

Universidad Carlos III De Madrid

Trabajo Fin De Grado



Diseño y Cálculo de las Instalaciones de Protección
Civil y Seguridad de un Túnel Ferroviario

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Autor: Javier Senra Hermana

Tutor: Javier Sanz Feito

Co-Tutor: Hernán López De Miguel

Índice General

Memoria

Anejo 2: Planos

Anejo 3: Presupuesto

Anejo 4: Suministro de Energía

Anejo 5: Estudio de Iluminación



Memoria



RESUMEN

Hoy en día España es uno de los países con mayor desarrollo en infraestructuras ferroviarias. Debido a los requisitos de construcción que requieren las líneas ferroviarias es muy común que a lo largo de su trazado tengan lugar túneles que ayuden a sobrepasar los obstáculos que se encuentren en su camino. En consecuencia, existen en la actualidad numerosos proyectos activos a lo largo de España que tienen como objeto la construcción de túneles ferroviarios. Asimismo, también es importante destacar que España es también una de las grandes exportadoras de conocimiento sobre esta materia y está presente a lo largo del mundo en proyectos de desarrollo de infraestructuras ferroviarias, como por ejemplo las nuevas líneas en Oriente Medio y Sudamérica.

Teniendo en cuenta estos hechos, en este TFG se llevado a cabo un estudio sobre una de las partes críticas de las líneas ferroviarias como son los túneles. Concretamente, sobre las instalaciones de protección y seguridad que requieren los túneles ferroviarios.

Con el motivo de proporcionar una visión lo más general posible de estas instalaciones en este TFG se ha diseñado un túnel con una arquitectura lo más completa posible. De esta manera, se ha conseguido diseñar una instalación con la mayoría de los sistemas de protección y seguridad característicos de los túneles ferroviarios. Logrando así un documento que puede, en la medida de lo posible, servir de referencia para proyectos futuros.

Para lograr lo anteriormente mencionado este documento presenta una evaluación de las alternativas que presenta la infraestructura para cada uno de los subsistemas y el diseño final con su descripción y su planteamiento sobre los planos. También se incluyen los cálculos matemáticos además de simulaciones para justificar el correcto dimensionamiento del equipamiento. Todo el diseño se ha realizado teniendo en cuenta la normativa vigente, asegurando de esta manera que el diseño está dentro del marco legal. Además se ha hecho una valoración económica con el objetivo de proporcionar una idea sobre la viabilidad final del proyecto.

Finalmente, se puede encontrar una conclusión y una valoración sobre las líneas futuras de trabajo que presenta este proyecto.



ABSTRACT

Nowadays Spain is one of the most developed countries in the railway infrastructures sector. Due to the abrupt orography of Spain's landscape, it is frequent the use of tunnels (and viaducts) to overcome these obstacles and meet the constructional and operational requirements. Consequently there are many projects all over Spain whose goal is building railway tunnels. It is important to highlight the fact that Spain is one of the biggest exporter of knowledge in this area and that it has a worldwide influence in projects concerning railway infrastructures like, for example, the ones of South America or the Middle East.

Taking into account all these facts, in this final project it has been done a study about one of the crucial part of the railway sector: the tunnels. More precisely, about the security and protection measures usually required by these infrastructures.

In order to provide a general view of the topic, in this project it has been designed a tunnel with a rather complex architecture. In this manner, the facility here depicted contains most of the security systems required by the tunnels, deriving into a complete and detailed document that can be used to help in similar projects.

Therefore, this document presents an evaluation of the different subsystems that these types of infrastructures can include, its final design being described by a complete set of drawings. This document also includes the mathematical calculations and simulations to prove the adequate sizing of the selected equipment. The entirely design has been done taking into account the current regulations to assure its conformity to legal requirements. Besides, it has been made an economic assessment to provide an idea of the viability of the project, included in a detailed budget.

Finally, it can be find a chapter on conclusions and the evaluation of further developments of this project.



ÍNDICE

Contenido

1	INTRODUCCIÓN	10
1.1	Motivación y objetivos.....	10
1.2	Entorno socioeconómico y marco regulador.....	10
1.3	Estructura del TFG	11
1.4	Alcance.....	11
1.5	Normativa	11
1.6	Planificación.....	11
2	Descripción del Túnel.....	12
2.1	Descripción del túnel	12
2.2	Túnel monotubo	12
2.2.1	Pozo de evacuación	13
2.3	Túnel bitubo.....	13
2.3.1	Galerías de interconexión	13
2.4	Trazado	13
2.5	Descripción del entorno.....	13
3	Instalaciones de Protección y Seguridad	13
3.1	Pasillos de evacuación y pasamanos	13
3.1.1	Introducción.....	14
3.1.2	Descripción del sistema	14
3.1.3	Diseño final	15
3.2	Señalización de Emergencia.....	15
3.2.1	Introducción.....	16
3.2.2	Descripción del sistema	16
3.2.3	Instalación de la señalización.....	19
3.3	Suministro de Agua.....	20
3.3.1	Introducción.....	20
3.3.2	Descripción	20



3.3.3	Instalación	20
3.4	Zonas Seguras y Caminos de Acceso.....	23
3.4.1	Introducción.....	23
3.4.2	Descripción de las instalaciones	23
3.4.3	Diseño final	24
3.5	Detección de Incendios.....	24
3.5.1	Introducción.....	25
3.5.2	Componentes del sistema	27
3.5.3	Criterios para la colocación de los detectores.....	29
3.5.4	Instalación.....	29
3.5.5	Integración en el sistema informático	33
3.6	Extinción de incendios	33
3.6.1	Introducción.....	34
3.6.2	Interpretación de la normativa.....	34
3.6.3	Implementación.....	36
3.7	Sectorización.....	37
3.7.1	Introducción.....	37
3.7.2	Descripción	37
3.7.3	Instalación.....	38
3.8	Sistema de Ventilación.....	39
3.8.1	Introducción.....	39
3.8.2	Descripción del sistema	40
3.8.3	Cálculos de la ventilación de presurización del prevestíbulo	42
3.8.4	Cálculos ventilación de la galería de interconexión.....	44
3.8.5	Calculo ventilación del cuarto técnico del pozo de evacuación	48
3.8.6	Calculo ventilación en el cuarto técnico de las galerías de interconexión	50
3.8.7	Calculo de la ventilación en el túnel	54
3.9	Sistema de Alumbrado.....	59
3.9.1	Introducción.....	59
3.9.2	Descripción	60



3.9.3	Instalación	60
3.10	Suministro de Energía	61
3.10.1	Introducción	62
3.10.2	Descripción	62
3.10.3	Implementación	64
3.10.4	Cableado	68
3.10.5	Anejo suministro de energía	69
3.11	Detección de intrusión	69
3.11.1	Introducción	69
3.11.2	Descripción del sistema	70
3.12	Sistema de Radiocomunicaciones	72
3.12.1	Introducción	72
3.12.2	Definición de equipos para el sistema de comunicaciones del túnel	73
3.12.3	Descripción general del sistema de comunicaciones	75
3.12.4	Sistema de retransmisión de señales al interior del túnel.	77
3.12.5	Descripción de las facilidades de comunicación del sistema	78
3.13	Centro de control	82
3.13.1	Introducción	82
3.13.2	Descripción	82
3.13.3	Implementación	83
4	Presupuesto	86
5	Conclusiones y líneas futuras	87
5.1	Conclusiones	87
5.2	Líneas futuras	87
6	Referencias	89



INDICE DE FIGURAS

Ilustración 1: Detalle Pasillo y Pasamanos del Túnel Monotubo.....	15
Ilustración 2: Detalle Pasamanos y Pasillo del Túnel Bitubo	15
Ilustración 3: Características de la central convencional.....	31
Ilustración 4: Detector Convencional	31
Ilustración 5: Características central analógica	32
Ilustración 6: Características Detector Analógico.....	32
Ilustración 7: Características pulsador.....	33
Ilustración 8: Señal de extintor.....	36
Ilustración 9: Detalle ventilador	47
Ilustración 10: Detalle ventilador sala técnica.....	50



INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Puntos Kilométricos	12
Tabla 2: Señales de emergencia	17
Tabla 3: Monitorización	27
Tabla 4: Rangos de alarma	27
Tabla 6: Perdidas de carga del Prevestíbulo	43
Tabla 7: Perdidas de presión de las Galerías de interconexión	46
Tabla 8: Perdidas de la sala técnica del pozo.....	49
Tabla 9: Perdidas del CT de las Galerías de interconexión	53
Tabla 10: Determinación del caudal y la velocidad critica en el túnel monotubo	55
Tabla 11: Determinación del empuje	55
Tabla 12: Elección del Jet Fan del túnel monotubo	57
Tabla 13: Determinación de la velocidad crítica y el caudal del túnel bitubo	58
Tabla 14: Determinación del empuje en el túnel bitubo	58
Tabla 15: Determinación del número de Jet Fan para el túnel bitubo.....	59
Tabla 17: Consumo Centro Transformación 1	65
Tabla 18: Consumo centro de transformación 2	66
Tabla 19: Consumo Centro de Transformación 3	68
Tabla 16: Secciones de Cable y Longitud	69
Tabla 20: Señales del Armario Eléctrico.	84
Tabla 21: Señales de Radiocomunicaciones	85
Tabla 22: Señales de la extinción de Incendios	85
Tabla 23: Señales del Alumbrado	85
Tabla 24: Señales de la presurización	85
Tabla 25: Señales de la Detección de Incendios	86



LISTADO DE ACRÓNIMOS

- CCTV: Circuito Cerrado de Televisión
- C.G.B.T.: Cuadro General de Baja Tensión
- CPS: Centro de Protección y Seguridad
- CT: Cuarto Técnico
- EA: Entrada Analógica
- ED: Entrada Digital
- ETI: Referencia al documento “Reglamento (UE) Nº 1303/2014 De la Comisión de 18 noviembre de 2014 sobre la especificación técnica de interoperabilidad (ETI) relativa a la “seguridad en los túneles ferroviarios” del sistema ferroviario de la Unión Europea.”
- IPS: Imágenes Por Segundo
- LED: Light-Emitting Diode
- PLC: Programmable Logic Computer
- SAI: Sistema de Alimentación Ininterrumpida
- SCADA: Supervisory Control And Data Acquisition
- SD: Salida Digital
- TFG: Trabajo de Fin de Grado
- UCA(Unidades de Control de Accesos)
- WDM: Wavelength Division Multiplexing

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Motivación y objetivos

Actualmente España es uno de los países con mayor desarrollo en infraestructuras ferroviarias así como uno de los mayores exportadores de este tipo de tecnología. Por ello desde hace ya bastantes años se están realizando actualizaciones y remodelaciones de las líneas ferroviarias que recorren el país, como por ejemplo la implantación de líneas de alta velocidad o el trazado de nuevas rutas a través de túneles que reducen significativamente la distancia recorrida por los trenes. Asimismo los sistemas de seguridad en estas instalaciones deben evolucionar en consonancia y estar construidas con la tecnología más avanzada para asegurar que no se produzca ningún tipo de accidente y, en el peor de los casos, si ocurriera un accidente poder solucionarlo con el mínimo de daños personales y materiales. Es por este motivo que la presencia de un ingeniero con especialidad en electrónica y automática puede aportar buena ayuda al sector. Diseñando sistemas de seguridad automáticos tales como el encendido de los ventiladores para la extracción de humo, la gestión de barreras anti intrusión o los sistemas de comunicación entre diferentes puntos de la infraestructura.

Los objetivos principales que se van a proponer y solucionar en el TFG serán los siguientes:

- Modelización CAD de un túnel de características especiales al cual se le van a implementar sistemas de seguridad propios de estas infraestructuras.
- Estudio y simulación de iluminación del túnel
- Sensorización de la infraestructura
- Suministro de energía
- Automatización y control remoto de la infraestructura
- Sistema de radiocomunicaciones para los servicios de emergencia

1.2 Entorno socioeconómico y marco regulador

El entorno bajo el que se sitúa este tipo de infraestructuras tiene lugar en el sector de las obras públicas. Generalmente este tipo de proyectos suelen ser encargados por los administradores ferroviarios de cada país, que a su vez suelen ser un organismo que depende directamente de algún ministerio del gobierno. Para este caso en concreto se ha tenido en cuenta el caso particular de España. Por lo tanto, el estado español encargaría a través de su administrador público, ADIF, el desarrollo del proyecto de protección y seguridad. Este proyecto se saca a concurso y las empresas presentan sus ofertas. Siendo la empresa ganadora del concurso la que finalmente diseñaría el proyecto y ejecutaría la obra.

Actualmente en España la normativa que regula este tipo de proyectos es de nivel europeo y tiene como objetivo asegurar la interoperabilidad de todas las redes que operan bajo los límites de la Unión Europea. Para la redacción de este documento se ha tenido en cuenta el Reglamento (UE) Nº 1303/2014 De la Comisión de 18 noviembre de 2014 sobre la especificación técnica de interoperabilidad (ETI) relativa a la “seguridad en los túneles ferroviarios” del sistema ferroviario de la Unión Europea como documento de referencia básico. En algunos casos, esta normativa no



contiene una referencia explícita sobre algunos subsistemas en concreto por lo que se ha utilizado la normativa vigente aplicable a ellos.

Una práctica muy común es que el propio administrador ferroviario redacte sus propias guías de diseño en conformidad a la normativa y a criterios propios obtenidos de la experiencia al trabajar en este sector. Estos documentos también han sido evaluados y tenidos en cuenta a lo largo del desarrollo del presente proyecto.

1.3 Estructura del TFG

Para hacer más accesible todo el trabajo realizado en el TFG se ha optado por dividir el proyecto en varias partes. En la Memoria se podrá encontrar entre otros apartados con un capítulo por cada subsistema que tiene lugar en el proyecto. Dentro de estos capítulos se encuentra generalmente la introducción y los objetivos que desempeña el subsistema dentro de la infraestructura, una explicación de la normativa aplicada en caso de que sea necesario interpretarla, un estudio de las alternativas, la descripción de los componentes del sistema y el diseño por el que finalmente se ha optado. En caso de ser necesario, también se podrán encontrar otros apartados que completen la información necesaria para mejorar la comprensión del capítulo.

Por otro lado se incluirán los anejos, donde estarán los planos en los que se representa el diseño final escogido, el presupuesto completo del proyecto, los cálculos eléctricos tanto (Esquemas eléctricos y dimensionamiento del centro de transformación) realizados por el software de diseño y el estudio de iluminación.

1.4 Alcance

En este proyecto se van a diseñar las instalaciones de protección civil y seguridad que son requeridas por la normativa vigente en materia de seguridad ferroviaria y las recomendaciones del administrador ferroviario. Quedan fuera del alcance de este proyecto los diseños de plataforma del túnel, la simulación CFD de la ventilación del túnel, el diseño de las instalaciones de la estación intermedia y otros criterios constructivos que no tienen que ver con los equipos de protección civil y seguridad.

1.5 Normativa

Al principio de cada capítulo se hará un listado de la normativa principal que se ha utilizado para dimensionar los sistemas. Además, se incluirán como referencias las normativas específicas que estén dentro de las descripciones de los sistemas al final del documento.

1.6 Planificación

A continuación se van a señalar los diferentes pasos que se siguen a la hora de diseñar este proyecto:

- Definir las características del túnel sobre el que se va a trabajar.
- Reunir la normativa y segmentar el túnel en diferentes partes, localizando los puntos críticos.
- Considerar las diferentes alternativas de diseño teniendo en cuenta la normativa, los requerimientos del cliente, las características constructivas y el presupuesto disponible.



- Preparar diseño preliminar.
- Montar los planos y simulaciones.
- Revisión del diseño, para localizar posibles fallos.
- Presupuesto
- Redacción de la documentación. (Memoria, Planos, Anejos y Presupuesto)
- Revisión final.
- Entrega.

2 Descripción del Túnel

2.1 Descripción del túnel

Para este proyecto se ha diseñado un túnel que recoge las características principales de los túneles ferroviarios. Para ello se han revisado varios proyectos y se han escogido varios tramos que presentan las características buscadas. Estos tramos se han unido y se ha conseguido el túnel que se presenta en el TFG.

El túnel que se contempla en este proyecto es un túnel con una longitud total de 6344m. Esta longitud se puede diferenciar en varios tramos. Por una parte, el túnel monotubo al inicio, el túnel bitubo que discurre hasta el final y la estación intermedia que sirve de transición entre ambos tubos.

La longitud y puntos kilométricos se resumen en la siguiente tabla:

	P.K. Inicial	P.K. Final	Longitud(m)
Monotubo	0+476	2+140	1664
Estación intermedia	2+140	2+320	180
Bitubo	2+320	6+820	4500

Tabla 1: Puntos Kilométricos

2.2 Túnel monotubo

Este túnel tiene su inicio en una zona descampada y se dirige hacia una zona poblada pasando por debajo de ella hasta una estación situada más adelante. A un kilómetro de distancia del comienzo del túnel y a unos 660m aproximadamente de la estación intermedia se ha colocado un pozo de evacuación que conecta el tubo con el exterior. Es posible llegar a la boca del túnel por un camino de acceso.

Es un túnel monotubo con doble vía instalada en placa de 1664m de longitud. Cuenta con una sección libre de 105m²

El túnel cuenta con pasillos de evacuación situados en los laterales destinados a la evacuación de pasajeros.



2.2.1 Pozo de evacuación

El pozo de evacuación situado en el túnel monotubo a 1000m de la boca este. Tiene un diámetro de 9 metros y una altura de 26,88 metros. Está equipado con una escalera metálica y que conectará el tubo con las salas técnicas en mitad del pozo y con la salida al exterior. En su interior albergará una sala técnica donde se colocaran los equipos de protección y seguridad.

2.3 Túnel bitubo

Este tramo del túnel comienza justo al final de la estación intermedia, que sirve de transición entre los dos tubos. Tiene dos tubos con vía única instalada en placa y una longitud de 4500m. La sección libre es de 63,6m². Por cada uno de los tubos circulara un sentido del tráfico ferroviario.

El túnel cuenta con galerías de interconexión cada 500 metros y pasillos de evacuación en ambos lados del tubo.

2.3.1 Galerías de interconexión

Se trata de unos conductos entre tubos que tienen varios propósitos. El primero es el de servir de conexión entre un tubo y otro. Y también para las tareas de mantenimiento y evacuación. Además, algunas de estas galerías se han diseñado para albergar un cuarto técnico donde ubicar los diversos equipamientos necesarios para asegurar la protección y la seguridad de los pasajeros.

Las galerías de interconexión tienen una longitud aproximada de 30 metros y en dos se ellas se localizan en la parte central unos cuartos técnicos con una longitud de 15,60 metros.

Las galerías que cuentan con cuarto técnico son las localizadas en los P.K. 3+800 y P.K. 5+300

2.4 Trazado

Desde la boca este hasta la estación intermedia el túnel discurre en línea recta con una longitud de 1664m. A partir de la estación, cuando comienza el túnel bitubo el túnel comienza una curva hacia el sur que termina aproximadamente a la mitad del recorrido, discurriendo a partir de este punto y hasta la boca oeste de forma rectilínea.

2.5 Descripción del entorno.

El túnel se sitúa atravesando una zona poblada. Tanto la boca este como la oeste tienen lugar en una zona descampada que cuenta con caminos de fácil acceso desde las carreteras circundantes. Por otra parte la estación y el pozo de evacuación se encuentran en una población.

3 Instalaciones de Protección y Seguridad

3.1 Pasillos de evacuación y pasamanos

NORMATIVA SOBRE PASILLOS DE EVACUACION Y PASAMANOS



- Reglamento (UE) Nº 1303/2014 De la Comisión de 18 noviembre de 2014 sobre la especificación técnica de interoperabilidad (ETI) relativa a la “seguridad en los túneles ferroviarios” del sistema ferroviario de la Unión Europea.

3.1.1 Introducción

En caso de accidente dentro de un túnel es necesario que los pasajeros dispongan de un camino dentro del tubo que no sea por las propias vías del tren que les conduzca a las zonas seguras. Por este motivo es necesario contemplar una zona libre dentro de la sección del túnel que no interfiera con el paso del tren. A este camino de evacuación se le llama pasillo de evacuación y se instala en los laterales del tubo.

Este pasillo dispone de una barandilla o pasamanos para facilitar la evacuación de pasajeros evitando en la medida de lo posible estancamientos en la evacuación por culpa de tropiezos o caídas.

3.1.2 Descripción del sistema

Pasillo de evacuación

Se aplica a todos los túneles de más de 0,5 km. En los túneles de vía única se construirá un pasillo como mínimo a un lado de la vía. En los túneles con vías múltiples se instalarán pasillos a ambos lados de las vías.

Los criterios mínimos para las dimensiones del pasillo de evacuación serán los siguientes.

- Anchura mínima del pasillo: 0,8m
- Altura libre mínima por encima del pasillo: 2,5m
- La altura mínima del pasillo estará al nivel de la parte superior del carril o incluso más alto.
- Se evitarán los obstáculos y los estrechamientos puntuales en la medida de lo posible. En el caso de un obstáculo no reducirá la anchura del pasillo a menos de 0,7m y la longitud del obstáculo no deberá superar los 2m.

Pasamanos

Se deberá instalar pasamanos continuos a una altura entre 0,8 m y 1,1 m por encima del pasillo. Estos pasamanos indicarán la ruta hacia las zonas seguras previamente proyectadas.

Criterios a tener en cuenta:

- Los pasamanos deberán estar fuera del galibo libre mínimo del pasillo de evacuación
- Los pasamanos formarán un ángulo entre 30º y 40º respecto al eje longitudinal.
- Consta de un pasamanos circular de $\varnothing = 45$ mm.
- El sistema de montaje no debe impedir el paso continuo de la mano.
- Se remata a 90º al final de la rampa.

Será firme y fácil de agarrar y su sistema de montaje no interferirá en el paso continuo de la mano.

A fin de dar continuidad eléctrica se conectarán a tierra mediante cable aislado de 50 mm².

3.1.3 Diseño final

En el túnel monotubo existe un pasillo de evacuación a ambos lados de la vía con una anchura de 1,20m. Esta fuera situado del Galibo y por encima del nivel de vía por lo que cumple los criterios anteriormente mencionados.

El pasamanos está instalado a una altura de 0,9m por fuera del galibo del pasillo de evacuación. Cumpliendo también con la normativa.

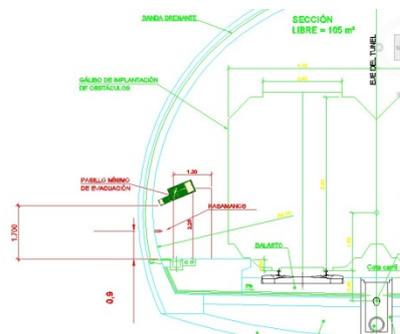


Ilustración 1: Detalle Pasillo y Pasamanos del Túnel Monotubo

En el túnel bitubo el pasillo de evacuación es de 0,87m en ambos lados de la vía con el pasamanos instalado a 1m de altura. Fuera también del galibo estático y cinemático y por encima del nivel de vía.

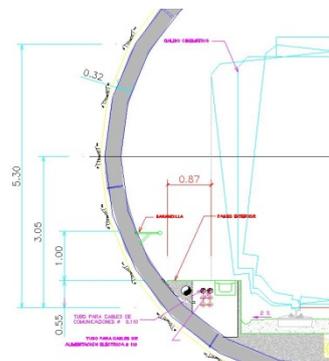


Ilustración 2: Detalle Pasamanos y Pasillo del Túnel Bitubo

3.2 Señalización de Emergencia

NORMATIVA DE APLICACIÓN PARA SEÑALIZACIÓN DE EMERGENCIA

- Reglamento (UE) Nº 1303/2014 De la Comisión de 18 noviembre de 2014 sobre la especificación técnica de interoperabilidad (ETI) relativa a la “seguridad en los túneles ferroviarios” del sistema ferroviario de la Unión Europea.



- Real Decreto 314/2006, de 17, de marzo, por el que se aprueba El Código Técnico de Edificación (CTE). Documento Básico de Seguridad de incendios (DB-SI). Documento Básico de Seguridad de Utilización y Accesibilidad (DB-SUA).
- Real Decreto 1371/2007: Modificaciones al Código Técnico de la Edificación
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (RSCIEI). Guía Técnica de aplicación: reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- NFPA 130 Standard for Fixed Guideway transit and passenger rail systems 2007 Edition

3.2.1 Introducción

La señalización de evacuación en un túnel ferroviario tiene la finalidad de guiar e informar a los pasajeros de un tren hacia las salidas de emergencia en caso de una situación de accidente.

Esta señalización es un elemento pasivo. Es fotoluminiscente, lo que garantiza que pueda ser visualizado incluso en el peor escenario posible como podría ser un accidente con corte de suministro eléctrico. Además, este equipamiento requiere un nivel de mantenimiento mínimo y con un riesgo de avería nulo.

3.2.2 Descripción del sistema

Todos los túneles con longitudes superiores a los 100m, tanto monotubo como bitubo, disponen de señalización. Se señalizan las siguientes partes:

- Las vías de evacuación.
- La información necesaria que debe ser comunicada a los personas usuarias de los recintos correspondientes para que la evacuación misma se realice de forma correcta (planos de “Ud. se encuentra aquí” o balizamientos de obstáculos).
- Las instalaciones de protección contra incendios y alumbrado también estarán señalizados (ver los apartados de las diferentes instalaciones del túnel).

Las señales en el interior del tubo indican la situación de las dos salidas de emergencia más cercanas e informan de la distancia a las zonas seguras y las direcciones preferentes a utilizar. Se dispone una señal de “Dirección de Salida de Emergencia” (Grande) asociada a la señal “Dirección de Salida de Emergencia” (Pequeña) lo largo de todo el recorrido de evacuación cada uno de los túneles en ambos hastiales.

Se utilizan las siguientes señales:

PICTOGRAMA	DESCRIPCIÓN
	<p>"Dirección de Salida de Emergencia" (Grande)</p> <p>Señal de acero para indicar direcciones, sentidos y distancias de evacuación dentro de los túneles.</p> <p>Dimensiones 632 x 316 x1 mm.</p> <p>Se coloca a lo largo de todo el recorrido de los túneles en ambos hastiales. Una señal cada 25 m al tresbolillo. Esta señal siempre se coloca asociada con la señal de "Dirección de Salida de Emergencia" (Pequeña)</p>
	<p>"Dirección de Salida de Emergencia" (Pequeña)</p> <p>Señal de acero para indicar direcciones, sentidos y distancias de evacuación dentro de los túneles.</p> <p>Dimensiones 320x 160x1 mm.</p> <p>Se coloca a lo largo de todo el recorrido de los túneles en ambos hastiales. Una señal cada 25m al tresbolillo.. Esta señal siempre se coloca asociada con la señal de "Dirección de Salida de Emergencia" (Grande)</p>

Tabla 2: Señales de emergencia

Especificaciones técnicas de interoperabilidad (ETI) sobre seguridad en los túneles de los sistemas ferroviarios transeuropeos convencional y de alta velocidad. Decisión de la Comisión de "Fecha de la nueva ETI"

- Todas las señales se ajustaran a las disposiciones de la Directiva 92/58/CEE, 24 de junio de 1992[1], relativa a las disposiciones en materia de señalización de seguridad y de salud en el trabajo.
- Esta especificación se aplica a todos los túneles de más de 100 m de longitud. La señalización de evacuación indicara las salidas de emergencia, la distancia a las zonas seguras como también la dirección hacia estas. Las señales serán instaladas sobre los hastiales a lo largo de los pasillos de evacuación. Teniendo una distancia máxima entre ellas de 50m. Además, se instalaran señales en el túnel para indicar la disposición del equipo de emergencia, en los lugares donde esté situado dicho equipo.
- Todas las puertas que conduzcan a salidas de emergencia o galerías de conexión transversal estarán señalizadas.



En el código técnico de la Edificación, más concretamente, en el apartado “Seguridad en caso de incendio” se indican los principales aspectos que las señales fotoluminiscentes deben cumplir:

- Evacuación: Deben seguir la norma UNE 23034[2]; Se señalizarán todas las salidas habituales y además las salidas de emergencia. Con las señales “Salida” y “Salida de Emergencia” También dispondrán de señalización las puertas que al encontrarse dentro de una ruta de evacuación no se utilicen para la evacuación con la señal “Sin Salida”.

En el Real Decreto 485/1997[3] sobre las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo menciona lo siguiente:

- Señalización de seguridad y salud en el trabajo: Una señalización que, referida a un objeto, actividad o situación determinadas, proporcione una indicación o una obligación relativa a la seguridad o a la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual, según proceda.
- Señal en forma de panel: Señal que por la combinación de sus características físicas proporciona una determinada información, cuya visibilidad está asegurada por una iluminación de suficiente intensidad.
- Señal adicional: una señal utilizada junto a otra señal que facilita información complementaria.

Además se contempla la norma de control UNE 23035[4] que regula la visibilidad de las señales fotoluminiscentes ante un corte de suministro eléctrico.

En el documento Standard for “Fixed guideway transit and passenger rail systems” se detalla lo siguiente:

- Las señales que indiquen la dirección de las puertas de evacuación serán instaladas a un máximo de 25 metros en intervalos en ambos lados del tubo.
- Las señales deben ser colocadas para garantizar la visibilidad por parte de los usuarios.

Descripción de las Señales

La señalización cumple con las normas UNE 23033[5], UNE 23034[2], UNE 23035[4]

Las señales que se instaladas tienen las siguientes características:

- Base de acero inoxidable de Níquel-Cromo-Molibdeno, Ni-Cr-Mo 1,4404 de al menos de 1 mm de espesor.
- Capa intermedia compuesta de capa blanca con resinas epoxídicas de alta reflexión y adherencia.



- Capa superficial de barniz de protección transparente y con alta resistencia mecánica y alta resistencia a los productos químicos y a la suciedad.
- La señalización vendrá mecanizada directamente desde fábrica. Todas las señales que utilicen tornillos para su fijación en pared vendrán mecanizadas en sus esquinas con los huecos para el uso de los tornillos.
- Toda la señalización deberá disponer serigrafiado en la esquina inferior izquierda el nombre de la empresa productora/instaladora, el código de partida de fabricación, la norma que cumple, y el modelo de señal.
- Todos los materiales utilizados estarán libres de PVC y no podrán realizarse en bases de aluminio.

Todas las señales se ajustan a lo dispuesto en el Real Decreto 485/1997[3], relativo a las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y de salud en el trabajo y en la norma ISO 3864-1[6].

La señalización de evacuación instalada dispone de los correspondientes certificados de conformidad con los requisitos y las normas indicadas, emitidos por un organismo designado oficialmente reconocido.

3.2.3 Instalación de la señalización

Para una correcta instalación de la señalización, se debe tener en cuenta:

- Separador de la pared
- Arandelas de nilón en los tornillos
- Taco de acero inoxidable.
- Tornillos inoxidables
- Marco metálico alrededor de la señal de 1.5 cm.

La fijación de las señales se realiza mediante tornillería. El número de agujeros para la fijación y las dimensiones de los mismos son proporcionales al tamaño de las señales.

En zonas de posibles filtraciones o en contacto con líquidos debe instalarse la señalización vertical dejando una separación de 1,5 cm aproximadamente con anclajes especiales antisucción mediante tacos de acero inoxidable expansivos o taco químico. Se disponen los separadores necesarios en cada tornillo. Las fijaciones deben soportar las corrientes producidas por el paso de los trenes con velocidades de hasta 350 km/h.

La altura de colocación de las señales es 1,70 metros respecto al pasillo de evacuación

La distancia entre las señales de evacuación es de 50 m en cada pasillo de evacuación y al tresbolillo con respecto al pasillo de enfrente. La señalización deberá estar coordinada con la iluminación de emergencia para optimizar la visibilidad de esta.



3.3 Suministro de Agua

NORMATIVA APLICADA AL SUMINISTRO DE AGUA

- Reglamento (UE) Nº 1303/2014 De la Comisión de 18 noviembre de 2014 sobre la especificación técnica de interoperabilidad (ETI) relativa a la “seguridad en los túneles ferroviarios” del sistema ferroviario de la Unión Europea.
- Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios (RIPCI) y Orden de 16 de abril de 1998 sobre normas de procedimiento y desarrollo del RD 1942.

3.3.1 Introducción

El suministro de agua en un túnel tiene como principal objetivo suministrar agua a los servicios de emergencia. Este suministro varía según las características constructivas de la instalación, el emplazamiento del túnel y de lo estipulado por los servicios de emergencia de la zona.

3.3.2 Descripción

Según el punto mencionado en la ETI el suministro de agua tiene que cumplir como mínimo lo siguiente:

4.2.1.7

c) Requisitos para todos los puntos de lucha contra incendios:

1) los puntos de lucha contra incendios estarán equipados con suministro de agua (de al menos 800 l/min durante dos horas) cerca de los puntos previstos para la detención del tren. El método de suministro del agua se describirá en el plan de emergencia;

Por lo tanto el tamaño del depósito tiene que ser como mínimo:

$$\frac{800l}{1 \text{ min}} \frac{60 \text{ min}}{1h} = \frac{4800l}{h}$$

$$4800l/h \times 2h = 9600l$$

$$9600l \frac{1m^3}{100l} = 96m^3$$

La ETI no especifica el método por el cual es necesario suministrar el agua. Por lo tanto la elección del suministro corre a cuenta del proyectista.

También será necesario describir en el plan de autoprotección la manera en la que los servicios de rescate accederán a este suministro de agua.

3.3.3 Instalación

Para este proyecto en concreto se ha optado por instalar dos suministros de agua diferentes. En las bocas del túnel y en la estación intermedia.

Bocas del Túnel



Para las bocas este y oeste se ha optado por instalar un depósito de 100m^3 que es superior al indicado por la normativa. Estos depósitos estarán situados en las zonas libres presentes en las bocas, de manera que no obstaculizaran las labores de evacuación y rescate.

Depósitos

Los depósitos son un tanque de superficie modular cilíndrico y es construido para uso exclusivo de la instalación contra incendios.

El depósito es de Categoría 1 según la norma UNE 23500[7] cuyas características más importantes son:

- 100% de capacidad en función de la reserva calculada.
- Agua dulce no contaminada o tratada.
- Periodo de garantía para utilización ininterrumpida de 15 años.

El depósito dispone de al menos de los siguientes elementos auxiliares:

- Boca de hombre.
- Escaleras de acceso.
- Rebosadero.
- Boca de vaciado.

Las dimensiones de los depósitos son 6,24 m de diámetro y 4,85 m de altura.

Dicho depósito está fabricado en planchas de acero galvanizado de 2,5 m de largo por 1,25 m de ancho que solapan unas sobre otras y están atornilladas in situ. El espesor de estas planchas es función del diámetro y la altura del depósito. Además se impermeabiliza el interior mediante una membrana de PVC de 0,9 mm de espesor.

Los tornillos del ensamblaje son especiales de cabeza redonda que trabajarán como remaches y se unen con una masilla adhesiva a base de poliuretano de gran adherencia para conseguir que el tanque quede perfectamente sellado y estanco.

Tanto las planchas como el resto de materiales deben estar sometidos a tratamiento de galvanizado en continuo que supere los 275 grs de zinc/ m^2 . El resto de las piezas (angulares, tornillería, escalera,...) son galvanizadas en caliente conforme a la norma BS EN 10142 1991[8].

El depósito está provisto además de un techo de chapa acanalada de acero galvanizado y lacado, dispuesto en horizontal con una ligera caída a dos aguas, o bien cualquier otro mecanismo que permita evacuar la lluvia al exterior.

Además son suministrados los siguientes componentes:

- Plataforma en el techo.
- Caperuza de ventilación en el techo.
- Indicador de nivel manométrico.
- Una boca de hombre en la cubierta de 600 mm en la primera virola.



- Un codo interno de aspiración.
- Una placa antivórtice.
- Conexión y brida de aspiración.
- Conexión por brida para el llenado, con carcasa para flotador y válvula automática incluida en el suministro.
- Conexión por brida, para el drenaje, con válvula incluida.
- Conexión por brida, para rebosadero.
- Conexión por brida, para el retorno.
- Chivato de rebose.
- Resistencia eléctrica antihielo si se considera necesario.

El depósito dispone de una base de hormigón. La losa es de Hormigón HA-30 de dimensiones:

- Largo: 7,00 metros.
- Ancho: 7,00 metros.
- Espesor 0,40 metros.

El terreno debe ofrecer una resistencia mínima de $107,25 \text{ KN/m}^2$ cuando la altura del depósito sea inferior a 6 m y de 134 KN/m^2 si es superior a 6 m.

Por lo tanto, previo a la construcción de la cimentación del depósito es necesario conocer el comportamiento del terreno. Para ello se realizan trabajos de inspección y caracterización del subsuelo afectado por la obra, con el objeto de verificar la capacidad de carga del mismo. Toda esta información será recogida en un documento que requerirá la firma de un técnico competente.

El depósito dispone de las válvulas necesarias para el correcto funcionamiento de los equipos.

Las condiciones del suministro de agua deben reportarse al centro de control mediante señales que informen sobre la presión, caudal, nivel de llenado, temperatura, estado de apertura de las válvulas, etc.

El sistema de llenado se realiza mediante vehículo autobomba, existiendo un control del nivel mediante sensor hidrostático sumergible, con señales de mínimo, máximo y rebose que se llevarán al PLC correspondiente para que pueda ser controlado a través del centro de control.

Asimismo, la presurización del sistema de extinción de incendios previsto a lo largo del túnel se realiza a cargo del camión de bomberos, eliminando así la sala de bombas.

Estación intermedia

Por otra parte, el otro suministro de agua estará situado en la estación intermedia ya que se ha designado esta zona como “punto de lucha contra el fuego”. Al estar situado bajo una zona urbana se ha considerado la instalación de un hidrante en el exterior al cual podrán acoplarse los servicios de emergencia y rescate en caso de ser necesario. Una vez conectados, los servicios de rescate utilizarían sus propios medios para extinguir el fuego.

3.4 Zonas Seguras y Caminos de Acceso

NORMATIVA APLICADA A LAS ZONAS SEGURAS Y CAMINOS DE ACCESO

- Reglamento (UE) Nº 1303/2014 De la Comisión de 18 noviembre de 2014 sobre la especificación técnica de interoperabilidad (ETI) relativa a la “seguridad en los túneles ferroviarios” del sistema ferroviario de la Unión Europea.

3.4.1 Introducción

En el caso de un accidente dentro de un túnel es necesario disponer de una zona en la cual puedan situarse los pasajeros del tren y su seguridad esté garantizada. Además estas zonas deben estar preparadas para que los equipos de rescate puedan acceder a ellas con facilidad.

3.4.2 Descripción de las instalaciones

Zonas seguras

Según la ETI estas instalaciones se contemplan para túneles de más de 1000 m.

Se establece como superficie mínima de la zona segura 500m²

- Una zona segura permitirá la evacuación de los trenes que utilicen el túnel. Tendrá una capacidad acorde con la capacidad máxima de los trenes que se prevea que circulan por la línea donde se localiza el túnel.
- La zona segura garantizará condiciones de supervivencia para pasajeros y personal del tren durante el tiempo necesario para realizar una evacuación completa desde la zona segura hasta el lugar seguro final.
- En caso de zonas seguras subterráneas o submarinas, las instalaciones permitirán que las personas se desplacen desde la zona segura hasta la superficie sin tener que volver a entrar en el tubo afectado del túnel
- El diseño de una zona segura y su equipamiento deberá tener en cuenta el control de humos para, en particular, proteger a las personas que utilicen las instalaciones de autoevacuación.

Caminos de acceso

Según la ETI estas instalaciones se contemplan para túneles de más de 1000 m.

- Las zonas seguras serán accesibles para las personas que inicien la autoevacuación desde el tren así como para los servicios de intervención en emergencias.
- Se elegirá una de las siguientes soluciones para el acceso desde el tren hasta la zona segura:
 - Salidas de emergencia a la superficie laterales y/o verticales. Deberá haber este tipo de salidas como mínimo cada 1000m



- Galerías de conexión transversales entre tubos independientes y contiguos del túnel que permitan utilizar el tubo contiguo del túnel como zona segura. Deberán disponerse estas galerías de interconexión transversales como mínimo cada 500m
- Se permiten soluciones técnicas alternativas que proporcionen una zona segura con nivel de seguridad, como mínimo, equivalente. El nivel de seguridad equivalente para pasajeros y personal del tren se verificará mediante el método común de seguridad para la evaluación del riesgo.
- Las puertas de acceso desde el pasillo de evacuación a la zona segura tendrán una abertura libre de al menos 1,4m de ancho y al menos 2m de alto. De manera alternativa, se permite utilizar múltiples puertas contiguas de menor anchura siempre que se verifique que la capacidad total de paso de personas es equivalente o superior.
- Una vez atravesadas las puertas, la abertura libre deberá seguir siendo al menos de 1,5m de ancho por 2,25m de alto.
- Se describirá en el plan de emergencia el modo en el que los servicios de intervención en emergencias accederán a las zonas seguras.

3.4.3 Diseño final

El túnel está dotado de zonas de rescate de mínimo 500 m² en cada una de sus bocas y accesos. A 1000m de la boca este del túnel se ha situado un pozo de evacuación que conduce a los usuarios fuera del túnel a una zona exterior en mitad de una población, lo que se considera como zona segura, por lo tanto no es necesario proyectar una zona nueva.

En el caso de los túneles bitubo se contemplará como zona segura el tubo que no en el que no se encuentre la incidencia. Esto es así ya que se asegurará la sectorización de la infraestructura a través de galerías de interconexión con sus correspondientes puertas a prueba de presión.

Los accesos previstos para los servicios de emergencia son las bocas de los túneles. El terreno en las bocas se prepara para poder acceder con un vehículo pesado al túnel, a través de las puertas del vallado perimetral.

Los caminos de acceso cumplen con la ETI al tener dimensiones superiores a 2,25 m de ancho y 2,25 m de alto.

3.5 Detección de Incendios

NORMATIVA APLICADA A LA DETECCIÓN DE INCENDIOS



- Reglamento (UE) N° 1303/2014 De la Comisión de 18 noviembre de 2014 sobre la especificación técnica de interoperabilidad (ETI) relativa a la “seguridad en los túneles ferroviarios” del sistema ferroviario de la Unión Europea.
- NTP 215: Detectores de humos

3.5.1 Introducción

Un túnel es una instalación cerrada por la que circulan vehículos que expelen gases potencialmente contaminantes y dañinos para la salud de las personas. Este hecho unido a una mala ventilación puede dar lugar a la acumulación de concentraciones de gases en niveles superiores a los recomendados por los niveles de seguridad y podrían causar algún problema en el caso de no ser controlados.

Algunos de los problemas derivados de la acumulación de gases podría ser por ejemplo la intoxicación de los pasajeros en caso de una evacuación de un tren o explosiones debidas a bolsas de gas combustible.

Por lo tanto se va a realizar un estudio de los gases presentes, la humedad relativa y la temperatura.

Además en los túneles ferroviarios existen salas destinadas a la colocación de los equipos eléctricos, control y radiocomunicaciones. Estas salas suelen tener una carga de fuego apreciable por lo que es necesario monitorizar su estado de manera continua.

Gases monitorizados

Para los túneles ferroviarios los principales gases que se monitorizan según sus efectos nocivos son los siguientes:

- Monóxido de carbono (CO): Es un gas incoloro, inodoro y no irritante cuya emisión procede de la combustión deficiente de los combustibles utilizados por los trenes. Este gas no es detectable por los sentidos humanos, por ello se le considera de alta peligrosidad debido a que es altamente tóxico. En concentraciones altas produce la inconsciencia y anula la capacidad de la sangre de intercambiar oxígeno lo que produciría muerte por asfixia de tener lugar una exposición prolongada al gas.
- Dióxido de carbono (CO₂): Al igual que el CO, este gas resulta indetectable para los sentidos humanos. Su principal característica es que es más pesado que el aire por lo que se acumula en zonas bajas, especialmente en ambientes cerrados. Este gas, de ser inhalado en grandes cantidades produce un efecto de hiperventilación, lo que unido a la presencia de otros gases nocivos aceleraría la intoxicación de las personas.
- Óxidos de Nitrógeno (NO_x): Tanto el NO como el NO₂ surgen a partir de la combustión de los vehículos, especialmente de los diesel. Estos gases se consideran como tóxicos debido a su capacidad de afectar a las vías respiratorias humanas. La combinación de ambos gases con el agua da lugar al HNO₃ que es el responsable de la lluvia ácida.

Sensores



La monitorización de los gases mencionados anteriormente se realiza con sensores de varios tipos. A continuación se detallan los principales grupos de sensores que se utilizan en estas infraestructuras.

Sensores electroquímicos: Un sensor electroquímico está formado básicamente por dos electrodos. Uno de ellos se utiliza para detectar el gas y el otro electrodo sirve como referencia. Estos dos electrodos se encuentran dentro de una carcasa junto a un líquido electrolítico. El principio de funcionamiento se basa en la oxidación o reducción del gas al entrar en contacto con el electrodo. Al producirse esta reacción es posible medir el sentido de la corriente de electrones lo que permite diferenciar el gas en cuestión.

Entre sus características principales se pueden destacar las siguientes:

- **Selectividad:** En comparación con otro tipo de sensores, los sensores electroquímicos proporcionan una gran selectividad para el gas que fueron diseñados, es decir, pueden aislar mejor el gas a detectar que otro tipo de sensor.
- **Expectativa de vida:** La expectativa de vida de este tipo de sensores ronda los 2 años de vida, según la exposición al gas.
- **El rango de gases que pueden ser analizados está cerca de los 30, con una precisión de ppm. Aunque los gases para los que se utilizan principalmente son CO, CO₂, NO₂, SO₂, H₂S. y Cl₂.**

Sensores infrarrojos: Se basan en la absorción de radiación infrarroja. La cantidad de radiación infrarroja que es absorbida es diferente en función del gas al que se exponga. Por ello es posible determinar la concentración del gas comparando la cantidad absorbida con una muestra de referencia.

Sus principales características son:

- **Robustez:** debido a que el sensor no interactúa físicamente con el gas, no se quema ni se satura, lo que se traduce en un deterioro menor en comparación con otros sensores.
- **Velocidad de respuesta**
- **Vida prolongada**
- **Mantenimiento bajo.** La frecuencia de calibración y mantenimiento es muy baja.

Descripción del sistema

Esta especificación se aplica a los túneles de más de 1km de longitud.

Las salas técnicas estarán equipadas con detectores que alerten al administrador de la infraestructura en caso de incendio.

Dado que se prevé la circulación de trenes diesel se instalará un sistema de detección de gas, temperatura y humedad y un sistema opacímetro.

La señal que proporcionan estos detectores es continua y proporcional a la detección de gas, temperatura y humedad, por lo que se puede tener un registro de tendencias y asignar o modificar los correspondientes niveles de alerta y alarma.



Los parámetros que se monitorizaran serán los siguientes:

Parámetro	Rango
Porcentaje de oxígeno (O ₂) en el aire.	0-25%
Partes por millón (ppm) de CO	0-300ppm
Partes por millón (ppm) de CO ₂	0-5000ppm
Partes por millón de NO ₂ .	0-20 ppm
Temperatura	
Humedad relativa.	

Tabla 3: Monitorización

PARÁMETRO	UMBRAL DE ALERTA	UMBRAL DE ALARMA
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 _i es la concentración, en ppm, en el intervalo de tiempo t _i) ($\sum_{i=1}^n t_i$ = tiempo total de exposición, en minutos)
Contenido de CO ₂	2000 ppm (2)	40000 ppm (2)
Contenido medio en NO _x	3 ppm	5 ppm

Tabla 4: Rangos de alarma

3.5.2 Componentes del sistema

Los componentes utilizados en el subsistema de detección de incendios deben cumplir los requisitos para componentes de tipo I o tipo II según la norma UNE-EN 54-13[9]

Se debe diseñar la instalación para minimizar los efectos de las averías y reducir al máximo el número de falsas alarmas.

Se dividirán las zonas de la infraestructura de acuerdo al plan de emergencia y evacuación.



Se crearan zonas de detección para hacer posible la detección del origen de cualquier incidencia. También se identificarán las señales procedentes de los pulsadores de emergencia para evitar errores en las indicaciones.

Tipos de detectores

La elección de los detectores dependerá generalmente de la capacidad del sensor para proporcionar una advertencia fiable bajo las condiciones existentes en la zona de colocación. No existe un tipo de sensor más adecuado que otro, la elección definitiva depende de las circunstancias individuales. Normalmente se utiliza una combinación de sensores para maximizar el rango de detección y de advertencia.

- Detectores de Humo
 - Tipo óptico: sensibles a partículas procedentes de materiales que arden sin llama
 - Cámara de ionización : sensible a las partículas pequeñas de incendios con llama que arden rápidamente
 - Detector lineal de haz: detectan el oscurecimiento de un haz por lo que son adecuados para grandes superficies.

Los detectores de humo no son sensibles a los productos emitidos por líquidos que se queman limpiamente como el alcohol.

- Detector de Calor

Son los sensores menos sensibles de todos los tipos. Normalmente son capaces de producir una alarma cuando las llamas están a un tercio de distancia de la altura a la que están instalados.

- Detectores de llama

Son capaces de detectar la radiación emitida por los incendios. Los hay de tipo infrarrojo, ultravioleta o de una combinación de ambos. Son los sensores que responden con mayor velocidad de los tipos existentes.

Cabe destacar que como son incapaces de detectar incendios sin llama no se pueden considerar detectores para uso general. Sin embargo se recomienda instalarlos de manera que haya una línea directa entre la zona a vigilar y el detector.

Poseen la característica de que no es necesario colocarlos en los techos, ya que la radiación se puede detectar desde cualquier posición.

Pulsadores

Es recomendable que los pulsadores de alarma sean del mismo modelo a lo largo de toda la instalación. Esto facilitará las tareas de integración. Debe comprobarse que las señales de los pulsadores no se mezclan para evitar posibles confusiones a la hora de detectar un incendio.

Los pulsadores de alarma deben colocarse de manera que sean accesibles por cualquier persona que descubra un incendio.



Alarmas sonoras

Se incluirán alarmas sonoras para informar de un incendio a las personas que se encuentren en la zona y que no estén informados de la emergencia.

3.5.3 Criterios para la colocación de los detectores

Detectores de calor y humo

Se debe limitar la cobertura de cada detector. Para ello se debe tener en cuenta

- Emplazamiento y separación
- Área de cobertura
- Distancia entre la zona vigilada y el detector más próximo
- Paredes
- Flujo de aire
- Posibles obstrucciones

Detectores de llama

- Distancia en línea recta en toda la zona de vigilancia y el detector más próximo
- Presencia de barreras de radiación
- Fuentes de radiación (interferencias)

Pulsadores de alarma

- Se deben colocar en las rutas de escape, en cada puerta, ya sea en el interior o en el exterior que comunique con escaleras de emergencia y en cada salida al exterior. Es posible también elegir sitios que no tengan las características anteriormente nombradas pero que al estar cerca de una zona con riesgo especial pueda constituir un buen emplazamiento para el pulsador de alarma.
- Es necesario contemplar la presencia de personas con movilidad reducida en la instalación para instalar los pulsadores de manera que tengan fácil acceso a ellos.
- Es necesario que los pulsadores sean claramente visibles, identificables y accesibles.

Alarma

- Deben estar situadas de manera que proporcionen un nivel auditivo por encima de los mínimos recomendados en toda el área de cobertura.
- Debe resultar audible por encima de cualquier ruido ambiental
- El sonido utilizado para informar de un incendio debe ser común a todas las alarmas sonoras de la instalación

3.5.4 Instalación

En la normativa técnica se establece que debe existir un sistema de detección de incendio en las zonas con carga de fuego. Esta carga de fuego va estar compuesta por el equipamiento eléctrico de



las salas técnicas presentes en el pozo y en las galerías de interconexión. Además también se ha considerado la instalación de detección de incendios en las galerías de interconexión a pesar de que la carga de fuego en esas zonas es muy baja.

Se va a diferenciar entre dos sistemas. Un sistema convencional y un sistema analógico. El sistema convencional se utilizara para las salas técnicas compuestas de un solo cuarto, como serán las galerías de interconexión y la sala técnica del pozo de evacuación. Para las galerías de interconexión con sala técnica, que están compuestas por varios cuartos, se ha optado por instalar un sistema de detección analógico.

Sala técnica del pozo de evacuación

Para esta sala técnica se ha optado por la instalación de un sistema convencional compuesto por una sola zona de detección ya que el cuarto está formado por una sola habitación. Este sistema dispondrá de dos detectores de humo convencionales de modo que se permita la detección cruzada. Esto se hace duplicando los sensores para desechar posibles falsas alarmas. También se ha instalado un pulsador en el exterior de la sala para dar aviso manual en caso de incidencia. Por último se ha instalado una sirena en la pared exterior de la sala, que en caso de incendio alertara a los usuarios del pozo.

Galerías de interconexión

En las galerías de interconexión se instalara un sistema convencional de detección de incendio compuesto por una central convencional, dos detectores de humo, dos pulsadores y una sirena. Este sistema también dispone de detección cruzada y una sola zona de detección.

- *Sistema convencional*

Los sistemas convencionales son los sistemas más sencillos para la detección de incendios. Están compuestos por un solo lazo y un número pequeño de zonas de detección. (Normalmente igual o menor a 8 zonas). El número de dispositivos que se pueden asociar a estos sistemas es también menor en comparación con otros sistemas disponibles. El problema que presentan estos sistemas es que no son capaces de proporcionar nivel de alarma independiente por cada detector, si no que la alarma está asociada a todo el lazo. Por este motivo se instalara en las zonas que solo tengan una zona de detección.

Debido a la sencillez de estos sistemas su zona de aplicación suele ser pequeñas y medianas instalaciones. En el caso de este proyecto se utilizara para la sala técnica del pozo y las galerías de interconexión.

Características

• Alimentación:	230 Vac; 50Hz ±15%; 50/60Hz; 1,6A
• Tensión de salida:	18,5 - 28,5Vdc
• Temperatura de funcionamiento:	-5°C a +45°C
• Condiciones ambientales:	5% a 95% HR sin condensación
• Carcasa:	plástico ABS resistente al fuego
• Peso:	2kg (sin baterías)
• Dimensiones en mm:	356 (ancho) x 318 (alto) x 96 (fondo)
• Aprobado según:	EN54-2:1997 + A1:2006, EN54-4:1997 + A1:2002 + A2:2006
• Certificado CPD:	0786-CPD-20797

Ilustración 3: Características de la central convencional

SD-851TE A

Detector óptico-térmico de humo



Detector combinado óptico-térmico de humo convencional. Recomendado para fuegos de evolución lenta y rápida. Incorpora algoritmo de compensación. Mediante el programador inalámbrico S300RPTU se puede realizar una prueba de equipo, una lectura de los niveles de suciedad, visualizar la fecha de fabricación del último mantenimiento, modificar la sensibilidad, anular el parpadeo del led y asignar una dirección, de la 1 a la 255. Incluye led bicolor para indicar el estado del sensor y salida para indicador remoto.

Características

• Tensión de funcionamiento:	8 a 30V (Nominal 12/24Vdc)
• Máxima corriente en reposo:	65µA (típica)
• Máxima corriente en alarma:	permitida (LED encendido) 80mA a 24Vdc (limitado por central)
• Temperatura de funcionamiento:	-30°C a +70°C
• Humedad ambiental:	5% a 95% HR (sin condensación)
• Carcasa:	PC/ABS de color marfil
• Peso:	115g (caja de 10 Uds. 1,300kg)
• Dimensiones en mm:	102 Ø x 57 (alto) montado en base B401
• Sección de cable:	0,75mm ² - 2,5mm ²
• Cumple:	EN54-7
• Certificado CPD:	0832-CPD-0087

Ilustración 4: Detector Convencional

Salas técnicas de las galerías de interconexión

Esta zona está compuesta por cuatro cuartos independientes, cada uno de estos albergará equipamiento eléctrico por lo que es necesario garantizar la detección en cada uno de ellos.

Se instalara una central analógica que distinguirá entre cuatro zonas de detección independientes con dos detectores por cada sala, también se instalaran dos pulsadores en el ambas entradas a la galería y una sirena de alarma en el centro del pasillo de la sala.

- *Sistema analógico*

Estos sistemas tienen un rango de aplicación más amplio, es posible controlar hasta 8 lazos de detección. Y un número superior a 300 detectores.

Además cuentan con la característica especial de proporcionar una señal de alarma por cada uno de los detectores instalados. Haciendo posible distinguir diferentes zonas de detección dentro del mismo lazo de control. Por ello se instalara en las zonas en las que debido a su arquitectura se cuente con varios cuartos independientes y necesite la instalación de un detector único

Características	
• Alimentación:	230V, 50Hz
• Consumo de corriente:	1,6A
• Máxima corriente de salida en alarma:	1A
• Salida de fuente auxiliar:	24Vcc / 250mA
• Salida del lazo analógico:	22,5 - 26,4Vcc / 0,5A (consulte el programa de cálculo de baterías y de lazo)
• Contactos de relé:	30V / 1A
• Temperatura de funcionamiento:	de -5°C a 45°C (+5°C a 35°C recomendada)
• Humedad relativa:	de +5% a 95%
• Índice de protección:	IP30
• Peso:	6Kg aprox. (sin baterías)
• Dimensiones en mm (cabina estándar):	380 (ancho) x 365 (alto) x 110 (fondo)
• Con certificado CPD:	0786-CPD-20851 EN54 parte 2 y 4

Ilustración 5: Características central analógica

IRX-751CTEM-W (SMART4)

Detector óptico-térmico-IR-CO analógico blanco



Incorpora cuatro elementos de detección independientes para actuar como un único equipo: detección de CO (con célula electroquímica) para supervisión de los productos de CO procedentes de un fuego, detección IR para medir los niveles de radiación en el ambiente y los parámetros de las llamas, la detección óptica y la térmica. Dispone de dos leds para la indicación de alarma y salida para indicador remoto. Direccionamiento decádico 01 a 159.

Características

• Tensión de funcionamiento:	15 - 28Vcc
• Corriente en reposo:	200µA a 24Vcc (sin comunicaciones) / 300µA a 24Vcc (parpadeo LED cada 5 seg.)
• Máx. corriente en alarma:	3,5mA a 24Vcc (LED rojo encendido)
• Temperatura de funcionamiento:	de -20°C a +55°C
• Humedad relativa:	de 15% a 90% (sin condensación)
• Carcasa:	PC/ABS de color blanco
• Peso:	176g (con base)
• Dimensiones en mm:	102 Ø x 66 (alto) montado en base B501AP
• Aprobado según los requisitos de:	EN54-7, EN54-5
• Certificado CPD:	0832-CPD-0527

Ilustración 6: Características Detector Analógico

M5A-RP02FF-N026-41 **Pulsador de alarma rearmable para sistemas analógicos**

Pulsador de alarma direccionable de 01 a 159, rearmable y con aislador de cortocircuitos incorporado. Incluye led de estado, tapa de protección contra rotura accidental y llave para pruebas manuales.

Características

• Consumo:	200µA en reposo y 7mA en alarma.
• Peso:	160g
• Dimensiones en mm:	89 (ancho) x 93 (alto) x 27,5 (fondo).
• Aprobado según los requisitos de:	EN54-11.
• Certificado CPD:	0832-CPD-0702

Ilustración 7: Características pulsador

3.5.5 Integración en el sistema informático

Los conjuntos de sensorización con su unidad procesadora son de fácil integración en el sistema informático por medio del BUS de comunicaciones (RS 485 a 2 hilos). Se trata de un BUS de campo con protocolo MODBUS que permite integrar sobre un BUS hasta 1200 m. de longitud varios conjuntos de sensorización. Se empleará un cable de cobre electrolítico estañado según la norma UNE 21064[10]. El BUS se conecta a los PLC's del sistema de comunicaciones y control situados en la galería de evacuación y en las bocas de los túneles. La velocidad de transmisión de diseño para el sistema será de 1000 baudios.

Cada conjunto de sensores irá conectado a dos PLC's diferentes con el fin de proporcionar una instalación lo más redundada posible. De este modo, en caso de que uno de los PLC's a los que están conectados los sensores perdiera la comunicación con el CPS, se mantendría la comunicación por el otro, garantizando así que el CPS tenga la información de los sensores.

3.6 Extinción de incendios

NORMATIVA APLICADA A LA EXTINCIÓN DE INCENDIOS

- Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios (RIPCI) y Orden de 16 de abril de 1998 sobre normas de procedimiento y desarrollo del RD 1942.
- Reglamento (UE) Nº 1303/2014 De la Comisión de 18 noviembre de 2014 sobre la especificación técnica de interoperabilidad (ETI) relativa a la "seguridad en los túneles ferroviarios" del sistema ferroviario de la Unión Europea.



3.6.1 Introducción

Es la supresión de un incendio en su etapa temprana en aquellas zonas que no se tenga previsto la permanencia de personas. Debido a que no existe una normativa que sea precisa en cuanto al tipo de sistema de extinción de incendios, la elección de la solución suele estar en manos del cliente o del proyectista. Esto significa que o bien el cliente solicita una solución concreta y los proyectistas dimensionan el sistema de acuerdo a las características de la infraestructura o es el propio proyectista el que decide bajo su propio criterio el sistema de extinción de incendios.

También, debido a que el sistema de extinción de incendios está ligado al sistema de detección, de evacuación y a las acciones de los equipos de rescate, es necesario a la hora de diseñar el sistema de extinción tener en cuenta factores como los protocolos de actuación de los equipos de rescate, la ubicación del túnel, el tipo de suministro de agua en caso de que lo hubiera o la zona que se quiere proteger dentro del túnel.

En este caso al no haber ninguna restricción por parte de un cliente se van a elegir los sistemas libremente. Siguiendo los siguientes criterios:

- Se va a suponer que los equipos de evacuación portaran en caso de actuación sus propios medios para apagar el fuego (mangueras, autobombas, equipos de presión)
- Como se ha indicado en el apartado del suministro de agua. Existen depósitos de agua en las bocas del túnel y una conexión a hidrante en el exterior del pozo de evacuación y en la estación a los que los equipos de rescate se pueden acoplar de ser necesario.
- Las zonas que se van a proteger con sistema de extinción de incendios son únicamente las que presentan carga de fuego como son los cuartos técnicos
- Como se ha indicado en el apartado de sectorización. Las salas técnicas del pozo y de las galerías de interconexión quedaran aisladas del resto de instalaciones en caso de incendio por lo que se pueden suponer estancas.
- No se contemplara la extinción dentro de los tubos de los túneles.

3.6.2 Interpretación de la normativa

Requerimientos ETI 2014: 4.4.2 Plan de emergencia del túnel:

- b) El plan de emergencia será coherente con las instalaciones existentes de autorrescate, evacuación, extinción de incendios y rescate.



Si bien es cierto, la ETI 2014 no determina la necesidad de proyectar un sistema de detección de incendios automático. La siguiente normativa indica que:

Según el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, en su Instrucción Técnica Complementaria ITC-RAT 14, Instalaciones Eléctricas De Interior:

“... b) Sistemas de extinción.

...

b.2) Sistemas fijos.

En aquellas instalaciones con transformadores cuyo dieléctrico sea inflamable o combustible de punto de combustión inferior a 300°C y potencia instalada de cada transformador mayor de 1000 kVA en cualquiera o mayor de 4000 kVA en el conjunto de transformadores, deberá disponerse un sistema fijo de extinción automático adecuado para este tipo de instalaciones. Asimismo en aquellas instalaciones con otros equipos cuyo dieléctrico sea inflamable o combustible de punto de combustión inferior a 300°C y con volumen de aceite en cada equipo mayor de 600 litros o mayor de 2400 litros en el conjunto de aparatos también deberá disponerse un sistema fijo de extinción automático adecuado para este tipo de instalaciones. Se dispondrá de un sistema de alarma que prevenga al personal de la actuación del sistema contra incendios, provisto de un tiempo de retardo suficiente para poder evacuar el recinto.

Si la instalación de alta tensión está integrada en un edificio de uso de pública concurrencia y tiene acceso desde el interior del edificio dichas potencias se reducirán a 630 kVA y 2520 kVA y los volúmenes a 400 litros y 1600 litros respectivamente. La actuación de estos sistemas fijos de extinción de incendios será solamente obligatoria en los compartimentos en los que existan aparatos con dieléctrico inflamable o combustible.

Si los transformadores o equipos utilizan un dieléctrico de punto de combustión igual o superior a 300°C podrán omitirse las anteriores disposiciones, pero deberán instalarse de forma que el calor generado no suponga riesgo de incendio para los materiales próximos.

Las instalaciones fijas de extinción de incendios podrán estar integradas en el conjunto general de protección del edificio. Deberá existir un plano detallado de dicho sistema, así como instrucción de funcionamiento, pruebas y mantenimiento.

En el proyecto de la instalación se recogerán los criterios y medidas adoptadas para alcanzar la seguridad contra incendios exigida...”

Normativa sobre extintores

Si bien la ETI no comenta nada de extintores, dado que los cuartos técnicos son las zonas del túnel donde hay una mayor carga de fuego, se utiliza el criterio del Código Técnico de la Edificación en cuanto a la necesidad de extintores y las distancias hasta uno de ellos. Y la siguiente normativa indica que:

Según el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, en su Instrucción Técnica Complementaria ITC-RAT 14, Instalaciones Eléctricas De Interior:

“... b) Sistemas de extinción.

b.1) Extintores móviles.

Se colocará como mínimo un extintor de eficacia mínima 89B, en aquellas instalaciones en las que no sea obligatoria la disposición de un sistema fijo, de acuerdo con los niveles que se establecen en b.2). Este extintor deberá colocarse siempre que sea posible en el exterior de la instalación para facilitar su accesibilidad y, en cualquier caso, a una distancia no superior a 15 metros de la misma. En caso de instalaciones ubicadas en edificios destinados a otros usos la eficacia será como mínimo 21A-113B.

Si existe un personal itinerante de mantenimiento con la misión de vigilancia y control de varias instalaciones que no dispongan de personal fijo, este personal itinerante deberá llevar, como mínimo, en sus vehículos dos extintores de eficacia mínima 89B, no siendo preciso en este caso la existencia de extintores en los recintos que estén bajo su vigilancia y control.

3.6.3 Implementación

Extintores

Se dispondrá de un extintor manual de 5 kg de CO₂ en las salas técnicas que dispongan de equipos eléctricos de eficacia 89B.

Todas salas técnicas dispondrán de un extintor de 6 kg de polvo polivalente ABC de eficacia 21A-144B.

Se colocaran de manera que la distancia a recorrer desde la zona a proteger hasta la posición del extintor sea siempre menor a 15m.

Todos los extintores deberán señalizados con la señal “Extintor” y deberán cumplir con lo indicado en el apartado de señalización del presente proyecto.



Ilustración 8: Señal de extintor

Extinción en salas técnicas

En los cuartos técnicos se prevé emplear un sistema de extinción automático mediante inundación total de gas extintor Novek 1230 Este gas se caracteriza por su amplio margen de seguridad en áreas ocupadas (actualmente no existe ningún agente extintor con un margen tan amplio). No daña la capa de ozono ni deja residuos tras su aplicación, tiene una vida de 5 días en la atmosfera. Este producto está ampliamente aceptado como sustituto del halón 1301. Al ser un gas almacenado a alta presión (entre 25 y 42 bar), los cilindros pueden ubicarse a mayor distancia del riesgo que otros agentes



extintores como el FM-200, por tanto, permite una mayor flexibilidad en cuanto al diseño del sistema. El sistema estará compuesto por bombonas de dicho gas, tuberías de distribución, valvulería necesaria y elementos descargadores.

Se colocara en las salas técnicas de las galerías de interconexión y en el cuarto técnico del pozo de evacuación. Se tendrá en cuenta que las salas estarán la mayor parte del tiempo deshabitadas y en el caso de un incendio no habrá personas en su interior. Por ello, se cree que la instalación de este tipo de sistema de extinción es la más adecuada, ya que no dispone de un mantenimiento tan elevado como otro sistema de extinción como el agua nebulizada o que no trabaja a presiones tan altas como el CO₂ o los gases inertes.

El principio de funcionamiento es el desplazamiento de oxígeno por un gas no inflamable lo que impide que la combustión continúe.

3.7 Sectorización

3.7.1 Introducción

La sectorización es una de las principales medidas pasivas para el control de incendios dentro de un túnel. Esto se consigue con la instalación de barreras físicas tales como puertas, compuertas y rejillas que evitan la propagación del humo o el fuego durante el desarrollo de un incendio o una situación crítica, ya que aíslan unas zonas de otras.

3.7.2 Descripción

Asegurar la sectorización de una instalación permite tener un mayor control sobre cualquier incidente. Asimismo es posible garantizar la seguridad de los usuarios debido a que es posible determinar que zonas van a estar libres de peligro con antelación.

Para ello se recurre principalmente a puertas y compuertas que dividen el túnel en una serie de módulos diferenciados. Para poder segmentar el túnel adecuadamente es necesario llevar a cabo un estudio de la arquitectura del túnel para determinar las zonas críticas.

Estas zonas críticas suelen ser los tubos, las galerías de interconexión, las salas técnicas, los pozos de evacuación y como normal general cualquier zona que sirva de conexión entre dos zonas. Dentro de estas zonas suelen existir habitaciones en las que se colocan por ejemplo equipamiento eléctrico que necesita de unas condiciones ambientales concretas para asegurar su mantenimiento por lo que se instala un sistema de ventilación (se detalla en el apartado de ventilación de cuartos técnicos). Este sistema de ventilación cuenta con unas canalizaciones y rejillas que han de ser diseñadas para asegurar la sectorización.

Para este proyecto en particular se han determinado como zonas críticas las siguientes partes por los motivos que se mencionan a continuación:

- Cuarto Técnico del pozo de evacuación: este cuarto se encuentra en el pozo de evacuación que forma parte de la ruta de escape en el tramo monotubo del túnel. Por ello es necesario



aislar el contenido de la sala con el exterior de esta en caso de producirse un incendio para no llenar la escalera que conecta el nivel de vía con la salida al exterior de humo.

- Galerías de interconexión: Desde el comienzo del túnel bitubo tienen lugar una serie de galerías de interconexión que comunican ambos tubos. Estas galerías forman parte del sistema de evacuación por lo que es de vital importancia asegurar su aislamiento en caso de incendio. Además estas galerías están adyacentes al tubo por lo que es necesario proporcionar protección contra las sobrepresiones producidas por el efecto “pistón” que causa el paso de los trenes en el tubo.
- Cuartos técnicos de las galerías de interconexión: en dos de las galerías tienen lugar unos cuartos técnicos que albergan equipamiento eléctrico que necesita ser refrigerado. Por ello es necesario asegurar la sectorización de los conductos que entran y salen del cuarto así como las puertas y las rejillas instaladas en las paredes.

3.7.3 Instalación

Puertas

Las salidas de emergencia dispondrán de diferentes tipos de puertas en función a su posición en el recorrido de evacuación y las condiciones que tenga que soportar o cumplir.

Todas las puertas ubicadas en los recorridos de evacuación se deberán abrir con una fuerza inferior a 250 N.

- *Puertas de conexión de tubo del túnel con salidas de emergencia*

Las puertas que comunican el tubo del túnel serán EI₂ 120 C5 para mantener la sectorización entre tubo y salida de emergencia y deberán ser capaces de soportar presiones de empuje y de succión de +/- 7,5 kPa motivadas por el paso de trenes de alta velocidad.

Las puertas serán de doble hoja con unas dimensiones de 1800 mm x 2100 mm.

La apertura de estas puertas se realizará mediante barra antipánico en el sentido de la evacuación y maneta en el lado opuesto.

- *Puertas en la galería de evacuación*

Este apartado hace referencia a las puertas posteriores a la que comunican el tubo del túnel con las salidas de emergencias y que son parte de los vestíbulos de presurización en las salidas de emergencia.

Este tipo de puerta deberá ser EI₂ 120 C5.

Las puertas serán de doble hoja con unas dimensiones de 1800 mm x 2100 mm

La apertura de estas puertas se realizará mediante barra antipánico en el sentido de la evacuación y maneta en el lado opuesto.

- *Puertas en Salas Técnicas*

Las puertas de las Salas Técnicas serán EI₂ 120 C5.



Las puertas de salas técnicas que se encuentren en exterior del túnel y en las proximidades de las bocas no necesitarán ser resistentes al fuego, salvo que por delante de las mismas se puedan realizar evacuaciones del túnel.

Estas puertas serán de 1 hoja de dimensiones aproximadas 900 mm x 2100 mm.

Las puertas dispondrán de maneta y cerradura de seguridad en la parte exterior de la galería, mientras que desde el interior, la apertura se realizará a través de mecanismos antipánico.

3.8 Sistema de Ventilación

NORMATIVA APLICADA EL SISTEMA DE VENTILACIÓN

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba El Código Técnico de Edificación (CTE). Documento Básico de Seguridad de Incendios (DB-SI). Documento Básico de Seguridad de Utilización y Accesibilidad (DB-SUA).
- UNE-EN 12101-6:2006 Sistemas para el control de humo y de calor. Parte 6: Especificaciones para los sistemas de diferencial de presión. Equipos.

3.8.1 Introducción

En el caso de la ventilación se va a distinguir dos tipos:

- Ventilación para el mantenimiento de equipos: Las salas técnicas están destinadas a albergar equipos eléctricos que generan calor debido a su funcionamiento. Este aumento de temperatura puede constituir un riesgo para la salud debido a la degradación de la calidad ambiental. Por ello es necesario disponer de un sistema de saneamiento del aire en estas salas para mantener niveles aceptables de temperatura y concentración de gases dentro de ellas.
- Ventilación para el control de humos: Para evitar el efecto chimenea causado por el pozo de evacuación conectado al túnel monotubo arrastre humos procedentes del tubo es necesario disponer de un sistema de presurización que lo prevenga.

Para el diseño del sistema se han considerado dos modos de funcionamiento:

- Funcionamiento en situación normal:

En esta situación se requiere que el sistema esté capacitado para ventilar cada una de las galerías si se detecta que los niveles de concentración de gas, la temperatura, etc. humedad relativa superan los valores mínimos establecidos en el anejo de detección del presente proyecto.

Asimismo, e independientemente de que se superen estos niveles, se efectuarán renovaciones periódicas del volumen de aire de cada una de las galerías.

- Funcionamiento en situación de emergencia:



En este caso el objetivo fundamental de este sistema es el de obtener una presión que impida el paso de los humos y del aire a elevada temperatura resultantes de un incidente con fuego al tubo contrario por el que se debe efectuar la evacuación y a la propia galería, donde los pasajeros pueden verse obligados a permanecer cierto tiempo, en función del método de rescate.

3.8.2 Descripción del sistema

Ventilación de mantenimiento

El criterio principal para dimensionar el sistema de ventilación es el número de veces que es necesario renovar el volumen total de aire en un intervalo determinado de tiempo. (Aplicando la norma UNE-EN-13779[11])

Para ello la instalación contará con los siguientes elementos:

- Ventiladores de impulsión y extracción de aire
- Rejillas de ventilación
- Conductos de ventilación
- Compuertas cortafuegos

El ventilador de impulsión de aire se colocará en una de las paredes del cuarto técnico, situado cerca del suelo. Este ventilador es el encargado de proveer aire limpio al cuarto. Por otra parte, el ventilador de extracción se colocará en la parte superior de la pared opuesta al de impulsión y serán el encargado de extraer el aire viciado fuera de los cuartos. Los orificios donde se sitúan los ventiladores estarán protegidos por rejillas de protección y compuertas cortafuegos.

El tipo de ventilación que se lleve a cabo sigue el denominado método de “Ventilación Ambiental” o “Ventilación General”. Que consiste en renovar todo el volumen de aire de un cuarto en un determinado intervalo de tiempo con aire limpio procedente del exterior de este.

Cabe destacar que este sistema de ventilación solo está previsto que funcione durante la situación normal de explotación del túnel. En caso de una incidencia y de activarse la situación de emergencia este sistema dejará de funcionar para no llenar las salas técnicas de humo procedente del exterior

Ventilación para control de humos

La salida de emergencia localizada en el pozo de evacuación dispondrá de sistemas de presurización.

La zona a presurizar será el vestíbulo que existirá al entrar a la salida de emergencia y el pozo de evacuación

El sistema estará constituido por:

- un ventilador que se ubicará en el paramento posterior a la puerta de acceso desde el tubo del túnel a la salida de emergencia y sobre la puerta del citado paramento.



- Una rejilla de sobrepresión.
- Sistema de control de arranque y parada del sistema.

La ventilación de sobrepresión está diseñada teniendo en cuenta que sólo actuará en caso de emergencia. Una vez se detecte el incendio, se activará el ventilador para presurizar.

El ventilador impulsará aire incluso antes de que las puertas estén abiertas, es decir, antes de que se abra la puerta de conexión con el túnel. Una vez se abran las puertas antipánico el ventilador continuará impulsando el caudal necesario para evitar que los humos entren en el prevestíbulo.

La ventilación de sobrepresión deberá ser capaz de impulsar un caudal de aire que genere una velocidad hacia el entronque del prevestíbulo con el túnel de 1 m/s en aquellos momentos en que la puerta esté abierta, de esta manera aseguraremos que el humo no entre en la ruta de evacuación mediante la sobrepresión de la salida de emergencia.

Mientras el túnel no sufra ningún incidente, las puertas de conexión del túnel con la salida de emergencia permanecerán cerradas.

El vestíbulo dispondrá de una rejilla de sobrepresión que se abrirá en caso de que la presión en el interior del vestíbulo supere un cierto valor umbral. Esto será así para evitar tener que hacer un esfuerzo demasiado grande para abrir la puerta del vestíbulo.

El sistema dispondrá de una alimentación eléctrica garantizada para emergencias que asegure una disponibilidad de, al menos, 90 minutos.

Compuertas y rejillas

Los principales criterios para la elección de las compuertas son los siguientes:

- Función que va a desempeñar dentro del sistema de ventilación.
- Tiempo de respuesta.
- Dimensiones.
- Pérdidas de carga.
- Limitación de velocidad del aire que circula a través de ella.

Las compuertas cortafuegos basan su funcionamiento en lo siguiente: al superarse una temperatura de 72 °C se fundirá el fusible termoeléctrico y cerrarán las lamas, asegurando una total estanqueidad frente a humos tal y como fija la norma UNE correspondiente. Adicionalmente esta compuerta irá motorizada lo que permitirá controlar su apertura o cierre desde el CPS para realizar un mantenimiento preventivo o para situación de emergencia, desde el puesto de control local o central. En cualquier caso la compuerta no podrá abrir si el fusible ha actuado, teniendo que proceder al reajuste o cambio de fusible. Así mismo, dispondrán de indicación fin de carrera para comprobar el estado en el que se encuentran.



Las rejillas son los elementos del sistema de ventilación cuyo fin es evitar que se introduzcan cuerpos o elementos extraños en los circuitos de ventilación que puedan dañar el sistema o interferir en su correcto funcionamiento.

3.8.3 Cálculos de la ventilación de presurización del prevestíbulo

Se calcula la sobrepresión que debe disponer el vestíbulo sobre la zona contigua con fuego para que se logre una velocidad de paso V_p a través de la sección de la puerta.

El caudal que pasará por la puerta será:

$$Q_{puerta} = V_p A_{puerta} \quad [1]$$

Para que pase ese caudal, el vestíbulo debe disponer de una sobrepresión. Esta sobrepresión se calcula de la siguiente fórmula:

$$Q = 0,83 A \Delta P^{\frac{1}{2}} \quad [2]$$

Sustituyendo en ecuación con $A = A_{puerta}$, [1] en [2] y despejando el incremento de presión, se consigue:

$$\Delta P = \left(\frac{V_p}{0,83} \right)^2 \quad [3]$$

El caudal se calculará según la ecuación [2] sustituyendo ΔP por [3] y $A = 2 A_{puerta}$

$$Q = 0,83 \cdot 2 \cdot A_{puerta} \cdot \left(\left(\frac{V_p}{0,83} \right)^2 \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = 2 \cdot V_p \cdot A_{puerta} \quad [4]$$

Una vez calculado el caudal, se estudiará cómo se va a presurizar. Si dicha presurización se realiza con una caja de ventilación y conductos, se deberá corregir el caudal por pérdidas en conductos. El caudal corregido será superior al calculado anteriormente en un 15%.

$$Q_{Corregido} = 1,15 \cdot Q \quad [5]$$

Sustituyendo [4] en [5]

$$Q_{Corregido} = 1,725 \cdot A_{puerta} \quad [6]$$

Y se realizará el cálculo de la pérdida de presión.

Con ventilador de pared se buscará un equipo que proporcione el caudal [4] manteniendo una diferencia de presión entre sus lados igual a [3]

Para una puerta con superficie de 2,1 m x 1,8 m se obtiene: 6,52 m³/s.

Determinación de la presión total



En el proceso de impulsión de aire en el prevestíbulo de la salida de emergencia, desde que es aspirado de la galería por el ventilador, hasta que entra en el prevestíbulo a presurizar, el caudal de aire atraviesa una serie de elementos que provocan una pérdida de carga adicional en la instalación. Estos elementos son:

- Rejilla exterior.
- Silenciadores de aspiración
- Ventilador
- Rejilla interior.
- Compuerta cortafuego

Realizando los cálculos de las pérdidas de carga en el circuito obtenemos los datos de la tabla adjunta.

Perdidas

	Long (m)	Ap (pa)	V(m/s)	Pd(pa)	k	A(Pa)	C(Pa)	Total (Pa)
Rejilla de entrada			4,39	12	1,35	16		16
Ventilador			5,64	19	0,1	2		2
Rejilla de salida			4,39	12	1,5	17		17
Presión del ventilador 35								

Tabla 5: Perdidas de carga del Prevestíbulo

Dónde:

$$\Delta P = \frac{1}{2} \rho V^2 K$$

Siendo:

- ρ =Densidad del aire
- V=Velocidad de paso del aire
- K=Constante aportada por el fabricante



La presión total a la que el ventilador debe funcionar adecuadamente será de 35 Pa.

Selección del ventilador

Con estos datos de partida se selecciona un ventilador axial mural con las siguientes características:

Estructura en plancha de acero galvanizado, persiana de apertura mecánica, hélices de chapa de acero galvanizado.

- Motor monofásico con grado de protección IP54, Clase F.
- Potencia 0.55 KW
- Caudal máximo 23.500 m³/h.
- Presión máxima de trabajo 71 Pa

3.8.4 Cálculos ventilación de la galería de interconexión

Equipos de ventilación

El criterio de efectuar 6 renovaciones/hora en situación normal es el que marca la capacidad que deben tener los equipos y por lo tanto sus características.

$$V_t = 2,25 \times 3,05 \times 30 = 205,875 \text{ m}^3$$

$$Q_t = 6 \cdot 205,875 = 1235,25 \text{ m}^3/\text{h}$$

Sin embargo, el objetivo es realizar este número de renovaciones en un tiempo suficientemente corto como para evitar que los equipos de ventilación estén trabajando casi constantemente.

Por lo que se aumenta el caudal

$$Q_t \cdot 3 = 6 \cdot 205,875 \cdot 3 = 3705,75 \text{ m}^3/\text{h}$$

Es necesario dimensionar el conducto por el que discurrirá el aire. Se ha optado por un conducto de chapa metálica galvanizada de dimensiones normalizadas 400x675 mm (ancho x alto).

- Las pérdidas por fricción generadas en un conducto vienen dadas normalmente por la ecuación de Darcy-Weisbach.

$$\Delta P = \frac{f \cdot L \cdot \rho \cdot v^2}{2 \cdot D_H}$$



Donde

ΔP = pérdida de presión debida a la ficción.

f = coeficiente de fricción propio de la superficie del túnel.

L = longitud del tramo de túnel.

D_H = diámetro hidráulico de la sección transversal del túnel.

ρ = densidad del aire.

v = velocidad del aire.

El factor de fricción f se calcula a partir del número de Reynolds y de la rugosidad relativa del conducto:

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu} \quad e = \frac{\varepsilon}{D}$$

El diagrama de Moody para el movimiento de fluidos por conductos nos dará finalmente el valor del coeficiente de fricción en función del valor del número de Reynolds y de la rugosidad relativa.

- Las pérdidas de carga en singularidades se determinan por medio de la expresión:

$$\Delta P = \frac{1}{2} \cdot C \cdot \rho \cdot v^2$$

Donde:

ΔP = pérdida de presión.

ρ = densidad del fluido.

v = velocidad del fluido.

C = constante tabulada y adimensional para una determinada singularidad del circuito.

La velocidad del aire a lo largo del conducto se obtiene de la expresión:

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{1,029}{0,27} = 3,81 m/s$$



Galería simple

Tramo/ singularidad	Longitud (m)	Diámetro Hidráulico (m)	Coef. fricción	Densidad (kg/m ³)	Velocidad (m/s)	Coef. pérdidas	Pérdidas (Pa)
Fricción en conductos	10	0,5	0,025	1,21	3,81	-	4,39112025
Entrada	-	-	-	1,21	3,81	0,6	5,2693443
Rejilla entrada	-	-	-	1,21	3,81	-	25
Compuerta	-	-	-	1,21	3,81	-	30
Ensanchamiento	-	-	-	1,21	3,81	0,3	2,63467215
Codo 1	-	-	-	1,21	3,81	1,5	13,1733608
Codo 2	-	-	-	1,21	3,81	1,5	13,1733608
Rejilla salida	-	-	-	-	3,81	-	25
Salida	-	-	-	1,21	3,81	1	8,7822405
Otros	-	-	-	-	-	-	30
TOTAL	-	-	-	-	-	-	157,424099

Tabla 6: Pérdidas de presión de las Galerías de interconexión

Con estos datos de partida se selecciona un ventilador tubular axial con las siguientes características:

- 400º/2H con palas de aluminio con casquillo de arrastre de acero.
- Motor con grado de protección IP55, Clase F
- Velocidad de giro 960 rpm
- Potencia 4 KW
- Caudal máximo 42000 m³/h.
- Presión máxima de trabajo 400 Pa.

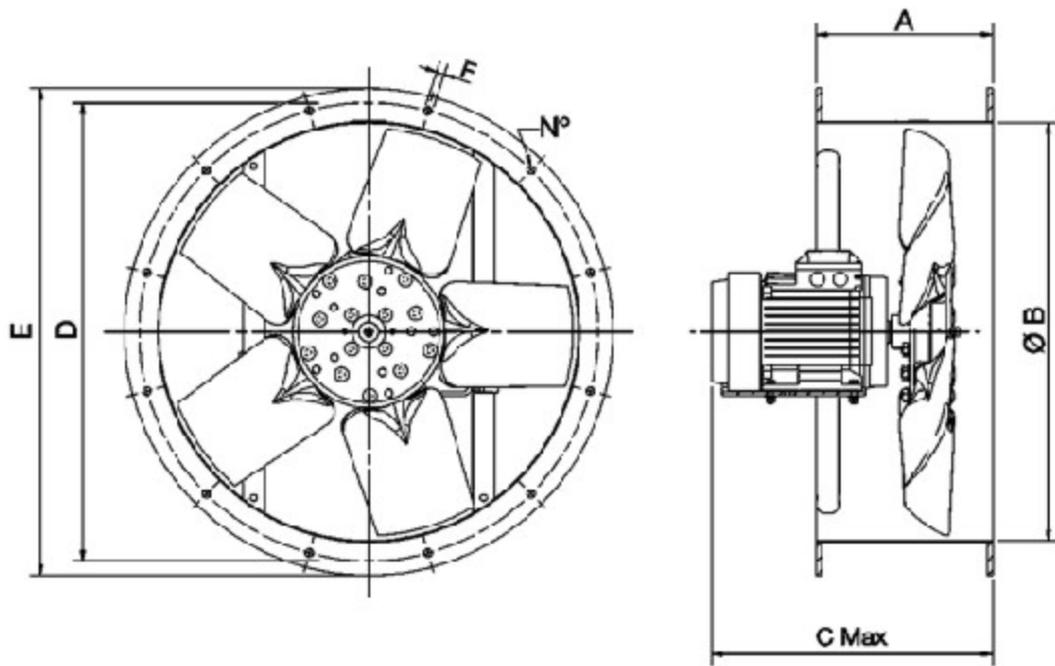


Ilustración 9: Detalle ventilador



3.8.5 Cálculo ventilación del cuarto técnico del pozo de evacuación

Para poder calcular el caudal de aire necesario para ventilar el cuarto del grupo electrógeno, se ha tenido en cuenta la ventilación requerida para un límite de incremento máximo de temperatura de 6°C (Va), así como el suplemento de aire necesario de entrada para una correcta ventilación (Vi).

$$V_a = \frac{H_o \times f_e \times b_e \times L_e + K_G \left(\frac{1}{\eta_G} - 1 \right) kW}{60 \times \Delta t \times C_{pa} \times \gamma_a};$$

Dónde:

Ho= Energía combustión diesel (10200 kcal/kg)

fe= Pérdidas por radiación del generador (0.02 (2%))

be= Consumo de combustible (0.17kg/PS-hr)

Le= Potencia de salida (PS)

KG= Equivalente térmico del kW-hr (860 kcal/kWh)

ηG= Eficiencia del generador.

kW= Potencia de salida (kW)

Δt= Incremento máximo de temperatura permitido.

Cpa= Constante de presión específico del aire (0.241 kcal/kg °C [760mmHg, 30°C])

γa = Densidad del aire (1.165 kg/m³ [760 mmHg, 30°C])

Así, sabiendo que 1PS = 0.7355 kW, se obtiene:

$$V_a = \frac{10200 \times 0.02 \times 0.17 \times 1020 + 860 \times \left(\frac{1}{0.93} - 1 \right) \times 750}{60 \times 6 \times 0.241 \times 1.165} = 830.30 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$V_i = \frac{\mu \times \lambda \times b_e}{60 \times \gamma_a} \times L_e;$$

Dónde:

λ= Exceso del ratio de aire (2.0)

μ= Cantidad teórica de aire utilizada por 1 kg de combustible (14.2 kg/kg)



$$V_i = \frac{14.2 \times 2.0 \times 0.17}{60 \times 1.165} \times 1020 = 70.45 \text{ m}^3/\text{min}$$

Así en total tenemos que el caudal requerido de entrada al cuarto técnico, y que será aportada por un sistema de ventilación mecánica es $V_i + V_a = 900.75 \text{ m}^3/\text{min}$.

Determinación de la presión total

En el proceso de impulsión de aire, desde que es impulsado del exterior por el ventilador, hasta que pasa al interior, el caudal de aire atraviesa una serie de elementos que provocan una pérdida de carga adicional en la instalación. Estos elementos son:

- Rejilla interior.
- Silenciadores de aspiración
- Ventilador
- Rejilla interior.

Realizando los cálculos de las pérdidas de carga en el circuito obtenemos los datos de la tabla adjunta.

Pérdidas

	Long (m)	Ap (pa)	V(m/s)	Pd(pa)	k	A(Pa)	C(Pa)	Total (Pa)
Rejilla de entrada			10	61	0,5	30		30
Compuerta			10	61	7	42		42
Ventilador			10	61	0,1	6		6
Rejilla de salida			10	61	0,5	30		30
Presión del ventilador 109								

Tabla 7: Perdidas de la sala técnica del pozo

La presión total a la que el ventilador debe funcionar adecuadamente será de 109 Pa

Selección del ventilador

Con estos datos de partida se selecciona un ventilador tubular axial con las siguientes características:

- 400º/2H con palas de aluminio con casquillo de arrastre de acero.
- Motor con grado de protección IP55, Clase F

- Velocidad de giro 960 rpm
- Potencia 4 KW
- Caudal máximo 42000 m³/h.
- Presión máxima de trabajo 400 Pa.

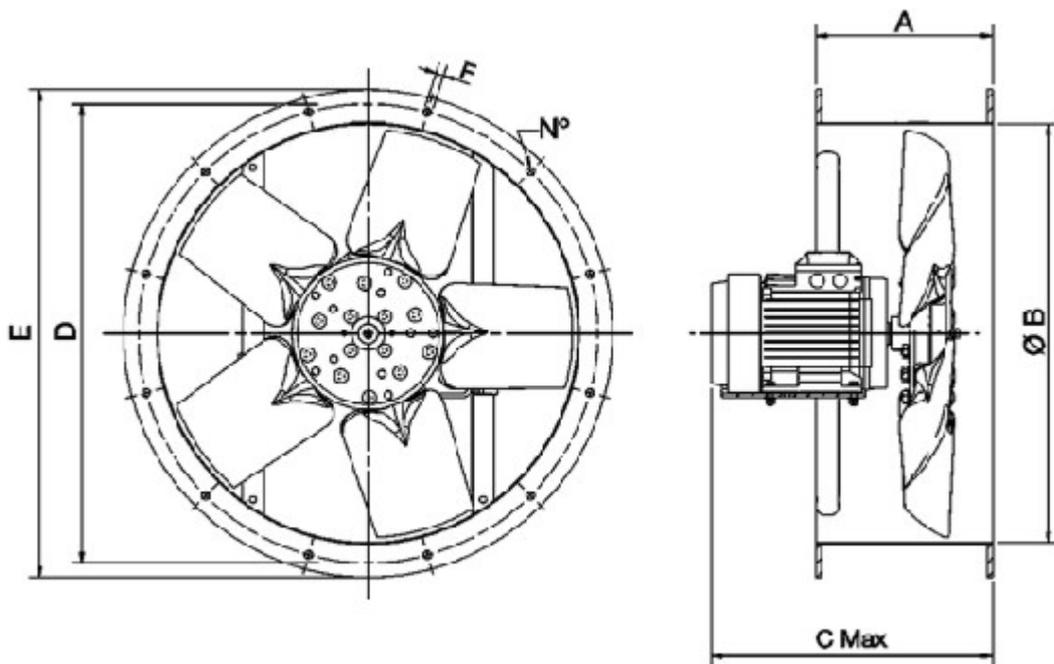


Ilustración 10: Detalle ventilador sala técnica

3.8.6 Cálculo ventilación en el cuarto técnico de las galerías de interconexión

Se aplica para el sistema de impulsión de aire y el sistema de expulsión de aire ya que ambos son similares.

Para establecer una ventilación ambiental hay que conocer el volumen del local y el número de veces por hora que se necesita cambiar el aire. Para ello se ha tenido en cuenta el calor estimado de un centro de transformación completo y se ha dividido entre las cuatro salas de las galerías de interconexión.

Asimismo, es necesario determinar algunas hipótesis de diseño, como son las siguientes:

- Para el cálculo del caudal necesario se consideran las pérdidas en carga y vacío de los transformadores. El calor a disipar para los equipos de control, luminarias y demás se establece en 500 W.



- Hay cuatro salas de con un calor aproximado de 125W
- Para el dimensionado de la sección de los conductos se fija una velocidad del aire no superior a 15 m/s. El motivo de establecer una velocidad máxima es por un lado, limitar la presión dinámica (depende del cuadrado de la velocidad) para reducir las pérdidas de carga y por otro lado, no superar el máximo recomendado para este tipo de instalaciones (principalmente para limitar el ruido) fijado en 20 m/s.
- Calor específico del aire = 0,245 kcal/kg , expresado en unidad de volumen: $C_e = 0,27 \text{ kcal/m}^3$.
- También es necesario definir el incremento de temperatura máximo permitido. A partir de los 60 °C los equipos eléctricos como transformadores, etc. pueden ver reducidas sus capacidades y su vida útil. Por tanto se fija este incremento de temperatura en 6 °C sobre una temperatura ambiente máxima estimada en 32 °C. De esta forma se impide que la temperatura en estos locales supere los 38 °C. En cualquier caso los sensores de T detectarían una subida por encima de los 40 °C

Para la obtención del caudal necesario se emplea la siguiente expresión:

$$Q = \frac{W}{C_e \cdot \Delta T}$$

Donde:

Q = Caudal de aire, en m³/s

W = Potencia total disipada en Kcal/h

Ce = Calor específico del aire en Kcal/m³ (0,27)

ΔT = Incremento máximo de Temperatura permitido (6 °C)

Se estiman, conservadoramente, las pérdidas en el cobre y en el hierro en un 2 % de la potencia total del transformador, por lo tanto, la potencia disipada por un transformador de 400 kVA es, aproximadamente, de 8 kVA, que en Kcal/s es de 2 Kcal/s. A lo que añadir la potencia disipada por otros equipos tales y como luminarias, cuadros eléctricos, etc., estimada en 125 W, esto es, 0.525 Kcal/s. Por lo que la potencia disipada total es de 1890 Kcal/h.

De aquí se obtiene un caudal total necesario de 1166,6 m³/h, con lo que, para un volumen total de 34,65 m³, el número de renovaciones/hora será de 37 renovaciones/hora.

Al sumar los caudales en el punto más desfavorable, esto será el conducto donde se suman los cuatro caudales se tendría un caudal de 4666.6 m³/h.

Se selecciona un ventilador con un caudal de 9.300 m³/h con el fin de que los equipos no estén trabajando de forma continua constantemente. De esta manera, para obtener algo más de 37 renovaciones/hora, los ventiladores deberán ponerse en funcionamiento durante 4,5 minutos de cada 10.



Para seleccionar los equipos de ventilación que se deben instalar en los CT's es necesario entrar en las curvas características de los ventiladores dadas por los fabricantes, para ello es necesario tomar un caudal de partida (9.300 m³/h, por ser el caudal inmediatamente superior al mínimo necesario ofrecido por los fabricantes) y obtener las pérdidas de carga, tanto por fricción como en las singularidades, que se producen en el circuito que recorre el aire.

Para ello es necesario dimensionar el conducto por el que discurrirá el aire. Se ha optado por un conducto igual al seleccionado para la ventilación de galerías, esto es, de chapa metálica galvanizada de dimensiones normalizadas 400x675 mm (ancho x alto).

- Las pérdidas por fricción generadas en un conducto vienen dadas normalmente por la ecuación de Darcy-Weisbach.

$$\Delta P = \frac{f \cdot L \cdot \rho \cdot v^2}{2 \cdot D_H}$$

Donde

ΔP = pérdida de presión debida a la fricción.

f = coeficiente de fricción propio de la superficie del túnel.

L = longitud del tramo de túnel.

D_H = diámetro hidráulico de la sección transversal del túnel.

ρ = densidad del aire.

v = velocidad del aire.

El factor de fricción f se calcula a partir del número de Reynolds y de la rugosidad relativa del conducto:

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu} \quad e = \frac{\varepsilon}{D}$$

El diagrama de Moody para el movimiento de fluidos por conductos nos dará finalmente el valor del coeficiente de fricción en función del valor del número de Reynolds y de la rugosidad relativa.

- Las pérdidas de carga en singularidades se determinan por medio de la expresión:

$$\Delta P = \frac{1}{2} \cdot C \cdot \rho \cdot v^2$$

Donde:

ΔP = pérdida de presión.

ρ = densidad del fluido.



v = velocidad del fluido.

C = constante tabulada y adimensional para una determinada singularidad del circuito.

La velocidad del aire a lo largo del conducto se obtiene de la expresión:

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{2,58}{0,27} = 9,6 \text{ m/s}$$

La velocidad del aire a través de las rejillas es:

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{2,58}{1,44} = 1,8 \text{ m/s}$$

Tramo/ singularidad	Longitud (m)	Diámetro Hidráulico (m)	Coef. fricción	Densidad (kg/m ³)	Velocidad (m/s)	Coef. pérdidas	Pérdidas (Pa)
Fricción en conductos	38	0,5	0,025	1,21	9,6	-	105,93792
Entradas (4)	-	-	-	1,21	1,8	0,6	4,7
Rejillas entrada (4)	-	-	-	1,21	5,2	-	34
Codo 1	-	-	-	1,21	5,2	1,5	83,1
Codo 2	-	-	-	1,21	5,2	1,5	83,1
Codo 3	-	-	-	1,21	5,2	1,5	83,1
Codo 4	-	-	-	1,21	5,2	1,5	83,1
Estrechamiento	-	-	-	1,21	5,2	0,2	11,1
Rejilla salida	-	-	-	1,21	5,2	-	25
Compuerta	-	-	-	1,21	5,2	-	30
Salida	-	-	-	1,21	5,2	1	55,9
Otros	-	-	-	-	-	-	30
TOTAL	-	-	-	-	-	-	629,03792

Tabla 8: Pérdidas del CT de las Galerías de interconexión

En el caso de la ventilación de CT's, no es necesario presurizar los mismos, además en el caso de que se haya producido un incendio y, por tanto, la galería esté presurizada, las compuertas cortafuegos de este sistema deberán cerrarse y los ventiladores dejarán de funcionar, con lo que no es necesario considerar los 100 Pa adicionales.



Con estos datos de partida se selecciona un ventilador centrífugo con las siguientes características:

- Ventilador centrífugo de simple oído y accionamiento directo
- Temperatura máxima de trabajo 400 °C durante 2 horas
- Carcasa de plancha de acero
- Álabes de plancha de acero galvanizado
- Motor de a polos trifásico (400 V) con grado de protección IP55
- Velocidad de giro 1.440 rpm
- Potencia 5,5 kW
- Caudal máximo 9.300 m³/s
- Presión máxima de trabajo 629,037 Pa

3.8.7 Cálculo de la ventilación en el túnel

En este proyecto se ha utilizado una estimación para calcular la ventilación del túnel y poder aportar un número de ventiladores Jet Fan adecuados a la sección de los tubos. Cabe destacar que estos cálculos son aproximados y que para obtener una estimación lo más parecida a la real se debería haber realizado una simulación CFD.

Se ha decidido optar por diferenciar el túnel en dos partes diferentes en cuanto al sistema de ventilación en los tubos. Esto es posible gracias a que en la estación intermedia se ha supuesto un sistema de ventilación por pozos que asegura la sectorización. Lo que significa que los humos no entraran dentro de la estación en ninguno de los casos y la seguridad de los pasajeros estará siempre asegurada.

Tablas de Cálculo de ventilación en los tubos

- *Túnel monotubo*

ESTUDIO DE LA VELOCIDAD CRÍTICA Y EL CAUDAL DE VENTILACIÓN NECESARIO	
Presión atmosférica(mm Hg)	760
Gravedad	9,81
Temperatura del aire ambiente(° C)	30,30
Humedad relativa(%)	52
Densidad del aire ambiente(Kg / m3)	1,138
Calor específico del aire ambiente(Kcal/h °C)	0,24



Constante (kte)	0,61
Sección del tramo(m ²)	105,00
Altura del tramo(m)	9,16
Pendiente del tramo(%)	0,500
Factor de corrección por pendiente	1,0221
Potencia calorífica del fuego(mW)	15
Potencia calorífica del fuego	14.217
Temperatura absoluta de los humos	673,55
Temperatura de los humos(°C)	220,58
Velocidad Crítica(m/s)	1,77
Caudal de ventilación necesario(m³/s)	185,5
Caudal de ventilación necesario(m³/h)	667.673

Tabla 9: Determinación del caudal y la velocidad crítica en el túnel monotubo

	Unidades	Datos
Tipo (Urbano/Carretera)		Urbano
Longitud	(m)	1664
Altitud	(m)	500
Pendiente	%	0,5
Sección	m ²	105
Perímetro	m	40,525
Díámetro hidráulico	m	10,4
Coef. Rozamiento		0,035
Diferencia temp. entre bocas	(°C)	6
Velocidad viento exterior	(m/s)	5,55
Velocidad aire incendio	(m/s)	1,77

Hipótesis	Velocidad aire (m/s)	Wt (N)	Wch (N)	Wv (N)	Zf*Wf (N)	EMPUJE (N)
Incendio	1,77	1.448,67	209,66	1.972,90	26,75	3.657,99

Tabla 10: Determinación del empuje



Caso más desfavorable:	Incendio
Empuje:	3.658 N
Veloc. de aire en túnel:	1,77 m/s
Coficiente Ventilador	0,9
Coficiente montaje	0,8
Coficiente distancia	1

Modelo Model	Caudal Flow rate (m3/s)	Velocidad aire Air Velocity (m/s)	Empuje Thrust (N)	Pot. Motor Motor Power (Kw)	Velocidad Speed (rpm)	n teórico	n recomend.
JETR-500	5,4	27,5	164	5,5	2930	30,0	30
JETR-500	6,3	32,1	225	7,5	2910	21,8	22
JETR-600	7,9	27,9	245	7,5	2910	20,1	21
JETR-600	9,1	32,2	326	11	2945	15,0	16
JETR-600	10,1	35,7	411	15	2935	12,1	13
JETR-700	11,2	29,1	368	11	2945	13,6	14
JETR-700	12,4	32,2	442	15	2935	11,0	12
JETR-700	13,4	34,8	532	18,5	2940	9,4	10
JETR-700	14,4	37,4	618	22	2940	8,1	9
JETR-900	17,3	27,2	529	15	1450	9,5	10
JETR-900	18,5	29,1	623	18,5	1470	8,2	9
JETR-900	20,0	31,4	691	22	1465	7,0	8
JETR-1000	18,0	22,9	466	11	1455	10,9	11
JETR-1000	20,5	26,1	610	15	1450	8,3	9
JETR-1000	22,2	28,3	721	18,5	1470	7,1	8
JETR-1000	22,7	28,9	744	22	1465	6,8	7
JETR-1000	26,1	33,2	1001	30	1470	5,1	6
JETR-1000	27,4	34,9	1087	37	1470	4,6	5



JETR-1200	28,3	25,0	822	18,5	1465	6,3	7
JETR-1200	30,3	26,8	930	22	1465	5,5	6
JETR-1200	33,2	29,4	1118	30	1470	4,5	5
JETR-1200	35,4	31,3	1250	37	1475	4,0	4
JETR-1200	38,0	33,6	1449	45	1470	3,4	4
JETR-1200	40,1	35,5	1612	55	1475	3,1	4

Tabla 11: Elección del Jet Fan del túnel monotubo

Se ha elegido ventilador axial JETR-1000. El numero finalmente instalado será de 12(11+1). Para asegurar el caudal en caso de fallo de uno de los ventiladores.

Se colocaran por parejas a una distancia regular (275m) dentro del túnel monotubo.

- *Túnel Bitubo*

ESTUDIO DE LA VELOCIDAD CRÍTICA Y EL CAUDAL DE VENTILACIÓN NECESARIO	
Presión atmosférica(mm Hg)	760
Gravedad	9,81
Temperatura del aire ambiente(° C)	30,30
Humedad relativa(%)	52
Densidad del aire ambiente(Kg / m3)	1,138
Calor específico del aire ambiente(Kcal/h °C)	0,24
Constante (kte)	0,61
Sección del tramo(m2)	63,60
Altura del tramo(m)	7,53
Pendiente del tramo(%)	0,500
Factor de corrección por pendiente	1,0221
Potencia calorífica del fuego(mW)	15
Potencia calorífica del fuego	14.217
Temperatura absoluta de los humos	736,09
Temperatura de los humos(°C)	220,58
Velocidad Crítica(m/s)	1,96
Caudal de ventilación necesario(m3/s)	124,4
Caudal de ventilación necesario(m3/h)	447,757



Tabla 12: Determinación de la velocidad crítica y el caudal del túnel bitubo

	Unidades	Datos
Tipo (Urbano/Carretera)		Urbano
Longitud	(m)	4500
Altitud	(m)	22,5
Pendiente	%	0,5
Sección	m ²	63,6
Perímetro	m	26,7
Diámetro hidráulico	m	9,5
Coef. Rozamiento		0,035
Diferencia temp. entre bocas	(°C)	6
Velocidad viento exterior	(m/s)	5,55
Velocidad aire incendio	(m/s)	1,96

Hipótesis	Velocidad aire (m/s)	Wt (N)	Wch (N)	Wv (N)	Zf*Wf (N)	EMPUJE (N)
Incendio	1,96	2.702,08	343,44	1.195,01	32,81	4.273,34

Tabla 13: Determinación del empuje en el túnel bitubo

Caso más desfavorable:	Incendio
Empuje:	4.273 N
Veloc. de aire en túnel:	1,96 m/s
Coeficiente Ventilador	0,9
Coeficiente montaje	0,8
Coeficiente distancia	1

Modelo	Caudal Flow rate (m ³ /s)	Velocidad aire Air Velocity (m/s)	Empuje Thrust (N)	Pot. Motor Motor Power (Kw)	Velocidad Speed (rpm)	n teórico	n recomend.
JETR-500	5,4	27,5	164	5,5	2930	35,3	36



JETR-500	6,3	32,1	225	7,5	2910	25,6	26
JETR-600	7,9	27,9	245	7,5	2910	23,7	24
JETR-600	9,1	32,2	326	11	2945	17,7	18
JETR-600	10,1	35,7	411	15	2935	14,3	15
JETR-700	11,2	29,1	368	11	2945	16,0	17
JETR-700	12,4	32,2	442	15	2935	13,0	13
JETR-700	13,4	34,8	532	18,5	2940	11,0	12
JETR-700	14,4	37,4	618	22	2940	9,5	10
JETR-900	17,3	27,2	529	15	1450	11,1	12
JETR-900	18,5	29,1	623	18,5	1470	9,7	10
JETR-900	20,0	31,4	691	22	1465	8,3	9
JETR-1000	18,0	22,9	466	11	1455	12,9	13
JETR-1000	20,5	26,1	610	15	1450	9,8	10

Tabla 14: Determinación del número de Jet Fan para el túnel bitubo.

Se ha escogido JETR-700 para el túnel bitubo frente a los JETR-1000 (utilizados en el tramo anterior) debido a que encajan con mayor facilidad en la sección libre del túnel bitubo. Dejando en todo momento libre el galibo estático y dinámico. Se ha elegido la versión que funciona a 11kW para unificar criterios y simplificar los cálculos eléctricos.

El número final es de 18(17+1) que se distribuirán de manera regular (250m) dentro de cada uno de los dos tubos del túnel bitubo.

3.9 Sistema de Alumbrado

NORMATIVA APLICADA AL SISTEMA DE ALUMBRADO

- Reglamento (UE) Nº 1303/2014 De la Comisión de 18 noviembre de 2014 sobre la especificación técnica de interoperabilidad (ETI) relativa a la “seguridad en los túneles ferroviarios” del sistema ferroviario de la Unión Europea.

3.9.1 Introducción

El alumbrado de emergencia del túnel proporciona unas condiciones mínimas de visibilidad que garantizan el tránsito por las rutas de evacuación de una manera fácil y ordenada, y evita la desorientación que produce la falta de luz. También es útil para facilitar las labores de mantenimiento.

3.9.2 Descripción

Las especificaciones siguientes se aplican para todos los túneles de más de 0,5km de longitud.

- Se instalara alumbrado de emergencia para guiar a los pasajeros y al personal del tren hacia una zona segura en caso de emergencia.

La iluminación seguirá los siguientes criterios.

- En tubo de vía única, en el lado del pasillo de evacuación.
- En tubo de vías múltiples, en ambos lados del tubo.
- La posición estará por encima del pasillo de evacuación, lo más bajo posible, y de forma que no interrumpan el espacio libre para el paso de personas, o bien, integradas en los pasamanos
- La iluminancia deberá mantenerse en el tiempo en al menos 1 lux en cualquier punto del plano horizontal a nivel del pasillo
- Autonomía y fiabilidad: deberá disponerse de un suministro alternativo durante un periodo de tiempo apropiado tras la interrupción del suministro eléctrico principal. El tiempo requerido deberá adecuarse a los escenarios de evacuación y estar definido en el plan de emergencia.
- Si las luces se desconectan en condiciones normales de funcionamiento, será posible encenderlas por los dos medios siguientes:
 - Manualmente desde el interior del túnel a intervalos de 250m
 - Por el explotador del túnel mediante control remoto.

Los pulsadores de encendido están señalizados e iluminados constantemente.



Ilustración 11: Señal del pulsador de alumbrado

3.9.3 Instalación

Alumbrado en el tubo

Para la iluminación del tubo se ha previsto la instalación de luminarias LED de 1x36W cada 25m colocadas al tresbolillo en el hastial del tubo a la altura más baja posible quedando siempre por encima de los pasamanos. Estas luminarias están conectadas en diferentes circuitos según el tramo y se podrán encender manualmente haciendo uso de los pulsadores instalados en el tubo o por medio remoto desde el centro de control.



Pulsadores

Se ha previsto la instalación de pulsadores en los tubos cada 200 metros. Colocados en los dos lados del tubo.

Alumbrado en el pozo de evacuación y en las galerías de interconexión

Se ha instalado luminarias en las zonas que pertenecen a las rutas de evacuación, en este caso el pozo de evacuación y las galerías de interconexión.

En el pozo de evacuación se ha instalado a lo largo de la escalera una serie de luminarias con el objetivo de iluminar las escaleras y los descansillos con una iluminancia superior a 1 lux. De igual manera se han instalado luminarias en las galerías de interconexión.

Para ambos casos se trata de luminarias LED de 1x36W con grado de protección IP-54 (según UNE 20324[12]),

Alumbrado en los cuartos técnicos del pozo de evacuación y en las galerías de interconexión.

Para los cuartos técnicos se ha previsto dos tipos diferentes de iluminación, normal y de emergencia. La iluminación normal podrá ser activada por pulsadores manuales o por el control de control remoto. Está previsto que se use para iluminar la sala en condiciones normales cuando el personal de mantenimiento necesite trabajar en ellas

- *Iluminación normal*

La iluminación normal podrá ser activada por pulsadores manuales o por el centro de control remoto. Está previsto que se use para iluminar la sala en condiciones normales cuando el personal de mantenimiento necesite trabajar en ellas. Está formada por luminarias LED de 1x36W con grado de protección IP-54 (según UNE 20324[12]),

- *Iluminación de emergencia*

Esta iluminación entrara en funcionamiento cuando la iluminación normal no pueda operar correctamente, esto puede deberse a un corte en el suministro eléctrico, funcionamiento incorrecto de los equipos o incendio. Está constituida por luminarias de 1x6W con batería incluida. Esto permite un funcionamiento autónomo que asegura iluminación en cualquier circunstancia.

3.10 Suministro de Energía

NORMATIVA APLICADA AL SUMINISTRO DE ENERGÍA

- Reglamento (UE) Nº 1303/2014 De la Comisión de 18 noviembre de 2014 sobre la especificación técnica de interoperabilidad (ETI) relativa a la “seguridad en los túneles ferroviarios” del sistema ferroviario de la Unión Europea.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.



- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero. Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09. (RSLEAT).
- Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre, sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas 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 sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.

3.10.1 Introducción

El suministro de energía tiene como objetivo alimentar todo el equipamiento eléctrico y electrónico que tenga que ver con las instalaciones de protección y seguridad del túnel (Alumbrado, control remoto, CCTV...) se ha diseñado de manera que el suministro sea continuo y sea resistente a las averías. Para conseguir esto, se instalarán transformadores redundantes y grupos electrógenos para asegurar el suministro en todo momento.

3.10.2 Descripción

Para proveer al túnel de un suministro estable, se ha dividido el túnel en tres sectores diferentes. Cada uno de los sectores tendrá asociado un centro de transformación que se encargará de suministrar energía a los equipos que lo requieran.

La distribución es la siguiente:

- Centro de transformación 1: Se localiza en el cuarto técnico del pozo de evacuación en el túnel monotubo. PK 1+480
- Centro de transformación 2: Se localiza en la galería de interconexión número 2 del túnel bitubo. PK 3+800
- Centro de transformación 3: Se localiza en la galería de interconexión número 5 del túnel bitubo. PK 5+300

- *Suministro de emergencia (Grupo Electrónico)*

Para asegurar la redundancia establecida por la ETI de Túneles, se propone un grupo electrónico anexo a cada centro de transformación que alimente al cuadro general de baja tensión en caso de caída de suministro de compañía o de caída de centro de transformación.

Los grupos electrógenos llevan asociados la implantación de las chimeneas. Por estas chimeneas se evacuarán los humos procedentes de combustión del motor diésel del respectivo grupo. Las chimeneas partirán del motor del grupo, y ascenderán pegados al paramento del pozo hasta llegar a la losa superior donde su trazado se adaptará para desembocar en la acera más cercana. Los grupos electrógenos de los cuartos técnicos evacuarán los gases directamente a uno de los tubos. El



dimensionamiento de los tubos de extracción de gases de los grupos correrá a cuenta del propio instalador.

- *Suministro ininterrumpido (SAI)*

Como complemento de los anteriores sistemas de suministro, en cada CT se instalará un Sistema de Suministro Ininterrumpido (SAI) de 120 minutos de autonomía, para asegurar el funcionamiento sin interrupción de los sistemas críticos de la instalación, tales como: equipos de mando y control, sistemas de seguridad, etc.

- *Centros de Transformación*

La tipología de implantación de centros de transformación sigue criterios de fiabilidad y optimización energética y económica. Alimentándose del centro de seccionamiento y medida existente en la acometida citada, se establecerán 3 centros de transformación

Cada Centro de Transformación contará con dos transformadores trifásicos de potencia, de tipo seco encapsulado y relación de transformación 25.000/400-230 V. La potencia nominal de los transformadores de los CTs objeto de proyecto será de 400 kVA. Cada transformador tendrá una capacidad del 100% de las cargas, siendo uno activo y el otro de reserva (1+1), no trabajando nunca en paralelo.

Cada CT estará dotado de todas las medidas de seguridad acordes a su emplazamiento, con sistema de ventilación acorde con los datos de disipación de los equipos y con los elementos de maniobra pertinentes.

Cada centro de transformación dispondrá de una red de puesta a tierra, disponiendo de una red para cada sistema: de protección (masas) y de servicio (neutros) de acuerdo a los reglamentos de Media Tensión y Baja Tensión.

Para ello se instalará un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. Formando una retícula no superior a 0.30 x 0.30 m. Este mallazo se conectará al sistema de tierras a fin de evitar diferencias de tensión peligrosas en el interior del CT. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm. de espesor como mínimo. Dicho mallazo ya irá incorporado en el edificio de hormigón en el caso de los prefabricados.

Por motivos de estandarización, se van a instalar transformadores con las mismas características.

- *Red de Media Tensión*

No se contempla en este proyecto una línea de media tensión, ya que se conectara a la red en anillo ya existente desde el CT hasta el punto de conexión más cercano a él.

- *Red de Baja Tensión*

A partir de los secundarios de los transformadores de potencia de MT/BT de los centros de transformación, se alimentará, por cada centro, un cuadro general de Baja Tensión (C.G.B.T.), desde el cual arrancará la red de distribución para alimentar los distintos equipos de alumbrado, fuerza, ventilación de túneles, ventilación de cuartos técnicos, control,...



Para obtener un $\cos \Phi$ adecuado a los requerimientos de compañía, cada C.G.B.T. llevará acoplado a las barras generales, una batería de condensadores con regulador automático y con varios niveles o escalones de regulación.

Para garantizar el funcionamiento de todos los sistemas críticos de control, seguridad y comunicaciones, en cada centro de transformación se instalará un Sistema de Suministro Ininterrumpido con sus correspondientes baterías y cuadro de distribución (CS-SAI). Desde dicho sistema también se preverá alimentación a los cuadros secundarios de salidas de emergencia para que, desde éstos, se dé alimentación a los servicios críticos de dichas zonas. Los sistemas de Suministro ininterrumpido de los ascensores de emergencia irán ubicados en cada una de las salidas de emergencia.

Se ha previsto una red de cuadros secundarios que, alimentados desde el C.G.B.T. más próximo faciliten la alimentación local de las salidas de emergencia.

En cada salida de emergencia irá instalado el correspondiente cuadro. Desde éste se alimentarán: los alumbrados de las salidas de emergencia, protección contra incendios, ventiladores de dichas zonas y los correspondientes elementos de control, seguridad y comunicaciones. La misma filosofía se aplicará a los cuadros de los centros de transformación.

En general, y dentro del túnel, los cables se llevarán por los tubos enterrados bajo acera existentes. En caso de que no hubiese espacio para ellos se llevarán perchados al hastial. En las salidas de emergencia irán preferentemente bajo tubo.

Los cableados se realizarán con cables del tipo RZ1F3Z1-K (AS) 0,6/1 kV no propagadores del incendio.

3.10.3 Implementación

Dimensionamiento de los transformadores

- *Centro de transformación 1*

Sistema	Potencia
JET FAN 1	22000 W
JET FAN 2	22000 W
JET FAN 3	22000 W
JET FAN 4	22000 W
JET FAN 5	22000 W
JET FAN 6	22000 W
LUM 1	1440 W
LUM 2	864 W
LUM 2.1	1440 W
LUM 2.2	864 W
DETEC	400 W



CCTV	800 W
INTRUSION	1000 W
PLC	500 W
COM	1000 W
LUM POZO	684 W
LUM CT	144 W
LUM EMER	36 W
PRESU	550 W
VENT CT	4000 W
TOTAL....	145722 W
Reserva	30000 W
Total(W)	175722
Total (kVA)	219,6525

Tabla 15: Consumo Centro Transformación 1

Se proyecta un Centro de Transformación equipado con un transformador de 400kVA, dotándolo de un transformador de reserva de la misma potencia. (Se puede apreciar que el consumo de este centro de transformación es menor que el de los otros dos. El motivo por el cual se ha elegido un transformación de 400kVA es por simplificar el diseño del proyecto, el calculo de los centros de transformación y porque al estar cerca de la estación podría ser necesario que conectase equipos instalados ahí. Por ello se cree conveniente la instalación de un transformador de esta potencia.)

- *Centro de Transformación 2*

Sistema	Potencia
JET 1	11000 W
JET 2	11000 W
JET 3	11000 W
JET 4	11000 W
JET 5	11000 W
JET 6	11000 W
JET 7	11000 W
JET 8	11000 W
JET 9	11000 W
JET 1.1	11000 W
JET 1.2	11000 W
JET 1.3	11000 W
JET 1.4	11000 W
JET 1.5	11000 W
JET 1.6	11000 W
JET 1.7	11000 W
JET 1.8	11000 W



JET 1.8	11000 W
LUM 1.1	684 W
LUM 1.2	720 W
LUM 1.3	720 W
LUM 1.4	720 W
LUM 1.5	720 W
LUM 2.1	684 W
LUM 2.2	720 W
LUM 2.3	720 W
LUM 2.4	720 W
LUM 2.5	720 W
LUM 2.6	1080 W
LUM 2.7	1080 W
LUM 1.6	1080 W
LUM 1.7	1080 W
VENT CT	5500 W
PRES 1	4000 W
PRES 1.1	4000 W
PRES 2	4000 W
PRES 2.1	4000 W
PRES 3	4000 W
PRES 3.1	4000 W
LUM 1	108 W
LUM 2	108 W
LUM 3	108 W
LUM CT	144 W
LUM EMERG	36 W
DETEC	400 W
PLC	500 W
COM	1000 W
TOTAL....	241352 W
Reserva	30000 W
TOTAL (W)	271352
TOTAL (kVA)	339,190

Tabla 16: Consumo centro de transformación 2

Se proyecta un Centro de Transformación equipado con un transformador de 400kVA, dotándolo de un transformador de reserva de la misma potencia.

- *Centro de Transformación 3*



Sistema	Potencia
JET 1	11000 W
JET 2	11000 W
JET 3	11000 W
JET 4	11000 W
JET 5	11000 W
JET 6	11000 W
JET 7	11000 W
JET 8	11000 W
JET 9	11000 W
JET 1.1	11000 W
JET 1.2	11000 W
JET 1.3	11000 W
JET 1.4	11000 W
JET 1.5	11000 W
JET 1.6	11000 W
JET 1.7	11000 W
JET 1.8	11000 W
JET 1.8	11000 W
LUM 1.1	1080 W
LUM 1.2	1080 W
LUM 1.3	720 W
LUM 1.4	720 W
LUM 1.5	720 W
LUM 1.6	720 W
LUM 1.7	720 W
LUM 1.8	720 W
LUM 2.1	1080 W
LUM 2.2	1080 W
LUM 2.3	720 W
LUM 2.4	720 W
LUM 2.5	720 W
LUM 2.6	720 W
LUM 2.7	720 W
LUM 2.8	720 W
VENT CT	5500 W
PRES 1	4000 W
PRES 1.1	4000 W
PRES 2	4000 W
PRES 2.1	4000 W
PRES 3	4000 W



PRES 3.1	4000 W
PRES 4	4000 W
PRES 4.1	4000 W
LUM 1	108 W
LUM 2	108 W
LUM 3	108 W
LUM CT	144 W
LUM 4	108 W
LUM EMERG	36 W
DETEC	400 W
PLC	500 W
COM	1000 W
TOTAL....	250972 W
Reserva	30000 W
TOTAL(W)	280972
TOTAL(kVA)	351,215

Tabla 17: Consumo Centro de Transformación 3

Se proyecta un Centro de Transformación equipado con un transformador de 400kVA, dotándolo de un transformador de reserva de la misma potencia.

3.10.4 Cableado

Las luminarias estarán conectadas con su propia línea desde el centro de transformación más cercano. Se han formado grupos de luminarias según sectores para que en caso de que falle una de las líneas de suministro la instalación no se quede sin iluminación. La distribución de los sectores se puede ver en los esquemas unifilares anexos.

Las secciones de cable utilizadas y la longitud de cable son las siguientes:

Tipo de Cable	L(m)
4x50+TTx25Cu	3785
4x35+TTx16Cu	10100
4x25+TTx16Cu	4500
4x16+TTx16Cu	4550
4x10+TTx10Cu	4050
4x4+TTx4Cu	200
2x50+TTx25Cu	2000
2x35+TTx16Cu	8960
2x25+TTx16Cu	15328
2x16+TTx16Cu	4000
2x2.5+TTx2.5Cu	2325
2x1.5+TTx1.5Cu	245
4x2.5+TTx2.5Cu	285



Tabla 18: Secciones de Cable y Longitud

3.10.5 Anejo suministro de energía

El diseño completo del sistema de energía se encuentra en el “Anejo: Suministro de energía”. En él se incluyen los esquemas unifilares de los tres centros de transformación y el dimensionamiento de los transformadores.

En este anejo se recogen los resultados obtenidos por los programas “CIEBT dmELECT” con el que se ha calculado las líneas eléctricas. Teniendo en cuenta los consumos de potencia y los esquemas unifilares diseñados.

Por otro lado se tiene el cálculo de los centros de transformación, que se ha realizado con el software “SIScet 6.3”

3.11 Detección de intrusión

NORMATIVA APLICADA A LA DETECCIÓN DE INTRUSIÓN

- “Nuevo Reglamento electrotécnico de Baja Tensión”. R.D. 842/2002 de 2 de agosto.
- Código Técnico de Edificación (CTE)
- “Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems”. NFPA 130, 11 de Febrero de 2000.
- Guía Técnica de Protección y Seguridad en Túneles Ferroviarios de ADIF.
- Reglamento (ue) nº 1303/2014 de la comisión de 18 de noviembre de 2014 sobre la especificación técnica de interoperabilidad relativa a la «seguridad en los túneles ferroviarios» del sistema ferroviario de la Unión Europea

3.11.1 Introducción

Para asegurar la seguridad de los usuarios y el personal de mantenimiento es necesario disponer de un sistema que supervise, controle y proporcione avisos en caso de que alguien no autorizado acceda a las instalaciones. Debido al equipamiento que tiene lugar dentro de los cuartos técnicos es de vital importancia para el correcto funcionamiento de las instalaciones es necesario prevenir cualquier manipulación que pueda ser llevada a cabo por personal no autorizado. Para ello en el túnel se van a instalar. Para proporcionar esta seguridad se van a utilizar un circuito cerrado de televisión, y control de contacto magnético en todas las puertas.

Con ello se va a conseguir un control muy alto sobre las operaciones que se lleven a cabo dentro de la infraestructura.

3.11.2 Descripción del sistema

Sistema CCTV

El principal objetivo del subsistema de CCTV consiste en controlar los tránsitos y zonas sensibles de la instalación. Será el encargado de la captación, transporte, almacenamiento y visualización de las imágenes necesarias para la correcta vigilancia y control de las instalaciones ferroviarias dentro de la línea.

La captación de dichas imágenes se realizará mediante cámaras fijas o móviles con funcionalidades y requerimientos técnicos adecuados a las necesidades y restricciones impuestas por los entornos a visionar.

Las cámaras dispondrán de óptica adecuada y carcasa antivandálica, cuya sujeción al hastial deberá soportar el paso de los trenes. Las señales de las cámaras se llevaran a un armario donde estarán los equipos de fibra que convertirán estas señales de eléctricas a ópticas para su transmisión al Nodo más cercano de la Red de Comunicaciones de Seguridad.

La grabación de las cámaras la llevará a cabo en equipos de grabación situados en los nodos globales. Los sistemas de grabación estarán conectados a los switches de estos nodos y establecerán una comunicación IP con los códecs. Las imágenes digitales de los códecs se grabarán en los discos de almacenamiento de los sistemas de grabación distribuidos.

La información proporcionada por las cámaras será enviada al centro de control del que dependa el túnel para que el personal encargado de la vigilancia tenga acceso a él.

En dichos centros de control será posible visionar tanto imágenes en tiempo real a petición de los operadores como imágenes grabadas bajo demanda. Dichas imágenes grabadas se almacenarán de manera ininterrumpida en equipos distribuidos a lo largo de la traza. Asimismo dichos equipos contarán con cierta redundancia para evitar que se pierdan imágenes en caso de fallo de alguno de ellos.

Distribución y características del sistema CCTV

Cámaras

- Dos cámaras fijas de actividad en cada salida de emergencia. La primera ubicada en el prevestíbulo de entrada desde el túnel a la salida, enfocando a la puerta de entrada desde el túnel. La segunda en el interior de la salida enfocando a la puerta de entrada desde el exterior.
- Una cámara domo en el túnel, con el fin de visualizar la puerta de la salida y sus inmediaciones. Será ubicado en el mismo hastial que la propia salida de emergencia para evitar bloqueos en el caso de que un tren se averiase justo delante la puerta.

Videograbadores



Las imágenes grabadas por las cámaras serán almacenadas en grabadores destinados a tal fin y distribuidas a lo largo de los nodos globales de la traza. De este modo los operadores podrán visionar en cualquier momento las imágenes enviando los datos de la fecha, hora y cámara requerida. Esta petición será transmitida a un servidor que solicitará al codificador correspondiente la imagen deseada.

El servidor de grabación serán alojados en el cuarto técnico.

La capacidad de grabación será calculada atendiendo a las siguientes consideraciones:

- Formato de grabación: 4 CIF
- Velocidad de grabación: Un 80% del tiempo se grabará a 8 IPS. y el 20% restante a 25 IPS.
- Las imágenes serán conservadas entre 15 días como mínimo y 30 como máximo
- 10% de seguridad ante fallos. Si un 10% de los grabadores cae las cámaras afectadas se distribuirán en el 90% de grabadores restante.
- Los servidores de grabación se concentrarán en los nodos globales.

Para las premisas anteriores es necesario dimensionar una capacidad por grabador de 8,5 TB configurados en RAID 5 y de este modo asegurar la fiabilidad y continuidad de la grabación. Los diferentes módulos de los grabadores deber ser intercambiables en caliente dentro de un chasis modular sin cables.

Para la distribución del grabador habrá que atender las restricciones expuestas anteriormente de modo que en principio se instalará un grabador por nodo siempre que el número de cámaras en dicho nodo no sea mayor de 25.

La distribución de los grabadores en los nodos se realizará atendiendo a los siguientes criterios:

- Preferentemente se instalarán un mayor número de servidores en los emplazamientos más accesibles para el mantenimiento en general, edificios técnicos.
- Se establecerán políticas de gestión de tráfico de red y calidad de servicio en la VLAN de seguridad para que en ningún momento haya cuello de botella en los puntos de acceso a la RED.

Para la grabación de 25 cámaras a 4CIF y 8 imágenes por segundo durante 15 días es necesario disponer de 3.090 GB de disco duro. En momentos de alarma es necesario almacenar las imágenes a 4CIF y 25 imágenes por segundo. Presuponiendo que un 20% de tiempo será necesario grabar a esta calidad se necesitarán 3.170 GB de disco duro.



Por lo tanto se necesitará un mínimo de 6.260 GB por grabador para almacenar las imágenes en condiciones anteriormente descritas. Al estar configurados los grabadores en RAID5 necesitaremos una capacidad de 7.5 TB por equipo distribuidos en 10 discos de 750 GB por equipo.

Adicionalmente habrá que considerar un 10% de capacidad de reserva para absorber el tráfico proveniente de otros grabadores en caso de fallo. Por ello se considerarán grabadores de 8.5TB (12 discos de 750 GB) de capacidad en RAID5 que correctamente distribuidos proporcionan cobertura a todos los emplazamientos principio se establece la existencia de un grabador por nodo cuando el número de cámaras a atender no superen 25. Si el número de cámaras fuese mayor se instalaría un grabador adicional.

Los grabadores estarán equipados con puertos Gigabit Ethernet permitiendo la conexión de los equipos directamente a la Red de Datos. Esto permite la creación de grupos compartidos de almacenamiento que garantizan la continuidad de la grabación en caso de fallo de alguno de los grabadores.

Como se ha comentado anteriormente, los grabadores estarán dispuestos en RAID5. Todos los componentes críticos (unidades, fuentes de alimentación, ventilación, etc.) deben ser intercambiables en caliente para su sustitución en caso de avería.

Control de accesos en puertas

Para poder entrar al cuarto técnico previsto en la salida de emergencia y a las casetas de túnel previstas en las bocas, se dotará de un control de accesos, que estará formado por unidades de control de accesos (UCA) con lectores de tarjetas de proximidad, de forma que sea capaz de leer la tarjeta del personal que necesite entrar en los cuartos técnicos, aunque exclusivamente dará paso a aquellos que estén dados de alta en la base de datos correspondiente.

Los contactos de entrada y salida de la UCA estarán cableados a los módulos de entrada salida del sistema de intrusión, de modo que el funcionamiento sea en todo momento local. De esta manera, en el hipotético caso de pérdida de conectividad en la red, el funcionamiento será autónomo y podrán seguir actuando sobre la central de intrusión.

Las puertas que contaran con este sistema son las cuatro puertas de los cuartos de las galerías de interconexión y la puerta del cuarto técnico del pozo de evacuación.

3.12 Sistema de Radiocomunicaciones

3.12.1 Introducción

Los servicios de comunicaciones a incorporar en los túneles corresponden a los servicios de socorro y seguridad. Los servicios de comunicaciones a incorporar en el túnel corresponden a los servicios de socorro y seguridad, todos ellos integrados dentro del sistema de radiocomunicaciones Tetra.



El sistema de comunicaciones previsto proporcionará servicio de comunicaciones radio en su interior con las mismas prestaciones a las que se disponen en el exterior del túnel, dado que lo que realmente se realiza es una extensión de la cobertura radioeléctrica existente en el exterior del túnel al interior del mismo.

Los sistemas de comunicaciones facilitan las comunicaciones de los vehículos en el interior del túnel y por lo tanto incrementar la seguridad en su interior y a su vez, en condiciones extremas producidas por un accidente o incidencia, los servicios de emergencia dispongan de un sistema de comunicaciones que posibilite la eficaz coordinación de todos los involucrados en el mismo.

3.12.2 Definición de equipos para el sistema de comunicaciones del túnel.

Para dotar de cobertura al interior de los túneles se precisa de unos equipos que deberán situarse en las dos bocas de los túneles y en puntos centrales de túneles. Los racks maestros, en número de dos, se ubicarán en los Cuadros que se existen en sus bocas, los racks esclavos de cobertura de los túneles en los cuartos técnicos del interior de los túneles, con acceso mediante fibra óptica desde el exterior del túnel.

Los equipos de uno de los dos racks maestros son los que se encargan de enlazar con las estaciones radio (estaciones base de cobertura Tetra, denominado como Tetra 1) encargada de proporcionar cobertura del sistema de comunicaciones Rescat en esta boca del túnel. A su vez en este rack maestro principal se amplifican las señales Tetra 2 de la boca norte, accediendo las señales de Tetra 2 a este rack maestro principal a través del dispositivo de fibra óptica dispuesto para este fin, que une ambos racks maestros.

En la boca opuesta del túnel se dispondrá de un segundo rack maestro que se encargan de enlazar con las estaciones radio del sistema de comunicaciones Rescat (estaciones base de cobertura Tetra, denominado como Tetra 2). Accediendo las señales de Tetra 1 a este rack maestro secundario a través del dispositivo de fibra óptica dispuesto para este fin, que une ambos racks maestros.

El rack esclavo y de cobertura de túnel se encarga de amplificar las señales Tetra de ambas bocas del túnel.

Solo se pueden retransmitir al interior de los túneles aquellos canales radio que dispongan de cobertura radioeléctrica en el exterior de los túneles con un nivel de señal adecuado a los requerimientos del sistema, pues señales muy deficientes en el exterior de los túneles proporcionan señales muy deficientes en el interior de los túneles y por lógica unas comunicaciones deficientes o no admisibles en el interior de los túneles.

Equipos correspondientes a los canales de Socorro y Seguridad Sistema Rescat

Los canales de Socorro y Seguridad pertenecen a sistemas digitales con asignación dinámica de canales (Trunking digital Tetra). Se precisa incorporar al sistema de comunicaciones de los túneles todas las portadoras de la estación base de la que se captan las señales Tetra, que se supone está ubicada en las proximidades de los túneles.

Para la captación de estas cuatro portadoras Tetra (en concreto se captarán y posteriormente se amplificarán cuatro portadoras) se puede realizar solamente haciendo uso de amplificadores de



radio frecuencia, de los cuales existen dos modelos definidos como Amplificador selectivo de canal o canalizado y los amplificadores de banda selectiva.

Los amplificadores selectivos de canal o canalizados seleccionan solo las portadoras que se desean amplificar, dado que disponen de un amplificador selectivo de canal por cada portadora sintonizada a su frecuencia. De esta forma, se rechazan frecuencias de otros servicios que trabajan en frecuencias muy próximas, a la vez que se garantiza el nivel de salida del amplificador por portadora. La potencia de salida del amplificador se divide por el número de portadoras que amplifica por lo que las portadoras no deseadas no hacen uso de la potencia del amplificador en detrimento de las señales deseadas. Este amplificador forma parte del Rack Maestro principal y secundario.

Los amplificadores de banda selectiva amplifican todas las frecuencias que se encuentran dentro de su banda de trabajo, sean señales deseadas o no deseadas. En nuestro caso, utilizaremos estos dispositivos siempre detrás de los amplificadores selectivos de canal, para que se haya producido el filtrado de las señales no deseadas.

Estos amplificadores de banda selectiva se utilizan para los rack esclavos de comunicaciones, ya que el rack maestro realiza el filtraje de las señales deseadas a través del amplificador selectivo de canal, así los amplificadores esclavos solo amplificaría las señales deseadas y por tanto se garantiza su nivel de salida del amplificador.

Topología del sistema de comunicaciones.

La distribución de equipos y la funcionalidad de los mismos se describe a continuación:

Rack Maestro Principal de Enlace

Se ubicará en la boca este del túnel.

Sus funciones son:

- Enlazar con las estaciones exteriores de los sistemas Tetra 1 a incorporar en el sistema de comunicaciones del túnel.
- Enlazar con el Rack Maestro Secundario, mediante el dispositivo de fibra óptica.
- Amplificar las señales Tetra 2 captadas en la boca opuesta del túnel (oeste).

Rack Maestro Secundario de Enlace

Se ubicará en la boca oeste del túnel. Sus funciones son:

- Enlazar con las estaciones exteriores del sistema Tetra 2 a incorporar en el sistema de comunicaciones del túnel.
- Enlazar con el Rack Maestro Principal mediante el dispositivo de fibra óptica.



- Amplificar las señales Tetra 1 captadas en la boca opuesta del túnel (este).

Rack Esclavo de Cobertura de Túnel

Se ubicará en los cuartos técnicos en el interior de los túneles. Sus funciones son:

Enlazar con los racks maestros (mediante fibra óptica) situados en las entradas del túnel para retransmitir las señales Tetra captadas por estos.

Su objetivo es amplificar las señales en el túnel para poder cubrir distancias más largas.

Con esta topología de sistema se dispone de un sistema de comunicaciones radio redundante y resistente a fallos y cortes del cable radiante, como se indicará en el apartado de fiabilidad del sistema.

3.12.3 Descripción general del sistema de comunicaciones

El sistema de comunicaciones de cada túnel está integrado por tres subsistemas:

- Sistema de captación y de retransmisión de señales en el interior del túnel.
- Sistema de retransmisión de señales en el interior del túnel.
- Sistema de radiación y de captación de señales en las salidas de emergencia.

Seguidamente se realiza una descripción detallada de cada uno de los sistemas.

Sistema de captación y retransmisión de señales en el túnel

El sistema de captación y retransmisión de señales en el interior del túnel está formado por el rack maestro principal y el rack maestro secundario, ambos situados en los extremos de los túneles con igual configuración, y por los racks esclavos para ampliar cobertura dentro de los túneles.

Rack maestro principal

El sistema de captación de señales principal del túnel es el encargado de capturar las señales de los repetidores externos y estaciones base de cobertura de los servicios (Tetra 1) a incorporar al sistema de comunicaciones del túnel y de su envío al sistema de retransmisión, encargado de realizar la cobertura interior del túnel.

Está compuesto por las siguientes unidades:

- Sistema de antenas de enlace, instaladas en un mástil. Rack Maestro principal.
- Rack de los equipos amplificadores de enlace.



Sistema de antenas de enlace

El sistema de antenas de enlace es el encargado de transmitir y recibir las señales procedentes y destinadas a las estaciones base Tetra 1 que se desean incorporar al sistema de comunicaciones del túnel.

Está compuesto por una antena directiva tipo Yagi que captará la señal de RF. Esta antena se conecta a su respectivo equipo amplificador bidireccional a través de un cable coaxial de 1/2". Se estima que la distancia entre la antena instalada en torre al rack de enlace situado en la boca norte es de 50 metros aproximadamente.

Sistema de equipos amplificadores de enlace. Rack Maestro principal

El rack maestro principal de equipos amplificadores de enlace del túnel, aloja en su interior el equipo amplificador bidireccional selectivo de canal (de 85 dB de ganancia) de las portadoras del sistema Tetra 1 y el amplificador bidireccional de banda selectiva (de 50dB de ganancia) de las portadoras Tetra 2 procedentes del rack maestro secundario.

Se completa el número de unidades que integran el rack con el sistema acoplador de señales de RF. El sistema acoplador es el encargado de proporcionar una única salida de la vía de transmisión y una única salida de la vía de recepción de las señales procedentes y destinadas al túnel, mediante la combinación de las señales que se encuentran en cuatro bandas de frecuencias diferentes.

Para enlazar cada rack maestro con el rack esclavo se hace uso de los dispositivos de fibra óptica compuesto por un transmisor y un receptor óptico por rack que se conecta a él; en base a lo indicado, se precisan para el amplificador esclavo de cobertura de túnel dos conjuntos transmisor/receptor de fibra óptica. Se utiliza la tecnología WDM que permite la transmisión y recepción sobre la misma fibra óptica.

Rack Maestro Secundario

El sistema de captación de señales del túnel es el encargado de capturar las señales de los repetidores externos y estaciones base de cobertura de los servicios (Tetra 2) a incorporar al sistema de comunicaciones del túnel y de su envío al sistema de retransmisión, encargado de realizar la cobertura interior del túnel.

Está compuesto por las siguientes unidades:

- Sistema de antenas de enlace, instaladas en mástil. Rack Maestro secundario.
- Rack de los equipos amplificadores de enlace.

Sistema de antenas de enlace

El sistema de antenas de enlace es el encargado de transmitir y recibir las señales procedentes y destinadas a las estaciones repetidoras de los canales de comunicaciones radio que se desean incorporar al sistema de comunicaciones del túnel.



Está compuesto por una antena directiva tipo Yagi que captará la señal de RF. Esta antena se conecta a su respectivo equipo amplificador bidireccional a través de un cable coaxial de 1/2". Se estima que la distancia entre la antena instalada en torre al rack de enlace situado en la boca norte es de 50 metros aproximadamente.

Sistema de equipos amplificadores de enlace. Rack Maestro Secundario

El rack maestro secundario de equipos amplificadores de enlace del túnel, aloja en su interior el equipo amplificador bidireccional selectivo de canal (de 85 dB de ganancia) de las portadoras del sistema Tetra 2. A su vez aloja el amplificador bidireccional de banda selectiva (de 50dB de ganancia) de las portadoras Tetra 1 procedentes del rack maestro principal.

Se completa el número de unidades que integran el rack con el sistema acoplador de señales de RF. El sistema acoplador es el encargado de proporcionar una única salida de la vía de transmisión y una única salida de la vía de recepción de las señales procedentes y destinadas al túnel, mediante la combinación de las señales que se encuentran en cuatro bandas de frecuencias diferentes.

Para enlazar cada rack maestro con el rack esclavo se hace uso de los dispositivos de fibra óptica compuesto por un transmisor y un receptor óptico por rack que se conecta a él; en base a lo indicado, se precisan para el amplificador esclavo de cobertura de túnel dos conjuntos transmisor/receptor de fibra óptica. Se utiliza la tecnología WDM que permite la transmisión y recepción sobre la misma fibra óptica.

Rack Esclavo de cobertura

El rack esclavo de equipos amplificadores de cobertura de cada túnel, aloja en su interior el equipo amplificador bidireccional de banda selectiva de las portadoras del sistema Tetra 1 y Tetra 2 procedentes de los dos racks maestros. El amplificador cuenta con una ganancia de 50 dB.

Para enlazar el rack esclavo con los racks maestros, principal y secundario, se hace uso de los dispositivos de fibra óptica compuesto por dos transmisores y dos receptores ópticos. Se utiliza la tecnología WDM que permite la transmisión y recepción sobre la misma fibra óptica.

3.12.4 Sistema de retransmisión de señales al interior del túnel.

Está formado por el cable radiante, dado que el rack de enlace es a su vez rack de cobertura interior del túnel.

Con la estructura de máxima fiabilidad y seguridad de las comunicaciones en su interior exigida, este sistema está compuesto por las siguientes unidades:

Sistema de cable radiante

Con una estructura que transcurre a lo largo del tubo que conforma el túnel y a la que se inyectan las señales en las dos bocas, es el encargado de hacer las funciones de sistema radiante o antena. Su función es la de transmitir las señales de RF a los terminales radio que se encuentran en el interior del túnel, así como de recibir las señales de RF generadas por los terminales en el interior del túnel.



El cable radiante considerado, según las longitudes de los túneles y la máxima frecuencia de uno de los servicios del sistema (Sistemas Tetra en frecuencias de 400 MHz), corresponde a un cable con sección de 1 ¼" o 7/8" dependiendo de las longitudes de las tiradas de cable.

3.12.5 Descripción de las facilidades de comunicación del sistema.

El sistema permite una serie de facilidades de comunicación de los terminales radio que se encuentran en el interior del túnel para cada uno de los canales o servicios que lo integran. A continuación se describen las facilidades de comunicación de cada uno de ellos.

- Terminal radio móvil o portátil dentro del túnel con terminal radio móvil o portátil también dentro del túnel.
- Terminal radio móvil o portátil dentro del túnel con su estación base o centro de control en la población en donde presta sus servicios y viceversa
- Terminal radio móvil o portátil dentro del túnel con terminal radio móvil o portátil fuera del túnel que se encuentre bajo la cobertura de los repetidores o estación de cobertura del servicio correspondiente y viceversa.

Seguridad de las comunicaciones en el túnel.

Uno de los requisitos fundamentales de los sistemas de comunicaciones en el interior de los túneles es su fiabilidad en condiciones extremas. La solución propuesta garantiza las comunicaciones en el interior del túnel aún en el caso de rotura de uno de los tramos de cable radiante que realizan la cobertura interior del túnel.

Con esta topología de cable radiante en los túneles, cada tramo de cable radiante está alimentado de señal por sus dos extremos por unidades amplificadoras diferentes. A su vez, cada unidad amplificadora tiene capacidad para alimentar de forma independiente de señal a los respectivos metros de cable radiante conectado a ella.

De esta manera se garantizan las comunicaciones en el interior del túnel ante dos supuestos de incidencia:

- Que por causa de un accidente el cable radiante quede cortado. En este caso los dos tramos en que queda dividido están alimentados de señal por el amplificador del extremo no cortado, no dejando zonas de sombra sin cobertura en el túnel.
- Si por cualquier causa, avería o fallo de corriente eléctrica, uno de los amplificadores maestros de enlace y de cobertura de señales del túnel queda inactivo, el otro amplificador maestro y de cobertura del túnel, conectado al cable radiante por el extremo opuesto, continúa dando servicio de comunicaciones durante todo el tramo de cable radiante.

Solo se interrumpirán las comunicaciones en un tramo de cable radiante comprendido entre dos amplificadores del túnel si se dan los siguientes supuestos:



- Un tramo de cable radiante se rompe por dos lugares. Queda sin servicio el tramo de cable radiante no unido a uno de los dos amplificadores extremos.
- Los dos amplificadores maestros quedan fuera de servicio, por avería o fallo de corriente eléctrica.

Validación del cable radiante.

La elección de un tipo de cable u otro depende de dos parámetros a tener en cuenta.

El primer parámetro, la longitud de los sectores de cable radiante en que se ha dividido el túnel. Este valor influirá en la atenuación de la señal.

El segundo de los parámetros, la frecuencia de mayor valor, corresponde a los sistemas digitales Tetra, cuya frecuencia de emisión se encuentra en las proximidades del valor de 390 MHz. Para este valor de frecuencias se fijan unos límites mínimos de señal recibida, dependiendo del modo de funcionamiento del sistema.

- Modo de funcionamiento nominal, sin roturas en el cable radiante y con todas las unidades del sistema operativas.
 - Nivel mínimo de recepción de señal en el interior del túnel: valor superior a $-79,00$ dBm en el 95% del túnel.
- Modo de funcionamiento degradado, con el cable radiante roto por un único lugar.
- Nivel mínimo de recepción de señal en el interior del túnel: valor superior a $-79,00$ dBm en el 95% del túnel.

Teniendo en cuenta ambos parámetros (Longitud + 390 MHz) las atenuaciones que introducen dichos diámetros o secciones de cable son las siguientes:

- Sección 1 1/4":
 - Pérdidas de acoplamiento = 60 dB
 - Pérdidas por distancia = 2 dB/100m

Cálculo de señal recibida.

Las características a considerar para el diseño son las siguientes:

- Para la cobertura del túnel se requieren 2 amplificadores de boca y 4 amplificadores esclavos de cobertura de túnel, situados en un cuarto técnicos del túnel, en las salidas de emergencia. En los planos del proyecto se puede apreciar la ubicación exacta de los cuartos técnicos. Se conectarán los armarios maestros con los esclavos amplificadores de cobertura mediante fibra óptica.



- El túnel dispondrá de 5 tramos de cable radiante de 1000 m, 844 m, 1480 m, 1500m y 1500 m en el túnel.
- Desde cada boca del túnel se incorporan las portadoras Tetra que existen en su boca, además de amplificarse las correspondientes a la otra boca.
- En base a lo indicado el túnel dispondrá de 8 portadoras Tetra en su interior con capacidad para cursar 5 comunicaciones simultáneas.

Cálculos en túnel. Funcionamiento nominal y no degradado.

En el modo de funcionamiento nominal, sin ningún corte en el cable radiante, cada unidad amplificadora alimenta de señal a cada sector de cable radiante del túnel, siendo la longitud de máxima de sector es de 1.500 metros (peor caso). Para este caso de funcionamiento no degradado, se calcula la viabilidad de la comunicación de un equipo radio situado en el punto central del tubo, cuya longitud es de 750 metros, distancia a la que hay que sumar los aproximados 100 metros de cable coaxial de 1 1/4" que se utilizan para enlazar el cable radiante con el amplificador de cobertura de boca del túnel.

Para este caso hipotético se calcula la viabilidad de la comunicación de un equipo radio situado en el punto central del tramo, o sea a 750metros.

Parámetros de cálculo del enlace.

- Frecuencia de trabajo: 390 MHz.
- Tipo de cable: 1 1/4"
- N.R. = Nivel de recepción del terminal portátil
- P.S. = Potencia de salida del amplificador de RF para 4 portadoras: + 20,9 dBm
- L.T. = Longitud del túnel: 750+ 100 metros
- P.L. = Pérdidas longitudinales de cable radiante a 400 MHz = 2,00 dB/100m
- P.A. = Pérdidas de acoplamiento a 450 MHz = 60 dB
- P.C. = Pérdidas del cable coaxial y los divisores de señal para alimentación de cable radiante desde el Centro de Transformación: + 8 dB
- P.D. = Pérdidas de acoplamiento a distancia superior a 2 metros: + 6dB
- P.S. = Dos salidas de emergencia intermedia: 3dB + 3dB = 6dB



$$N.R. = P.S. - \frac{L.T. \cdot P.L.}{100} - P.A. - P.C. - P.D. - P.S.$$

Para estos valores, el nivel recibido de un terminal radio a 750 metros de un amplificador es de – 76,1 dBm; valor que permite una comunicación radio clara y con calidad, dado que el nivel de entrada mínimo en el receptor considerado para el cálculo era de – 79,00 dBm.

Estos cálculos validan el cable radiante con diámetro de 1 1/4” seleccionado.

Cálculos en túnel. Funcionamiento nominal y degradado.

En el modo de funcionamiento nominal, sin ningún corte en el cable radiante a la unidad amplificadora alimenta de señal a cada sector de cable radiante del túnel, siendo la longitud de máxima de sector es de 1.500 metros (peor caso). Para este caso de funcionamiento degradado, se calcula la viabilidad de la comunicación de un equipo radio situado en el punto opuesto del amplificador, distante 1.500 metros, distancia a la que hay que sumar los aproximados 100 metros de cable coaxial de 1 1/4” que se utilizan para enlazar el cable radiante con el amplificador de cobertura de boca del túnel.

Para este caso hipotético se calcula la viabilidad de la comunicación de un equipo radio situado en el punto central del túnel, o sea a 1500 metros.

Parámetros de cálculo del enlace.

- Frecuencia de trabajo: 390 MHz.
- Tipo de cable: 1 ¼”
- N.R. = Nivel de recepción del terminal portátil
- P.S. = Potencia de salida del amplificador de RF para 4 portadoras: + 20,9 dBm
- L.T. = Longitud del túnel: 1.500+ 100 metros
- P.L. = Pérdidas longitudinales de cable radiante a 400 MHz = 2,00 dB/100m
- P.A. = Pérdidas de acoplamiento a 450 MHz = 60 dB
- P.C. = Pérdidas del cable coaxial y los divisores de señal para alimentación de cable radiante desde el Centro de Transformación: + 8 dB
- P.D. = Pérdidas de acoplamiento a distancia superior a 2 metros: + 6dB
- P.S. = Dos salidas de emergencia intermedia: 3dB + 3dB = 6dB

$$N.R. = P.S. - \frac{L.T. \cdot P.L.}{100} - P.A. - P.C. - P.D. - P.S.$$

Para estos valores, el nivel recibido de un terminal radio a 1.500 metros de un amplificador es de – 91,1 dBm.

El caso analizado corresponde al peor de los casos del túnel. El verdadero problema es la distancia del tramo, que realizando la operación inversa, es decir, fijando un nivel máximo de señal de -79 dBm, se obtiene una longitud máxima de 850 m de tramo con 2 salidas de emergencia intermedias para poder conseguir los criterios marcados.

Estos cálculos validan el cable radiante con diámetro de 1 1/4" seleccionado.

3.13 Centro de control

3.13.1 Introducción

Es necesario para asegurar el correcto funcionamiento de la instalación el proveer un sistema de centralización para poder realizar tareas de seguimiento y control. En algunos casos, los túneles se encuentran en zonas de difícil acceso y no disponen de personal dentro de las instalaciones. Por este motivo es necesario disponer de algún centro de control remoto que supervise las instalaciones. Para ello se suele asociar el túnel a un CPS en concreto.

Se ha asegurado a lo largo de la fase de diseño que la mayoría de sistemas instalados sean compatibles con la conexión a un PLC para asegurar su control remoto.

3.13.2 Descripción

El Túnel de llevará instalados un sistema de supervisión de las instalaciones de Protección Civil. El sistema de supervisión estará constituido por Controladores Lógicos Programables (PLC).

La solución se apoya en la instalación de estos equipos de control con lógica propia, distribuidos a lo largo del túnel. Estos equipos son capaces de funcionar independientemente, compartiendo su información a través de la propia red de comunicaciones.

Los PLC deberán recoger las señales de los equipos y transmitir las al centro de control. Asimismo, el centro de control podrá enviar órdenes a los PLC para que actúen sobre los equipos

Las instalaciones de Protección Civil que se integrarán en el SCADA con el fin de supervisarlas y en ocasiones controlarlas son las siguientes:

- Armarios eléctricos (supervisión)
- Sistema de radiocomunicaciones (supervisión)
- Detección de gases tóxicos (supervisión)



- Extinción de incendios en túnel (supervisión y control)
- Protección contra incendios en salidas de emergencia y cuartos técnicos (supervisión y control)
- Ventilación de presurización de salidas de emergencia y ventilación de cuartos técnicos (supervisión y control)
- Iluminación de emergencia en salidas de emergencia y cuartos técnicos (supervisión y control)

Armarios eléctricos

El CPS debe conocer en todo momento el estado de las protecciones y poder controlar el estado de los contactores.

Además del PLC, se instalarán también un analizador de redes monofásico, con puerto de comunicaciones RS-485 para llevar su señal al PLC.

Sistema de radiocomunicaciones

Los equipos sujetos a supervisión son los racks maestros ubicados en las bocas y racks esclavos situados en cuartos técnicos. Sus señales se llevarán directamente por cable de pares hasta el PLC.

Detección de gases tóxicos

Las señales de los diferentes detectores de gases tóxicos serán llevadas por RS-485, donde se conectarán a la tarjeta de comunicación serie del PLC.

Extinción de incendios en túnel

Las señales de los diferentes detectores de gases tóxicos serán llevadas por RS-485 hasta las bocas o salidas de emergencia, donde se conectarán a la tarjeta de comunicación serie del PLC.

Protección contra incendios en salidas de emergencia y cuartos técnicos

La señal de la central de incendios y otros equipos será llevada directamente hasta la tarjeta de comunicación serie del PLC.

Ventilación de presurización de salidas de emergencia y ventilación de cuartos técnicos

Las señales de los diferentes contactores y protecciones serán llevadas directamente por cable de pares hasta el PLC.

Iluminación de emergencia en salidas de emergencia y cuartos técnicos

Las señales de los diferentes contactores y protecciones serán llevadas directamente por cable de pares hasta el PLC.

3.13.3 Implementación

Especificaciones del PLC

El PLC será totalmente modular y flexible para su fácil mantenimiento y ampliación en el caso de ser necesario.



Todas las tarjetas de entradas-salidas dispondrán de aislamiento galvánico por optoacoplador en las entradas a 24 Vcc.

Los PLC proyectados serán de 96 entradas digitales, 64 salidas digitales, 16 entradas analógicas y 8 puertos RS-485.

Cada PLC dispondrá de un puerto IP para comunicarse a través de la red con el CPS.

En aquellas ubicaciones que sean nodo de red, el PLC está situado junto al switch por lo que se podrá conectar directamente a este mediante el módulo de comunicaciones con puerto Ethernet.

Se instalará sistemas de PLC modulares, formados por:

- 1 módulo fuente de alimentación.
- 1 módulo CPU para el control de proceso.
- 6 tarjetas de 16 entradas digitales.
- 4 tarjetas de 16 salidas digitales.
- 4 tarjetas de 4 entradas analógicas.
- 4 tarjetas con 2 puertos RS232/422/485.

Listado de señales

A continuación se incluye el listado general de señales a controlar por los PLC:

DESCRIPCIÓN DE LA SEÑAL	FORMATO
Armario eléctrico	
Voltaje en línea (o disponibilidad/ausencia de red pública, con analizador de redes)	RS-485
Intensidad en línea (con analizador de redes)	RS-485
Potencia medida en línea (con analizador de redes)	RS-485
Disparo interruptor automático general	ED
Disparo interruptores térmicos	ED
Disparo interruptores diferenciales	ED

Tabla 19: Señales del Armario Eléctrico.

DESCRIPCIÓN DE LA SEÑAL	FORMATO
Radiocomunicaciones	
Disparo protecciones de los equipos	ED
Fallo amplificador uplink	ED
Fallo amplificador downlink	ED



Tabla 20: Señales de Radiocomunicaciones

DESCRIPCIÓN DE LA SEÑAL	FORMATO
Extinción de incendios en túnel	
Acción Electroválvulas del Gas	SD
Sensores finales carrera electroválvulas	ED
Detectores de fugas	ED

Tabla 21: Señales de la extinción de Incendios

Alumbrado de salida de emergencia y cuartos técnicos	FORMATO
Estado contactores de alumbrado principal (Abierto/Cerrado)	ED
Estado contactores de alumbrado autónomo (Abierto/Cerrado)	ED
Estado selectores Local-Remoto	ED
Disparo interruptores térmicos	ED
Disparo interruptores diferenciales	ED
Abrir/Cerrar contactores circuitos de alumbrado principal	SD
Abrir/Cerrar contactores circuitos de alumbrado autónomo	SD

Tabla 22: Señales del Alumbrado

DESCRIPCIÓN DE LA SEÑAL	FORMATO
Ventilación de presurización de salida de emergencia y de cuartos técnicos	
Disparo protección magnética ventilador	ED
Estado selector Local-Remoto	ED
Estado contactor Marcha/Paro Sentido 1	ED
Estado contactor Marcha/Paro Sentido 2	ED
Velocidad ventilador	ED
Alarma exceso vibraciones	ED
Temperatura devanados	EA
Arrancar/Parar Ventilador Sentido 1	SD
Arrancar/Parar ventilador Sentido 2	SD

Tabla 23: Señales de la presurización

DESCRIPCIÓN DE LA SEÑAL	FORMATO
Protección contra incendios en salida de emergencia y de cuartos técnicos	
Disparo protecciones de los equipos	ED



Alarma de incendio	ED
Avería Central de Incendios	ED
Estado funcionamiento del sistema de extinción automática mediante agua nebulizada	ED
Nivel depósito de agua	EA

Tabla 24: Señales de la Detección de Incendios

4 Presupuesto

Resumen del Presupuesto

Código	Descripción	Subtotal	Importe
Capítulo: 01	PASILLOS Y PASAMANOS	369.716,72	
Capítulo: 02	SEÑALIZACIÓN	33.121,66	
Capítulo: 03	SUMINISTRO DE AGUA	46.466,44	
Capítulo: 04	DETECCION DE INCENDIOS	35.861,44	
Capítulo: 04.01	DETECCION CONVENCIONAL	19.136,04	
Capítulo: 04.02	DETECCION ANALOGICA	16.725,40	
Capítulo: 05	EXTINCION	97.994,40	
Capítulo: 06	ILUMINACION	136.239,49	
Capítulo: 06.01	ILUMINACION TUNEL	120.674,42	
Capítulo: 06.02	ILUMINACION POZO	4.069,76	
Capítulo: 06.03	ILUMINACION DE GALERIAS DE INTERCONEXION	11.495,31	
Capítulo: 07	VENTILACION	649.530,94	
Capítulo: 07.01	VENTILACION TUBOS	508.798,72	
Capítulo: 07.02	VENTILACION POZO	16.342,50	
Capítulo: 07.03	VENTILACION GALERIAS DE INTERCONEXION	124.389,72	
Capítulo: 08	SUMINISTRO ELECTRICO	909.792,53	
Capítulo: 09	SECTORIZACION	277.460,34	
Capítulo: 10	DETECCION DE ACCESOS NO AUTORIZADOS	37.071,62	
Capítulo: 11	CONTROL REMOTO	161.265,14	
Capítulo: 12	RADIOCOMUNICACIONES	301.459,02	
Capítulo: 13	CABLEADO	949.367,41	
Suma Ejecución Material			4.005.347,15

Asciende el presupuesto de Ejecución Material a la expresada cantidad de: CUATRO MILLONES CINCO MIL TRESCIENTOS CUARENTA Y SIETE EUROS CON QUINCE CÉNTIMOS

Total Presupuesto de Ejecución Material	4.005.347,15
21 % I.V.A.	841.122,90
Total Presupuesto de Ejecución por contrata	4.846.470,05

Asciende el presupuesto de Ejecución por Contrata a la expresada cantidad de CUATRO MILLONES OCHOCIENTOS CUARENTA Y SEIS MIL CUATROCIENTOS SETENTA EUROS CON CINCO CÉNTIMOS

5 Conclusiones y líneas futuras

5.1 Conclusiones

Dentro de los túneles ferroviarios cada túnel es único. Esto quiere decir que cada uno cuenta con sus propias características. Y aunque un túnel sea muy parecido a otro en términos estructurales, cualquier cambio en las condiciones de contorno lo hace totalmente diferente. Es por eso que cada túnel requiere su propio análisis y normalmente es difícil encontrar un documento ya existente que se acople a las necesidades de los túneles nuevos.

Es por ello que en este proyecto se ha pretendido reunir todas las características importantes de los túneles ferroviarios. Tales como el número de tubos, la presencia de galerías de interconexión, los pozos de evacuación, las salas técnicas y sus diferentes tipos, los métodos de acceso, etc.

En base a lo anterior, se han diseñado unos sistemas que se adaptasen lo mejor posible a las características del túnel propuesto y que cumpliera con todos los requisitos normativos vigentes. Logrando de esta manera un documento con un grado de validez muy alto.

Durante el desarrollo del proyecto se han tenido en cuenta otros proyectos anteriores que han servido como referencia, lo que ha aportado unos pilares muy sólidos sobre los que este proyecto se ha apoyado. Además ha sido necesario estar en contacto constante con los documentos normativos, los catálogos de fabricantes y manuales de instalación para proporcionar una solución adecuada a los problemas que han surgido durante el desarrollo.

Un aspecto importante que se ha tenido en cuenta ha sido la limitación de las instalaciones en cuestiones de energía y costes. Para ello se ha elaborado un presupuesto y se han limitado las instalaciones lo máximo posible. Esto ha resultado difícil ya que siempre que se trata con la seguridad de las personas, la valoración de la necesidad de una instalación es muy subjetiva. Al final, todo depende de la decisión de los administradores ferroviarios, ya que son ellos los que deciden si finalmente se implementan todas las instalaciones propuestas pero en este proyecto se ha valorado cuales son las instalaciones requeridas por la normativa y las instalaciones no requeridas pero si muy recomendables para asegurar unas condiciones óptimas en caso de accidente. Dentro de este margen, los criterios de selección entre un sistema y otro han sido el ahorro energético y la reducción de costes.

La valoración final que se hace de este documento es muy positiva. Se ha elaborado una memoria que recoge el diseño de los sistemas, un conjunto de planos que describen gráficamente los diseños, unas simulaciones que soportan las decisiones tomadas, un presupuesto que estima la viabilidad del proyecto y un marco normativo muy estricto.

5.2 Líneas futuras

Este proyecto cuenta con la aplicación de la última normativa vigente. Y recoge casi todos los elementos característicos de los túneles ferroviarios por lo que podría servir de referencia en proyectos de nueva construcción que requieran lo último en instalaciones de protección y seguridad validadas por los administradores ferroviarios.



Los puntos de mejora de este proyecto se basan en los costes de implementación, es decir, si se orienta hacia el diseño de un proyecto que cumpla con la normativa siendo lo más barato posible o si se pretende diseñar un proyecto que proporcione los niveles de seguridad y control de la infraestructura lo más altos posibles, sin tener tanto en cuenta el coste final.

Por un lado, si lo que se pretende es la reducción de costes al mínimo. Se puede destacar la reducción del consumo eléctrico y el sobrecoste combinando sistemas entre sí. Un ejemplo de esto podría ser la combinación del sistema de iluminación del tubo hecha con luminarias LED con el pasamanos instalado a lo largo de los tubos mediante una tira LED colocada en la parte inferior del pasamanos. Esto reduciría significativamente las tareas de montaje y el coste económico final del proyecto ya que ahorraría la cantidad de material necesario para su instalación. Además aportaría unos niveles de iluminación más uniformes dentro del túnel.

También se reducirían al mínimo el número de zonas críticas del túnel donde sistemas como el de detección y extinción de incendios sean necesarios.

Por otro lado, si lo que se pretende es mejorar el control que se tienen sobre el túnel y aumentar los niveles de seguridad existen muchos sistemas que se podrían haber implementado en este proyecto.

Por ejemplo se podría haber diseñado un sistema para detectar cambios de temperatura dentro de los tubos del túnel, lo que sería indicador de un incendio, basado en la detección lineal de temperatura. Y conectándolo al centro de control.

También se podría haber aumentado el número de zonas en las que se habría colocado sistema de detección y extinción de incendios. O haber elegido otro tipo de sistema. Por ejemplo un sistema de agua nebulizada en vez de extinción por gas o la instalación de una columna húmeda con hidrantes dentro de las galerías y el pozo para suministrar agua a los servicios de rescate.

Se puede concluir que las líneas futuras de este proyecto son muy variadas y dependen sobre todo de los costes que se esté dispuesto a asumir ya que los niveles mínimos de seguridad siempre estarán garantizados.

6 Referencias y Bibliografía

Referencias

- [1] COOPERACIÓN CON EL PARLAMENTO EUROPEO, En. DIRECTIVA 92/58/CEE DEL CONSEJO de 24 de junio de 1992 relativa a las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y de salud en el trabajo (novena Directiva particular con arreglo a lo dispuesto en el apartado 1 del artículo 16 de la. 2007.
- [2] UNE 23034:1988 Seguridad contra incendios. Señalización de seguridad. Vías de evacuación.
- [3] DE ESPAÑA, Consejo de Ministros. Real Decreto 485/1997, del 14 de abril de 1997, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo; anexos I, II y III.
- [4] UNE 23035-4:2003 Seguridad contra incendios. Señalización fotoluminiscente. Parte 4: Condiciones generales. Mediciones y clasificación.
- [5] UNE 23033-1:1981 Seguridad contra incendios. Señalización.
- [6] INEN-ISO, N. T. E. 3864-1.(2013). Símbolos gráficos, colores de seguridad y señales de seguridad.
- [7] UNE 23500:2012 Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios.
- [8] BS EN 10142:1991 Specification for continuously hot-dip zinc coated low carbon steel sheet and strip for cold forming: technical delivery conditions
- [9] UNE-EN 54-13:2006 Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 13: Evaluación de la compatibilidad de los componentes de un sistema.
- [10] UNE 21064:1959 ALAMBRES DE COBRE RECOCIDO Y ESTAÑADO, PARA CONDUCTORES ELECTRICOS
- [11] UNE-EN 13779:2008 Ventilación de los edificios no residenciales. Requisitos de prestaciones de sistemas de ventilación y acondicionamiento de recintos.
- [12] UNE 20324:1993 Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP). (CEI 529:1989).

Bibliografía

PROYECTOS CONSULTADOS:

- Proyecto De Construcción De Infra Estructura Del Ferrocarril De La Costa Del Sol. Tramo: Las Lagunas- Cala De Mijas.
- Proyecto De Construcción De Instalaciones De Protección Civil Y Seguridad De Los Túneles De La Línea De Alta Velocidad Madrid - Galicia. Tramo Zamora - Pedralba De La Pradería
- Proyecto Constructivo De Instalaciones De Protección Civil Y Plan De Autoprotección En El Túnel De Los Rojales De La Conexión Ferroviaria Corredor Mediterraneo – LAV Madrid – Barcelona – Frontera Francesa.



- Proyecto Constructivo De Superestructura Con Sistema De Atenuación De Vibraciones, Pozos De Bombeo Y Salidas De Emergencia, Incluidas Galerías De Conexión Al Túnel Y Las Instalaciones De Protección Civil Y Seguridad En El Tramo Sants - Sagrera De La LAV Madrid - Zaragoza - Barcelona - Frontera Francesa
- Proyecto De Construcción De Instalaciones De Protección Civil Y Seguridad De Los Túneles De La Línea De Alta Velocidad Madrid - Galicia. Tramo Monforte del Cid- Murcia
- Proyecto Constructivo De Urbanización Asociada A La Cabecera Norte De Sants Y Plaza De Países Catalanes Y Salidas De Emergencia Del Túnel Sants-Sagrera En Las Calles Urgel, Napoles E Independencia

PÁGINAS WEB

- General cable
<http://www.generalcable.es/>
- Honeywell
<http://www.honeywell.es/>
- TYCO
<http://www.tyco.es/home-es/>

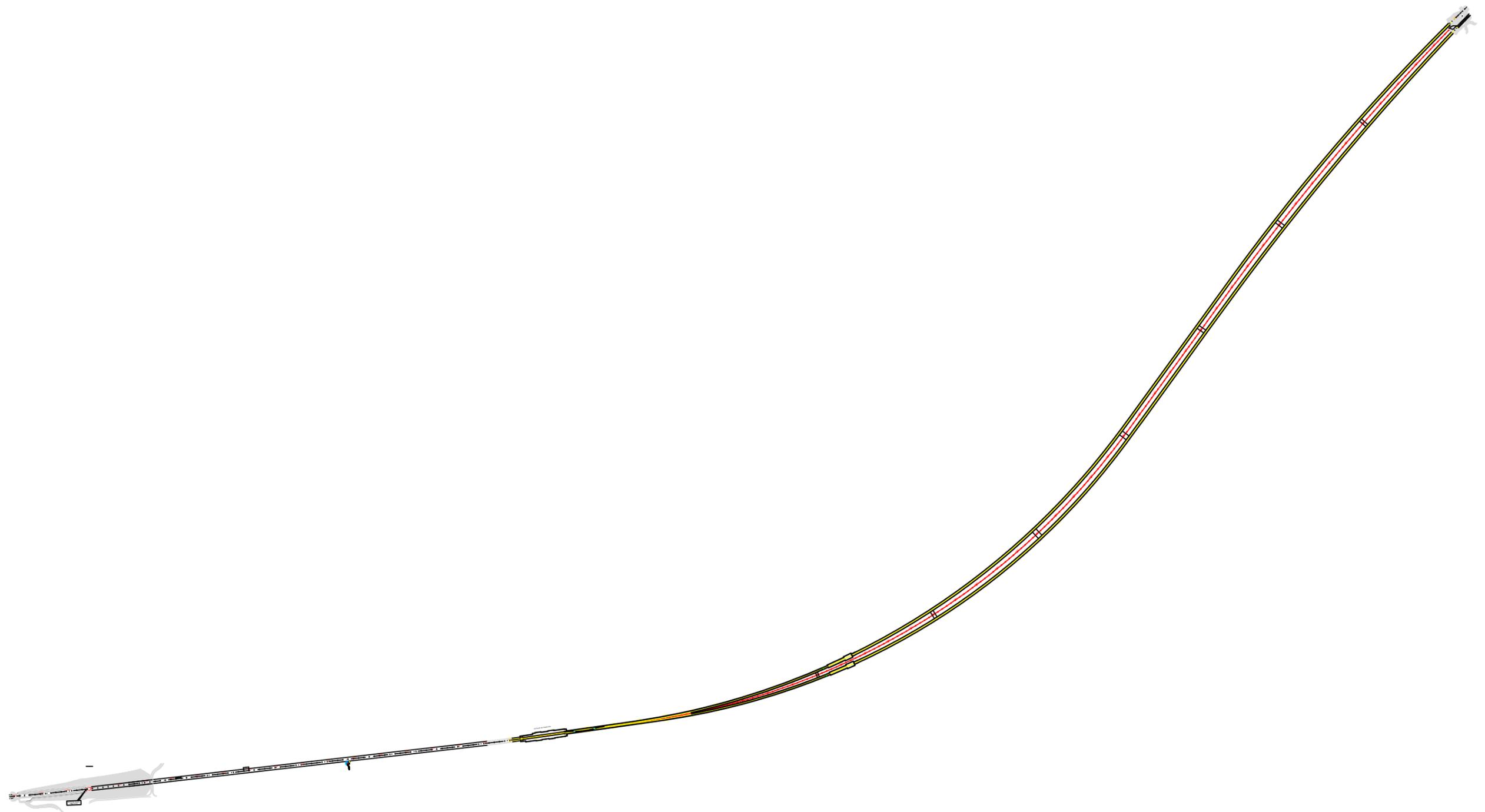


Anejo 2: Planos



1 Índice de Planos

- 1.0 Trazado completo
 - 1.1 Planta túnel
 - 1.2 Planta Sala Técnica Pozo Evacuación
 - 1.3 Galería de Interconexión
 - 1.4 Secciones
- 2.0 Pasillo y pasamanos
- 3.0 Señalización
 - 3.1 Señalización de emergencia en pozo
 - 3.2 Señalización direccional
 - 3.3 Disposición general de la señalización
 - 3.4 Disposición Señalización en puerta de conexión con galería
- 4.0 Suministro de agua
- 5.0 Zona segura bitubo
 - 5.1 Zonas seguras en bocas
- 6.0 Detección y extinción en sala técnica
 - 6.1 Detección y extinción en galería de interconexión
- 7.0 Ventilación y presurización del prevestíbulo
 - 7.1 Ventilación y sectorización galería de interconexión
- 8.0 Alumbrado en tubo
 - 8.1 Alumbrado en pozo
 - 8.2 Alumbrado en Galerías
- 9.0 Unifilares
- 10.0 Esquema Radiocomunicaciones



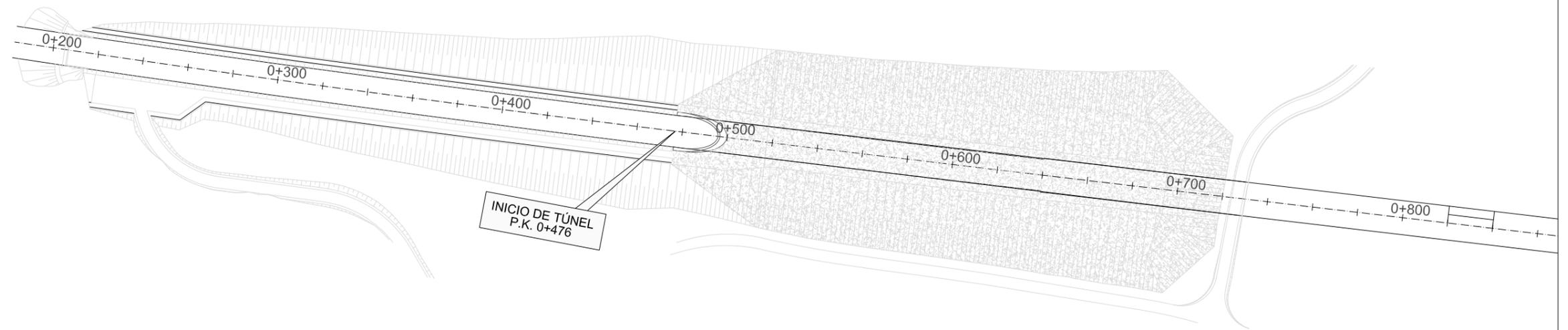
TÍTULO:
DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CIVIL Y
SEGURIDAD EN UN TÚNEL FERROVIARIO

AUTOR DEL PROYECTO:
JAVIER SENRA HERMANA

FECHA
JUNIO 2015

Nº DE PLANO
1.0
HOJA 1 DE 1

TÍTULO DEL PLANO:
TRAZADO COMPLETO



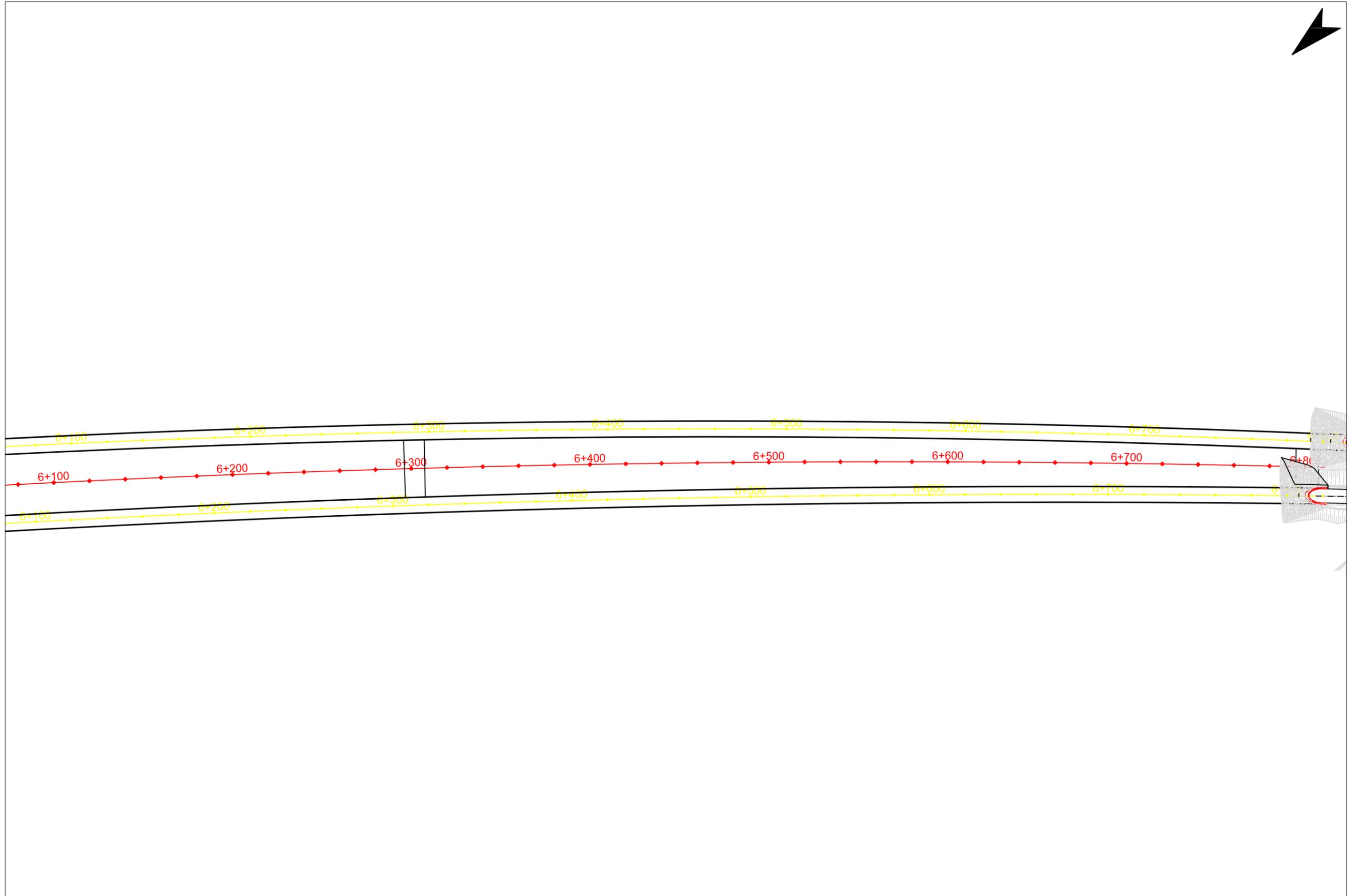
TÍTULO:
DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CIVIL Y
SEGURIDAD EN UN TÚNEL FERROVIARIO

AUTOR DEL PROYECTO:
JAVIER SENRA HERMANA

FECHA
JUNIO 2015

Nº DE PLANO
1.1
HOJA 1 DE 11

TÍTULO DEL PLANO:
PLANTA TÚNEL



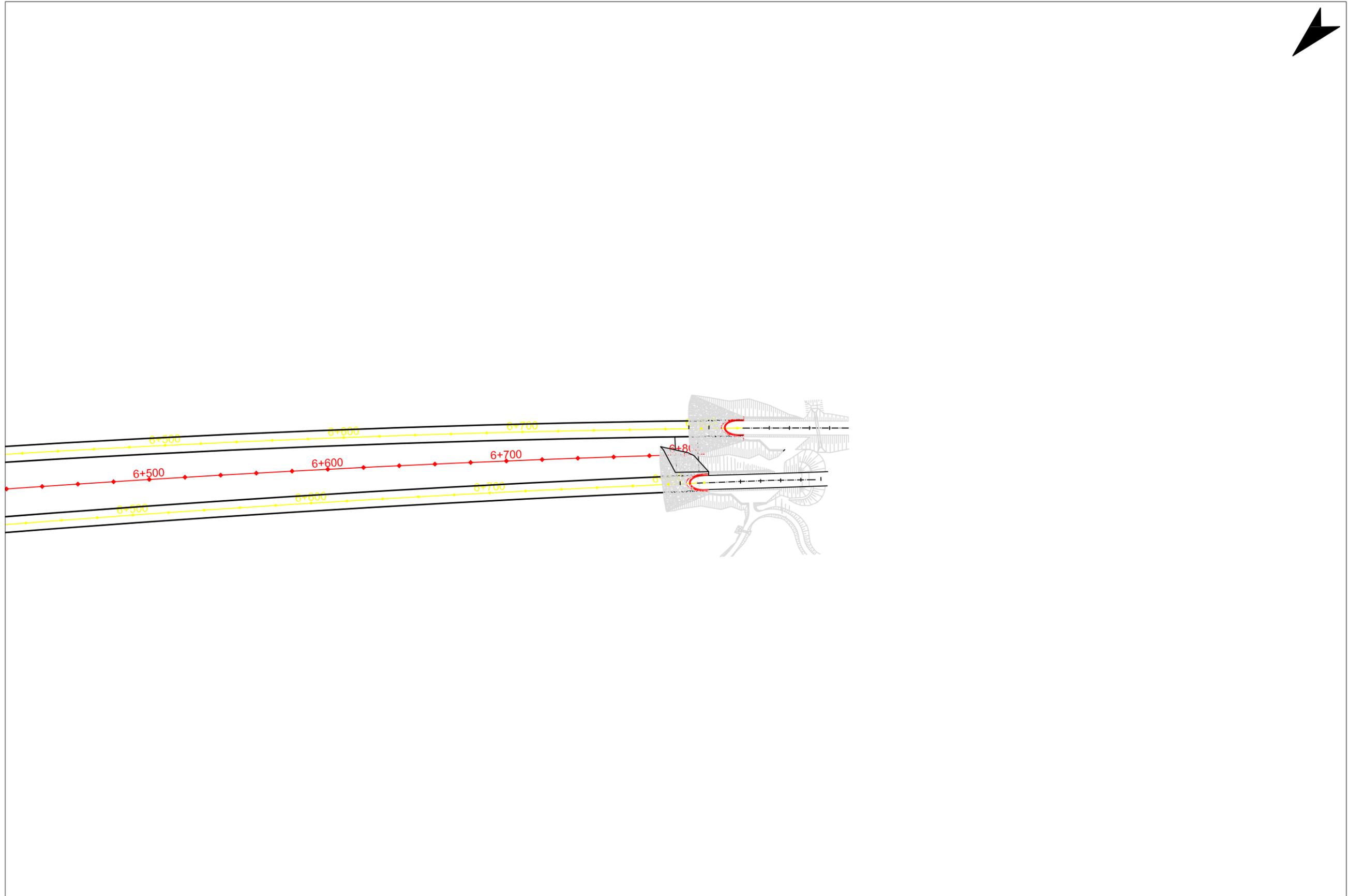
TÍTULO:
DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CIVIL Y
SEGURIDAD EN UN TÚNEL FERROVIARIO

AUTOR DEL PROYECTO:
JAVIER SENRA HERMANA

FECHA
JUNIO 2015

Nº DE PLANO
1.1
HOJA 10 DE 11

TÍTULO DEL PLANO:
PLANTA TÚNEL



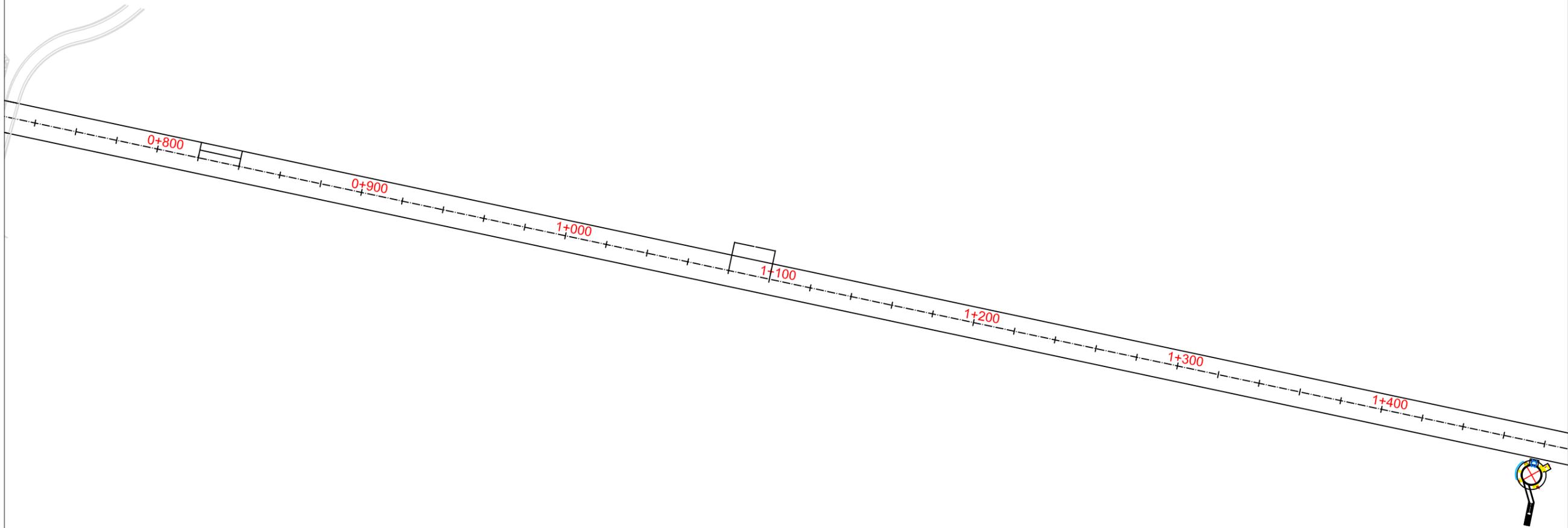
TÍTULO:
DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CIVIL Y
SEGURIDAD EN UN TÚNEL FERROVIARIO

AUTOR DEL PROYECTO:
JAVIER SENRA HERMANA

FECHA
JUNIO 2015

Nº DE PLANO
1.1
HOJA 11 DE 11

TÍTULO DEL PLANO:
PLANTA TÚNEL



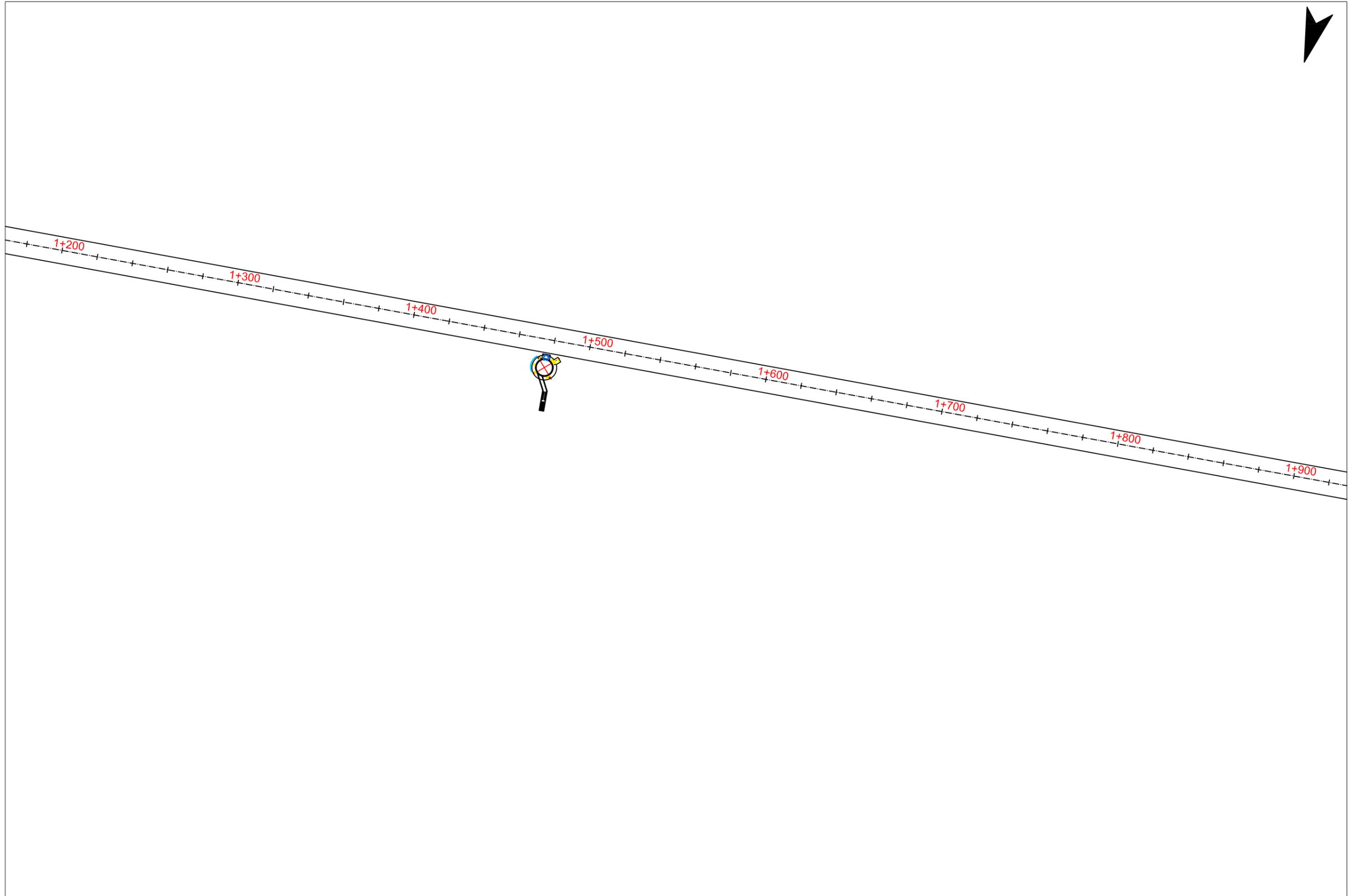
TÍTULO:
DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CIVIL Y
SEGURIDAD EN UN TÚNEL FERROVIARIO

AUTOR DEL PROYECTO:
JAVIER SENRA HERMANA

FECHA
JUNIO 2015

Nº DE PLANO
1.1
HOJA 2 DE 11

TÍTULO DEL PLANO:
PLANTA TÚNEL



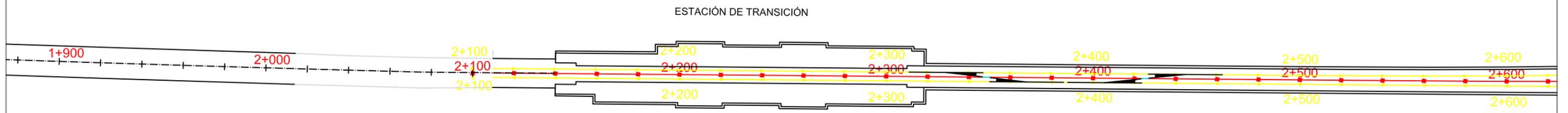
TÍTULO:
DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CIVIL Y
SEGURIDAD EN UN TÚNEL FERROVIARIO

AUTOR DEL PROYECTO:
JAVIER SENRA HERMANA

FECHA
JUNIO 2015

Nº DE PLANO
1.1
HOJA 3 DE 11

TÍTULO DEL PLANO:
PLANTA TÚNEL



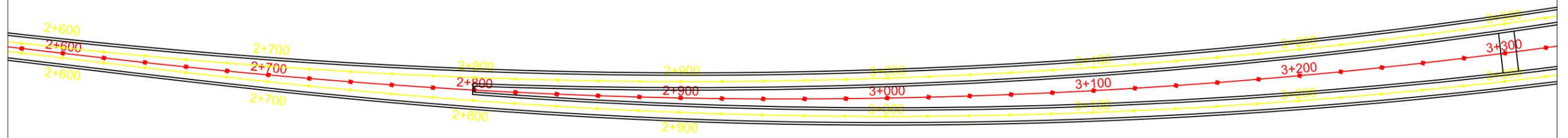
TÍTULO:
DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CIVIL Y
SEGURIDAD EN UN TÚNEL FERROVIARIO

AUTOR DEL PROYECTO:
JAVIER SENRA HERMANA

FECHA
JUNIO 2015

Nº DE PLANO
1.1
HOJA 4 DE 11

TÍTULO DEL PLANO:
PLANTA TÚNEL



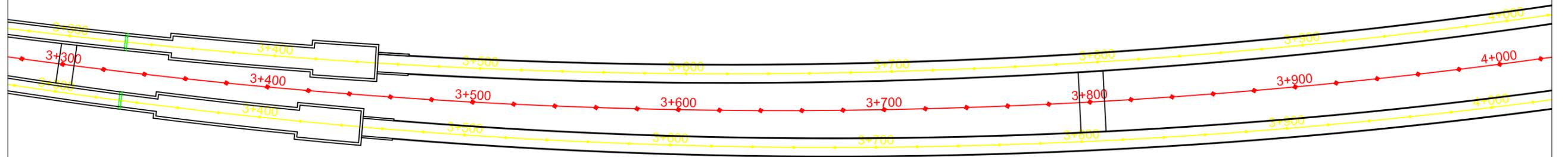
TÍTULO:
DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CIVIL Y
SEGURIDAD EN UN TÚNEL FERROVIARIO

AUTOR DEL PROYECTO:
JAVIER SENRA HERMANA

FECHA
JUNIO 2015

Nº DE PLANO
1.1
HOJA 5 DE 11

TÍTULO DEL PLANO:
PLANTA TÚNEL



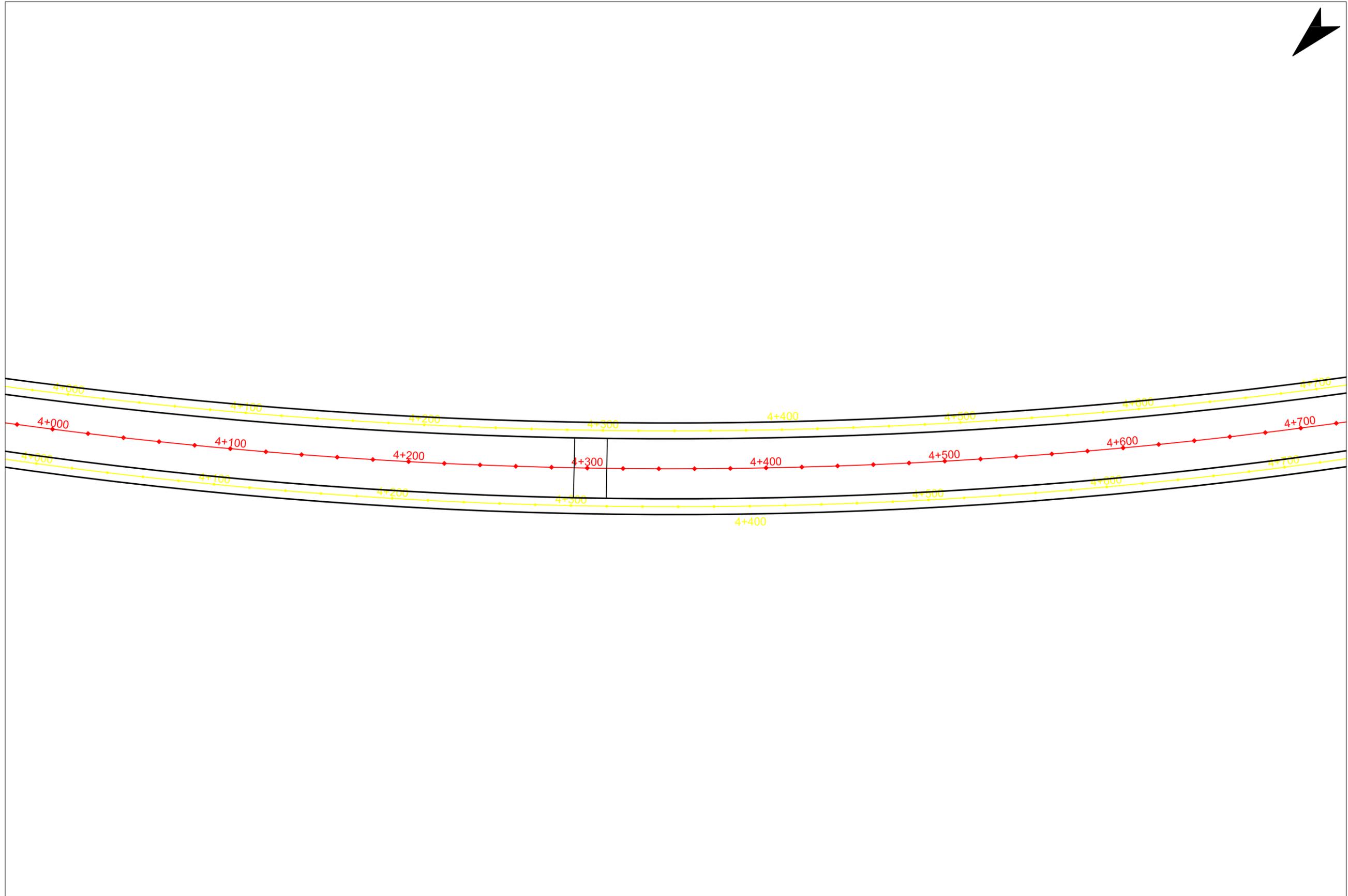
TÍTULO:
DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CIVIL Y
SEGURIDAD EN UN TÚNEL FERROVIARIO

AUTOR DEL PROYECTO:
JAVIER SENRA HERMANA

FECHA
JUNIO 2015

Nº DE PLANO
1.1
HOJA 6 DE 11

TÍTULO DEL PLANO:
PLANTA TÚNEL



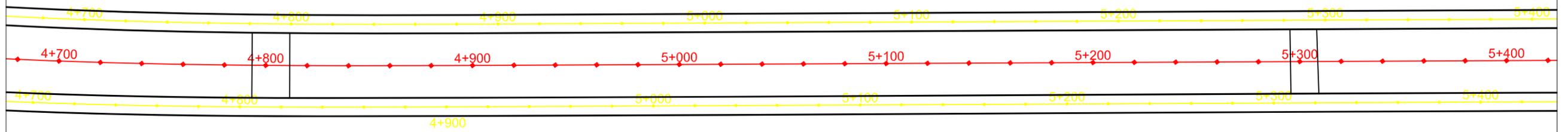
TÍTULO:
DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CIVIL Y
SEGURIDAD EN UN TÚNEL FERROVIARIO

AUTOR DEL PROYECTO:
JAVIER SENRA HERMANA

FECHA
JUNIO 2015

Nº DE PLANO
1.1
HOJA 7 DE 11

TÍTULO DEL PLANO:
PLANTA TÚNEL



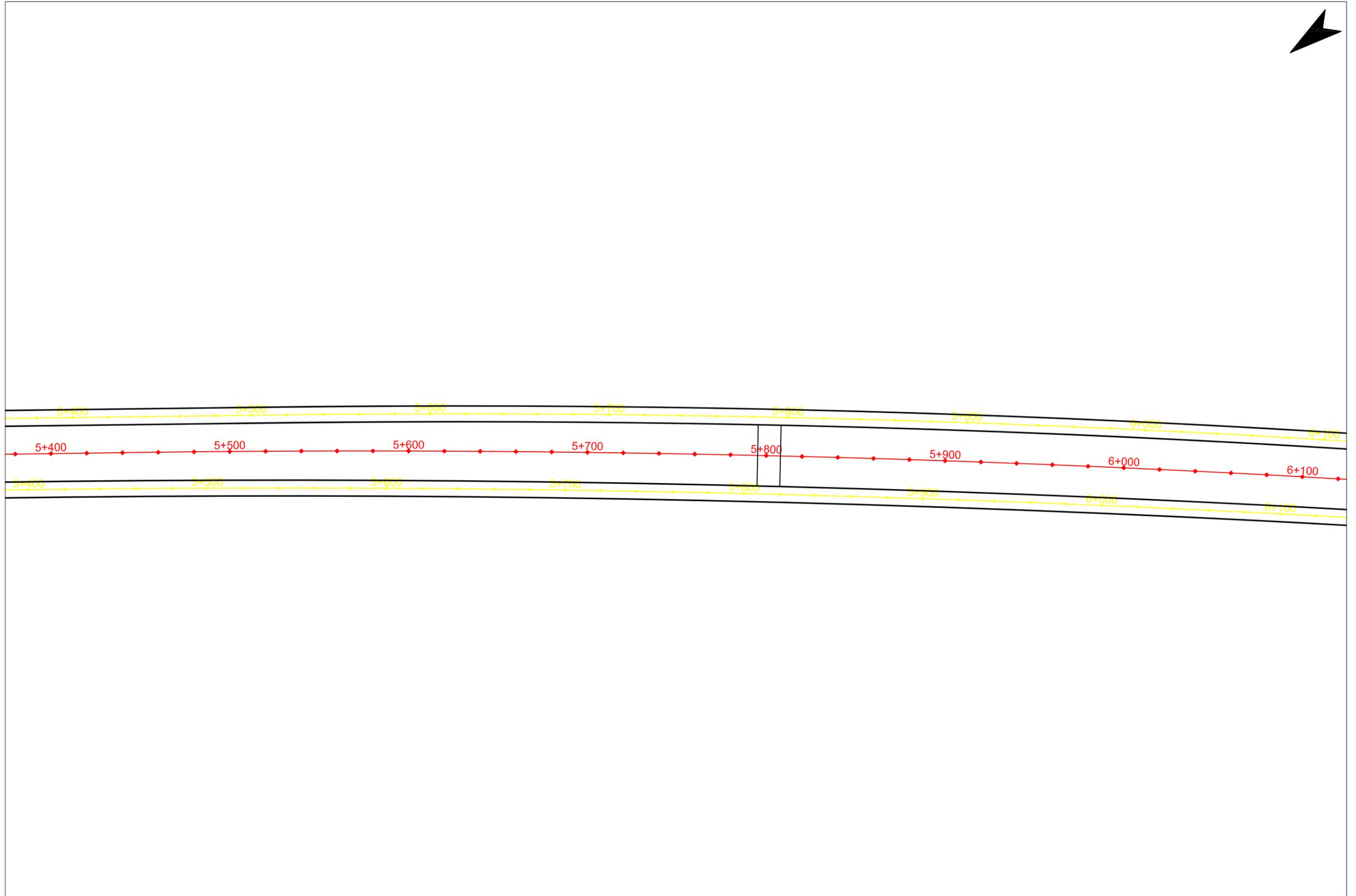
TÍTULO:
DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CIVIL Y
SEGURIDAD EN UN TÚNEL FERROVIARIO

AUTOR DEL PROYECTO:
JAVIER SENRA HERMANA

FECHA
JUNIO 2015

Nº DE PLANO
1.1
HOJA 8 DE 11

TÍTULO DEL PLANO:
PLANTA TÚNEL



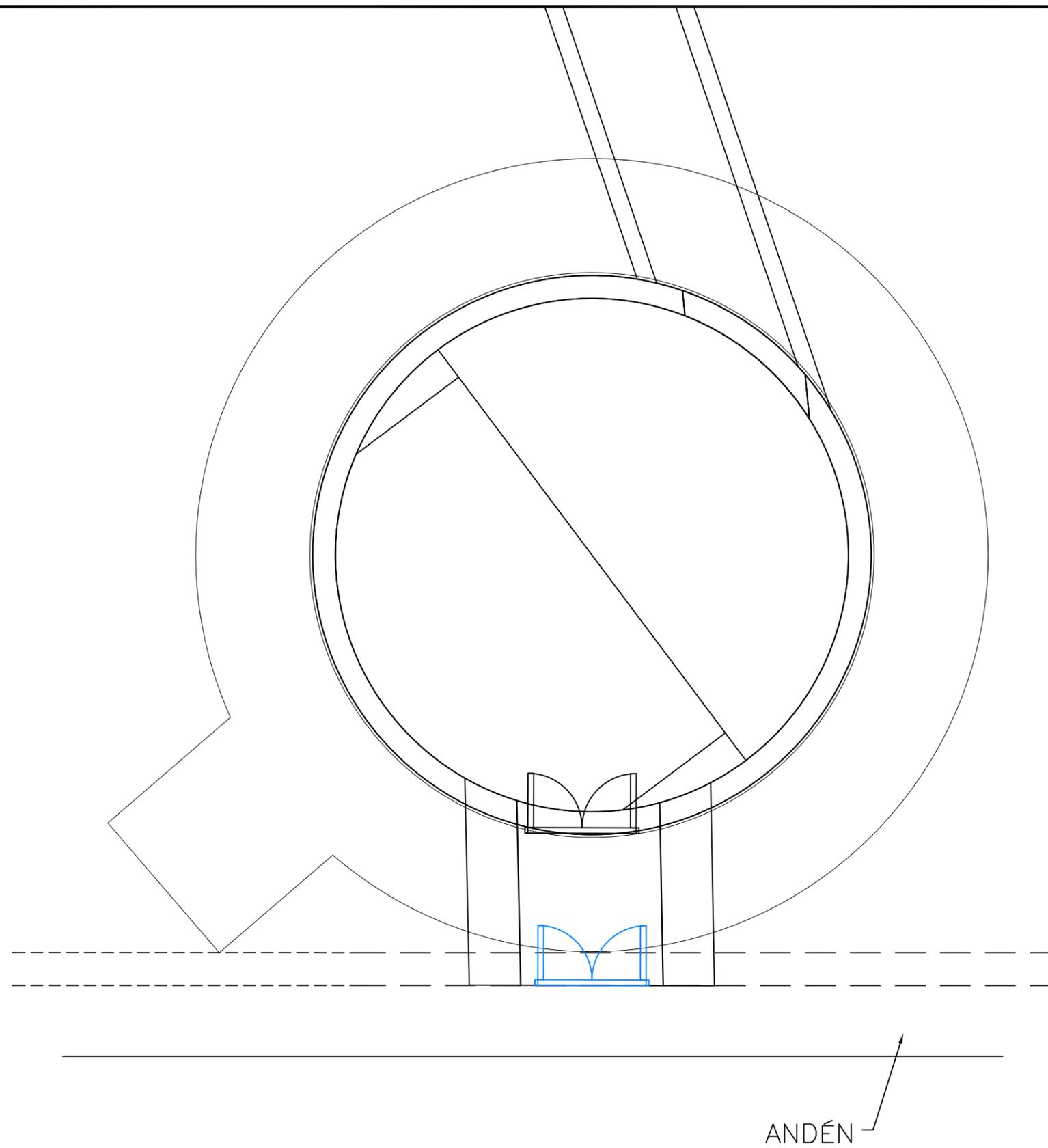
TÍTULO:
DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CIVIL Y
SEGURIDAD EN UN TÚNEL FERROVIARIO

AUTOR DEL PROYECTO:
JAVIER SENRA HERMANA

FECHA
JUNIO 2015

Nº DE PLANO
1.1
HOJA 9 DE 11

TÍTULO DEL PLANO:
PLANTA TÚNEL



Sala técnica Pozo Evacuación



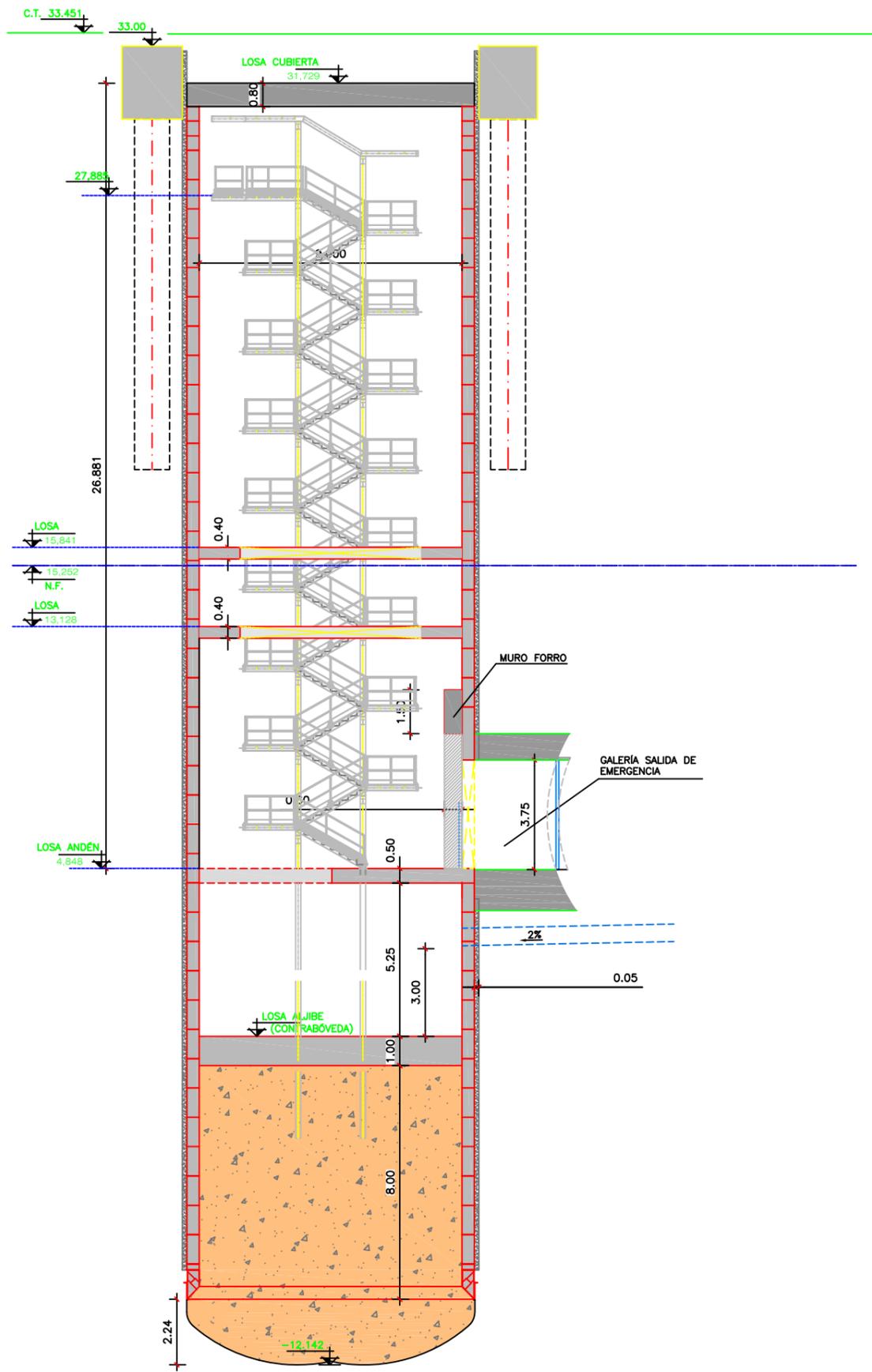
TÍTULO:
DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CIVIL Y
SEGURIDAD EN UN TÚNEL FERROVIARIO

AUTOR DEL PROYECTO:
JAVIER SENRA HERMANA

FECHA
JUNIO 2015

Nº DE PLANO
1.2
HOJA 1 DE 2

TÍTULO DEL PLANO:
Planta Sala Técnica Pozo Evacuación



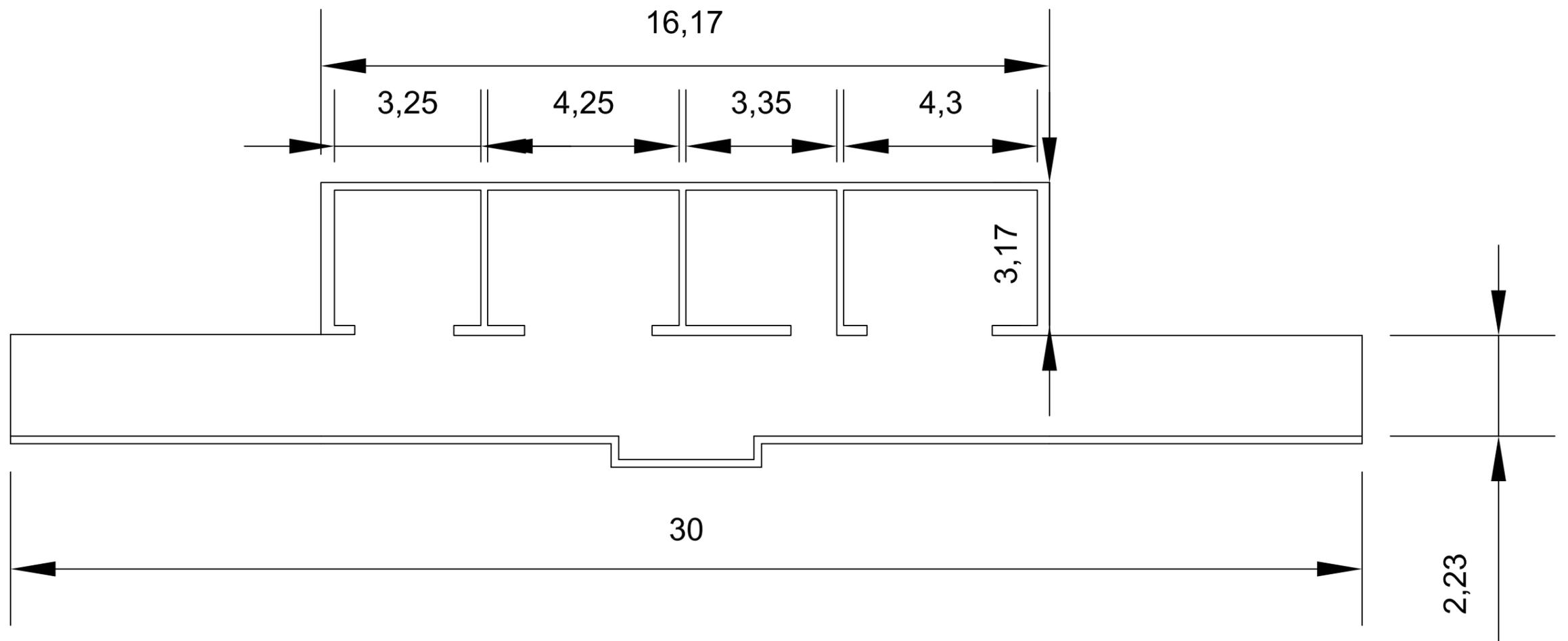
TÍTULO:
DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CIVIL Y SEGURIDAD EN UN TÚNEL FERROVIARIO

AUTOR DEL PROYECTO:
JAVIER SENRA HERMANA

FECHA
JUNIO 2015

Nº DE PLANO
1.2
HOJA 2 DE 2

TÍTULO DEL PLANO:
Sección Pozo Evacuación



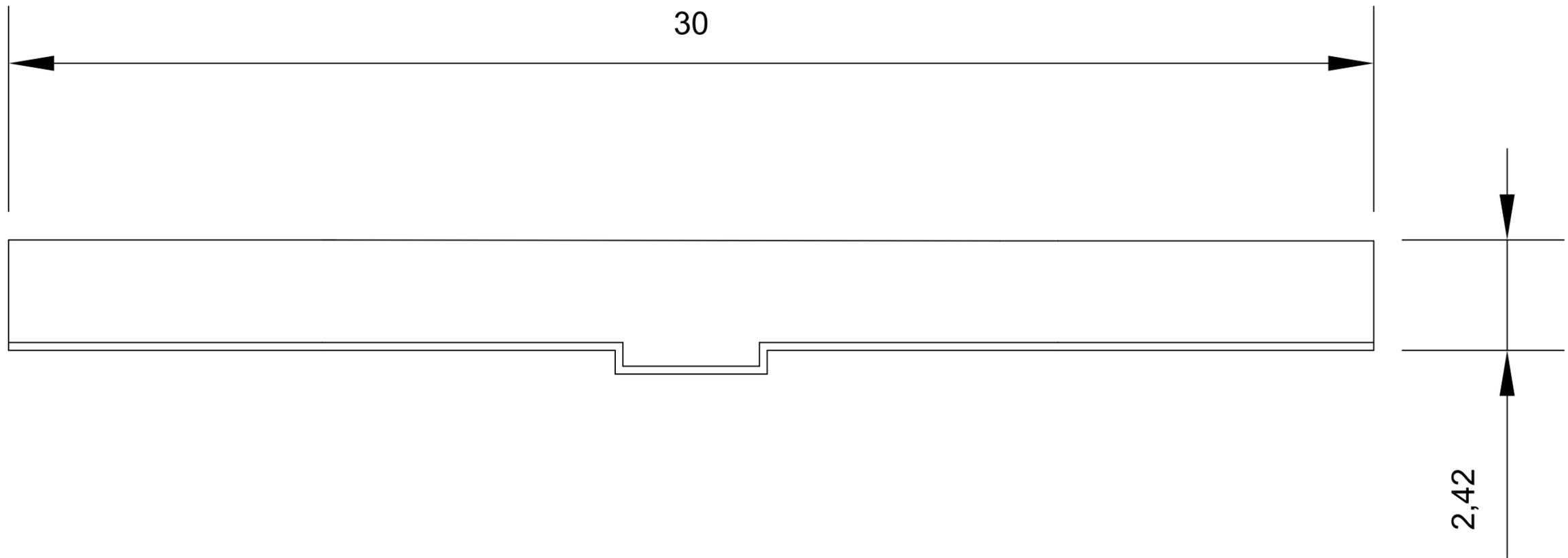
TÍTULO:
DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CIVIL Y
SEGURIDAD EN UN TÚNEL FERROVIARIO

AUTOR DEL PROYECTO:
JAVIER SENRA HERMANA

FECHA
JUNIO 2015

Nº DE PLANO
1.3
HOJA 2 DE 2

TÍTULO DEL PLANO:
Galería de Interconexión con Cuarto Técnico



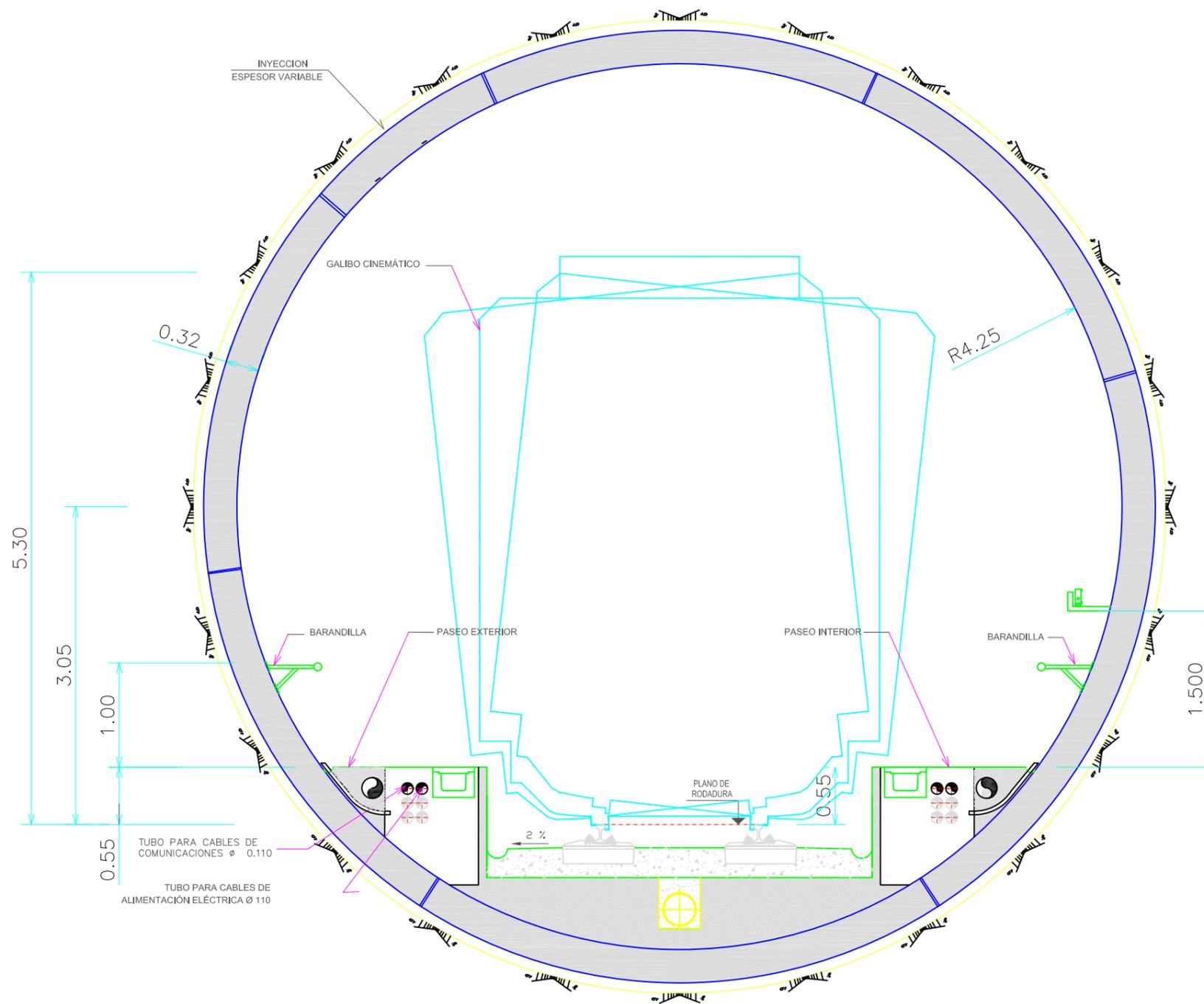
TÍTULO:
DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CIVIL Y
SEGURIDAD EN UN TÚNEL FERROVIARIO

AUTOR DEL PROYECTO:
JAVIER SENRA HERMANA

FECHA
JUNIO 2015

Nº DE PLANO
1.3
HOJA 1 DE 2

TÍTULO DEL PLANO:
Galería de interconexión



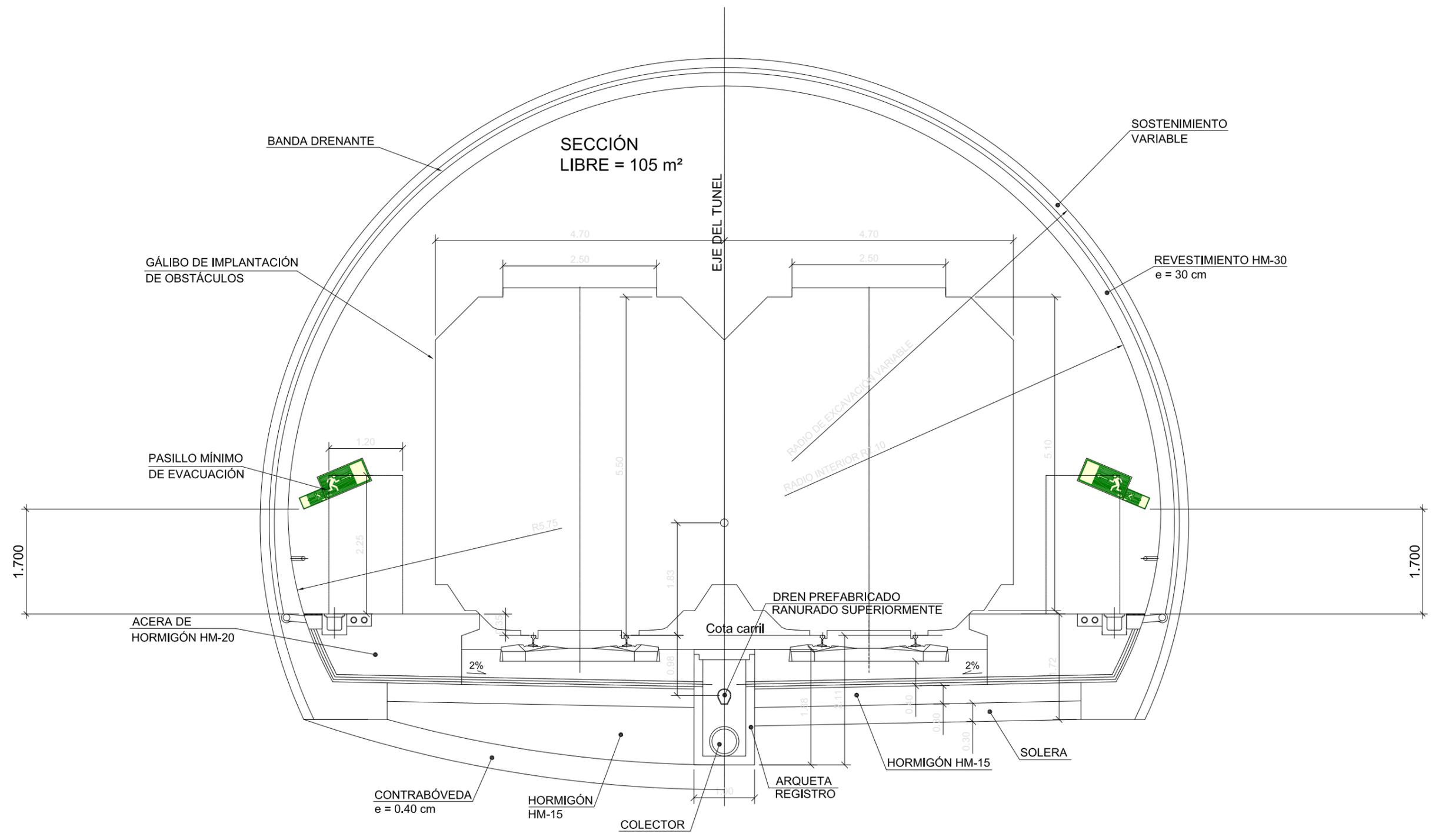
TÍTULO:
DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CIVIL Y SEGURIDAD EN UN TÚNEL FERROVIARIO

AUTOR DEL PROYECTO:
JAVIER SENRA HERMANA

FECHA
JUNIO 2015

Nº DE PLANO
1.4
HOJA 2 DE 2

TÍTULO DEL PLANO:
Sección Bitubo



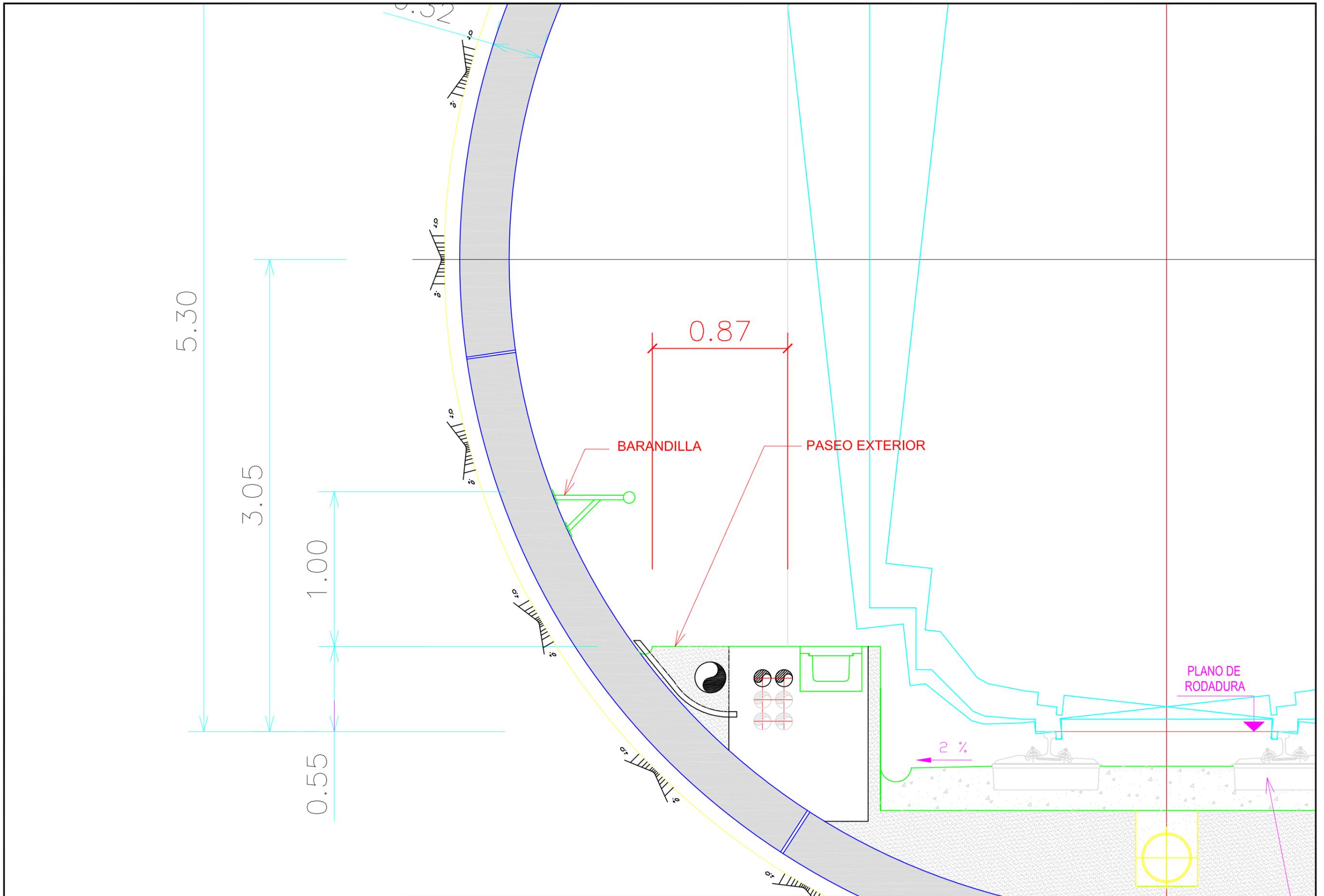
TÍTULO:
DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CIVIL Y SEGURIDAD EN UN TÚNEL FERROVIARIO

AUTOR DEL PROYECTO:
JAVIER SENRA HERMANA

FECHA
JUNIO 2015

Nº DE PLANO
1.4
HOJA 1 DE 2

TÍTULO DEL PLANO:
Sección Monotubo



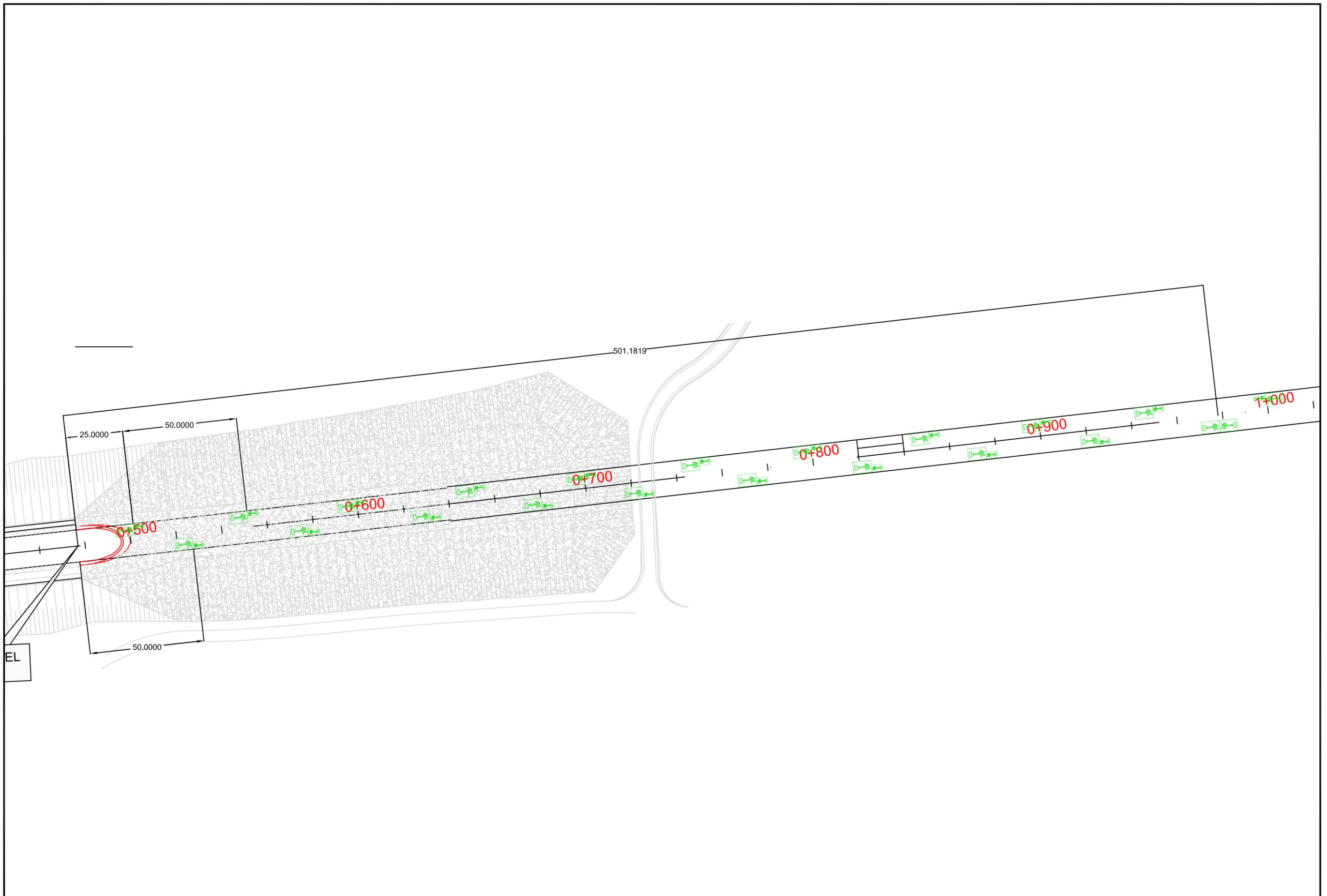
TÍTULO:
DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CIVIL Y SEGURIDAD EN UN TÚNEL FERROVIARIO

AUTOR DEL PROYECTO:
JAVIER SENRA HERMANA

FECHA
JUNIO 2015

Nº DE PLANO
2.0
HOJA 2 DE 2

TÍTULO DEL PLANO:
Detalle Pasamanos Bitubo



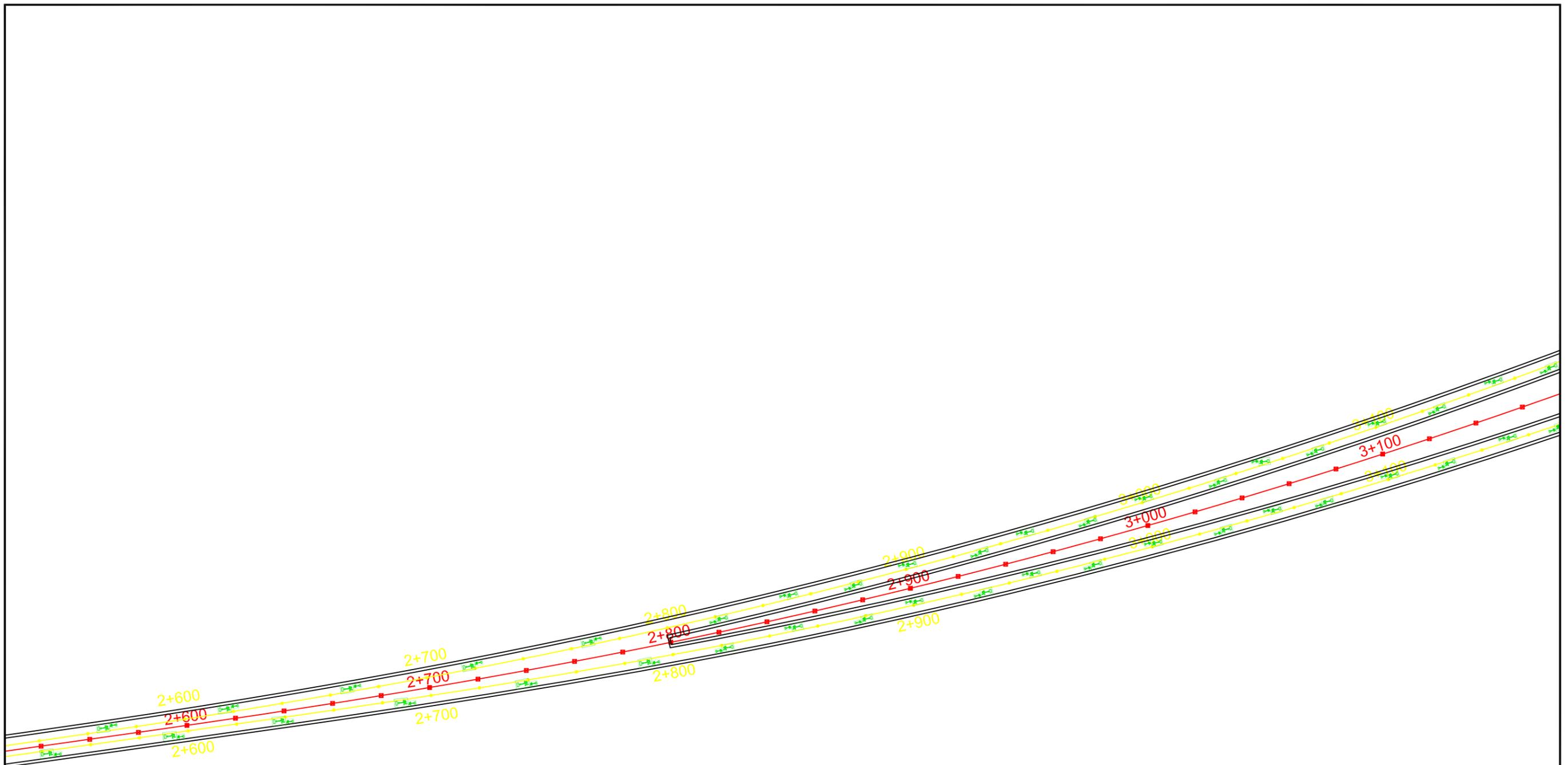
TÍTULO:
DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CIVIL Y
SEGURIDAD EN UN TÚNEL FERROVIARIO

AUTOR DEL PROYECTO:
JAVIER SENRA HERMANA

FECHA
JUNIO 2015

Nº DE PLANO
3.0
HOJA 1 DE 3

TÍTULO DEL PLANO:
Señalización Emergencia



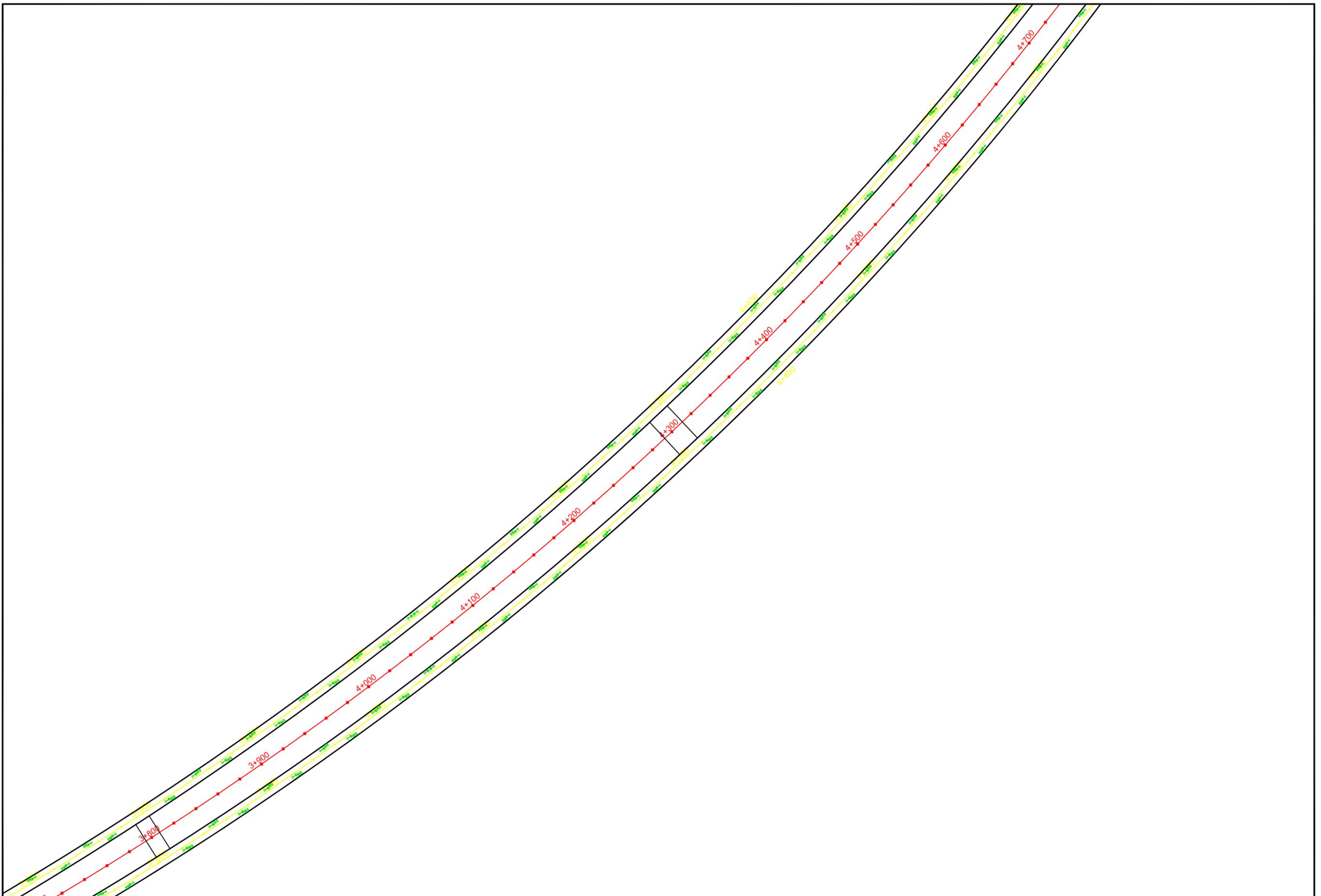
TÍTULO:
DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CIVIL Y
SEGURIDAD EN UN TÚNEL FERROVIARIO

AUTOR DEL PROYECTO:
JAVIER SENRA HERMANA

FECHA
JUNIO 2015

Nº DE PLANO
3.0
HOJA 2 DE 3

TÍTULO DEL PLANO:
Señalización Emergencia



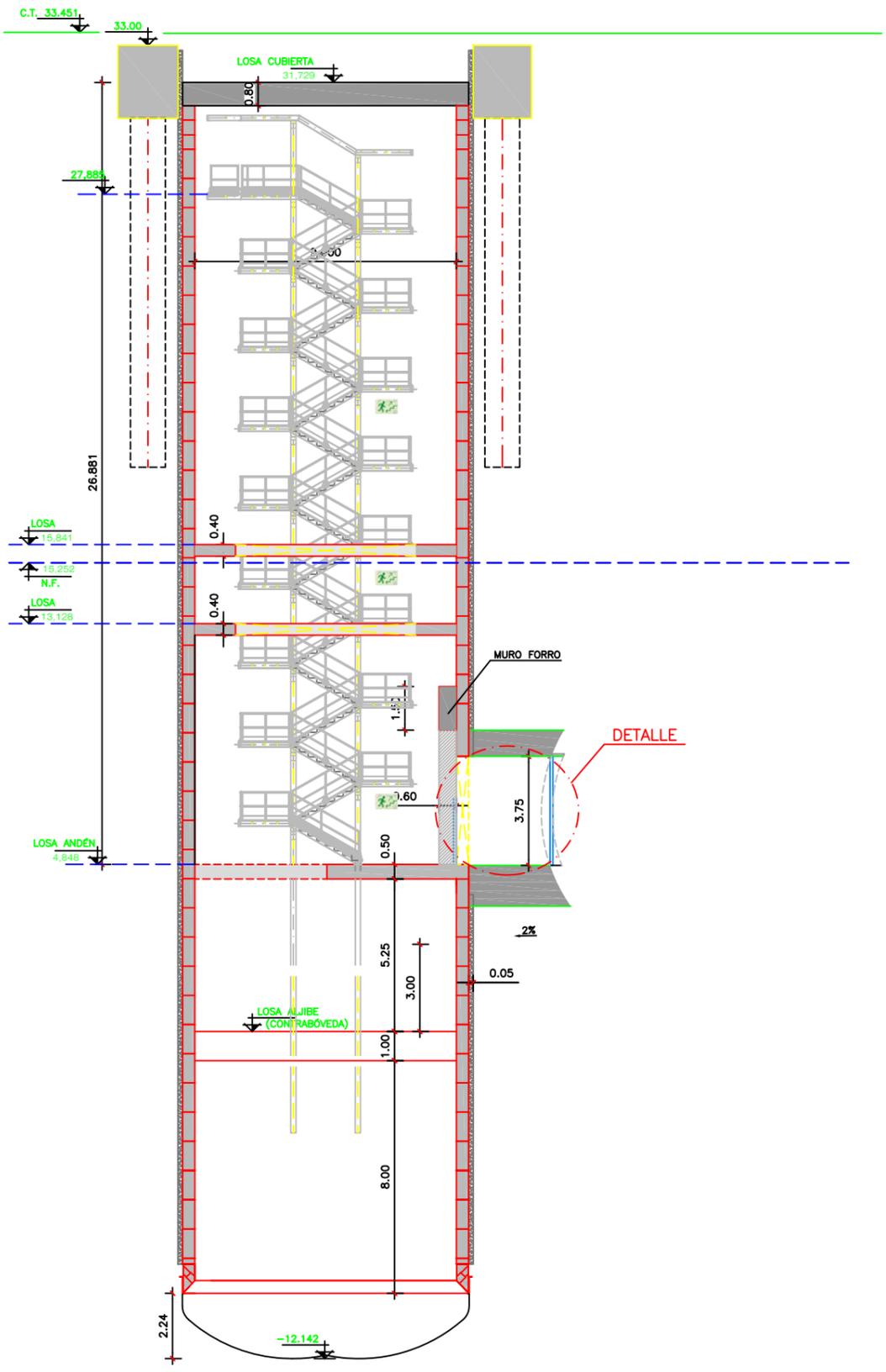
TÍTULO:
DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CIVIL Y
SEGURIDAD EN UN TÚNEL FERROVIARIO

AUTOR DEL PROYECTO:
JAVIER SENRA HERMANA

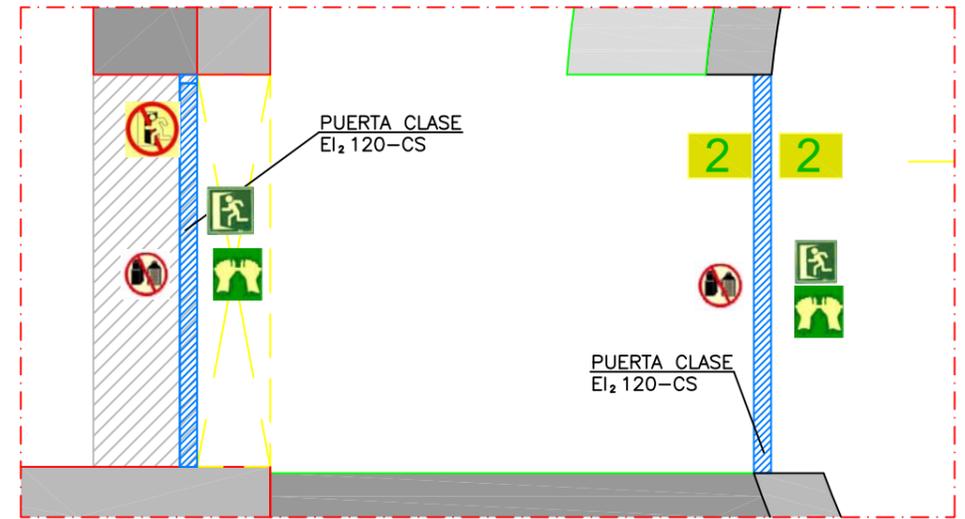
FECHA
JUNIO 2015

Nº DE PLANO
3.0
HOJA 3 DE 3

TÍTULO DEL PLANO:
Señalización Emergencia



DETALLE



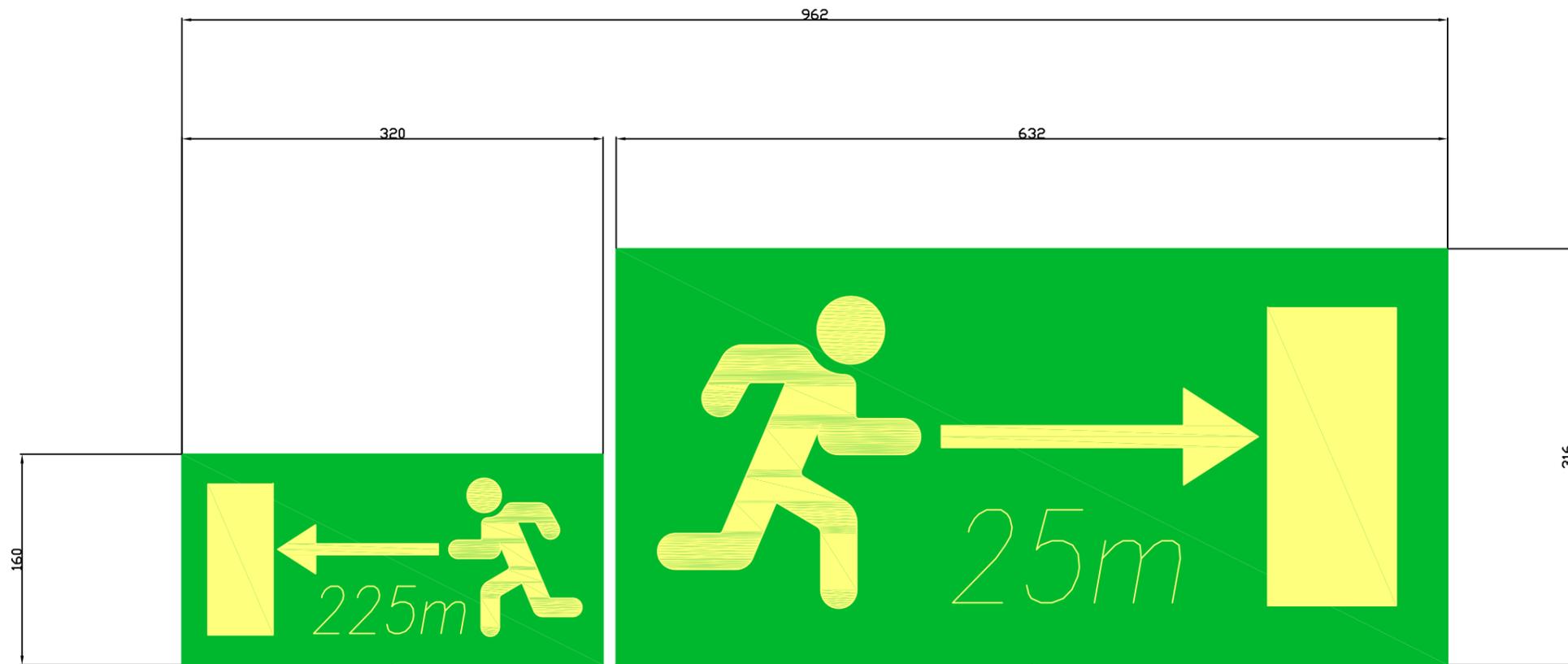
TÍTULO:
DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CIVIL Y SEGURIDAD EN UN TÚNEL FERROVIARIO

AUTOR DEL PROYECTO:
JAVIER SENRA HERMANA

FECHA
JUNIO 2015

Nº DE PLANO
3.1
HOJA 1 DE 1

TÍTULO DEL PLANO:
Señalización Emergencia Pozo Evacuación



SEÑAL FOTOLUMINISCENTE DE 320 x 160 MM.
SEGÚN CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

SEÑAL FOTOLUMINISCENTE DE 632 x 316 MM.
SEGÚN CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS



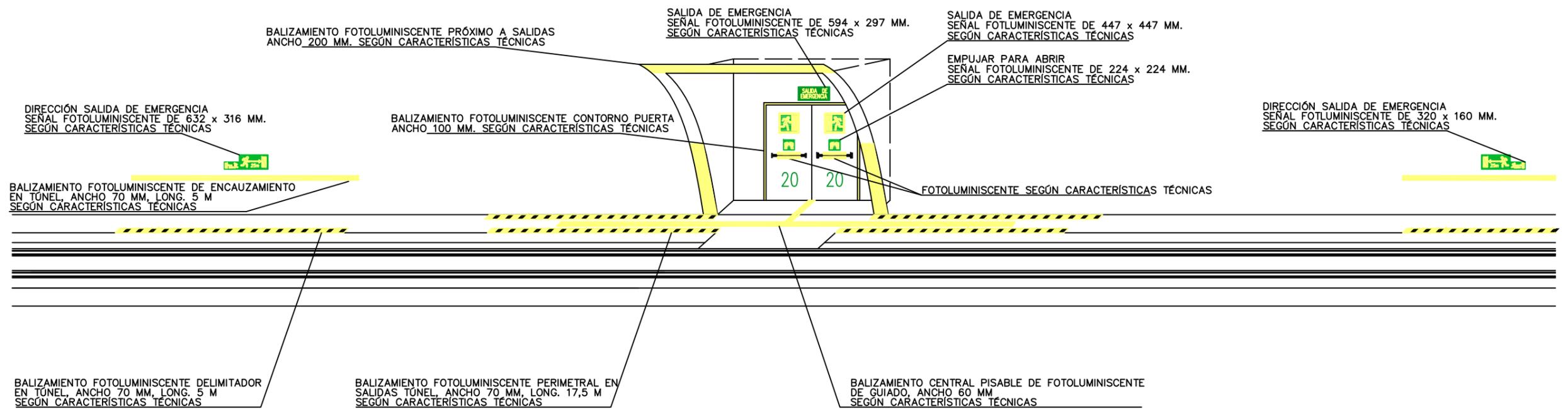
TÍTULO:
DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CIVIL Y
SEGURIDAD EN UN TÚNEL FERROVIARIO

AUTOR DEL PROYECTO:
JAVIER SENRA HERMANA

FECHA
JUNIO 2015

Nº DE PLANO
3.2
HOJA 1 DE 1

TÍTULO DEL PLANO:
Señalización Direccional



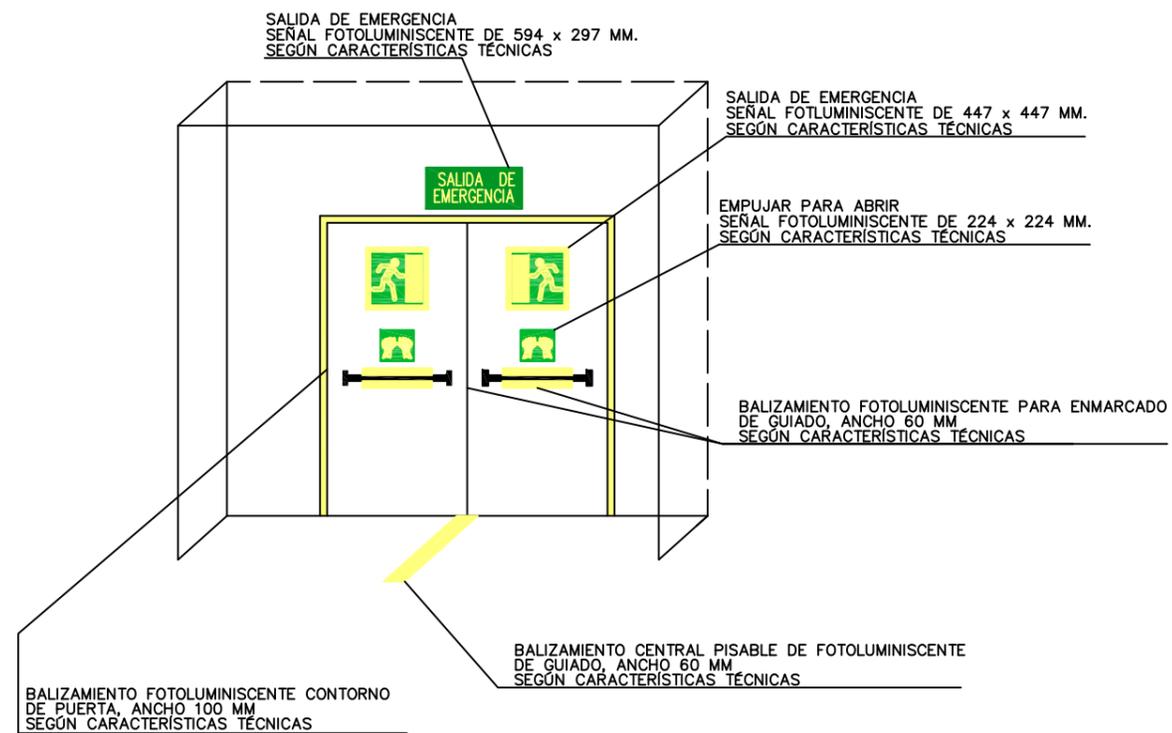
TÍTULO:
DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CIVIL Y
SEGURIDAD EN UN TÚNEL FERROVIARIO

AUTOR DEL PROYECTO:
JAVIER SENRA HERMANA

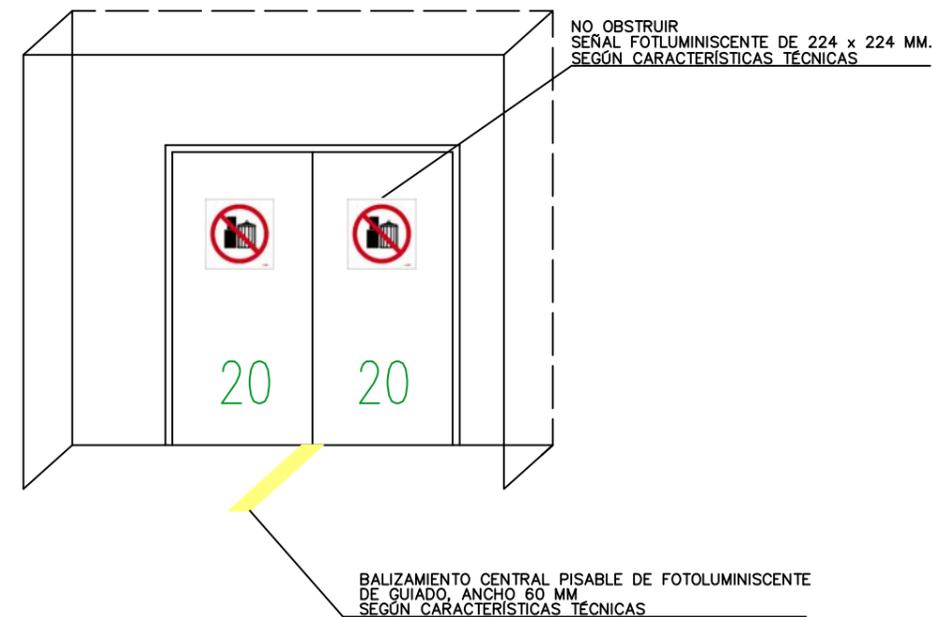
FECHA
JUNIO 2015

Nº DE PLANO
3.3
HOJA 1 DE 1

TÍTULO DEL PLANO:
Disposición General de la señalización



DISPOSICIÓN SEÑALIZACIÓN EN PUERTA CONEXIÓN CON GALERÍA
DE EVACUACIÓN DE PUERTA EN SENTIDO EVACUACIÓN



DISPOSICIÓN SEÑALIZACIÓN EN PUERTA CONEXIÓN CON GALERÍA
DE EVACUACIÓN DE PUERTA EN SENTIDO CONTRARIO A LA EVACUACIÓN



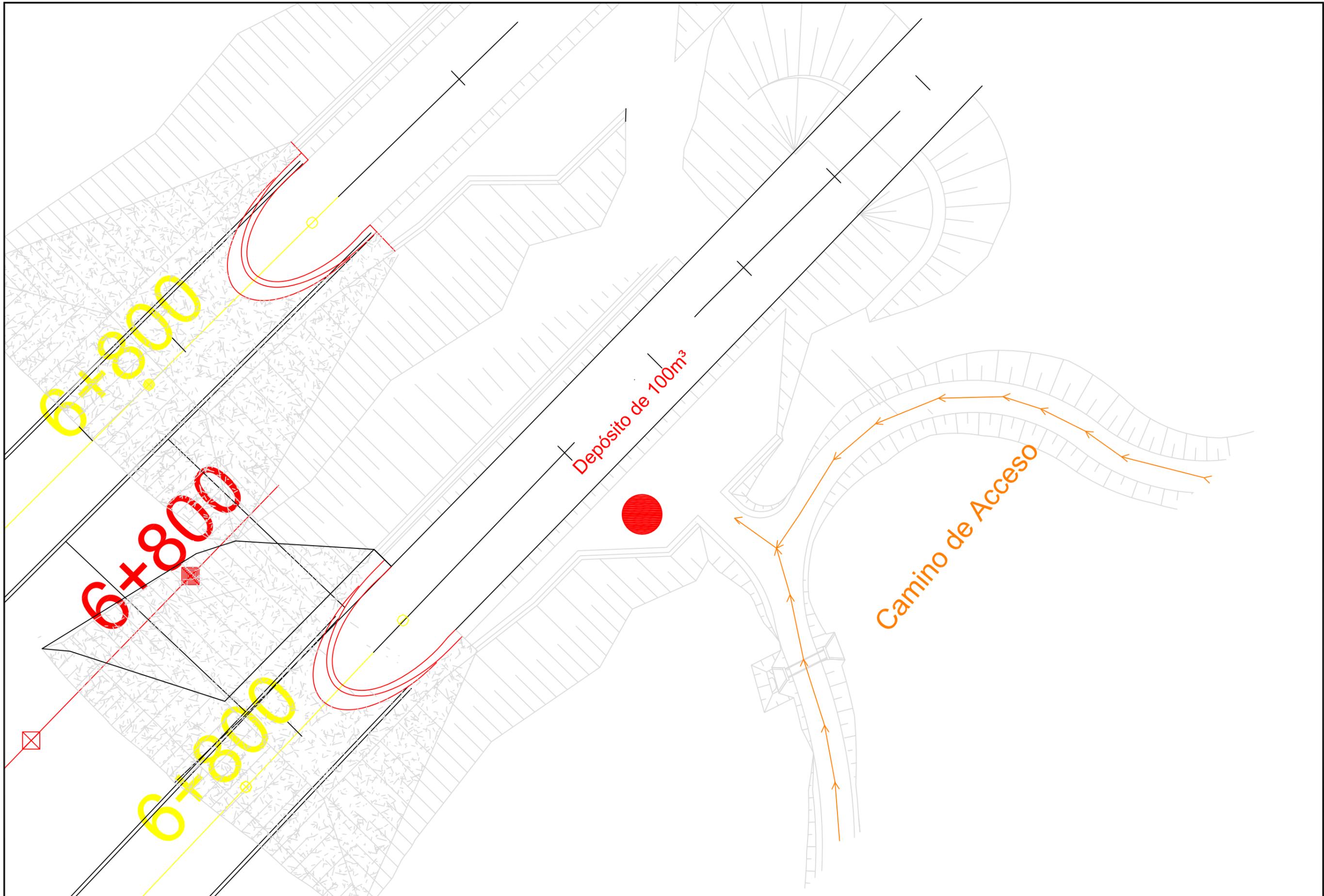
TÍTULO:
DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CIVIL Y
SEGURIDAD EN UN TÚNEL FERROVIARIO

AUTOR DEL PROYECTO:
JAVIER SENRA HERMANA

FECHA
JUNIO 2015

Nº DE PLANO
3.4
HOJA 1 DE 1

TÍTULO DEL PLANO:
Disposición Señalización en puerta de conexión con
galería de interconexión



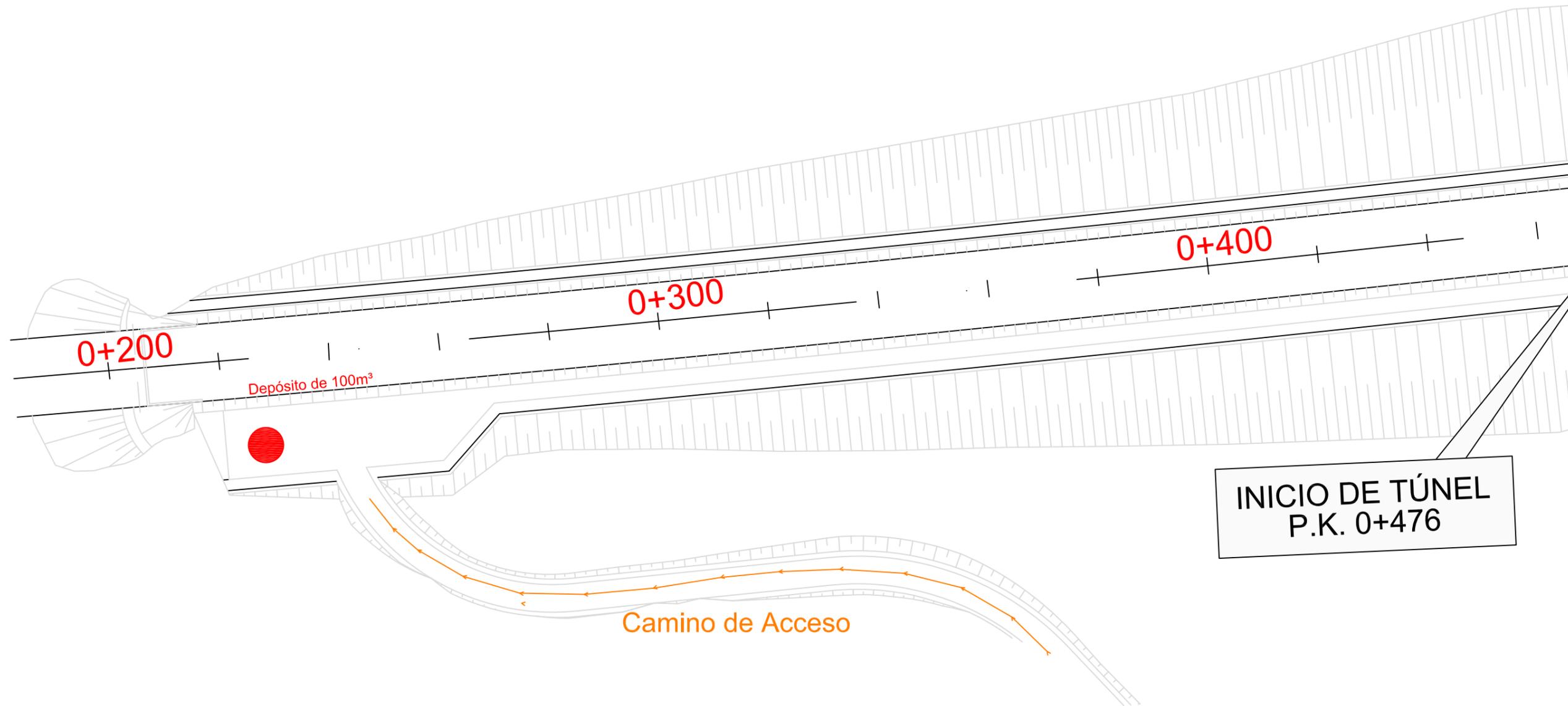
TÍTULO:
DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CIVIL Y
SEGURIDAD EN UN TÚNEL FERROVIARIO

AUTOR DEL PROYECTO:
JAVIER SENRA HERMANA

FECHA
JUNIO 2015

Nº DE PLANO
4.0
HOJA 1 DE 2

TÍTULO DEL PLANO:
Depósitos de agua



TÍTULO:
DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CIVIL Y
SEGURIDAD EN UN TÚNEL FERROVIARIO

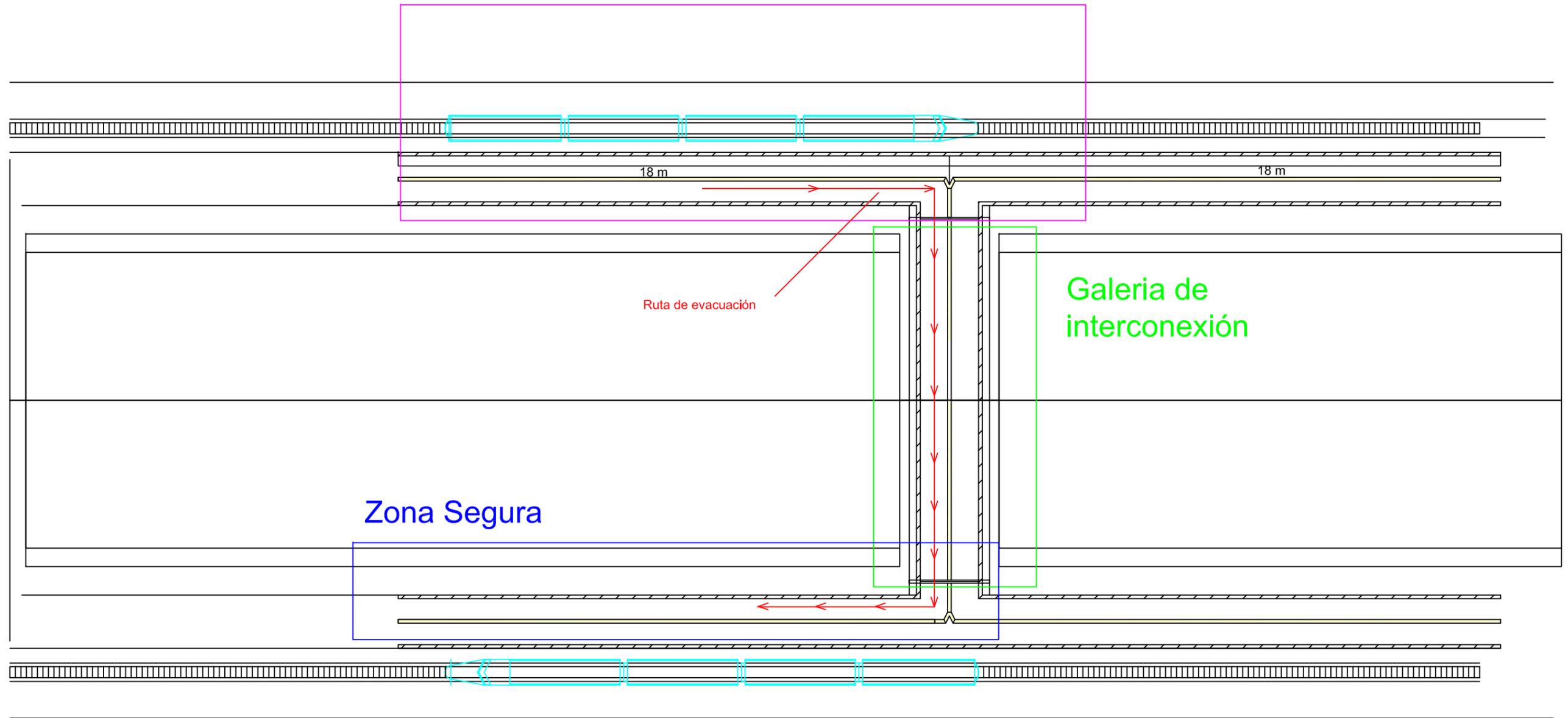
AUTOR DEL PROYECTO:
JAVIER SENRA HERMANA

FECHA
JUNIO 2015

Nº DE PLANO
4.0
HOJA 2 DE 2

TÍTULO DEL PLANO:
Depósitos de agua

Túnel con incidencia



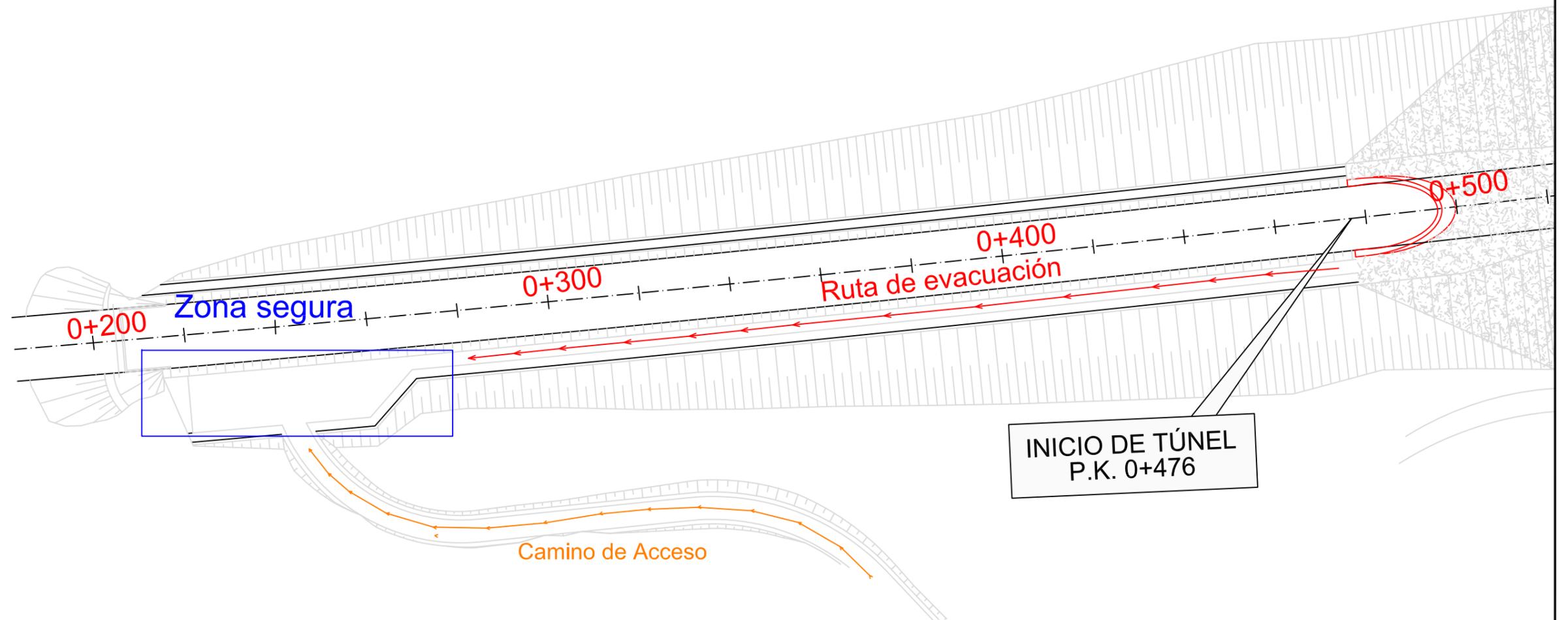
TÍTULO:
DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CIVIL Y
SEGURIDAD EN UN TÚNEL FERROVIARIO

AUTOR DEL PROYECTO:
JAVIER SENRA HERMANA

FECHA
JUNIO 2015

Nº DE PLANO
5.0
HOJA 1 DE 1

TÍTULO DEL PLANO:
Zona Segura Bitubo



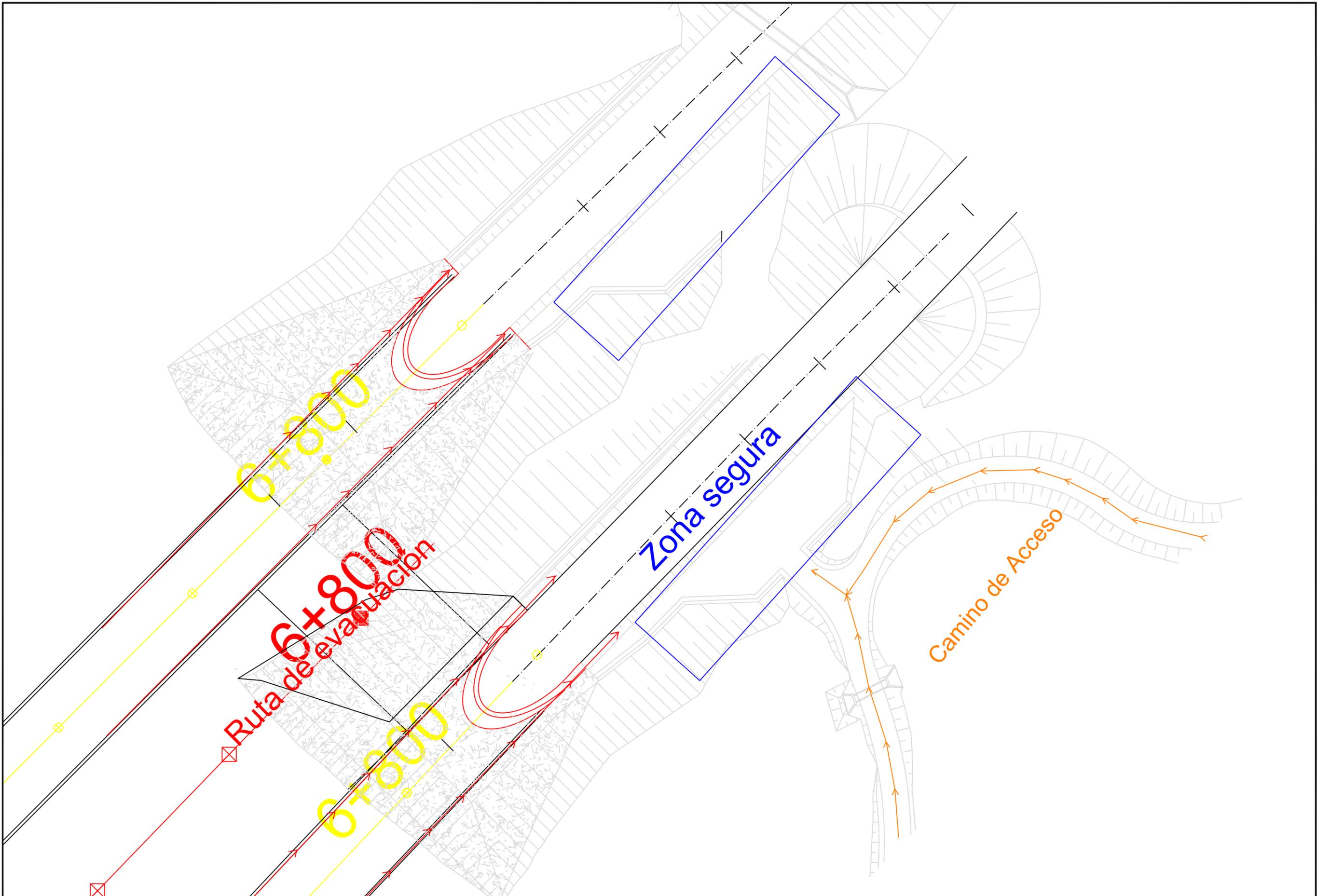
TÍTULO:
DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CIVIL Y
SEGURIDAD EN UN TÚNEL FERROVIARIO

AUTOR DEL PROYECTO:
JAVIER SENRA HERMANA

FECHA
JUNIO 2015

Nº DE PLANO
5.1
HOJA 1 DE 2

TÍTULO DEL PLANO:
Zona Segura Boca Este



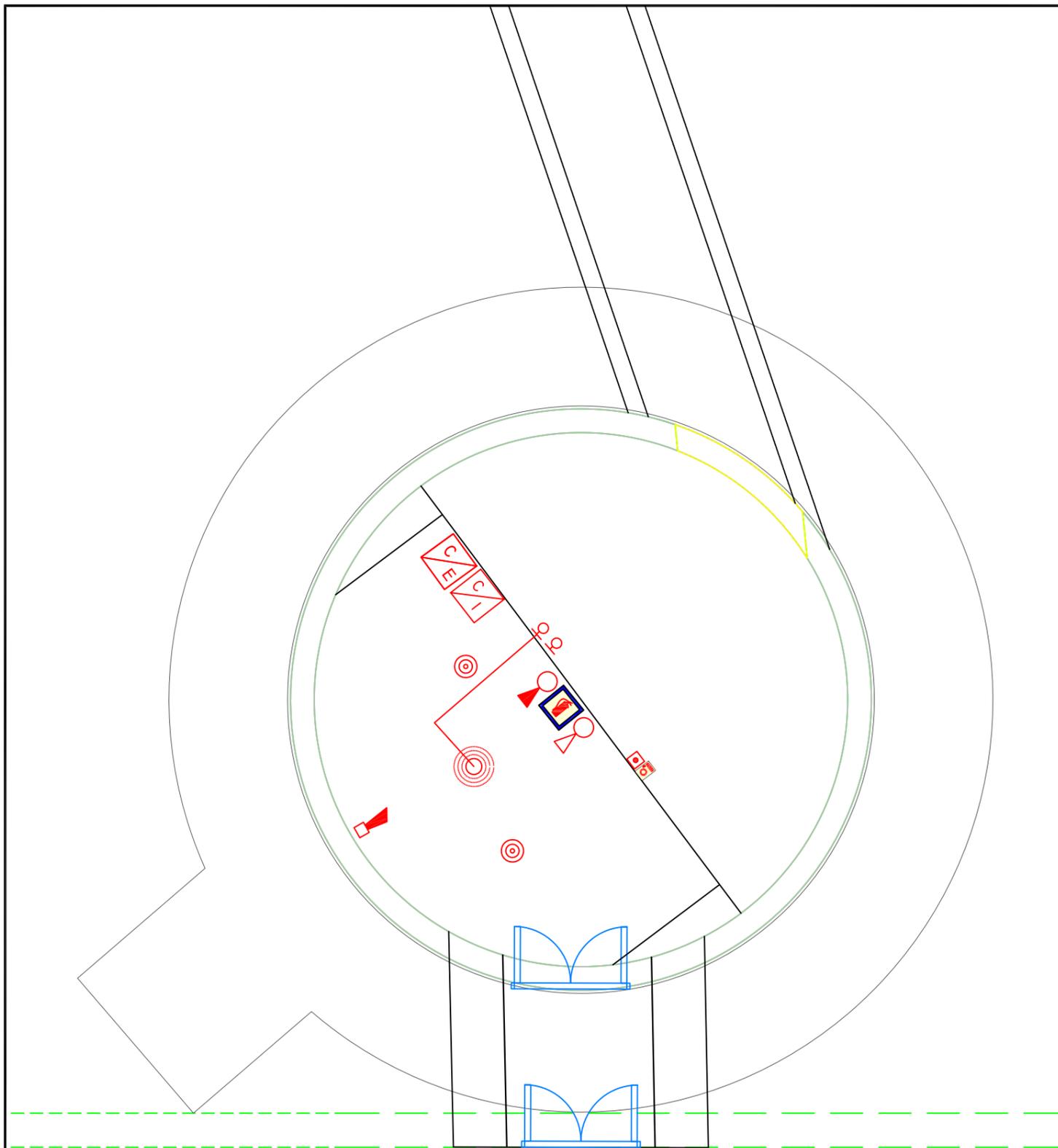
TÍTULO:
DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CIVIL Y SEGURIDAD EN UN TÚNEL FERROVIARIO

AUTOR DEL PROYECTO:
JAVIER SENRA HERMANA

FECHA
JUNIO 2015

N° DE PLANO
5.1
HOJA 2 DE 2

TÍTULO DEL PLANO:
Zona Segura Boca Oeste



LEYENDA		LEYENDA	
	DETECTOR ÓPTICO DE HUMOS		CENTRAL EXTINCIÓN
	SIRENA DE INCENDIOS		BOTELLA AGENTE EXTINTOR
	CENTRAL DE INCENDIOS CONVENCIONAL		BOQUILLA DESCARGA
	EXTINTOR DE POLVO ABC 21A 113 B		TUBERÍA DESCARGA
	EXTINTOR DE CO ₂ 89B		
	SEÑAL EXTINTOR INCENDIOS		
	PULSADOR DE INCENDIO		
	SEÑAL DE PULSADOR DE INCENDIO		

Sala técnica pozo de evacuación



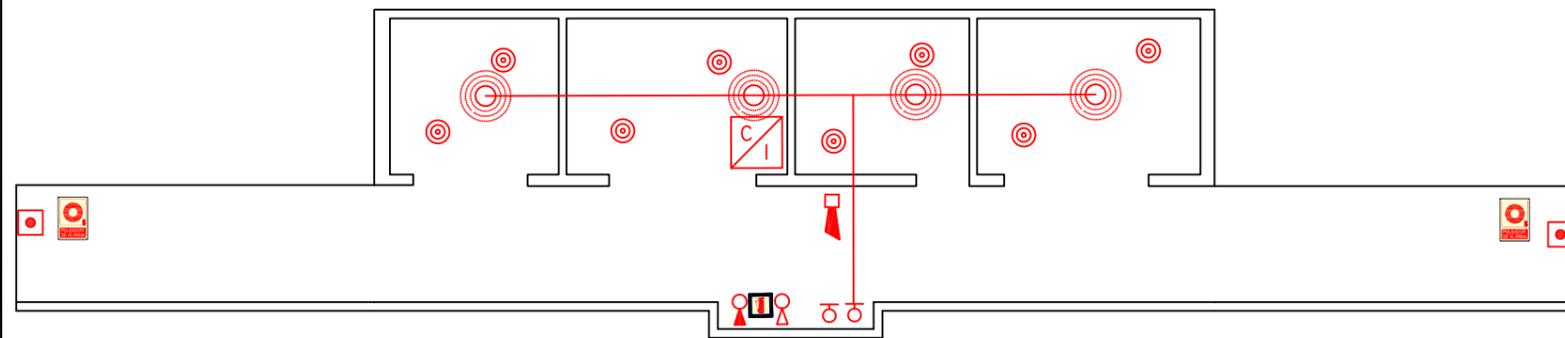
TÍTULO:
DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CIVIL Y
SEGURIDAD EN UN TÚNEL FERROVIARIO

AUTOR DEL PROYECTO:
JAVIER SENRA HERMANA

FECHA
JUNIO 2015

Nº DE PLANO
6.0
HOJA 1 DE 1

TÍTULO DEL PLANO:
Detección y Extinción de Incendios en el
Pozo de Evacuación



LEYENDA	LEYENDA
DETECTOR ÓPTICO DE HUMOS	CENTRAL EXTINCIÓN
SIRENA DE INCENDIOS	BOTELLA AGENTE EXTINTOR
CENTRAL DE INCENDIOS ANALÓGICA	BOQUILLA DESCARGA
EXTINTOR DE POLVO ABC 21A 113 B	TUBERÍA DESCARGA
EXTINTOR DE CO ₂ 89B	
SEÑAL EXTINTOR INCENDIOS	
PULSADOR DE INCENDIO	
SEÑAL DE PULSADOR DE INCENDIO	

Sala técnica galería interconexión



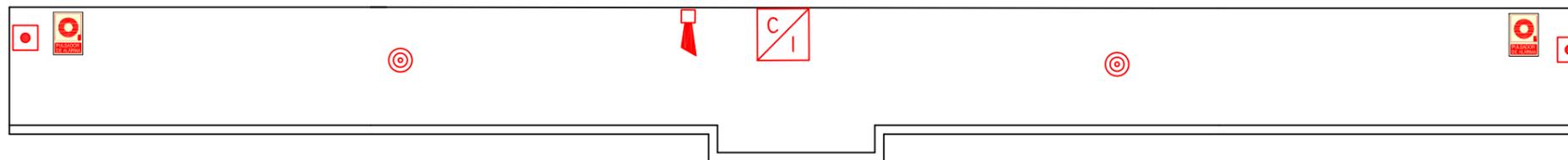
TÍTULO:
DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CIVIL Y
SEGURIDAD EN UN TÚNEL FERROVIARIO

AUTOR DEL PROYECTO:
JAVIER SENRA HERMANA

FECHA
JUNIO 2015

Nº DE PLANO
6.1
HOJA 2 DE 2

TÍTULO DEL PLANO:
Detección y Extinción de Incendios en CT
de Galería de Interconexión



LEYENDA	
	DETECTOR ÓPTICO DE HUMOS
	SIRENA DE INCENDIOS
	CENTRAL DE INCENDIOS CONVENCIONAL
	EXTINTOR DE POLVO ABC 21A 113 B
	EXTINTOR DE CO ₂ 89B
	PULSADOR DE INCENDIO
	SEÑAL DE PULSADOR DE INCENDIO

Galería de interconexión



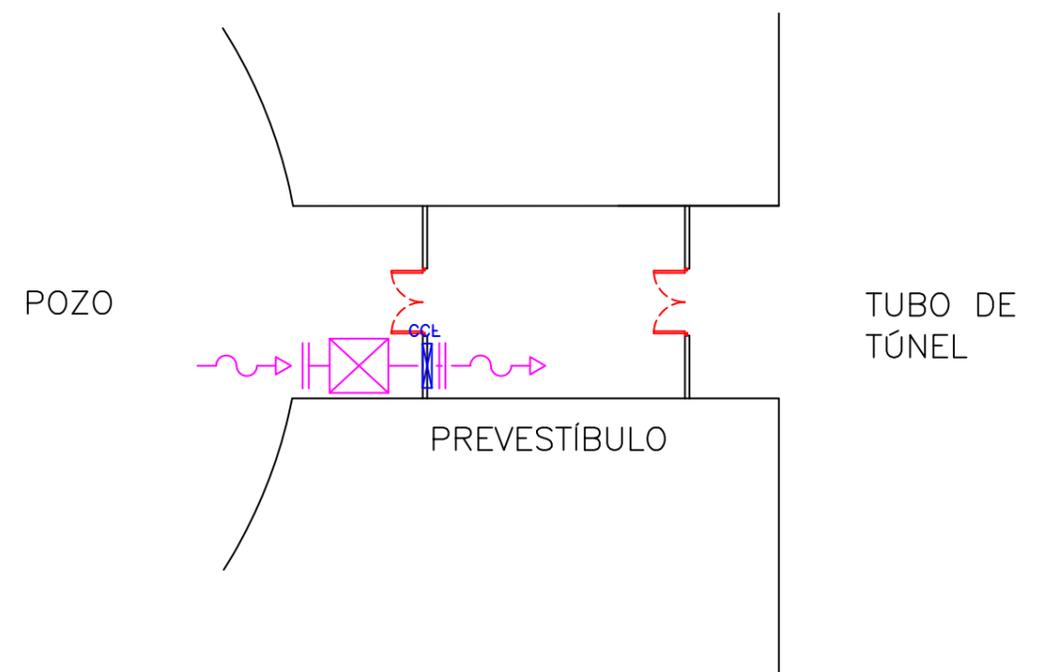
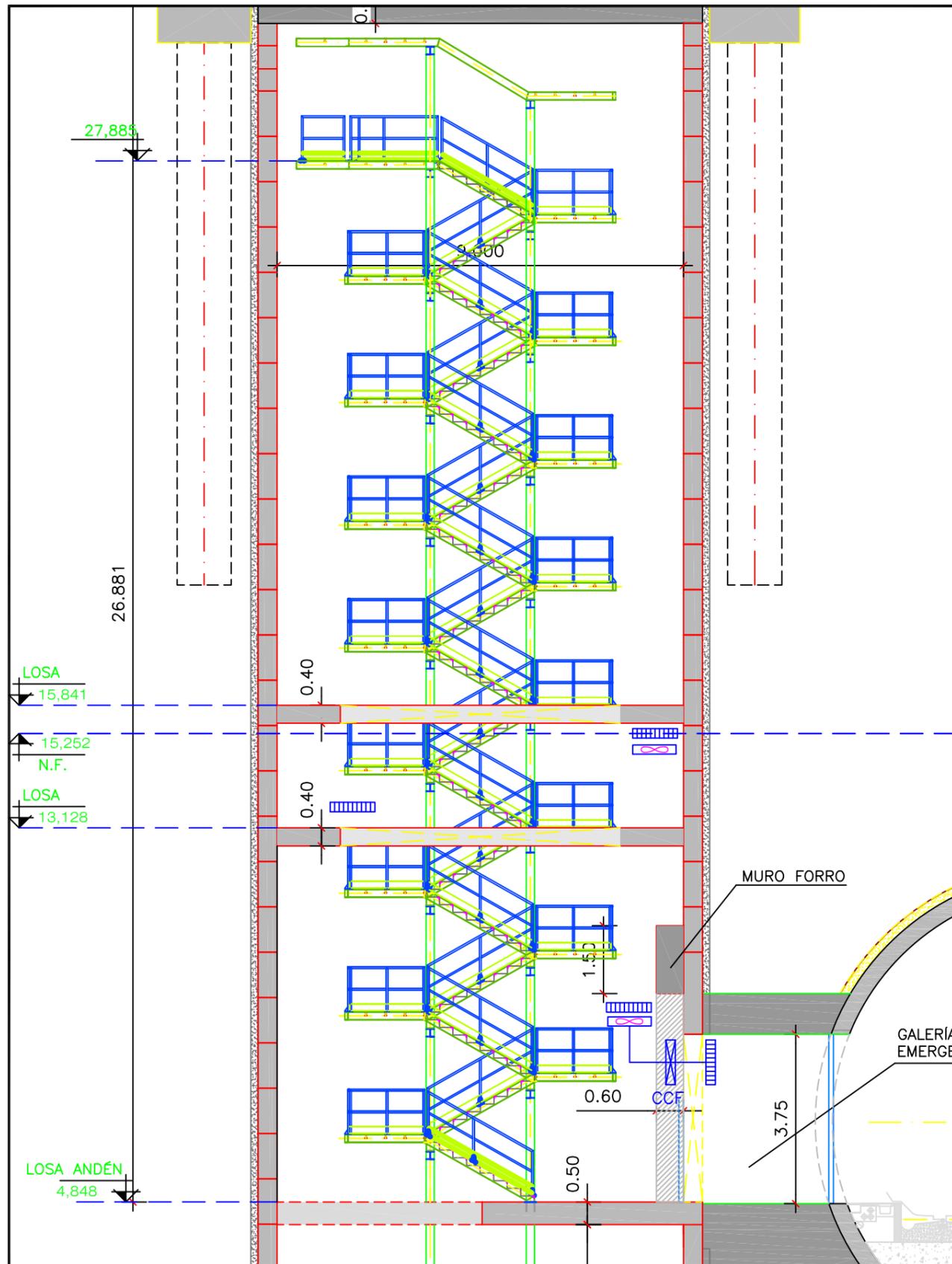
TÍTULO:
DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CIVIL Y
SEGURIDAD EN UN TÚNEL FERROVIARIO

AUTOR DEL PROYECTO:
JAVIER SENRA HERMANA

FECHA
JUNIO 2015

Nº DE PLANO
6.1
HOJA 1 DE 2

TÍTULO DEL PLANO:
Detección y Extinción de Incendios en
Galería de Interconexión



LEYENDA	
VENTILACIÓN	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	VENTILADOR AXIAL PARED
	REJILLA DE VENTILACIÓN CUARTOS TÉCNICOS
	COMPUERTAS CORTAFUEGOS



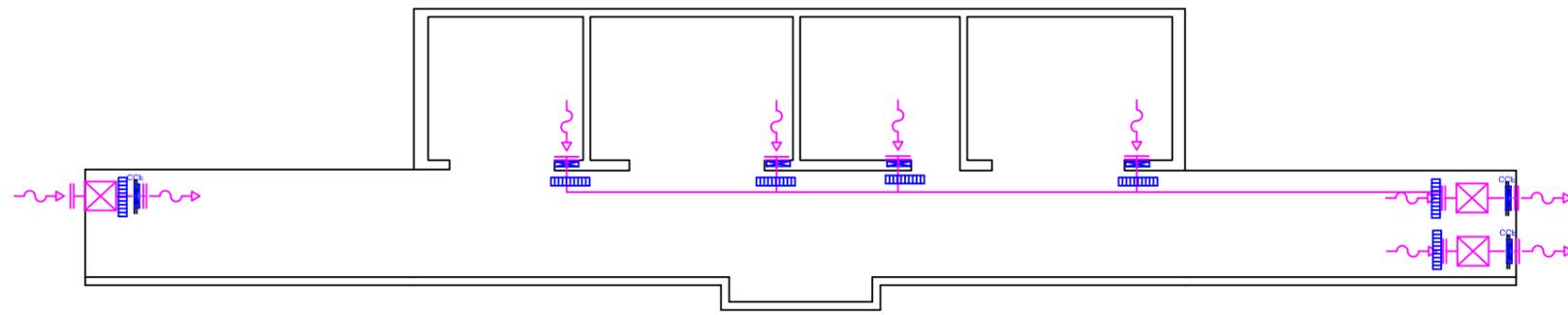
TÍTULO:
DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CIVIL Y SEGURIDAD EN UN TÚNEL FERROVIARIO

AUTOR DEL PROYECTO:
JAVIER SENRA HERMANA

FECHA
JUNIO 2015

Nº DE PLANO
7.0
HOJA 1 DE 1

TÍTULO DEL PLANO:
Ventilación Y Sectorización Pozo y Prevestibulo



LEYENDA	
<u>VENTILACIÓN</u>	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	VENTILADOR AXIAL PARED
	REJILLA DE VENTILACIÓN CUARTOS TÉCNICOS
	COMPUERTAS CORTAFUEGOS

Sala técnica tipo



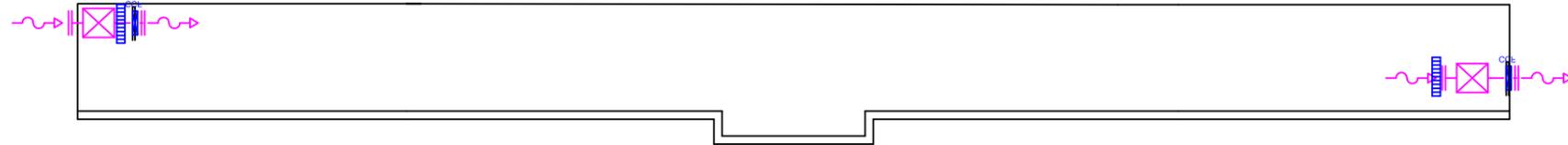
TÍTULO:
DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CIVIL Y SEGURIDAD EN UN TÚNEL FERROVIARIO

AUTOR DEL PROYECTO:
JAVIER SENRA HERMANA

FECHA
JUNIO 2015

Nº DE PLANO
7.1
HOJA 2 DE 2

TÍTULO DEL PLANO:
Ventilación y Sectorización en Galería de Interconexión con CT



LEYENDA	
<u>VENTILACIÓN</u>	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	VENTILADOR AXIAL PARED
	REJILLA DE VENTILACIÓN CUARTOS TÉCNICOS
 CCF	COMPUERTAS CORTAFUEGOS

Galería de interconexión



TÍTULO:
DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CIVIL Y
SEGURIDAD EN UN TÚNEL FERROVIARIO

AUTOR DEL PROYECTO:
JAVIER SENRA HERMANA

FECHA
JUNIO 2015

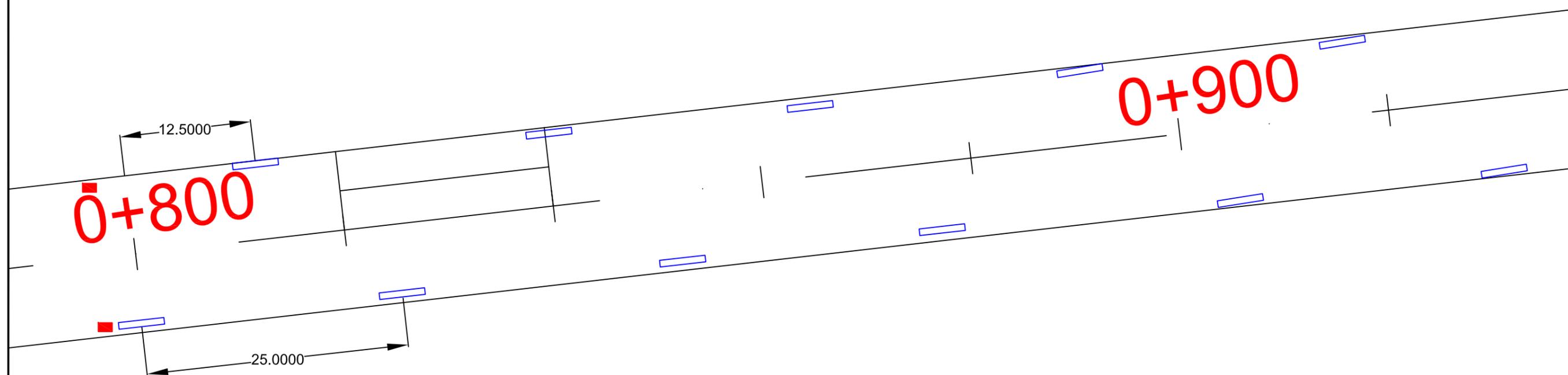
Nº DE PLANO
7.1
HOJA 1 DE 2

TÍTULO DEL PLANO:
Ventilación y Sectorización en Galería de
Interconexión

LEYENDA

INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	LUMINARIAS 1x36W
	INTERRUPTORES
	LUMINARIAS EMERGENCIA 1x6W



TÍTULO:
DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CIVIL Y
SEGURIDAD EN UN TÚNEL FERROVIARIO

AUTOR DEL PROYECTO:
JAVIER SENRA HERMANA

FECHA
JUNIO 2015

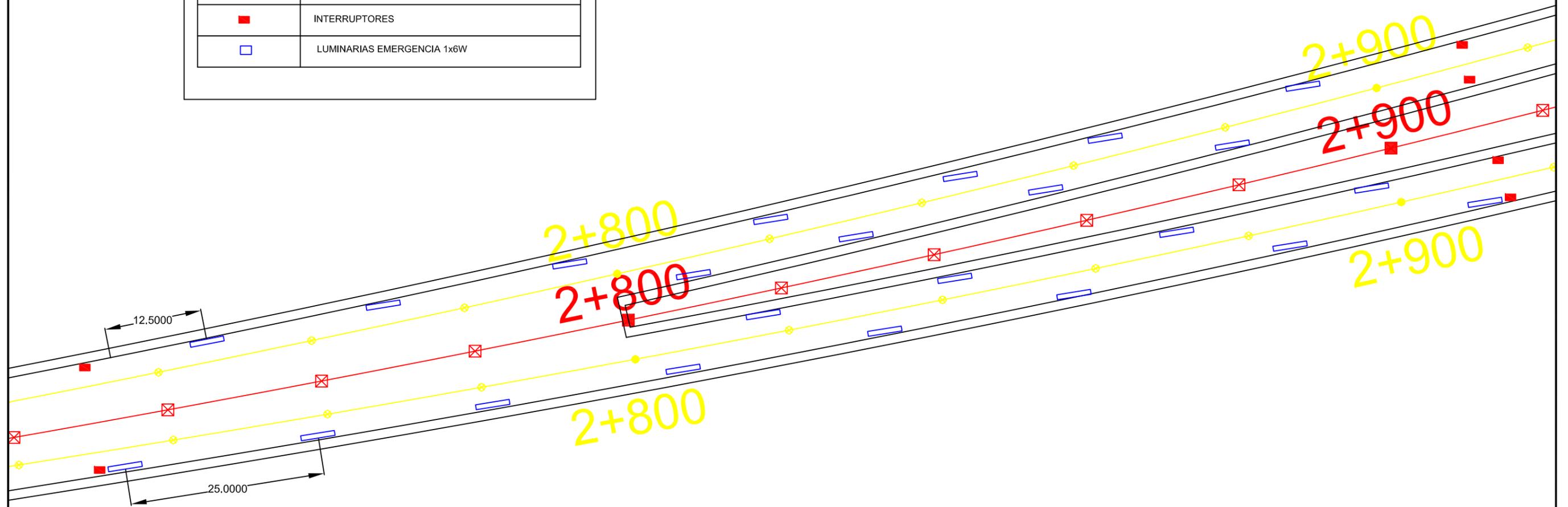
Nº DE PLANO
8.0
HOJA 1 DE 2

TÍTULO DEL PLANO:
Alumbrado en Tubo

LEYENDA

INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	LUMINARIAS 1x36W
	INTERRUPTORES
	LUMINARIAS EMERGENCIA 1x6W



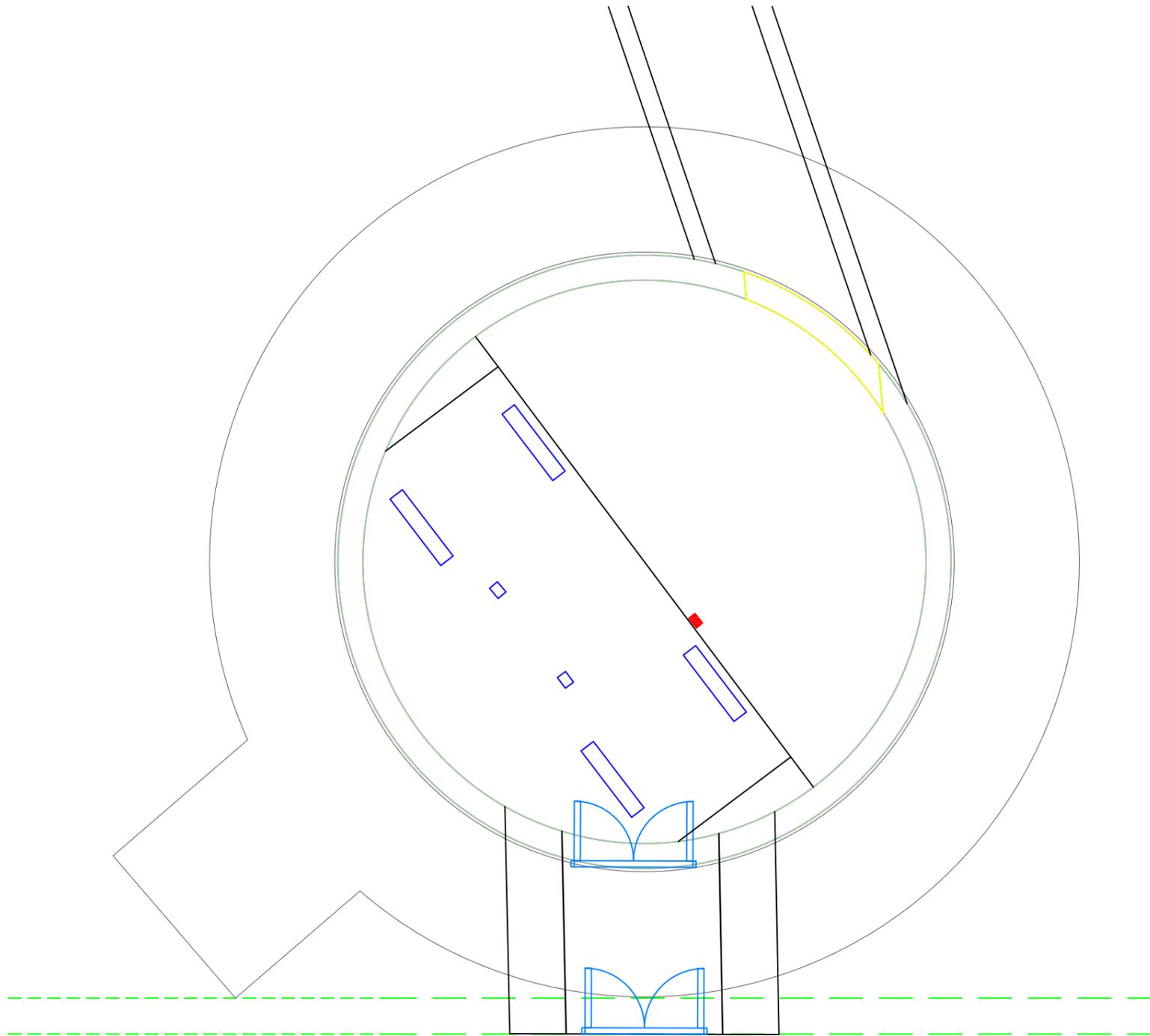
TÍTULO:
DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CIVIL Y
SEGURIDAD EN UN TÚNEL FERROVIARIO

AUTOR DEL PROYECTO:
JAVIER SENRA HERMANA

FECHA
JUNIO 2015

Nº DE PLANO
8.0
HOJA 2 DE 2

TÍTULO DEL PLANO:
Alumbrado en Tubo



ANDÉN

LEYENDA	
INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	LUMINARIAS 1x36W
	INTERRUPTORES



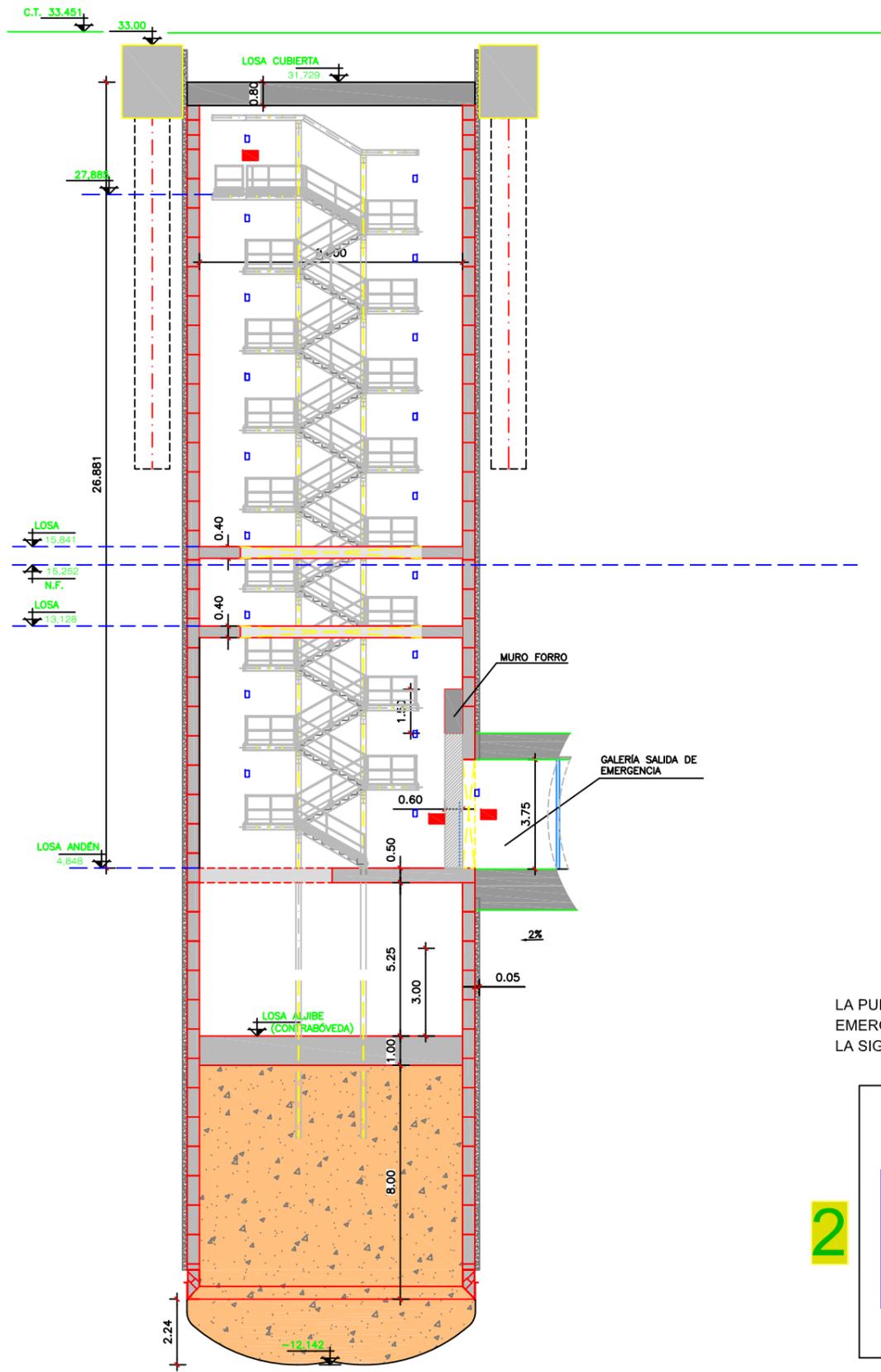
TÍTULO:
DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CIVIL Y
SEGURIDAD EN UN TÚNEL FERROVIARIO

AUTOR DEL PROYECTO:
JAVIER SENRA HERMANA

FECHA
JUNIO 2015

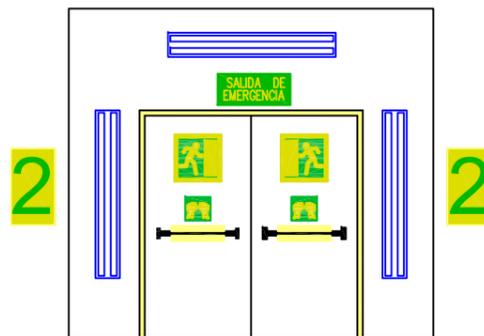
Nº DE PLANO
8.1
HOJA 2 DE 2

TÍTULO DEL PLANO:
Alumbrado en Cuarto Técnico
del Pozo



ALZADO POZO

LA PUERTA DE ACCESO DEL TÚNEL A LA SALIDA DE EMERGENCIA ESTARÁ DOTADA DE LUMINARIAS CON LA SIGUIENTE DISPOSICIÓN



LEYENDA

INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	LUMINARIAS 1x36W
	INTERRUPTORES
	LUMINARIAS EMERGENCIA 1x6W



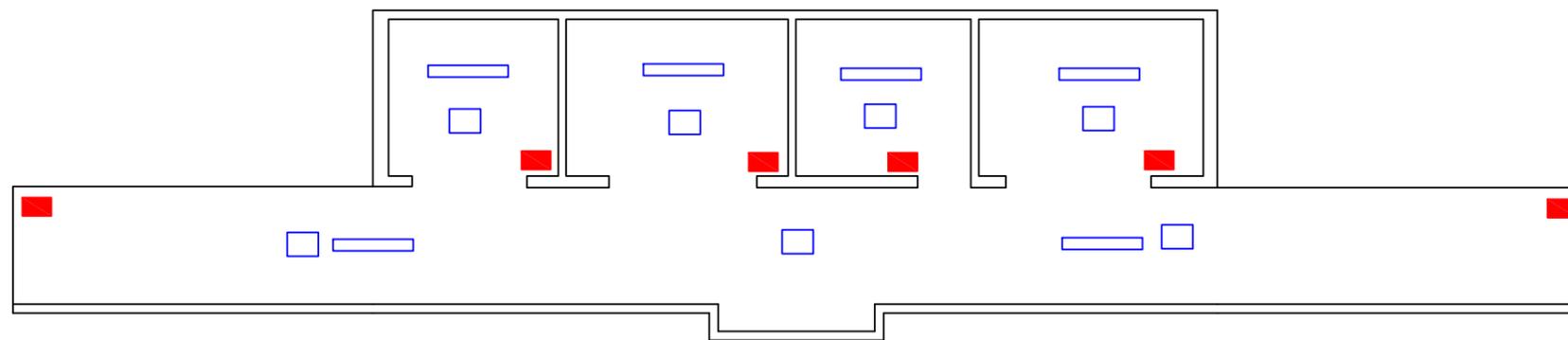
TÍTULO:
DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CIVIL Y SEGURIDAD EN UN TÚNEL FERROVIARIO

AUTOR DEL PROYECTO:
JAVIER SENRA HERMANA

FECHA
JUNIO 2015

Nº DE PLANO
8.1
HOJA 1 DE 2

TÍTULO DEL PLANO:
Alumbrado en Pozo



LEYENDA	
INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	LUMINARIAS 1x36W
	INTERRUPTORES
	LUMINARIAS EMERGENCIA 1x6W

Sala técnica galería interconexión



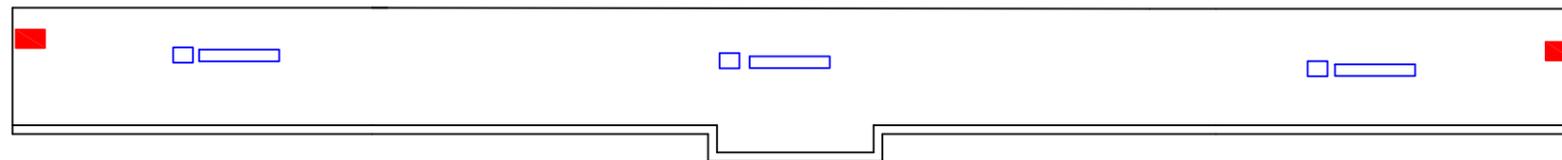
TÍTULO:
DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CIVIL Y
SEGURIDAD EN UN TÚNEL FERROVIARIO

AUTOR DEL PROYECTO:
JAVIER SENRA HERMANA

FECHA
JUNIO 2015

Nº DE PLANO
8.2
HOJA 2 DE 2

TÍTULO DEL PLANO:
Alumbrado en Galería de interconexión con
CT



LEYENDA	
<u>INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN</u>	
<u>SÍMBOLO</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>
	LUMINARIAS 1x36W
	INTERRUPTORES
	LUMINARIAS EMERGENCIA 1x6W

Sala técnica tipo



TÍTULO:
DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CIVIL Y
SEGURIDAD EN UN TÚNEL FERROVIARIO

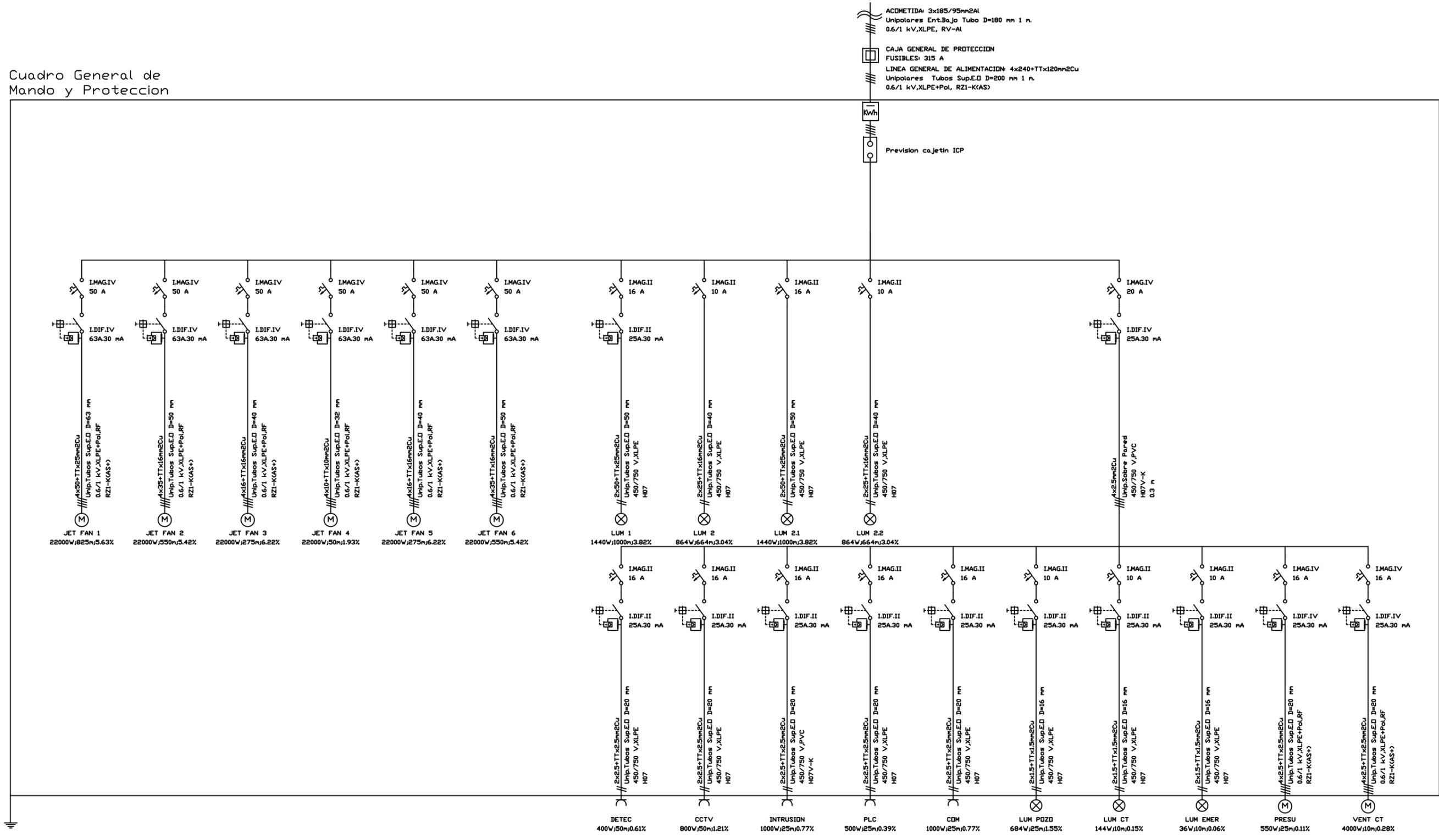
AUTOR DEL PROYECTO:
JAVIER SENRA HERMANA

FECHA
JUNIO 2015

Nº DE PLANO
8.2
HOJA 1 DE 2

TÍTULO DEL PLANO:
Alumbrado en Galería de interconexión

Cuadro General de Mando y Protección



TÍTULO:
DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CIVIL Y SEGURIDAD EN UN TÚNEL FERROVIARIO

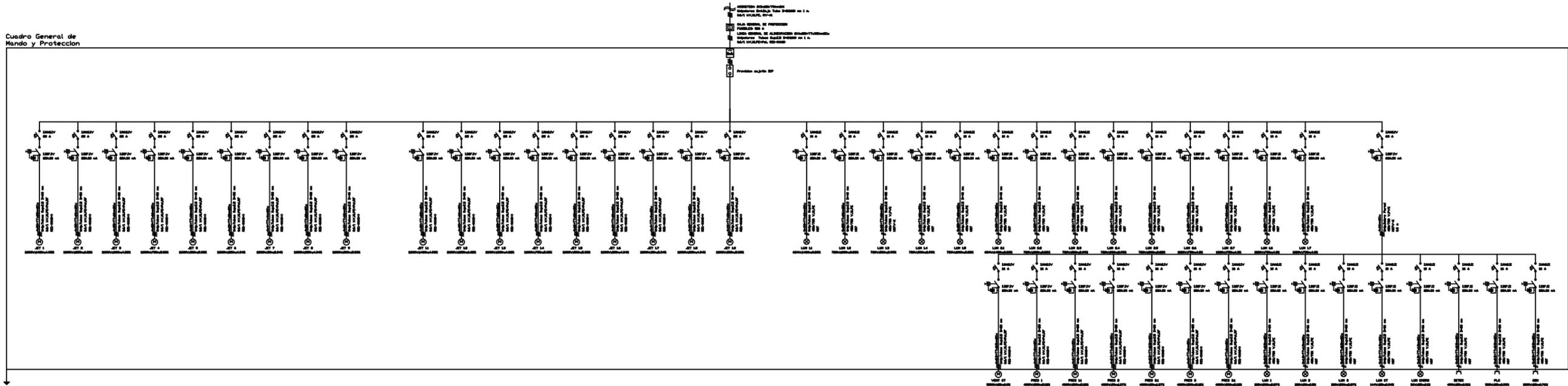
AUTOR DEL PROYECTO:
JAVIER SENRA HERMANA

FECHA
JUNIO 2015

Nº DE PLANO
9.0
HOJA 1 DE 3

TÍTULO DEL PLANO:
Unifilar Centro de transformación 1

Cuadro General de
Mando y Protección



TÍTULO:
DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CIVIL Y
SEGURIDAD EN UN TÚNEL FERROVIARIO

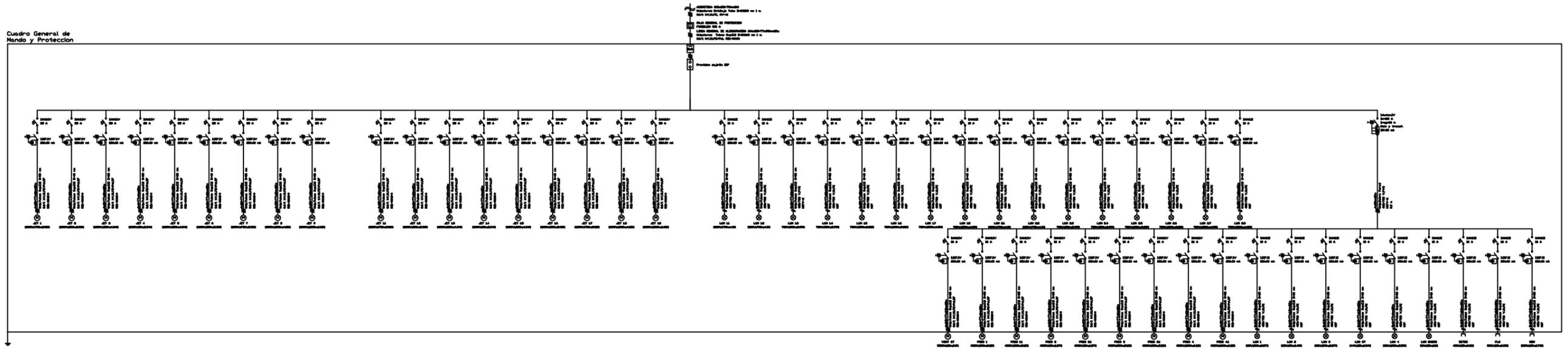
AUTOR DEL PROYECTO:
JAVIER SENRA HERMANA

FECHA
JUNIO 2015

Nº DE PLANO
9.0
HOJA 2 DE 3

TÍTULO DEL PLANO:
Unifilar Centro de transformación 2

Cuadro General de Mando y Protección



TÍTULO:
DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CIVIL Y
SEGURIDAD EN UN TÚNEL FERROVIARIO

AUTOR DEL PROYECTO:
JAVIER SENRA HERMANA

FECHA
JUNIO 2015

N° DE PLANO
9.0
HOJA 3 DE 3

TÍTULO DEL PLANO:
Unifilar Centro de transformación 3

BOCA ESTE

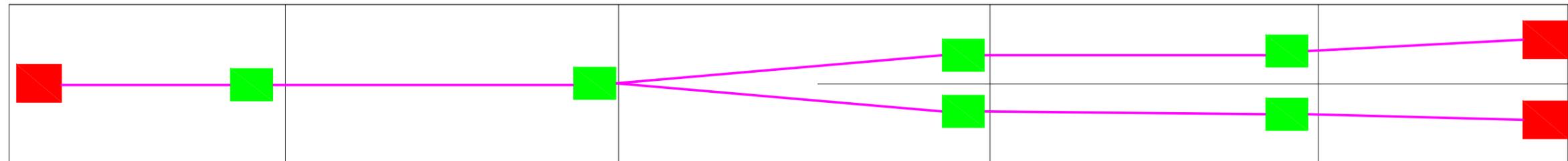
POZO DE EVACUACIÓN

ESTACIÓN

CT 2 EN GALERIA

CT 3 EN GALERIA

BOCA OESTE



LEYENDA			
SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES			
simbolo	descripcion	simbolo	descripcion
	Cable INCOATEE 1 x 4"		Rack Horno
			Rack Secundario



TÍTULO:
DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CIVIL Y
SEGURIDAD EN UN TÚNEL FERROVIARIO

AUTOR DEL PROYECTO:
JAVIER SENRA HERMANA

FECHA
JUNIO 2015

Nº DE PLANO
10.0
HOJA 1 DE 1

TÍTULO DEL PLANO:
Esquema Radiocomunicaciones



Anejo 3: Presupuesto

Presupuesto

Número	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
Capítulo: 01 PASILLOS Y PASAMANOS						
01.01 G1501N001	12.328,00	m	BARANDILLA METÁLICA, PASAMANOS D=45 mm Barandilla metálica de 100 cm de altura de de tubo hueco de acero, con barandal superior que hace de pasamanos de d= 45mm, barrotes verticales de 20x20x 1mm colocados cada 12 mm.	29,99	369.716,72	
La unidad comprende herrajes e instalación totalmente incluidos.						
Total capítulo: 01					369.716,72	

Presupuesto

Número	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
Capítulo: 02		SEÑALIZACIÓN				
02.01 G1604N001	407,00	UD	SEÑAL ACERO "SE MÁS PRÓXIMA" (GRANDE) Señal de acero "Dirección de Salida de Emergencia" (Grande) de dimensiones 632x316x1mm.	52,23	21.257,61	
02.02 G1604N002	407,00	UD	SEÑAL ACERO "SE MÁS PRÓXIMA" (PEQUEÑA) Señal de acero "Dirección de Salida de Emergencia" (Pequeña) de dimensiones 320x160x1 mm.	29,15	11.864,05	
Total capítulo: 02					33.121,66	

Presupuesto

Número	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
Capítulo: 03 SUMINISTRO DE AGUA						
03.01 G0809N003	1,00	UD	Arqueta para alojamiento de hidrante UD. ARQUETA PARA ALOJAMIENTO DE TOMA PARA ABASTECIMIENTO DE COLUMNA SECA, INCLUIDA TAPA. TOTALMENTE EJECUTADA	691,51	691,51	
03.02 G0809N006	1,00	UD	Señal "Hidrante" Señal de acero "Hidrante" de dimensiones 250x200x1 mm. El material de señalización será en ACERO con aleación de Níquel-Cromo-Molibdeno, Ni-Cr-Mo 1,4404 de 1mm de espesor. Se confeccionarán con las características definidas según exigencias de las normas UNE 1-115, UNE 23033, UNE 23034, Reglamento de Instalación de Protección Contra Incendios (RIPCI), Código técnico de la Edificación (CTE) y según RD 485/1997, RD 314/2006 y RD 635/2006. Dichos productos a emplear en las obras de instalación de señalización deben cumplir las siguientes características generales: " Aspecto: color amarillo-verde, pastel, mate para las señales de evacuación " No ser radioactivos ni tóxicos " No incorporar fósforo, plomo ni elementos pesados Ser aptos para su utilización en "señalización de seguridad contra incendios", según certificación expresa expedida por Laboratorio Oficial acreditado en ENAC. Sujeción de las señales La sujeción de las Señalizaciones en acero se realizará con tornillos de acero inoxidable categoría A4 según ISO 7049 en medidas 3,9 x 30 mm. Las Señales llevarán además un sellado perimetral integral con adhesivos cementosos autoextinguibles o ignífugos en zonas de sectorización de incendios para evitar fugas por taladros, si los hubiere. Totalmente instalada y probada.	60,48	60,48	
03.03 E26FDH870	1,00	u	HIDRANTE BAJO RASANTE 2 BOCAS Hidrante bajo rasante, con 2 bocas, 2x2 1/2" (70), con racores, tapas y cerco rectangular según Norma UNE. Medida la unidad instalada.	477,03	477,03	
03.04 G1602N001	2,00	UD	DEPÓSITO DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS DE 100 M3 Depósito tipo GALVANIZADO para almacenamiento de agua destinada al servicio contra incendios. Con las siguientes características: - Capacidad: 100 m3	17.018,8	34.037,6	
03.05 G1602N002	2,00	UD	SENSOR DE NIVEL Sensor de nivel para agua residual con salida 4-20 mA a 2 hilos (autoalimentado con el lazo de señal) muy robusto: Cuerpo de acero inoxidable y elemento sensor cerámico. Rango 0-10 MCA. Cable 12 M PVC	853,46	1.706,92	
03.06 G03050009	39,20	m3	HORMIGÓN ARMADO HA-30 EN ALZADOS DE PILAS, ESTRIBOS, CABECEROS, VIGAS, TABLEROS, LOSAS, MUROS Y MARCOS Hormigón armado HA-30 en alzados de pilas, estribos, cabeceros, vigas, tableros, losas, muros y marcos.	81,88	3.209,7	
03.07 G03060003	39,20	m2	ENCOFRADO PARA PARAMENTOS VISTOS PLANOS Encofrado para paramentos vistos planos y posterior desencofrado i/ limpieza, humedecido, aplicación de desencofrante, p.p. de elementos complementarios para su estabilidad y adecuada ejecución	34,54	1.353,97	
03.08 G1602N003	56,00	m	BORDILLO HORMIGÓN MONOCAPA GRIS 9-10x20 cm Colocación bordillo de hormigón monocapa, color gris, de 9-10x10 cm., colocado sobre solera de hormigón, rejuntado y limpieza.	43,11	2.414,16	
03.09 G03080001	39,20	kg	ACERO EN BARRAS CORRUGADAS B 500 S COLOCADO EN ARMADURAS PASIVAS Acero en barras corrugadas b 500 s colocado en armaduras pasivas, i/ corte y doblado, colocación solapes, despuntes y p.p. de atado con alambre recocido y separadores.	0,85	33,32	

Presupuesto

Número	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
03.10 G03050004	39,20	m3	HORMIGÓN EN MASA HM-20 EN CIMIENTOS, SOLERAS Y PEQUEÑAS OBRAS DE FÁBRICA Hormigón en masa HM-20 en cimientos, soleras y pequeñas obras de fábrica	63,31	2.481,75	
Total capítulo: 03						46.466,44

Presupuesto

Número	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
Capítulo: 04 DETECCIÓN DE INCENDIOS						
Capítulo: 04.01 DETECCIÓN CONVENCIONAL						
04.01.01 G1401N002	450,00	m	CABLE RZ1F3Z1-k (AS) DE 3x2,5 MM² Cable RZ1F3Z1-k (AS) de 3x2'5 mm². Cables de Cobre de Baja Tensión de 2 conductores más tierra, referencia RZ1F3Z1-K (AS) 0,6/1 kV no propagadores del incendio, de acuerdo con la ET 03.354.003.0, 4ª edición de octubre de 2008.	4,85	2.182,5	
04.01.02 G0601N002	7,00	UD	SEÑAL ACERO "PULSADOR" Señal de acero "Pulsador" de dimensiones 210x297x1 mm.	47,87	335,09	
04.01.03 G430N004	7,00	u	PULSADORES MANUALES DE ALARMA PULSADORES MANUALES DE ALARMA. TOTALMENTE INSTALADO Y CONEXIONADO	83,1	581,7	
04.01.04 G1601N001	7,00	UD	CENTRAL CONVENCIONAL 2 ZONAS Suministro, transporte a pie de obra e instalación de central microprocesada compacta de detección de incendios de 2 zonas. Distingue entre alarma de detector o pulsador por zona. Hasta 32 detectores por zona. Incorpora fuente de alimentación de 1,6 Amp, 2 salidas de sirenas supervisadas (300 mA c/u consumo máx.), relé general de alarma, relé general de avería, indicadores generales (fuego, avería, servicio, fallo CPU, desconexión general, en prueba, avería de circuito de sirenas), retardos configurables, salida auxiliar 24 V / 300 mA e indicadores de zona (alarma, avería, desconexión, prueba). Cabina con capacidad para dos baterías 2A. Totalmente instalada, programada y funcionando según planos y pliego de condiciones, incluyendo p.p. de pequeño material, medios auxiliares, conexionado, configurado y probado.	266,82	1.867,74	
04.01.05 G1601N002	14,00	UD	DETECTOR CONVENCIONAL ÓPTICO Suministro, transporte a pie de obra e instalación de sensor microprocesado de humos para conexión a sistemas convencionales, tipo óptico. Diseño de cámara que reduce los efectos de la suciedad. Perfil extraplano con led de señalización, microprocesador incorporado, activable mediante haz de rayo laser codificado. Montaje superficial mediante zócalo , y salida para indicador de acción remoto. Incorpora Baseintercambiable con el resto de detectores convencionales de la serie. Diseñado según normas EN54. Totalmente instalada, programada y funcionando según planos y pliego de condiciones, incluyendo p.p. de pequeño material, medios auxiliares, conexionado, configurado y probado.	28,62	400,68	
04.01.06 G1601N004	7,00	UD	SIRENA INTERIOR ÓPTICO-ACÚSTICA Suministro, transporte a pie de obra e instalación de sirena piezoeléctrica para interiores en caja de policarbonato rojo con flash incorporado. 24Vdc, consumo 120mA. Nivel acústico 110 dB a 1m. Totalmente instalada, programada y funcionando según planos y pliego de condiciones, incluyendo p.p. de pequeño material, medios auxiliares, conexionado, configurado y probado.	42,6	298,2	
04.01.07 G1601N005	7,00	UD	MÓDULO DE COMUNICACIONES IP Suministro, transporte a pie de obra e instalación de equipo redireccionador de la información del puerto serie RS-232 de la central al PC remoto de gestión en redes mediante protocolo IP. Para redes compatibles a 10 o 100 MHz. Requiere conexión Ethernet RJ45 y 24V. Totalmente instalada, programada y funcionando según planos y pliego de condiciones, incluyendo p.p. de pequeño material, medios auxiliares, conexionado, configurado y probado.	466,61	3.266,27	
04.01.08 G1601N006	7,00	UD	MÓDULO CONEXIÓN A CRA Suministro, transporte a pie de obra e instalación de comunicador telefónico/módem bidireccional para conexión a centrales receptoras de alarma mediante protocolo contact ID. Permite la programación de dos números de abonados, dos números de CRA y funciones de verificación. requiere línea de teléfono conmutada y alimentación 24 VCC (incluir batería si fuera necesario). Incluye p.p. de pequeño material, medios auxiliares, conexionado, configurado y probado.	301,7	2.111,9	

Presupuesto

Número	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
04.01.09 G1601N007	7,00	UD	MÓDULO RS-232 Suministro, transporte a pie de obra e instalación de tarjeta con un puerto de comunicaciones RS-232 para central . Se incluye software que permite la configuración de la central desde PC así como diagnósticos (visualizar tensiones zona, baterías, red AC). Instalada en el interior de la central. Totalmente instalada, programada y funcionando según planos y pliego de condiciones, incluyendo p.p. de pequeño material, medios auxiliares, conexionado, configurado y probado.	98,17	687,19	
04.01.10 G1601N008	450,00	m	CABLE LAZO 2X1,5 RESISTENTE AL FUEGO EN PVC RÍGIDO Suministro, transporte a pie de obra de cable trenzado y apantallado, flexible, resistente al fuego, libre de halógenos, baja emisión de humos y baja corrosividad ,de dos conductores de 1,5 mm2 de sección bajo tubo de pvc rígido p.p. de cajas de derivación, pequeño material y accesorios. Incluye p.p. de pequeño material, medios auxiliares, conexionado, configurado y probado.	5,7	2.565	
04.01.11 G1601N009	7,00	UD	BATERÍA 12 V, 15/18 Ah Suministro, transporte a pie de obra e instalación de batería de 12 V, 15/18 ah. Incluye p.p. de pequeño material, medios auxiliares, conexionado, configurado y probado.	60,71	424,97	
04.01.12 G1601N010	1,00	UD	MONTAJE E INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIOS Sistema de Detección de Incendios. Incluye el cableado de todos los equipos hasta la central de incendios, incluidas las canalizaciones correspondientes para el propio cableado.	4.414,8	4.414,8	
Total capítulo: 04.01						19.136,04

Presupuesto

Número	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
--------	----------	----	-------------	--------	----------	---------

Capítulo: 04.02 DETECCION ANALOGICA

04.02.01 G1601N009	2,00	UD	BATERÍA 12 V, 15/18 Ah Suministro, transporte a pie de obra e instalación de batería de 12 V, 15/18 ah. Incluye p.p. de pequeño material, medios auxiliares, conexionado, configurado y probado.	60,71	121,42	
04.02.02 G1601N008	50,00	m	CABLE LAZO 2X1,5 RESISTENTE AL FUEGO EN PVC RÍGIDO Suministro, transporte a pie de obra de cable trenzado y apantallado, flexible, resistente al fuego, libre de halógenos, baja emisión de humos y baja corrosividad, de dos conductores de 1,5 mm2 de sección bajo tubo de pvc rígido p.p. de cajas de derivación, pequeño material y accesorios. Incluye p.p. de pequeño material, medios auxiliares, conexionado, configurado y probado.	5,7	285	
04.02.03 G1401N002	50,00	m	CABLE RZ1F3Z1-k (AS) DE 3x2,5 MM² Cable RZ1F3Z1-k (AS) de 3x2,5 mm². Cables de Cobre de Baja Tensión de 2 conductores más tierra, referencia RZ1F3Z1-K (AS) 0,6/1 kV no propagadores del incendio, de acuerdo con la ET 03.354.003.0, 4ª edición de octubre de 2008.	4,85	242,5	
04.02.04 G0801N001	2,00	UD	Central de incendios Ud. suministro e instalación de Central de incendios. Totalmente instalada y configurada. Las características de la Central de Incendios se detallan a continuación: -Función de autoprogramación del lazo. -Detección de equipos con la misma dirección. -Prueba de equipos por zona. -Capacidad para 255 zonas y 32 extinciones. -Registro histórico de 512 eventos. -Impresión de registro histórico. -Se pueden conectar sirenas alimentadas por lazo. -Selección de 2 tonos de aviso desde el panel. -Funciones de retardos de salidas. -Función de rearme remoto. -División de zonas en subzonas mediante control por evento. -Algoritmos de verificación y AWACS. -Módulos de monitorización y control. -Programa de configuración del sistema bajo entorno Windows. -Programa para cálculo de baterías y lazo. -Dos interfaces serie RS232 (uno opcional) para la conexión de impresora y software gráfico. -Interfaz RS485 para la conexión de repetidores. -Totalmente programable y configurable en campo. -Se puede integrar en la red ID2Net. -Aprobado según EN54-2/4. -Certificado: LPCB. Marcado: CE -Alimentación principal de entrada: 230V, 50Hz. -Salidas de sirena: Tipo supervisado: Tensión invertida. Tensión de salida: 26 a 28 V activa; -6,8V a -9V inactiva. Carga máxima: 1A. Supervisión: Circuito abierto y cortocircuito. -Salidas de relé: Tipo: Conmutador unipolar. Carga máxima: Contactos de 30V 1A. -Salida de alimentación auxiliar: Tensión de salida: 26 a 28 Vcc. Corriente en reposo: 150mA. Corriente en alarma: 1A. -Espacio para las baterías: 12Ah con caja posterior estándar (baterías de tipo Yuasa). -Capacidad del sistema: Número de lazos: de 2 a 8. Número de zonas: 255. Número de equipos por lazo: 99 sensores + 99 módulos. -Lazo analógico: Tensión de salida: 22,5V a 26,4V. Carga máxima: 0,5A (para calcular el número de equipos que se pueden conectar en el lazo, consulte el programa de cálculos de baterías y lazo). -Clasificación climática: 3K5, EN60721-3-3. -Temperatura de funcionamiento: -5° C a +45° C (+5° C a 35°C recomendada). -Humedad: 5% a 95% Humedad Relativa. -EMC (compatibilidad electromagnética): Emisiones: EN50081-1 Inmunidad: EN 50130-4. -Seguridad: Este equipo funciona por debajo de 75Vdc. -Sellado del panel: IP 30, (EN 60529). - Homologada según norma EN12094/1:2003. -Acceso para cable: orificios de 20mm en la parte superior y posterior de la cabina.	3.260,89	6.521,78	

Presupuesto

Número	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
04.02.05 G0801N002	2,00	UD	Módulo monitor 10 entradas Ud. Suministro, transporte a pie de obra e instalación de módulo monitor de 10 entradas para contactos de entrada libre de tensión, permite la señalización de estados a través de la línea de detección inteligente. entrada de línea supervisada. ocupa diez direcciones consecutivas en el lazo. direccionamiento sencillo mediante dos roto-switch decádicos y led de estado por cada una de las entradas. montado en caja para montaje en superficie. Incluye p.p. de pequeño material, medios auxiliares, conexionado, configurado y probado.	251,34	502,68	
04.02.06 G0801N003	2,00	UD	Módulo de control 6 salidas relé Ud. Suministro, transporte a pie de obra e instalación de módulo de control de 6 salidas programable para la activación de dispositivos externos a través de la línea de detección inteligente. proporciona 6 salidas programables de contacto libre de tensión na/nc. ocupa seis direcciones consecutivas en el lazo. direccionamiento sencillo mediante dos roto-switch decádicos. dispone de led's que permiten ver el estado de cada una de las 6 salidas. Incluye caja para montaje en superficie. Incluye p.p. de pequeño material, medios auxiliares, conexionado, configurado y probado.	281,34	562,68	
04.02.07 G0801N004	2,00	UD	Módulo comunicaciones IP Ud. Suministro, transporte a pie de obra e instalación de equipo redireccionador de la información del puerto serie RS-232 de la central al PC remoto de gestión en redes mediante protocolo IP. Para redes compatibles a 10 o 100 MHz. Requiere conexión Ethernet RJ45 y 24V. Totalmente instalada, programada y funcionando según planos y pliego de condiciones, incluyendo p.p. de pequeño material, medios auxiliares, conexionado, configurado y probado.	451,43	902,86	
04.02.08 G0801N005	2,00	UD	Módulo conexión a CRA Ud. Suministro, transporte a pie de obra e instalación de tarjeta multifunción con un comunicador telefónico/módem BIDIRECCIONAL para programación de la central, gestión remota, telemantenimiento y conexión a centrales receptoras de alarma mediante protocolo Contact ID, a través de una línea de teléfono fijo RTC, tal y como recomienda la norma EN54/14 6.9 sobre transmisión automática de señales a una central remota atendida permanentemente. Incorpora un puerto RS-232 para configuración de la central y conexión a Ethernet (precisa adicionalmente un módulo de conexión TCP/IP). Se incluye software que permite la configuración del módulo y de la central desde PC así como diagnósticos (visualizar tensiones zona, baterías, red AC) y el control remoto del equipo (silenciar, resetear, verificar, etc). Instalada en el interior de la central. Totalmente instalada, programada y funcionando según planos y pliego de condiciones, incluyendo p.p. de pequeño material, medios auxiliares, conexionado, configurado y probado.	213,77	427,54	
04.02.09 G0801N006	2,00	UD	Módulo RS-232 Ud. Suministro, transporte a pie de obra e instalación de tarjeta con un puerto de comunicaciones RS-232 para central . Se incluye software que permite la configuración de la central desde PC así como diagnósticos (visualizar tensiones zona, baterías, red AC). Instalada en el interior de la central. Totalmente instalada, programada y funcionando según planos y pliego de condiciones, incluyendo p.p. de pequeño material, medios auxiliares, conexionado, configurado y probado.	100,33	200,66	

Presupuesto

Número	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
04.02.10 G0801N007	16,00	UD	<p>Detector Ópticos Humo Analógico</p> <p>Ud. suministro e instalación de Detector de humo óptico analógico de perfil extraplano, con dos interruptores giratorios decádicos (01-99), con posibilidad de testeo local, incluso base de fijación común e intercambiable con el resto de detectores analógicos. Totalmente instalado.</p> <p>-Características Técnicas Diseño de bajo perfil. Bajo consumo de corriente. Compatible con las bases para detectores de la serie 400. Tensión de funcionamiento de 8 a 30Vdc. Led bicolor para indicar el estado del detector. Compensación por suciedad automática. Sensibilidad programable. Direccionable. Unidad de prueba portátil para realizar tareas de mantenimiento de forma remota. Disponible amplia gama de bases. Aprobado según EN54 parte 7 (2000); EN54 parte 5 (2000) Clase A1R; CEA4021. Certificado: LPCB, VdS. Equivalencia BOE 221 (14/09/02). -Especificaciones Eléctricas Tensión de funcionamiento 8 a 30V (Nominal 12/24Vdc). Máxima corriente en reposo (típica) 250 A. Máxima corriente en alarma permitida. (LED encendido) 50mA a 24Vdc (limitado por central). -Especificaciones Ambientales Temperatura de funcionamiento -30°C a +80°C. Humedad 5 a 95% Humedad relativa (sin condensación). -Especificaciones Mecánicas Altura con base B401 57 mm. Diámetro 102 mm. Máxima sección de cable 1,5 mm². Material Bayblend FR110.</p>	68,17	1.090,72	
04.02.11 G0801N008	4,00	UD	<p>Pulsador de alarma direccional</p> <p>Ud. suministro e instalación de Pulsador de alarma direccional para sistema analógico inteligente. Montaje de superficie. Direccionamiento mediante interruptores giratorios. Funciones lógicas programables desde la Central de incendios. Dispone de Led que permite ver el estado del pulsador. Prueba de funcionamiento y rearme mediante llave. Incorpora caja de superficie SR3T y tapa de protección. Totalmente instalado. Especificaciones: -Pulsador de alarma de tipo rearmable o cristal, identificable individualmente y direccional mediante dos selectores rotatorios decádicos (01-99). -Incorpora tapa de protección para evitar la activación accidental y actuaciones no deseadas, reduciéndose así el riesgo de falsas alarmas. -El cristal del pulsador dispone de un plástico protector para evitar cortes y la fragmentación del mismo. -Dispone de llave para pruebas de funcionamiento. Al insertar ésta por el orificio previsto para este fin, se provoca la alarma del pulsador sin alteración del cristal. Al retirar la llave el pulsador vuelve a recuperar su estado normal. -Comunicación digital analógica. -Conexión al lazo mediante dos hilos. -Dispone de led que permite ver el estado del pulsador: reposo/activado. Parpadeo del led seleccionable en el estado de reposo comunicación. -Grado de protección IP24D. Versión especial IP67 para exteriores o ambientes húmedos. -Certificado según EN54, parte 11. -Marcado de conformidad CE. -Tensión de funcionamiento: 15 a 30 Vcc. -Reposo: 300 A máx., sin comunicación; 375 A máx, 1comunicación/5seg. -Supervisión: 100 A máximo. -Alarma: 5 mA máximo. -Temperatura: -10 °C a 60 °C -Humedad relativa: 10% a 95%, sin condensar -Grado de protección: IP24D (M700KAC) -IP67 (M700KACW)</p>	79,48	317,92	

Presupuesto

Número	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
04.02.12 G0801N009	2,00	UD	Sirena electrónica exterior Ud. Suministro e instalación de sirena electrónica exterior con chasis de aluminio, tapa de policarbonato (blanca) y lanzadestellos intermitente tipo flash, color ámbar, sonido temporizado según normativa, con memoria de foco.	100,62	201,24	
04.02.13 G0801N010	1,00	UD	Montaje e instalación del sistema de detección de incendios Ud. de montaje e instalación del Sistema de Detección de Incendios. Incluye el cableado de todos los equipos hasta la central de incendios, incluidas las canalizaciones correspondientes para el propio cableado. Totalmente instalado y revisado.	4.414,8	4.414,8	
04.02.14 G0801N011	100,00	m	Inst. elect. bajo tubo PVC rígido Ud. Suministro, transporte a pie de obra e instalación de instalación eléctrica para la conexión de los elementos de detección de incendio a la central de incendio formado por cable trenzado y apantallado, flexible, resistente al fuego, libre de halógenos, baja emisión de humos y baja corrosividad, de dos conductores de 1,5 mm ² de sección para los equipos inteligentes y cable de cobre de 750 v de dos conductores de 1,5 mm ² de sección para alimentación auxiliar, bajo tubo de pvc rígido p.p. de cajas de derivación, pequeño material y accesorios. Incluye p.p. de pequeño material, medios auxiliares, conexionado, configurado y probado.	7,03	703	
04.02.15 G0801N012	4,00	UD	Señal acero "Pulsador de ILUMINACION" Ud. de señal de "Pulsador de ILUMINACION" de dimensiones 224x224x1 mm. La unidad comprende el suministro, instalación y montaje de la señal, así como todos los elementos de conexión, fijación y acabado necesarios. Se coloca una señal junto a cada pulsador de alarma, inmediatamente en la parte superior del mismo. Materiales de fabricación El material de señalización y balizamiento será en ACERO con aleación de Níquel-Cromo-Molibdeno, Ni-Cr-Mo 1,4404 de 1mm de espesor. La unidad comprende el suministro, instalación y montaje de la señal, así como todos los elementos de conexión, fijación y acabado necesarios.	57,65	230,6	
Total capítulo: 04.02					16.725,40	
Total capítulo: 04					35.861,44	

Presupuesto

Número	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
Capítulo: 05 EXTINCIÓN						
05.01 G0810N002	3,00	UD	Extintor de incendios portátil 5 Kg de CO2 Ud. Extintor portátil de CO2, de 5 Kg. Eficacia 89 B.	117,39	352,17	
05.02 G0810N003	3,00	UD	Señal "EXTINTOR" Ud. "Extintor" de 224x224x1mm El material de señalización será en ACERO con aleación de Níquel-Cromo-Molibdeno, Ni-Cr-Mo 1,4404 de 1mm de espesor. Se confeccionarán con las características definidas según exigencias de las normas UNE 1-115, UNE 23033, UNE 23034, Reglamento de Instalación de Protección Contra Incendios (RIPCI), Código técnico de la Edificación (CTE) y según RD 485/1997, RD 314/2006 y RD 635/2006. Dichos productos a emplear en las obras de instalación de señalización deben cumplir las siguientes características generales: " Aspecto: color amarillo-verde, pastel, mate para las señales de evacuación " No ser radioactivos ni tóxicos " No incorporar fósforo, plomo ni elementos pesados Ser aptos para su utilización en "señalización de seguridad contra incendios", según certificación expresa expedida por Laboratorio Oficial acreditado en ENAC. Sujeción de las señales La sujeción de las Señalizaciones en acero se realizará con tornillos de acero inoxidable categoría A4 según ISO 7049 en medidas 3,9 x 30 mm. Las Señales llevarán además un sellado perimetral integral con adhesivos cementosos autoextinguibles o ignífugos en zonas de sectorización de incendios para evitar fugas por taladros, si los hubiere. Totalmente instalada y probada.	47,41	142,23	
05.03 EXT1	3,00		SISTEMA DE EXTINCIÓN EN SALAS TÉCNICAS SISTEMA DE EXTINCIÓN EN SALAS TÉCNICAS	25.000	75.000	
05.04 EXT2	3,00		PARTIDA ALZADA A JUSTIFICAR. INSTALACION SISTEMA DE EXTINCIÓN POR GAS PARTIDA ALZADA A JUSTIFICAR. INSTALACION SISTEMA DE EXTINCIÓN POR GAS	7.500	22.500	
Total capítulo: 05					97.994,40	

Presupuesto

Número	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
Capítulo: 06			ILUMINACION			
Capítulo: 06.01			ILUMINACION TUNEL			
06.01.01 G0801N012	74,00	UD	Señal acero "Pulsador de ILUMINACION" Ud. de señal de "Pulsador de ILUMINACION" de dimensiones 224x224x1 mm. La unidad comprende el suministro, instalación y montaje de la señal, así como todos los elementos de conexión, fijación y acabado necesarios. Se coloca una señal junto a cada pulsador de alarma, inmediatamente en la parte superior del mismo. Materiales de fabricación El material de señalización y balizamiento será en ACERO con aleación de Níquel-Cromo-Molibdeno, Ni-Cr-Mo 1,4404 de 1mm de espesor. La unidad comprende el suministro, instalación y montaje de la señal, así como todos los elementos de conexión, fijación y acabado necesarios.	57,65	4.266,1	
06.01.02 G0802N006	74,00	UD	PULSADOR ESTANCO PULSADOR ESTANCO DE PRIMERA CALIDAD EN CAJA CON TAPA PROTECTORA DE 10A. 250 V. IP-54, EN INSTALACION SUPERFICIAL, INCLUSO CAJA Y PEQUEÑO MATERIAL. TOTALMENTE INSTALADA Y CONEXIONADA.	24	1.776	
06.01.03 G0802N002	857,00	UD	LUMINARIA LED MODULAR DE 1X36W LUMINARIA LED MODULAR DE 1X36 W 220V, AUTONOMÍA SUPERIOR A 2 HORAS, CON EQUIPO ELECTRONICO DE ENCENDIDO. SE INCLUYE LÁMPARA. TOTALMENTE INSTALADA Y CONEXIONADA.	133,76	114.632,32	
Total capítulo: 06.01					120.674,42	

Presupuesto

Número	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
Capítulo: 06.02 ILUMINACION POZO						
06.02.01 G0801N012	4,00	UD	<p>Señal acero "Pulsador de ILUMINACION"</p> <p>Ud. de señal de "Pulsador de ILUMINACION" de dimensiones 224x224x1 mm.</p> <p>La unidad comprende el suministro, instalación y montaje de la señal, así como todos los elementos de conexión, fijación y acabado necesarios.</p> <p>Se coloca una señal junto a cada pulsador de alarma, inmediatamente en la parte superior del mismo.</p> <p>Materiales de fabricación</p> <p>El material de señalización y balizamiento será en ACERO con aleación de Níquel-Cromo-Molibdeno, Ni-Cr-Mo 1,4404 de 1mm de espesor.</p> <p>La unidad comprende el suministro, instalación y montaje de la señal, así como todos los elementos de conexión, fijación y acabado necesarios.</p>	57,65	230,6	
06.02.02 G0802N006	4,00	UD	<p>PULSADOR ESTANCO</p> <p>PULSADOR ESTANCO DE PRIMERA CALIDAD EN CAJA CON TAPA PROTECTORA DE 10A. 250 V. IP-54, EN INSTALACION SUPERFICIAL, INCLUSO CAJA Y PEQUEÑO MATERIAL. TOTALMENTE INSTALADA Y CONEXIONADA.</p>	24	96	
06.02.03 G0802N007	4,00	UD	<p>LUMINARIA ALUMBRADO AUTONOMO</p> <p>Ud. suministro e instalación de Luminaria autónoma de emergencia IP-65 , para adosar, con base y cubeta de policarbonato resistente a impactos, acabada en lente de Fresnel de distribución extensiva con luminancia reducida de la lámpara en la dirección visual, de 200 lúmenes, de alumbrado no permanente, con sistema de autocomprobación automática EST+, con garantía de 5 años, con autonomía de tres horas, con 1 lámpara de 6w. Totalmente instalada.</p>	166,67	666,68	
06.02.04 G0802N002	23,00	UD	<p>LUMINARIA LED MODULAR DE 1X36W</p> <p>LUMINARIA LED MODULAR DE 1X36 W 220V, AUTONOMÍA SUPERIOR A 2 HORAS, CON EQUIPO ELECTRONICO DE ENCENDIDO. SE INCLUYE LÁMPARA. TOTALMENTE INSTALADA Y CONEXIONADA.</p>	133,76	3.076,48	
Total capítulo: 06.02					4.069,76	

Presupuesto

Número	Cantidad	Ud Descripción	Precio	Subtotal	Importe
Capítulo: 06.03 ILUMINACION DE GALERIAS DE INTERCONEXION					
06.03.01 G0802N002	29,00	UD LUMINARIA LED MODULAR DE 1X36W LUMINARIA LED MODULAR DE 1X36 W 220V, AUTONOMÍA SUPERIOR A 2 HORAS, CON EQUIPO ELECTRONICO DE ENCENDIDO. SE INCLUYE LÁMPARA. TOTALMENTE INSTALADA Y CONEXIONADA.	133,76	3.879,04	
06.03.02 G0802N007	31,00	UD LUMINARIA ALUMBRADO AUTONOMO Ud. suministro e instalación de Luminaria autónoma de emergencia IP-65 , para adosar, con base y cubeta de policarbonato resistente a impactos, acabada en lente de Fresnel de distribución extensiva con luminancia reducida de la lámpara en la dirección visual, de 200 lúmenes, de alumbrado no permanente, con sistema de autocomprobación automática EST+, con garantía de 5 años, con autonomía de tres horas, con 1 lámpara de 6w. Totalmente instalada.	166,67	5.166,77	
06.03.03 G0802N006	30,00	UD PULSADOR ESTANCO PULSADOR ESTANCO DE PRIMERA CALIDAD EN CAJA CON TAPA PROTECTORA DE 10A. 250 V. IP-54. EN INSTALACION SUPERFICIAL, INCLUSO CAJA Y PEQUEÑO MATERIAL. TOTALMENTE INSTALADA Y CONEXIONADA.	24	720	
06.03.04 G0801N012	30,00	UD Señal acero "Pulsador de ILUMINACION" Ud. de señal de "Pulsador de ILUMINACION" de dimensiones 224x224x1 mm. La unidad comprende el suministro, instalación y montaje de la señal, así como todos los elementos de conexión, fijación y acabado necesarios. Se coloca una señal junto a cada pulsador de alarma, inmediatamente en la parte superior del mismo. Materiales de fabricación El material de señalización y balizamiento será en ACERO con aleación de Níquel-Cromo-Molibdeno, Ni-Cr-Mo 1,4404 de 1mm de espesor. La unidad comprende el suministro, instalación y montaje de la señal, así como todos los elementos de conexión, fijación y acabado necesarios.	57,65	1.729,5	
Total capítulo: 06.03				11.495,31	
Total capítulo: 06				136.239,49	

Presupuesto

Número	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
Capítulo: 07 VENTILACION						
Capítulo: 07.01 VENTILACION TUBOS						
07.01.01 G1603N001	4,00	UD	ARMARIO DE ARRANCADORES SUAVES PARA 10 JET-FAN Armario de arrancadores suaves para 10 Jet Fan. Totalmente montado y conexionado.	16.220,82	64.883,28	
07.01.02 G1603N002	36,00	UD	VENTILADOR JET-FAN Ventilador Jet - Fan.	12.300,79	442.828,44	
07.01.03 G1603N003	10,00	UD	CAJA DERIVACIÓN RESISTENTE AL FUEGO 8 POLOS SECCION 16 MM2 Suministro, montaje y transporte a pie de obra de caja de derivación de plástico termoestable y color naranja para secciones de cable de 16 mm2 y 8 polos con dimensiones 165x165x76 con bornas cerámicas IP65 e IK05. Incluye pasacables, tapones herméticos, sistemas de fijación exterior D6 y juego de precinto y pequeño material. Totalmente instalado, probado y funcionando	108,7	1.087	
Total capítulo: 07.01					508.798,72	
Capítulo: 07.02 VENTILACION POZO						
07.02.01 G0806N003	6,00	UD	Conducto circular ventilación Ud. Suministro e instalación de una compuerta de sobrepresión de dimensiones 840x1000 mm construida en aluminio con burlete en las aletas para lograr mayor eficacia en el cierre y en la amortiguación de ruidos, con capacidad para ser tarada hasta 60 pascales de presión, . Con taladros en el bastidor para la fijación en paramento o conducto mediante tornillos, incluye tornillería y accesorios auxiliares de albañilería para instalación completa.	81,22	487,32	
07.02.02 G0808N005	3,00	UD	Compuerta cortafuegos circular. Motorizada Ud. Compuerta cortafuego circular EI 120, diámetro 315 mm, motorizada 220 V, fusible termoelectrico. Totalmente instalada, probada y funcionando	383,27	1.149,81	
07.02.03 G0806N001	3,00	UD	Ventilador extractor helicoidal Ud. SUMINISTRO Y MONTAJE DE EXTRACTOR HELICOIDAL, MONTADO SOBRE CAJA METALICA CALORIFUGADA INTERIORMENTE Y DOTADO DE MOTOR ELECTRICO, COMPUERTA DE REGULACION EN LA ASPIRACION Y COMPUERTA DE SOBREPRESION EN LA DESCARGA, 2 VELOCIDADES,	4.901,79	14.705,37	
Total capítulo: 07.02					16.342,50	

Presupuesto

Número	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
Capítulo: 07.03 VENTILACION GALERIAS DE INTERCONEXION						
07.03.01 G0806N001	16,00	UD	Ventilador extractor helicoidal Ud. SUMINISTRO Y MONTAJE DE EXTRACTOR HELICOIDAL, MONTADO SOBRE CAJA METALICA CALORIFUGADA INTERIORMENTE Y DOTADO DE MOTOR ELECTRICO, COMPUERTA DE REGULACION EN LA ASPIRACION Y COMPUERTA DE SOBREPRESION EN LA DESCARGA, 2 VELOCIDADES,	4.901,79	78.428,64	
07.03.02 G0806N005	22,00	UD	Compuerta cortafuegos circular. Motorizada Ud. Suministro e instalación de una compuerta de sobrepresión de dimensiones 840x1000 mm construida en aluminio con burlete en las aletas para lograr mayor eficacia en el cierre y en la amortiguación de ruidos, con capacidad para ser tarada hasta 60 pascales de presión, . Con taladros en el bastidor para la fijación en paramento o conducto mediante tornillos, incluye tornillería y accesorios auxiliares de albañilería para instalación completa.	383,27	8.431,94	
07.03.03 G0806N006	1,00	UD	Trabajos de albañilería Ud. Suministro e instalación de una compuerta de sobrepresión de dimensiones 840x1000 mm construida en aluminio con burlete en las aletas para lograr mayor eficacia en el cierre y en la amortiguación de ruidos, con capacidad para ser tarada hasta 60 pascales de presión, . Con taladros en el bastidor para la fijación en paramento o conducto mediante tornillos, incluye tornillería y accesorios auxiliares de albañilería para instalación completa.	3.423,07	3.423,07	
07.03.04 G0806N007	7,00	UD	Sonda de presión Ud. Suministro e instalación de una compuerta de sobrepresión de dimensiones 840x1000 mm construida en aluminio con burlete en las aletas para lograr mayor eficacia en el cierre y en la amortiguación de ruidos, con capacidad para ser tarada hasta 60 pascales de presión, . Con taladros en el bastidor para la fijación en paramento o conducto mediante tornillos, incluye tornillería y accesorios auxiliares de albañilería para instalación completa.	517,87	3.625,09	
07.03.05 G0806N003	216,00	UD	Conducto circular ventilación Ud. Suministro e instalación de una compuerta de sobrepresión de dimensiones 840x1000 mm construida en aluminio con burlete en las aletas para lograr mayor eficacia en el cierre y en la amortiguación de ruidos, con capacidad para ser tarada hasta 60 pascales de presión, . Con taladros en el bastidor para la fijación en paramento o conducto mediante tornillos, incluye tornillería y accesorios auxiliares de albañilería para instalación completa.	81,22	17.543,52	
07.03.06 G0806N008	2,00	UD	Variador de frecuencia Ud. Suministro e instalación de una compuerta de sobrepresión de dimensiones 840x1000 mm construida en aluminio con burlete en las aletas para lograr mayor eficacia en el cierre y en la amortiguación de ruidos, con capacidad para ser tarada hasta 60 pascales de presión, . Con taladros en el bastidor para la fijación en paramento o conducto mediante tornillos, incluye tornillería y accesorios auxiliares de albañilería para instalación completa.	579,31	1.158,62	
07.03.07 G0806N004	36,00	UD	Rejilla de ventilación para sala técnica Ud. Suministro e instalación de una compuerta de sobrepresión construida en aluminio con burlete en las aletas para lograr mayor eficacia en el cierre y en la amortiguación de ruidos, con capacidad para ser tarada hasta 60 pascales de presión, . Con taladros en el bastidor para la fijación en paramento o conducto mediante tornillos, incluye tornillería y accesorios auxiliares de albañilería para instalación completa.	327,19	11.778,84	
Total capítulo: 07.03					124.389,72	
Total capítulo: 07					649.530,94	

Presupuesto

Número	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
Capítulo: 08 SUMINISTRO ELECTRICO						
08.01 G0501N008	6,00	UD	UD. JUEGO DE PUENTES III DE CABLES AT Suministro e instalación de Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20 kV, de 95 mm2 en Al con sus correspondientes elementos de conexión.	807,5	4.845	
08.02 G0501N009	6,00	UD	UD. JUEGO DE PUENTES DE CABLES BT Suministro e instalación de Juego de puentes de cables BT unipolares de aislamiento seco 0.6/1 kV de Al, de 1x240mm2 para las fases y de 1x240mm2 para el neutro .	916,13	5.496,78	
08.03 G0501N010	6,00	UD	UD. EQUIPO DE SONDAS PT100 Equipo de sondas PT100 de temperatura y termómetro digital MB103, para protección térmica de transformador, y sus conexiones a la alimentación y al elemento disparador de la protección correspondiente, protegidas contra sobrecorrientes, instalados.	894,71	5.368,26	
08.04 G0501N003	3,00	UD	UD. CABINA DE MEDIDA Suministro e instalación de cabina de medida, equipada con tres transformadores de intensidad y tres de tensión. Celda de medida de tensión e intensidad con entrada inferior y salida superior laterales por barras, de dimensiones: 750 mm de anchura, 1.038 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura.	6.182,53	18.547,59	
08.05 G0501N004	3,00	UD	UD. CABINA RUPTOFUSIBLE (SECCIONADOR PUESTA A TIERRA SUPERIOR) Ud. Suministro e instalación de cabina ruptofusible, con interruptor-seccionador en SF6, fusibles con señalización fusión, seccionador p.a.t, indicadores presencia de tensión, mando C11 manual y enclavamientos instalados. Celda protección general con interruptor y fusibles combinados, de dimensiones: 375 mm. de anchura, 940 mm. de profundidad y 1.600 mm. de altura.	4.875,72	14.627,16	
08.06 G0501N002	6,00	UD	UD. CABINA INTERRUPTOR Suministro e instalación de cabina de interruptor de línea, con interruptor-seccionador en SF6 de 400A con mando CIT manual, seccionador de puesta a tierra, juego de barras tripolar e indicadores testigo presencia de tensión instalados. Celda de interruptor-seccionador de dimensiones: 375 mm. de anchura, 940 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura.	3.676,96	22.061,76	
08.07 G0501N011	6,00	UD	UD. DE TIERRAS EXTERIORES Rierras exteriores código 5/32 Unesa, incluyendo 3 picas de 2,00 m. de longitud, cable de cobre desnudo, cable de cobre aislado de 0,6/1kV y elementos de conexión.	1.600,02	9.600,12	
08.08 G0501N012	3,00	UD	UD. TIERRAS INTERIORES Tierras interiores para poner en continuidad con las tierras exteriores, formado por cable de 50mm2 de Cu desnudo para la tierra de protección y aislado para la de servicio, con sus conexiones y cajas de seccionamiento.	1.588,29	4.764,87	
08.09 GPAAJN00A	3,00	AJ	PARTIDA ALZADA A JUSTIFICAR PARA LEGALIZACIÓN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Partida alzada a justificar. Legalización centro de transformación.	2.062,68	6.188,04	
08.10 GPAAJN00B	3,00	AJ	PARTIDA ALZADA A JUSTIFICAR PARA LEGALIZACIÓN GRUPO ELECTRÓGENO Partida alzada a justificar. Legalización grupo electrógeno.	713,59	2.140,77	
08.11 GPAAJN00C	3,00	AJ	PARTIDA ALZADA A JUSTIFICAR PARA LEGALIZACIÓN INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN Partida alzada a justificar. Legalización instalaciones de baja tensión.	964,97	2.894,91	

Presupuesto

Número	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
08.12 GPAAJN00D	3,00	AJ	A JUSTIFICAR PROGRAMACIÓN PLC CONTROL MEDIA TENSIÓN Partida alzada a justificar de programación ingeniería e integración del software en el plc de control: Común para todos los equipos con posibilidad de trabajar bajo cualquiera de los entornos window xp, 95, 98, me, nt y 2000. Programación por tareas, visualización de comentarios, acceso a la información o control de plc's remotos. Posibilidad de programación remota con otros equipos. Software de programación, monitorización, programación on-line/configuración y otros recursos (tabla de e/s, setup de la cpu, configuración de variables, comunicaciones) de los plcs.	5.668,65	17.005,95	
08.13 GPAAJN00E	3,00	AJ	A JUSTIFICAR ALQUILER GRUPO ELECTRÓGENO SUMINISTRO ENERGÍA Partida alzada a justificar de alquiler grupo electrógeno suministro de energía,	24.327	72.981	
08.14 GPAAJN00F	1.000,00	AJ	A JUSTIFICAR CONEXIÓN DE LINEA CON COMPAÑÍA SUMINISTRADORA Partida alzada a justificar de Conexión de línea con la red existente, realizada por empresa homologada. Incluye parte proporcional de cableado, canalizaciones y poste.	139,94	139.940	
08.15 G0501N007	12,00	UD	UD. JUEGO DE 3 CONECTORES APANTALLADOS Suministro e instalación de Juego de 3 conectores apantallados en "T" roscados M16 400 A para celda.	887,47	10.649,64	
08.16 G0501N013	6,00	UD	UD. JUEGO DE DOS CARRILES PARA SOPORTE DE TRANSFORMADORES. Juego de dos carriles para soporte de transformador.	133,98	803,88	
08.17 G0501N014	6,00	UD	UD. CIERRE METÁLICO EN MALLA DE ACERO PARA LA PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS EN EL TRANSFORMADOR. Cierre metálico en malla de acero para la protección contra contactos en el transformador.	370,37	2.222,22	
08.18 G0501N015	3,00	UD	UD. CANALIZACIÓN MEDIANTE FOSO DE LOS CABLES DE A.T. DE ACOMETIDA AL CENTRO Canalización mediante foso de los cables de A.T. de acometida al centro, así como de los cables de interconexión entre celdas de protección y transformador, materiales y mano de obra incluidos.	11.349,15	34.047,45	
08.19 G0503N001	3,00	UD	GRUPO ELECTRÓGENO 400 KVA. Grupo electrógeno. Construcción Automático de 400 kVA, 320 kW de potencia máxima en servicio de emergencia por fallo de red según ISO 8528-1. Totalmente montado y conexionado.	35.833,99	107.501,97	
08.20 G0504N001	3,00	UD	EQUIPO DE 110 V.C.C. (RECTIFICADOR-BATERÍAS) 5280 W Ud. Equipo de 110 V.C.C (rectificador-baterías) para 5280 W de consumo, alimentado a 220 V y 50 Hz, formado por transformador, rectificador, baterías alcalinas de 32 AH de utilización y circuitos de distribución, incluso accesorios, conexiones y pequeño material. Totalmente instalado, conectado y probado.	9.350,77	28.052,31	
08.21 G0504N002	3,00	UD	SISTEMA ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA 15 KVA Suministro e instalación de sistema de alimentación ininterrumpida (SAI), compuesto por SAI de 15 kVA de potencia y baterías de plomo-ácido con una autonomía de 1 hora. SAI montado en armario de dimensiones 1240 x 420 x 640mm (altoxanchoxfondo) y baterías montadas en 2 armarios de dimensiones unitarias 1680 x 550 x 800mm (2 x 30 x 26Ah), con las características según se indica en esquema unifilar, P.C.T. y resto de documentos. Totalmente instalado, conectado y probado.	14.870,89	44.612,67	

Presupuesto

Número	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
08.22 G0502N001	3,00	UD	CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN TIPO Cuadro general de baja tensión formado por armarios modulares enlazables en chapa metálica pintada, con puertas dotadas de cerraduras y conteniendo en su interior perfilería y placas de montaje portaequipos, así como la aparamenta de protección y los elementos de medida y control, tal como se indica en el diagrama unifilar de características según P.C.T., planos y otros documentos del proyecto, incluso cableado y material auxiliar de instalación y montaje.	53.239,29	159.717,87	
08.23 G0502N003	3,00	UD	CUADRO SECUNDARIO CT Cuadro secundario de protección de centros de transformación y cuartos técnicos asociados formado por cofre de chapa de acero, con puerta, equipado con vías DIN, regleteros de bornes, otros elementos auxiliares de montaje y con unas dimensiones aproximadas de 450x850 mm (altoxancho). Conteniendo en su interior todos los elementos de mando, protección y control que se indican en el esquema unifilar y de características técnicas indicadas en las tablas, P.C.T., planos y otros documentos del proyecto.	7.420,8	22.262,4	
08.24 G0502N004	3,00	UD	CUADRO SECUNDARIO SAI Cuadro secundario de protección de servicios alimentados por SAI, formado por cofre de chapa de acero, con puerta, equipado con vías DIN, regleteros de bornes, otros elementos auxiliares de montaje y con unas dimensiones aproximadas de 750x425 mm (altoxancho). Conteniendo en su interior todos los elementos de mando, protección y control que se indican en el esquema unifilar y de características técnicas indicadas en las tablas, P.C.T., planos y otros documentos del proyecto.	1.741,75	5.225,25	
08.25 G0502N005	3,00	UD	CUADRO SECUNDARIO SEGURIDAD Cuadro secundario de protección de seguridad alimentados por SAI, formado por cofre de chapa de acero, con puerta, equipado con vías DIN, regleteros de bornes, otros elementos auxiliares de montaje y con unas dimensiones aproximadas de 450x550 mm (altoxancho). Conteniendo en su interior todos los elementos de mando, protección y control que se indican en el esquema unifilar y de características técnicas indicadas en las tablas, P.C.T., planos y otros documentos del proyecto.	1.426,82	4.280,46	
08.26 G0501N017	3,00	UD	PLC - CONTROL MEDIA TENSIÓN Suministro e instalación de un plc de control para el sistema de media tensión con conexión para ethernet. Con capacidad de operar a temperatura ambiente de entre 0-55°C, resistente a los golpes conforme con jis c0041 y con medidas de seguridad conforme con cibus y directivas de la CE.	10.671,33	32.013,99	
08.27 G0501N016	3,00	UD	CUADRO BATERÍA DE CONDENSADORES 550 kVAr Cuadro de baterías de condensadores de 550 KVAR, 400 V y 50 Hz, formado por armario metálico con puerta con cerradura, de varios escalones con sus correspondientes fusibles, contactores resistencias de descarga y regulador s/unifilar, incluso conexiones y pequeño material.	11.703,97	35.111,91	
08.28 G0501N006	6,00	UD	UD. TRANSFORMADOR TRIFÁSICO 400 kVA Suministro e instalación de transformador trifásicoreductor tipo seco encapsulado clase F, interior e IP00, (seg-n Norma UNE 21538) . Bobinado continuo de gradiente lineal sin entrecapas. Potencia nominal: 400 kVA. Relación: 25/0.42 KV. Tensión secundaria vacío: 420 V. Tensión cortocircuito: 6%. Regulación: +/-2,5%, +/-5%. Grupo conexión: Dyn11.	16.138,05	96.828,3	
Total capítulo: 08					909.792,53	

Presupuesto

Número	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
Capítulo: 09 SECTORIZACION						
09.01 G0803N300	3,00	UD	<p>Puerta de seguridad EI-120, con paso de luz de 900x2.100 mm</p> <p>Ud. de suministro e instalación de puerta de aproximadamente 1.800x2.100mm estará destinada al cierre de la salida de emergencia en la conexión con las escaleras.</p> <p>Puerta de doble hoja sobrepresión EI2120 ±2,5 Kpa. Color hoja RAL 2007, EI2120-C5, ensayada según normas europeas en vigor, marco de tres lados MC3 color RAL 6009, conformado en acero de alta resistencia de 1,2 mm, con alojamiento para juntas de humos frios. Provisto de garras para anclaje a obra y con preinstalación de agujeros para su fácil fijación mediante tornillos.</p> <p>La hoja dispondrá de:</p> <ul style="list-style-type: none"> " Tres bisagras reforzadas antiexplosión por hoja. " Manilla INOX M3 cortafuegos antienganche Norma DIN. " Cierrapuertas con guía, marcado CE según norma UNE:EN 1154:2004. " Contacto magnético antiintrusión en cada hoja. " Incluye barras apertura antipánico. " Dimensiones nominales de hoja 890+890 (1780)x2140mm. " Dimensiones de paso libre de 1702x2106,5mm. " No se incluye cierre perimetral de la puerta. " Cerradura electrónica de supervisión. <p>Incluye suministro y montaje.</p>	4.395,62	13.186,86	
09.02 G0803N001	15,00	UD	<p>Puerta de seguridad EI2-120 +/-7,5kPa, con paso de luz de 1.800x2.100 mm</p> <p>Ud. de suministro e instalación de puerta de aproximadamente 1.800x2.100mm estará destinada al cierre de la salida de emergencia en la conexión con el túnel.</p> <p>Puerta túnel (2 puertas de 1 hoja), Sobrepresión EI2120 ±7,5 Kpa. Color hoja RAL 2007, EI2120-C5, ensayada según normas europeas en vigor, marco de tres lados MC3 color RAL 6009, conformado en acero de alta resistencia de 1,2 mm, con alojamiento para juntas de humos frios. Provisto de garras para anclaje a obra y con preinstalación de agujeros para su fácil fijación mediante tornillos.</p> <p>La hoja dispondrá de:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Tres bisagras reforzadas antiexplosión por hoja. -Manilla INOX M3 cortafuegos antienganche Norma DIN. -Cierrapuertas con guía, marcado CE según norma UNE:EN 1154:2004. -Contacto magnético antiintrusión. -Incluye barras apertura antipánico SATIN INOX. -Dimensiones nominales de hoja 990x2140mm. -Dimensiones de paso libre de 900x2106,5mm. -No se incluye cierre perimetral de la puerta. -Cerradura electrónica de supervisión. <p>Incluye suministro y montaje.</p>	14.101,62	211.524,3	
09.03 G0803N308	6,00	UD	<p>Puerta de seguridad EI2-120, con paso de luz de 1.800x2.100 mm</p> <p>Puerta de seguridad EI2-120, con paso de luz de 1.800x2.100 mm</p>	8.791,53	52.749,18	
Total capítulo: 09					277.460,34	

Presupuesto

Número	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
Capítulo: 10 DETECCIÓN DE ACCESOS NO AUTORIZADOS						
10.01 G0804N001	1,00	UD	Equipo autónomo análisis inteligente de vídeo Ud. de suministro y montaje equipo autónomo de análisis inteligente de vídeo con al menos 4 reglas de análisis (objeto dejado-objeto quitado, fallo o reducida señal vídeo o señal desplazada, intrusión en zona y seguimiento de objetos). Identificación de múltiples intrusos de diferentes tamaños con varias direcciones de movimiento en cualquier campo de visión de la cámara. Lectura continua de al menos 30 lecturas por segundo por cada píxel con adaptación automática de las condiciones de iluminación del entorno. Capacidad de ignorar movimientos predefinidos en determinadas direcciones y zonas tales como vehículos o personal autorizados. Módulo de comunicaciones IP. Rango de detección de intrusos: - Distancias máximas: personas 240 m, vehículos 1000 m - Velocidad mínima del movimiento: 6 cm/min - Bajo mínimas condiciones de visibilidad (nieve, niebla o intruso camuflado) Aviso del sistema en condiciones de baja visibilidad, obstrucción del objetivo, fallo del vídeo, débil o nula señal. Seguimiento de intrusos automático mediante cámaras móviles.	5.346,36	5.346,36	
10.02 G0804N005	3,00	UD	Módulo detección intrusión 8e/4s con fuente de alimentación ud. de suministro e instalación de módulo expensor de 8 entradas y 4 salidas con fuente de alimentación inteligente de 12 vcc 3 ah. - fuente de alimentación inteligente 12 vcc 3 ah. - incluye módulo expensor supervisado para control de 8 entradas identificadas individualmente de doble balanceo y 4 salidas lógicas programables. - se suministra en caja metálica autoprottegida con tamper. - dimensiones: 415 x 310 x 93 mm. - homologada en50131-6 grado 3. - filtro digital para interferencias debidas a luces fluorescentes. - inmunidad a la luz blanca, para reducción de falsas alarmas causadas por luces, focos u objetos reflectantes, 6500 lux. - compensación bidireccional de temperatura para funcionamiento de modo efectivo en un amplio rango de temperatura (-10º a +55ºc). - alcance : 15m. x 18m. - alimentación : 7. 5 – 16vcc. - consumo : 30ma. típico, 40ma. máximo. - campos de visión del infrarrojo: - largo alcance: 22. - alcance intermedio: 12. - corto alcance: 6. - ángulo cero: 4. - sensibilidad: * estándar: 3-4 pasos. * intermedia: 1-2 pasos. - dimensiones: 11. 9 cm. x 7. 1 cm. x 4. 2 cm.	382,94	1.148,82	
10.03 G0804N006	3,00	UD	Convertidor RS-485 / Ethernet (Detección Intrusión) ud. suministro y montaje de convertidor rs-485 / ethernet. * configurable rs-232 o rs-422 o rs-485 * transparente al usuario * velocidades de más de 1 mbps. * montaje sobre canal din 50035 totalmente instalado y configurado.	293,39	880,17	
10.04 G0804N007	1,00	UD	Teclado LCD Alfanumérico ud. suministro, transporte a pie de obra e instalación de teclado con consola lcd alfanumérica de 2 líneas de 16 caracteres. 4 teclas de función. zumbador incorporado. tapa de protección extraíble de apertura horizontal. tãmpers antisabotaje. teclado de silicona con teclas retroiluminadas. incluye p. p. de pequeño material, medios auxiliares, conexionado, configurado y probado.	166,77	166,77	
10.05 G0812N005	3,00	UD	Fuente alimentación supervisada 12V, 2'5A Ud. suministro e instalación de Fuente de alimentación auxiliar supervisada, 12 V; 2,5A, con caja. Totalmente conectada, conexionada, probada y funcionando.	265,41	796,23	

Presupuesto

Número	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
10.06 G0804N009	10,00	UD	Contacto magnético montaje superficial Ud. de suministro e instalación de contacto magnético para montaje en superficie, de gran potencia para puertas metálica. Potencia Nominal 50mm. Construido en aluminio con cable armado de 0,6mts y con conexión de 4 hilos (2 de tamper). Contacto NC. Totalmente instalado, conexionado, probado, y configurado	51,21	512,1	
10.07 G0813N006	200,00	m	Tubo de acero enchufable M25 m. Suministro e instalación de Tubo acero enchufable, métrica 25, incluido parte proporcional de cajas de registro de aluminio y fijaciones. Para instalaciones en exteriores.	14,62	2.924	
10.08 G0804N013	1,00	UD	Central de Intrusión Ud. de suministro e instalación de CPU de detección de intrusión con caja, para control de módulos/tarjetas de entradas y salidas de alarmas supervisadas (reposo, alarma, corte de cable, alarma sabotaje y cruce de cable) e instalación de teclados. Fuente de alimentación redundante. Interfaces de comunicación Modbus, ASCII y Ethernet. Comunicaciones IP, puerto serie RS232 y RS485. Capacidad máxima de entradas 520 zonas. Memoria interna de datos 64 kbytes. Módulo ethernet 100Base-TX 10/100 Mb. Incluye batería 12V; 15/18 Ah. Sistema de backup en caso de fallo de comunicación con el sistema de gestión (SCADA), funcionamiento autónomo y recuperación y volcado de datos en la siguiente conexión. Sistema de ventilación interno para mantener las condiciones mínimas de temperatura del hardware. Funcionamiento a 12 V cc. Protección IP-55. Totalmente conectada, conexionada y probada. Características * Cumple normativa europea EN50131-1:2004 grado 3 clase ambiental II. * Incorpora en placa 16 zonas y 8 salidas programables. * Control de zonas : estado normal, alarma, támara y enmascaramiento a través de los dos mismos hilos de zona. * 4 buses de comunicación RS485 de hasta 1 Km. de distancia . * Control del sistema a través de teclados LCD, hasta 32 (24 de proximidad). * Ampliación de zonas mediante módulos de expansión direccionables de 8 zonas y 4 salidas. * Ampliación de zonas mediante módulos de expansión direccionables vía radio de 32 zonas, 30 zonas de llave y 4 salidas. Frecuencia de trabajo 868.95 MHz. * 999 códigos de usuarios con 7 niveles de acceso. * Control horario. * Autodiagnóstico : - controles de tensión. - resistencia de zonas. - % de comunicación con periféricos. - servicio remoto. * Fuente de alimentación integrada - 2,5 Ah. supervisada. * Autonomía en ausencia de red de c.a. Batería de 18 Ah * Comunicador telefónico integrado + 1 opcional. * Módulo RS232 integrado + 1 opcional. * Memoria de eventos con las últimas 1500 incidencias de sistema. * Memoria de eventos de control de accesos con las últimas 500 incidencias. * 41 tipos de zonas programables. * 60 tipos de salidas programables. * Hasta 32 grupos * Incorporará Comunicación a CRA vía RTB, con protocolos estándar TIPO SIA, Contact ID. * Comunicación IP incluida * Software bidireccional bajo Windows	1.748,83	1.748,83	
10.09 G0804N014	1,00	UD	Puesta en marcha Central de intrusión Ud. de configuración de elementos de campo, programación y puesta en marcha de central de intrusión.	1.975,12	1.975,12	
10.10 G0813N001	1,00	UD	Cámara Domo IP móvil dual para exteriores Ud. Suministro y montaje a pie de obra de cámara Domo IP móvil dual para exteriores con carcasa y todo pequeño material. Equipo incluido en la relación de equipos del documento DPS-LAVE-DH-002. Totalmente instalado, probada y funcionando	2.237,88	2.237,88	

Presupuesto

Número	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
10.11 G0813N002	2,00	UD	Cámara IP de día/noche fija con foco IR. Ud. Suministro y montaje a pie de obra de cámara IP de día /noche con foco IR con carcasa y todo pequeño material. Equipo incluido en la relación de equipos del documento DPS-LAVE-DH-002. Totalmente instalado, probada y funcionando	1.146,17	2.292,34	
10.12 G0813N004	9.000,00	m	Cable UTP de categoría 6A. m. Suministro y montaje a pie de obra cable UTP de categoría 6a. Totalmente instalado, probado y funcionando	0,82	7.380	
10.13 G0816N004	300,00	m	Cable RZ1F3Z1-k (AS) de 3x2,5 mm² Ud. suministro e instalación de Cable RZ1F3Z1-k (AS) de 3x2'5 mm ² Cables de Cobre de Baja Tensión de 2 conductores más tierra, referencia RZ1F3Z1-K (AS) 0,6/1 kV no propagadores del incendio, de acuerdo con la ET 03.354.003.0, 4ª edición de octubre de 2008. Totalmente conexionado y tendido en canaleta, canalización hormigonada o grapeado sobre los hastiales.	4,64	1.392	
10.14 G0813N006	300,00	m	Tubo de acero enchufable M25 m. Suministro e instalación de Tubo acero enchufable, métrica 25, incluido parte proporcional de cajas de registro de aluminio y fijaciones. Para instalaciones en exteriores.	14,62	4.386	
10.15 G0814N008	1.000,00	m	Cable en par trenzado para BUS RS-485 ud. suministro e instalación de metro lineal de cable en par trenzado para bus rs-485. el cable de transmisión de datos en bus rs- 485 será de cobre electrolítico estañado según la norma une 21064, con formación en pares, aislamiento libre de halógenos de características iguales a los cables de distribución de energía. se respetarán siempre las condiciones de tendido del cableado que se detallan a continuación así como no se usará nunca un cable apantallado y en especial doblemente apantallado. Totalmente instalado, probada y funcionando	2,85	2.850	
10.16 G0813N008	3,00	UD	Caja IP55 Dim. 400x300x150 ud. suministro e instalación de caja estanca con puerta ciega y llave maestable ip55. dimensiones: alto 400mm. ancho: 300mm. fondo: 150mm, con ventilador entrada de cables superior, inferior y trasera,. incluidos todos los accesorios: soporte a poste, carátulas, guías, bandejas de cables, termostato, ventiladores, tuercas, tornillos, arandelas de nylon. conexión de tierra de todos los elementos. conexionado e instalado con todos los accesorios.	345	1.035	
Total capítulo: 10						37.071,62

Presupuesto

Número	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
Capítulo: 11 CONTROL REMOTO						

11.01	3,00	UD	Caja empalme segregación	562,84	1.688,52	
-------	------	----	---------------------------------	--------	----------	--

G0815N001

Ud. Suministro y montaje a pie de obra de caja de emplame de segregación.

Esta unidad incluye el suministro e instalación de caja de empalme en arqueta de empalme existente. Será de aplicación la Especificación Técnica E.T. 03.366.756 - CONJUNTOS DE EMPALME PARA CABLES DE FIBRA ÓPTICA.

Las cajas de empalme estarán constituidas básicamente por una base de entrada de cables que además alojará el sistema de organización de las fibras ópticas mediante un conjunto de bandejas de empalme y un capuchón o envolvente para dar protección mecánica y ambiental.

Las cajas de empalme tendrán entrada de cables por un solo lado (a tapón) de forma que la reserva de cables se pueda almacenar en un único emplazamiento.

La entrada de cables se realizará por puertos de entrada independientes. La base de entrada de cables se sellará con el capuchón mediante junta tórica que garantizará la estanqueidad.

El sistema de cierre consistirá en una base de montaje y un capuchón unidos mediante abrazadera de cierre y kits de terminación y sellado de cable.

La caja estará fabricada en material plástico, resistente al impacto.

Un solo diseño de caja deberá ser capaz de satisfacer todas las necesidades habituales de la red, diferenciándose únicamente en diferentes tamaños y/o diferentes conceptos de organización de las fibras ópticas (circuito individual o tubo individual).

El sistema de organización de las fibras ópticas deberá ser modular, debiendo permitir la organización de los empalmes en circuito individual (2/4 empalmes/bandeja) o en elemento individual (8 empalmes/bandeja).

Las bandejas de empalme serán abisagrables, permitiendo el acceso individual a cada bandeja sin interferir en las fibras ópticas de las restantes bandejas.

La modularidad de los componentes de la caja y de sus sistemas de organización deberá permitir futuras ampliaciones sin interferir el funcionamiento de las fibras ópticas en servicio.

Todo el sistema de organización y disposición de las fibras ópticas deberá asegurar que el radio de curvatura de estas nunca sea inferior a 30 mm.

Deberá permitir almacenar tubos en paso (sangrado de cables) e incluso sangrado de tubos, almacenando las fibras ópticas en paso, sin cortar en las bandejas, incluso en circuito individual (a nivel de fibra).

Deberá disponer cuando así se requiera, de sistema de conexión de pantallas y puesta a tierra. El capuchón podrá disponer bajo petición de una válvula para pruebas de estanqueidad.

La base tendrá al menos 1 puerto de entrada oval, para permitir realizar sangrados de cables y un mínimo de 6 puertos circulares para permitir segregaciones con nuevos cables.

Los sellados de los cables se realizarán mediante manguitos termorretráctiles. Existirán kits de sellado múltiple para más de 1 cable en un mismo puerto. La abrazadera de cierre será de fácil aplicación, valorándose sistemas que no requieran esfuerzo determinado para su sellado.

Los manguitos termorretráctiles deberán tener la característica de no desplazarse durante la instalación.

Cuando se apliquen 2 cables por un mismo puerto, el sellado entre ambos cables se realizará con el sistema de pinza de derivación de 3 patillas, para asegurar la fusión del adhesivo entre los 2 cables.

La caja deberá disponer de sistema de montaje para pared, poste o arqueta, el cual deberá ser independiente de la caja.

Cuando se requiera una capacidad superior a la indicada se podrán requerir dimensiones superiores.

Las cajas estarán diseñadas para operar en condiciones climáticas ETSI 3.1 - 4.1. Esto incluye situaciones de intemperie y subterráneas. Se tendrán en cuenta las recomendaciones ETSI para las pruebas y los parámetros a seguir.

La caja proveerá por sí misma protección mecánica y ambiental para los empalmes de cables de fibra óptica en situaciones de intemperie o subterráneas.

Las partes metálicas deberán ser resistentes a la corrosión en condiciones de uso normales. Todos los componentes de las cajas deberán estar libres de cualquier defecto que puedan afectar al correcto funcionamiento de la caja. Podrán ser almacenadas entre -30°C y + 60°C.

Las cajas que estén ubicadas en túneles, edificios técnicos, casetas de señalización y en general aquellas dependencias con tránsito de personas, serán además libres de halógenos, no propagadoras de la llama y resistentes al fuego.

Las cajas irán identificadas con la siguiente información: nombre del fabricante, designación del producto y número de lote.

Si bien la capacidad de almacenamiento irá en función de la configuración seleccionada (circuito individual o elemento individual), la caja dispondrá de una capacidad absoluta de almacenamiento de bandejas del siguiente orden:

- Bandejas de elementos individuales: mínimo 28 bandejas (8 fibras por bandeja).

- Bandejas de circuitos individuales: mínimo 56 bandejas (2/4 fibras por bandeja).

El montaje y configuración de las muestras a probar se realizará con un plan de pruebas a acordar con el suministrador y de acuerdo con la Especificación Técnica de Armarios Repartidores y Cajas de Empalme de ADIF. En cualquier caso el método de instalación será el indicado por el mismo.

Presupuesto

Número	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
11.02 G0815N002	3,00	UD	<p>Ejecución de emplame de segregación por fusión para segregar fibras de los cables primarios multifibra (16, 32, 64, 96 128 FO) a un cable de 32 fibrás ópticas.</p> <p>Ud. Ejecución de empalme de segregación por fusión para segregar fibras ópticas de los cables primarios multifibra (16, 32, 64, 96 o 128) a un cable de 32 fibras ópticas.</p> <p>En esta unidad se incluyen las operaciones necesarias a realizar sobre un sobre un empalme recto existente o la realización de un sangrado del cable principal de 16, 32, 64, 96 ó 128 FO con las fibras designadas del cable de 32 FO (sangría de segregación de cables). Los pasos a realizar en la realización de un empalme recto, sangría o de segregación son los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Preparación de las fibras. - Preparación de la caja de empalme. - Elaboración de empalmes. - Cerrado de la caja de empalme. - Puesta a tierra de la caja de empalme. - Fijación de la caja de empalme en la arqueta. <p>Preparación de las fibras. Se asignará las fibras a cada bandeja de forma que vayan repartiéndose proporcionalmente para que los tubos de PVC (2ª protección) queden completos y considerando la capacidad total de éstas.</p> <p>Procedimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cortar los tubos de PVC con la herramienta correspondiente realizando primeramente un marcado circular en un punto por encima de la sujeción de los cintillos y posteriormente separar los tubos con la mano teniendo mucho cuidado de no romper las fibras. - Limpiar las fibras del gel protector antihumedad con una gasa y alcohol. - Sujetar los tubos a la bandeja correspondiente con unos cintillos pequeños por medio de los agujeros destinados para este fin. - Introducir los tubitos protectores de empalmes en todas las fibras de uno de los dos cables. <p>Preparación de la caja de empalme. Las manipulaciones que se realizan en una caja de empalmes para su utilización son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sujetar la caja sobre una mesa o algún apoyo para facilitar las tareas a realizar. - Desmontar los tornillos que sujetan los dos cuerpos de la caja. - Los cables a instalar en la caja se habrán cortado a una longitud que permita su instalación en la posición final de la caja, teniendo en cuenta el recorrido que va a tener en la cámara. En caso de que el lugar de instalación lo permita se dejará un sobrante de cable en cada extremo que permita modificaciones posteriores. - Introducir los cables de F.O. en la caja a través de los tubos de entrada. Los cables ya deben estar preparados de acuerdo con las pautas de ejecución de empalmes de fibras. Previamente se habrá introducido en cada cable un manguito termorretráctil para los tipos de cajas que así lo requieran. - Una vez introducida la longitud de cable calculada se sujetará éste a la caja con las bridas o piezas de fijación de la que está dotada. Se debe utilizar la pieza apropiada al diámetro del cable. - Sujetar el elemento de refuerzo en el punto de anclaje. - Se dispondrá la puesta a tierra de la cubierta metálica con la pieza de conexión adecuada. <p>Elaboración de los empalmes. El proceso que se indica a continuación describe la elaboración de un empalme de dos fibras repitiéndose el mismo para el número de fusiones necesarias del empalme:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Eliminar la primera protección de la fibra número 1 con la herramienta correspondiente. - Limpiar los restos de PVC con una gasa impregnada en alcohol. - Introducir el extremo en dirección vertical en la cortadora especial cuidando de no tocar nada que pueda ensuciarla. - Efectuar el corte perpendicular al eje con el método determinado por el fabricante de la cortadora especial. - Sacarla verticalmente cuidando de no rozar la punta e introducirla en la máquina de empalmes de fusión por arco. - Repetir los pasos anteriores con la fibra correspondiente del otro cable. - Cerrar la tapa protectora y utilizar la máquina de empalme para que comience a analizar, enfrenar y finalmente producir un arco para empalmar las fibras. - Apuntar en un impreso la estimación de pérdida del empalme dado por la máquina, que deberá estar por debajo de especificación, ya que en caso de que lo supere se repetirá el empalme. - Hacer la prueba de estiramiento y retirar las fibras empalmadas de la máquina. - Colocar sobre la parte desnuda el tubito termorretráctil protector e introducirlo en el horno para contraerlo. - Después de sacarlo del horno, dejar que se enfríe y ponerle una etiqueta con la numeración correspondiente. - Colocar el empalme en la mesa y realizar las mismas operaciones en el resto de las fibras asignadas a la misma bandeja. - Colocar la fibra sobrante desde un extremo en el espacio preparado para ello y que tiene un radio de curvatura de seguridad. - Insertar los tubitos protectores contraídos en el soporte correspondiente y enrollar el resto de la fibra sobrante. - Poner la tapa a la bandeja y repetir las mismas operaciones en el resto hasta completar todas las fibras del cable. <p>Cerrado de la caja de empalmes. Una vez realizadas todas las operaciones anteriores, se introduce el capuchón y se coloca la abrazadera apretándola hasta conseguir la estanqueidad del conjunto.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Colocar las juntas de goma en el lugar correspondiente y aplicar la vaselina del tubo suministrado con el kit, sobre ella. Poner la tapa con cuidado de que la goma estanca no se salga de su sitio y apretar fuertemente los tornillos. - Poner la tapa con cuidado de que la goma estanca no se salga de su sitio y apretar fuertemente los tornillos. - En caso de que la caja utilice manguitos termorretráctiles, ponerlos en las entradas y contraerlos con el aire caliente del calefactor eléctrico. <p>Puesta a tierra de la caja de empalme. La toma de tierra ferroviaria será en este caso la pletina instalada en los postes de electrificación. Las cajas de empalme estarán dotadas de las correspondientes tomas de tierra. La conexión entre la toma de tierra de la caja de empalme y el poste realizará mediante cable de cobre desnudo de 50 mm² de sección. Fijación en arqueta de la caja de empalme. Se instalará en una de las paredes laterales de la cámara, en posición y a la mayor altura posible para minimizar los efectos de la existencia de agua en el interior de la cámara. El cable sobrante se grapeará a las paredes de la cámara respetando los radios mínimos de curvatura previstos para el cable por el fabricante. Se evitará que en su recorrido pudiera dificultar las tareas que pudieran realizarse con otros cables existentes o que pudieran instalarse.</p> <p>Medidas de validación. Los empalmes de fibra se medirán, bien en el propio momento de su realización, o bien a la terminación de todo un vano de cable. Se obtendrá el valor de atenuación del empalme, siendo válido cuando el valor medio obtenido sea igual o menor a 0.2 dB. En caso contrario el empalme se deshará y se procederá a una nueva fusión.</p>	418,13	1.254,39	

Presupuesto

Número	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
--------	----------	----	-------------	--------	----------	---------

Presupuesto

Número	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
11.03 G0815N003	25,00	m	Cable 32FO TKEST. Suministro, tendido canaleta Suministro y tendido de cable de 32 fibras ópticas monomodo G.652 con cubierta TKESTP en canaleta de hormigón existente. La fibra óptica utilizada en las pruebas estará conforme a UIT-T G.652. Salvo que de otra forma se especifique las pruebas se realizarán a temperatura ambiente. La caja para empalmes de segregación de dos puntas de cables multifibra (de 16, 32, 64 ó 96 FO) a 1 cable de 32 fibras ópticas estará equipada con todos los elementos necesarios para realizar tanto los empalmes de paso de los cables multifibra como de los empalmes de las fibras segregadas del cable de 32 FO. Totalmente terminado	3,46	86,5	
11.04 G0815N004	25,00	UD	Pruebas de reflectometría Pruebas de reflectometría y atenuación de un enlace de fibrá óptica en cables multifibra. Las medidas se harán en ambos sentidos.	24,54	613,5	
11.05 G0803N001	850,00	m	SUMINISTRO Y MONTAJE EN TUBO 2 FO SUMINISTRO Y MONTAJE EN TUBO DE POLIETILENO DE CABLE 2 FIBRAS OPTICAS MONOMODO, CUBIERTA PKP, FIBRA HOLGADA, TUBO DE LA FIBRA, CABLE Y REFUERZO ARAMICO CON COMPUESTO DE RELLENO; ELEMENTO CENTRAL DE REFUERZO DIELECTRICO KEVLAR. (REF.SYR15030)	7,13	6.060,5	
11.06 G0803N004	3,00	UD	INGENIERIA DE APLICACION PARA PLC SECUND INGENIERIA DE APLICACION PARA LA PROGRAMACION DE PLC SECUNDARIO, DESARROLLO DEL CABLEADO DE CONTROL, ETC.	1.569,01	4.707,03	
11.07 G0803N005	1,00	UD	INGENIERIA DE APLICACION PARA PLC MASTER INGENIERIA DE APLICACION PARA LA PROGRAMACION DE PLC MASTER, DESARROLLO DEL CABLEADO DE CONTROL, ETC.	8.629,57	8.629,57	
11.08 G0803N006	1,00	m	INGENIERIA DE APLICACION PARA SIST.CONTROL SCADA INGENIERIA DE APLICACION PARA LA PARAMETRIZACION DEL SISTEMA DE CONTROL TIPO SCADA DE UN TUNEL: GENERACION DE BASES DE DATOS, COMPROBACIONES, ALARMAS, ETC; DIBUJO DE IMAGENES, GENERACION DE PARTES, ETC.	11.767,59	11.767,59	
11.09 G0803N007	1,00	UD	ACTUACIONES EN EN CENTRO DE CONTROL DE TRÁFICO LNGENIERÍA DE APLICACIÓN ESPECÍFICA PARA INCLUIR LAS NUEVAS INSTALACIONES EN EL CENTRO DE CONTROL DE TRÁFICO CENTRALIZADO	89.661,16	89.661,16	
11.10 G0814N010	3,00	UD	Integración y puesta en marcha PLC ud. de integración y puesta en marcha de plc incluye las siguientes tareas: - desarrollo del proyecto y sinópticos. - parametrización en sistema vigiplus del cps de león. - programación del plc - documentación del proyecto - pruebas y puesta en marcha del sistema en obra, incluyendo formación de usuario.	2.584,68	7.754,04	
11.11 G0814N009	4.000,00	m	Cable FTP categoria 6 ud. suministro e instalación de metro lineal de cable ftp categoria 6	4,89	19.560	

Presupuesto

Número	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
11.12 G0814N008	50,00	m	<p>Cable en par trenzado para BUS RS-485</p> <p>ud. suministro e instalación de metro lineal de cable en par trenzado para bus rs-485.</p> <p>el cable de transmisión de datos en bus rs- 485 será de cobre electrolítico estañado según la norma une 21064, con formación en pares, aislamiento libre de halógenos de características iguales a los cables de distribución de energía.</p> <p>se respetarán siempre las condiciones de tendido del cableado que se detallan a continuación así como no se usará nunca un cable apantallado y en especial doblemente apantallado.</p> <p>Totalmente instalado, probada y funcionando</p>	2,85	142,5	
11.13 G0814N007	3,00	UD	<p>Caja IP55 Dim. 800x500x300</p> <p>ud. de suministro e instalación de caja estanca con puerta ciega y llave maestra ip55. dimensiones: alto 800mm. ancho: 500mm. fondo: 300mm, con ventilador entrada de cables superior, inferior y trasera,.</p> <p>incluidos todos los accesorios: soporte a poste, carátulas, guías, bandejas de cables, termostato, ventiladores, tuercas, tornillos, arandelas de nylon. conexión de tierra de todos los elementos. conexionado e instalado con todos los accesorios.</p> <p>Totalmente instalado, probada y funcionando</p>	491,63	1.474,89	
11.14 G0814N006	3,00	UD	<p>PLC - Módulo 2 puertos RS485</p> <p>ud. de suministro e instalación de módulo de 2 puertos rs485 para plc.</p> <p>especificaciones técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - comunicaciones half-duplex o full-duplex y sincronización con start/stop - refresco de datos con la cpu por interrupciones. - capacidad de control de hasta 16 módulos de comunicaciones serie. - funciones de calculo de errores: lrc, crc-ccitt (xmodem), crc-16 (modbus) y sum (1 o 2 byte). - velocidad desde 1. 200 hasta 115,200 bps. - 1 puertos rs232-c y 1 rs422-a/485 en cpu. - creación de protocolos libres por usuario. <p>Totalmente instalado, probada y funcionando</p>	472,87	1.418,61	
11.15 G0814N005	3,00	UD	<p>PLC - Módulo 16 salidas digitales</p> <p>ud. de suministro e instalación de módulo de 16 salidas digitales para plc.</p> <p>especificaciones técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - conmutación máx. : 24 vc. c. , 0. 5 a/pto, 5 a/unidad, pnp, protección contra cortocircuitos, alarma. - conexiones: bloque de terminales extraíble para 16ptos y sistema de precableado para las tarjetas de alta densidad 32ptos. <p>Totalmente instalado, probada y funcionando</p>	164,29	492,87	
11.16 G0814N004	3,00	UD	<p>PLC - Módulo 16 entradas digitales</p> <p>ud. de suministro e instalación de módulo de 16 entradas digitales para plc</p> <p>especificaciones técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - nº entradas: 16 - especificaciones de entrada: 24 vc. c. 7 ma - conexiones: bloque de terminales extraíble para 16ptos y sistema de precableado para las tarjetas de alta densidad 32ptos. <p>Totalmente instalado, probada y funcionando</p>	137,05	411,15	
11.17 G0814N003	3,00	UD	<p>PLC - Módulo Fuente de alimentación</p> <p>ud. de suministro e instalación de módulo de fuente de alimentación para plc.</p> <p>especificaciones técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - de 100 a 240vca 5vcc 2,8a relé <p>Totalmente instalado, probada y funcionando</p>	128,29	384,87	

Presupuesto

Número	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
11.18 G0814N002	3,00	UD	<p>PLC - Módulo CPU 640</p> <p>ud. de suministro e instalación de módulo cpu para plc</p> <p>especificaciones técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - plc modular y puerto ethernet integrado en la propia cpu. - microprocesador risc de 32 bits. - alta velocidad. tiempo de ejecución de una instrucción básica de 100 ns. - ampliable hasta 640 puntos de entrada o salida. - 10. 000 pasos de programación, ampliable hasta 20. 000 pasos. - 32 kwords de memoria de datos. - interrupciones programadas, de e/s, de alimentación off y de e/s externas. - almacenamiento de históricos, programas (autoarranque), estado de e/s y configuración del plc desde tarjetas tipo compact flash de mercado. - auto-diagnostico de cpu, módulos e/s, bus de e/s, memoria y batería. - actualización de e/s por ciclo "scan" y por proceso inmediato. - función de programación y monitorización remota con 3 niveles de red. - función de ciclo de "scan fijo". - función de protección del programa. - función de histórico de errores. - función de edición "on-line", simulación de errores y "data trace". - software de simulación que genera un plc virtual en el ordenador. - normas internacionales: ul, csa, culus, cul, nk, lloyd's register y directiva europea ce en50081-2 y en61131-2. <p>Totalmente instalado, probada y funcionando</p>	1.198,18	3.594,54	
11.19 G0814N001	3,00	UD	<p>Analizador de redes</p> <p>ud. de suministro e instalación de analizador de redes monofásico. para la monitorización de los armarios eléctricos.</p> <p>parámetros mínimos a monitorizar:</p> <ul style="list-style-type: none"> -tensión -intensidad -potencia activa -potencia reactiva l -potencia reactiva c -factor de potencia -potencia aparente -frecuencia <p>totalmente cableado y configurado.</p>	520,97	1.562,91	
Total capítulo: 11					161.265,14	

Capítulo: 12		RADIOCOMUNICACIONES				
12.01 G0403N003	2,00	UD	<p>MÁSTIL DE 12 M DE ALTURA PARA INSTALACIÓN DE ANTENAS</p> <p>Mástil de 12 metros de altura para instalación de antenas.</p>	3.351,56	6.703,12	
12.02 GIS1N046	2,00	u	<p>Switch/Router n2/n3 de 48 puertos</p> <p>Ud. Suministro e instalación de Switch L3 redundante, Alcatel Omniswitch 6850-48LD. Debe ser este modelo por vinculación con el resto de la red ya instalada. Incluye Chasis con ventiladores, módulos IO, CPU, Switch Fabric, Software, Gestión, OS y Licencia. Al menos 48 puertos 10/100 (con detección automática de la velocidad IEEE 802.3u). Fuente de alimentación también redundante. No es óbice que haya que incluir varios equipos bajo la denominación de conjunto Switch. Cableado (2 latiguillos bifibra SM 10m con doble SC- doble SC/APC), energía y software de routing y seguridad avanzado adicionales soportados. Vendrá con manuales de usuario en castellano en CD-ROM y cable de energía específico usado en España/Europa. Totalmente instalado y configurado.</p>	7.093,61	14.187,22	
12.03 G0401N001	12.700,00	m	<p>CABLE RADIANTE DE 1 1/4"</p> <p>Cable radiante de 1 1/4" para la cobertura interior del túnel, con cubierta libre de halógenos y cubierta de llama retardada, bajo en emisión de humos.</p>	16,96	215.392	

Presupuesto

Número	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
12.04 G0817N004	5,00	UD	Driver de comunicaciones con equipo de control suministro e instalación de driver de comunicaciones con equipos de control. totalmente instalado, configurado y probado.	662	3.310	
12.05 G0817N003	5,00	UD	Licencia consumo sin límite conexiones activas suministro e instalación de licencia de consumo sin límite de conexiones activas. totalmente instalado, configurado y probado.	2.874,8	14.374	
12.06 G0817N002	1,00	UD	Puesta en marcha por cada sinóptico del Proyecto Puesta en marcha "in situ" del proyecto generado y comprobación de su correcto funcionamiento mediante batería de pruebas.	80,34	80,34	
12.07 G0817N001	10,00	UD	Desarrollo de Proyecto, sinópticos, parametrización Desarrollo de proyecto, generación de planos, ubicación de elementos, parametrización de elementos de campo. Aproximadamente para 20 conexiones.	401,7	4.017	
12.08 G0816N001	1.260,00	UD	Jumper SC-APC 10 metros Ud. Suministro e instalación de latiguillo de fibra óptica de 10 metros con conectores SC-APC en los dos extremos. Para conexión desde el repartidor de fibra hasta los equipos en rack de Seguridad. Totalmente montado y conexionado.	12,51	15.762,6	
12.09 G0816N002	2,00	UD	Rack de hasta 21 slots, incluye F.A. Ud. de suministro e instalación de Rack para hasta 21 slots. Para alimentación de receptores de fibra. Incluye fuente de alimentación. Completamente instalado.	1.173,71	2.347,42	
12.10 G0816N003	2,00	UD	Armario rack 19" de 42 U, ancho 800, fondo 800 Ud. de suministro e instalación de armario Rack 19" de 42U mínimo de altura (ancho 800 x Fondo 800), incluyendo montaje de equipos, cableado y etiquetado de sistemas. Características: * 4 columnas para montaje de equipos de 19". * 2 tomas de 6 enchufes con interruptor magnetotérmico 16A. * Tornillería para fijación de equipos (100 juegos). * Puerta de metacrilato o cristal delantera con cerradura. * Conjunto de ventilación de techo para 6 ventiladores y termostato. * Cuatro ruedas con freno. * Rack Manager 17" enracable , con teclado y ratón incluido.	1.545,76	3.091,52	
12.11 G0816N004	50,00	m	Cable RZ1F3Z1-k (AS) de 3x2,5 mm² Ud. suministro e instalación de Cable RZ1F3Z1-k (AS) de 3x2'5 mm² Cables de Cobre de Baja Tensión de 2 conductores más tierra, referencia RZ1F3Z1-K (AS) 0,6/1 kV no propagadores del incendio, de acuerdo con la ET 03.354.003.0, 4ª edición de octubre de 2008. Totalmente conexionado y tendido en canaleta, canalización hormigonada o grapeado sobre los hastiales.	4,64	232	
12.12 G0816N005	7,00	UD	Switch L2 de 24p 10/100BaseT con 2 p. opticos ud. suministro e instalación de switch redundante para nodos de red. incluye chasis con ventiladores, módulos io, cpu, switch fabric, software, os, gestión, cable de consola y licencia. al menos 24 puertos 10/100 (con detección automática de la velocidad ieee 802.3u), módulo de gestión y 2 puertos ópticos 100fx sm. fuente de alimentación también redundante. no es óbice que haya que incluir varios equipos bajo la denominación de conjunto switch. cableado, energía y software adicionales soportados. vendrá con manuales de usuario en castellano en cd-rom y cable de energía específico usado en españa/europa. totalmente instalado y configurado.	717,74	5.024,18	

Presupuesto

Número	Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
12.13 G0816N006	1,00	UD	SAI 3 KVA, 90 minutos Ud. de suministro e instalación de Sistema de alimentación ininterrumpida de 5 kVA con una autonomía al 100% de carga de 90 minutos. Tecnología On-Line de doble conversión y By-pass automático. Incorpora baterías de plomo sin mantenimiento. Soporta cortocircuitos. Diseñado para montaje en rack normalizado de 19 pulgadas. Incorpora placa de señalización de señales de Fallo de Red y Batería Baja. Instalado, incluyendo embalaje, transporte, montaje y conexionado.	1.975,26	1.975,26	
12.14 G0816N007	1,00	UD	Protecciones eléctricas para circuitos de B.T. Ud. de suministro e instalación de Conjunto de Protecciones Eléctricas para circuitos de B.T. a montar en el interior de armario rack..l/ accesorios y pequeño material.Montaje,conexionado y probado. Distribución según esquemas unifilares descritos en planos. El diferencial de cabecera y los diferenciales de circuitos secundarios de alimentación a equipamiento electrónico serán rearmables automáticos hasta 3 intentos.	788,01	788,01	
12.15 G0818N002	3,00	UD	Material cobertura salida emergencia Ud. suministro e instalación de Materiales cobertura salida de emergencia o acceso a galería de evacuacion, compuesto cada uno por: - 2 conector N hembra para cable radiante de 7/8" o 1 1/4", según proceda - 2 latiguillo de empalme de cable RG 214. - 1 divisor simétrico de RF - 1 carga terminal de 50 ohmios	1.400,25	4.200,75	
12.16 G0818N003	1.260,00	UD	Soporte metálico para cable Ud. suministro e instalación de Soportes metalico a techo para cable radiante de 7/8" de llama retardada y libres de halógenos, para la instalación del cable radiante.	4,61	5.808,6	
12.17 G0818N004	500,00	UD	Soporte de plástico para cable Ud. suministro e instalación de Soportes de plástico a techo para cable radiante de 7/8" de llama retardada y libres de halógenos, para la instalación del cable radiante.	3,93	1.965	
12.18 G0818N005	1,00	UD	Partidas de ingeniería Radio Partidas de ingeniería comunes al sistema de comunicaciones del túnel. Compuestas por: - Replanteo previo de la instalación - Medidas de las señales de RF en túnel. - Puesta en funcionamiento del sistema - Ingeniería de proyecto - Documentación del sistema. - Proyecto para la notificación a la Inspección Provincial de Comunicaciones de la instalación realizada.	2.200	2.200	
Total capítulo: 12						301.459,02

Presupuesto

Número	Cantidad	Ud Descripción	Precio	Subtotal	Importe
Capítulo: 13 CABLEADO					
13.01 CAB01	3.785,00	4x50+TTx25Cu 4x50+TTx25Cu	35,12	132.929,2	
13.02 CAB02	10.100,00	4x35+TTx16Cu 4x35+TTx16Cu	28,81	290.981	
13.03 CAB03	4.500,00	4x25+TTx16Cu 4x25+TTx16Cu	17,66	79.470	
13.04 CAB04	4.550,00	4x16+TTx16Cu 4x16+TTx16Cu	10,99	50.004,5	
13.05 CAB05	4.050,00	4x10+TTx10Cu 4x10+TTx10Cu	7,19	29.119,5	
13.06 CAB06	200,00	4x4+TTx4Cu 4x4+TTx4Cu	3,1	620	
13.07 CAB07	2.000,00	2x50+TTx25Cu 2x50+TTx25Cu	22,57	45.140	
13.08 CAB08	8.960,00	2x35+TTx16Cu 2x35+TTx16Cu	13,87	124.275,2	
13.09 CAB09	15.328,00	2x25+TTx16Cu 2x25+TTx16Cu	10,92	167.381,76	
13.10 CAB10	4.000,00	2x16+TTx16Cu 2x16+TTx16Cu	6,29	25.160	
13.11 CAB11	2.325,00	2x2.5+TTx2.5Cu 2x2.5+TTx2.5Cu	1,24	2.883	
13.12 CAB12	245,00	2x1.5+TTx1.5Cu 2x1.5+TTx1.5Cu	0,9	220,5	
13.13 CAB13	285,00	4x2.5+TTx2.5Cu 4x2.5+TTx2.5Cu	4,15	1.182,75	
Total capítulo: 13				949.367,41	
Total presupuesto				4.005.347,15	

Resumen del Presupuesto

Código	Descripción	Subtotal	Importe
Capítulo: 01	PASILLOS Y PASAMANOS	369.716,72	
Capítulo: 02	SEÑALIZACIÓN	33.121,66	
Capítulo: 03	SUMINISTRO DE AGUA	46.466,44	
Capítulo: 04	DETECCION DE INCENDIOS	35.861,44	
Capítulo: 04.01	DETECCION CONVENCIONAL	19.136,04	
Capítulo: 04.02	DETECCION ANALOGICA	16.725,40	
Capítulo: 05	EXTINCCION	97.994,40	
Capítulo: 06	ILUMINACION	136.239,49	
Capítulo: 06.01	ILUMINACION TUNEL	120.674,42	
Capítulo: 06.02	ILUMINACION POZO	4.069,76	
Capítulo: 06.03	ILUMINACION DE GALERIAS DE INTERCONEXION	11.495,31	
Capítulo: 07	VENTILACION	649.530,94	
Capítulo: 07.01	VENTILACION TUBOS	508.798,72	
Capítulo: 07.02	VENTILACION POZO	16.342,50	
Capítulo: 07.03	VENTILACION GALERIAS DE INTERCONEXION	124.389,72	
Capítulo: 08	SUMINISTRO ELECTRICO	909.792,53	
Capítulo: 09	SECTORIZACION	277.460,34	
Capítulo: 10	DETECCION DE ACCESOS NO AUTORIZADOS	37.071,62	
Capítulo: 11	CONTROL REMOTO	161.265,14	
Capítulo: 12	RADIOCOMUNICACIONES	301.459,02	
Capítulo: 13	CABLEADO	949.367,41	

Suma Ejecución Material	4.005.347,15
--------------------------------	---------------------

Asciende el presupuesto de Ejecución Material a la expresada cantidad de: CUATRO MILLONES CINCO MIL TRESCIENTOS CUARENTA Y SIETE EUROS CON QUINCE CÉNTIMOS

Total Presupuesto de Ejecución Material	4.005.347,15
--	---------------------

21 % I.V.A. 841.122,90

Total Presupuesto de Ejecución por contrata	4.846.470,05
--	---------------------

Asciende el presupuesto de Ejecución por Contrata a la expresada cantidad de CUATRO MILLONES OCHOCIENTOS CUARENTA Y SEIS MIL CUATROCIENTOS SETENTA EUROS CON CINCO CÉNTIMOS

12 de Mayo de 2015

LA PROPIEDAD

LA DIRECCIÓN TÉCNICA

LA CONSTRUCTORA

Fdo.:

Fdo.:

Fdo.:



Anejo 4: Suministro de Energía



1 Esquemas Eléctricos

1.1 Instalacion asociada al centro de transformación 1

CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCION

Fórmulas

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = Pc / 1,732 \times U \times \text{Cos}\varphi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (L \times Pc \times Xu \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cos}\varphi) = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = Pc / U \times \text{Cos}\varphi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (2 \times L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (2 \times L \times Pc \times Xu \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cos}\varphi) = \text{voltios (V)}$$

En donde:

Pc = Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios.

U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

S = Sección del conductor en mm².

Cos φ = Coseno de φ. Factor de potencia.

R = Rendimiento. (Para líneas motor).

n = N° de conductores por fase.

Xu = Reactancia por unidad de longitud en mΩ/m.

Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/\rho$$

$$\rho = \rho_{20}[1+\alpha (T-20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{\text{max}}-T_0) (I/I_{\text{max}})^2]$$

Siendo,



K = Conductividad del conductor a la temperatura T .

ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T .

ρ_{20} = Resistividad del conductor a 20°C.

$$Cu = 0.018$$

$$Al = 0.029$$

α = Coeficiente de temperatura:

$$Cu = 0.00392$$

$$Al = 0.00403$$

T = Temperatura del conductor (°C).

T_0 = Temperatura ambiente (°C):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

T_{max} = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I_{max} = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

I_b : intensidad utilizada en el circuito.

I_z : intensidad admisible de la canalización según la norma UNE 20-460/5-523.

I_n : intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, I_n es la intensidad de regulación escogida.

I_2 : intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I_2 se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos (1,45 I_n como máximo).

- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles (1,6 I_n).

Fórmulas compensación energía reactiva

$$\cos\phi = P/\sqrt{(P^2 + Q^2)}.$$



$$\text{tg}\varnothing = Q/P.$$

$$Q_c = P \times (\text{tg}\varnothing_1 - \text{tg}\varnothing_2).$$

$$C = Q_c \times 1000 / U^2 \times \omega; \text{ (Monofásico - Trifásico conexión estrella).}$$

$$C = Q_c \times 1000 / 3 \times U^2 \times \omega; \text{ (Trifásico conexión triángulo).}$$

Siendo:

P = Potencia activa instalación (kW).

Q = Potencia reactiva instalación (kVAr).

Q_c = Potencia reactiva a compensar (kVAr).

∅₁ = Angulo de desfase de la instalación sin compensar.

∅₂ = Angulo de desfase que se quiere conseguir.

U = Tensión compuesta (V).

$$\omega = 2\pi \times f; f = 50 \text{ Hz.}$$

C = Capacidad condensadores (F); $\times 1000000(\mu\text{F})$.

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

JET FAN 1	22000 W
JET FAN 2	22000 W
JET FAN 3	22000 W
JET FAN 4	22000 W
JET FAN 5	22000 W
JET FAN 6	22000 W
LUM 1	1440 W
LUM 2	864 W
LUM 2.1	1440 W
LUM 2.2	864 W
DETEC	400 W
CCTV	800 W
INTRUSION	1000 W
PLC	500 W
COM	1000 W
LUM POZO	684 W
LUM CT	144 W
LUM EMER	36 W



PRESU	550 W
VENT CT	4000 W
TOTAL....	145722 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 5472
- Potencia Instalada Fuerza (W): 140250
- Potencia Máxima Admisible (W): 188995.84

Cálculo de la ACOMETIDA

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 1 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 145722 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):
 $22000 \times 1.25 + 128099.61 = 155599.61$ W. (Coef. de Simult.: 1)

$$I = 155599.61 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 280.74 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $3 \times 185/95 \text{ mm}^2 \text{ Al}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-AI

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 300 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 180 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 81.92

$$e(\text{parcial}) = 1 \times 155599.61 / (27.6 \times 400 \times 185) = 0.08 \text{ V.} = 0.02 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.02\% \text{ ADMIS (2\% MAX.)}$$

Cálculo de la LINEA GENERAL DE ALIMENTACION

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 1 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 145722 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):



$$22000 \times 1.25 + 128099.61 = 155599.61 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$$

$$I = 155599.61 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 280.74 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x240+TTx120mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 401 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 200 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 64.51

$$e(\text{parcial}) = 1 \times 155599.61 / (47.3 \times 400 \times 240) = 0.03 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.01\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 315 A.

Cálculo de la Línea: JET FAN 1

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 825 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1

- Potencia a instalar: 22000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$22000 \times 1.25 = 27500 \text{ W.}$$

$$I = 27500 / (1.732 \times 400 \times 0.8 \times 1) = 49.62 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x50+TTx25mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 145 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 45.85

$$e(\text{parcial}) = 825 \times 27500 / (50.44 \times 400 \times 50 \times 1) = 22.49 \text{ V.} = 5.62 \%$$

$$e(\text{total}) = 5.63\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$



Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 50 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: JET FAN 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 550 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 22000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $22000 \times 1.25 = 27500$ W.

$$I = 27500 / (1.732 \times 400 \times 0.8 \times 1) = 49.62 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x35+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 119 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 48.69

$$e(\text{parcial}) = 550 \times 27500 / (49.94 \times 400 \times 35 \times 1) = 21.63 \text{ V.} = 5.41 \%$$

$$e(\text{total}) = 5.42\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 50 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: JET FAN 3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 275 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 22000 W.



- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$22000 \times 1.25 = 27500 \text{ W.}$$

$$I = 27500 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 49.62 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x16+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 73 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 63.1

$$e(\text{parcial}) = 275 \times 27500 / (47.53 \times 400 \times 16 \times 1) = 24.86 \text{ V.} = 6.22 \%$$

$$e(\text{total}) = 6.22\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 50 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: JET FAN 4

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 50 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1

- Potencia a instalar: 22000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$22000 \times 1.25 = 27500 \text{ W.}$$

$$I = 27500 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 49.62 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 54 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 82.21



$e(\text{parcial})=50 \times 27500 / 44.66 \times 400 \times 10 \times 1 = 7.7 \text{ V.} = 1.92 \%$
 $e(\text{total})=1.93\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 50 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: JET FAN 5

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 275 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 22000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $22000 \times 1.25 = 27500 \text{ W.}$

$I=27500 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 49.62 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 16 + \text{TT} \times 16 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 73 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 63.1

$e(\text{parcial})=275 \times 27500 / 47.53 \times 400 \times 16 \times 1 = 24.86 \text{ V.} = 6.22 \%$
 $e(\text{total})=6.22\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 50 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: JET FAN 6

- Tensión de servicio: 400 V.



- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 550 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 22000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $22000 \times 1.25 = 27500$ W.

$$I = 27500 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 49.62 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x35+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 119 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 48.69

$$e(\text{parcial}) = 550 \times 27500 / (49.94 \times 400 \times 35) = 21.63 \text{ V.} = 5.41 \%$$

$$e(\text{total}) = 5.42\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 50 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: LUM 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 1000 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 1440 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $1440 \times 1.8 = 2592$ W.

$$I = 2592 / 230 = 11.27 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x50+TTx25mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07

I.ad. a 40°C (Fc=1) 167 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.



Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.23

$e(\text{parcial})=2 \times 1000 \times 2592 / 51.47 \times 230 \times 50 = 8.76 \text{ V.} = 3.81 \%$

$e(\text{total})=3.82\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: LUM 2

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 664 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 864 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$864 \times 1.8 = 1555.2 \text{ W.}$$

$$I = 1555.2 / 230 \times 1 = 6.76 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x25+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07

I.ad. a 40°C (Fc=1) 110 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.19

$e(\text{parcial})=2 \times 664 \times 1555.2 / 51.48 \times 230 \times 25 = 6.98 \text{ V.} = 3.03 \%$

$e(\text{total})=3.04\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: LUM 2.1

- Tensión de servicio: 230 V.



- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 1000 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 1440 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $1440 \times 1.8 = 2592 \text{ W}$.

$$I = 2592 / 230 \times 1 = 11.27 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x50+TTx25mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07
I.ad. a 40°C (Fc=1) 167 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.23
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 1000 \times 2592 / 51.47 \times 230 \times 50 = 8.76 \text{ V} = 3.81 \%$
 $e(\text{total}) = 3.82\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: LUM 2.2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 664 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 864 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $864 \times 1.8 = 1555.2 \text{ W}$.

$$I = 1555.2 / 230 \times 1 = 6.76 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x25+TTx16mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07
I.ad. a 40°C (Fc=1) 110 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.19



$$e(\text{parcial})=2 \times 664 \times 1555.2 / 51.48 \times 230 \times 25 = 6.98 \text{ V.} = 3.03 \%$$

$$e(\text{total})=3.04\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 9114 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):
 $4000 \times 1.25 + 5805.2 = 10805.2 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$$I = 10805.2 / 1.732 \times 400 \times 0.8 = 19.5 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 65.86

$$e(\text{parcial})=0.3 \times 10805.2 / 47.09 \times 400 \times 2.5 = 0.07 \text{ V.} = 0.02 \%$$

$$e(\text{total})=0.03\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: DETEC

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 50 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 400 W.
- Potencia de cálculo: 400 W.



$$I=400/230 \times 0.8=2.17 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.34

$$e(\text{parcial})=2 \times 50 \times 400 / 51.45 \times 230 \times 2.5=1.35 \text{ V.}=0.59 \%$$

$$e(\text{total})=0.61\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: CCTV

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 50 m; $\text{Cos } \varphi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 800 W.

- Potencia de cálculo: 800 W.

$$I=800/230 \times 0.8=4.35 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 41.35

$$e(\text{parcial})=2 \times 50 \times 800 / 51.27 \times 230 \times 2.5=2.71 \text{ V.}=1.18 \%$$

$$e(\text{total})=1.21\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:



I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: INTRUSION

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: 1000 W.

$$I=1000/230 \times 0.8=5.43 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.01

$$e(\text{parcial})=2 \times 25 \times 1000 / 51.14 \times 230 \times 2.5 = 1.7 \text{ V.} = 0.74 \%$$

$$e(\text{total})=0.77\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: PLC

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: 500 W.

$$I=500/230 \times 0.8=2.72 \text{ A.}$$



Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.53

$e(\text{parcial})=2 \times 25 \times 500 / 51.42 \times 230 \times 2.5 = 0.85 \text{ V.} = 0.37 \%$

$e(\text{total})=0.39\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: COM

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 25 m; Cos φ: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 1000 W.

- Potencia de cálculo: 1000 W.

$I=1000/230 \times 0.8=5.43 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.1

$e(\text{parcial})=2 \times 25 \times 1000 / 51.13 \times 230 \times 2.5 = 1.7 \text{ V.} = 0.74 \%$

$e(\text{total})=0.77\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:



Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: LUM POZO

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 684 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $684 \times 1.8 = 1231.2$ W.

$$I = 1231.2 / 230 \times 1 = 5.35 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.58

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 25 \times 1231.2 / 50.85 \times 230 \times 1.5 = 3.51 \text{ V.} = 1.53 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.55\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: LUM CT

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 144 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $144 \times 1.8 = 259.2$ W.

$$I = 259.2 / 230 \times 1 = 1.13 \text{ A.}$$



Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.16

$e(\text{parcial}) = 2 \times 10 \times 259.2 / 51.49 \times 230 \times 1.5 = 0.29 \text{ V.} = 0.13 \%$

$e(\text{total}) = 0.15\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: LUM EMER

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 10 m; $\text{Cos } \varphi: 1$; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$;

- Potencia a instalar: 36 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$36 \times 1.8 = 64.8 \text{ W.}$$

$$I = 64.8 / 230 \times 1 = 0.28 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.01

$e(\text{parcial}) = 2 \times 10 \times 64.8 / 51.51 \times 230 \times 1.5 = 0.07 \text{ V.} = 0.03 \%$

$e(\text{total}) = 0.06\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.



Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: PRESU

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 550 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $550 \times 1.25 = 687.5 \text{ W}$.

$$I = 687.5 / 1.732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.24 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.15

$$e(\text{parcial}) = 25 \times 687.5 / 51.49 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.33 \text{ V} = 0.08 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.11\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: VENT CT

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 4000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $4000 \times 1.25 = 5000 \text{ W}$.



$I=5000/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1=9.02$ A.

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 23 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 47.69

$e(\text{parcial})=10 \times 5000 / 50.12 \times 400 \times 2.5 \times 1=1$ V.=0.25 %

$e(\text{total})=0.28\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:

Cuadro General de Mando y Protección

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm^2)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
ACOMETIDA	155599.61	1	3x185/95Al	280.74	300	0.02	0.02	180
LINEA GENERAL ALIMENT.	155599.61	1	4x240+TTx120Cu	280.74	401	0.01	0.01	200
JET FAN 1	27500	825	4x50+TTx25Cu	49.62	145	5.62	5.63	63
JET FAN 2	27500	550	4x35+TTx16Cu	49.62	119	5.41	5.42	50
JET FAN 3	27500	275	4x16+TTx16Cu	49.62	73	6.22	6.22	40
JET FAN 4	27500	50	4x10+TTx10Cu	49.62	54	1.92	1.93	32
JET FAN 5	27500	275	4x16+TTx16Cu	49.62	73	6.22	6.22	40
JET FAN 6	27500	550	4x35+TTx16Cu	49.62	119	5.41	5.42	50
LUM 1	2592	1000	2x50+TTx25Cu	11.27	167	3.81	3.82	50
LUM 2	1555.2	664	2x25+TTx16Cu	6.76	110	3.03	3.04	40
LUM 2.1	2592	1000	2x50+TTx25Cu	11.27	167	3.81	3.82	50
LUM 2.2	1555.2	664	2x25+TTx16Cu	6.76	110	3.03	3.04	40
	10805.2	0.3	4x2.5Cu	19.5	21	0.02	0.03	
DETEC	400	50	2x2.5+TTx2.5Cu	2.17	26.5	0.59	0.61	20
CCTV	800	50	2x2.5+TTx2.5Cu	4.35	26.5	1.18	1.21	20



INTRUSION	1000	25	2x2.5+TTx2.5Cu	5.43	21	0.74	0.77	20
PLC	500	25	2x2.5+TTx2.5Cu	2.72	26.5	0.37	0.39	20
COM	1000	25	2x2.5+TTx2.5Cu	5.43	26.5	0.74	0.77	20
LUM POZO	1231.2	25	2x1.5+TTx1.5Cu	5.35	20	1.53	1.55	16
LUM CT	259.2	10	2x1.5+TTx1.5Cu	1.13	20	0.13	0.15	16
LUM EMER	64.8	10	2x1.5+TTx1.5Cu	0.28	20	0.03	0.06	16
PRESU	687.5	25	4x2.5+TTx2.5Cu	1.24	23	0.08	0.11	20
VENT CT	5000	10	4x2.5+TTx2.5Cu	9.02	23	0.25	0.28	20

1.2 Instalación asociada al centro de transformación 2

CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCION

Fórmulas

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = Pc / 1,732 \times U \times \text{Cos}\phi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (L \times Pc \times Xu \times \text{Sen}\phi / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cos}\phi) = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = Pc / U \times \text{Cos}\phi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (2 \times L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (2 \times L \times Pc \times Xu \times \text{Sen}\phi / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cos}\phi) = \text{voltios (V)}$$

En donde:

Pc = Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios.

U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

S = Sección del conductor en mm².

Cos ϕ = Coseno de ϕ . Factor de potencia.

R = Rendimiento. (Para líneas motor).

n = N^o de conductores por fase.

Xu = Reactancia por unidad de longitud en m Ω /m.

Fórmula Conductividad Eléctrica



$$K = 1/\rho$$

$$\rho = \rho_{20}[1 + \alpha (T - 20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{\max} - T_0) (I/I_{\max})^2]$$

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T.

ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T.

ρ_{20} = Resistividad del conductor a 20°C.

$$Cu = 0.018$$

$$Al = 0.029$$

α = Coeficiente de temperatura:

$$Cu = 0.00392$$

$$Al = 0.00403$$

T = Temperatura del conductor (°C).

T_0 = Temperatura ambiente (°C):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

T_{\max} = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I_{\max} = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

I_b : intensidad utilizada en el circuito.

I_z : intensidad admisible de la canalización según la norma UNE 20-460/5-523.

I_n : intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, I_n es la intensidad de regulación escogida.

I_2 : intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I_2 se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos ($1,45 I_n$ como máximo).



- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles (1,6 In).

Fórmulas compensación energía reactiva

$$\cos\varnothing = P/\sqrt{(P^2+ Q^2)}.$$

$$\operatorname{tg}\varnothing = Q/P.$$

$$Q_c = P \times (\operatorname{tg}\varnothing_1 - \operatorname{tg}\varnothing_2).$$

$$C = Q_c \times 1000 / U^2 \times \omega; \text{ (Monofásico - Trifásico conexión estrella).}$$

$$C = Q_c \times 1000 / 3 \times U^2 \times \omega; \text{ (Trifásico conexión triángulo).}$$

Siendo:

P = Potencia activa instalación (kW).

Q = Potencia reactiva instalación (kVAr).

Q_c = Potencia reactiva a compensar (kVAr).

∅₁ = Angulo de desfase de la instalación sin compensar.

∅₂ = Angulo de desfase que se quiere conseguir.

U = Tensión compuesta (V).

$$\omega = 2 \times \pi \times f; f = 50 \text{ Hz.}$$

C = Capacidad condensadores (F); cx1000000(μF).

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

JET 1	11000 W
JET 2	11000 W
JET 3	11000 W
JET 4	11000 W
JET 5	11000 W
JET 6	11000 W
JET 7	11000 W
JET 8	11000 W
JET 9	11000 W
JET 1.1	11000 W
JET 1.2	11000 W
JET 1.3	11000 W
JET 1.4	11000 W



JET 1.5	11000 W
JET 1.6	11000 W
JET 1.7	11000 W
JET 1.8	11000 W
JET 1.8	11000 W
LUM 1.1	684 W
LUM 1.2	720 W
LUM 1.3	720 W
LUM 1.4	720 W
LUM 1.5	720 W
LUM 2.1	684 W
LUM 2.2	720 W
LUM 2.3	720 W
LUM 2.4	720 W
LUM 2.5	720 W
LUM 2.6	1080 W
LUM 2.7	1080 W
LUM 1.6	1080 W
LUM 1.7	1080 W
VENT CT	5500 W
PRES 1	4000 W
PRES 1.1	4000 W
PRES 2	4000 W
PRES 2.1	4000 W
PRES 3	4000 W
PRES 3.1	4000 W
LUM 1	108 W
LUM 2	108 W
LUM 3	108 W
LUM CT	144 W
LUM EMERG	36 W
DETEC	400 W
PLC	500 W
COM	1000 W
TOTAL....	241352 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 11952



- Potencia Instalada Fuerza (W): 229400
- Potencia Máxima Admisible (W): 220587.52

Cálculo de la ACOMETIDA

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 1 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 241352 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):
 $11000 \times 1.25 + 239913.61 = 253663.61$ W. (Coef. de Simult.: 1)

$$I = 253663.61 / 1.732 \times 400 \times 0.8 = 457.68 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2(3x120/70)mm²Al

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-Al

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 472 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 2(160) mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 86.12

$$e(\text{parcial}) = 1 \times 253663.61 / 27.23 \times 400 \times 2 \times 120 = 0.1 \text{ V.} = 0.02 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.02\% \text{ ADMIS (2\% MAX.)}$$

Cálculo de la LINEA GENERAL DE ALIMENTACION

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 1 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 241352 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):
 $11000 \times 1.25 + 239913.61 = 253663.61$ W. (Coef. de Simult.: 1)

$$I = 253663.61 / 1.732 \times 400 \times 0.8 = 457.68 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2(4x150+TTx95)mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad



reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 598 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 2(160) mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 69.29

$e(\text{parcial})=1 \times 253663.61 / 46.56 \times 400 \times 2 \times 150 = 0.05 \text{ V.} = 0.01 \%$

$e(\text{total})=0.01\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 500 A.

Cálculo de la Línea: JET 1

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 1480 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 11000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$11000 \times 1.25 = 13750 \text{ W.}$$

$$I = 13750 / (1.732 \times 400 \times 0.8 \times 1) = 24.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x50+TTx25mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 145 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.46

$e(\text{parcial})=1480 \times 13750 / 51.24 \times 400 \times 50 \times 1 = 19.86 \text{ V.} = 4.96 \%$

$e(\text{total})=4.98\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.



Cálculo de la Línea: JET 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 1250 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 11000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $11000 \times 1.25 = 13750$ W.

$$I = 13750 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 24.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x35+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 119 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.17

$$e(\text{parcial}) = 1250 \times 13750 / (51.11 \times 400 \times 35) = 24.02 \text{ V.} = 6 \%$$

$$e(\text{total}) = 6.02\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: JET 3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 1000 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 11000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $11000 \times 1.25 = 13750$ W.

$$I = 13750 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 24.81 \text{ A.}$$



Se eligen conductores Unipolares 4x35+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 119 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.17

e(parcial)= $1000 \times 13750 / 51.11 \times 400 \times 35 \times 1 = 19.22$ V.=4.8 %

e(total)=4.82% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: JET 4

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 750 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1

- Potencia a instalar: 11000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$11000 \times 1.25 = 13750 \text{ W.}$$

$$I = 13750 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 24.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x25+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 95 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.41

e(parcial)= $750 \times 13750 / 50.89 \times 400 \times 25 \times 1 = 20.27$ V.=5.07 %

e(total)=5.08% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:



I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: JET 5

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 500 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 11000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $11000 \times 1.25 = 13750$ W.

$$I = 13750 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 24.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x16+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 73 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 45.77

$$e(\text{parcial}) = 500 \times 13750 / (50.46 \times 400 \times 16 \times 1) = 21.29 \text{ V.} = 5.32 \%$$

$$e(\text{total}) = 5.33\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: JET 6

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 250 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 11000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):



$$11000 \times 1.25 = 13750 \text{ W.}$$

$$I = 13750 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 24.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 54 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.55

$$e(\text{parcial}) = 250 \times 13750 / (49.61 \times 400 \times 10) = 17.32 \text{ V.} = 4.33 \%$$

$$e(\text{total}) = 4.34\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: JET 7

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 50 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1

- Potencia a instalar: 11000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$11000 \times 1.25 = 13750 \text{ W.}$$

$$I = 13750 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 24.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x4+TTx4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 31 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 72.02

$$e(\text{parcial}) = 50 \times 13750 / (46.15 \times 400 \times 4) = 9.31 \text{ V.} = 2.33 \%$$



$e(\text{total})=2.34\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: JET 8

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 250 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 11000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $11000 \times 1.25 = 13750$ W.

$$I = 13750 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 24.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 10 + TT \times 10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 54 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 50.55

$$e(\text{parcial}) = 250 \times 13750 / (49.61 \times 400 \times 10) = 17.32 \text{ V.} = 4.33 \%$$

$e(\text{total})=4.34\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: JET 9

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra



- Longitud: 500 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 11000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $11000 \times 1.25 = 13750$ W.

$$I = 13750 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 24.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x16+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 73 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 45.77

$$e(\text{parcial}) = 500 \times 13750 / (50.46 \times 400 \times 16 \times 1) = 21.29 \text{ V.} = 5.32 \%$$

$$e(\text{total}) = 5.33\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: JET 1.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 1480 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 11000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $11000 \times 1.25 = 13750$ W.

$$I = 13750 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 24.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x50+TTx25mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 145 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 63 mm.



Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.46

$e(\text{parcial})=1480 \times 13750 / 51.24 \times 400 \times 50 \times 1 = 19.86 \text{ V.} = 4.96 \%$

$e(\text{total})=4.98\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: JET 1.2

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 1250 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 11000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$11000 \times 1.25 = 13750 \text{ W.}$$

$$I = 13750 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 24.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x35+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 119 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.17

$e(\text{parcial})=1250 \times 13750 / 51.11 \times 400 \times 35 \times 1 = 24.02 \text{ V.} = 6 \%$

$e(\text{total})=6.02\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: JET 1.3



- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 1000 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 11000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $11000 \times 1.25 = 13750$ W.

$$I = 13750 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 24.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x35+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 119 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.17

$$e(\text{parcial}) = 1000 \times 13750 / (51.11 \times 400 \times 35) = 19.22 \text{ V.} = 4.8 \%$$

$$e(\text{total}) = 4.82\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: JET 1.4

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 750 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 11000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $11000 \times 1.25 = 13750$ W.

$$I = 13750 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 24.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x25+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)



I.ad. a 40°C (Fc=1) 95 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.41

$e(\text{parcial})=750 \times 13750 / 50.89 \times 400 \times 25 \times 1 = 20.27 \text{ V.} = 5.07 \%$

$e(\text{total})=5.08\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: JET 1.5

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 500 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 11000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$11000 \times 1.25 = 13750 \text{ W.}$$

$I=13750 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 24.81 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 4x16+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 73 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 45.77

$e(\text{parcial})=500 \times 13750 / 50.46 \times 400 \times 16 \times 1 = 21.29 \text{ V.} = 5.32 \%$

$e(\text{total})=5.33\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:



Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: JET 1.6

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 250 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 11000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $11000 \times 1.25 = 13750$ W.

$$I = 13750 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 24.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 54 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.55

$$e(\text{parcial}) = 250 \times 13750 / (49.61 \times 400 \times 10) = 17.32 \text{ V.} = 4.33 \%$$

$$e(\text{total}) = 4.34\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: JET 1.7

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 50 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 11000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $11000 \times 1.25 = 13750$ W.



$$I=13750/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 24.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x4+TTx4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 31 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 72.02

$$e(\text{parcial})=50 \times 13750 / 46.15 \times 400 \times 4 \times 1 = 9.31 \text{ V.} = 2.33 \%$$

$$e(\text{total})=2.34\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: JET 1.8

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 250 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1

- Potencia a instalar: 11000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$11000 \times 1.25 = 13750 \text{ W.}$$

$$I=13750/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 24.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 54 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.55

$$e(\text{parcial})=250 \times 13750 / 49.61 \times 400 \times 10 \times 1 = 17.32 \text{ V.} = 4.33 \%$$

$$e(\text{total})=4.34\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$



Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: JET 1.8

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 500 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 11000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $11000 \times 1.25 = 13750$ W.

$$I = 13750 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 24.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x16+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 73 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 45.77

$$e(\text{parcial}) = 500 \times 13750 / (50.46 \times 400 \times 16 \times 1) = 21.29 \text{ V.} = 5.32 \%$$

$$e(\text{total}) = 5.33\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: LUM 1.1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 1480 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 684 W.



- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$684 \times 1.8 = 1231.2 \text{ W.}$$

$$I = 1231.2 / 230 \times 1 = 5.35 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x35+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07

I.ad. a 40°C (Fc=1) 137 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.08

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 1480 \times 1231.2 / 51.5 \times 230 \times 35 = 8.79 \text{ V.} = 3.82 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.83\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: LUM 1.2

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 1000 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;

- Potencia a instalar: 720 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$720 \times 1.8 = 1296 \text{ W.}$$

$$I = 1296 / 230 \times 1 = 5.63 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x25+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07

I.ad. a 40°C (Fc=1) 110 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.13

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 1000 \times 1296 / 51.49 \times 230 \times 25 = 8.75 \text{ V.} = 3.81 \%$$



$e(\text{total})=3.82\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: LUM 1.3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 500 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 720 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $720 \times 1.8 = 1296 \text{ W}$.

$I = 1296 / 230 \times 1 = 5.63 \text{ A}$.

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 16 + \text{TT} \times 16 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 66 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.22

$e(\text{parcial}) = 2 \times 500 \times 1296 / 51.48 \times 230 \times 16 = 6.84 \text{ V} = 2.97 \%$

$e(\text{total}) = 2.99\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: LUM 1.4

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 500 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;



- Potencia a instalar: 720 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $720 \times 1.8 = 1296 \text{ W}$.

$$I = 1296 / 230 \times 1 = 5.63 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x16+TTx16mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07
I.ad. a 40°C (Fc=1) 87 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.21

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 500 \times 1296 / 51.48 \times 230 \times 16 = 6.84 \text{ V} = 2.97 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.99\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: LUM 1.5

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 1000 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 720 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $720 \times 1.8 = 1296 \text{ W}$.

$$I = 1296 / 230 \times 1 = 5.63 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x25+TTx16mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07
I.ad. a 40°C (Fc=1) 110 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.13



$e(\text{parcial})=2 \times 1000 \times 1296 / 51.49 \times 230 \times 25 = 8.75 \text{ V.} = 3.81 \%$
 $e(\text{total})=3.82\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: LUM 2.1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 1480 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 684 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $684 \times 1.8 = 1231.2 \text{ W.}$

$I = 1231.2 / 230 \times 1 = 5.35 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 35 + \text{TT} \times 16 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 137 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.08

$e(\text{parcial})=2 \times 1480 \times 1231.2 / 51.5 \times 230 \times 35 = 8.79 \text{ V.} = 3.82 \%$

$e(\text{total})=3.83\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: LUM 2.2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra



- Longitud: 1000 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 720 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $720 \times 1.8 = 1296 \text{ W}$.

$$I = 1296 / 230 = 5.63 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x25+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 110 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.13

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 1000 \times 1296 / 51.49 \times 230 \times 25 = 8.75 \text{ V} = 3.81 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.82\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: LUM 2.3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 500 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 720 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $720 \times 1.8 = 1296 \text{ W}$.

$$I = 1296 / 230 = 5.63 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x16+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 87 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:



Temperatura cable (°C): 40.21

$e(\text{parcial})=2 \times 500 \times 1296 / 51.48 \times 230 \times 16 = 6.84 \text{ V.} = 2.97 \%$

$e(\text{total})=2.99\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: LUM 2.4

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 500 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 720 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$720 \times 1.8 = 1296 \text{ W.}$$

$$I = 1296 / 230 \times 1 = 5.63 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x16+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07

I.ad. a 40°C (Fc=1) 87 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.21

$e(\text{parcial})=2 \times 500 \times 1296 / 51.48 \times 230 \times 16 = 6.84 \text{ V.} = 2.97 \%$

$e(\text{total})=2.99\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: LUM 2.5

- Tensión de servicio: 230 V.



- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 1000 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 720 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $720 \times 1.8 = 1296 \text{ W}$.

$$I = 1296 / 230 \times 1 = 5.63 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x25+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07

I.ad. a 40°C (Fc=1) 110 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.13

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 1000 \times 1296 / 51.49 \times 230 \times 25 = 8.75 \text{ V} = 3.81 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.82\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: LUM 2.6

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 750 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 1080 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $1080 \times 1.8 = 1944 \text{ W}$.

$$I = 1944 / 230 \times 1 = 8.45 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x25+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07

I.ad. a 40°C (Fc=1) 110 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.



Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.3

$e(\text{parcial})=2 \times 750 \times 1944 / 51.46 \times 230 \times 25 = 9.85 \text{ V.} = 4.28 \%$

$e(\text{total})=4.3\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: LUM 2.7

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 750 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 1080 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$1080 \times 1.8 = 1944 \text{ W.}$$

$$I = 1944 / 230 \times 1 = 8.45 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x25+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07

I.ad. a 40°C (Fc=1) 110 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.3

$e(\text{parcial})=2 \times 750 \times 1944 / 51.46 \times 230 \times 25 = 9.85 \text{ V.} = 4.28 \%$

$e(\text{total})=4.3\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: LUM 1.6



- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 750 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 1080 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $1080 \times 1.8 = 1944 \text{ W.}$

$$I = 1944 / 230 \times 1 = 8.45 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x25+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07

I.ad. a 40°C (Fc=1) 110 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.3

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 750 \times 1944 / 51.46 \times 230 \times 25 = 9.85 \text{ V.} = 4.28 \%$$

$$e(\text{total}) = 4.3\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: LUM 1.7

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 750 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 1080 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $1080 \times 1.8 = 1944 \text{ W.}$

$$I = 1944 / 230 \times 1 = 8.45 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x25+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07

I.ad. a 40°C (Fc=1) 110 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.



Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.3

$e(\text{parcial})=2 \times 750 \times 1944 / 51.46 \times 230 \times 25 = 9.85 \text{ V.} = 4.28 \%$

$e(\text{total})=4.3\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared

- Longitud: 0.3 m; $\text{Cos } \varphi: 0.8$; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$;

- Potencia a instalar: 31904 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):

$5500 \times 1.25 + 26807.2 = 33682.2 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$I = 33682.2 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 60.77 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 16 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 66 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 65.44

$e(\text{parcial})=0.3 \times 33682.2 / 47.16 \times 400 \times 16 = 0.03 \text{ V.} = 0.01 \%$

$e(\text{total})=0.02\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: VENT CT



- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 5500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $5500 \times 1.25 = 6875$ W.

$$I = 6875 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 12.4 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 54.54

$$e(\text{parcial}) = 25 \times 6875 / (48.93 \times 400 \times 2.5) = 3.51 \text{ V.} = 0.88 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.9\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: PRES 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 500 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 4000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $4000 \times 1.25 = 5000$ W.

$$I = 5000 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 9.02 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 6 + TT \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 40 A. según ITC-BT-19



Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.54

$e(\text{parcial})=500 \times 5000 / 51.04 \times 400 \times 6 \times 1 = 20.41 \text{ V.} = 5.1 \%$

$e(\text{total})=5.12\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: PRES 1.1

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 500 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 4000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$4000 \times 1.25 = 5000 \text{ W.}$$

$I=5000/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 9.02 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 40 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.54

$e(\text{parcial})=500 \times 5000 / 51.04 \times 400 \times 6 \times 1 = 20.41 \text{ V.} = 5.1 \%$

$e(\text{total})=5.12\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.



Cálculo de la Línea: PRES 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 50 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 4000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $4000 \times 1.25 = 5000 \text{ W.}$

$$I = 5000 / (1,732 \times 400 \times 0.8) = 9.02 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 47.69

$$e(\text{parcial}) = 50 \times 5000 / (50.12 \times 400 \times 2.5) = 4.99 \text{ V.} = 1.25 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.27\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: PRES 2.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 50 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 4000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $4000 \times 1.25 = 5000 \text{ W.}$

$$I = 5000 / (1,732 \times 400 \times 0.8) = 9.02 \text{ A.}$$



Se eligen conductores Unipolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 23 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 47.69

$e(\text{parcial}) = 50 \times 5000 / 50.12 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 4.99 \text{ V} = 1.25 \%$

$e(\text{total}) = 1.27\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: PRES 3

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 500 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 4000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$4000 \times 1.25 = 5000 \text{ W.}$$

$$I = 5000 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 9.02 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 6 + TT \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 40 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 42.54

$e(\text{parcial}) = 500 \times 5000 / 51.04 \times 400 \times 6 \times 1 = 20.41 \text{ V} = 5.1 \%$

$e(\text{total}) = 5.12\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:



I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: PRES 3.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 500 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 4000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $4000 \times 1.25 = 5000$ W.

$$I = 5000 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 9.02 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 40 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.54

$$e(\text{parcial}) = 500 \times 5000 / (51.04 \times 400 \times 6 \times 1) = 20.41 \text{ V.} = 5.1 \%$$

$$e(\text{total}) = 5.12\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: LUM 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 500 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 108 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):



$$108 \times 1.8 = 194.4 \text{ W.}$$

$$I = 194.4 / 230 \times 1 = 0.85 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.05

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 500 \times 194.4 / 51.51 \times 230 \times 2.5 = 6.56 \text{ V.} = 2.85 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.87\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: LUM 2

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 50 m; $\text{Cos } \varphi: 1$; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$;

- Potencia a instalar: 108 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$108 \times 1.8 = 194.4 \text{ W.}$$

$$I = 194.4 / 230 \times 1 = 0.85 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.09

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 50 \times 194.4 / 51.5 \times 230 \times 1.5 = 1.09 \text{ V.} = 0.48 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.5\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$



Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: LUM 3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 500 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 108 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $108 \times 1.8 = 194.4 \text{ W.}$

$$I = 194.4 / 230 \times 1 = 0.85 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.05

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 500 \times 194.4 / 51.51 \times 230 \times 2.5 = 6.56 \text{ V.} = 2.85 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.87\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: LUM CT

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 144 W.



- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$144 \times 1.8 = 259.2 \text{ W.}$$

$$I = 259.2 / 230 \times 1 = 1.13 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.16

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 25 \times 259.2 / 51.49 \times 230 \times 1.5 = 0.73 \text{ V.} = 0.32 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.34\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: LUM EMERG

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 25 m; $\text{Cos } \varphi: 1$; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$;

- Potencia a instalar: 36 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$36 \times 1.8 = 64.8 \text{ W.}$$

$$I = 64.8 / 230 \times 1 = 0.28 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.01

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 25 \times 64.8 / 51.51 \times 230 \times 1.5 = 0.18 \text{ V.} = 0.08 \%$$



$e(\text{total})=0.1\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: DETEC

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 400 W.
- Potencia de cálculo: 400 W.

$$I=400/230 \times 0.8=2.17 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.34

$$e(\text{parcial})=2 \times 25 \times 400 / 51.45 \times 230 \times 2.5=0.68 \text{ V.}=0.29 \%$$

$e(\text{total})=0.31\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: PLC

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 500 W.



- Potencia de cálculo: 500 W.

$$I=500/230 \times 0.8=2.72 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.53

$$e(\text{parcial})=2 \times 25 \times 500 / 51.42 \times 230 \times 2.5=0.85 \text{ V.}=0.37 \%$$

$$e(\text{total})=0.39\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: COM

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 25 m; $\text{Cos } \varphi: 0.8$; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$;

- Potencia a instalar: 1000 W.

- Potencia de cálculo: 1000 W.

$$I=1000/230 \times 0.8=5.43 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 42.1

$$e(\text{parcial})=2 \times 25 \times 1000 / 51.13 \times 230 \times 2.5=1.7 \text{ V.}=0.74 \%$$

$$e(\text{total})=0.76\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$



Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:

Cuadro General de Mando y Protección

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
ACOMETIDA	253663.61	1	2(3x120/70)Al	457.68	472	0.02	0.02	2(160)
LINEA GENERAL ALIMENT.	253663.61	1	2(4x150+TTx95)Cu	457.68	598	0.01	0.01	2(160)
JET 1	13750	1480	4x50+TTx25Cu	24.81	145	4.96	4.98	63
JET 2	13750	1250	4x35+TTx16Cu	24.81	119	6	6.02	50
JET 3	13750	1000	4x35+TTx16Cu	24.81	119	4.8	4.82	50
JET 4	13750	750	4x25+TTx16Cu	24.81	95	5.07	5.08	50
JET 5	13750	500	4x16+TTx16Cu	24.81	73	5.32	5.33	40
JET 6	13750	250	4x10+TTx10Cu	24.81	54	4.33	4.34	32
JET 7	13750	50	4x4+TTx4Cu	24.81	31	2.33	2.34	25
JET 8	13750	250	4x10+TTx10Cu	24.81	54	4.33	4.34	32
JET 9	13750	500	4x16+TTx16Cu	24.81	73	5.32	5.33	40
JET 1.1	13750	1480	4x50+TTx25Cu	24.81	145	4.96	4.98	63
JET 1.2	13750	1250	4x35+TTx16Cu	24.81	119	6	6.02	50
JET 1.3	13750	1000	4x35+TTx16Cu	24.81	119	4.8	4.82	50
JET 1.4	13750	750	4x25+TTx16Cu	24.81	95	5.07	5.08	50
JET 1.5	13750	500	4x16+TTx16Cu	24.81	73	5.32	5.33	40
JET 1.6	13750	250	4x10+TTx10Cu	24.81	54	4.33	4.34	32
JET 1.7	13750	50	4x4+TTx4Cu	24.81	31	2.33	2.34	25
JET 1.8	13750	250	4x10+TTx10Cu	24.81	54	4.33	4.34	32
JET 1.8	13750	500	4x16+TTx16Cu	24.81	73	5.32	5.33	40
LUM 1.1	1231.2	1480	2x35+TTx16Cu	5.35	137	3.82	3.83	40
LUM 1.2	1296	1000	2x25+TTx16Cu	5.63	110	3.81	3.82	40
LUM 1.3	1296	500	2x16+TTx16Cu	5.63	66	2.97	2.99	32
LUM 1.4	1296	500	2x16+TTx16Cu	5.63	87	2.97	2.99	32
LUM 1.5	1296	1000	2x25+TTx16Cu	5.63	110	3.81	3.82	40
LUM 2.1	1231.2	1480	2x35+TTx16Cu	5.35	137	3.82	3.83	40
LUM 2.2	1296	1000	2x25+TTx16Cu	5.63	110	3.81	3.82	40
LUM 2.3	1296	500	2x16+TTx16Cu	5.63	87	2.97	2.99	32
LUM 2.4	1296	500	2x16+TTx16Cu	5.63	87	2.97	2.99	32
LUM 2.5	1296	1000	2x25+TTx16Cu	5.63	110	3.81	3.82	40



LUM 2.6	1944	750	2x25+TTx16Cu	8.45	110	4.28	4.3	40
LUM 2.7	1944	750	2x25+TTx16Cu	8.45	110	4.28	4.3	40
LUM 1.6	1944	750	2x25+TTx16Cu	8.45	110	4.28	4.3	40
LUM 1.7	1944	750	2x25+TTx16Cu	8.45	110	4.28	4.3	40
	33682.2	0.3	4x16Cu	60.77	66	0.01	0.02	
VENT CT	6875	25	4x2.5+TTx2.5Cu	12.4	23	0.88	0.9	20
PRES 1	5000	500	4x6+TTx6Cu	9.02	40	5.1	5.12	25
PRES 1.1	5000	500	4x6+TTx6Cu	9.02	40	5.1	5.12	25
PRES 2	5000	50	4x2.5+TTx2.5Cu	9.02	23	1.25	1.27	20
PRES 2.1	5000	50	4x2.5+TTx2.5Cu	9.02	23	1.25	1.27	20
PRES 3	5000	500	4x6+TTx6Cu	9.02	40	5.1	5.12	25
PRES 3.1	5000	500	4x6+TTx6Cu	9.02	40	5.1	5.12	25
LUM 1	194.4	500	2x2.5+TTx2.5Cu	0.85	26.5	2.85	2.87	20
LUM 2	194.4	50	2x1.5+TTx1.5Cu	0.85	20	0.48	0.5	16
LUM 3	194.4	500	2x2.5+TTx2.5Cu	0.85	26.5	2.85	2.87	20
LUM CT	259.2	25	2x1.5+TTx1.5Cu	1.13	20	0.32	0.34	16
LUM EMERG	64.8	25	2x1.5+TTx1.5Cu	0.28	20	0.08	0.1	16
DETEC	400	25	2x2.5+TTx2.5Cu	2.17	26.5	0.29	0.31	20
PLC	500	25	2x2.5+TTx2.5Cu	2.72	26.5	0.37	0.39	20
COM	1000	25	2x2.5+TTx2.5Cu	5.43	26.5	0.74	0.76	20

1.3 Instalación asociada al centro de transformación 3

CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCION

Fórmulas

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = Pc / 1,732 \times U \times \text{Cos}\phi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (L \times Pc \times Xu \times \text{Sen}\phi / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cos}\phi) = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = Pc / U \times \text{Cos}\phi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (2 \times L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (2 \times L \times Pc \times Xu \times \text{Sen}\phi / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cos}\phi) = \text{voltios (V)}$$

En donde:

Pc = Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad.



I = Intensidad en Amperios.

U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

S = Sección del conductor en mm².

Cos φ = Coseno de φ. Factor de potencia.

R = Rendimiento. (Para líneas motor).

n = N° de conductores por fase.

Xu = Reactancia por unidad de longitud en mΩ/m.

Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/\rho$$

$$\rho = \rho_{20}[1 + \alpha (T - 20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{\max} - T_0) (I/I_{\max})^2]$$

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T.

ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T.

ρ₂₀ = Resistividad del conductor a 20°C.

$$Cu = 0.018$$

$$Al = 0.029$$

α = Coeficiente de temperatura:

$$Cu = 0.00392$$

$$Al = 0.00403$$

T = Temperatura del conductor (°C).

T₀ = Temperatura ambiente (°C):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

T_{max} = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I_{max} = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$



$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

I_b: intensidad utilizada en el circuito.

I_z: intensidad admisible de la canalización según la norma UNE 20-460/5-523.

I_n: intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, I_n es la intensidad de regulación escogida.

I₂: intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I₂ se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos (1,45 I_n como máximo).

- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles (1,6 I_n).

Fórmulas compensación energía reactiva

$$\cos\varnothing = P/\sqrt{(P^2+ Q^2)}.$$

$$\operatorname{tg}\varnothing = Q/P.$$

$$Q_c = P \times (\operatorname{tg}\varnothing_1 - \operatorname{tg}\varnothing_2).$$

$$C = Q_c \times 1000 / U^2 \times \omega; \text{ (Monofásico - Trifásico conexión estrella).}$$

$$C = Q_c \times 1000 / 3 \times U^2 \times \omega; \text{ (Trifásico conexión triángulo).}$$

Siendo:

P = Potencia activa instalación (kW).

Q = Potencia reactiva instalación (kVAr).

Q_c = Potencia reactiva a compensar (kVAr).

∅₁ = Angulo de desfase de la instalación sin compensar.

∅₂ = Angulo de desfase que se quiere conseguir.

U = Tensión compuesta (V).

$$\omega = 2\pi f; f = 50 \text{ Hz.}$$

C = Capacidad condensadores (F); $\times 1000000(\mu F)$.

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

JET 1	11000 W
JET 2	11000 W
JET 3	11000 W



JET 4	11000 W
JET 5	11000 W
JET 6	11000 W
JET 7	11000 W
JET 8	11000 W
JET 9	11000 W
JET 1.1	11000 W
JET 1.2	11000 W
JET 1.3	11000 W
JET 1.4	11000 W
JET 1.5	11000 W
JET 1.6	11000 W
JET 1.7	11000 W
JET 1.8	11000 W
JET 1.8	11000 W
LUM 1.1	1080 W
LUM 1.2	1080 W
LUM 1.3	720 W
LUM 1.4	720 W
LUM 1.5	720 W
LUM 1.6	720 W
LUM 1.7	720 W
LUM 1.8	720 W
LUM 2.1	1080 W
LUM 2.2	1080 W
LUM 2.3	720 W
LUM 2.4	720 W
LUM 2.5	720 W
LUM 2.6	720 W
LUM 2.7	720 W
LUM 2.8	720 W
VENT CT	5500 W
PRES 1	4000 W
PRES 1.1	4000 W
PRES 2	4000 W
PRES 2.1	4000 W
PRES 3	4000 W



PRES 3.1	4000 W
PRES 4	4000 W
PRES 4.1	4000 W
LUM 1	108 W
LUM 2	108 W
LUM 3	108 W
LUM CT	144 W
LUM 4	108 W
LUM EMERG	36 W
DETEC	400 W
PLC	500 W
COM	1000 W
TOTAL....	250972 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 13572
- Potencia Instalada Fuerza (W): 237400
- Potencia Máxima Admisible (W): 220587.52

Cálculo de la ACOMETIDA

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 1 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 250972 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):
 $11000 \times 1.25 + 250829.59 = 264579.59$ W. (Coef. de Simult.: 1)

$$I = 264579.59 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 477.37 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2(3x150/70)mm²Al

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-Al

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 528 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 2(180) mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 78.13

$$e(\text{parcial}) = 1 \times 264579.59 / (27.94 \times 400 \times 2 \times 150) = 0.08 \text{ V.} = 0.02 \%$$



$e(\text{total})=0.02\%$ ADMIS (2% MAX.)

Cálculo de la LINEA GENERAL DE ALIMENTACION

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 1 m; $\text{Cos } \varphi: 0.8$; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$;
- Potencia a instalar: 250972 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):
 $11000 \times 1.25 + 250829.59 = 264579.59 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$$I = 264579.59 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 477.37 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2(4 \times 150 + \text{TT} \times 95) \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 598 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 2(160) mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 71.86

$$e(\text{parcial}) = 1 \times 264579.59 / (46.17 \times 400 \times 2 \times 150) = 0.05 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$e(\text{total})=0.01\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 500 A.

Cálculo de la Línea: JET 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 750 m; $\text{Cos } \varphi: 0.8$; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$; R: 1
- Potencia a instalar: 11000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$11000 \times 1.25 = 13750 \text{ W.}$$

$$I = 13750 / (1.732 \times 400 \times 0.8 \times 1) = 24.81 \text{ A.}$$



Se eligen conductores Unipolares 4x25+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 95 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.41

$e(\text{parcial})=750 \times 13750 / 50.89 \times 400 \times 25 \times 1 = 20.27 \text{ V.} = 5.07 \%$

$e(\text{total})=5.08\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: JET 2

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 500 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 11000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$11000 \times 1.25 = 13750 \text{ W.}$$

$$I = 13750 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 24.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x16+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 73 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 45.77

$e(\text{parcial})=500 \times 13750 / 50.46 \times 400 \times 16 \times 1 = 21.29 \text{ V.} = 5.32 \%$

$e(\text{total})=5.33\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:



I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: JET 3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 250 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 11000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $11000 \times 1.25 = 13750$ W.

$$I = 13750 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 24.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 10 + TT \times 10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 54 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.55

$$e(\text{parcial}) = 250 \times 13750 / (49.61 \times 400 \times 10) = 17.32 \text{ V.} = 4.33 \%$$

$$e(\text{total}) = 4.34\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: JET 4

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 50 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 11000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):



$$11000 \times 1.25 = 13750 \text{ W.}$$

$$I = 13750 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 24.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x4+TTx4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 31 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 72.02

$$e(\text{parcial}) = 50 \times 13750 / (46.15 \times 400 \times 4) = 9.31 \text{ V.} = 2.33 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.34\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: JET 5

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 250 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1

- Potencia a instalar: 11000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$11000 \times 1.25 = 13750 \text{ W.}$$

$$I = 13750 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 24.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 54 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.55

$$e(\text{parcial}) = 250 \times 13750 / (49.61 \times 400 \times 10) = 17.32 \text{ V.} = 4.33 \%$$



$e(\text{total})=4.34\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: JET 6

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 500 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 11000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $11000 \times 1.25 = 13750$ W.

$$I = 13750 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 24.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 16 + TT \times 16 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 73 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 45.77

$$e(\text{parcial}) = 500 \times 13750 / (50.46 \times 400 \times 16) = 21.29 \text{ V.} = 5.32 \%$$

$e(\text{total})=5.33\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: JET 7

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra



- Longitud: 750 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 11000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $11000 \times 1.25 = 13750$ W.

$$I = 13750 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 24.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x25+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 95 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.41

$$e(\text{parcial}) = 750 \times 13750 / (50.89 \times 400 \times 25) = 20.27 \text{ V.} = 5.07 \%$$

$$e(\text{total}) = 5.08\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: JET 8

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 1000 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 11000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $11000 \times 1.25 = 13750$ W.

$$I = 13750 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 24.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x35+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 119 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.



Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.17

$e(\text{parcial})=1000 \times 13750 / 51.11 \times 400 \times 35 \times 1 = 19.22 \text{ V.} = 4.8 \%$

$e(\text{total})=4.82\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: JET 9

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 1250 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 11000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$11000 \times 1.25 = 13750 \text{ W.}$$

$$I = 13750 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 24.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x35+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 119 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.17

$e(\text{parcial})=1250 \times 13750 / 51.11 \times 400 \times 35 \times 1 = 24.02 \text{ V.} = 6 \%$

$e(\text{total})=6.02\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: JET 1.1



- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 750 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 11000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $11000 \times 1.25 = 13750$ W.

$$I = 13750 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 24.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x25+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 95 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.41

$$e(\text{parcial}) = 750 \times 13750 / (50.89 \times 400 \times 25) = 20.27 \text{ V.} = 5.07 \%$$

$$e(\text{total}) = 5.08\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: JET 1.2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 500 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 11000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $11000 \times 1.25 = 13750$ W.

$$I = 13750 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 24.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x16+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)



I.ad. a 40°C (Fc=1) 73 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 45.77

$e(\text{parcial})=500 \times 13750 / 50.46 \times 400 \times 16 \times 1 = 21.29 \text{ V.} = 5.32 \%$

$e(\text{total})=5.33\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: JET 1.3

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 250 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 11000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$11000 \times 1.25 = 13750 \text{ W.}$$

$I=13750 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 24.81 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 4x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 54 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.55

$e(\text{parcial})=250 \times 13750 / 49.61 \times 400 \times 10 \times 1 = 17.32 \text{ V.} = 4.33 \%$

$e(\text{total})=4.34\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:



Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: JET 1.4

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 50 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 11000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $11000 \times 1.25 = 13750$ W.

$$I = 13750 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 24.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x4+TTx4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 31 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 72.02

$$e(\text{parcial}) = 50 \times 13750 / (46.15 \times 400 \times 4) = 9.31 \text{ V.} = 2.33 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.34\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: JET 1.5

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 250 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 11000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $11000 \times 1.25 = 13750$ W.



$$I=13750/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 24.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 54 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.55

$$e(\text{parcial})=250 \times 13750 / 49.61 \times 400 \times 10 \times 1 = 17.32 \text{ V.} = 4.33 \%$$

$$e(\text{total})=4.34\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: JET 1.6

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 500 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1

- Potencia a instalar: 11000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$11000 \times 1.25 = 13750 \text{ W.}$$

$$I=13750/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 24.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x16+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 73 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 45.77

$$e(\text{parcial})=500 \times 13750 / 50.46 \times 400 \times 16 \times 1 = 21.29 \text{ V.} = 5.32 \%$$

$$e(\text{total})=5.33\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$



Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: JET 1.7

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 750 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 11000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $11000 \times 1.25 = 13750$ W.

$$I = 13750 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 24.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x25+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 95 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.41

$$e(\text{parcial}) = 750 \times 13750 / (50.89 \times 400 \times 25) = 20.27 \text{ V.} = 5.07 \%$$

$$e(\text{total}) = 5.08\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: JET 1.8

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 1000 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 11000 W.



- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$11000 \times 1.25 = 13750 \text{ W.}$$

$$I = 13750 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 24.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x35+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 119 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.17

$$e(\text{parcial}) = 1000 \times 13750 / (51.11 \times 400 \times 35) = 19.22 \text{ V.} = 4.8 \%$$

$$e(\text{total}) = 4.82\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: JET 1.8

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 1250 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1

- Potencia a instalar: 11000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$11000 \times 1.25 = 13750 \text{ W.}$$

$$I = 13750 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 24.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x35+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 119 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.17



$$e(\text{parcial})=1250 \times 13750 / 51.11 \times 400 \times 35 \times 1 = 24.02 \text{ V.} = 6 \%$$

$$e(\text{total})=6.02\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: LUM 1.1

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 750 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Potencia a instalar: 1080 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$1080 \times 1.8 = 1944 \text{ W.}$$

$$I = 1944 / 230 \times 1 = 8.45 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x25+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07

I.ad. a 40°C (Fc=1) 110 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.3

$$e(\text{parcial})=2 \times 750 \times 1944 / 51.46 \times 230 \times 25 = 9.85 \text{ V.} = 4.28 \%$$

$$e(\text{total})=4.3\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: LUM 1.2

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra



- Longitud: 750 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 1080 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $1080 \times 1.8 = 1944$ W.

$$I = 1944 / 230 \times 1 = 8.45 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x25+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 110 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.3

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 750 \times 1944 / 51.46 \times 230 \times 25 = 9.85 \text{ V.} = 4.28 \%$$

$$e(\text{total}) = 4.3\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: LUM 1.3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 500 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 720 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $720 \times 1.8 = 1296$ W.

$$I = 1296 / 230 \times 1 = 5.63 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x16+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 66 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:



Temperatura cable (°C): 40.22

$e(\text{parcial})=2 \times 500 \times 1296 / 51.48 \times 230 \times 16 = 6.84 \text{ V.} = 2.97 \%$

$e(\text{total})=2.99\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: LUM 1.4

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 500 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 720 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$720 \times 1.8 = 1296 \text{ W.}$$

$$I = 1296 / 230 \times 1 = 5.63 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x16+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07

I.ad. a 40°C (Fc=1) 87 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.21

$e(\text{parcial})=2 \times 500 \times 1296 / 51.48 \times 230 \times 16 = 6.84 \text{ V.} = 2.97 \%$

$e(\text{total})=2.99\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: LUM 1.5

- Tensión de servicio: 230 V.



- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 1000 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 720 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $720 \times 1.8 = 1296$ W.

$$I = 1296 / 230 \times 1 = 5.63 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x25+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07

I.ad. a 40°C (Fc=1) 110 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.13

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 1000 \times 1296 / 51.49 \times 230 \times 25 = 8.75 \text{ V.} = 3.81 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.82\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: LUM 1.6

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 1000 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 720 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $720 \times 1.8 = 1296$ W.

$$I = 1296 / 230 \times 1 = 5.63 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x25+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07

I.ad. a 40°C (Fc=1) 110 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.



Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.13

$e(\text{parcial})=2 \times 1000 \times 1296 / 51.49 \times 230 \times 25 = 8.75 \text{ V} = 3.81 \%$

$e(\text{total})=3.82\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: LUM 1.7

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 1500 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 720 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$720 \times 1.8 = 1296 \text{ W.}$$

$$I = 1296 / 230 \times 1 = 5.63 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 35 + \text{TT} \times 16 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07

I.ad. a 40°C (Fc=1) 137 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.08

$e(\text{parcial})=2 \times 1500 \times 1296 / 51.5 \times 230 \times 35 = 9.38 \text{ V} = 4.08 \%$

$e(\text{total})=4.09\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: LUM 1.8



- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 1500 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 720 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $720 \times 1.8 = 1296 \text{ W}$.

$$I = 1296 / 230 \times 1 = 5.63 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x35+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07

I.ad. a 40°C (Fc=1) 137 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.08

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 1500 \times 1296 / 51.5 \times 230 \times 35 = 9.38 \text{ V} = 4.08 \%$$

$$e(\text{total}) = 4.09\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: LUM 2.1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 750 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 1080 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $1080 \times 1.8 = 1944 \text{ W}$.

$$I = 1944 / 230 \times 1 = 8.45 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x25+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07

I.ad. a 40°C (Fc=1) 110 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.



Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.3

$e(\text{parcial})=2 \times 750 \times 1944 / 51.46 \times 230 \times 25 = 9.85 \text{ V.} = 4.28 \%$

$e(\text{total})=4.3\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: LUM 2.2

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 750 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 1080 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$1080 \times 1.8 = 1944 \text{ W.}$$

$I = 1944 / 230 \times 1 = 8.45 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 25 + \text{TT} \times 16 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 110 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.3

$e(\text{parcial})=2 \times 750 \times 1944 / 51.46 \times 230 \times 25 = 9.85 \text{ V.} = 4.28 \%$

$e(\text{total})=4.3\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: LUM 2.3



- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 500 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 720 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $720 \times 1.8 = 1296 \text{ W}$.

$$I = 1296 / 230 \times 1 = 5.63 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x16+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07

I.ad. a 40°C (Fc=1) 87 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.21

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 500 \times 1296 / 51.48 \times 230 \times 16 = 6.84 \text{ V} = 2.97 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.99\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: LUM 2.4

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 500 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 720 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $720 \times 1.8 = 1296 \text{ W}$.

$$I = 1296 / 230 \times 1 = 5.63 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x16+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07

I.ad. a 40°C (Fc=1) 87 A. según ITC-BT-19



Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.21

$e(\text{parcial})=2 \times 500 \times 1296 / 51.48 \times 230 \times 16 = 6.84 \text{ V.} = 2.97 \%$

$e(\text{total})=2.99\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: LUM 2.5

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 1000 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 720 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$720 \times 1.8 = 1296 \text{ W.}$$

$$I = 1296 / 230 \times 1 = 5.63 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x25+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07

I.ad. a 40°C (Fc=1) 110 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.13

$e(\text{parcial})=2 \times 1000 \times 1296 / 51.49 \times 230 \times 25 = 8.75 \text{ V.} = 3.81 \%$

$e(\text{total})=3.82\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.



Cálculo de la Línea: LUM 2.6

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 1000 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 720 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $720 \times 1.8 = 1296 \text{ W}$.

$$I = 1296 / 230 \times 1 = 5.63 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x25+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07

I.ad. a 40°C (Fc=1) 110 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.13

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 1000 \times 1296 / 51.49 \times 230 \times 25 = 8.75 \text{ V} = 3.81 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.82\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: LUM 2.7

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 1500 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 720 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $720 \times 1.8 = 1296 \text{ W}$.

$$I = 1296 / 230 \times 1 = 5.63 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x35+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07



I.ad. a 40°C (Fc=1) 137 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.08

$e(\text{parcial})=2 \times 1500 \times 1296 / 51.5 \times 230 \times 35 = 9.38 \text{ V.} = 4.08 \%$

$e(\text{total})=4.09\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: LUM 2.8

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 1500 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 720 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$720 \times 1.8 = 1296 \text{ W.}$$

$I=1296/230 \times 1=5.63 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x35+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07

I.ad. a 40°C (Fc=1) 137 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.08

$e(\text{parcial})=2 \times 1500 \times 1296 / 51.5 \times 230 \times 35 = 9.38 \text{ V.} = 4.08 \%$

$e(\text{total})=4.09\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.



Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 40012 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):
 $5500 \times 1.25 + 35001.59 = 41876.59$ W. (Coef. de Simult.: 1)

$$I = 41876.59 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 75.56 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x25mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 84 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 64.27

$$e(\text{parcial}) = 0.3 \times 41876.59 / (47.34 \times 400 \times 25) = 0.03 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.02\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 80 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: VENT CT

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 5500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $5500 \times 1.25 = 6875$ W.

$$I = 6875 / (1.732 \times 400 \times 0.8 \times 1) = 12.4 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y



opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 54.54

$e(\text{parcial})=25 \times 6875 / 48.93 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 3.51 \text{ V.} = 0.88 \%$

$e(\text{total})=0.9\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: PRES 1

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 500 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 4000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$4000 \times 1.25 = 5000 \text{ W.}$$

$I=5000/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 9.02 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 40 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.54

$e(\text{parcial})=500 \times 5000 / 51.04 \times 400 \times 6 \times 1 = 20.41 \text{ V.} = 5.1 \%$

$e(\text{total})=5.12\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.



Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: PRES 1.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 500 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 4000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $4000 \times 1.25 = 5000 \text{ W.}$

$$I = 5000 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 9.02 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 40 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.54

$$e(\text{parcial}) = 500 \times 5000 / 51.04 \times 400 \times 6 \times 1 = 20.41 \text{ V.} = 5.1 \%$$

$$e(\text{total}) = 5.12\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: PRES 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 50 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 4000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $4000 \times 1.25 = 5000 \text{ W.}$



$$I=5000/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 9.02 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 47.69

$$e(\text{parcial}) = 50 \times 5000 / 50.12 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 4.99 \text{ V.} = 1.25 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.27\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: PRES 2.1

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 50 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 4000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$4000 \times 1.25 = 5000 \text{ W.}$$

$$I=5000/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 9.02 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 47.69

$$e(\text{parcial}) = 50 \times 5000 / 50.12 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 4.99 \text{ V.} = 1.25 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.27\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$



Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: PRES 3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 500 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 4000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $4000 \times 1.25 = 5000$ W.

$$I = 5000 / (1.732 \times 400 \times 0.8 \times 1) = 9.02 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 40 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.54

$$e(\text{parcial}) = 500 \times 5000 / (51.04 \times 400 \times 6 \times 1) = 20.41 \text{ V.} = 5.1 \%$$

$$e(\text{total}) = 5.12\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: PRES 3.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 500 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1



- Potencia a instalar: 4000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $4000 \times 1.25 = 5000 \text{ W.}$

$$I = 5000 / (1.732 \times 400 \times 0.8 \times 1) = 9.02 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 40 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.54

$$e(\text{parcial}) = 500 \times 5000 / (51.04 \times 400 \times 6 \times 1) = 20.41 \text{ V.} = 5.1 \%$$

$$e(\text{total}) = 5.12\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: PRES 4

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 1000 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 4000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $4000 \times 1.25 = 5000 \text{ W.}$

$$I = 5000 / (1.732 \times 400 \times 0.8 \times 1) = 9.02 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 54 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:



Temperatura cable (°C): 41.4

$e(\text{parcial})=1000 \times 5000 / 51.26 \times 400 \times 10 \times 1 = 24.39 \text{ V.} = 6.1 \%$

$e(\text{total})=6.12\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: PRES 4.1

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 1000 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 4000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$4000 \times 1.25 = 5000 \text{ W.}$$

$I=5000/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 9.02 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 10 + \text{TT} \times 10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 54 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.4

$e(\text{parcial})=1000 \times 5000 / 51.26 \times 400 \times 10 \times 1 = 24.39 \text{ V.} = 6.1 \%$

$e(\text{total})=6.12\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: LUM 1



- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 500 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 108 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $108 \times 1.8 = 194.4 \text{ W.}$

$$I = 194.4 / 230 \times 1 = 0.85 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.05

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 500 \times 194.4 / 51.51 \times 230 \times 2.5 = 6.56 \text{ V.} = 2.85 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.87\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: LUM 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 50 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 108 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $108 \times 1.8 = 194.4 \text{ W.}$

$$I = 194.4 / 230 \times 1 = 0.85 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.



Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.09

$e(\text{parcial})=2 \times 50 \times 194.4 / 51.5 \times 230 \times 1.5 = 1.09 \text{ V} = 0.48 \%$

$e(\text{total})=0.49\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: LUM 3

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 500 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 108 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$108 \times 1.8 = 194.4 \text{ W.}$$

$I = 194.4 / 230 \times 1 = 0.85 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.05

$e(\text{parcial})=2 \times 500 \times 194.4 / 51.51 \times 230 \times 2.5 = 6.56 \text{ V} = 2.85 \%$

$e(\text{total})=2.87\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: LUM CT



- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 144 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $144 \times 1.8 = 259.2$ W.

$$I = 259.2 / 230 \times 1 = 1.13 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.16

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 25 \times 259.2 / 51.49 \times 230 \times 1.5 = 0.73 \text{ V.} = 0.32 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.34\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: LUM 4

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 1000 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 108 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $108 \times 1.8 = 194.4$ W.

$$I = 194.4 / 230 \times 1 = 0.85 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 4 + TT \times 4 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07

I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19



Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.03

$e(\text{parcial})=2 \times 1000 \times 194.4 / 51.51 \times 230 \times 4 = 8.2 \text{ V.} = 3.57 \%$

$e(\text{total})=3.59\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: LUM EMERG

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 25 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 36 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$36 \times 1.8 = 64.8 \text{ W.}$$

$$I = 64.8 / 230 \times 1 = 0.28 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$e(\text{parcial})=2 \times 25 \times 64.8 / 51.51 \times 230 \times 1.5 = 0.18 \text{ V.} = 0.08 \%$

$e(\text{total})=0.1\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.



Cálculo de la Línea: DETEC

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 400 W.
- Potencia de cálculo: 400 W.

$$I=400/230 \times 0.8=2.17 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.34

$$e(\text{parcial})=2 \times 25 \times 400 / 51.45 \times 230 \times 2.5=0.68 \text{ V.}=0.29 \%$$

$$e(\text{total})=0.31\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: PLC

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: 500 W.

$$I=500/230 \times 0.8=2.72 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.



Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.53

$e(\text{parcial})=2 \times 25 \times 500 / 51.42 \times 230 \times 2.5 = 0.85 \text{ V.} = 0.37 \%$

$e(\text{total})=0.39\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: COM

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 25 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 1000 W.

- Potencia de cálculo: 1000 W.

$I=1000/230 \times 0.8=5.43 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.1

$e(\text{parcial})=2 \times 25 \times 1000 / 51.13 \times 230 \times 2.5 = 1.7 \text{ V.} = 0.74 \%$

$e(\text{total})=0.76\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:



Cuadro General de Mando y Protección

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi.. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
ACOMETIDA	264579.59	1	2(3x150/70)Al	477.37	528	0.02	0.02	2(180)
LINEA GENERAL ALIMENT.	264579.59	1	2(4x150+TTx95)Cu	477.37	598	0.01	0.01	2(160)
JET 1	13750	750	4x25+TTx16Cu	24.81	95	5.07	5.08	50
JET 2	13750	500	4x16+TTx16Cu	24.81	73	5.32	5.33	40
JET 3	13750	250	4x10+TTx10Cu	24.81	54	4.33	4.34	32
JET 4	13750	50	4x4+TTx4Cu	24.81	31	2.33	2.34	25
JET 5	13750	250	4x10+TTx10Cu	24.81	54	4.33	4.34	32
JET 6	13750	500	4x16+TTx16Cu	24.81	73	5.32	5.33	40
JET 7	13750	750	4x25+TTx16Cu	24.81	95	5.07	5.08	50
JET 8	13750	1000	4x35+TTx16Cu	24.81	119	4.8	4.82	50
JET 9	13750	1250	4x35+TTx16Cu	24.81	119	6	6.02	50
JET 1.1	13750	750	4x25+TTx16Cu	24.81	95	5.07	5.08	50
JET 1.2	13750	500	4x16+TTx16Cu	24.81	73	5.32	5.33	40
JET 1.3	13750	250	4x10+TTx10Cu	24.81	54	4.33	4.34	32
JET 1.4	13750	50	4x4+TTx4Cu	24.81	31	2.33	2.34	25
JET 1.5	13750	250	4x10+TTx10Cu	24.81	54	4.33	4.34	32
JET 1.6	13750	500	4x16+TTx16Cu	24.81	73	5.32	5.33	40
JET 1.7	13750	750	4x25+TTx16Cu	24.81	95	5.07	5.08	50
JET 1.8	13750	1000	4x35+TTx16Cu	24.81	119	4.8	4.82	50
JET 1.8	13750	1250	4x35+TTx16Cu	24.81	119	6	6.02	50
LUM 1.1	1944	750	2x25+TTx16Cu	8.45	110	4.28	4.3	40
LUM 1.2	1944	750	2x25+TTx16Cu	8.45	110	4.28	4.3	40
LUM 1.3	1296	500	2x16+TTx16Cu	5.63	66	2.97	2.99	32
LUM 1.4	1296	500	2x16+TTx16Cu	5.63	87	2.97	2.99	32
LUM 1.5	1296	1000	2x25+TTx16Cu	5.63	110	3.81	3.82	40
LUM 1.6	1296	1000	2x25+TTx16Cu	5.63	110	3.81	3.82	40
LUM 1.7	1296	1500	2x35+TTx16Cu	5.63	137	4.08	4.09	40
LUM 1.8	1296	1500	2x35+TTx16Cu	5.63	137	4.08	4.09	40
LUM 2.1	1944	750	2x25+TTx16Cu	8.45	110	4.28	4.3	40
LUM 2.2	1944	750	2x25+TTx16Cu	8.45	110	4.28	4.3	40
LUM 2.3	1296	500	2x16+TTx16Cu	5.63	87	2.97	2.99	32
LUM 2.4	1296	500	2x16+TTx16Cu	5.63	87	2.97	2.99	32
LUM 2.5	1296	1000	2x25+TTx16Cu	5.63	110	3.81	3.82	40
LUM 2.6	1296	1000	2x25+TTx16Cu	5.63	110	3.81	3.82	40
LUM 2.7	1296	1500	2x35+TTx16Cu	5.63	137	4.08	4.09	40
LUM 2.8	1296	1500	2x35+TTx16Cu	5.63	137	4.08	4.09	40
	41876.59	0.3	4x25Cu	75.56	84	0.01	0.02	
VENT CT	6875	25	4x2.5+TTx2.5Cu	12.4	23	0.88	0.9	20



PRES 1	5000	500	4x6+TTx6Cu	9.02	40	5.1	5.12	25
PRES 1.1	5000	500	4x6+TTx6Cu	9.02	40	5.1	5.12	25
PRES 2	5000	50	4x2.5+TTx2.5Cu	9.02	23	1.25	1.27	20
PRES 2.1	5000	50	4x2.5+TTx2.5Cu	9.02	23	1.25	1.27	20
PRES 3	5000	500	4x6+TTx6Cu	9.02	40	5.1	5.12	25
PRES 3.1	5000	500	4x6+TTx6Cu	9.02	40	5.1	5.12	25
PRES 4	5000	1000	4x10+TTx10Cu	9.02	54	6.1	6.12	32
PRES 4.1	5000	1000	4x10+TTx10Cu	9.02	54	6.1	6.12	32
LUM 1	194.4	500	2x2.5+TTx2.5Cu	0.85	26.5	2.85	2.87	20
LUM 2	194.4	50	2x1.5+TTx1.5Cu	0.85	20	0.48	0.49	16
LUM 3	194.4	500	2x2.5+TTx2.5Cu	0.85	26.5	2.85	2.87	20
LUM CT	259.2	25	2x1.5+TTx1.5Cu	1.13	20	0.32	0.34	16
LUM 4	194.4	1000	2x4+TTx4Cu	0.85	36	3.57	3.59	20
LUM EMERG	64.8	25	2x1.5+TTx1.5Cu	0.28	20	0.08	0.1	16
DETEC	400	25	2x2.5+TTx2.5Cu	2.17	26.5	0.29	0.31	20
PLC	500	25	2x2.5+TTx2.5Cu	2.72	26.5	0.37	0.39	20
COM	1000	25	2x2.5+TTx2.5Cu	5.43	26.5	0.74	0.76	20

2 Cálculo de los centros de transformación

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.

2.1. INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN.

En un sistema trifásico, la intensidad primaria I_p viene determinada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

U = Tensión compuesta primaria en kV = 20 kV.

I_p = Intensidad primaria en Amperios.

Sustituyendo valores, tendremos:



Potencia del transformador (kVA)	I_p (A)
400	11.55
400	11.55

siendo la intensidad total primaria de 23.09 Amperios.

2.2. INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN.

En un sistema trifásico la intensidad secundaria I_s viene determinada por la expresión:

$$I_s = \frac{S - W_{fe} - W_{cu}}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

W_{fe} = Pérdidas en el hierro.

W_{cu} = Pérdidas en los arrollamientos.

U = Tensión compuesta en carga del secundario en kilovoltios = 0.4 kV.

I_s = Intensidad secundaria en Amperios.

Sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del transformador (kVA)	I_s (A)
400	567.68
400	567.68



2.3. CORTOCIRCUITOS.

2.3.1. Observaciones.

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito se determina una potencia de cortocircuito de 500 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la Compañía suministradora.

2.3.2. Cálculo de las Corrientes de Cortocircuito.

Para la realización del cálculo de las corrientes de cortocircuito utilizaremos las expresiones:

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de alta tensión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

S_{cc} = Potencia de cortocircuito de la red en MVA.

U = Tensión primaria en kV.

I_{ccp} = Intensidad de cortocircuito primaria en kA.

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de baja tensión:

No la vamos a calcular ya que será menor que la calculada en el punto anterior.

- Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de baja tensión (despreciando la impedancia de la red de alta tensión):



$$I_{ccs} = \frac{S}{\sqrt{3} * \frac{U_{cc}}{100} * U_s}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

U_{cc} = Tensión porcentual de cortocircuito del transformador.

U_s = Tensión secundaria en carga en voltios.

I_{ccs} = Intensidad de cortocircuito secundaria en kA.

2.3.3. Cortocircuito en el lado de Alta Tensión.

Utilizando la fórmula expuesta anteriormente con:

S_{cc} = 500 MVA.

U = 20 kV.

y sustituyendo valores tendremos una intensidad primaria máxima para un cortocircuito en el lado de A.T. de:

I_{ccp} = 14.43 kA.

2.3.4. Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.

Utilizando la fórmula expuesta anteriormente y sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del transformador (kVA)	U _{cc} (%)	I _{ccs} (kA)
400	6	9.62



400

6

9.62

Siendo:

- Ucc: Tensión de cortocircuito del transformador en tanto por ciento.
- Iccs: Intensidad secundaria máxima para un cortocircuito en el lado de baja tensión.

2.4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.

Como resultado de los ensayos que han sido realizados a las celdas fabricadas por Schneider Electric no son necesarios los cálculos teóricos ya que con los certificados de ensayo ya se justifican los valores que se indican tanto en esta memoria como en las placas de características de las celdas.

2.4.1. Comprobación por densidad de corriente.

La comprobación por densidad de corriente tiene como objeto verificar que no se supera la máxima densidad de corriente admisible por el elemento conductor cuando por el circule un corriente igual a la corriente nominal máxima.

Para las celdas modelo RM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51168218XB realizado por VOLTA.

Para las celdas modelo SM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51249139XA realizado por VOLTA.

2.4.2. Comprobación por sollicitación electrodinámica.

La comprobación por sollicitación electrodinámica tiene como objeto verificar que los elementos conductores de las celdas incluidas en este proyecto son capaces de soportar el esfuerzo mecánico derivado de un defecto de cortocircuito entre fase.

Para las celdas modelo RM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la



correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51168210XB realizado por VOLTA.

Para las celdas modelo SM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51249068XA realizado por VOLTA.

Los ensayos garantizan una resistencia electrodinámica de 40kA.

2.4.3 Comprobación por solicitud térmica. Sobreintensidad térmica admisible.

La comprobación por solicitud térmica tienen como objeto comprobar que por motivo de la aparición de un defecto o cortocircuito no se producirá un calentamiento excesivo del elemento conductor principal de las celdas que pudiera así dañarlo.

Para las celdas modelo RM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51168210XB realizado por VOLTA.

Para las celdas modelo SM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51249068XA realizado por VOLTA.

Los ensayos garantizan una resistencia térmica de 16kA 1 segundo.

2.5. SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN.

*** ALTA TENSIÓN.**

Los cortacircuitos fusibles son los limitadores de corriente, produciéndose su fusión, para una intensidad determinada, antes que la corriente haya alcanzado su valor máximo. De todas formas, esta protección debe permitir el paso de la punta de corriente producida en la conexión del transformador en vacío, soportar la intensidad en servicio continuo y sobrecargas eventuales y cortar las intensidades de defecto en los bornes del secundario del transformador.

Como regla práctica, simple y comprobada, que tiene en cuenta la conexión en vacío del transformador y evita el envejecimiento del fusible, se puede verificar que la intensidad que hace fundir al fusible en 0,1 segundo es siempre superior o igual a 14 veces la intensidad nominal del transformador.



La intensidad nominal de los fusibles se escogerá por tanto en función de la potencia del transformador a proteger.

Potencia del transformador (kVA)	Intensidad nominal del fusible de A.T. (A)
400	25
400	25

El calibre de los fusibles de la celda de protección general será de 40 A.

* BAJA TENSIÓN.

La salida de Baja Tensión de cada transformador se protegerá mediante un interruptor automático.

La intensidad nominal y el poder de corte de dicho interruptor serán como mínimo iguales a los valores de intensidad nominal de Baja Tensión e intensidad máxima de cortocircuito de Baja Tensión indicados en los apartados 2.2 y 2.3.4. respectivamente.

2.6. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL C.T.

Al no ser posible un sistema de ventilación natural, se adoptará un sistema de ventilación forzada. Para el cálculo del caudal de aire necesario se aplicará la siguiente expresión:

$$\text{Caudal (m}^3\text{/h)} = \text{Pérdidas (kW)} \times 216.$$

De esta manera, tenemos que:

Potencia del transformador (kVA)	Potencia de pérdidas (kW)	Caudal (m ³ /h)
----------------------------------	---------------------------	----------------------------



400	6.7	1447.2
400	6.7	1447.2

siendo el caudal total necesario de 2894.4 m³/h.

2.7. DIMENSIONES DEL POZO APAGAFUEGOS.

Al utilizar técnica de transformador encapsulado en resina epoxy, no es necesario disponer de un foso para la recogida de aceite, al no existir éste.

2.8. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.

2.8.1. Investigación de las características del suelo.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina una resistividad media superficial = 300 Ω .m.

2.8.2. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y tiempo máximo correspondiente de eliminación de defecto.

El neutro de la red de distribución en Media Tensión está conectado rígidamente a tierra. Por ello, la intensidad máxima de defecto dependerá de la resistencia de puesta a tierra de protección del Centro, así como de las características de la red de MT.

Para un valor de resistencia de puesta a tierra del Centro de 9.3 Ω , la intensidad máxima de defecto a tierra es 200 Amperios y el tiempo de desconexión del defecto es inferior a 0.7 segundos, según datos proporcionados por la Compañía Eléctrica suministradora (IBERDROLA). Los valores de K y n para calcular la tensión máxima de contacto aplicada según MIE-RAT 13 en el tiempo de



defecto proporcionado por la Compañía son:

$$K = 72 \text{ y } n = 1.$$

2.8.3. Diseño preliminar de la instalación de tierra.

* TIERRA DE PROTECCIÓN.

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero puedan estarlo a consecuencia de averías o causas fortuitas, tales como los chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

Para los cálculos a realizar emplearemos las expresiones y procedimientos según el "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editado por UNESA, conforme a las características del centro de transformación objeto del presente cálculo, siendo, entre otras, las siguientes:

Para la tierra de protección optaremos por un sistema de las características que se indican a continuación:

- Identificación: código 5/48 del método de cálculo de tierras de UNESA.

- Parámetros característicos:

$$K_r = 0.0311 \Omega/(\Omega \cdot m).$$

$$K_p = 0.00456 V/(\Omega \cdot m \cdot A).$$

- Descripción:

Estará constituida por 4 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 8.00 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 12.00 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 36 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros K_r y K_p de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior.



La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

* TIERRA DE SERVICIO.

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características de las picas serán las mismas que las indicadas para la tierra de protección. La configuración escogida se describe a continuación:

- Identificación: código 5/48 del método de cálculo de tierras de UNESA.

- Parámetros característicos:

$$K_r = 0.0311 \Omega/(\Omega \cdot m).$$

$$K_p = 0.00456 V/(\Omega \cdot m \cdot A).$$

- Descripción:

Estará constituida por 4 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 8.00 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 12.00 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 36 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros K_r y K_p de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37 Ω . Con este criterio se consigue que un defecto a tierra en una instalación de Baja Tensión protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de sensibilidad 650 mA., no ocasione en el electrodo de puesta a tierra una tensión superior a 24 Voltios ($=37 \times 0,650$).

Existirá una separación mínima entre las picas de la tierra de protección y las picas de la tierra de servicio a fin de evitar la posible transferencia de tensiones elevadas a la red de Baja Tensión. Dicha separación está calculada en el apartado 2.8.8.



2.8.4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierras.

* TIERRA DE PROTECCIÓN.

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas del Centro (R_t), y tensión de defecto correspondiente (U_d), utilizaremos las siguientes fórmulas:

- Resistencia del sistema de puesta a tierra, R_t :

$$R_t = K_r * \sigma .$$

- Tensión de defecto, U_d :

$$U_d = I_d * R_t .$$

Siendo:

$$\sigma = 300 \Omega.m.$$

$$K_r = 0.0311 \Omega./(\Omega m).$$

$$I_d = 200 A.$$

se obtienen los siguientes resultados:

$$R_t = 9.3 \Omega.$$

$$U_d = 1866 V$$

El aislamiento de las instalaciones de baja tensión del C.T. deberá ser mayor o igual que la tensión máxima de defecto calculada (U_d), por lo que deberá ser como mínimo de 2000 Voltios.

De esta manera se evitará que las sobretensiones que aparezcan al producirse un defecto en la parte de Alta Tensión deterioren los elementos de Baja Tensión del centro, y por ende no afecten a la red de Baja Tensión.



Comprobamos asimismo que la intensidad de defecto calculada es superior a 100 Amperios, lo que permitirá que pueda ser detectada por las protecciones normales.

* TIERRA DE SERVICIO.

$$R_t = K_r \cdot \sigma = 0.0311 \cdot 300 = 9.3 \Omega.$$

que vemos que es inferior a 37 Ω .

2.8.5. Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejillas de ventilación metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Los muros, entre sus paramentos tendrán una resistencia de 100.000 ohmios como mínimo (al mes de su realización).

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá determinada por las características del electrodo y de la resistividad del terreno, por la expresión:

$$U_p = K_p \cdot \sigma \cdot I_d = 0.00456 \cdot 300 \cdot 200 = 273.6 \text{ V.}$$

2.8.6. Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.

El piso del Centro estará constituido por un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro



no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de protección del Centro. Con esta disposición se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, está sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm. de espesor como mínimo.

En el caso de existir en el paramento interior una armadura metálica, ésta estará unida a la estructura metálica del piso.

Así pues, no será necesario el cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación, puesto que su valor será prácticamente nulo.

No obstante, y según el método de cálculo empleado, la existencia de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra implica que la tensión de paso de acceso es equivalente al valor de la tensión de defecto, que se obtiene mediante la expresión:

$$U_p \text{ acceso} = U_d = R_t * I_d = 9.3 * 200 = 1866 \text{ V.}$$

2.8.7. Cálculo de las tensiones aplicadas.

La tensión máxima de contacto aplicada, en voltios, que se puede aceptar, según el reglamento MIE-RAT, será:

$$U_{ca} = \frac{K}{t^n}$$

Siendo:

U_{ca} = Tensión máxima de contacto aplicada en Voltios.

$K = 72$.

$n = 1$.

t = Duración de la falta en segundos: 0.7 s

obtenemos el siguiente resultado:

$$U_{ca} = 102.86 \text{ V}$$



Para la determinación de los valores máximos admisibles de la tensión de paso en el exterior, y en el acceso al Centro, emplearemos las siguientes expresiones:

$$Up(\text{exterior}) = 10 \frac{K}{t^n} \left(1 + \frac{6 * \sigma}{1.000} \right)$$

$$Up(\text{acceso}) = 10 \frac{K}{t^n} \left(1 + \frac{3 * \sigma + 3 * \sigma h}{1.000} \right)$$

Siendo:

Up = Tensiones de paso en Voltios.

K = 72.

n = 1.

t = Duración de la falta en segundos: 0.7 s

σ = Resistividad del terreno.

σh = Resistividad del hormigón = 3.000 Ω .m

obtenemos los siguientes resultados:

$$Up(\text{exterior}) = 2880 \text{ V}$$

$$Up(\text{acceso}) = 11211.4 \text{ V}$$

Así pues, comprobamos que los valores calculados son inferiores a los máximos admisibles:

- en el exterior:

$$Up = 273.6 \text{ V.} < Up(\text{exterior}) = 2880 \text{ V.}$$

- en el acceso al C.T.:

$$Ud = 1866 \text{ V.} < Up(\text{acceso}) = 11211.4 \text{ V.}$$

2.8.8. Investigación de tensiones transferibles al exterior.



Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio previo para su reducción o eliminación.

No obstante, con el objeto de garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima $D_{mín}$, entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio, determinada por la expresión:

$$D_{mín} = \frac{\sigma * I_d}{2.000 * \pi}$$

con:

$$\sigma = 300 \Omega.m.$$

$$I_d = 200 A.$$

obtenemos el valor de dicha distancia:

$$D_{mín} = 9.55 m.$$

2.8.9. Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo.

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado. No obstante, si el valor medido de las tomas de tierra resultara elevado y pudiera dar lugar a tensiones de paso o contacto excesivas, se corregirían estas mediante la disposición de una alfombra aislante en el suelo del Centro, o cualquier otro medio que asegure la no peligrosidad de estas tensiones.



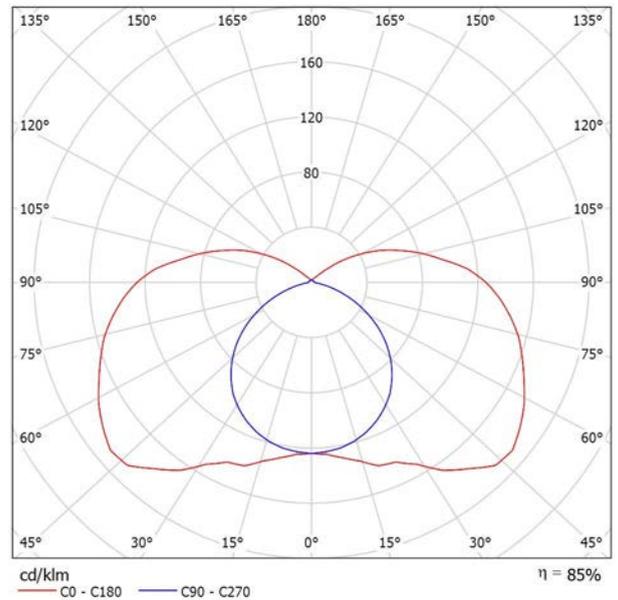


Anejo 5: Estudio de Iluminación

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

ETAP E62/136HFW / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 82
Código CIE Flux: 29 58 82 82 86

rectangulares - luminaria industrial
con reflector - aluminio satinado

tipo lámpara: T8 - Ø 26 mm

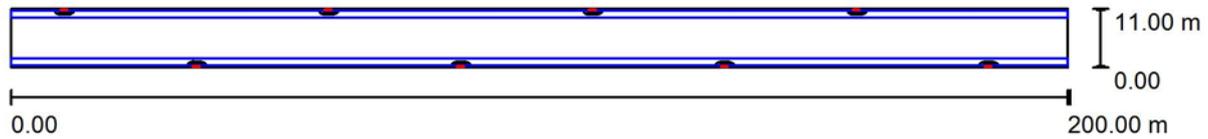
Available lamps:
36W T8

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30		
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30		
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20		
Tamaño del local	X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	21.1	22.4	21.6	22.9	23.5	15.8	17.1	16.3	17.7	18.3	
	3H	24.1	25.3	24.7	25.9	26.5	16.9	18.1	17.5	18.7	19.4	
	4H	25.8	26.9	26.4	27.5	28.2	17.3	18.4	17.9	19.0	19.7	
	6H	27.6	28.7	28.2	29.3	30.0	17.5	18.6	18.1	19.2	19.9	
	8H	28.6	29.7	29.2	30.3	31.0	17.6	18.6	18.2	19.2	19.9	
12H	29.8	30.8	30.4	31.4	32.1	17.6	18.6	18.2	19.2	19.9		
4H	2H	21.6	22.8	22.2	23.3	24.0	18.3	19.4	18.9	20.0	20.7	
	3H	24.9	25.9	25.6	26.6	27.3	19.9	20.9	20.5	21.5	22.2	
	4H	26.9	27.8	27.5	28.4	29.1	20.5	21.4	21.1	22.0	22.8	
	6H	28.9	29.8	29.6	30.4	31.2	20.9	21.7	21.5	22.3	23.1	
	8H	30.1	30.8	30.8	31.5	32.3	21.0	21.7	21.7	22.4	23.2	
12H	31.4	32.1	32.1	32.8	33.6	21.1	21.7	21.7	22.4	23.2		
8H	4H	27.2	28.0	27.9	28.6	29.4	22.6	23.4	23.3	24.0	24.8	
	6H	29.6	30.3	30.3	31.0	31.8	23.6	24.2	24.3	24.9	25.7	
	8H	31.0	31.6	31.7	32.3	33.1	23.9	24.5	24.6	25.2	26.1	
	12H	32.6	33.1	33.3	33.8	34.7	24.2	24.7	24.9	25.4	26.3	
12H	4H	27.2	27.9	27.9	28.6	29.4	23.3	24.0	24.0	24.7	25.5	
	6H	29.7	30.3	30.5	31.0	31.9	24.6	25.2	25.3	25.9	26.7	
	8H	31.2	31.7	32.0	32.5	33.3	25.2	25.7	26.0	26.5	27.3	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H	+0.2 / -0.2					+0.1 / -0.0						
S = 1.5H	+0.3 / -0.3					+0.1 / -0.2						
S = 2.0H	+0.4 / -0.5					+0.3 / -0.4						
Tabla estándar	---					---						
Sumando de corrección	---					---						
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 3200lm Flujo luminoso total												

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Tramo túnel monotubo / Resumen



Altura del local: 7.680 m, Altura de montaje: 1.550 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:1430

Superficie	□[%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	6.99	1.32	519	0.189
Suelo	20	3.50	0.60	40	0.170
Techos (14)	70	5.18	0.43	572	/
Paredes (2)	50	2.69	1.38	5.64	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	□(Luminaria) [lm]	□(Lámparas) [lm]	P [W]
1	8	ETAP E62/136HFW (1.000)	2735	3200	35.0
			Total: 21882	Total: 25600	280.0

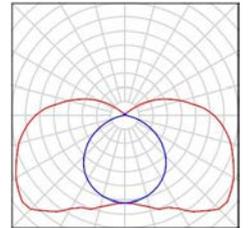
Valor de eficiencia energética: $0.13 \text{ W/m}^2 = 1.82 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 2200.00 m²)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Tramo túnel monotubo / Lista de luminarias

8 Pieza ETAP E62/136HFW
N° de artículo: E62/136HFW
Flujo luminoso (Luminaria): 2735 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 3200 lm
Potencia de las luminarias: 35.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 82
Código CIE Flux: 29 58 82 82 86
Lámpara: 1 x 36W T8 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Tramo túnel monotubo / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 21882 lm
Potencia total: 280.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	3.48	3.50	6.99	/	/
Pasillo de evacuación 1	7.12	3.62	11	/	/
Pasillo de evacuación 2	7.02	3.59	11	/	/
Suelo	1.10	2.40	3.50	20	0.22
Techo	2.44	2.69	5.13	70	1.14
Techo	2.06	2.55	4.61	70	1.03
Techo	2.15	2.47	4.61	70	1.03
Techo	2.32	2.45	4.77	70	1.06
Techo	2.49	2.39	4.89	70	1.09
Techo	2.50	2.41	4.90	70	1.09
Techo	2.32	2.41	4.73	70	1.05
Techo	2.15	2.45	4.60	70	1.03
Techo	2.05	2.62	4.68	70	1.04
Techo	2.41	2.75	5.16	70	1.15
Techo	4.88	3.02	7.90	70	1.76
Techo	0.84	0.84	1.68	70	0.37
Techo	0.82	0.82	1.64	70	0.37
Techo	5.17	3.00	8.17	70	1.82
Pared 2	0.29	1.58	1.87	50	0.30
Pared 4	0.77	2.73	3.51	50	0.56

Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_m : 0.189 (1:5)

E_{\min} / E_{\max} : 0.003 (1:393)

Valor de eficiencia energética: $0.13 \text{ W/m}^2 = 1.82 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 2200.00 m²)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

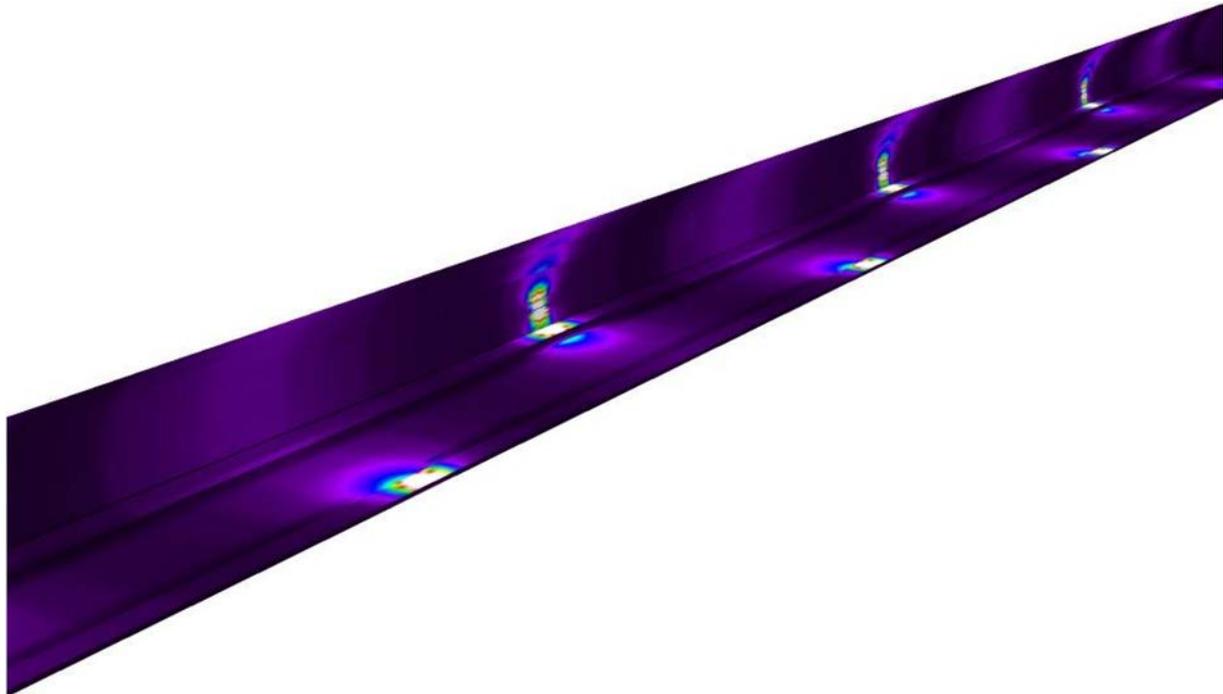
Tramo túnel monotubo / Rendering (procesado) en 3D





Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Tramo túnel monotubo / Rendering (procesado) de colores falsos

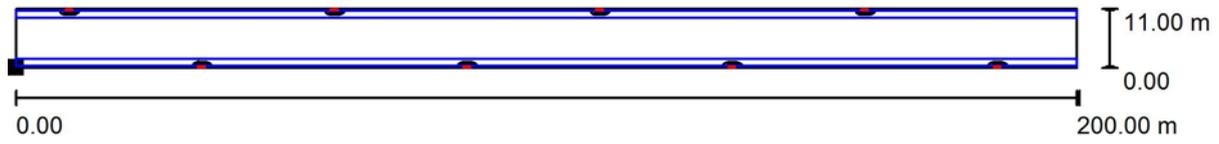


0 10 20 30 40 50 60 70 80 lx



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Tramo túnel monotubo / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 1430

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:
(0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)



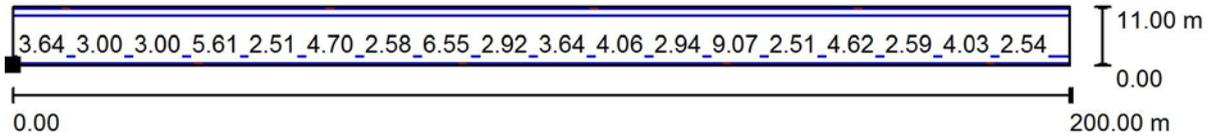
Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
6.99	1.32	519	0.189	0.003



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Tramo túnel monotubo / Plano útil / Gráfico de valores (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 1430

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:
(0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)



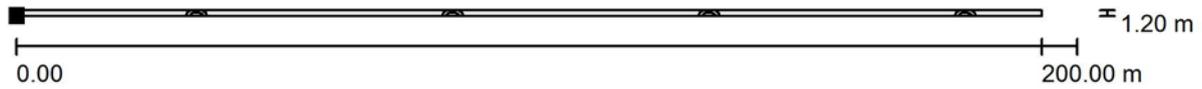
Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
6.99	1.32	519	0.189	0.003



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Tramo túnel monotubo / Pasillo de evacuación 1 / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 1430

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:
(0.000 m, 0.517 m, 0.351 m)



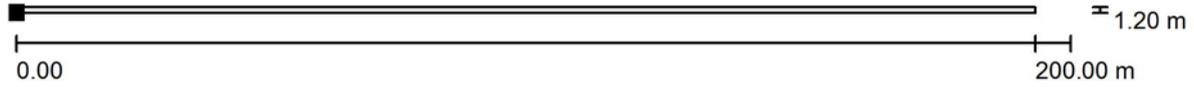
Trama: 128 x 16 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
11	1.34	225	0.125	0.006



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Tramo túnel monotubo / Pasillo de evacuación 2 / Gráfico de valores (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 1430

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:
(0.000 m, 9.282 m, 0.351 m)



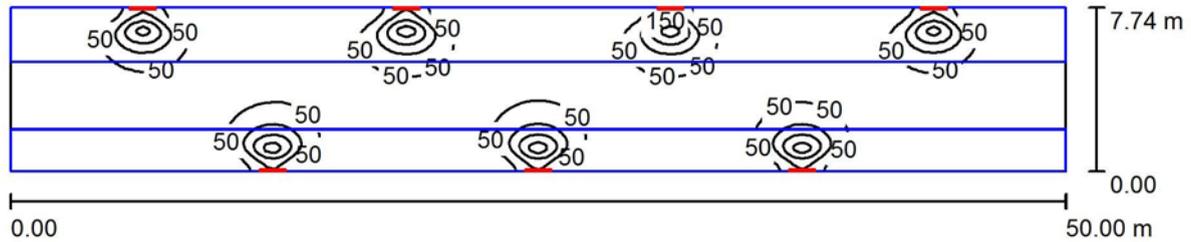
Trama: 128 x 16 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
11	1.71	223	0.162	0.008



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 1 / Resumen



Altura del local: 7.150 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:358

Superficie	□[%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	40	9.15	224	0.226
Suelo	20	15	0.47	79	0.032
Techo	70	0.11	0.00	1.70	0.038
Paredes (4)	49	23	3.60	110	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	□(Luminaria) [lm]	□(Lámparas) [lm]	P [W]
1	7	PHILIPS Leuchten 910500453338 CoreLine LED-Feuchtraumleuchte WT120C LED40S/840 PSU L1200 (1.000)	4000	4000	41.0
			Total: 27997	Total: 28000	287.0

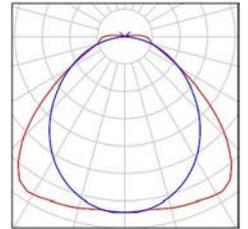
Valor de eficiencia energética: 0.74 W/m² = 1.83 W/m²/100 lx (Base: 387.00 m²)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 1 / Lista de luminarias

7 Pieza PHILIPS Leuchten 910500453338 CoreLine
LED-Feuchtraumleuchte WT120C LED40S/840
PSU L1200
N° de artículo: 910500453338
Flujo luminoso (Luminaria): 4000 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 4000 lm
Potencia de las luminarias: 41.0 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
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 1 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 27997 lm
Potencia total: 287.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	24	16	40	/	/
Superficie de cálculo 1	19	15	34	/	/
Superficie de cálculo 2	24	15	40	/	/
Suelo	8.10	6.53	15	20	0.93
Techo	0.00	0.11	0.11	70	0.02
Pared 1	14	12	26	49	4.05
Pared 2	5.57	8.76	14	49	2.24
Pared 3	12	12	24	49	3.76
Pared 4	5.59	8.70	14	49	2.23

Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_m : 0.226 (1:4)

E_{\min} / E_{\max} : 0.041 (1:25)

Valor de eficiencia energética: $0.74 \text{ W/m}^2 = 1.83 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 387.00 m²)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

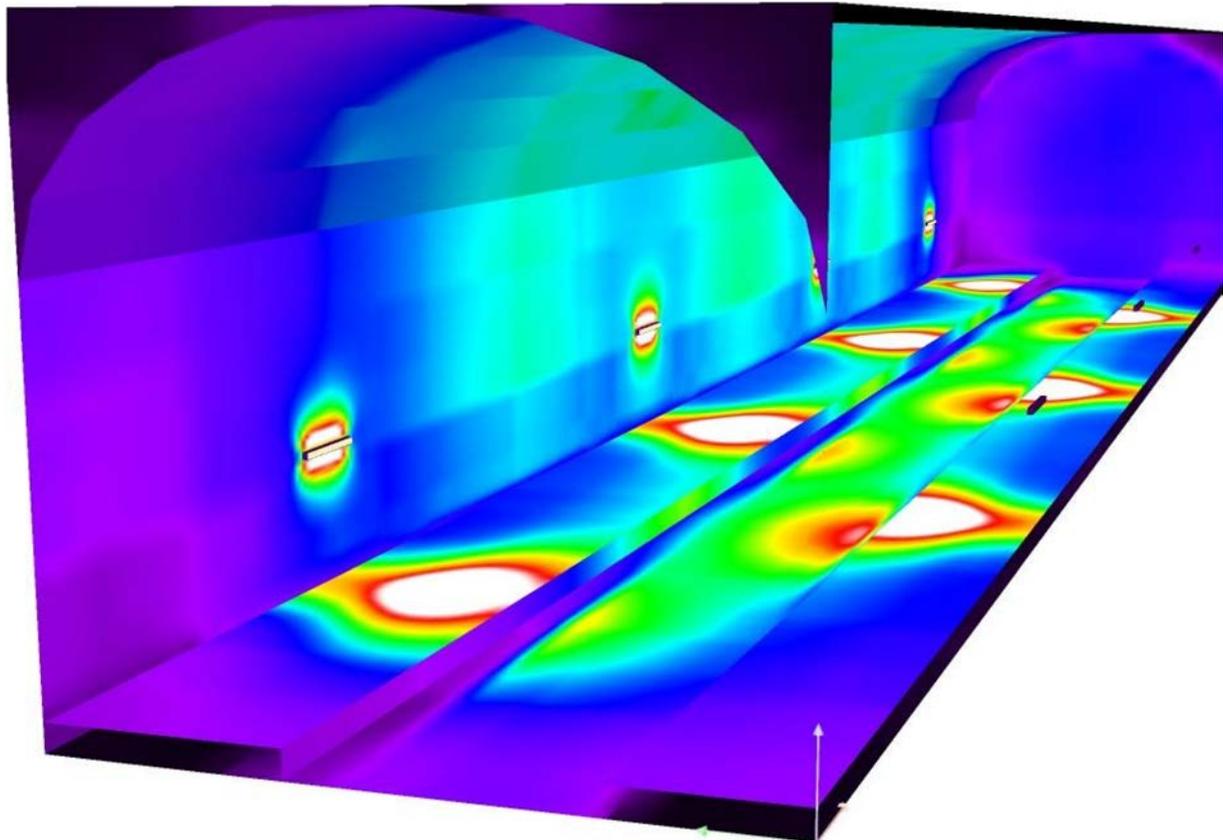
Local1 / Rendering (procesado) en 3D





Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Local1 / Rendering (procesado) de colores falsos

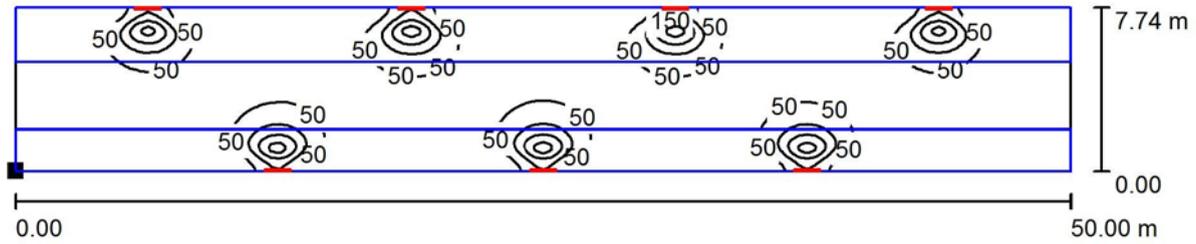


0 10 20 30 40 50 60 70 80 lx



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 1 / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 358

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:
(0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)



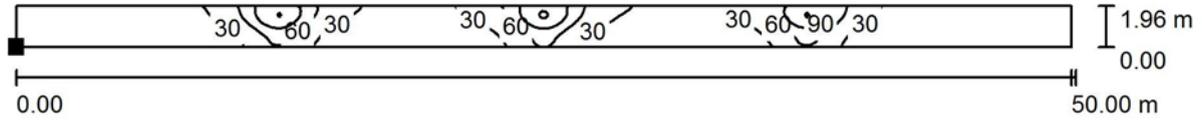
Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
40	9.15	224	0.226	0.041



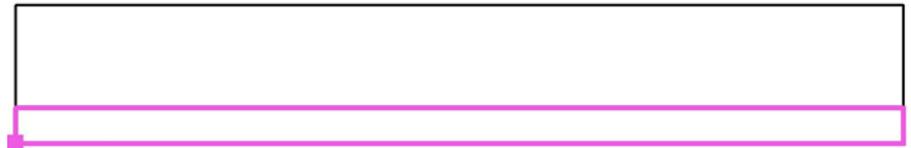
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 1 / Superficie de cálculo 1 / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 358

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(0.000 m, 0.000 m, 0.335 m)



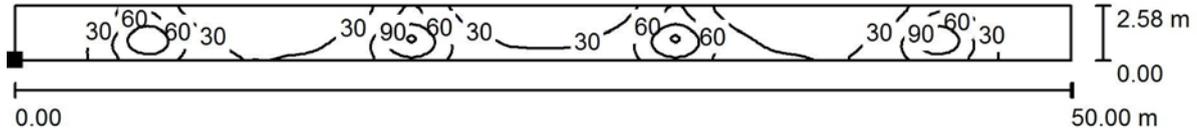
Trama: 128 x 32 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
34	11	124	0.327	0.090



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 1 / Superficie de cálculo 2 / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 358

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(0.000 m, 5.160 m, 0.335 m)



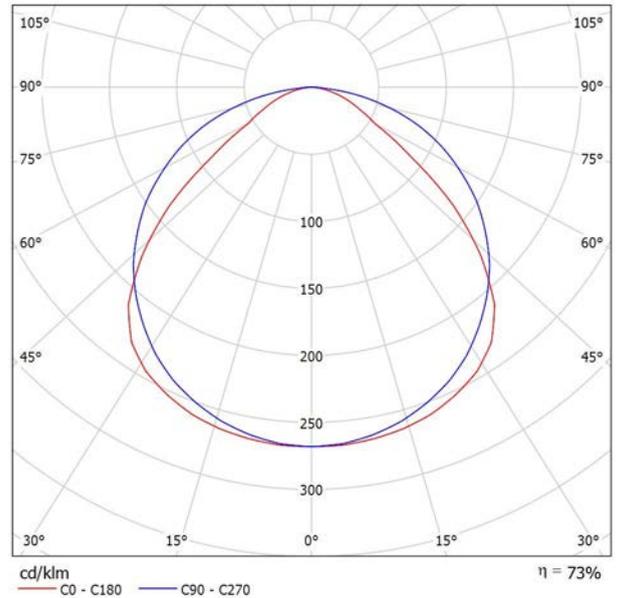
Trama: 128 x 32 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
40	8.96	124	0.226	0.072

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

3FFILIPPI 4090 Fil 180 1x36 HF RFB Medio / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 52 85 97 100 73

CARACTERÍSTICAS LUMINOTÉCNICAS

Rendimiento luminoso >73%.
Distribución media con el uso de la plaqueta variadora.
UGR <23 (EN 12464-1).

MECÁNICAS

Recuperador de flujo parabólico RFB de acero pintado blanco.
Cuerpo de acero galvanizado en caliente, pintado en poliéster de color blanco.
Cabezales de metal con cierre decorativo de policarbonato blanco, desmontable para formar canales.
Cubre-cátodos de policarbonato anticafé de lámpara.
Dimensiones: 180x1280 mm, altura 80 mm. Peso 4,75 kg.
Para formar canales, hay que restar de la longitud total de 20-40 mm dependiendo si se desmontan 1-2 adornos de cobertura.
Grado de protección IP40.
Resistencia al hilo incandescente 850°C.

ELÉCTRICAS

Equipo electrónico EEI A2, 230V-50/60Hz, factor de potencia >0,95, con precaldeo, potencia de salida constante, clase I.
ENEC.

EQUIPAMIENTO

Plaqueta variadora para enfoque de la lámpara.

APLICACIONES

Ambientes comerciales, de exposición, tiendas.

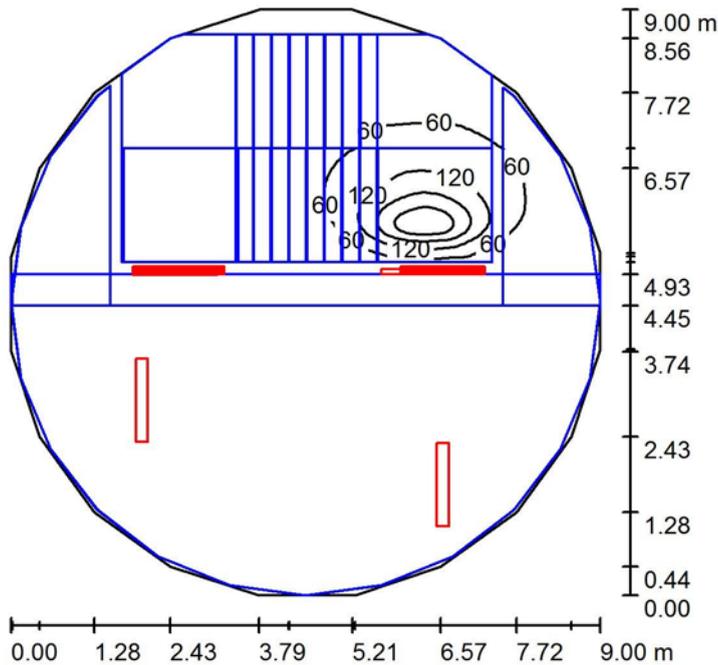
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR										
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	16.9	18.1	17.2	18.3	18.6	19.4	20.7	19.7	20.9
	3H	17.3	18.4	17.6	18.7	19.0	21.1	22.2	21.4	22.5
	4H	17.5	18.6	17.8	18.8	19.1	21.7	22.8	22.1	23.1
	6H	17.6	18.6	18.0	18.9	19.2	22.1	23.1	22.5	23.4
	8H	17.6	18.6	18.0	18.9	19.2	22.3	23.2	22.6	23.5
4H	12H	17.6	18.5	18.0	18.8	19.2	22.3	23.2	22.7	23.5
	2H	17.5	18.6	17.9	18.9	19.2	19.7	20.7	20.0	21.0
	3H	18.1	19.0	18.5	19.3	19.6	21.4	22.3	21.8	22.7
	4H	18.3	19.1	18.7	19.5	19.8	22.2	23.0	22.6	23.3
	6H	18.5	19.2	18.9	19.6	20.0	22.7	23.3	23.1	23.7
8H	8H	18.6	19.2	19.0	19.6	20.0	22.8	23.4	23.2	23.8
	12H	18.6	19.2	19.0	19.6	20.0	22.9	23.4	23.3	23.9
	4H	18.6	19.2	19.0	19.6	20.0	22.1	22.8	22.6	23.2
	6H	18.8	19.3	19.3	19.8	20.2	22.7	23.2	23.1	23.6
	8H	18.9	19.3	19.4	19.8	20.3	22.9	23.3	23.3	23.8
12H	12H	18.9	19.3	19.4	19.8	20.3	23.0	23.3	23.5	23.8
	4H	18.6	19.1	19.0	19.5	20.0	22.1	22.7	22.6	23.1
	6H	18.8	19.3	19.3	19.7	20.2	22.7	23.1	23.1	23.6
	8H	18.9	19.3	19.4	19.8	20.3	22.8	23.2	23.3	23.7
	8H	18.9	19.3	19.4	19.8	20.3	22.8	23.2	23.3	23.7
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias										
S = 1.0H	+0.4 / -0.5					+0.1 / -0.2				
S = 1.5H	+1.0 / -1.9					+0.5 / -0.6				
S = 2.0H	+1.7 / -2.6					+0.4 / -0.7				
Tabla estándar	BK03					BK05				
Sumando de corrección	0.1					4.7				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 3350lm Flujo luminoso total										



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 2 / Resumen



Altura del local: 26.811 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:116

Superficie	□[%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	20	0.28	294	0.014
Suelo	20	12	0.66	90	0.055
Techo	70	8.77	5.08	30	0.579
Paredes (20)	50	32	0.49	268	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	□(Luminaria) [lm]	□(Lámparas) [lm]	P [W]
1	19	3FFILIPPI 4090 Fil 180 1x36 HF RFB Me dio (1.000)	2431	3350	36.0
			Total: 46194	Total: 63650	684.0

Valor de eficiencia energética: 10.66 W/m² = 54.10 W/m²/100 lx (Base: 64.18 m²)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 2 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 46194 lm
Potencia total: 684.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	13	6.35	20	/	/
Superficie de cálculo 1	44	18	62	/	/
Superficie de cálculo 3	27	22	49	/	/
Superficie de cálculo 4	76	11	87	/	/
Suelo	5.65	6.39	12	20	0.77
Techo	0.63	8.14	8.77	70	1.95
Pared 1	28	11	39	50	6.22
Pared 2	0.80	4.23	5.03	50	0.80
Pared 3	2.30	2.80	5.10	50	0.81
Pared 4	3.67	2.78	6.45	50	1.03
Pared 5	2.68	2.71	5.40	50	0.86
Pared 6	1.18	2.69	3.87	50	0.62
Pared 7	1.06	2.81	3.87	50	0.62
Pared 8	3.90	2.91	6.81	50	1.08
Pared 9	8.18	2.77	11	50	1.74
Pared 10	2.78	2.55	5.33	50	0.85
Pared 11	0.78	2.35	3.13	50	0.50
Pared 12	0.51	4.15	4.66	50	0.74
Pared 13	37	11	48	50	7.66
Pared 14	78	11	89	50	14
Pared 15	61	10	71	50	11
Pared 16	51	10	62	50	9.83
Pared 17	51	10	61	50	9.65
Pared 18	49	11	59	50	9.47
Pared 19	55	11	66	50	10
Pared 20	69	10	79	50	13

Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_{\max} : 0.014 (1:70)

E_{\min} / E_{\max} : 0.001 (1:1045)

Valor de eficiencia energética: 10.66 W/m² = 54.10 W/m²/100 lx (Base: 64.18 m²)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

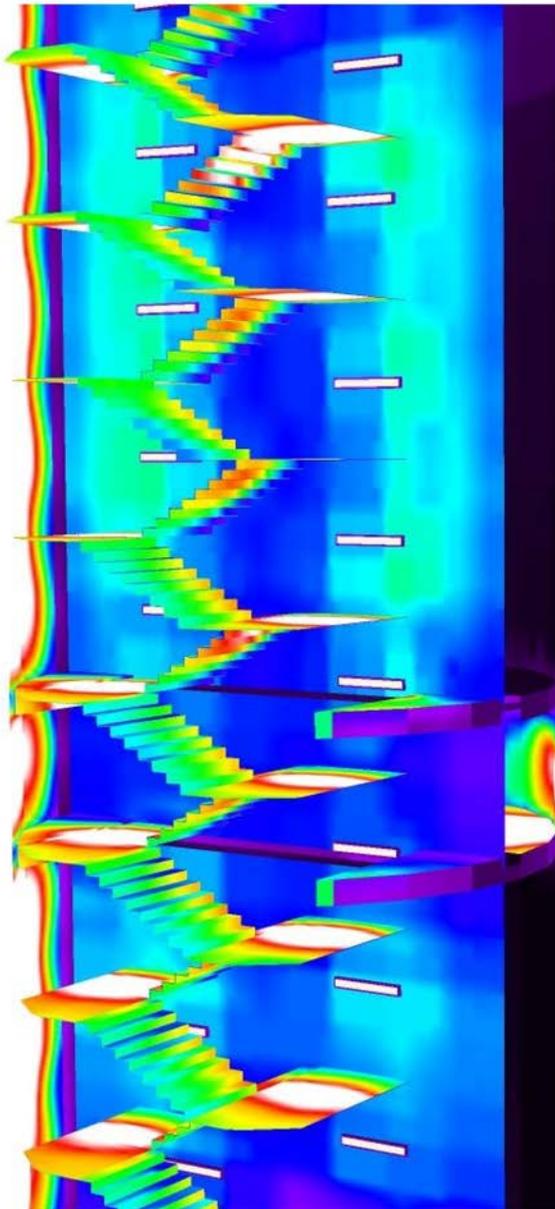
Local 21 Rendering (procesado) en 3D





Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 2 / Rendering (procesado) de colores falsos



0 10 20 30 40 50 60 70 80 lx



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

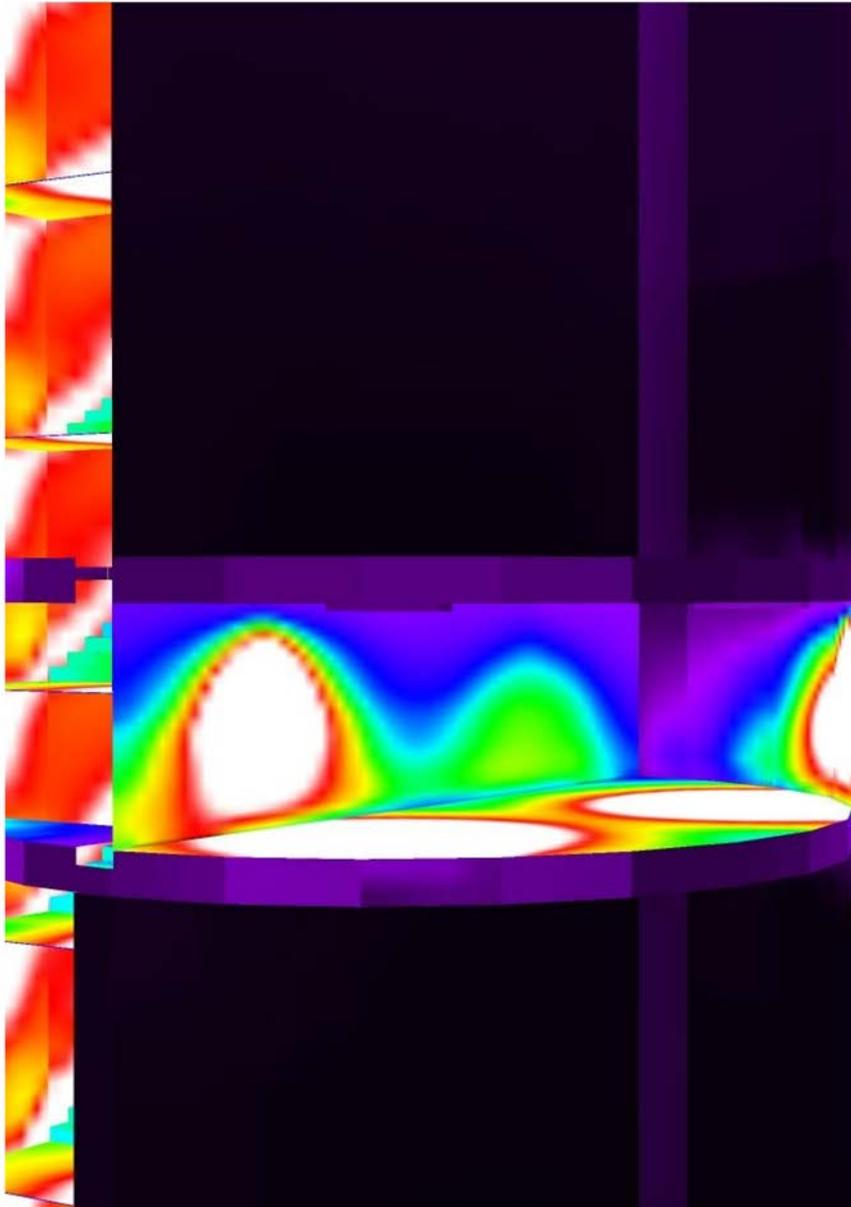
Local 21 Rendering (procesado) en 3D





Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 2 / Rendering (procesado) de colores falsos

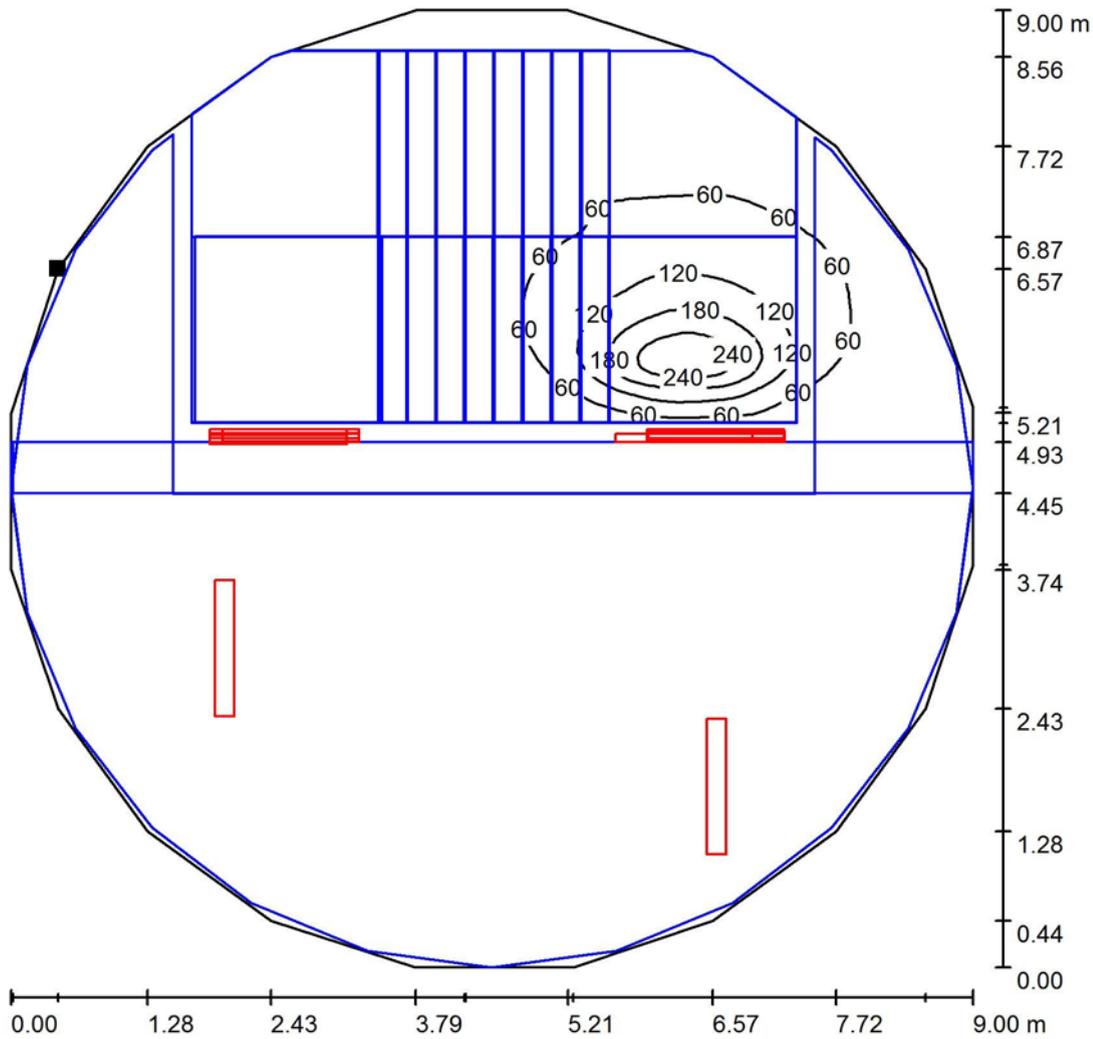


0 10 20 30 40 50 60 70 80 lx



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 2 / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 71

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(-4.060 m, 2.068 m, 0.850 m)



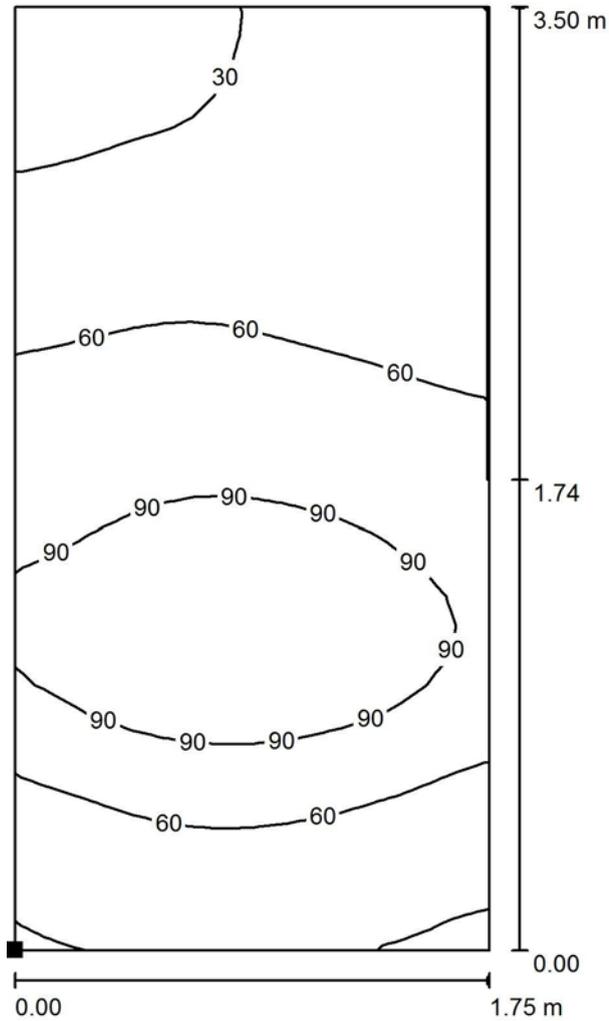
Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
20	0.28	294	0.014	0.001



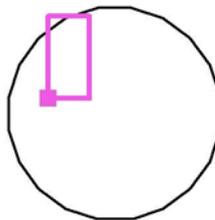
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 2 / Superficie de cálculo 1 / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 28

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(-2.806 m, 0.624 m, 1.270 m)



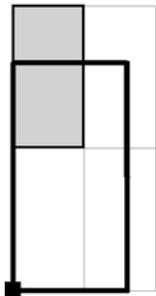
Trama: 16 x 32 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
62	12	116	0.191	0.102



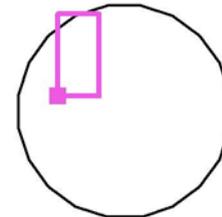
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 2 / Superficie de cálculo 1 / Tabla (E, perpendicular)



■ sección actual
□ otras secciones

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(-2.806 m, 0.624 m, 1.270 m)



3.447	<u>12</u>	<u>12</u>	<u>12</u>	<u>12</u>	22	22	24	24	41	41
3.337	<u>12</u>	<u>12</u>	<u>12</u>	<u>12</u>	22	22	24	24	41	41
3.228	<u>12</u>	<u>12</u>	15	15	25	25	26	26	41	41
3.118	<u>12</u>	<u>12</u>	15	15	25	25	26	26	41	41
3.009	26	26	36	36	35	35	35	35	44	44
2.900	26	26	36	36	35	35	35	35	44	44
2.790	39	39	40	40	39	39	40	40	49	49
2.681	39	39	40	40	39	39	40	40	49	49
2.571	51	51	53	53	54	54	54	54	51	51
2.462	51	51	53	53	54	54	54	54	51	51
2.353	57	57	59	59	61	61	61	61	58	58
2.243	57	57	59	59	61	61	61	61	58	58
m	0.055	0.164	0.273	0.382	0.491	0.600	0.709	0.819	0.928	1.037

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

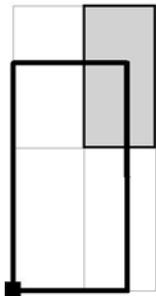
Trama: 16 x 32 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
62	12	116	0.191	0.102



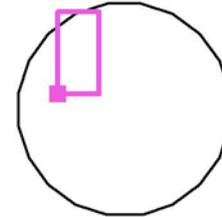
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 2 / Superficie de cálculo 1 / Tabla (E, perpendicular)



■ sección actual
□ otras secciones

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(-2.806 m, 0.624 m, 1.270 m)



3.447	41	41	37	37	36	36
3.337	41	41	37	37	36	36
3.228	41	41	39	39	38	38
3.118	41	41	39	39	38	38
3.009	44	44	42	42	41	41
2.900	44	44	42	42	41	41
2.790	48	48	47	47	45	45
2.681	48	48	47	47	45	45
2.571	50	50	48	48	46	46
2.462	50	50	48	48	46	46
2.353	56	56	54	54	51	51
2.243	56	56	54	54	51	51
m	1.146	1.255	1.364	1.473	1.582	1.692

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

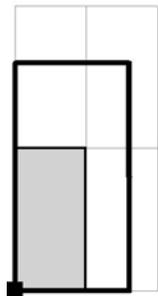
Trama: 16 x 32 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
62	12	116	0.191	0.102



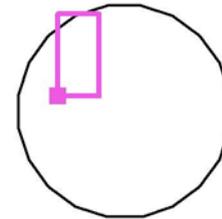
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 2 / Superficie de cálculo 1 / Tabla (E, perpendicular)



■ sección actual
□ otras secciones

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(-2.806 m, 0.624 m, 1.270 m)



2.134	64	64	67	67	70	70	71	71	67	67
2.024	64	64	67	67	70	70	71	71	67	67
1.915	72	72	77	77	80	80	81	81	78	78
1.805	72	72	77	77	80	80	81	81	78	78
1.696	81	81	87	87	91	91	93	93	92	92
1.587	81	81	87	87	91	91	93	93	92	92
1.477	90	90	98	98	104	104	106	106	104	104
1.368	90	90	98	98	104	104	106	106	104	104
1.258	93	97	102	105	109	112	113	114	112	111
1.149	94	98	104	107	112	114	<u>116</u>	<u>116</u>	115	113
1.039	91	96	102	106	110	113	115	115	114	112
0.930	87	92	97	101	105	108	109	110	108	106
0.821	76	81	86	90	93	96	97	98	97	95
0.711	65	70	74	77	80	82	83	84	83	81
0.602	56	59	62	65	68	69	71	71	70	69
0.492	50	52	55	58	60	62	63	63	62	61
0.383	44	45	49	50	53	54	56	56	54	54
0.274	40	41	43	44	46	47	47	47	47	46
0.164	29	29	31	31	32	32	33	33	32	32
0.055	29	29	31	31	32	32	33	33	32	32
m	0.055	0.164	0.273	0.382	0.491	0.600	0.709	0.819	0.928	1.037

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 16 x 32 Puntos

E_m [lx]
62

E_{min} [lx]
12

E_{max} [lx]
116

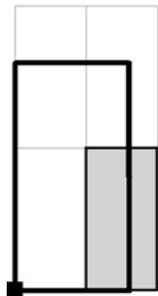
E_{min} / E_m
0.191

E_{min} / E_{max}
0.102



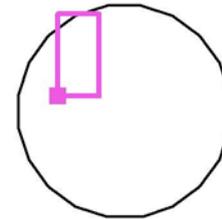
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 2 / Superficie de cálculo 1 / Tabla (E, perpendicular)



■ sección actual
□ otras secciones

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(-2.806 m, 0.624 m, 1.270 m)



2.134	66	66	62	62	59	59
2.024	66	66	62	62	59	59
1.915	75	75	71	71	66	66
1.805	75	75	71	71	66	66
1.696	88	88	84	84	78	78
1.587	88	88	84	84	78	78
1.477	100	100	94	94	85	85
1.368	100	100	94	94	85	85
1.258	108	105	101	97	91	87
1.149	110	106	102	98	91	88
1.039	109	105	100	96	89	84
0.930	104	100	96	92	85	81
0.821	92	89	85	81	75	70
0.711	79	76	73	69	65	61
0.602	66	64	62	59	55	52
0.492	59	58	55	52	49	46
0.383	51	50	48	46	41	40
0.274	45	44	42	40	38	37
0.164	31	31	29	29	27	27
0.055	31	31	29	29	27	27

m 1.146 1.255 1.364 1.473 1.582 1.692

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 16 x 32 Puntos

E_m [lx]
62

E_{min} [lx]
12

E_{max} [lx]
116

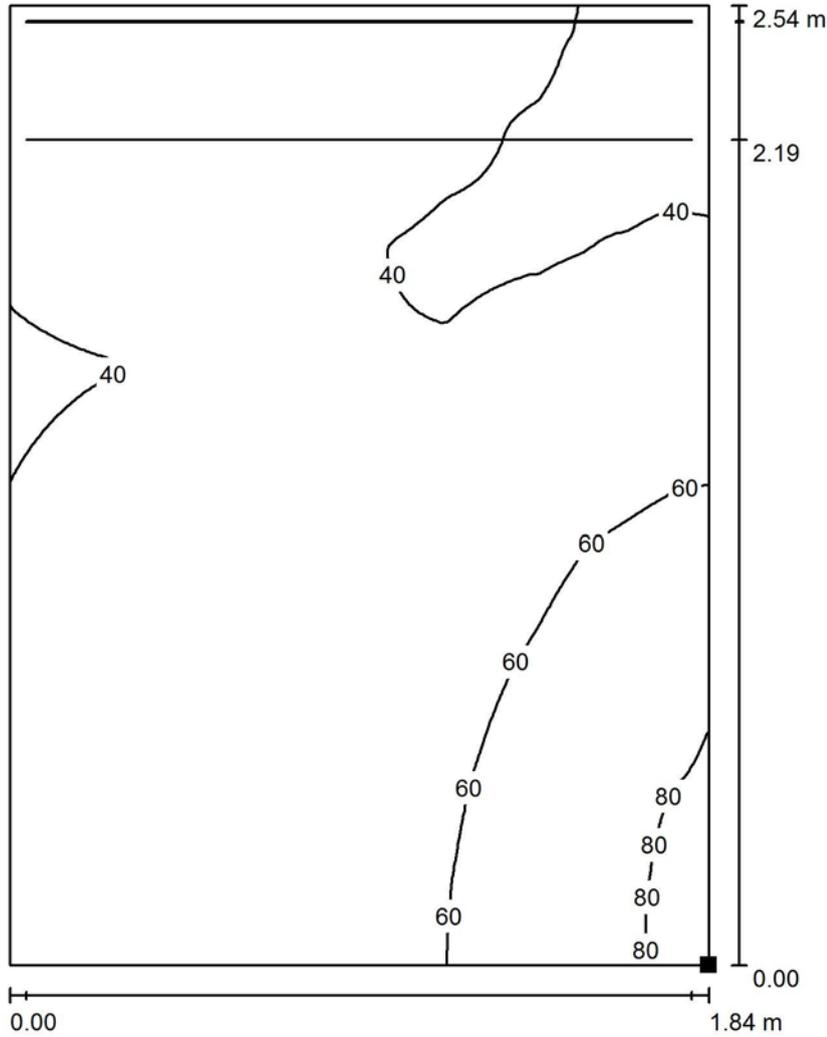
E_{min} / E_m
0.191

E_{min} / E_{max}
0.102



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 2 / Superficie de cálculo 3 / Isolíneas (E, perpendicular)

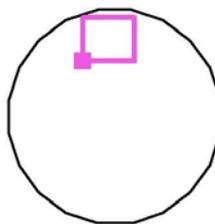


Valores en Lux, Escala 1 : 20

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:

(-1.336 m, 2.324 m, 1.267 m)



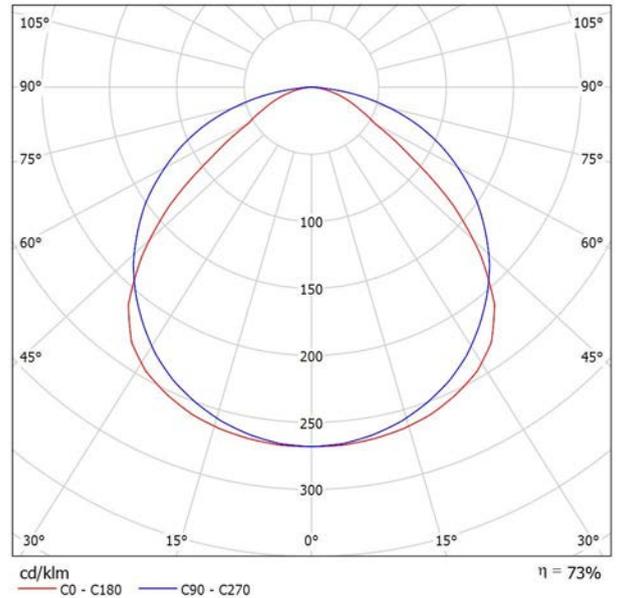
Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
49	34	85	0.689	0.396

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

3FFILIPPI 4090 Fil 180 1x36 HF RFB Medio / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 52 85 97 100 73

CARACTERÍSTICAS LUMINOTÉCNICAS

Rendimiento luminoso >73%.
Distribución media con el uso de la plaqueta variadora.
UGR <23 (EN 12464-1).

MECÁNICAS

Recuperador de flujo parabólico RFB de acero pintado blanco.
Cuerpo de acero galvanizado en caliente, pintado en poliéster de color blanco.
Cabezales de metal con cierre decorativo de policarbonato blanco, desmontable para formar canales.
Cubre-cátodos de policarbonato anticafé de lámpara.
Dimensiones: 180x1280 mm, altura 80 mm. Peso 4,75 kg.
Para formar canales, hay que restar de la longitud total de 20-40 mm dependiendo si se desmontan 1-2 adornos de cobertura.
Grado de protección IP40.
Resistencia al hilo incandescente 850°C.

ELÉCTRICAS

Equipo electrónico EEI A2, 230V-50/60Hz, factor de potencia >0,95, con precaldeo, potencia de salida constante, clase I.
ENEC.

EQUIPAMIENTO

Plaqueta variadora para enfoque de la lámpara.

APLICACIONES

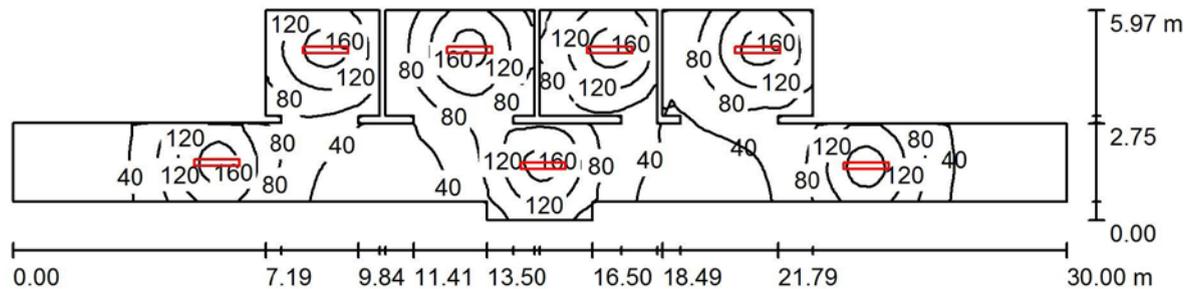
Ambientes comerciales, de exposición, tiendas.

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR										
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	16.9	18.1	17.2	18.3	18.6	19.4	20.7	19.7	20.9
	3H	17.3	18.4	17.6	18.7	19.0	21.1	22.2	21.4	22.5
	4H	17.5	18.6	17.8	18.8	19.1	21.7	22.8	22.1	23.1
	6H	17.6	18.6	18.0	18.9	19.2	22.1	23.1	22.5	23.4
	8H	17.6	18.6	18.0	18.9	19.2	22.3	23.2	22.6	23.5
4H	12H	17.6	18.5	18.0	18.8	19.2	22.3	23.2	22.7	23.5
	2H	17.5	18.6	17.9	18.9	19.2	19.7	20.7	20.0	21.0
	3H	18.1	19.0	18.5	19.3	19.6	21.4	22.3	21.8	22.7
	4H	18.3	19.1	18.7	19.5	19.8	22.2	23.0	22.6	23.3
	6H	18.5	19.2	18.9	19.6	20.0	22.7	23.3	23.1	23.7
8H	8H	18.6	19.2	19.0	19.6	20.0	22.8	23.4	23.2	23.8
	12H	18.6	19.2	19.0	19.6	20.0	22.9	23.4	23.3	23.9
	4H	18.6	19.2	19.0	19.6	20.0	22.1	22.8	22.6	23.2
	6H	18.8	19.3	19.3	19.8	20.2	22.7	23.2	23.1	23.6
	8H	18.9	19.3	19.4	19.8	20.3	22.9	23.3	23.3	23.8
12H	12H	18.9	19.3	19.4	19.8	20.3	23.0	23.3	23.5	23.8
	4H	18.6	19.1	19.0	19.5	20.0	22.1	22.7	22.6	23.1
	6H	18.8	19.3	19.3	19.7	20.2	22.7	23.1	23.1	23.6
	8H	18.9	19.3	19.4	19.8	20.3	22.8	23.2	23.3	23.7
	8H	18.9	19.3	19.4	19.8	20.3	22.8	23.2	23.3	23.7
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias										
S = 1.0H	+0.4 / -0.5					+0.1 / -0.2				
S = 1.5H	+1.0 / -1.9					+0.5 / -0.6				
S = 2.0H	+1.7 / -2.6					+0.4 / -0.7				
Tabla estándar	BK03					BK05				
Sumando de corrección	0.1					4.7				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 3350lm Flujo luminoso total										

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 1 / Resumen



Altura del local: 3.050 m, Altura de montaje: 3.040 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:215

Superficie	□[%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	83	6.78	178	0.082
Suelo	20	66	9.58	108	0.146
Techo	70	17	5.10	35	0.297
Paredes (39)	50	42	5.42	172	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	□(Luminaria) [lm]	□(Lámparas) [lm]	P [W]
1	7	3FFILIPPI 4090 Fil 180 1x36 HF RFB Me dio (1.000)	2431	3350	36.0
			Total: 17019	Total: 23450	252.0

Valor de eficiencia energética: $2.17 \text{ W/m}^2 = 2.62 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 116.01 m^2)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 1 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 17019 lm
Potencia total: 252.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	65	17	83	/	/
Superficie de cálculo 1	61	25	86	/	/
Superficie de cálculo 2	60	20	80	/	/
Superficie de cálculo 3	58	26	84	/	/
Superficie de cálculo 4	54	20	73	/	/
Superficie de cálculo 5	41	14	55	/	/
Suelo	48	18	66	20	4.18
Techo	0.01	17	17	70	3.83
Pared 1	3.72	6.16	9.88	50	1.57
Pared 2	17	14	31	50	4.91
Pared 3	25	20	45	50	7.18
Pared 4	33	20	54	50	8.54
Pared 5	26	20	46	50	7.33
Pared 6	18	14	32	50	5.09
Pared 7	3.90	6.33	10	50	1.63
Pared 8	20	14	34	50	5.43
Pared 9	8.83	13	22	50	3.52
Pared 10	21	21	42	50	6.72
Pared 11	40	19	59	50	9.40
Pared 12	36	17	53	50	8.45
Pared 13	20	16	36	50	5.76
Pared 14	8.57	16	25	50	3.99
Pared 15	14	14	29	50	4.60
Pared 16	4.23	11	15	50	2.44
Pared 17	46	22	68	50	11
Pared 18	42	23	65	50	10
Pared 19	30	23	53	50	8.41
Pared 20	22	24	46	50	7.34



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 1 / Resultados luminotécnicos

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Pared 21	2.18	17	19	50	3.04
Pared 22	39	17	56	50	8.84
Pared 23	12	15	27	50	4.27
Pared 24	16	20	36	50	5.79
Pared 25	34	19	52	50	8.31
Pared 26	37	18	56	50	8.85
Pared 27	25	18	43	50	6.81
Pared 28	12	18	30	50	4.85
Pared 29	20	16	37	50	5.84
Pared 30	3.11	10	14	50	2.15
Pared 31	17	16	33	50	5.25
Pared 32	19	23	42	50	6.74
Pared 33	43	22	65	50	10
Pared 34	44	22	66	50	10
Pared 35	37	22	59	50	9.39
Pared 36	17	22	39	50	6.19
Pared 37	12	16	29	50	4.57
Pared 38	25	18	43	50	6.85
Pared 39	22	13	34	50	5.44

Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_m : 0.082 (1:12)

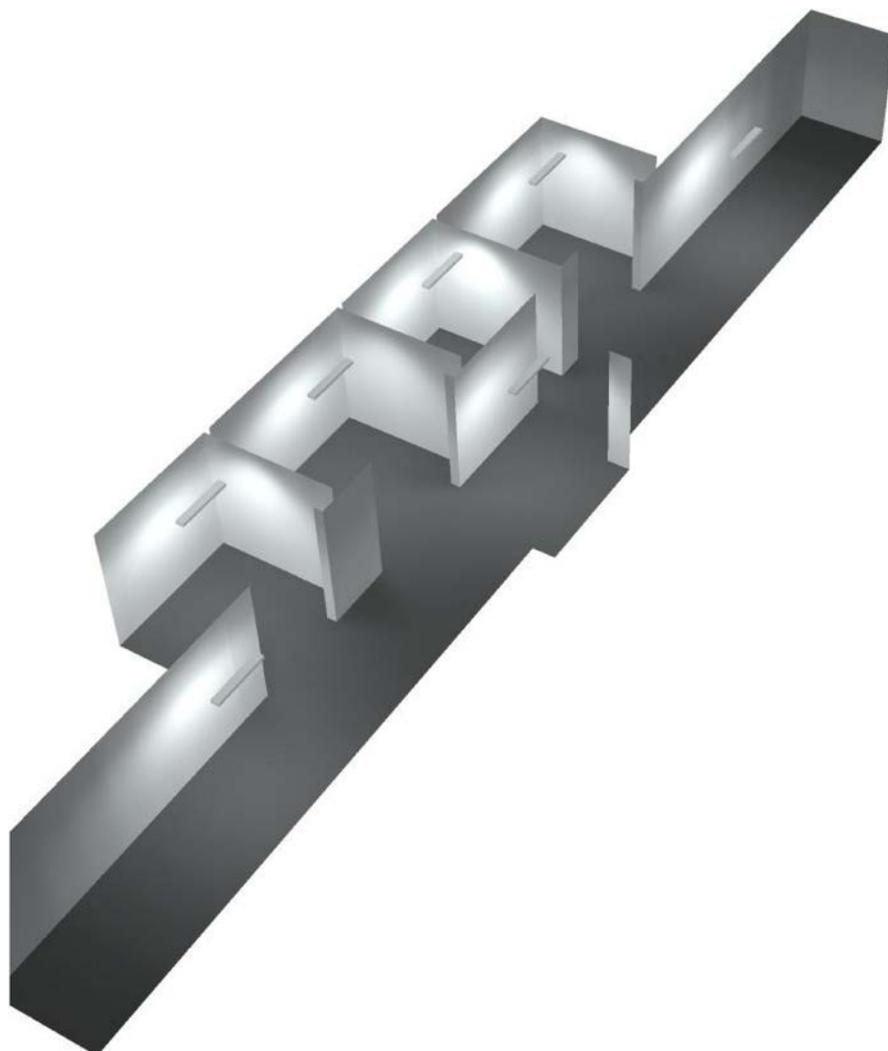
E_{\min} / E_{\max} : 0.038 (1:26)

Valor de eficiencia energética: $2.17 \text{ W/m}^2 = 2.62 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 116.01 m^2)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

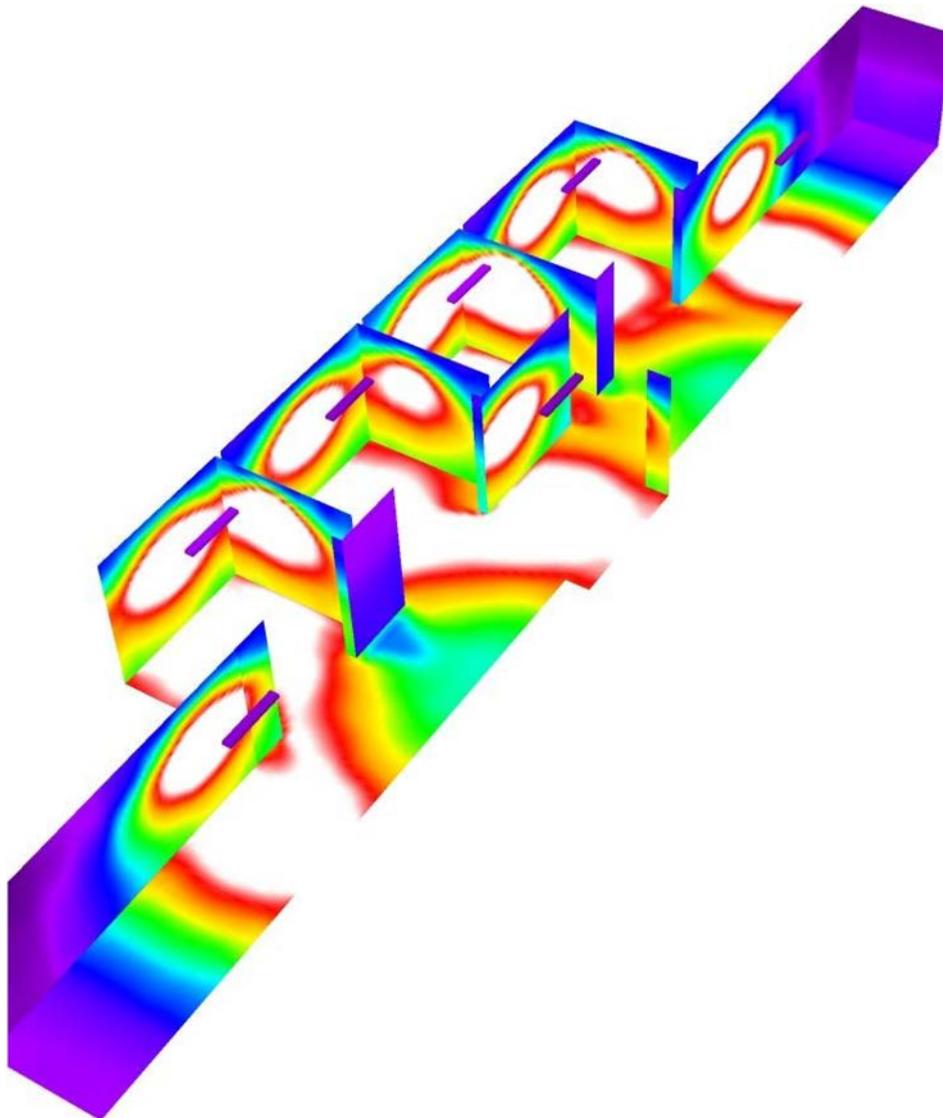
Local1 / Rendering (procesado) en 3D





Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Local1 / Rendering (procesado) de colores falsos

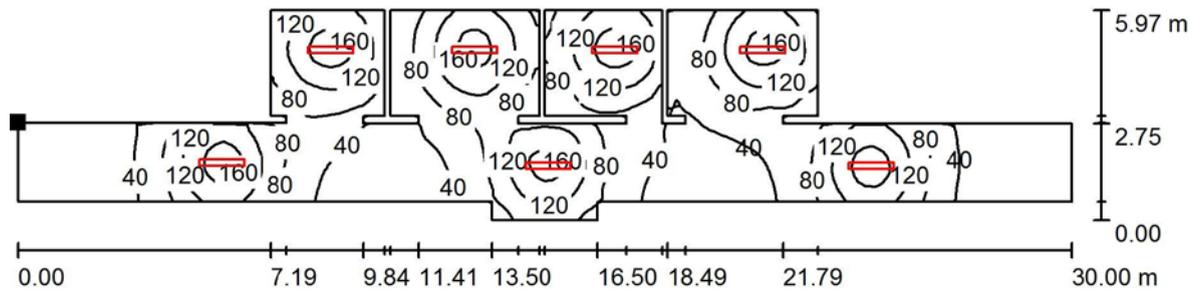


0 10 20 30 40 50 60 70 80 lx

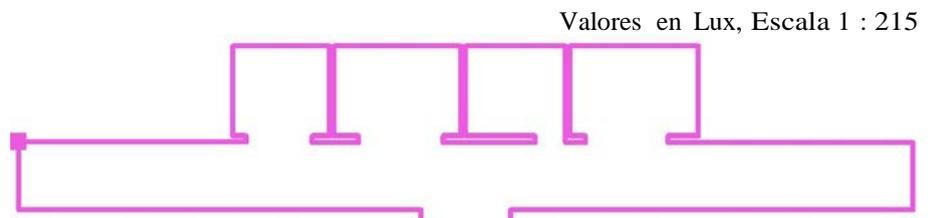


Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 1 / Plano útil / Isolíneas (E)



Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(0.000 m, 7.430 m, 0.850 m)



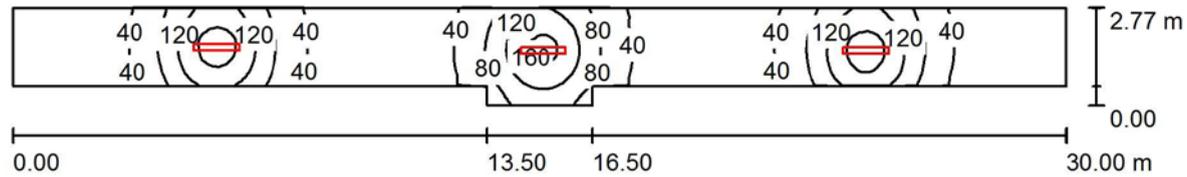
Trama: 128 x 64 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
83	6.78	178	0.082	0.038



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 1 / Resumen



Altura del local: 3.050 m, Altura de montaje: 3.040 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:215

Superficie	□[%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	61	7.18	177	0.117
Suelo	20	49	9.52	103	0.195
Techo	70	13	4.26	25	0.338
Paredes (9)	50	29	4.68	165	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	□(Luminaria) [lm]	□(Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	3FFILIPPI 4090 Fil 180 1x36 HF RFB Me dio (1.000)	2431	3350	36.0
			Total: 7294	Total: 10050	108.0

Valor de eficiencia energética: $1.57 \text{ W/m}^2 = 2.57 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 68.62 m²)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 1 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 7294 lm
Potencia total: 108.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	48	13	61	/	/
Superficie de cálculo 5	35	13	48	/	/
Suelo	35	13	49	20	3.11
Techo	0.01	13	13	70	2.81
Pared 1	3.73	5.57	9.30	50	1.48
Pared 2	16	12	27	50	4.35
Pared 3	25	19	43	50	6.90
Pared 4	32	18	50	50	7.92
Pared 5	26	20	45	50	7.24
Pared 6	17	12	29	50	4.59
Pared 7	3.91	5.67	9.58	50	1.52
Pared 8	16	12	28	50	4.53
Pared 9	20	13	33	50	5.20

Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_m : 0.117 (1:9)

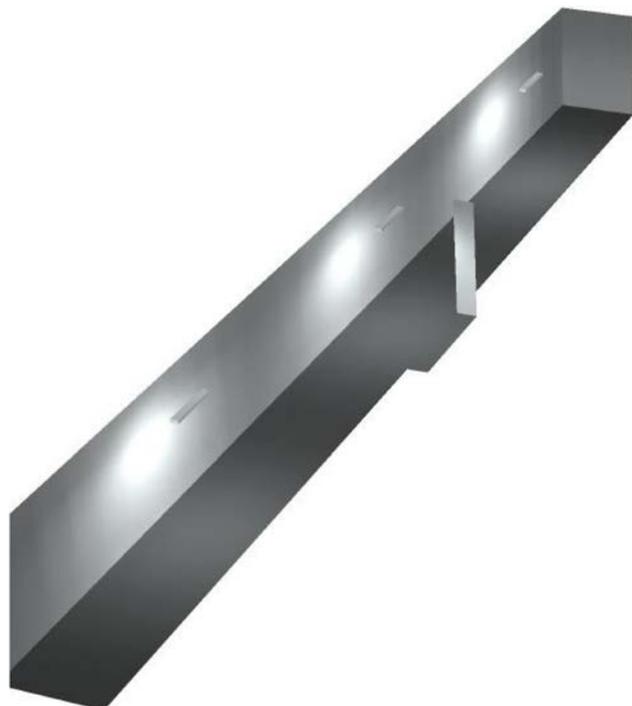
E_{\min} / E_{\max} : 0.040 (1:25)

Valor de eficiencia energética: $1.57 \text{ W/m}^2 = 2.57 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 68.62 m^2)



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

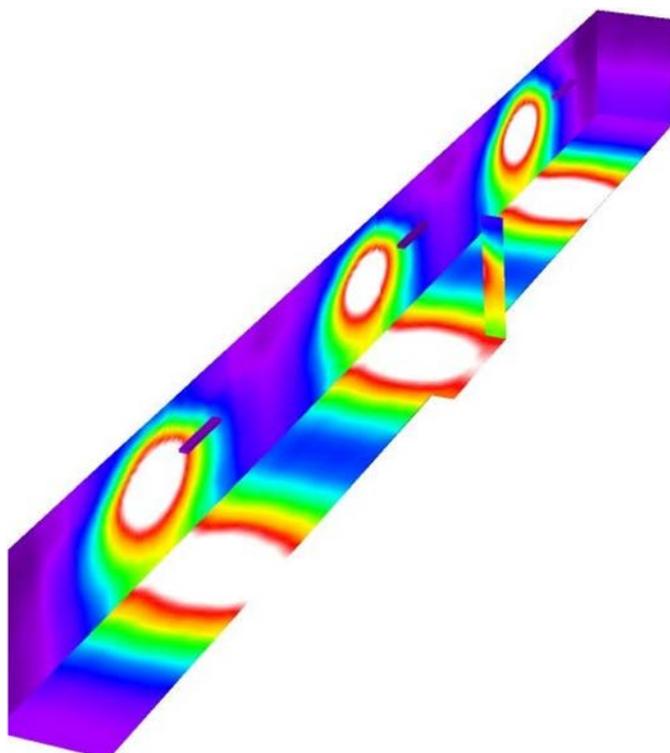
Local1 / Rendering (procesado) en 3D





Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Local1 / Rendering (procesado) de colores falsos

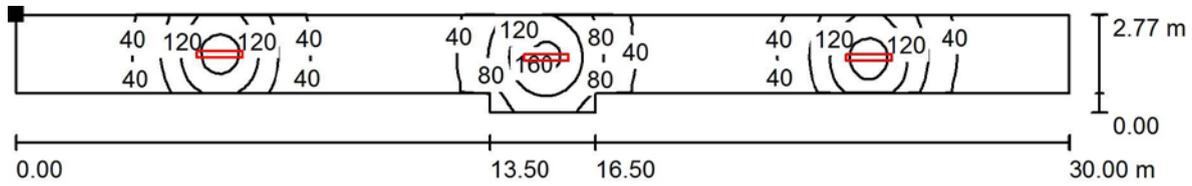


0 10 20 30 40 50 60 70 80 lx



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 1 / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 215

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:
(0.000 m, 7.430 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 64 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
61	7.18	177	0.117	0.040