
ANEJO Nº 10. INSTALACIONES DE INFRAESTRUCTURA DE PROTECCIÓN CIVIL

ÍNDICE

1. DESCRIPCIÓN DE INSTALACIONES DE SEGURIDAD EN EL TÚNEL	1
1.1. INSTALACIONES EN EL TÚNEL	1
1.2. INSTALACIONES AUXILIARES	1
1.2.1. Rutas de evacuación	1
1.2.2. Pasamanos.....	2
1.3. SEÑALIZACIÓN DE EMERGENCIA	2
1.3.1. Señalización de las rutas de evacuación.....	2
1.3.2. Señalización de los equipos de extinción	2
1.4. SUMINISTRO ELÉCTRICO	2
1.5. ALUMBRADO DE EMERGENCIA	3
1.5.1. Alumbrado de emergencia principal	3
1.5.2. Alumbrado de emergencia autónomo.....	4
1.6. TOMAS DE CORRIENTE	4
1.7. SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIOS	4
1.8. SISTEMA DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS	4
1.9. SISTEMA DE DETECCIÓN DE GASES	5
1.10. SISTEMA DE VENTILACIÓN	5
1.10.1. Sistema de ventilación del túnel	5
1.10.2. Sistema de ventilación y presurización de las salidas de emergencia	6
1.11. SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES	6
2. ALTERNATIVA 1: BAJO CALLE SANSÓN	7
2.1. DESCRIPCIÓN DEL TÚNEL	7
2.2. INSTALACIONES AUXILIARES	7
2.2.1. Rutas de evacuación	7
2.2.2. Pasamanos.....	7
2.3. SEÑALIZACIÓN DE EMERGENCIA	7
2.4. SUMINISTRO ELÉCTRICO	7
2.5. ALUMBRADO DE EMERGENCIA	7
2.6. TOMAS DE CORRIENTE	7
2.7. SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIOS	8

2.8. SISTEMA DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS	8
2.9. SISTEMA DE DETECCIÓN DE GASES	8
2.10. SISTEMA DE VENTILACIÓN	8
2.10.1. Sistema de ventilación del túnel.....	8
2.10.2. Sistema de ventilación y presurización de las salidas de emergencia	8
2.11. SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES	8
3. ALTERNATIVA 2: SOBRE CALLE SANSÓN	9
3.1. DESCRIPCIÓN DEL TÚNEL	9
3.2. INSTALACIONES AUXILIARES	9
3.2.1. Rutas de evacuación.....	9
3.2.2. Pasamanos	9
3.3. SEÑALIZACIÓN DE EMERGENCIA	9
3.4. SUMINISTRO ELÉCTRICO	9
3.5. ALUMBRADO DE EMERGENCIA	9
3.6. TOMAS DE CORRIENTE	9
3.7. SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIOS	9
3.8. SISTEMA DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS	10
3.9. SISTEMA DE DETECCIÓN DE GASES	10
3.10. SISTEMA DE VENTILACIÓN DEL TÚNEL	10
3.10.1. Sistema de ventilación del túnel.....	10
3.10.2. Sistema de ventilación y presurización de las salidas de emergencia	10
3.11. SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES	10

APÉNDICE 1. PLANOS

APÉNDICE 2. EVACUACIÓN DEL TÚNEL

1. DESCRIPCIÓN DE INSTALACIONES DE SEGURIDAD EN EL TÚNEL

1.1. INSTALACIONES EN EL TÚNEL

Dada la magnitud y peligrosidad de un incidente en el interior de un túnel, a pesar de la menor probabilidad de que ocurra, es clara la importancia de dotar al túnel de unas medidas de seguridad que garanticen una rápida evacuación del mismo. Para ello una de las principales medidas es la existencia de vías de evacuación adecuadas y correctamente señalizadas.

Para la redacción de este estudio informativo se ha seguido la especificación técnica de interoperabilidad sobre seguridad en los túneles (ETI) y las directrices de los Bomberos de la Generalitat, tomando como documento marco de trabajo las Normas Técnicas sobre Seguridad contra incendios en la red ferroviaria soterrada en Cataluña.

Las instalaciones sometidas a estudio en el túnel serán las siguientes:

- Pasamanos.
- Salidas de emergencia.
- Pasillos o aceras de evacuación.
- Señalización de emergencia.
- Suministro eléctrico.
- Alumbrado de emergencia.
- Tomas de corriente.
- Extinción de incendios.
- Detección de incendios.
- Detección de gases.
- Ventilación.
- Radiocomunicaciones

1.2. INSTALACIONES AUXILIARES

1.2.1. *Rutas de evacuación*

Con el fin de garantizar que, en el caso de que un tren se quede parado en el interior del túnel, la evacuación de las personas hacia zonas seguras se efectúe de manera rápida y segura, es preciso prever una serie de rutas de evacuación que sean planas y libres de obstáculos y que, además, estén suficientemente iluminadas.

Todos los túneles dispondrán de rutas de evacuación adecuadas constituidas por aceras, galerías o pozos de conexión entre túneles paralelos y salidas de emergencia dependiendo de la geometría del túnel en cuestión.

Estas rutas de evacuación se deberán dimensionar para que permitan la evacuación del túnel en el menor tiempo posible.

1.2.1.1. Aceras del túnel

Se construirán a cada lado de la vía aceras, planas y libres de obstáculos, con una anchura mínima que permita el paso de dos personas simultáneamente, y dispondrá de pasamanos en el hastial que sirva de guía táctil, de gran utilidad en el caso de que el humo dificulte la visibilidad.

Según la ETI (Especificación Técnica de Interoperabilidad) las rutas de evacuación en túneles deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- Al tratarse de túneles de vía doble, se dispondrán aceras en ambos hastiales.
- Nivel mínimo del pasillo estará dentro de la altura del carril.
- Anchura mínima de 0,75 metros (excluyendo el espacio ocupado por el pasamanos), pudiendo disminuir a 0,7 m por la presencia de un obstáculo siempre y cuando dicho obstáculo no tenga una longitud superior a 2 m.
- Altura mínima libre de obstáculos de 2,25 metros.

1.2.1.2. Salidas de emergencia

Las dimensiones mínimas de la salida de emergencia del túnel serán 1,50 m de anchura y 2,25 m de altura.

Las dimensiones mínimas de las aperturas de las puertas serán de 1,40 m de anchura y 2,00 m de altura, siendo estas dimensiones mínimas las mismas para las puertas de evacuación. Las puertas de evacuación estarán formadas por dos hojas. Las puertas de las salidas de emergencia a la superficie y a las puertas de máquinas estarán dotadas de cerraduras de seguridad adecuadas.

La salida de emergencia estará equipada con iluminación y señales.

1.2.2. **Pasamanos**

El pasamanos se instalará en ambos hastiales marcando una vía hacia una zona segura. Estará situado a una altura aproximada de 1 m por encima del pasillo de evacuación. Se colocará fuera de la distancia libre mínima del pasillo requerida y con un ángulo entre 30º y 40º respecto al eje longitudinal del túnel.

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

1.3. SEÑALIZACIÓN DE EMERGENCIA

La señalización estará constituida por placas indicativas de la dirección a seguir a lo largo de las rutas de evacuación hasta alcanzar la zona segura más próxima. Cumplirán las normas UNE1-115, UNE 23033, UNE 23034, UNE 23035, 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.

1.3.1. **Señalización de las rutas de evacuación**

La señalización de la evacuación indicará las salidas de emergencia, la distancia a la zona segura y la dirección hacia ésta.

El objeto de la señalización de evacuación es guiar a las personas, mediante indicaciones fijas, la ruta más rápida y segura a seguir para alcanzar de manera óptima una zona considerada segura.

La dirección de evacuación debe ser clara, inequívoca y prioritaria sobre todas las demás. Bajo ningún concepto se instalará cualquier otra indicación de dirección, independientemente de su finalidad.

La separación entre placas será de 25 m y se colocarán enfrentadas sobre ambos hastiales a una altura de 1,60 m sobre el nivel de acera.

Los pictogramas a utilizar deberán ser similares a los mostrados a continuación:



Señal Fotoluminiscente de "Dirección de Salida de Emergencia" Grande



Señal Fotoluminiscente de "Dirección de Salida de Emergencia" Pequeña

Indicando con la figura de mayor tamaño la dirección de la salida más cercana.

1.3.2. **Señalización de los equipos de extinción**

La señalización estará constituida por placas indicativas, las cuales informarán de la ubicación de un equipo de extinción de incendios y se situará inmediatamente próximo al mismo. Existirá una señal por equipo de extinción.

1.4. SUMINISTRO ELÉCTRICO

Este sistema tiene por objeto dotar de suministro eléctrico a todas las instalaciones de seguridad no ferroviarias del túnel.

La alimentación será independiente de la estación y estará redundada de manera que se garantice en todo momento el suministro de energía eléctrica al interior de los túneles.

El suministro eléctrico a las instalaciones contempladas en el túnel comprende:

- Acometida eléctrica en media tensión.
- Centros de seccionamiento con sus correspondientes celdas de entrada y salida.
- Centros de transformación con sus correspondientes celdas de entrada, protección y medida, transformadores, equipos auxiliares y de seguridad, etc.
- Tomas de tierra de protección y toma de tierra de servicio.
- Equipo de conmutación automático entre suministros.
- Cuadro general de baja tensión con los elementos de distribución, protección y mando de las distintas líneas de suministro a los distintos equipos. Incluye los elementos auxiliares necesarios para su adecuado funcionamiento (batería de condensadores, bastidores, bancadas, etc.).
- Cables incluidos su tendido y empalmes en caso de ser necesario.
- Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI) para dotar de energía a los sistemas electrónicos que no puedan soportar microcortes en el suministro eléctrico.

1.5. ALUMBRADO DE EMERGENCIA

La instalación se realizará de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

A lo largo del túnel se dispondrá de una iluminación de emergencia principal y autónoma para asegurar un nivel mínimo de iluminación en el túnel en caso de incidente y en las dependencias anejas, de modo que se facilite la orientación y evacuación de los pasajeros y los equipos de intervención en caso de emergencia.

Los aparatos de iluminación deben cumplir:

- Marcado CE y grado de protección IP 65
- Grado de resistencia al impacto IK-06
- Armadura de fundición metálica
- Resistencia a la presión/sobrepresión de 15 kPa
- Las luminarias serán compactas en los tubos

Todos los cables eléctricos tendrán estas características en caso de incendio: baja inflamabilidad, baja capacidad de propagación de incendios baja toxicidad y baja densidad de humos. Estos requisitos están establecidos en las normas UNE-En 50266, UNE-En 50267 y UNE-EN 50268.

1.5.1. Alumbrado de emergencia principal

Estará constituido por lámparas de vapor de sodio de alta presión, de 70 W de potencia.

Las luminarias se instalarán a una altura de 4 m en disposición bilateral al tresbolillo, con una separación de 25 m entre secciones de puntos de luz de un mismo hastial en el túnel.

La alimentación se realizará a través de líneas eléctricas independientes, conectadas a las fuentes de energía. Cada hastial tendrá sus correspondientes líneas eléctricas. El alumbrado será de encendido permanente.

A lo largo de los hastiales con acera, se instalarán pulsadores para la conexión del alumbrado, la separación máxima entre ellos será de 200 m.

Se cubrirán con rejillas antivandálicas los tramos más cercanos a las bocas del túnel.

1.5.2. Alumbrado de emergencia autónomo

El alumbrado de emergencia autónomo estará constituido por lámparas fluorescentes, de 36 W de potencia.

La separación máxima entre secciones de puntos de luz será de 100 m sobre un mismo hastial, haciéndolas coincidir con secciones de alumbrado de emergencia principal. La altura de colocación sobre la acera será de 1,2 m.

Se garantiza la iluminación después del corte de la línea, ya que las luminarias incluyen batería propia con autonomía de 2 horas.

1.6. TOMAS DE CORRIENTE

La instalación se realizará de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

El objeto del sistema de tomas de corriente es facilitar la actuación de los equipos de intervención, suministrándoles energía para herramientas, maquinaria o alumbrado portátil.

Se instalarán tomas de corriente al tresbolillo cada 125 m y a una altura de 1 m sobre nivel de acera.

Estarán compuestas por un cuadro para la combinación de tomas de corriente industriales, con dos tomas trifásicas (3P+N+T) y tres tomas monofásicas (P+N+T).

Se garantizará una potencia conjunta de 20 kVA, en dos tomas contiguas correspondientes una a cada hastial, es decir, 10 kVA por toma y línea.

Las tomas serán alimentadas mediante cables que se tenderán a lo largo del túnel. Todos los cables sea cual sea su función tendrán estas características en caso de incendio: baja inflamabilidad, baja capacidad de propagación de incendios, baja toxicidad y baja densidad de humos. Estos requisitos están establecidos en las normas UNE-En 50266, UNE-En 50267 y UNE-EN 50268.

1.7. SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIOS

Las dependencias anexas al túnel, como los pozos de ventilación y las salidas de emergencia, deberán disponer de detectores de incendio, los cuales tienen que estar conectados en el Centro de Mando Central y las señales recibidas de estos detectores se tienen que poder identificar según su origen.

En los cuartos técnicos se instalarán sensores que se activarán al detectar el humo que acompaña a un incendio.

1.8. SISTEMA DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS

El sistema de extinción de incendios consistirá en una red de hidrantes dispuestos a lo largo del túnel, cuya misión, será facilitar la actuación de los equipos de intervención, permitiendo la conexión de mangueras y suministro de agua dentro del túnel para la extinción de incendios.

El túnel en cuestión contará con una red de hidrantes de columna seca para suministro de agua a presión a lo largo del túnel.

Para el abastecimiento de agua al túnel se ubicarán en cada uno de los accesos un hidrante de 2x70 mm y 1x100 mm, a los cuales se conectará el vehículo autobomba para alimentar la columna seca del túnel.

A lo largo del túnel se instalará una tubería de fundición dúctil en configuración de anillo cerrado, discurriendo bajo la acera de ambos hastiales, por lo que será necesario efectuar un paso bajo vía en cada una de las bocas del túnel. De la tubería que recorre todo el túnel saldrán derivaciones cada 50 m que conectarán con los hidrantes. Estos conjuntos constarán de 2 bocas siamesas de 45 mm de Ø y una boca de 25 mm de Ø conectada a una manguera de longitud 30. Todos los conjuntos irán perfectamente empotrados en la pared para no obstaculizar la ruta de evacuación.

1.9. SISTEMA DE DETECCIÓN DE GASES

El sistema de detección de gases tiene por objeto informar al sistema de control de la ventilación de las condiciones ambientales del mismo.

En los casos de incendio también son útiles los datos proporcionados por los opacímetros, cuya misión es medir la cantidad de partículas sólidas en suspensión en el aire y también es importante conocer el nivel de gases tóxicos provocados por la combustión como es el caso del CO.

Para asegurar un control seguro y continuo se instalarán a lo largo del túnel sensores de máxima calidad y fiabilidad.

A lo largo del túnel, cada 250 m aproximadamente, se ubicarán cada uno de los conjuntos de sensores. Dichos sensores llevan una unidad de procesamiento que transforma las diferentes señales analógicas y de anomalía en una información en código MODBUS que se envía por un canal de comunicación (BUS) a la ERU correspondiente.

1.10. SISTEMA DE VENTILACIÓN

1.10.1. Sistema de ventilación del túnel

El objeto del sistema de ventilación es garantizar unas condiciones mínimas del aire en el túnel que lo hagan respirable y que permitan cierta visibilidad, tanto en condiciones normales de explotación, como durante el tiempo necesario para la evacuación, en caso de incendio o fuga de gases tóxicos.

En general durante la explotación normal no se necesita del apoyo de una ventilación forzada, pero si será indispensable para hacer frente al control de los humos provocados por un incendio dentro del túnel. Así pues, la práctica habitual es dimensionar el sistema de ventilación para garantizar el control de humos y temperaturas para una correcta ventilación en caso de incendio dentro del túnel.

Debido a la geometría del túnel y para garantizar unas condiciones de salubridad adecuadas se ha previsto instalar dos pozos de ventilación. Estos pozos de ventilación se ubicarán en los tramos de túnel próximos a la estación. Instalando los edificios de ventilación próximos a la estación se evitará la entrada de humos a la estación en caso de incidente en el túnel.

Cada uno de los pozos de ventilación contará con los equipos necesarios, como ventiladores, silenciadores,... para un correcto funcionamiento del sistema de ventilación tanto en condiciones normales como de emergencia en caso de incendio en el túnel.

Con este sistema se conseguirán los siguientes objetivos:

- Verificará una velocidad mínima del aire que evite el retorno de humos.
- Buen comportamiento en los estados transitorios (alcanzar los requisitos requeridos en el mínimo tiempo posible).
- El sistema permitirá evacuar el porcentaje de humos necesario para asegurar tanto la calidad de aire en el interior del túnel como una visibilidad adecuada.

El principio de funcionamiento de la ventilación será:

- Ventilación con extracciones masivas (Ventiladores axiales reversibles en pozos). Se garantizará que por cada uno de los dos pozos proyectados se extraerá la totalidad de los humos producidos en el incendio de diseño, más el aire que los arrastre hasta el pozo que se utilice para extraer.
- La contención de los humos se logrará por el establecimiento de una corriente longitudinal en el túnel que siempre se alejará de la zona de salida más próxima al foco para permitir la evacuación por ella.
- La velocidad crítica de la corriente necesaria para evitar la retropropagación de humos.

Una vez declarado y detectado un incendio se realizará la extracción de aire y humos desde el pozo que más cercano se encuentre al incendio y que no tenga una salida de emergencia en la trayectoria de los humos.

1.10.2. Sistema de ventilación y presurización de las salidas de emergencia

Para garantizar una atmósfera saludable a lo largo de la salida de emergencia y evitar con total seguridad la entrada de humos a la misma se instalará un sistema de ventilación y presurización de las salidas de emergencia.

La instalación consistirá en un conducto que descargará aire en la parte superior de la escalera de la salida de emergencia y junto a la puerta de dicha salida con el túnel. Asimismo dispondrá de una compuerta cortafuegos en la parte final de dicho conducto que en condiciones normales permanecerá cerrada de forma que el sistema sólo descargue aire en la escalera. Se abrirá únicamente cuando se produzca un incendio para presurizar la salida. La evacuación del aire viciado de la salida de emergencia se realizará por una rejilla situada encima de la puerta de conexión con el túnel.

Mientras el túnel no sufra ningún incidente, la puerta de entronque con la salida de emergencia deberá permanecer cerrada, por lo que el sistema se ocupará de ventilar la salida de emergencia en toda su longitud.

El posible intercambio de aire entre túnel y salida de emergencia únicamente se dará en el momento en que se abran las puertas de conexión con dichas salidas, en el caso en que sea necesario evacuar el túnel. En esa situación el sistema actuará presurizando para impedir la entrada de posible aire contaminado.

La ventilación de sobrepresión deberá ser capaz de impulsar un caudal de aire que genere una velocidad en el interior de la salida de emergencia de 1 m/s en aquellos momentos en que la compuerta antipánico esté abierta, de esta manera aseguraremos que el humo o aire contaminado no penetre en la ruta de evacuación de las personas.

1.11. SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES

Para garantizar las comunicaciones en los tramos del túnel de Sant Feliu se proyecta la implementación de una red de comunicaciones TETRA en ambos tramos.

El sistema de cobertura radioeléctrica dentro de los túneles deberá cumplir los siguientes requerimientos de carácter general:

- Debe ser compatible con RESCAT-BCN que es una red TETRA de NOKIA release 3.0 i, y con las versiones siguientes que se implementen (release 4.0, etc).
- Será capaz de trabajar en toda la banda de frecuencia de 380MHz a 400MHz (banda ascendente 380-390MHz, banda descendente 390-400MHz).

Todos los elementos del sistema suministrados tendrán la certificación Europea correspondiente.

2. ALTERNATIVA 1: BAJO CALLE SANSÓN

2.1. DESCRIPCIÓN DEL TÚNEL

El soterramiento objeto de estudio se encuentra bajo la ciudad de San Feliu de Llobregat, entre los PK's 88+290 y 89+839. El túnel cuenta con dos tramos separados por la estación, comprendida ésta entre los PK's 89+067 y 89+267, ambos tramos de túnel contarán con las mismas instalaciones.

Se trata de un túnel monotubo con vía doble. Presenta una sección libre variable ya que parte de su trazado se realiza entre pantallas y otra parte es túnel en mina.

2.2. INSTALACIONES AUXILIARES

2.2.1. *Rutas de evacuación*

2.2.1.1. Aceras del túnel

El túnel contará con pasillos para facilitar la evacuación en caso de emergencia.

2.2.1.2. Salidas de emergencia

El tramo comprendido entre el inicio de túnel y la estación contará con una salida de emergencia, ubicada en el P.K. 88+685, tipo pozo que conectará el túnel con el exterior. Esta salida de emergencia se utilizará cuando se produzca un incidente en el túnel para evacuar a las personas que se encuentren en el mismo.

Esta salida de emergencia contará con dos puertas, una situada en la conexión con el túnel y la otra conectará con el exterior.

2.2.2. *Pasamanos*

En ambos hastiales se instalará pasamanos. Este pasamanos servirá para guiar a las personas hacia una zona segura.

2.3. SEÑALIZACIÓN DE EMERGENCIA

El túnel contará con distintos tipos de señales dependiendo de la finalidad de la misma. En el caso de la alternativa 1 las señales existentes serán:

- Señal de dirección de evacuación.
- Señal de salida de emergencia (banderola)
- Señalización de equipos de extinción.

2.4. SUMINISTRO ELÉCTRICO

Se dotará al túnel de energía eléctrica para el funcionamiento de las distintas instalaciones de seguridad. En particular: alumbrado de emergencia, red de tomas de corriente, equipos de bombeo, sistema de comunicaciones, sistemas de detección de incendios y gases, sistema de extinción, sistema de ventilación, sistema de radiocomunicaciones entre otros.

2.5. ALUMBRADO DE EMERGENCIA

El túnel contará con alumbrado de emergencia principal y autónomo.

Las dependencias anejas, pozos de ventilación y salida de emergencia, contarán al igual que el túnel con los dos tipos de alumbrado mencionados cumpliendo en todo caso las especificaciones de cada uno de ellos.

2.6. TOMAS DE CORRIENTE

Se instalarán tomas de corriente al tresbolillo cada 125 m y a una altura de 1 m sobre nivel de acera.

2.7. SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIOS

En cada uno de los pozos de ventilación ubicado en los extremos de la estación y en la salida de emergencia se proyectará un sistema de detección de incendios.

2.8. SISTEMA DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS

El sistema de extinción de incendios consistirá en una red de hidrantes dispuestos a lo largo del túnel. Además se ubicarán hidrantes exteriores en ambas bocas y en la salida de emergencia a los cuales se conectará el vehículo autobomba para alimentar la columna seca del túnel.

2.9. SISTEMA DE DETECCIÓN DE GASES

El túnel contará con un sistema de detección de gases.

2.10. SISTEMA DE VENTILACIÓN

2.10.1. Sistema de ventilación del túnel

Se instalará en el túnel un sistema de ventilación para, de este modo, garantizar unas condiciones mínimas del aire en el túnel que lo hagan respirable y que permitan cierta visibilidad, tanto en condiciones normales de explotación, como durante el tiempo necesario para la evacuación, en caso de incendio o fuga de gases tóxicos.

2.10.2. Sistema de ventilación y presurización de las salidas de emergencia

La salida de emergencia contará con un sistema de ventilación y presurización que garantice una atmósfera saludable en la misma y evitará la entrada de humos.

2.11. SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES

El túnel contará con un sistema de radiocomunicaciones.

3. ALTERNATIVA 2: SOBRE CALLE SANSÓN

3.1. DESCRIPCIÓN DEL TÚNEL

El soterramiento objeto de estudio se encuentra bajo la ciudad de San Feliu de Llobregat, entre los PK's 88+480 y 89+840. El túnel cuenta con dos tramos separados por la estación, comprendida ésta entre los PK's 89+020 y 89+220, ambos tramos de túnel contarán con las mismas instalaciones.

Se trata de un túnel monotubo con vía doble. Presenta una sección libre variable aunque todo su trazado discurre entre pantallas.

3.2. INSTALACIONES AUXILIARES

3.2.1. *Rutas de evacuación*

3.2.1.1. Aceras en el túnel

A cada lado de la vía existen aceras, planas y libres de obstáculos, con una anchura variable, superior a la anchura mínima de 0,75 m establecida en la ETI.

3.2.1.2. Salidas de emergencia

En las Normas Técnicas Sobre Seguridad Contra Incendios en la Red Ferroviaria Soterrada de Cataluña se indica que la distancia desde cualquier lugar del túnel hasta una salida de emergencia o zona segura tiene que ser igual o menor a 500 m. Por lo tanto, no es necesaria la construcción de una salida de emergencia en ninguno de los dos tramos de túnel.

3.2.2. *Pasamanos*

A lo largo del túnel en ambos hastiales se instalará pasamanos.

3.3. SEÑALIZACIÓN DE EMERGENCIA

El túnel contará con distintos tipos de señales dependiendo de la finalidad de la misma. En el caso de la alternativa 2 las señales existentes serán:

- Señal de dirección de evacuación.
- Señalización de equipos de extinción.

3.4. SUMINISTRO ELÉCTRICO

El túnel contara con suministro eléctrico que alimentará a todos los equipos eléctricos del túnel, como alumbrado del túnel, tomas de corriente, bombas del pozo de bombeo,... Este suministro eléctrico será independiente al de la estación.

3.5. ALUMBRADO DE EMERGENCIA

El túnel contará con alumbrado de emergencia principal y autónomo.

Las dependencias anejas, pozos de ventilación, también contarán con alumbrado de emergencia principal y autónomo.

3.6. TOMAS DE CORRIENTE

A lo largo del túnel se ha previsto una instalación de fuerza.

3.7. SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIOS

En los dos pozos de ventilación se instalará un sistema de detección de incendios.

3.8. SISTEMA DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS

A lo largo del túnel se instalará un sistema de extinción y además en cada una de las bocas de entrada al túnel se ubicarán hidrantes exteriores.

3.9. SISTEMA DE DETECCIÓN DE GASES

A lo largo del túnel se instalará un sistema de detección de gases.

3.10. SISTEMA DE VENTILACIÓN DEL TÚNEL

3.10.1. Sistema de ventilación del túnel

La ventilación del túnel se realizará mediante los pozos de ventilación ubicados en los extremos de la estación. Dichos pozos se pondrán en funcionamiento en modo impulsión o extracción dependiendo de la ubicación del incendio con respecto al tren.

El sistema de ventilación siempre perseguirá el objetivo de no invadir el sentido de evacuación de las personas.

3.10.2. Sistema de ventilación y presurización de las salidas de emergencia

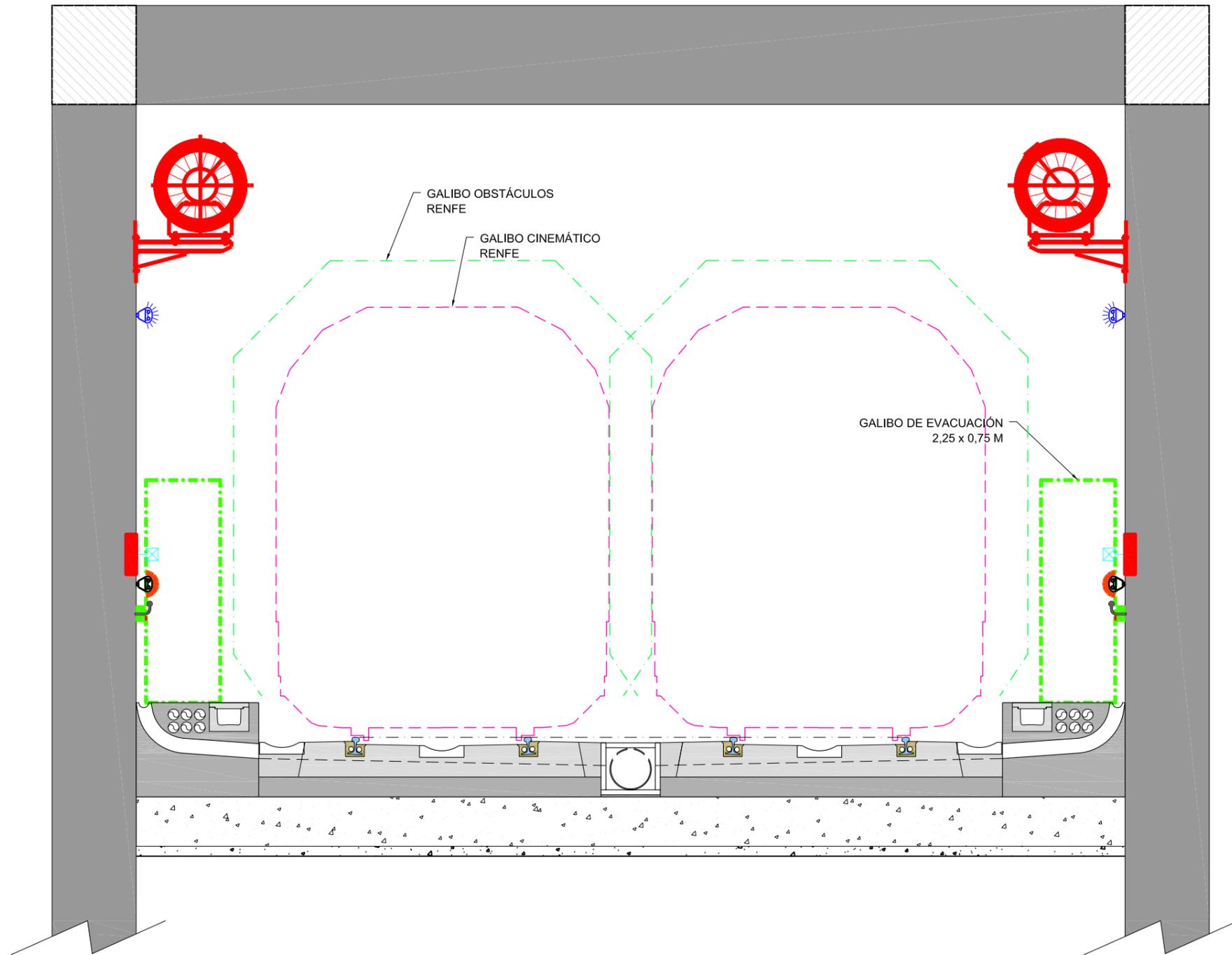
Este sistema no se ha contemplado ya que no existe ninguna salida de emergencia en los tramos de túnel.

3.11. SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES

El túnel contará con un sistema de radiocomunicaciones.

APÉNDICE 1. PLANOS

X:\08\080827-Sant Feliu\Estudio Informativo\Documento-1-Anejos\10-Instalaciones no ferroviarias en tunel\Alternativa 1\A-10-1 Sección tipo entre pantallas.dwg



LEYENDA	
	Pasamanos
	Alumbrado de emergencia principal
	Alumbrado de emergencia autónomo
	Toma de corriente
	Detector de gases
	Hidrantes
	Ventilador Jet-Fan



SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILES

TÍTULO PROYECTO:
ESTUDIO INFORMATIVO DE INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN SANT FELIU DE LLOBREGAT

AUTOR DEL PROYECTO:

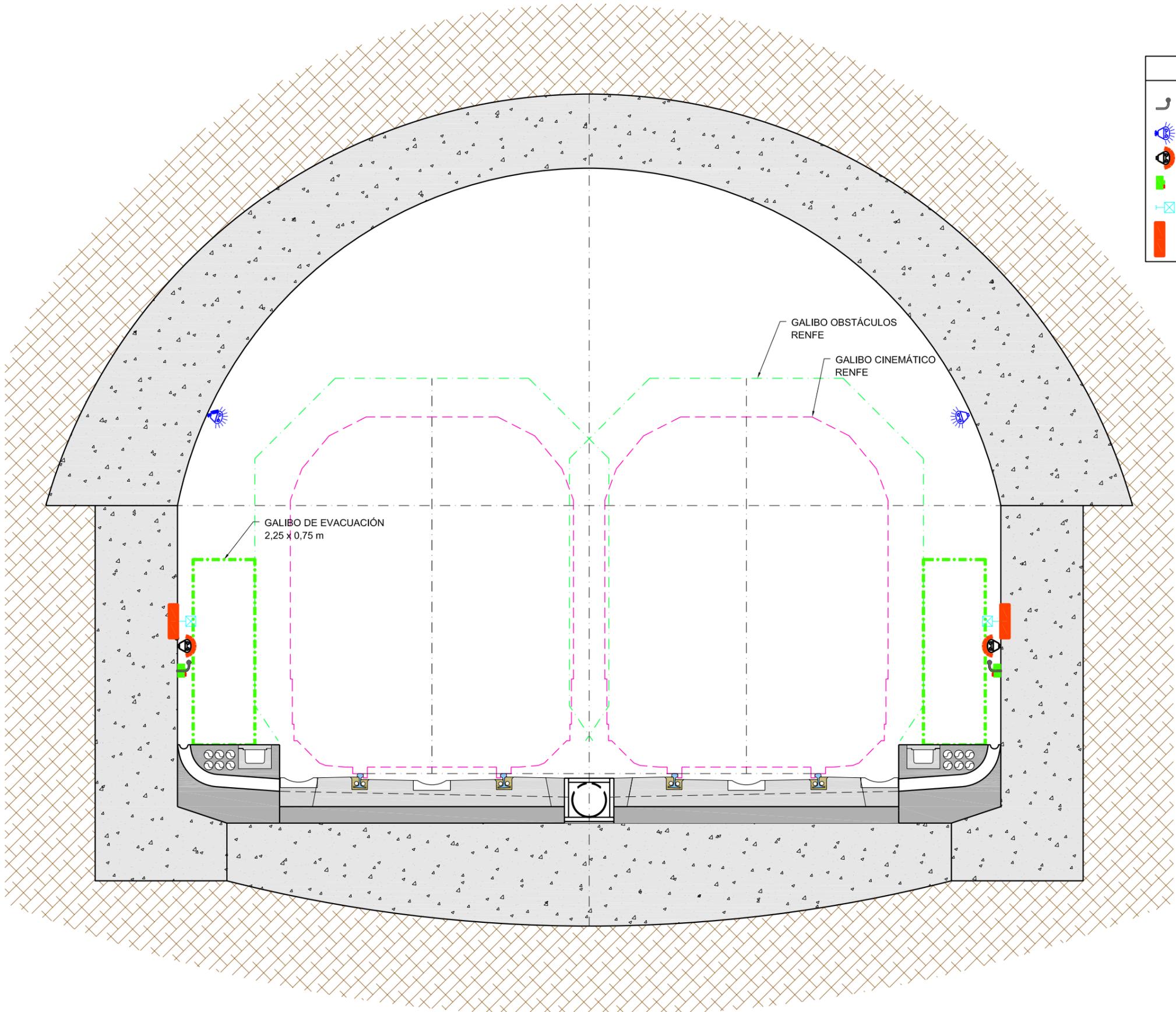
ESCALA ORIGINAL
1/50
0 0.5 1 1.50m
NUMERICA GRAFICA

FECHA:
OCTUBRE 2008

Nº DE PLANO:
A-10.1
Nº DE HOJA:
HOJA 1 DE 2

TÍTULO DE PLANO:
INSTALACIONES DE INFRAESTRUCTURA DE PROTECCIÓN CIVIL ALTERNATIVA - 1. SOTERRAMIENTO BAJO c/ SANSÓN SECCIONES TIPO TÚNEL EN MINA Y FALSO TÚNEL

LEYENDA	
	Pasamanos
	Alumbrado de emergencia principal
	Alumbrado de emergencia autónomo
	Toma de corriente
	Detector de gases
	Hidrantes



x:\08\080827-Sant Feliu\Estudio Informativo\Documento-1-Anejos\10-Instalaciones no ferroviarias en tunel\Alternativa 1\A-10-1 Sección tipo en mina.dwg



SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILES

TÍTULO PROYECTO:
ESTUDIO INFORMATIVO DE INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN SANT FELIU DE LLOBREGAT

AUTOR DEL PROYECTO:


ESCALA ORIGINAL
1/50 
NUMÉRICA GRÁFICA

FECHA:
OCTUBRE 2008

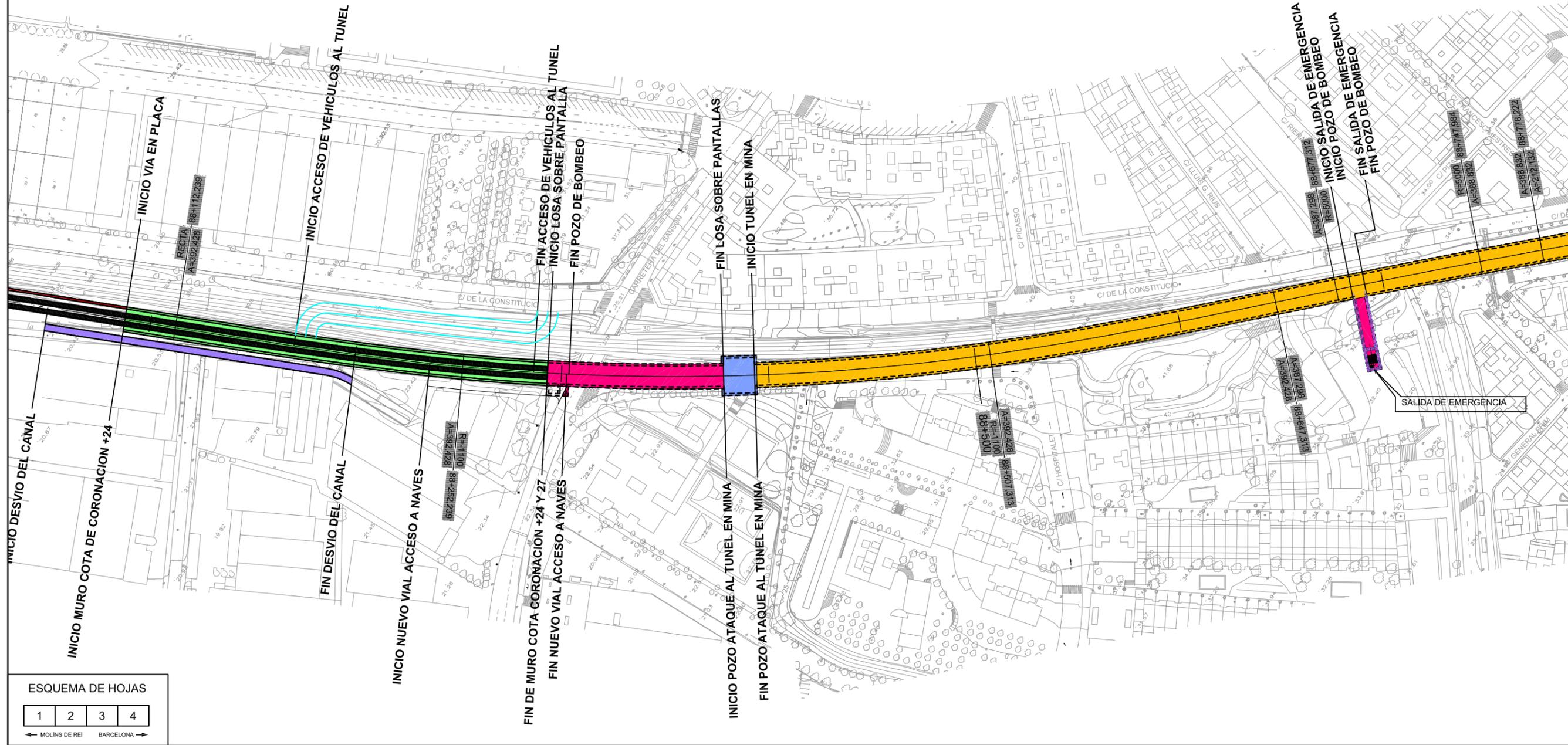
Nº DE PLANO:
A-10.1
Nº DE HOJA:
HOJA 2 DE 2

TÍTULO DE PLANO:
INSTALACIONES DE INFRAESTRUCTURA DE PROTECCIÓN CIVIL ALTERNATIVA - 1. SOTERRAMIENTO BAJO c/ SANSÓN SECCIONES TIPO TÚNEL EN MINA Y FALSO TÚNEL



LEYENDA:

- PANTALLAS A CIELO ABIERTO
- LOSA SOBRE PANTALLAS
- POZO DE ATAQUE
- TUNEL EN MINA
- ESTACION SOTERRADA
- MURO



ESQUEMA DE HOJAS

1	2	3	4
---	---	---	---

← MOLINS DE REI BARCELONA →

x:\08\080827-Sant Feliu\Estudio Informativo\Documento-1-Anexos\10-Instalaciones no ferroviarias en tunel\Alternativa 1\A-10-2 Ubicacion SE y PV (3).dwg



SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILES

TITULO PROYECTO:
ESTUDIO INFORMATIVO DE INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN SANT FELIU DE LLOBREGAT

AUTOR DEL PROYECTO:

ESCALA ORIGINAL
1/2.000

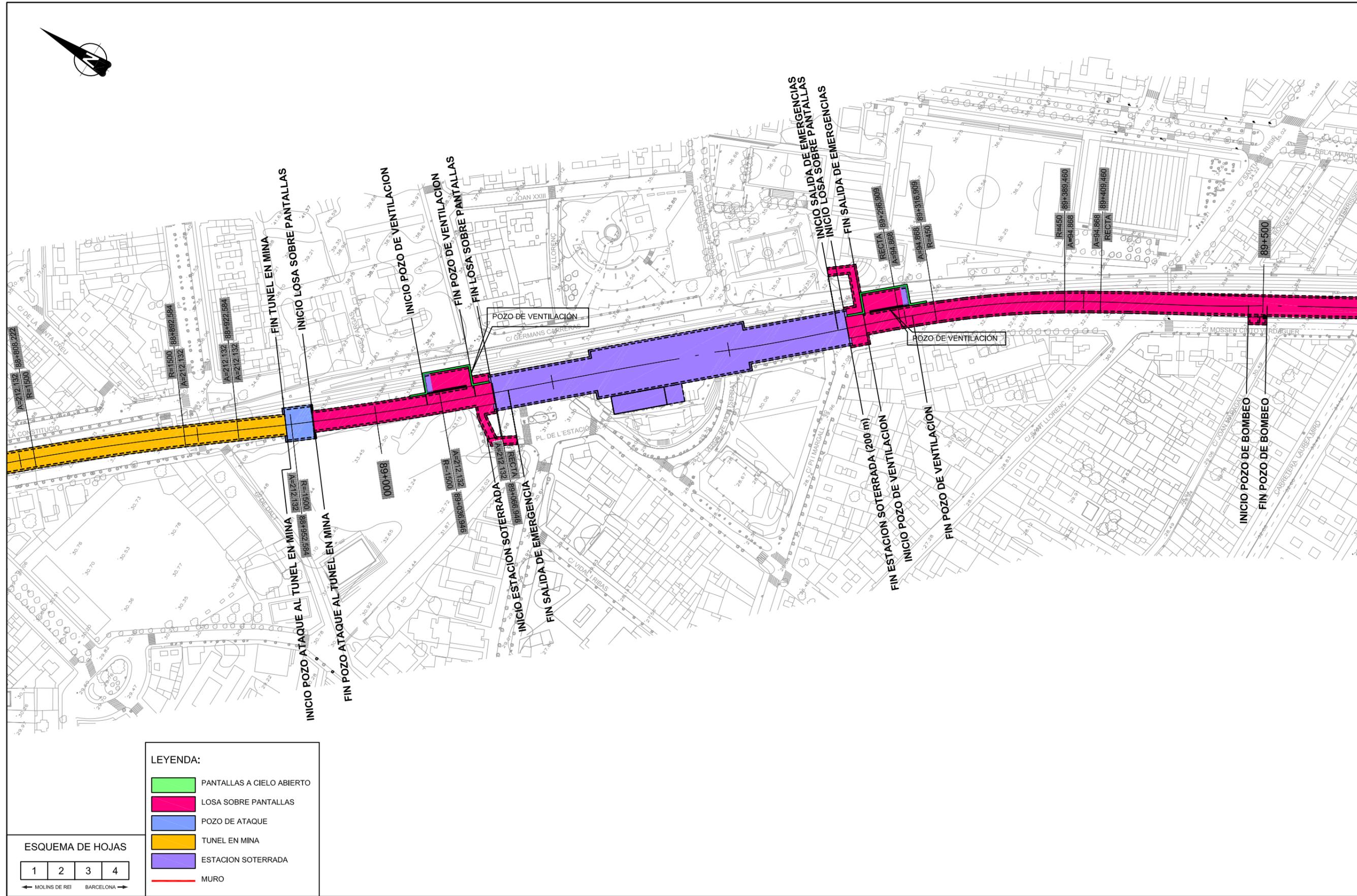
NUMERICA GRAFICA

FECHA:
OCTUBRE 2008

Nº DE PLANO:
A-10.2

Nº DE HOJA:
HOJA 1 DE 3

TITULO DE PLANO:
INSTALACIONES DE INFRAESTRUCTURA DE PROTECCIÓN CIVIL ALTERNATIVA - 1. SOTERRAMIENTO BAJO c/ SANSÓN UBICACIÓN SALIDA EMERGENCIA Y POZOS DE VENTILACIÓN



LEYENDA:

- PANTALLAS A CIELO ABIERTO
- LOSA SOBRE PANTALLAS
- POZO DE ATAQUE
- TUNEL EN MINA
- ESTACION SOTERRADA
- MURO

ESQUEMA DE HOJAS

1	2	3	4
---	---	---	---

← MOLINS DE REI BARCELONA →



SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILES

TÍTULO PROYECTO:
ESTUDIO INFORMATIVO DE INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN SANT FELIU DE LLOBREGAT

AUTOR DEL PROYECTO:

ESCALA ORIGINAL
1/2.000

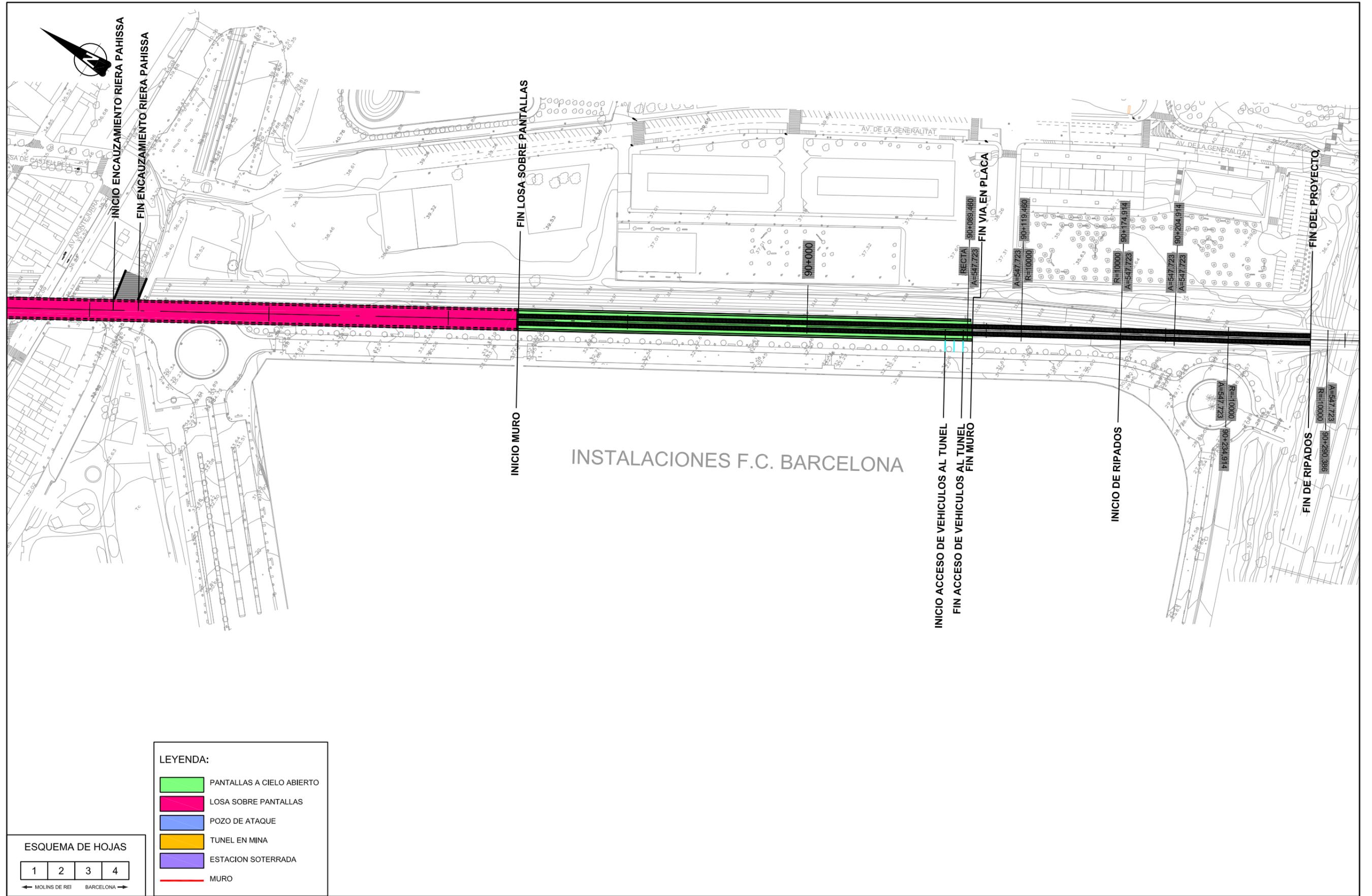
NUMERICA GRAFICA

FECHA:
OCTUBRE 2008

Nº DE PLANO:
A-10.2

Nº DE HOJA:
HOJA 2 DE 3

TÍTULO DE PLANO:
INSTALACIONES DE INFRAESTRUCTURA DE PROTECCIÓN CIVIL ALTERNATIVA - 1. SOTERRAMIENTO BAJO c/ SANSÓN UBICACIÓN SALIDA EMERGENCIA Y POZOS DE VENTILACIÓN

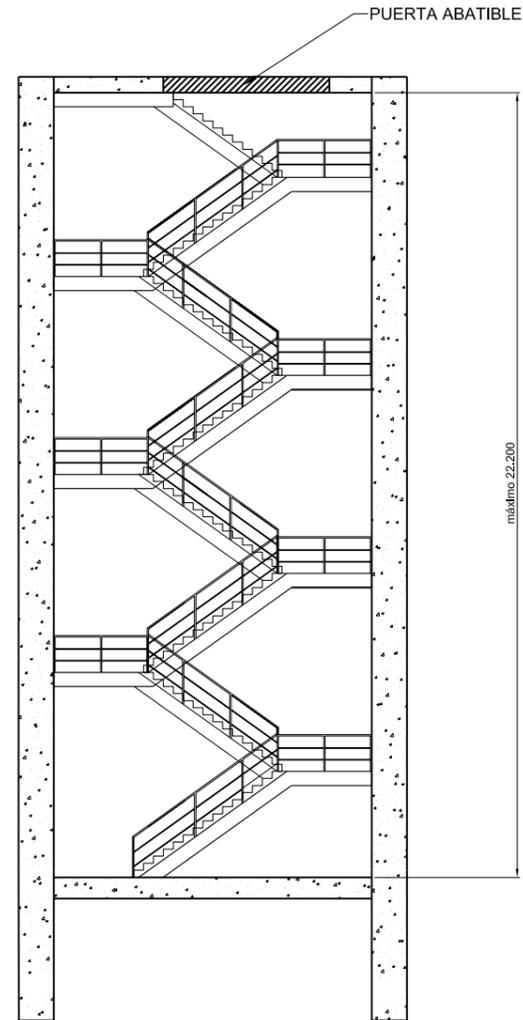


ESQUEMA DE HOJAS

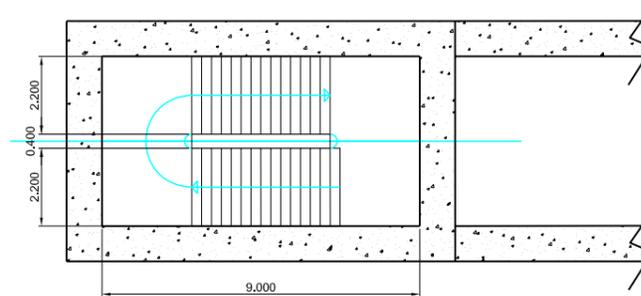
1	2	3	4
---	---	---	---

← MOLINS DE REI BARCELONA →

x:\08\080827-Sant Feliu\Estudio Informativo\Documento-1-Anexos\10-Instalaciones no ferroviarias en tunel\Alternativa 1\A-10-3 Salida emergencia túnel tipo.dwg



ALZADO



PLANTA



SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILES

TÍTULO PROYECTO:
ESTUDIO INFORMATIVO DE INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN SANT FELIU DE LLOBREGAT

AUTOR DEL PROYECTO:

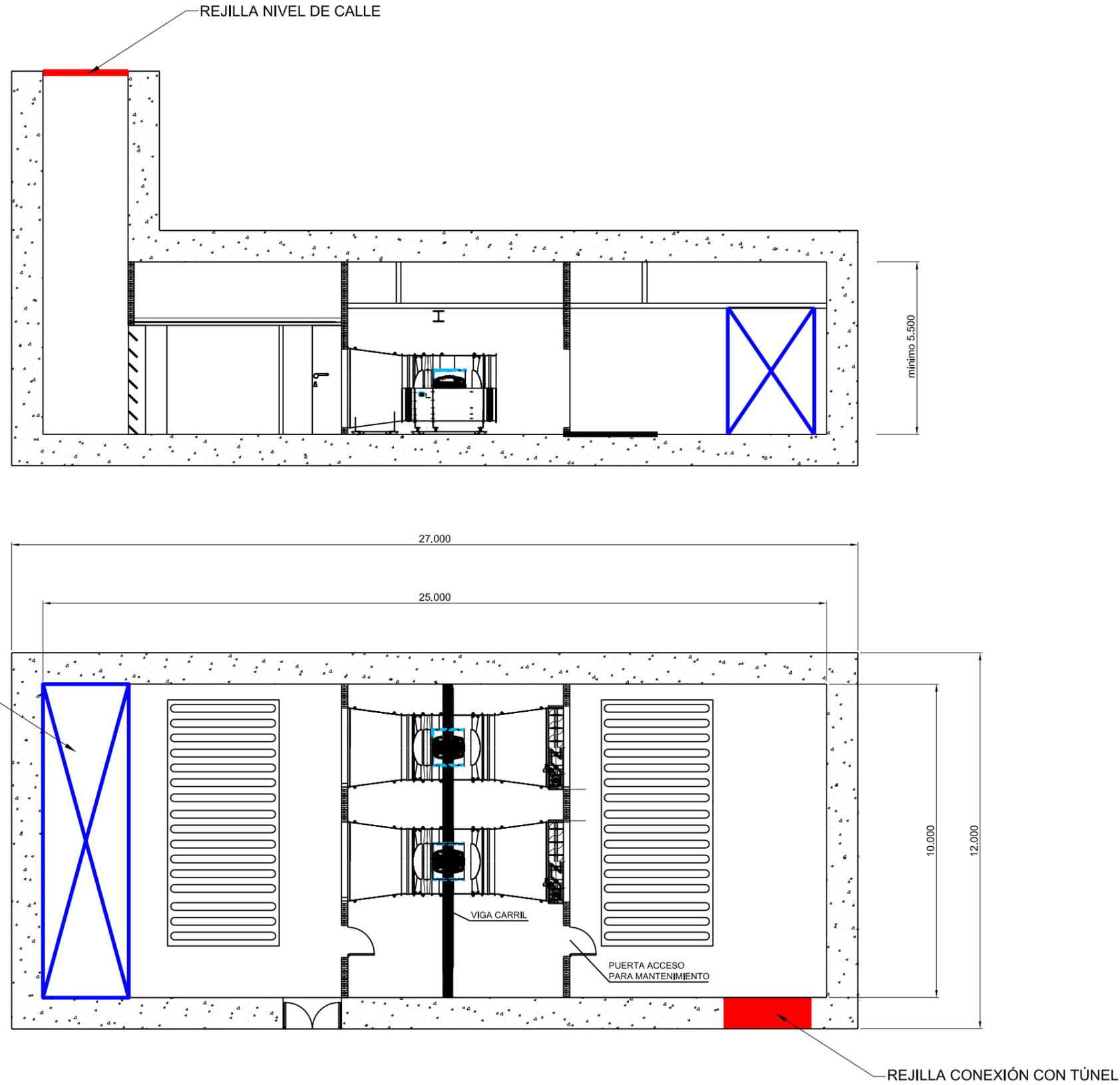
ESCALA ORIGINAL
1/200
0 2 4 6m
NUMERICA GRAFICA

FECHA:
OCTUBRE 2008

Nº DE PLANO:
A-10.3
Nº DE HOJA:
HOJA 1 DE 2

TÍTULO DE PLANO:
INSTALACIONES DE INFRAESTRUCTURA DE PROTECCIÓN CIVIL ALTERNATIVA - 1. SOTERRAMIENTO BAJO c/ SANSÓN SALIDA DE EMERGENCIA TIPO Y EDIFICIO TIPO VENTILACION

x:\08\080827-Sant Feliu\Estudio Informativo\Documento-1-Anejos\10-Instalaciones no ferroviarias en tunel\Alternativa 1\A-10-3-Edificio ventilación tipo.dwg



SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS
 SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
 DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILES

TÍTULO PROYECTO:
 ESTUDIO INFORMATIVO DE INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN SANT FELIU DE LLOBREGAT

AUTOR DEL PROYECTO:

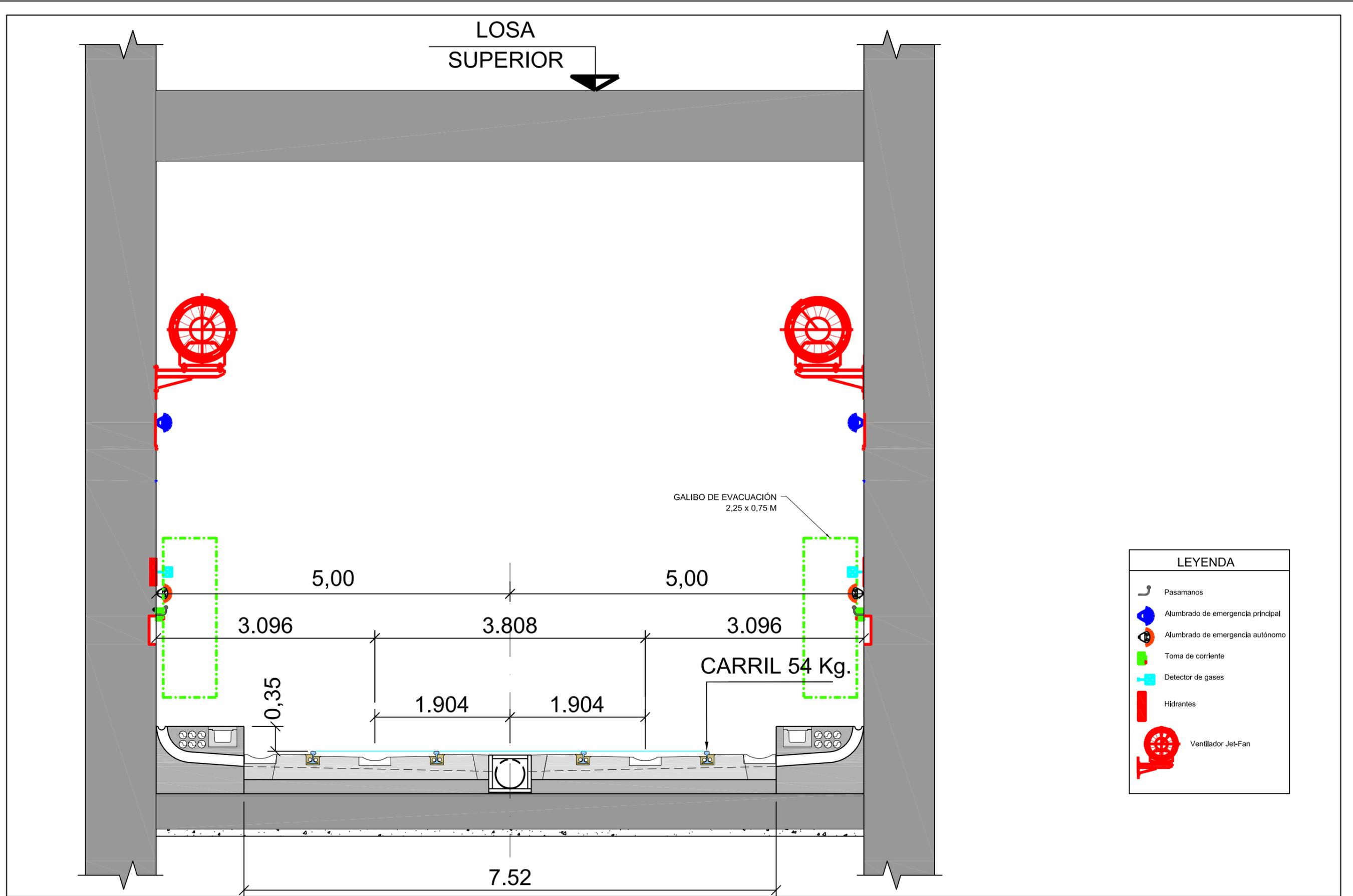
ESCALA ORIGINAL
 1/150
 NUMÉRICA GRÁFICA

FECHA:
 OCTUBRE 2008

Nº DE PLANO:
 A-10.3
 Nº DE HOJA:
 HOJA 2 DE 2

TÍTULO DE PLANO:
 INSTALACIONES DE INFRAESTRUCTURA DE PROTECCIÓN CIVIL ALTERNATIVA - 1. SOTERRAMIENTO BAJO c/ SANSÓN SALIDA DE EMERGENCIA TIPO Y EDIFICIO TIPO VENTILACION

X:\08\080827-Sant Feliu\Estudio Informativo\Documento-1-Anejos\10-Instalaciones no ferroviarias en tunel\Alternativa 2\A-10-4- Seccion tipo tunel entre pantallas.dwg



LEYENDA	
	Pasamanos
	Alumbrado de emergencia principal
	Alumbrado de emergencia autónomo
	Toma de corriente
	Detector de gases
	Hidrantes
	Ventilador Jet-Fan



SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS
SECRETARIA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
DIRECCION GENERAL DE FERROCARRILES

TITULO PROYECTO:
ESTUDIO INFORMATIVO DE INTEGRACION DEL FERROCARRIL EN SANT FELIU DE LLOBREGAT

AUTOR DEL PROYECTO:

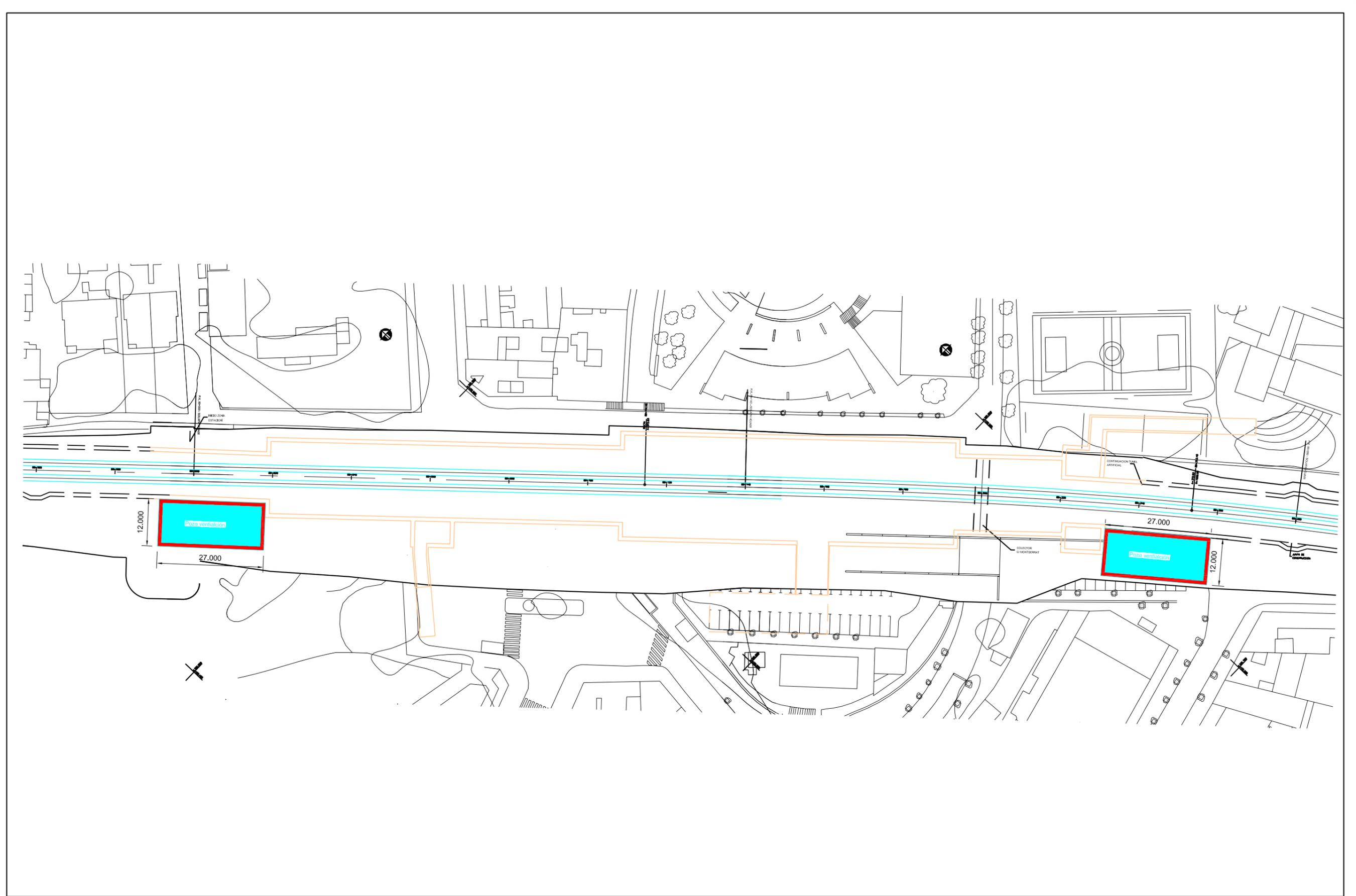
ESCALA ORIGINAL
1/50
0 0.5 1 1.50m
NUMERICA GRAFICA

FECHA:
OCTUBRE 2008

Nº DE PLANO:
A-10.4
Nº DE HOJA:
HOJA 1 DE 1

TITULO DE PLANO:
INSTALACIONES DE INFRAESTRUCTURA DE PROTECCION CIVIL ALTERNATIVA - 2. SOTERRAMIENTO SOBRE c/ SANSÓN SECCION TIPO DE TUNEL

X:\08\080827-Sant Feliu\Estudio Informativo\Documento-1-Anejos\10-Instalaciones no ferroviarias en tunel\Alternativa 2\A-10-5 Ubicación pozos ventilación.dwg



SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS
 SECRETARIA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
 DIRECCION GENERAL DE FERROCARRILES

TITULO PROYECTO:
 ESTUDIO INFORMATIVO DE INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN SANT FELIU DE LLOBREGAT

AUTOR DEL PROYECTO:

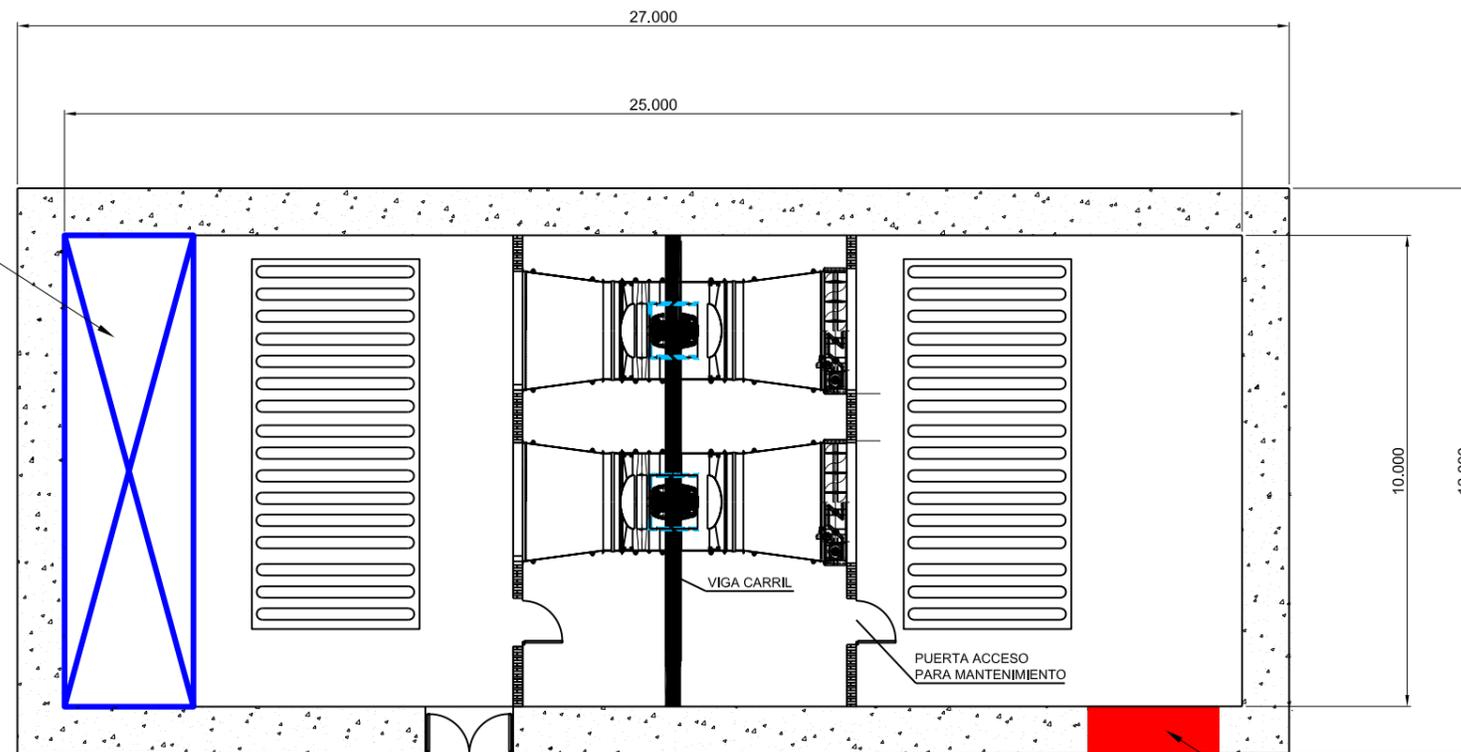
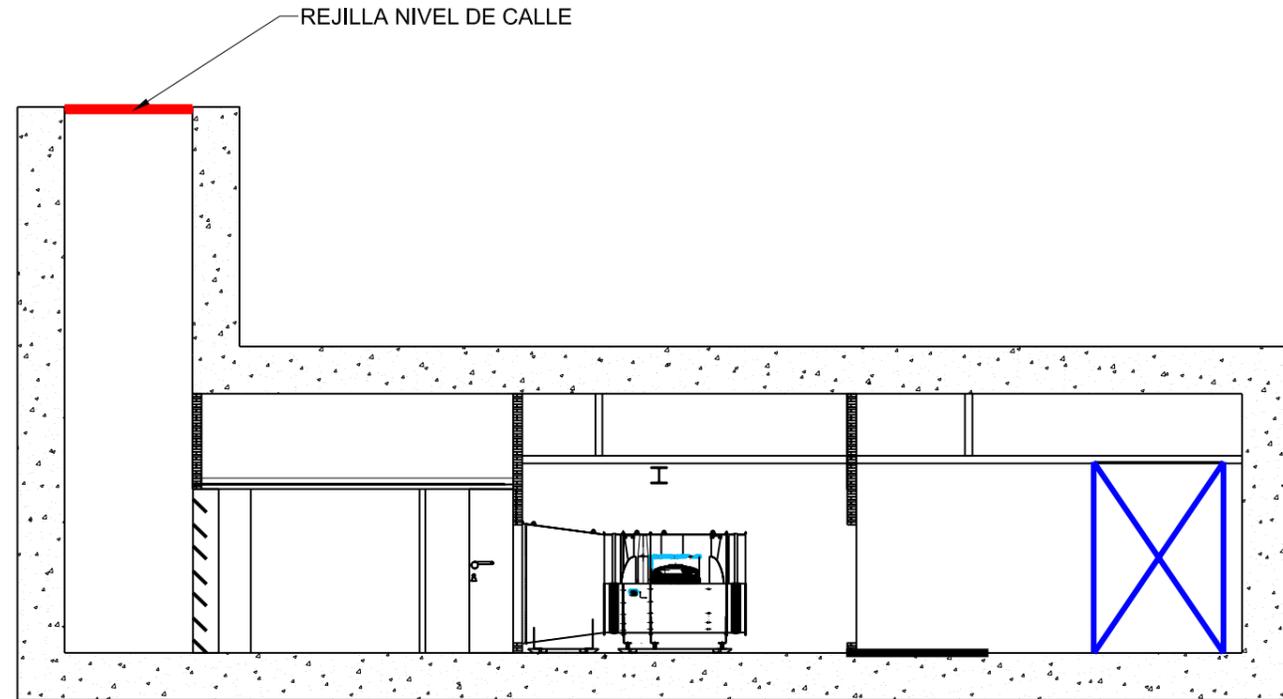
ESCALA ORIGINAL
 1/900 27m
 NUMERICA GRAFICA

FECHA:
 OCTUBRE 2008

Nº DE PLANO:
 A-10.5
 Nº DE HOJA:
 HOJA 1 DE 1

TITULO DE PLANO:
 INSTALACIONES DE INFRAESTRUCTURA DE PROTECCIÓN CIVIL ALTERNATIVA - 2. SOTERRAMIENTO SOBRE c/ SANSÓN UBICACIÓN POZO DE VENTILACIÓN

x:\08\080827-Sant Feliu\Estudio Informativo\Documento-1-Anejos\10-Instalaciones no ferroviarias en tunel\Alternativa 2\A-10-6 Edificio ventilación tipo.dwg



SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILES

TÍTULO PROYECTO:
ESTUDIO INFORMATIVO DE INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN SANT FELIU DE LLOBREGAT

AUTOR DEL PROYECTO:

ESCALA ORIGINAL
1/150
NUMÉRICA GRÁFICA

FECHA:
OCTUBRE 2008

Nº DE PLANO:
A-10.6
Nº DE HOJA:
HOJA 1 DE 1

TÍTULO DE PLANO:
INSTALACIONES DE INFRAESTRUCTURA DE PROTECCIÓN CIVIL ALTERNATIVA - 2. SOTERAMIENTO SOBRE c/ SANSÓN EDIFICIO TIPO VENTILACIÓN

APÉNDICE 2. EVACUACIÓN DEL TÚNEL

1. EVACUACIÓN DEL TÚNEL EN CASO DE EMERGENCIA. ALTERNATIVA 1 BAJO CALLE SANSÓN.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. CRITERIOS DE DISEÑO.....	1
1.3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE EVACUACIÓN PROYECTADO.....	2
1.3.1. Siniestro en el P.K. 89+067.....	2
1.3.2. Siniestro en el P.K. 89+267.....	3
1.4. CONCLUSIÓN SOBRE LA EVACUACIÓN DEL TÚNEL EN CASO DE EMERGENCIA. ALTERNATIVA 1 BAJO CALLE SANSÓN	4
2. EVACUACIÓN DEL TÚNEL EN CASO DE EMERGENCIA. ALTERNATIVA 2 SOBRE CALLE SANSÓN.....	5
2.1. INTRODUCCIÓN	5
2.2. CRITERIOS DE DISEÑO.....	5
2.3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE EVACUACIÓN PROYECTADO.....	6
2.3.1. Siniestro en el P.K. 89+020.....	6
2.3.2. Siniestro en el P.K. 89+220.....	7
2.4. CONCLUSIÓN SOBRE LA EVACUACIÓN DEL TÚNEL EN CASO DE EMERGENCIA.....	7

**1. EVACUACIÓN DEL TÚNEL EN CASO DE EMERGENCIA.
ALTERNATIVA 1 BAJO CALLE SANSÓN**

1.1. INTRODUCCIÓN

El sistema de evacuación previsto consta de una salida de emergencia para el tramo comprendido entre la boca de acceso al túnel y la estación. El tramo comprendido entre la estación y la boca de salida del túnel no cuenta con ninguna salida de emergencia ya que los bomberos podrán acceder hasta el punto más crítico por tratarse de un tramo con una longitud algo superior a 500 m.

En el siguiente esquema se analiza el sistema de evacuación previsto para la parte soterrada:

P.K. TRAZADO	UBICACIÓN	TIPO DE EVACUACIÓN	DISTANCIAS
88+290	Inicio Soterramiento	Superficie	390 m
88+680	Salida de Emergencia	Superficie	
89+067 89+267	Estación	Evacuación por la propia Estación	387 m
89+839	Fin Soterramiento	Superficie	572 m

1.2. CRITERIOS DE DISEÑO

Con objeto de proporcionar al usuario un nivel de seguridad comparable al del resto del trazado, reduciéndose el riesgo de accidentes, o sus consecuencias sobre las personas y los elementos ferroviarios, se aplicará la ETI (Especificación Técnica de Interoperabilidad sobre seguridad en los túneles).

Debido a la inexistencia de una normativa de obligado cumplimiento que determine las condiciones de seguridad en las infraestructuras ferroviarias se tomará como normativa de referencia las Normas Técnicas sobre Seguridad Contra Incendios en la red ferroviaria soterrada de Cataluña, siendo estas las recomendaciones de Bomberos de la Generalitat.

Los trenes CIVIA constituyen la nueva plataforma tecnológica para trenes de Cercanías de RENFE. En este estudio el tipo de tren CIVIA considerado es de cinco coches (A1+A2+A3+A2+A1) y 6 bogies (4BM+2BR), serie 465, en doble composición. El número de plazas totales es de 1.994 (2x997pers).

La Normativa de Estaciones Subterráneas de la Generalitat de Cataluña trata de establecer unos requisitos mínimos que proporcionan un grado razonable de seguridad frente al fuego.

Según esta normativa, la capacidad de las salidas se debe calcular tomando como base pasos de salida de 60 cm. de anchura.

Hay que descontar 45 cm de la amplitud a cada lado para la evacuación en el interior del túnel. Así, para una amplitud de túnel de 10 m, como es el caso que nos ocupa, el ancho que hay que considerar para el cálculo de la capacidad es de 9,10 m. La capacidad deducida en este caso es de 15,17 pasos.

En evacuación en escaleras, la capacidad de ocupación de una escalera de 2,20 m es de 3,67 pasos.

Los requisitos que tienen que cumplir los pasos de salida teniendo en cuenta el tipo de evacuación, tramos horizontales, rampas o escaleras, son los siguientes:

TIPO DE EVACUACIÓN	AMPLITUD MÍNIMA(m)	CAPACIDAD (pers/min)	VELOCIDAD DE MARCHA (m/min)
Horizontal y rampa <4%	1,80	50	60
Escaleras y rampas >4%, (subida)	1,20	35	15
Escaleras y rampas >4%, (bajada)	1,20	40	20

1.3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE EVACUACIÓN PROYECTADO

El trazado del túnel se divide en varios tramos, delimitados éstos por zonas seguras con sus correspondientes recorridos de evacuación.

La ubicación de las zonas seguras está recogida en el siguiente cuadro:

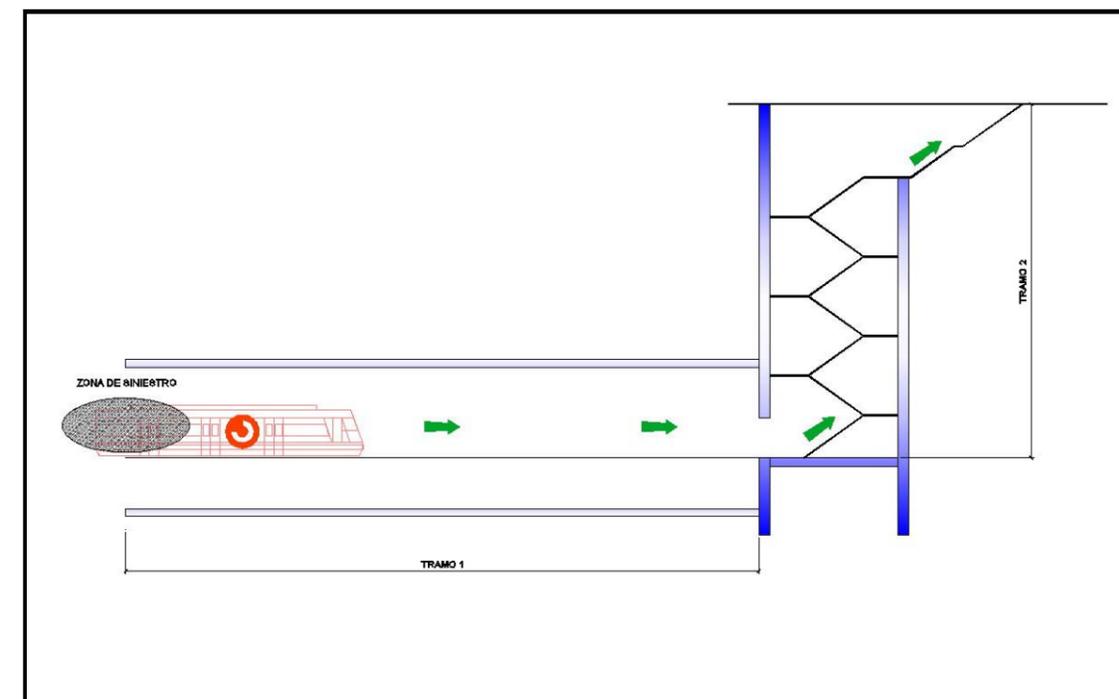
P.K. TRAZADO	UBICACIÓN	TIPO DE EVACUACIÓN	DISTANCIAS
88+290	Inicio Soterramiento	Superficie	390 m
88+680	Salida de Emergencia	Superficie	
89+067 89+267	Estación	Evacuación por la propia Estación	387 m
89+839	Fin Soterramiento	Superficie	572 m

De acuerdo con las distancias del cuadro anterior se considera el supuesto más pésimo en el tramo comprendido entre la estación y el final del túnel, que es donde hay más distancia a la salida de emergencia de la estación o a la boca del túnel, considerando ésta como una zona segura. Además de estudiar este supuesto, se considera adecuado analizar el supuesto comprendido entre la salida de emergencia y el inicio de la estación. Se supone que dichos siniestros impedirán el paso de las

personas desde el túnel a la estación, por lo que se tendría que realizar la evacuación en dirección a la salida de emergencia más próxima o a la boca del túnel. El análisis de los tiempos de recorrido, desde el punto de vista de la seguridad, se analiza en los siguientes apartados:

1.3.1. Siniestro en el P.K. 89+067

La ruta de evacuación se produce en dos tramos. En tramo 1 corresponde a la evacuación a lo largo del túnel y el tramo 2 a la evacuación a través de la salida de emergencia. A continuación se muestra un esquema:



Una vez alcanzada la salida de emergencia, TRAMO 2, se puede considerar que alcanzamos una zona segura, dado que la misma cuenta con los materiales y las instalaciones, en especial ventilación par considerarla como tal. El tiempo de evacuación será la suma de los tiempos de evacuación del TRAMO 1 y TRAMO 2. En este cálculo tan solo interviene la amplitud de las rutas de evacuación y no la longitud de las mismas.

TRAMO 1	AMPLITUD (m)	REDUCCIÓN (0,45 m. por cada lado)	Nº DE PASOS	CAPACIDAD (pers/(paso*min))	CAPACIDAD EN 1 MIN (pers/min)
Recorrido horizontal	10,00	9,10	15,17	50	758
T1=Tiempo total de evacuación de 1.994 personas (minutos)					2,63 min
TRAMO 2	AMPLITUD (m)	REDUCCIÓN	Nº DE PASOS	CAPACIDAD (pers/(paso*min))	CAPACIDAD EN 1 MIN (pers/min)
Subida escalera	2,20	-	3,67	35	128
T2=Tiempo total de evacuación de 1.994 personas (minutos)					15,58 min
Tiempo total de evacuación= T1+T2(minutos)					18,21 min

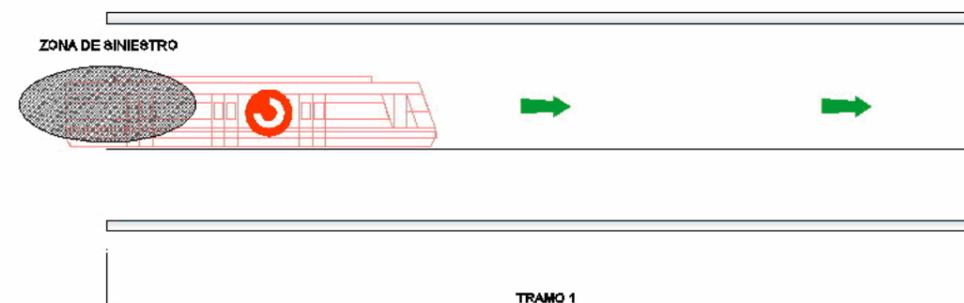
Individualmente, teniendo en cuenta la longitud de recorrido, el tiempo que una persona tardaría en salir al exterior desde el lugar del siniestro es:

TRAMO 1	LONGITUD DE RECORRIDO (m)	VELOCIDAD (m/min)	TIEMPO DE EVACUACIÓN (min)
Recorrido horizontal	387	60	6,45 min
T1=Tiempo total de evacuación de 1 persona (minutos)			
TRAMO 2	LONGITUD DE RECORRIDO (m)	VELOCIDAD (m/min)	TIEMPO DE EVACUACIÓN (min)
Subida escalera	45 (8 tramos de escalera)	15	3 min
T2=Tiempo total de evacuación de 1 persona (minutos)			
Tiempo total de evacuación de UNA persona= T1+T2(minutos)			9,45 min

1.3.2. Siniestro en el P.K. 89+267

Dada la longitud del tramo comprendido entre la estación y el final del túnel no se ha considerado necesario la construcción de una salida de emergencia, ya que el punto crítico se encuentra a la mitad de una vía de escape.

La ruta de evacuación se produce en un único tramo.



El tiempo de evacuación total será el tiempo de evacuación del TRAMO 1. En este cálculo solo interviene la amplitud de las rutas de evacuación y no la longitud de las mismas. Partimos de los parámetros de diseño expuestos:

TRAMO 1	AMPLITUD (m)	REDUCCIÓN (0,45 m. por cada lado)	Nº DE PASOS	CAPACIDAD (pers/(paso*min))	CAPACIDAD EN 1 MIN (pers/min)
Recorrido horizontal	10,00	9,10	15,17	50	758
T1=Tiempo total de evacuación de 1.994 personas (minutos)					2,63 min
Tiempo total de evacuación= T1 (minutos)					2,63 min

Individualmente, teniendo en cuenta la longitud de recorrido, el tiempo que una persona tardaría en salir al exterior desde el lugar del siniestro es:

TRAMO 1	LONGITUD DE RECORRIDO (m)	VELOCIDAD (m/min)	TIEMPO DE EVACUACIÓN (min)
Recorrido horizontal	572	60	9,53 min
T1=Tiempo total de evacuación de 1 persona (minutos)			
Tiempo total de evacuación de UNA persona= T1 (minutos)			9,53 min

En este estudio se ha considerado la simultaneidad de ocupación máxima de la doble composición del tren CIVIA, sin considerar coeficiente reductor de simultaneidad, hecho que provocaría que el tiempo de evacuación disminuyera.

1.4. CONCLUSIÓN SOBRE LA EVACUACIÓN DEL TÚNEL EN CASO DE EMERGENCIA. ALTERNATIVA 1 BAJO CALLE SANSÓN

Las zonas seguras son zonas libres de riesgo, en el interior o exterior del túnel, a las que se llega a través de las rutas de evacuación y en las que se puede permanecer el tiempo necesario hasta ser evacuado.

El objetivo de las rutas de evacuación es permitir que los ocupantes del túnel puedan desplazarse hasta una zona segura, realizando dicho desplazamiento en unas condiciones adecuadas de seguridad.

Dado que las salidas de emergencia y las bocas del túnel se consideran zona segura, el tiempo crítico que habría que considerar es el que se tarda en alcanzar dichas zonas. Este tiempo está compuesto por la suma del tiempo de recorrido individual más el tiempo de evacuación a través del túnel de las 1.994 personas, es decir la suma de los T1. En cada uno de los casos analizados se obtiene:

- Siniestro en el P.K. 89+067:2,63 + 6,45 = 9,08 minutos
- Siniestro en el P.K. 89+267:2,63 + 9,53 = 12,16 minutos

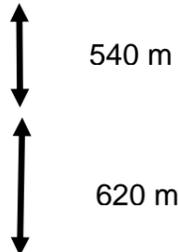
En ambos casos el tiempo total de evacuación es menor de 15 minutos por lo que se considera aceptable desde el punto de vista de la seguridad.

**2. EVACUACIÓN DEL TÚNEL EN CASO DE EMERGENCIA.
ALTERNATIVA 2 SOBRE CALLE SANSÓN**

2.1. INTRODUCCIÓN

El sistema de evacuación previsto, en ambos tramos de soterramiento, se realizará por el túnel ya que en ninguno de los dos tramos existe salida de emergencia por tener ambos tramo con una longitud algo superior a 500 m.

En el siguiente esquema se analiza el sistema de evacuación previsto para la parte soterrada:

P.K. TRAZADO	UBICACIÓN	TIPO DE EVACUACIÓN	DISTANCIAS
88+480	Inicio Soterramiento	Superficie	
89+020 89+220	Estación	Evacuación por la propia Estación	
89+840	Fin Soterramiento	Superficie	

2.2. CRITERIOS DE DISEÑO

Con objeto de proporcionar al usuario un nivel de seguridad comparable al del resto del trazado, reduciéndose el riesgo de accidentes, o sus consecuencias sobre las personas y los elementos ferroviarios, se aplicará la ETI (Especificación Técnica de Interoperabilidad sobre seguridad en los túneles).

Debido a la inexistencia de una normativa de obligado cumplimiento que determine las condiciones de seguridad en las infraestructuras ferroviarias se tomará como normativa de referencia las Normas Técnicas sobre Seguridad Contra Incendios en

la red ferroviaria soterrada de Cataluña, siendo estas las recomendaciones de Bomberos de la Generalitat.

Los trenes CIVIA constituyen la nueva plataforma tecnológica para trenes de Cercanías de RENFE. En este estudio el tipo de tren CIVIA considerado es de cinco coches (A1+A2+A3+A2+A1) y 6 bogies (4BM+2BR), serie 465, en doble composición. El numero de plazas totales es de 1.994 (2x997pers).

La Normativa de Estaciones Subterráneas de la Generalitat de Cataluña trata de establecer unos requisitos mínimos que proporcionan un grado razonable de seguridad frente al fuego.

Según esta normativa, la capacidad de las salidas se debe calcular tomando como base pasos de salida de 60 cm. de anchura.

Hay que descontar 45 cm de la amplitud a cada lado para la evacuación en el interior del túnel. Así, para una amplitud de túnel de 11 m, como es el caso que nos ocupa, el ancho que hay que considerar para el cálculo de la capacidad es de 10,10 m. La capacidad deducida en este caso es de 15,17 pasos.

Los requisitos que tienen que cumplir los pasos de salida teniendo en cuenta el tipo de evacuación, tramos horizontales, rampas o escaleras, son los siguientes:

TIPO DE EVACUACIÓN	AMPLITUD MÍNIMA(m)	CAPACIDAD (pers/min)	VELOCIDAD DE MARCHA (m/min)
Horizontal y rampa <4%	1,80	50	60
Escaleras y rampas >4%, (subida)	1,20	35	15
Escaleras y rampas >4%, (bajada)	1,20	40	20

2.3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE EVACUACIÓN PROYECTADO

El trazado del túnel se divide en varios tramos, delimitados éstos por zonas seguras con sus correspondientes recorridos de evacuación.

La ubicación de las zonas seguras está recogida en el siguiente cuadro:

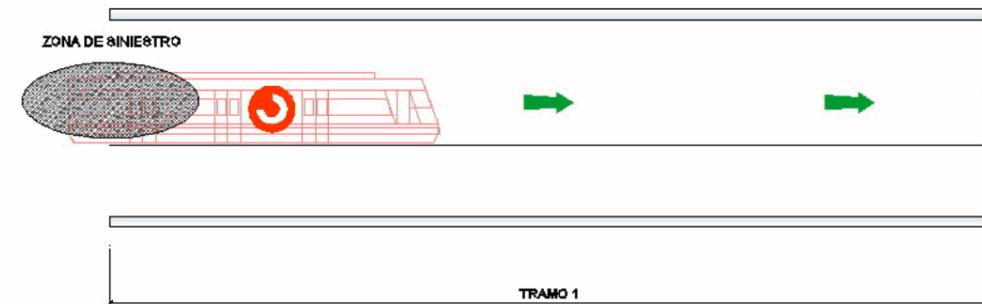
P.K. TRAZADO	UBICACIÓN	TIPO DE EVACUACIÓN	DISTANCIAS
88+480	Inicio Soterramiento	Superficie	540 m
89+020 89+220	Estación	Evacuación por la propia Estación	
89+840	Fin Soterramiento	Superficie	620 m

De acuerdo con las distancias del cuadro anterior se considera el supuesto más desfavorable el tramo comprendido entre la estación y el final del túnel, que es donde hay más distancia a la salida de emergencia de la estación o a la boca del túnel, considerando ésta como una zona segura. Además se estudiará el tramo comprendido entre el inicio del túnel y el inicio de la estación. Se supone que dichos siniestros impedirán el paso de las personas desde el túnel a la estación, por lo que se tendría que realizar la evacuación en dirección a cada una de las bocas del túnel. El análisis de los tiempos de recorrido, desde el punto de vista de la seguridad, se analiza en los siguientes apartados:

2.3.1. Siniestro en el P.K. 89+020

Dada la longitud del tramo comprendido entre el inicio del túnel y la estación no se ha considerado necesario la construcción de una salida de emergencia,.

La ruta de evacuación se produce en un único tramo.



El tiempo de evacuación total será el tiempo de evacuación del TRAMO 1. En este cálculo solo interviene la amplitud de las rutas de evacuación y no la longitud de las mismas. Partimos de los parámetros de diseño expuestos:

TRAMO 1	AMPLITUD (m)	REDUCCIÓN (0,45 m. por cada lado)	Nº DE PASOS	CAPACIDAD (pers/(paso*min))	CAPACIDAD EN 1 MIN (pers/min)
Recorrido horizontal	11,00	10,10	16,83	50	841
T1=Tiempo total de evacuación de 1.994 personas (minutos)					2,37 min

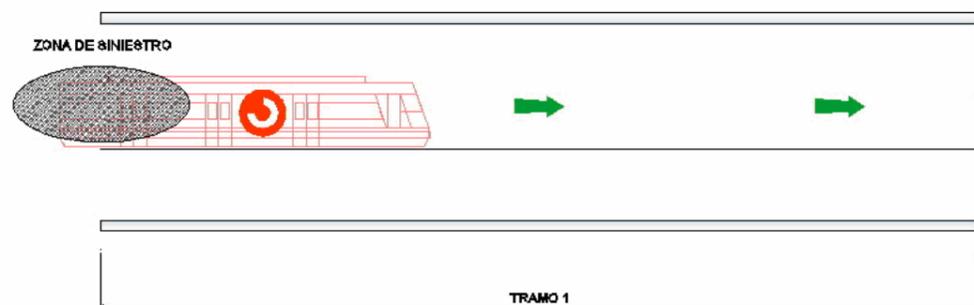
Individualmente, teniendo en cuenta la longitud de recorrido, el tiempo que una persona tardaría en salir al exterior desde el lugar del siniestro es:

TRAMO 1	LONGITUD DE RECORRIDO (m)	VELOCIDAD (m/min)	TIEMPO DE EVACUACIÓN (min)
Recorrido horizontal	540	60	9,00 min
T1=Tiempo total de evacuación de 1 persona (minutos)			
Tiempo total de evacuación de UNA persona= T1 (minutos)			9,00 min

2.3.2. Siniestro en el P.K. 89+220

Dada la longitud del tramo comprendido entre la estación y el final del túnel no se ha considerado necesario la construcción de una salida de emergencia, ya que el punto crítico se encuentra a la mitad de una vía de escape.

La ruta de evacuación se produce en un único tramo.



El tiempo de evacuación total será el tiempo de evacuación del TRAMO 1. En este cálculo solo interviene la amplitud de las rutas de evacuación y no la longitud de las mismas. Partimos de los parámetros de diseño expuestos:

TRAMO 1	AMPLITUD (m)	REDUCCIÓN (0,45 m. por cada lado)	Nº DE PASOS	CAPACIDAD (pers/(paso*min))	CAPACIDAD EN 1 MIN (pers/min)
Recorrido horizontal	11,00	10,10	16,83	50	841
T1=Tiempo total de evacuación de 1.994 personas (minutos)					2,37 min
Tiempo total de evacuación= T1 (minutos)					2,37 min

Individualmente, teniendo en cuenta la longitud de recorrido, el tiempo que una persona tardaría en salir al exterior desde el lugar del siniestro es:

TRAMO 1	LONGITUD DE RECORRIDO (m)	VELOCIDAD (m/min)	TIEMPO DE EVACUACIÓN (min)
Recorrido horizontal	620	60	10,33 min
T1=Tiempo total de evacuación de 1 persona (minutos)			
Tiempo total de evacuación de UNA persona= T1 (minutos)			10,33 min

2.4. CONCLUSIÓN SOBRE LA EVACUACIÓN DEL TÚNEL EN CASO DE EMERGENCIA

Las bocas del túnel se consideran zona segura, el tiempo crítico que habría que considerar es el que se tarda en alcanzar dichas zonas. Este tiempo está compuesto por la suma del tiempo de recorrido individual más el tiempo de evacuación a través del túnel de las 1.994 personas, es decir la suma de los T1. En cada uno de los casos analizados se obtiene:

- Siniestro en el P.K. 89+067:2,37 + 9,00 = 11,37 minutos
- Siniestro en el P.K. 89+267:2,37 + 10,33 = 12,70 minutos

En ambos casos el tiempo total de evacuación es menor de 15 minutos por lo que se considera aceptable desde el punto de vista de la seguridad.

En este estudio se ha considerado la simultaneidad de ocupación máxima de la doble composición del tren CIVIA, sin considerar coeficiente reductor de simultaneidad, además en ambos tramos de túnel se ha considerado la mayor longitud de recorrido de evacuación, hechos que provocaría que el tiempo de evacuación disminuyera.