project Execution, the Budget and the Procurement Clauses must comply with the document. In addition, this Project must have a Study of Health and Safety.