



Metro de Madrid, S.A.

Unidad de Ingeniería y Proyectos de Instalaciones

INSTRUCCIÓN TÉCNICA

INSTALACIONES DE ALUMBRADO Y FUERZA EN TÚNEL TIPO DE METRO DE MADRID

**Gerencia de Ingeniería de
Instalaciones Eléctricas**

ITI - 02
Edición: 3
Octubre - 2011

INSTRUCCIÓN TÉCNICA

INSTALACIONES DE ALUMBRADO Y FUERZA EN TÚNEL TIPO DE METRO DE MADRID

CONTROL DE MODIFICACIONES

| EDICIÓN | FECHA | DESCRIPCIÓN DE LA MODIFICACIÓN | Nº ACTIVIDAD |
|---------|------------------|--|-----------------------|
| - | Mayo - 2001 | Documento de referencia para la confección de la Edición 0. | E.00.041e I.044/00 |
| 0 | Diciembre - 2007 | Revisión integral de la especificación técnica. | IO_07-045e |
| 1 | Nov. - 2008 | Supresión alumbrado de balizamiento, actualización de la especificación de cables, equipo S.A.I. y revisión de planos. | IO_07-045e |
| 2 | Oct - 2010 | Actualización del Alumbrado de Emergencia y actualización de planos | IO_10-150e |
| 3 | Oct - 2011 | Adaptación del Alumbrado Normal a 50 lux | IO_11-050e |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| LISTA DE DISTRIBUCIÓN DE EDICIÓN EN VIGOR | FECHA |
|--|------------|
| Unidad de Obra Civil – Unidad de Mantenimiento de Instalaciones – Unidad Operativa | 15/10/2011 |
| | |

| REALIZADO | REVISADO | APROBADO |
|------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|
| <i>Fdo: Julia Mª Calonge</i> | <i>Fdo.: Miguel García de Pedro</i> | <i>Fdo.: Víctor González</i> |

ÍNDICE

| | | |
|-------|--|----|
| 1. | GENERALIDADES..... | 5 |
| 2. | ALUMBRADO NORMAL | 6 |
| 3. | ALUMBRADO DE SOCORRO | 8 |
| 4. | ACCIONAMIENTO DEL ALUMBRADO NORMAL Y SOCORRO | 8 |
| 5. | ALUMBRADO DE EMERGENCIA | 9 |
| 5.1. | <i>Equipo SAI (Sistema de Alimentación Ininterrumpida).....</i> | 10 |
| 6. | INSTALACIÓN DE FUERZA..... | 11 |
| 7. | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE MATERIALES Y EQUIPOS | 12 |
| 7.1. | <i>Cables para alumbrado normal-socorro y fuerza de túnel</i> | 12 |
| 7.2. | <i>Cables para alumbrado de emergencia</i> | 13 |
| 7.3. | <i>Canalizaciones.....</i> | 13 |
| 7.4. | <i>Cajas de derivación.....</i> | 14 |
| 7.5. | <i>Tomas de corriente de fuerza</i> | 15 |
| 7.6. | <i>Pulsadores de encendido de túnel.....</i> | 15 |
| 7.7. | <i>Luminarias alumbrado normal y socorro.....</i> | 15 |
| 7.8. | <i>Luminarias de emergencia.....</i> | 16 |
| 7.9. | <i>Equipos SAI (Sistema de Alimentación Ininterrumpida).....</i> | 16 |
| 8. | NORMAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN | 20 |
| 8.1. | <i>Generalidades.....</i> | 20 |
| 8.2. | <i>Descripción de las obras.....</i> | 21 |
| 8.3. | <i>Tendido de cables.....</i> | 21 |
| 8.4. | <i>Instalación de luminarias de alumbrado normal y socorro</i> | 22 |
| 8.5. | <i>Instalación de luminarias de emergencia</i> | 22 |
| 8.6. | <i>Instalación de pulsadores de encendido de túnel</i> | 22 |
| 8.7. | <i>Instalación de tomas de corriente en túnel.....</i> | 23 |
| 8.8. | <i>Empalmes y terminación de cables.....</i> | 23 |
| 8.9. | <i>Conductores de protección</i> | 24 |
| 8.10. | <i>Aislamiento y rigidez dieléctrica.....</i> | 24 |
| 8.11. | <i>Normas de METRO DE MADRID para la realización de los trabajos....</i> | 25 |

| | | |
|-------|---|----|
| 8.12. | <i>Ensayos y Pruebas eléctricas finales</i> | 25 |
| 9. | DOCUMENTACIÓN DE LA INSTALACIÓN | 25 |
| 10. | DOCUMENTACIÓN GRÁFICA..... | 26 |
| 11. | NORMATIVA DE REFERENCIA | 26 |
| | ÍNDICE DE PLANOS..... | 29 |

INSTRUCCIÓN TÉCNICA

INSTALACIONES DE ALUMBRADO Y FUERZA EN TÚNEL TIPO DE METRO DE MADRID

1. GENERALIDADES

Metro de Madrid dispone de una red de distribución de energía proveniente de subestaciones eléctricas propias, desde las que parten a los Centros de Transformación de las estaciones y túneles dos líneas de A.T. (15.000 V), las cuales entran en transformadores de potencia independientes, a través de las correspondientes celdas de seccionamiento y protección. De estos transformadores salen en B.T. (400 / 230 V) dos acometidas que constituyen los **suministros normal** (cable 1) y **duplicado** (cable 2), los cuales alimentan al cuadro general de distribución. La estación dispondrá adicionalmente de una acometida proveniente de Compañía Distribuidora en B.T. (400 / 230 V), que constituirá el **suministro de socorro**.

La iluminación en los túneles tiene como finalidad permitir una evacuación segura en caso de accidente o desalojo de algún tren, así como, facilitar las operaciones de mantenimiento.

La instalación de alumbrado en un túnel de Metro comprenderá básicamente tres clases de alumbrado totalmente independientes: alumbrado normal, alumbrado de socorro y alumbrado de emergencia; estas instalaciones se complementarán con una instalación de fuerza.

- **Alumbrado normal:** alimentado desde el cuadro general de B.T., deberá constituir aproximadamente 5/6 del alumbrado general.
- **Alumbrado de socorro:** complementario al anterior y alimentado desde una segunda fuente independiente (acometida de socorro), provendrá del exterior, mediante acometida de Compañía en B.T. Cubrirá aproximadamente 1/6 de la red general de alumbrado.
- **Alumbrado de emergencia:** con alimentación autónoma (desde un S.A.I.), que deberá entrar en servicio únicamente en caso de fallo simultáneo en el suministro eléctrico de las redes del alumbrado general (normal y socorro). También podrá ser accionado bajo orden desde el P.C.L. Este alumbrado en condiciones normales se encontrará apagado.
- **Instalación de fuerza:** se instalará línea independiente de fuerza para la conexión de herramientas de pequeña potencia o focos luminosos para trabajos diversos.

La disposición y características de cada una de estas partes se indica en los puntos que siguen a continuación y deberá ser tomada en cuenta para nuevos tramos de ampliación de Líneas de la Red de Metro de Madrid y para grandes

transformaciones y reformas que afecten a estas instalaciones en la Red actual, quedando sin efecto todas las versiones anteriores a esta fecha sobre el particular.

Todas las instalaciones objeto del presente documento deberán cumplir lo establecido en el vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (R.E.B.T.) e Instrucciones Técnicas Complementarias.

2. ALUMBRADO NORMAL

El objeto de esta instalación es obtener en el túnel una iluminación media superior a 50 lux en cota de carriles y con una uniformidad media superior a 0,25.

A tal efecto, se dispondrá un conjunto de luminarias fluorescentes instaladas a lo largo del túnel y alimentadas desde los cuadros generales de Baja Tensión de las estaciones colaterales correspondientes. Cada estación alimentará, con uno o varios circuitos por cada hastial, la mitad del túnel a cada lado de la estación. Dichos circuitos dispondrán de protección diferencial y magnetotérmica.

El número de circuitos y su sección dependerá de la longitud de cada media interestación. Esta longitud se dividirá en tramos de 600 m, como máximo. En cada tramo se dispondrá, de manera independiente por cada hastial del túnel, de un circuito trifásico con neutro distribuido y conductor de protección (3F+N+T). El circuito que alimente un tramo dado no deberá alimentar a más de 60 luminarias de 2x36 W. Todos estos circuitos estarán intervenidos por contactores (uno para túnel a la derecha y otro para túnel a la izquierda de la estación) instalados en un cuadro situado en el cuarto de Baja Tensión de la estación.

Cuando existan centros de transformación dedicados a la ventilación de túnel (CTV), generalmente en interestaciones de grandes longitudes, se permitirá que se alimente parcialmente desde dicho CTV, con los mismos criterios que los establecidos anteriormente. En este caso el cuadro de protección y mando se ubicará en el propio pozo de ventilación, pero el telemando debe gestionarse desde la estación más próxima. Este punto solo deberá aplicarse en interestaciones mayores de 2.400 m ($2 \times 600 + 2 \times 600$).

La línea de alimentación se efectuará con cable de cobre, tripolar más neutro y tierra (3F+N+T), de forma que, siendo las luminarias de 230 V, se puedan conectar entre fase y neutro, de manera alterna y equilibrada.

En el caso de túnel de vía sencilla, las luminarias del alumbrado general se situarán cada 7,5 metros, en el lateral del túnel por el lado donde exista vía de evacuación o, en caso de no existir, por el lado de energía, a una altura aproximada de 4,3 m. De estas luminarias 5 de cada 6 se conectarán al circuito de alumbrado normal, mientras que la restante 1 de cada 6 se conectará al circuito de alumbrado de socorro.

Para túnel de vía doble (herradura, circular, telescopios, sacos, etc.), se instalarán dos líneas de luminarias, una a cada lado de la clave de la bóveda, situadas a una altura aproximada de 4,3 m y a una distancia de 7 metros, una de otra dentro de la

misma línea. La situación de las luminarias entre las dos líneas será tal que una respecto a la otra queden a tresbolillo.

Las galerías que partan del túnel y puntos singulares, tales como pozos de compensación, de extracción interestación, pozos bombeo, etc., incorporarán una luminaria en el entronque con el túnel así como las necesarias en las vías de acceso y circulación de uso ocasional (galerías secundarias, escaleras, rampas, etc.). Salvo la luminaria de entronque, las demás estarán gobernadas por un pulsador estanco con piloto de señalización.

En el caso de los pozos de ventilación interestación, tan solo será necesaria la instalación de alumbrado en el entronque con el túnel y en las escaleras de acceso desde vía, caso de que existieran, no siendo necesaria la instalación en la galería principal de equipos y salas técnicas asociadas, ya que estas instalaciones forman parte de los correspondientes proyectos específicos.

Cuando dichas galerías y accesos (rampas, escaleras, etc.) confluyan en salas técnicas que dispongan de cuadros de protección, para las instalaciones específicas allí implantadas, se admitirá que la alimentación se tome desde dichos cuadros a través del aparellaje de protección correspondiente.

En el caso de salidas de emergencia, se tendrá que observar la instrucción técnica específica de aplicación; no obstante, se colocarán dos luminarias en el entronque de la misma con el túnel, una de ellas se conectará al alumbrado normal y la otra al alumbrado de socorro.

Los túneles de enlace entre líneas se deberán encender, al encenderse cualquiera de las dos líneas que enlazan y seguirán los mismos criterios de diseño que para el resto de túneles.

Las vías secundarias, túneles de acceso a cocheras y sacos de maniobra dispondrán de una instalación de alumbrado normal de túnel que deberá estar permanentemente encendido, para lo cual se establecerán los circuitos de alimentación necesarios e independientes de la instalación del alumbrado normal de túnel de vías principales. Los criterios de diseño e instalación serán análogos al resto del alumbrado normal de túnel.

Los sacos de maniobras donde se estacionen trenes y los fondos de saco estarán provistos de una iluminación complementaria que facilite el tránsito de personal cualificado por los caminos definidos a tal fin. Deberá conseguirse una iluminación media de 100 lux en cota de carriles y con una uniformidad media de 0,5. Este alumbrado seguirá los criterios de diseño e instalación descritos para las vías secundarias y generalmente reforzado con un alumbrado perimetral compuesto por reflectores estancos y fluorescencia compacta.

3. ALUMBRADO DE SOCORRO

Independientemente del alumbrado normal, existirá una segunda instalación de alumbrado de socorro a la cual se conectará 1/6 de las luminarias del alumbrado general de túnel.

Esta instalación estará alimentada de la conmutación automática de los suministros normal y de socorro existente en el cuadro de Baja Tensión de la estación correspondiente. Cada estación alimentará, con al menos un circuito por cada hastial, la mitad del túnel a cada lado de la estación. Dichos circuitos dispondrán de protección diferencial y magnetotérmica independiente.

El número de circuitos y su sección dependerá de la longitud de cada media interestación. Todos estos circuitos estarán intervenidos por contactores (uno para túnel a la derecha y otro para túnel a la izquierda de la estación) instalados en un cuadro situado en el cuarto de Baja Tensión de la estación.

Se tenderán pues dos líneas de alimentación por cada uno de los hastiales del túnel. Este tendido se efectuará con cable de cobre tripolar más neutro y tierra (3F+N+T), de forma que siendo los tubos de 230 V, se puedan conectar entre fase y neutro, de manera alterna y equilibrada.

El alumbrado de socorro, a efectos de condiciones de instalación y montaje, tendrá requerimientos análogos a los indicados para el alumbrado normal de túnel, tanto en el propio túnel como en las galerías que partan del mismo y puntos singulares tales como pozos de compensación, de extracción interestación, pozos bombeo, etc.

Las vías secundarias, túneles de acceso a cocheras y sacos de maniobra dispondrán de una instalación de alumbrado de socorro análogo al resto del alumbrado de socorro de túnel, salvo el modo de funcionamiento, ya que deberá estar permanentemente encendido, tal como se ha indicado para el alumbrado normal en el apartado anterior.

El alumbrado de socorro de los sacos de maniobras donde se estacionen trenes y los fondos de saco seguirá los criterios de diseño del alumbrado de socorro de las vías secundarias con la iluminación complementaria detallada en el alumbrado normal.

4. ACCIONAMIENTO DEL ALUMBRADO NORMAL Y SOCORRO

Los circuitos de alumbrado normal y de socorro estarán intervenidos por medio de contactores que gobernarán, de manera independiente, cada una de las semi-interestaciones colaterales para cada tipo de alumbrado (normal y socorro). Dichos contactores, así como los correspondientes dispositivos de mando y protección, estarán dispuestos en un cuadro específico para los diferentes alumbrados de túnel, localizado dentro del cuarto de Baja Tensión de la estación. Los circuitos de alumbrado de túnel estarán gestionados mediante el cuadro de control de B.T., a

través de su autómata programable. Deberá poder maniobrase de la siguiente manera:

- desde el piñón, mediante un pulsador allí instalado. Este pulsador únicamente permitirá el encendido del alumbrado general (normal + socorro), pero no su apagado.
- desde el túnel, mediante los pulsadores instalados en uno de los hastiales del túnel, a una interdistancia aproximada de 150 m. Asimismo se instalará un pulsador junto a cada salida de emergencia. Estos pulsadores únicamente permitirán el encendido del alumbrado general (normal + socorro), pero no su apagado.
- desde el P.C.L. / C.C.I. / C.O., TICS y Puesto Central, con mando remoto a través del autómata correspondiente, que permitirá tanto el encendido como el apagado del alumbrado general.

El sistema de mando permitirá por tanto, sin ninguna restricción ni prioridad, el encendido desde el piñón de estación, desde el túnel y el encendido y apagado desde el P.C.L. / C.C.I. / C.O., TICS y Puesto Central.

Tanto los pulsadores de piñón como de túnel sólo activarán la semi-interestación correspondiente a la ubicación del pulsador que se active.

El apagado del alumbrado de túnel podrá realizarse desde el cuadro local, situado en el cuarto de B.T., desde el P.C.L. / C.C.I. / C.O., TICS y Puesto Central.

En cualquiera de los lugares en que se disponga de telemando se tendrá indicación del estado de los diferentes alumbrados de túnel a través del autómata correspondiente, con la señalización de falta de alimentación normal / socorro en cada caso. En las pantallas de control deberá especificarse junto al pulsador de encendido y apagado, la interdistancia que acciona con el nombre de la estación colateral correspondiente.

5. ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Además de los alumbrados normal y de socorro existe el alumbrado de emergencia. Este alumbrado deberá permitir la circulación de personas en caso de corte total del suministro de energía, así como la identificación y localización de las vías de salida, con un nivel mínimo de 1 lux medido a cota de carriles y una autonomía superior a 1,5 horas.

El alumbrado de emergencia en túnel consta de un conjunto de luminarias fluorescentes compactas (ojos de buey) instaladas a lo largo del túnel y alimentadas desde un equipo de alimentación ininterrumpida SAI, situado en el cuarto de Baja Tensión de la estación correspondiente. Cada estación alimentará la mitad del túnel a cada lado de la estación, coincidiendo con los sectores de alumbrado normal y socorro.

Este alumbrado se encenderá automáticamente ante un fallo de los alumbrados normal y de socorro, o manualmente, a nivel local, para labores de mantenimiento.

Por ello, la instalación dispondrá de indicadores y contactos auxiliares necesarios que permitan realizar el mando y control. Además, dispondrá de detección de presencia de la tensión del alumbrado normal y de socorro del túnel para entrar en funcionamiento cuando ambas tensiones falten, así como de la información a Mantenimiento a través del COMMIT.

Dependiendo del tipo de túnel (vía sencilla o doble), la línea de alimentación se tenderá por uno o por ambos hastiales del túnel y se efectuará con un cable de cobre bipolar más tierra (F+N+T).

En caso de túnel de vía sencilla, las luminarias se situarán cada 20 metros (o medidas inferiores si fuera necesario para obtener el nivel lumínico exigido), en el lado del pasillo de evacuación y situadas por debajo de la bandeja de cables a una altura aproximada de 1 metro del nivel del carril.

Para túnel de vía doble, de herradura, circular, telescopios, sacos, etc., se instalarán dos líneas de luminarias, una en cada hastial del túnel y situadas a una distancia de 20 metros una de otra. Irán situadas por debajo de la bandeja de cables de baja tensión y a una altura aproximada de 1 metro del nivel del carril. La situación de las luminarias entre las dos líneas será tal que una respecto a la otra queden a tresbolillo.

Siempre que sea posible se harán coincidir los carteles fotoluminiscentes de señalización de evacuación con las luminarias de emergencia.

Cuando en alguna de las interestaciones existan zonas singulares como son: salidas de evacuación, túneles de enlace, cuartos de ventilación, pozos de bombeo, cuartos de transformación, etc., además de los puntos de luz de alumbrado normal y socorro, se derivarán de la línea general los puntos de alumbrado de emergencia necesarios en las citadas zonas. Este alumbrado de emergencia convivirá con el propio de la salida de evacuación ejecutado con equipos autónomos independientes.

En el caso de una salida de evacuación, este circuito de alumbrado de emergencia de túnel se prolongará por el pozo de evacuación y se colocará una luminaria por cada tramo de la escalera de salida, observando la Instrucción Técnica específica de esta instalación.

5.1. Equipo SAI (Sistema de Alimentación Ininterrumpida)

Estático, de tipo on-line, de potencia mínima 3 kVA / 2.100 W con baterías herméticas de plomo de 1,5 h de autonomía, con tensiones de entrada/salida de 230 V c.a., ampliable según necesidades, con las características técnicas establecidas en el apartado: Especificación Técnica de Materiales y Equipos de la presente Instrucción.

Estará situado en el cuarto de Baja Tensión y alimentará los diferentes circuitos del alumbrado de emergencia.

El equipo estará alimentado de la conmutación automática entre la alimentación normal y la alimentación de socorro existente en el cuadro de Baja Tensión de la estación. Dispondrá asimismo de una salida directa de alimentación permanente, que quedará en reserva para futuros servicios, y otra que, a través de un sistema de conmutación, suministre alimentación a la instalación de alumbrado de emergencia cuando falte simultáneamente los suministros normal y socorro.

El equipo dispondrá de contactos libres de potencial para señalar su entrada en funcionamiento desde el P.C.L. / C.C.I., TICS y Puesto Central.

La S.A.I. cumplirá los requerimientos del COMMIT, para su supervisión.

6. INSTALACIÓN DE FUERZA

El objeto de esta instalación es permitir la conexión en determinadas zonas del túnel de focos o pequeñas máquinas para realizar ciertos trabajos de mantenimiento.

Esta instalación, en el caso de túnel circular, consistirá en el tendido de un cable de cobre tripolar más neutro y tierra (3F+N+T), situado por encima de los soportes existentes en el paramento del túnel o tendido por la bandeja superior por la que discurren los cables de baja tensión. Estos cables quedarán protegidos por dos interruptores automáticos magnetotérmicos con bloque diferencial incorporado (Vigi), tetrapolares de 32 A / 300 mA, uno por cada tramo, situados en el cuadro general de baja tensión de la estación correspondiente, desde donde se tenderán por la tronera de salida y murete de andén siguiendo por el paramento del lado de los cables de energía.

Cada estación alimentará la mitad del túnel colateral correspondiente, dimensionando el cable de tal manera que con la carga máxima prevista en el punto más desfavorable (simultaneidad de 2 tomas) no se supere el 5% de caída de tensión.

Cada veinticinco metros (25 m) se colocará una caja de derivación con 5 clemas para fases, neutro y tierra, desde la cual saldrá una alimentación a un cofre aislante (tipo BJC, GEWISS o similar aprobado), que se acometerá por la parte inferior. Se situará en los nichos del túnel, cuando existan. Contendrá un interruptor automático magnetotérmico con bloque diferencial incorporado (Vigi), tetrapolar de 16 A / 30 mA y dos enchufes, uno bipolar (F+N+T), tipo SCHUKO y el otro tetrapolar (3F+N+T), tipo CETACT, ambos de 16 A.

Se instalarán adicionalmente tomas de corriente en la proximidades de los pozos de ventilación (compensación y extracción), pozos de bombas, que pudieran utilizarse para mejorar las condiciones de iluminación de las zonas de trabajo, así como facilitar las operaciones de mantenimiento, limpieza, descarga de materiales con dresina, etc.

7. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE MATERIALES Y EQUIPOS

La presente instrucción definirá los criterios básicos para la redacción del correspondiente Proyecto Técnico. En todo caso, tanto la instalación como los materiales se ajustarán a lo establecido en el R.E.B.T.

Los materiales, mecanismos y equipos serán de marcas de primera calidad, homologados y que cuenten en el mercado con especificaciones técnicas perfectamente indicadas en catálogos; en el caso de venir especificada la marca en Proyecto se ajustarán a ésta, si por algún motivo no pudieran ajustarse, se presentarán muestras y catálogos técnicos al Director de la Obra para someterlo a su aprobación.

7.1. *Cables para alumbrado normal-socorro y fuerza de túnel*

Todos los cables de baja tensión tendrán conductores de cobre Clase 5 (flexible), UNE-EN 60228. Los aislamientos y cubiertas serán de mezclas especiales que confieran al cable las características de ser no propagador del incendio, de baja emisión de humos y gases tóxicos, de baja emisión de gases ácidos o corrosivos y de nula emisión de halógenos. Los cables con todas las propiedades descritas anteriormente se denominan **cables de alta seguridad (AS)**. Las características básicas son las siguientes:

- Tensión nominal: 0,6/1 kV
- Tipo: RZ1-K (AS)
- Fabricación: Prismian, General Cable, CABLEL o similar aprobado, debiendo figurar en su cubierta la marca del fabricante, tipo y sección.

Las normas de ensayo y características específicas se ajustarán a lo establecido en la Instrucción Técnica ITI-07 (Especificación Técnica de Cables Eléctricos de B.T. para Instalaciones en Metro de Madrid).

Los cables para la corriente alterna se identificarán interiormente por el siguiente código de colores:

- Fase R: Marrón
- Fase S: Negro
- Fase T: Gris
- Neutro: Azul
- Tierra: Amarillo con rayas verdes

La sección se determinará mediante el cálculo correspondiente (densidad de corriente, caída de tensión y cortocircuito), no pudiendo ser inferior a 2,5 mm² y el máximo de 16 mm², lo cual dará lugar a los circuitos necesarios para no sobrepasar dicha sección.

La sección será la adecuada a la máxima intensidad previsible, dimensionándose para el caso más desfavorable y teniendo en cuenta que la carga mínima prevista en voltiamperios será 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas o tubos de descarga a alimentar. Siempre que se utilicen reactancias electrónicas, el coeficiente 1,8, podrá reducirse a 1,4 o el indicado por el fabricante y conforme a lo establecido en el R.E.B.T.

La sección del conductor neutro será igual a la sección de fases.

Todos los cables irán debidamente señalizados, tanto al inicio de éstos, al final de su recorrido como en las derivaciones y a intervalos regulares de 20 m. coincidiendo con puntos de derivación. Se utilizará etiqueta de plástico escrita con indeleble o identificativo similar. En los conductores unipolares, independientemente de la señalización anterior, se marcarán las fases (marrón-negro-gris) y el neutro (azul) de cada circuito siguiendo el criterio dado en el R.E.B.T. El marcaje correspondiente de cada circuito se realizará con etiquetas o cualquier otro sistema que permita su correcta identificación.

7.2. Cables para alumbrado de emergencia

Los cables empleados para los servicios de emergencia en túnel, además de cumplir los requerimientos indicados en el apartado anterior, deberán ser **resistentes al fuego**, permitiendo que presten servicio durante y después de un eventual incendio (UNE-EN 50200 PH 90 para diámetros inferiores a 20 mm. y UNE-EN 50362 PH 90 para diámetros superiores a 20 mm.).

Las normas de ensayo y características específicas se ajustarán a lo establecido en la Instrucción Técnica ITI-07 (Especificación Técnica de Cables Eléctricos de B.T. para Instalaciones en Metro de Madrid).

Estos cables **RESISTENTES AL FUEGO** cumplirán específicamente las siguientes normas:

Los cables con todas las propiedades descritas anteriormente se denominan **cables de alta seguridad aumentada (AS+)**, identificándose como cables tipo: SZ1-K (AS+) o RZ1-K Mica (AS+).

Las líneas estarán protegidas por interruptores automáticos con intensidad nominal no superior a 10 A y una misma línea no podrá alimentar a más de 12 puntos de luz.

7.3. Canalizaciones

Los circuitos de túnel, en general, discurrirán por las siguientes canalizaciones:

- Bandejas de cables de B.T.
- Soportes de túnel.
- Grapados al paramento.

De forma general ninguna superficie o arista debe poder dañar los conductores o cables aislantes, teniéndose especial cuidado en el montaje de tornillos, espárragos

u otros dispositivos de fijación. Cuando se utilice material aislante en canalizaciones, tubos, cajas de derivación, etc., tendrán la propiedad de ser "No propagadores del incendio y de baja emisión de humos". El material será libre de halógenos, de forma que los humos producidos en un incendio no sean tóxicos ni opacos permitiendo la fácil localización del foco del incendio.

El cableado que discurra por las canalizaciones estará perfectamente ordenado e identificado. Todos los circuitos que salgan del cuadro estarán perfectamente localizados tanto en el origen como en el final y en las cajas intermedias mediante anillos marcados de manera indeleble, identificando los circuitos con la misma referencia que la indicada en planos y, en su defecto, de manera correlativa.

En general, todas las piezas que puedan presentar oxidación, deberán venir perfectamente galvanizadas, aplicando según el tipo de pieza el método conveniente, galvanizado en caliente o electrolítico, previa limpieza por chorro de arena.

En el caso del sistema de alumbrado de emergencia, será de obligado cumplimiento la norma DIN-4102-12, de forma que el conjunto formado por el montaje de los cables, bandejas y accesorios, mantiene la alimentación eléctrica incluso cuando está sometida a las condiciones extremas de temperatura de un incendio, durante al menos un tiempo de 90 minutos a 842 °C, y sin que se produzca el cortocircuito de los cables o la interrupción de la señal eléctrica, es decir, se mantenga la integridad del sistema (E 90). Los tubos y cajas de derivación serán en su conjunto libre de halógenos y de baja emisión de humos y deberán mantener en su posición los conductores que transportan ante el fuego.

7.4. Cajas de derivación

En general, en la instalación de alumbrado y fuerza, las cajas de derivación deberán ser aluminio inyectado o material termoplástico de alta resistencia y "No propagadores del incendio y de baja emisión de humos", así como libre de halógenos, estancas, con un grado de protección IP 65 - IK 10. Cuando se trate de instalaciones no preparadas para resistencia al fuego de más de una hora, podrá utilizarse otro tipo de cajas no metálicas, pero de análogas características en cuanto a los grados de protección anteriormente indicados.

Las cajas metálicas estarán conectadas a tierra.

Las cajas de derivación de los circuitos de alumbrado de emergencia serán especiales, metálicas con bornas de cerámica o de material adecuado para que en su conjunto cumplan con la norma DIN-4102-12 detallada en el apartado anterior y estancas (IP 65 - IK 10).

La profundidad de las cajas de derivación será como mínimo 1,5 D, siendo D el diámetro del tubo mayor que aloje.

7.5. Tomas de corriente de fuerza

La instalación de fuerza estará constituida por los siguientes elementos, de las características indicadas:

- Caja de derivación estanca (IP 65 - IK 10) con 5 clemas (para fases, neutro y tierra) dependiendo de la sección del cable de LEGRAND o similar aprobado.
- Tomas de corriente tipo SCHUKO y CETACT (bipolar y tetrapolar, respectivamente, con toma de tierra) de 16 A, junto con un interruptor automático magnetotérmico con bloque diferencial (Vigi) de 4x16 A / 30 mA, en cofre estanco (IP 65 - IK 10). El conjunto será de marca BJC, GEWISS o similar aprobado.

7.6. Pulsadores de encendido de túnel

Los pulsadores de encendido, que se localicen en túnel, incorporarán una rotulación indeleble que indique: “alumbrado de túnel”. Se complementará la instalación con un cartel fotoluminiscente en formato A4, en el que se muestre dicho texto con el pictograma correspondiente.

Los pulsadores de encendido situados en los piñones de las estaciones deberán estar situados en el hastial y ser accesibles desde el andén, es decir, a 1,5 m de altura desde el andén y 30 cm desde el piñón hacia el interior del túnel.

7.7. Luminarias alumbrado normal y socorro

La instalación de alumbrado general estará constituida por los siguientes elementos, de las características indicadas:

- Caja estanca de derivación de aluminio inyectado o material plástico de análogo índice de protección, con clemas adecuadas a la sección del cable y racores estancos para el paso de cables. Nunca se podrá instalar más de un circuito por racor.
- Toma de corriente tipo SCHUKO (bipolar, con toma de tierra) de 16 A, estanca (IP 65 - IK 10) y con salida lateral. De marca BJC, GEWISS o similar aprobado.
- Luminaria estanca de 2 x 36 W con reactancia electrónica tipo GW 80142 de GEWISS, Philips o Carandini, con soporte según plano correspondiente ó similar aprobado. Todas las luminarias incorporarán reactancias electrónicas homologadas por Metro de Madrid; el tubo fluorescente será tipo trifósforo, ref. 840. Si por necesidades especiales se necesitara en los túneles luminarias con carcasa metálica, deberán adoptarse las medidas de seguridad necesarias para impedir posibles contactos eléctricos con la línea aérea de contacto. Los cables de alimentación de las luminarias será de 1,5 mm² y de 50 cm de longitud con conector termosellado.
- Cuadro metálico con contactores y material auxiliar según referencia indicada en el plano correspondiente.

7.8. Luminarias de emergencia

La instalación de alumbrado de emergencia estará constituida por los siguientes elementos, de las características indicadas:

- Caja estanca de derivación en aluminio inyectado (resistente al fuego) con clemas (dependiendo de la sección del cable) incluidos racores para instalación de cable.
- Luminaria de 13 W fluorescente, con armadura de fundición inyectada de aluminio, cromatizada y pintada, con equipo incorporado. Grado de protección IP 65 - IK 10. Tipo PLZ 3195 de Carandini, o similar aprobado.

7.9. Equipos SAI (Sistema de Alimentación Ininterrumpida)

Desde este equipo se alimentará únicamente el alumbrado de emergencia de túnel. Estará dimensionado para una carga simultánea del alumbrado de emergencia de las medias interestaciones colindantes.

El equipo SAI (Sistema de Alimentación Ininterrumpida) tendrá las siguientes características:

- Estático, de tipo on-line, adaptado a la potencia de 3 kVA y con baterías de 1,5 h de autonomía. Con tensión de entrada 2x230 V y con tensión de salida de 2x230 V, con rendimiento mínimo del 91% a plena carga, distorsión armónica de la intensidad de entrada máxima del 5%, manteniendo el factor de potencia en 0,9 con cualquier nivel de carga, nivel de ruido máximo 50 dB, tamaño compacto, garantizado con certificado de calidad según normas solicitadas y características técnicas descritas incluyendo baterías herméticas de plomo para la autonomía requerida.
- Será tipo rack de 19", con todos los elementos necesarios para la fijación de todos los dispositivos y de dimensiones reducidas. Se alojará la SAI en la parte superior y las baterías en la parte inferior.
- Deberá disponer de interruptores magnetotérmicos de entrada y salida. Dispondrá de salidas para la red de alumbrado de emergencia que, a través de un sistema de conmutación, se activarán cuando falte la tensión en los suministros normal y socorro.
- Contará con un conmutador de by-pass externo, para protección y aislamiento del mismo, facilitando las labores de mantenimiento.
- El equipo de baterías permitirá realizar una fácil labor de mantenimiento, correctivo y preventivo.
- Telegestionable, según requerimientos del COMMIT de Metro de Madrid, deberá disponer de conectividad IP, posibilidad de "reboot remoto", incorporar tarjeta SNMP y eventualmente aceptar agentes de monitorización para recolección de eventos tipo OVO (Open View Operations).

Características operativas del SAI

Fabricante SAI: CENER, ENER-GIRO, SAFT IBERICA, ENERDATA o similar aprobado.

Entrada del SAI:

- Tensión nominal: 230 Vca (con cables de fase, neutro y tierra).
- Margen de tensión en rectificador: 160 ~ 280 Vca
- Margen de tensión en by-pass: 184 a 265Vca
- Frecuencia nominal: 50/60 Hz
- Margen de frecuencia: $\pm 5 \%$
- Factor de potencia: $> 0,97$
- Distorsión Armónica de Corriente: $< 5\%$

Salida del SAI:

- Tensión nominal (V): 220/230/240.
- Regulación estática de tensión: $\pm 2\%$
- Ajuste de tensión Nominal + 1%, +2%, +3%, -1%, -2% ó -3%.
- Capacidad (VA/W) 3000 VA / 2100 W
- Regulación dinámica de tensión: $\pm 6\%$ valor máximo para variaciones de carga del 100% al 20%.
- Distorsión armónica total de tensión: $< 5\%$ con 100% de carga no lineal,
 $< 3\%$ con 100% de carga lineal.
- Regulación de frecuencia: $\pm 1\text{Hz}$, $\pm 3\text{ Hz}$ (programado por usuario)
- Margen de sincronización de frecuencia: $\pm 3\text{Hz}$
- Velocidad de sincronismo Salida – Red de Reserva: 0 ms
- Capacidad de sobrecarga: Con red 105% ~150% durante 160 seg.
En By-pass 105% ~ 200% durante 500 seg.
- Rendimiento (AC a AC, Normal) Hasta el 91 %
- Rendimiento (AC a Ac, ECO) Hasta el 98 %
- Arranque desde baterías Si

Display SAI:

- Estado de Led y LCD: Funcionamiento en Red, funcionamiento económico, funcionamiento en bypass, batería baja, batería defectuosa/desconectada, sobrecarga, transferencia con interrupción y fallo de SAI)

- Lecturas en LCD: Tensión de entrada, frecuencia de entrada, tensión de salida, frecuencia de salida, porcentaje de carga, tensión de batería y temperatura interna.

Físicas SAI:

- Dimensiones aproximadas (mm) 800x300x700 (máximas)
- Conexiones de entrada y salida Bornas
- Conexión de baterías externas Enchufable en caliente

Interface SAI:

- Tipo: RS232 estandar
- Ranuras de Comunicación: 2º RS232 & EPO, USB & EPO, RS485 & EPO, Contactos de rele & EPO, Tarjeta SNMP/Web.

Baterías

El SAI incorporará baterías herméticas de plomo sin mantenimiento, con tecnología de recombinación de gases, selladas y reguladas por válvulas. Las baterías cumplirán con la clasificación Long Life (>12 años) de acuerdo a EUROBAT y su envoltorio será retardante al fuego (tipo V0), con posibilidad de desconexión y cambio de elementos en caliente sin corte en la carga.

Las baterías y la electrónica del SAI deberán ser capaces de satisfacer las siguientes características y condiciones de trabajo:

- Carga en SAI: 3.000 VA / 2.100 W de forma continua a 35°C
- Tiempo de reserva: 90 min. para una carga de 3.000 VA.
- Fabricación baterías: SBS 40 Long Life (>12 años)
- Fabricante baterías: ENERSYS ó similar aprobado.

Comunicaciones del SAI

La SAI dispondrá de:

- Software de comunicaciones para permitir la monitorización del equipo.
- Adaptador SNMP de comunicaciones para proporcionar conectividad y compatibilidad con cualquier sistema de gestión de redes.

Las especificaciones y normativa aplicable a la integración de los equipos en COMMIT a través de nuevos sistemas son:

- Virtualización del sistema independientemente de su función.

El nuevo modelo de Telecontrol y Monitorización deberá virtualizar los sistemas ubicados en campo, para ser gestionados de forma eficiente y homogénea con

independencia de la función realizada por los mismos incorporando una capa de comunicación homogénea y estandarizada con el centro COMMIT

- Utilización de estándares hardware y software.

El nuevo modelo del sistema deberá utilizar estándares hardware y software del mercado, con arquitecturas abiertas y escalables, de forma que la gestión del mantenimiento no se vea condicionada por soluciones propietarias de los fabricantes.

Esta premisa garantizará la continuidad y evolución del mantenimiento al seguir la línea evolutiva del mercado tecnológico y evitar que esté condicionada por las políticas restrictivas del fabricante.

- Estándares protocolo de comunicación

El nuevo modelo deberá utilizar protocolos estándares del mercado, como el TCP/IP. Se deberán utilizar si fuera necesario para accesos remotos, protocolos de comunicación seguros (SSH, VPN, etc.) para el acceso a los sistemas y así evitar intrusión o manipulación por parte de otros usuarios no autorizados.

- Modelización de recursos internos de los sistemas usando MIB de SNMP

El nuevo modelo deberá garantizar que los recursos inherentes del sistema estarán modelados en una base de datos (MIB) y podrán ser consultados sus valores mediante protocolos estándares SNMP u OPC.

El sistema podrá cambiar el modo de funcionamiento o cambiar valores de configuración recibiendo los nuevos datos a través de variables SNMP u OPC.

El sistema será capaz de enviar alarmas en tiempo real a un sistema de gestión de eventos estándar de red mediante "Trap" SNMP o bien a una sonda recolectora de estación que permitirá correlacionar eventos, filtrar ruidos y mejorar la calidad de la información enviada al COMMIT.

Las claves y parámetros SNMP serán fácilmente modificables por METRO.

Si para la programación se emplearan software propietario en los elementos de control, que afectaran a diferentes sistemas de la UMI, se debe garantizar que tengan la misma versión o sean compatibles 100%, independientemente del subsistema de la UMI que vayan a controlar.

- Control de alimentación de sistemas.

El modelo deberá garantizar el control remoto de la alimentación de cada uno de los subsistemas que componen el sistema.

Este control será un elemento independiente del sistema (unidad reboteadora) para garantizar su reinicio ante bloqueos del sistema o subsistemas. Dicho equipo se controlará a través de la red Ethernet pudiendo establecerse perfiles y puertos eléctricos a controlar.

- Control remoto puertos serie.

El modelo deberá garantizar el control remoto de los puertos serie de mantenimiento local de los sistemas, trasladándolos de forma transparente al centro COMMIT, a través de la red Ethernet.

Con esta premisa podremos controlar el sistema con las aplicaciones de mantenimiento inherentes al mismo, suministradas por el fabricante.

Los circuitos del alumbrado de túnel estarán gestionados a través de un autómata que permita, además de conocer los diferentes estados, la maniobrabilidad remota del mismo desde el PCL o CCI de cada estación, TICS y Puesto Central.

Dicho autómata deberá integrarse en la red multiservicio IP, con el fin de establecer la comunicación con la Unidad Maestra mediante protocolo Modbus/TCP.

8. NORMAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN

8.1. Generalidades

Este artículo cubre los requisitos generales que se han de seguir para el montaje de la instalación eléctrica.

El trabajo eléctrico estará de acuerdo, en general, con las prácticas establecidas en las instalaciones eléctricas; deberá seguir todos los requerimientos del vigente Reglamento Electrotécnico Español y/o de las autoridades que tengan jurisdicción sobre el mismo y estará de acuerdo con lo establecido en esta especificación.

El Contratista eléctrico empleará las herramientas y equipos específicos que sean necesarios para la correcta ejecución del trabajo, siendo éstas de la mejor calidad existente en el mercado.

8.2. Descripción de las obras

La instalación de alumbrado y fuerza del túnel comprende el suministro de materiales y equipos así como los trabajos necesarios para su total instalación.

El detalle de los trabajos a efectuar es el siguiente:

- Suministro, almacenamiento y transporte de todos los materiales y equipos de la instalación.
- Instalación de luminarias, bases de enchufe, cajas de derivación, canalizaciones (cuando corresponda), etc., en túneles, galerías y zonas singulares.
- Instalación de pulsadores de encendido en piñones de la estación.
- Instalación de pulsadores de encendido en túnel
- Instalación de cableado para los distintos circuitos de alumbrado y fuerza.
- Instalación de cuadro eléctrico de alumbrado de túnel con el correspondiente aparellaje de mando y protección, situado en cuarto de Baja Tensión, con el triángulo identificativo de “riesgo eléctrico”.
- Comunicación con P.C.L. / C.C.I. a través del autómata programable localizado en cuadro general de Baja Tensión.
- Conexión de la totalidad de circuitos en los cuadros correspondientes.

8.3. Tendido de cables

En los túneles de vía única, el cableado de alumbrado irá situado a lo largo del túnel en la parte más alta de la bóveda, desplazado de la clave y del lado que oportunamente se indique.

En túnel de vía doble y donde exista más altura de la normal (en telescopios, etc.), el cable de alumbrado se desdoblará en dos líneas laterales. Las luminarias del alumbrado normal irán colocadas a tresbolillo y a 10 metros de distancia dentro de la misma línea. El cable de alumbrado de socorro también se desdoblará en dos líneas laterales, con las luminarias colocadas a tresbolillo y a 60 metros de distancia dentro de la misma línea.

En caso de sujeción del cable a la bóveda se hará mediante bridas especiales, distantes 0,5 m, en tramos rectos y 0,4 m en curvas.

El cable de los enchufes de fuerza irá instalado por la bandeja superior (donde discurren los cables de baja tensión), o grapado al paramento por encima de los soportes, mediante bridas distantes 0,5 m, en tramos rectos y 0,4 m en curvas. Este tipo de instalación sólo se ejecutará cuando no exista bandeja para B.T. o perchas de uso común para cables por paramento.

Las cajas de derivación no se fijarán directamente a la obra, quedando sujetas por el cable, el cual se fijará mediante 2 bridas muy próximas a la caja.

En las estaciones, desde el piñón hasta el cuadro de alumbrado de túnel del cuarto de Baja Tensión, los cables de alumbrado irán tendidos por la bandeja anteriormente mencionada o en los soportes existentes para otras instalaciones.

Las entradas del cable en las cajas de derivación o de enchufes serán totalmente estancas. En el circuito de alumbrado se realizará por medio de racores adecuados.

Los empalmes, en todas las derivaciones, se harán con clemas, alojándose éstas en las cajas correspondientes.

Las acometidas a las cajas de enchufes se harán por la parte baja, para evitar los efectos de condensación o goteras.

8.4. *Instalación de luminarias de alumbrado normal y socorro*

El sistema de sujeción de estas pantallas al túnel se realizará mediante un soporte especial (ver plano correspondiente), de forma tal que el montaje y desmontaje de la luminaria se realice de forma rápida y sencilla, facilitando las labores de mantenimiento. Dicho soporte se fijará previamente al paramento del túnel.

Para el conexionado de las mismas se emplearán cajas estancas (IP – 65, IK – 10) de aluminio inyectado o material plástico de análogo índice de protección, con tomas de corriente estancas.

En el apartado de alumbrado normal y socorro así como en el plano de detalle correspondiente, se definen la altura y modulación de las luminarias.

8.5. *Instalación de luminarias de emergencia*

Estas luminarias se fijarán directamente a los hastiales del túnel. La alimentación partirá desde una caja especial, metálica, estanca (IP 65 - IK 10), resistente al fuego, acometiendo a la luminaria (ojo de buey) por la parte inferior, al objeto de evitar posibles infiltraciones de agua.

En el apartado de alumbrado de emergencia así como en el plano de detalle correspondiente, se definen la altura y modulación de las luminarias.

8.6. *Instalación de pulsadores de encendido de túnel*

Los pulsadores de encendido de túnel se instalarán con el siguiente criterio:

- Estación: se situarán en los hastiales de los piñones de salida, según el sentido de la marcha del tren (cabeza de tren), a una altura aproximada de 1,5 m de altura desde el andén y a 30 cm desde el piñón hacia el interior del túnel, debiendo ser accesibles desde el andén.

- Túnel: se situarán a una altura aproximada de 1,2 m sobre cota de carriles. Se instalarán pulsadores de encendido de túnel en el final de la semiinterestación y en uno de los paramentos del túnel, generalmente del lado de energía, con una modulación de 150 m.
- Salidas de emergencia: se situarán en las inmediaciones de la puerta de salida de emergencia a una altura aproximada de 1,20 sobre cota de carriles, realizando los pasos de bóveda necesarios, en caso que dichas salidas queden en el paramento contrario. En los casos en que la salida de emergencia coincida con el punto medio de la interestación se instalarán dos pulsadores, uno a cada lado de la salida de emergencia, con el fin de poder accionar la interestación completa.

En el apartado de accionamiento del alumbrado normal y socorro así como en el plano de detalle correspondiente, se definen la altura y modulación de dichos pulsadores.

8.7. *Instalación de tomas de corriente en túnel*

Las tomas de corriente en túnel se situarán a una altura aproximada de 1,3 m sobre cota de carriles; en todo caso quedarán por debajo de las bandejas de cables.

Se instalarán con una modulación de 25 m, en uno de los paramentos del túnel, del lado de energía.

Se alimentarán por la parte inferior del cofre, al objeto de evitar posibles infiltraciones de agua.

8.8. *Empalmes y terminación de cables*

Todos los empalmes y terminaciones de cables se harán cuidadosamente, siguiendo las instrucciones del fabricante para cada tipo de cable y de acuerdo con lo prescrito en el RGBT.

En ningún caso se permitirá la unión de conductores por simple retorcimiento de los mismos, empleando para este fin clemas y bornas de conexión apropiadas a la sección de los conductores a unir.

Las terminaciones de cables en los armarios y equipos se harán con terminales adecuados en bornas y conectores con materiales resistentes a la corrosión, adaptados a la sección del conductor.

Los conductores de reserva de los cables no se cortarán, sino que se señalarán, aislarán y sujetarán al cable o se conectarán a terminales de reserva.

Todas las terminaciones de conductores irán debidamente identificadas con etiquetas a tal efecto.

8.9. Conductores de protección

La sección de la línea principal equipotencial de tierra será de cobre y como mínimo de 16 mm² y en ningún caso inferior a las secciones de sus derivaciones.

La sección de las derivaciones dependerá de la que tengan los conductores de fase que alimenten a la instalación, según la siguiente tabla:

| Sección fases S (mm ²) | Sección mínima conductor de protección (mm ²) |
|---------------------------------------|--|
| Hasta 16 | $S_p = S$ |
| De 16 a 35 | $S_p = 16$ |
| Superior a 35 | $S_p = S/2$ |

En todo caso los conductores de protección que no formen parte de la canalización de alimentación serán de cobre, con una sección de, al menos:

- 2,5 mm² si los conductores de protección disponen de protección mecánica.
- 4 mm² si los conductores de protección no disponen de protección mecánica.

Los conductores de protección serán desnudos e irán tendidos por la bandeja o conectados a los soportes. Se dará conexión a los elementos independientes de la estructura de la canalización empleada, mediante piezas específicas.

En la línea de tierra no se intercalarán seccionadores ni fusibles.

Una vez ejecutada la instalación se medirá la resistencia a tierra, comprobando su continuidad y que los valores obtenidos se ajusten a lo establecido en el R.E.B.T.

Estas mediciones se efectuarán con instrumentos de medida homologados por el Ministerio de Industria y Energía o entidades acreditadas.

8.10. Aislamiento y rigidez dieléctrica

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento por lo menos igual a 0,5 MΩ, para longitudes del conjunto de canalizaciones que no excedan de cien metros (100 m). Para valores superiores, cuando sea posible efectuar la separación en circuitos con longitudes aproximadas a cien metros (100 m), por cualquier sistema de desconexión, cada una de las partes fraccionada deberá presentar como mínimo este tipo de aislamiento.

La rigidez dieléctrica de una instalación, ha de ser tal que, desconectados los receptores, resista una prueba de 1.800 voltios durante 1 minuto a la frecuencia industrial.

La manera de ejecutar las mediciones se ajustará a lo establecido en el R.E.B.T. – ITC 19 (2.9).

8.11. Normas de METRO DE MADRID para la realización de los trabajos

El Contratista se compromete a realizar los trabajos teniendo en cuenta el cumplimiento de las normas vigentes en METRO DE MADRID, las cuales deberán hacer conocer a su personal responsable de la obra.

Estas normas, que se recogerán oportunamente, son las tituladas "Normativa para la realización de trabajos y maniobras de corte o reposición de tensión" y "Normas para la seguridad de los agentes en relación con la circulación" y publicaciones posteriores.

8.12. Ensayos y Pruebas eléctricas finales

El Contratista se compromete a efectuar las mediciones y pruebas con equipos de medida homologados por el Ministerio de Industria y según lo establecido en el R.E.B.T.

Las pruebas a realizar serán las siguientes:

- Funcionamiento de aparellaje.
- Medidas de rigidez y aislamiento.
- Medidas luminotécnicas.

9. DOCUMENTACIÓN DE LA INSTALACIÓN

La empresa instaladora deberá realizar el proyecto técnico correspondiente a las instalaciones realmente ejecutadas, objeto de esta instrucción, para su legalización. Dicho proyecto estará realizado por Técnico Titulado competente, incluyendo la Dirección Técnica correspondiente, así como el visado del Colegio Profesional pertinente y los tramites necesarios con Empresa de Control Industrial y Organismos competentes, para la total legalización de la instalación.

El contratista entregará al terminar la obra, antes de efectuar la liquidación final, una documentación en soporte informático y en papel relativa a la obra realmente ejecutada, que incluya memoria explicativa del Proyecto, planos “as built”, mediciones, presupuestos, esquemas, descripciones del funcionamiento de los equipos, especificación de los componentes, normas de uso y mantenimiento, etc.

En lo que se refiere a elementos comerciales, se deberá suministrar la especificación técnica completa de cada uno de ellos, con el fin de que Metro

pueda adquirirlo de sus proveedores, bien sea de la misma marca o de otra equivalente.

Toda la documentación quedará en propiedad de Metro, que podrá utilizarlos en la forma que estime conveniente.

10. DOCUMENTACIÓN GRÁFICA

En Anexo se incluyen los planos que forman parte de este documento. Estos son los siguientes:

- Plano ITI 02-01 DIAGRAMA DE BLOQUES DE ALIMENTACIÓN DE LOS
(Rev. 3) ALUMBRADOS DE ESTACIÓN Y TÚNEL.
- Plano ITI 02-02 ESQUEMA BÁSICO DE ALIMENTACIÓN DE LOS ALUMBRADOS Y
(Rev. 3) FUERZA DE TÚNEL
- Plano ITI 02-03 ESQUEMA UNIFILAR DEL CUADRO B.T.
(Rev. 3)
- Plano ITI 02-04 ESQUEMA DESARROLLADO DEL CUADRO DE MANDO Y
(Rev. 3) CONTROL DE ALUMBRADO DE TÚNEL (7 hojas).
- Plano ITI 02-05 ENVOLVENTE Y APARELLAJE DEL CUADRO DE MANDO Y
(Rev. 3) CONTROL DE ALUMBRADO DE TÚNEL (2 hojas).
- Plano ITI 02-06 IMPLANTACIÓN TIPO DE ALUMBRADO Y FUERZA EN TÚNEL.
(Rev. 3) DETALLES DE LA INSTALACIÓN.

11. NORMATIVA DE REFERENCIA

Además de las normas vigentes en Metro de Madrid relacionadas con anterioridad, deberá cumplirse lo establecido en:

| | |
|----------------------|---|
| R.E.B.T. | Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias – Real Decreto 842/2002, de 18 de Septiembre de 2002 |
| UNE-EN 50.086-2-1 | Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 2-1: Requisitos particulares para sistemas de tubos rígidos |
| UNE-EN 50.086-2-2 | Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 2-2: Requisitos particulares para sistemas de tubos curvables. |
| UNE-EN 50.086-2-3 | Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 2-2: Requisitos particulares para sistemas de tubos flexibles. |
| UNE-EN 50.086-2-4 | Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 2-2: Requisitos particulares para sistemas de tubos enterrados |
| UNE-EN 50.085-1-1 | Sistema de tubos para la conducción de cables. Parte 1: Requisitos generales. |
| UNE 21123 | Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV |
| UNE- EN | Ensayo de propagación vertical de la llama de cables colocados en capas |

| | |
|----------------------|--|
| 50266-2-4: | en posición vertical. Categoría C [NO PROPAGADOR DEL INCENDIO] |
| UNE 21123: | Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV |
| UNE 50200: | Método de ensayo de la resistencia al fuego de cables de pequeñas dimensiones sin protección, para uso en circuitos de emergencia de diciembre del 2007. |
| UNE- EN 50266-2-4 | Ensayo de propagación vertical de la llama de cables colocados en capas en posición vertical. Categoría C [NO PROPAGADOR DEL INCENDIO]. |
| DIN 4102-12 | Fire behavior of building materials and elements (nov 1998). Part 12: Fire resistance of electric cable systems required to maintain circuit integrity – Requirements and testing. |
| UNE-EN 50362 | Método de ensayo de la resistencia al fuego de los cables de energía y transmisión de datos de gran diámetro, sin protección, para uso en circuitos de emergencia. |
| UNE-EN 50266-2-4 | Métodos de ensayos comunes para cables sometidos al fuego. Ensayo de propagación vertical de la llama de cables colocados en capas en posición vertical de julio del 2001. Parte 2-4: Procedimientos. Categoría C. |
| DSS: | Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo – Real Decreto 486/1997, de 14 de Abril de 1997. |
| CTE: | Código Técnico de la Edificación – Real Decreto 314/2006, de 17 de Marzo de 2006 |

INSTRUCCIÓN TÉCNICA
INSTALACIONES DE ALUMBRADO Y FUERZA
EN TÚNEL TIPO DE METRO DE MADRID

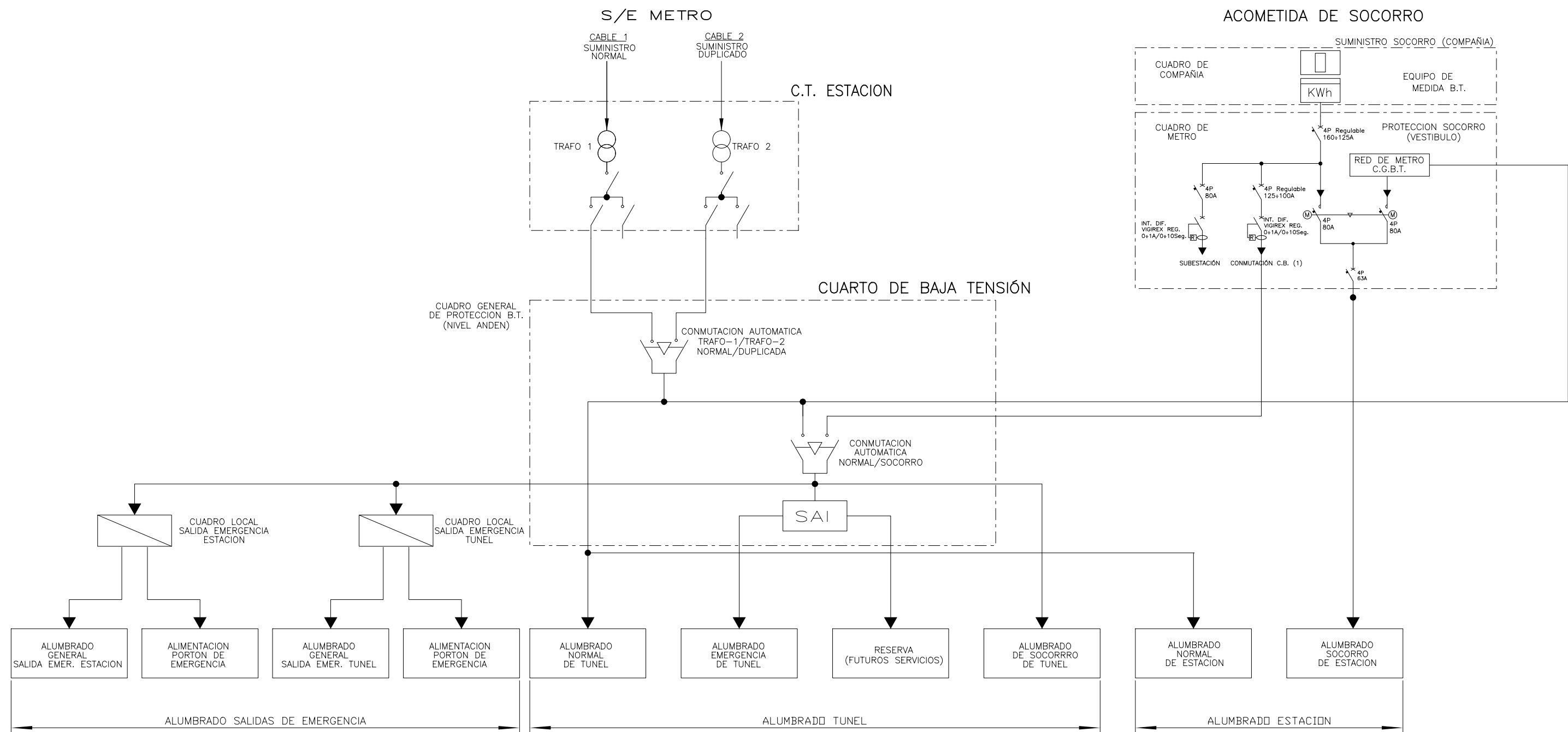
ANEXO
PLANOS

INSTRUCCIÓN TÉCNICA

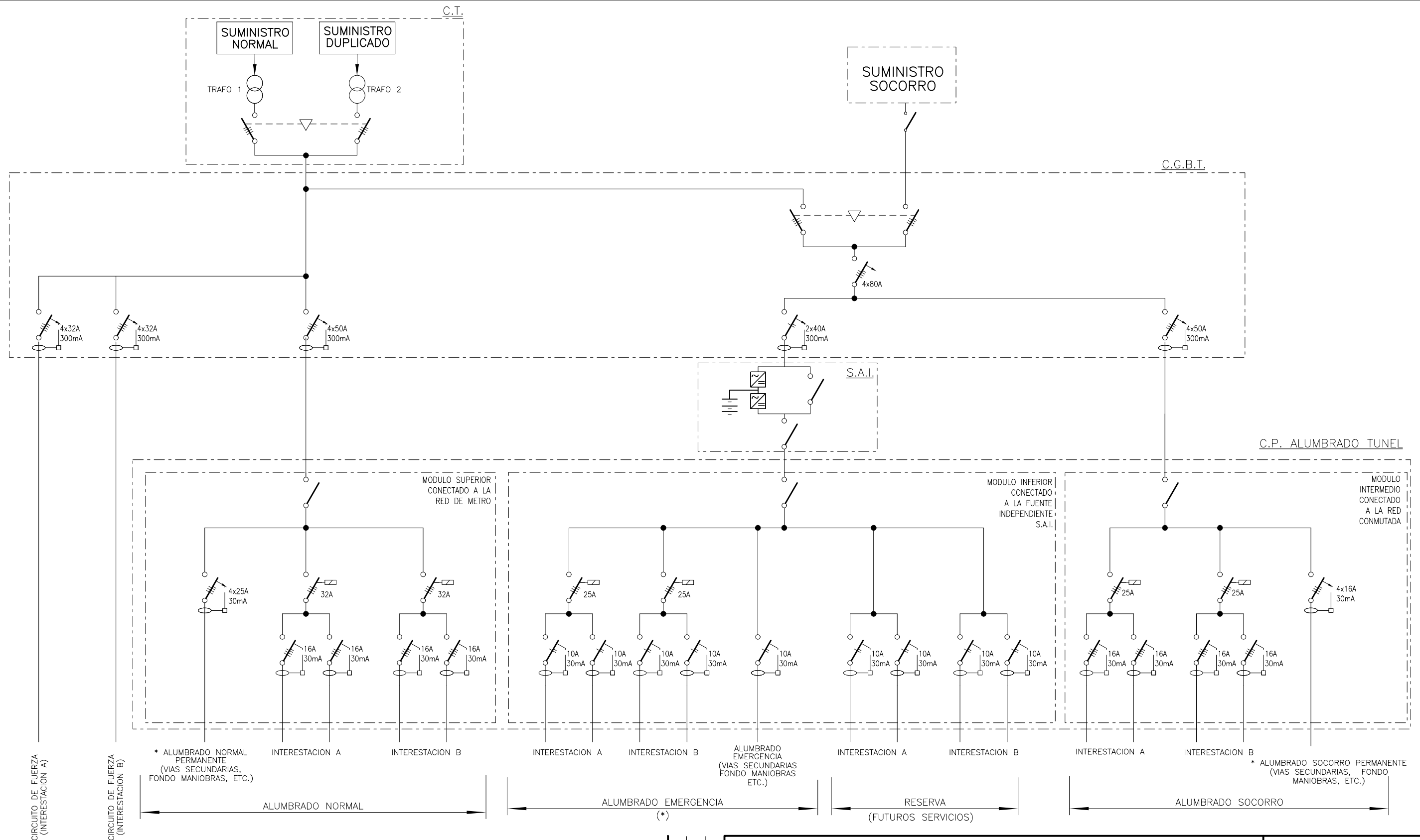
INSTALACIONES DE ALUMBRADO Y FUERZA EN TÚNEL TIPO DE METRO DE MADRID

ÍNDICE DE PLANOS

- Plano ITI 02-01 DIAGRAMA DE BLOQUES DE ALIMENTACIÓN DE LOS
(Rev. 3) ALUMBRADOS DE ESTACIÓN Y TÚNEL.
- Plano ITI 02-02 ESQUEMA BÁSICO DE ALIMENTACIÓN DE LOS
(Rev. 3) ALUMBRADOS Y FUERZA DE TÚNEL
- Plano ITI 02-03 ESQUEMA UNIFILAR DEL CUADRO B.T.
(Rev. 3)
- Plano ITI 02-04 ESQUEMA DESARROLLADO DEL CUADRO DE MANDO Y
(Rev. 3) CONTROL DE ALUMBRADO DE TÚNEL (7 hojas).
- Plano ITI 02-05 ENVOLVENTE Y APARELLAJE DEL CUADRO DE MANDO Y
(Rev. 3) CONTROL DE ALUMBRADO DE TÚNEL (2 hojas).
- Plano ITI 02-06 IMPLANTACIÓN TIPO DE ALUMBRADO Y FUERZA EN
(Rev. 3) TÚNEL. DETALLES DE LA INSTALACIÓN.

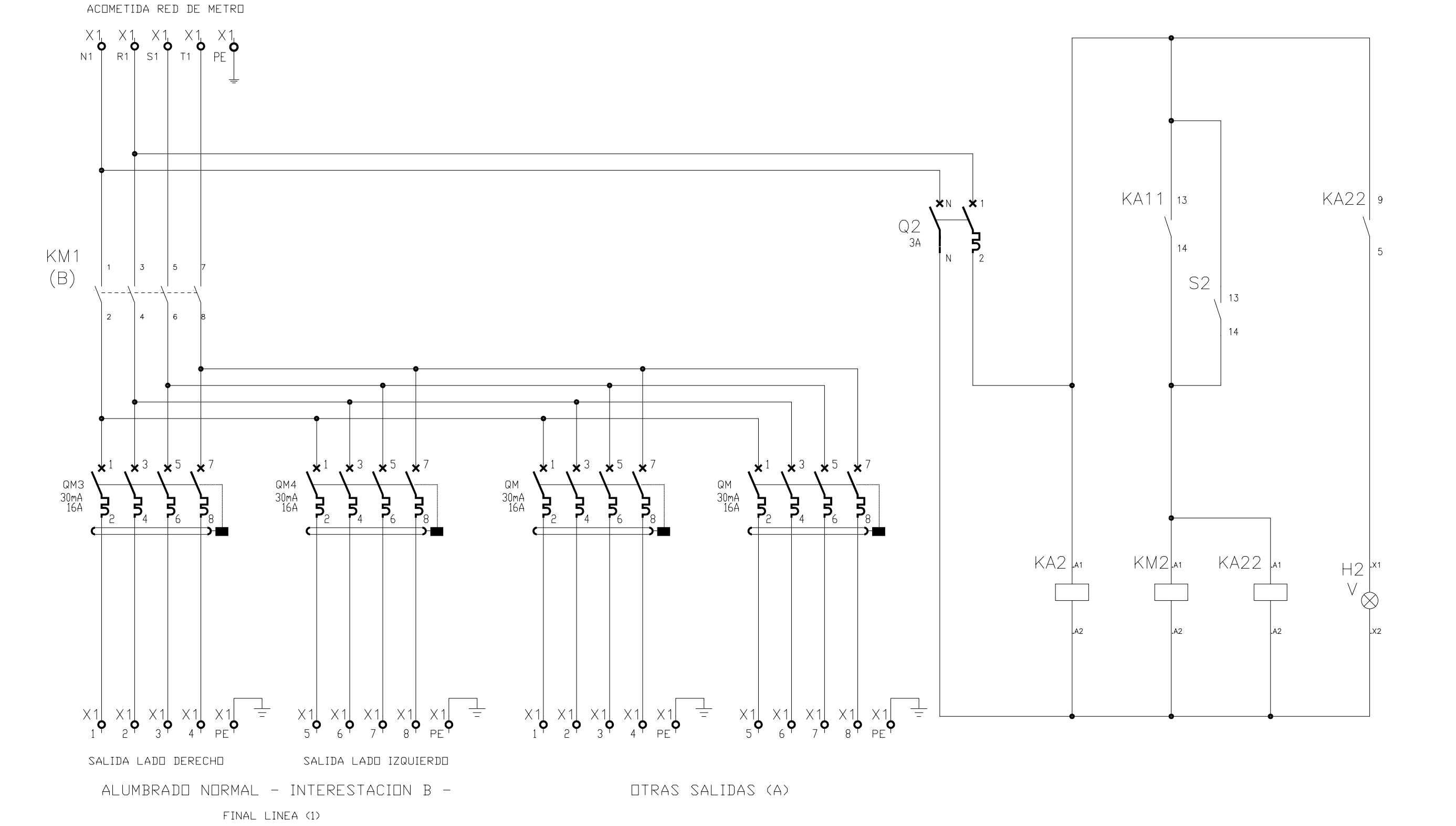


| | | | | | | | | | |
|--------|---|---|--|------------|--------|--------------|-------------------------------|---|--------------|
| | | | <div></div> <div>METRO DE MADRID, S.A.</div> <div>UNIDAD DE INGENIERIA Y PROYECTOS DE INSTALACIONES</div> | | | | | EL RESPONSABLE DE LA UNIDAD <div></div> VICTOR GONZALEZ JIMENEZ | |
| | | | PROYECTO <div>INSTRUCCIÓN TÉCNICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO Y FUERZA EN TUNEL TIPO DE METRO DE MADRID</div> | | | | | EL DIRECTOR DEL PROYECTO <div></div> MIGUEL GARCIA DE PEDRO | |
| | | | DENOMINACION <div>DIAGRAMA DE BLOQUES DE ALIMENTACIÓN DE LOS ALUMBRADOS DE ESTACION, TUNEL Y SALIDAS DE EMERGENCIA</div> | | | | | EL AUTOR DEL PROYECTO <div></div> JULIA MARÍA CALONGE CELADA | |
| C | B | A | DIBUJADO | FECHA | ESCALA | N° ACTIVIDAD | N° PLANO | REVISION | CODIGO PLANO |
| modif. | | | JR.MENDEZ | 15/10/2011 | | IO.11.150E | ITI02-01 HOJA..... DE..... | 3 | |



* NOTA.- LAS VIAS SECUNDARIAS, TUNELILLOS DE ENLACE (ENTRE LINEAS Y ACCESOS A COCHERAS) SACOS DE MANIOBRAS Y FONDOS DE SACO DISPONDRAN DE ALUMBRADO NORMAL Y SOCORRO QUE ESTARAN PERMANENTEMENTE ENCENDIDOS. ASIMISMO DISPONDRAN DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA.

| | | | |
|---|---------------------|---|-----------------------------------|
|  METRO DE MADRID, S.A. UNIDAD DE INGENIERIA Y PROYECTOS DE INSTALACIONES | | EL RESPONSABLE DE LA UNIDAD  VICTOR GONZALEZ JIMENEZ | |
| | | EL DIRECTOR DEL PROYECTO  MIGUEL GARCIA DE PEDRO | |
| PROYECTO INSTRUCCIÓN TÉCNICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO Y FUERZA EN TUNEL TIPO DE METRO DE MADRID | | EL AUTOR DEL PROYECTO  JULIA MARIA CALONGE CELADA | |
| DENOMINACION ESQUEMA BASICO DE ALIMENTACIÓN DE LOS ALUMBRADOS Y FUERZA DE TUNEL | | CODIGO PLANO | |
| DIBUJADO JR.MENDEZ | FECHA 15/10/2011 | ESCALA | N° ACTIVIDAD IO.11.150E |
| N° PLANO ITI02-02 | REVISION 3 | HOJA..... DE..... | |



| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|

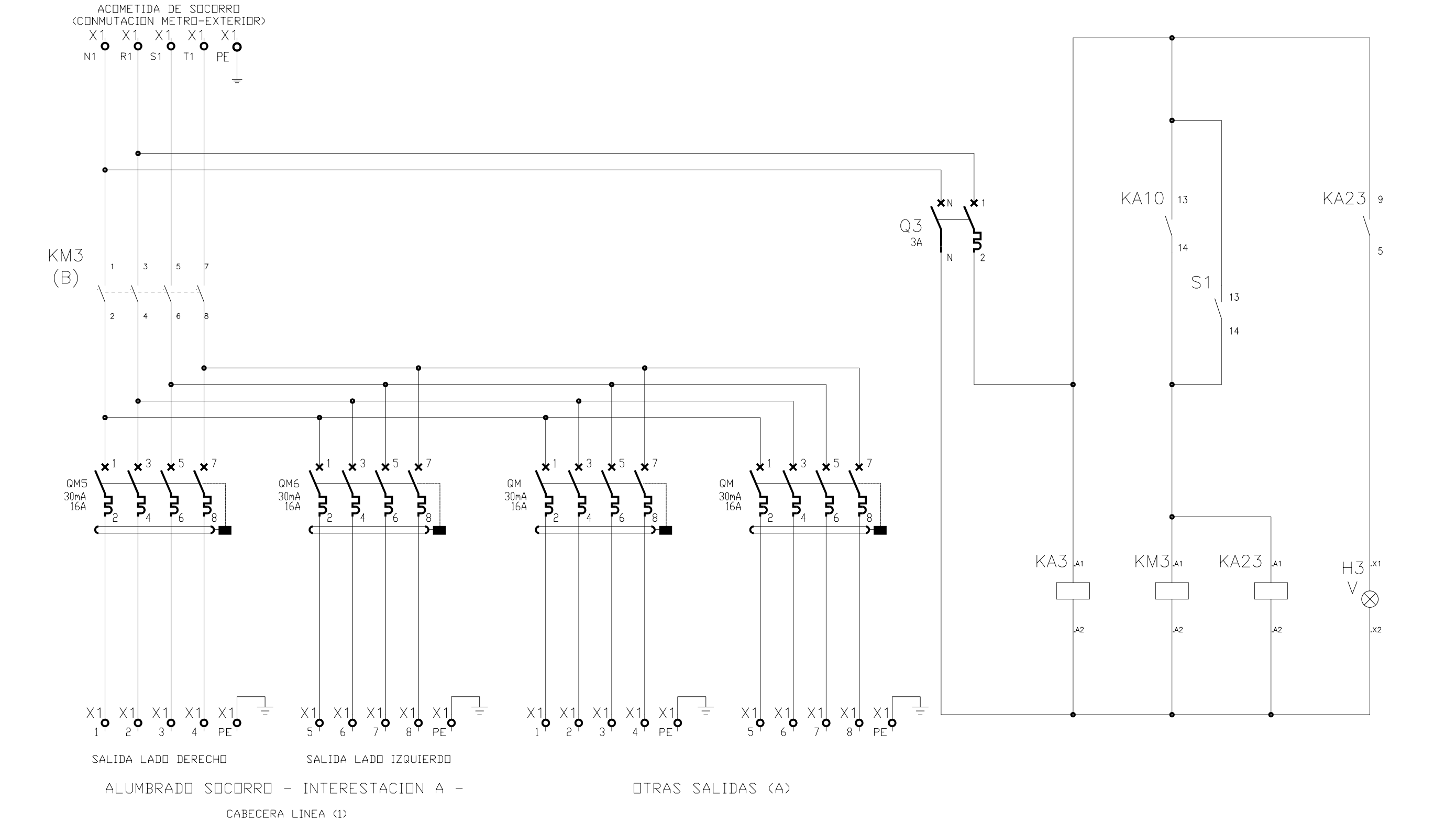
(1) EN LINEAS CIRCULARES CORRESPONDIENTE A CIRCULACION EN SENTIDO HORARIO

(A) NUMERO DE SALIDAS EN FUNCION DEL TRAMO A ILUMINAR (MAS DE 600 m.)

(B) CALIBRE DEL CONTACTOR EN FUNCION DE LA CARGA DE LOS CIRCUITOS

NOTA .- LAS VIAS SECUNDARIAS, ACCESO A COCHERAS, DE MANIOBRAS Y FONDOS DE SACO, DISPONDRAN DE ALUMBRADO NORMAL Y SOCORRO, QUE ESTARAN PERMANENTEMENTE ENCENDIDOS. ASIMISMO DISPONDRAN DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA. EN ESTOS CASOS EL ALUMBRADO NORMAL Y EL ALUMBRADO DE SOCORRO NO QUEDARAN INTERVENIDOS POR NINGUN CONTACTOR.

| | | | | | | |
|--|------------|--------|--------------|----------|---|--------------|
| <div></div> <div>METRO DE MADRID, S.A. UNIDAD DE INGENIERIA Y PROYECTOS DE INSTALACIONES</div> | | | | | EL RESPONSABLE DE LA UNIDAD  VICTOR GONZALEZ JIMENEZ | |
| PROYECTO INSTRUCCIÓN TÉCNICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO Y FUERZA EN TUNEL TIPO DE METRO DE MADRID | | | | | EL DIRECTOR DEL PROYECTO  MIGUEL GARCIA DE PEDRO | |
| NOMINACION ESQUEMA DESARROLLADO DEL CUADRO DE MANDO Y CONTROL DE ALUMBRADO DE TUNEL | | | | | EL AUTOR DEL PROYECTO  JULIA MARIA CALONGE CELADA | |
| DIBUJADO | FECHA | ESCALA | Nº ACTIVIDAD | Nº PLANO | REVISION | CODIGO PLANO |
| JR.MENDEZ | 15/10/2011 | | IO.11.150E | ITI02-04 | 3 | |
| | | | | | HOJA..... DE..... | |



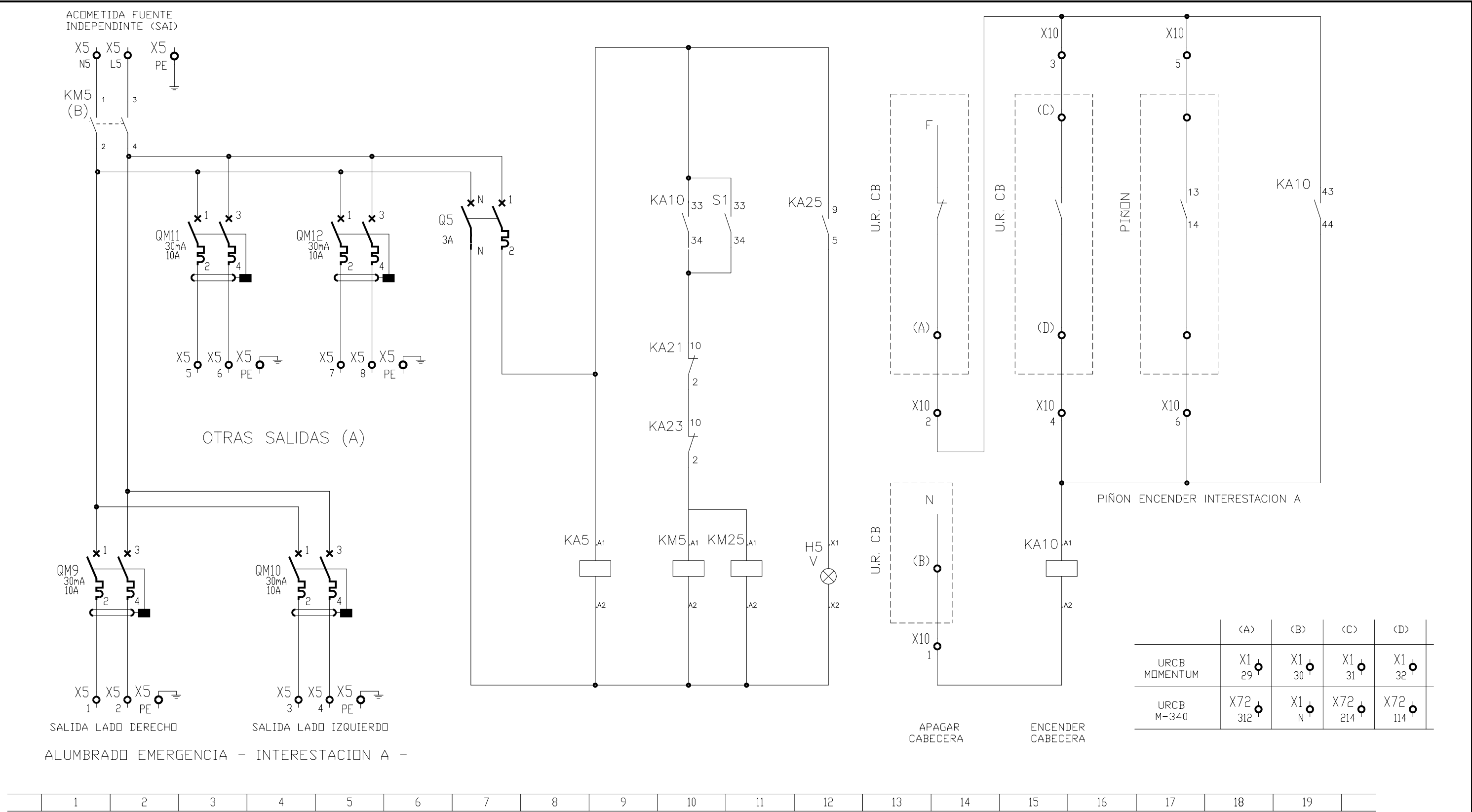
(1) EN LINEAS CIRCULARES CORRESPONDIENTE A CIRCULACION EN SENTIDO ANTIHORARIO

(A) NUMERO DE SALIDAS EN FUNCION DEL TRAMO A ILUMINAR (MAS DE 600 m.)

(B) CALIBRE DEL CONTACTOR EN FUNCION DE LA CARGA DE LOS CIRCUITOS

NOTA .- LAS VIAS SECUNDARIAS, ACCESO A COCHERAS, DE MANIOBRAS Y FONDOS DE SACO, DISPONDRAN DE ALUMBRADO NORMAL Y SOCORRO, QUE ESTARAN PERMANENTEMENTE ENCENDIDOS. ASIMISMO DISPONDRAN DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA. EN ESTOS CASOS EL ALUMBRADO NORMAL Y EL ALUMBRADO DE SOCORRO NO QUEDARAN INTERVENIDOS POR NINGUN CONTACTOR.

| | | | | | | | |
|---|------------|--------|-------------------|--|----------|---|--|
|  METRO DE MADRID, S.A. UNIDAD DE INGENIERIA Y PROYECTOS DE INSTALACIONES | | | | | | EL RESPONSABLE DE LA UNIDAD  VICTOR GONZALEZ JIMENEZ | |
| PROYECTO INSTRUCCIÓN TÉCNICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO Y FUERZA EN TUNEL TIPO DE METRO DE MADRID | | | | | | EL DIRECTOR DEL PROYECTO  MIGUEL GARCIA DE PEDRO | |
| DENOMINACION ESQUEMA DESARROLLADO DEL CUADRO DE MANDO Y CONTROL DE ALUMBRADO DE TUNEL | | | | | | EL AUTOR DEL PROYECTO  JULIA MARIA CALONGE CELADA | |
| DIBUJADO | FECHA | ESCALA | Nº ACTIVIDAD | Nº PLANO | REVISION | CODIGO PLANO | |
| JR.MENDEZ | 15/10/2011 | | IO.11.150E | ITI02-04 HOJA..... 3 DE..... 8 | 3 | | |



(1) EN LINEAS CIRCULARES CORRESPONDIENTE A CIRCULACION EN SENTIDO ANTIHORARIO

(A) NUMERO DE SALIDAS EN FUNCION DE LOS PUNTOS DE LUZ A ILUMINAR.
UNA MISMA LINEA NO PUEDE ALIMENTAR A MAS DE 12 PUNTOS DE LUZ

(B) CALIBRE DEL CONTACTOR EN FUNCION DE LA CARGA DE LOS CIRCUITOS

NOTA .- LAS VIAS SECUNDARIAS, ACCESO A COCHERAS, DE MANIOBRAS Y FONDOS DE SACO, DISPONDAN DE ALUMBRADO NORMAL Y SOCORRO, QUE ESTARAN PERMANENTEMENTE ENCENDIDOS. ASIMISMO DISPONDAN DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA. EN ESTOS CASOS EL ALUMBRADO NORMAL Y EL ALUMBRADO DE SOCORRO NO QUEDARAN INTERVENIDOS POR NINGUN CONTACTOR.



METRO DE MADRID, S.A.
UNIDAD DE INGENIERIA Y PROYECTOS DE INSTALACIONES

EL RESPONSABLE DE LA UNIDAD
Victor R. González J
VICTOR GONZALEZ JIMENEZ

PROYECTO
INSTRUCCIÓN TÉCNICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO Y FUERZA EN TUNEL TIPO DE METRO DE MADRID

EL DIRECTOR DEL PROYECTO
Miguel García de Pedro
MIGUEL GARCIA DE PEDRO

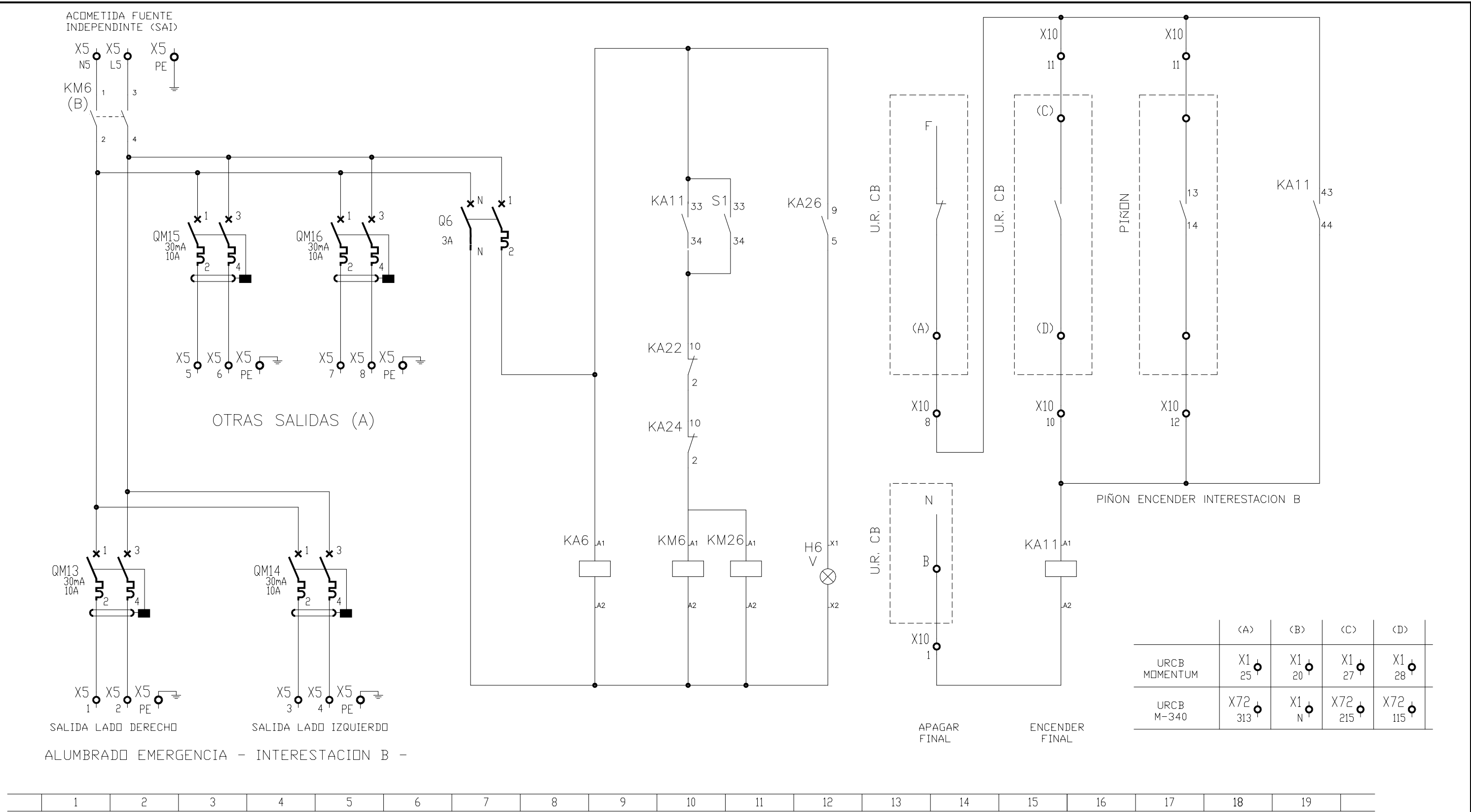
DENOMINACION
ESQUEMA DESARROLLADO DEL CUADRO DE MANDO Y CONTROL DE ALUMBRADO DE TUNEL

EL AUTOR DEL PROYECTO
Julia María Calonge Celada
JULIA MARIA CALONGE CELADA

C B A
modif.

| | | | | | |
|-----------|------------|--------|--------------|----------------------------|----------|
| DIBUJADO | FECHA | ESCALA | Nº ACTIVIDAD | Nº PLANO | REVISION |
| JR.MENDEZ | 15/10/2011 | | IO.11.150E | ITI02-04 HOJA..5. DE..8 | 3 |

CODIGO PLANO



(1) EN LINEAS CIRCULARES CORRESPONDIENTE A CIRCULACION EN SENTIDO HORARIO

(A) NUMERO DE SALIDAS EN FUNCION DE LOS PUNTOS DE LUZ A ILUMINAR.
UNA MISMA LINEA NO PUEDE ALIMENTAR A MAS DE 12 PUNTOS DE LUZ

(B) CALIBRE DEL CONTACTOR EN FUNCION DE LA CARGA DE LOS CIRCUITOS

NOTA .- LAS VIAS SECUNDARIAS, ACCESO A COCHERAS, DE MANIOBRAS Y FONDOS DE SACO, DISPONDRA DE ALUMBRADO NORMAL Y SOCORRO, QUE ESTARAN PERMANENTEMENTE ENCENDIDOS. ASIMISMO DISPONDRA DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA. EN ESTOS CASOS EL ALUMBRADO NORMAL Y EL ALUMBRADO DE SOCORRO NO QUEDARAN INTERVENIDOS POR NINGUN CONTACTOR.



METRO DE MADRID, S.A.

UNIDAD DE INGENIERIA Y PROYECTOS DE INSTALACIONES

PROYECTO

INSTRUCCIÓN TÉCNICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO
Y FUERZA EN TUNEL TIPO DE METRO DE MADRID

DENOMINACION

**ESQUEMA DESARROLLADO DEL CUADRO DE MANDO
Y CONTROL DE ALUMBRADO DE TUNEL**

DIBUJADO

JR.MENDEZ

FECHA

15/10/2011

ESCALA

Nº ACTIVIDAD

IO.11.150E

Nº PLANO

ITI02-04

HOJA..6. DE..8

REVISION

3

CODIGO PLANO

EL RESPONSABLE DE LA UNIDAD

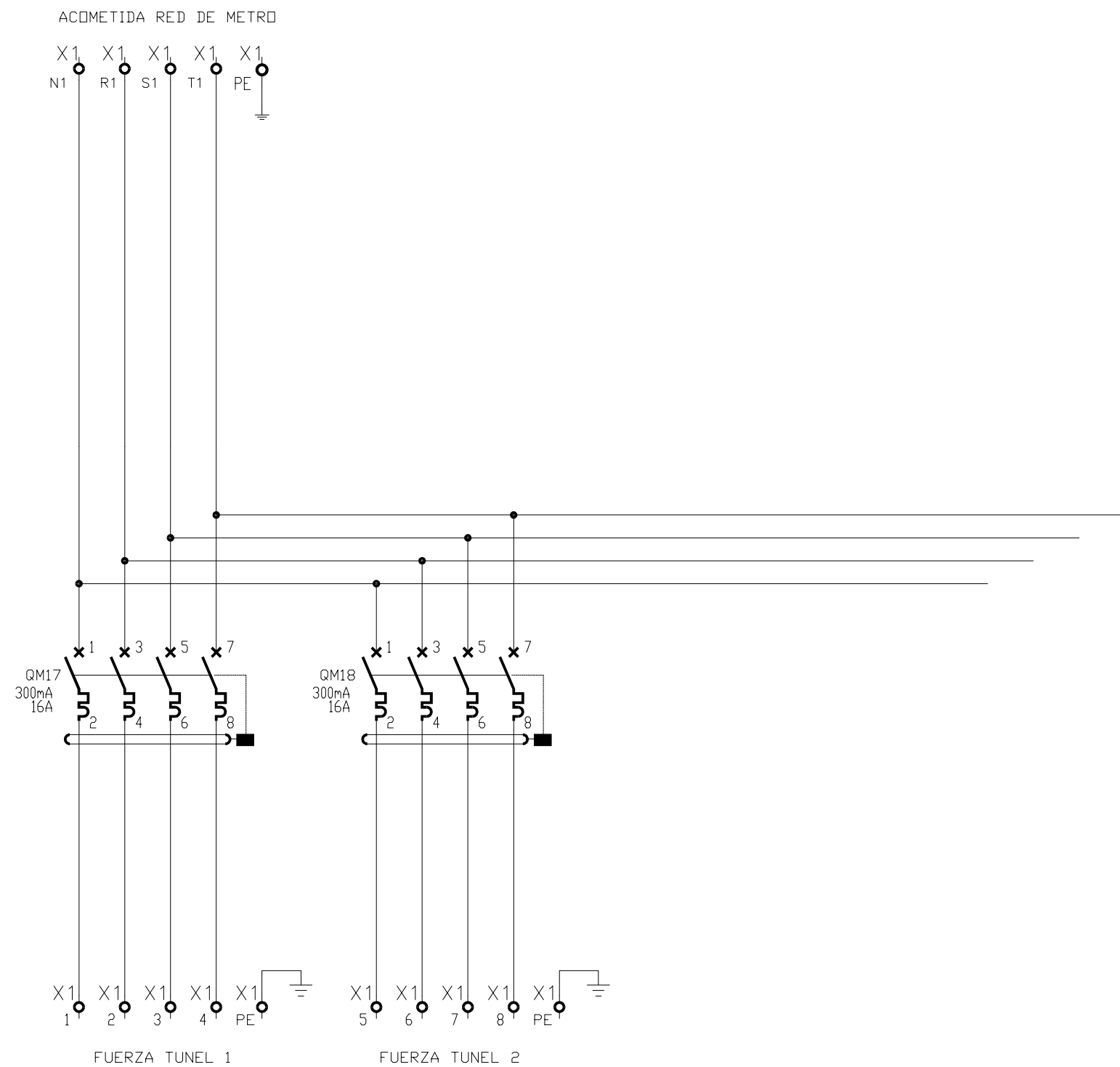
Victor R. González J
VICTOR GONZALEZ JIMENEZ

EL DIRECTOR DEL PROYECTO

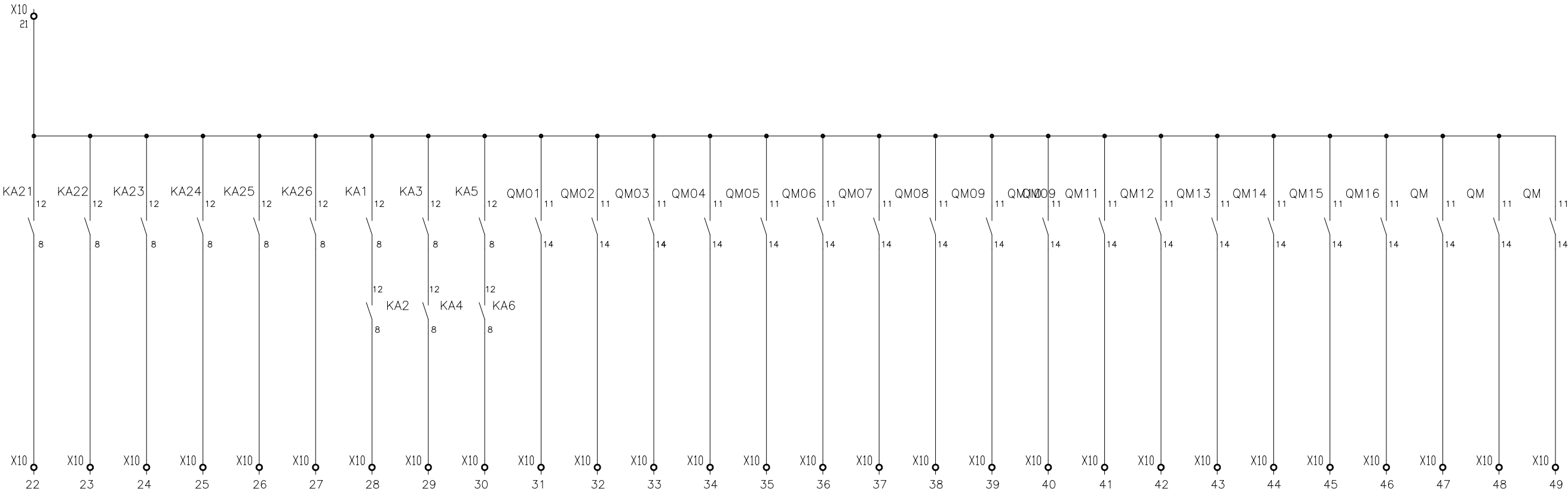
MIGUEL GARCIA DE PEDRO

EL AUTOR DEL PROYECTO

JULIA MARIA CALONGE CELADA



| | | | | | | | |
|--|--|------------|--------|--------------|----------|--|--------------|
| <div></div> <div>METRO DE MADRID, S.A.</div> <div>UNIDAD DE INGENIERIA Y PROYECTOS DE INSTALACIONES</div> | | | | | | <div>EL RESPONSABLE DE LA UNIDAD</div> <div></div> <div>VICTOR GONZALEZ JIMENEZ</div> | |
| <div>PROYECTO</div> <div>INSTRUCCIÓN TÉCNICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO Y FUERZA EN TUNEL TIPO DE METRO DE MADRID</div> | | | | | | <div>EL DIRECTOR DEL PROYECTO</div> <div></div> <div>MIGUEL GARCIA DE PEDRO</div> | |
| <div>DENOMINACION</div> <div>ESQUEMA DESARROLLADO DEL CUADRO DE MANDO Y CONTROL DE ALUMBRADO DE TUNEL</div> | | | | | | <div>EL AUTOR DEL PROYECTO</div> <div></div> <div>JULIA MARIA CALONGE CELADA</div> | |
| DIBUJADO | | FECHA | ESCALA | N° ACTIVIDAD | N° PLANO | REVISION | CODIGO PLANO |
| JR.MENDEZ | | 15/10/2011 | | IO.11.150E | ITI02-04 | 3 | |
| modif. | | | | HOJA.....7 | DE.....8 | | |



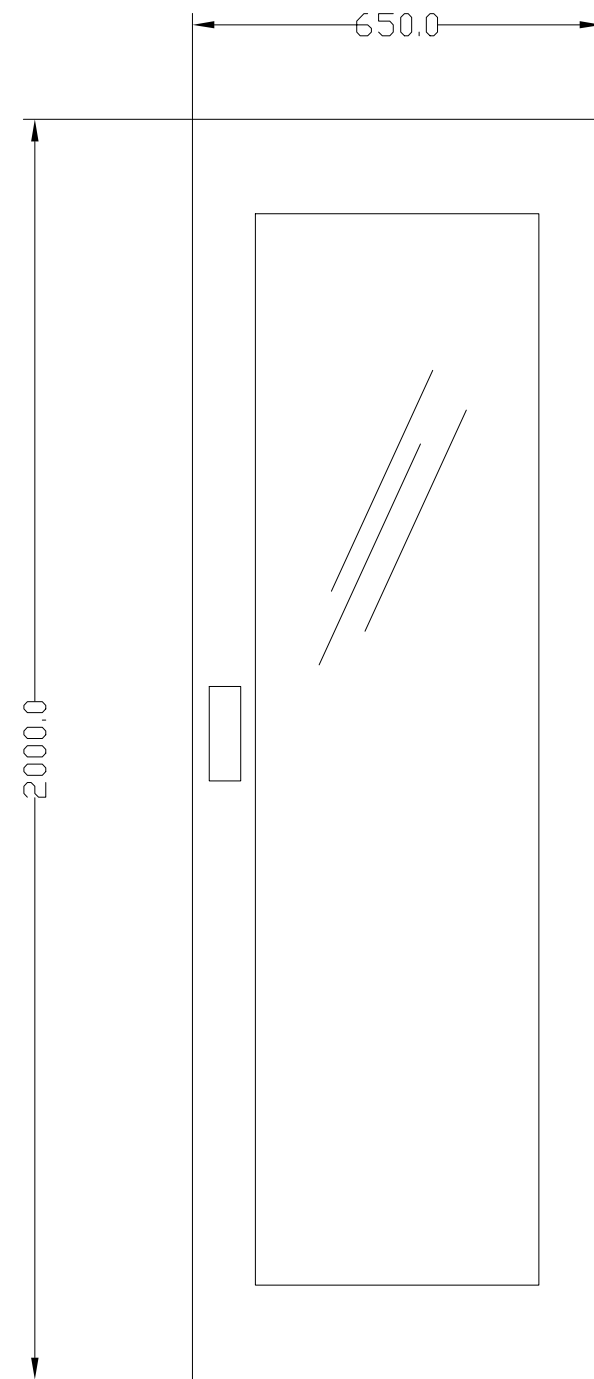
| NORMAL | | SOCORRO | | EMERGENCIA | | | | | NORMAL | | SOCORRO | | EMERGENCIA | | | | | | | | | RESERVA | | |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| INTEREST. "A" ENCENDIDO | INTEREST. "B" ENCENDIDO | INTEREST. "A" ENCENDIDO | INTEREST. "B" ENCENDIDO | INTEREST. "A" ENCENDIDO | INTEREST. "B" ENCENDIDO | NORMAL ALIM. Y MANDO OK | SOCORRO ALIM. Y MANDO OK | EMERGENCIA ALIM. Y MANDO OK | INTEREST. "A" DERECHO DISPARO PROTECCION | INTEREST. "A" IZQUIERD. DISPARO PROTECCION | INTEREST. "B" DERECHO DISPARO PROTECCION | INTEREST. "B" IZQUIERD. DISPARO PROTECCION | INTEREST. "A" DERECHO DISPARO PROTECCION | INTEREST. "A" IZQUIERD. DISPARO PROTECCION | INTEREST. "B" DERECHO DISPARO PROTECCION | INTEREST. "B" IZQUIERD. DISPARO PROTECCION | INTEREST. "A" DERECHO DISPARO PROTECCION | INTEREST. "A" IZQUIERD. DISPARO PROTECCION | INTEREST. "B" DERECHO DISPARO PROTECCION | INTEREST. "B" IZQUIERD. DISPARO PROTECCION | INTEREST. "A" DERECHO DISPARO PROTECCION | INTEREST. "A" IZQUIERD. DISPARO PROTECCION | INTEREST. "B" DERECHO DISPARO PROTECCION | INTEREST. "B" IZQUIERD. DISPARO PROTECCION |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|

- (1) EN LINEAS CIRCULARES TUNEL CORRESPONDIENTE A CIRCULACION EN SENTIDO ANTIHORARIO
- (2) EN LINEAS CIRCULARES TUNEL CORRESPONDIENTE A CIRCULACION EN SENTIDO HORARIO

LAS RESERVAS PODRAN UTILIZARARSE PARA LOS AUMENTOS DE CIRCUITOS DE LOS ALUMBRADOS EXISTENTE, O ALUMBRADOS PERMANENTES EN FONDOS DE SACO.

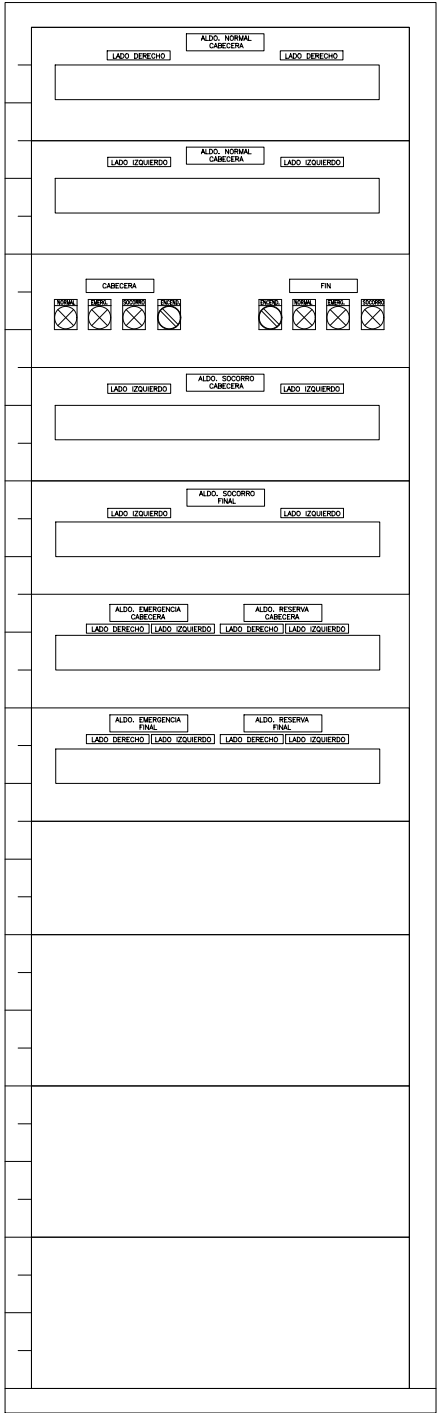
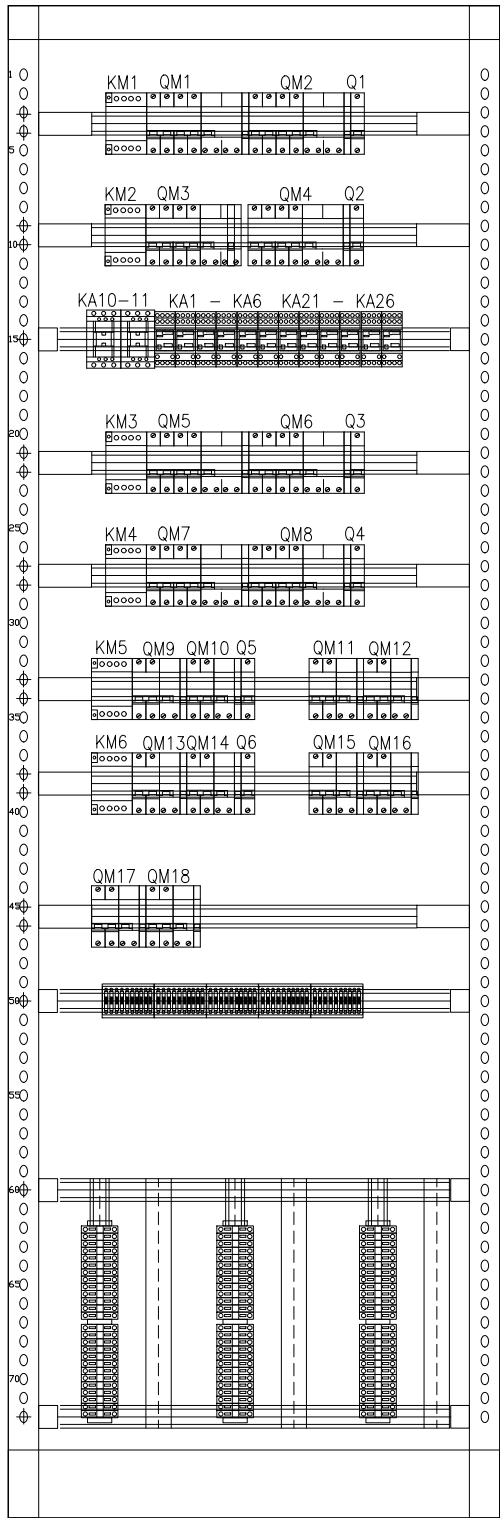
| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|--|---------------------|--------|----------------------------|---|---------------|--------------|--|--|--|---|--|--|--|
| | | <div>METRO DE MADRID, S.A. UNIDAD DE INGENIERIA Y PROYECTOS DE INSTALACIONES</div> | | | | | | | | | | EL RESPONSABLE DE LA UNIDAD  VICTOR GONZALEZ JIMENEZ | | | |
| | | PROYECTO INSTRUCCIÓN TÉCNICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO Y FUERZA EN TUNEL TIPO DE METRO DE MADRID | | | | | | | | | | EL DIRECTOR DEL PROYECTO  MIGUEL GARCIA DE PEDRO | | | |
| | | DENOMINACION ESQUEMA DESARROLLADO DEL CUADRO DE MANDO Y CONTROL DE ALUMBRADO DE TUNEL | | | | | | | | | | EL AUTOR DEL PROYECTO  JULIA MARIA CALONGE CELADA | | | |
| | | DIBUJADO JR.MENDEZ | FECHA 15/10/2011 | ESCALA | N° ACTIVIDAD IO.11.150E | N° PLANO ITI02-04 HOJA..8.. DE..8.. | REVISION 3 | CODIGO PLANO | | | | | | | |
| C | B | A | modif. | | | | | | | | | | | | |



ALUMBRADO TUNEL

[illegible]

| | | | | | | |
|--|---|-------|------------|-----------------------------------|---|----------|
| <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">C</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">B</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">A</div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 5px;">modif.</div> |  <div style="display: inline-block; text-align: left;"> <h1 style="margin: 0;">METRO DE MADRID, S.A.</h1> <p style="margin: 0;">UNIDAD DE INGENIERIA Y PROYECTOS DE INSTALACIONES</p> </div> | | | | EL RESPONSABLE DE LA UNIDAD  VICTOR GONZALEZ JIMENEZ | |
| | PROYECTO <h2 style="margin: 10px 0;">INSTRUCCIÓN TÉCNICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO Y FUERZA EN TUNEL TIPO DE METRO DE MADRID</h2> | | | | EL DIRECTOR DEL PROYECTO  MIGUEL GARCIA DE PEDRO | |
| | DENOMINACION <h2 style="margin: 10px 0;">ENVOLVENTE Y APARELLAJE DEL CUADRO DE MANDO Y CONTROL DE ALUMBRADO DE TUNEL</h2> | | | | EL AUTOR DEL PROYECTO  JULIA MARIA CALONGE CELADA | |
| | DIBUJADO | FECHA | ESCALA | N° ACTIVIDAD | N° PLANO | REVISION |
| JR.MENDEZ | 15/10/2011 | | IO.11.150E | ITI02-05 HOJA...1... DE...2... | 3 | |



NOTA.- NUMERO DE SALIDAS EN FUNCION DEL TRAMO A ILUMUNAR <DE MAS DE 600 M>.

| REF | | MATERIAL | FABRICANTE | |
|------------------------|------------|-------------------------------------|---------------|--|
| Q1 a Q6 | 21554 | DISYUNTOR OPN N, 1P+N, 3A | Merlin Gerin | |
| KM1-4 | 15962 | CONTACTOR TETRAPOLAR 25A | Merlin Gerin | |
| KM5,6 | 15959 | CONTACTOR BIPOLAR 25A | Merlin Gerin | |
| KA1-6 KA25-26 | RXM2AB1P7 | RELE AUXILIAR DESENCHUFABLE CON LED | Telemecanique | |
| | RXZE2M114M | BASE RELE | Telemecanique | |
| KA21-24 | RXM4AB2P7 | RELE AUXILIAR DESENCHUFABLE CON LED | Telemecanique | |
| | RXZE2M114M | BASE RELE | Telemecanique | |
| KA10,11 | CAD50P7 | CONTACTOR AUXILIAR | Telemecanique | |
| X1-6 | AB1TP1035U | BORNA TOMA DE TIERRA 10mm | Telemecanique | |
| | AB1VN1035U | BORNA 10mm2 | Telemecanique | |
| X10 | DB6CD110 | BLOQUE 10 BORNAS 4 mm2 | Telemecanique | |
| H1-6 | XB4BVM3 | PILOTO VERDE 220V LED INTEGRADO | Telemecanique | |
| S1 | XB4BG21 | SELECTOR MANTENIMIENTO DENTRO | Telemecanique | |
| | ZB4BZ101 | CUADRO: "ENCENDER CABECERA | Telemecanique | |
| | ZBE101 | 0-1 " | Telemecanique | |
| S2 | IDEM S1 | IDEM S1: "ENCENDER FINAL 0-1" | Telemecanique | |
| QM1-QM4 | 24363 | C60N 4P 16A | Merlin Gerin | |
| | 26756 | VIGI C60 | Merlin Gerin | |
| | 26929 | CONTACTO DF + SD | Merlin Gerin | |
| QM5-QM8 | 24336 | C60N 2P 10A | Merlin Gerin | |
| | 26756 | VIGI C60 | Merlin Gerin | |
| | 26929 | CONTACTO DF + SD | Merlin Gerin | |
| QM9-QM10 QM13-QM14 | 24337 | C60N 2P 16 | | |
| | 26747 | VIGI C60 | | |
| | 26929 | CONTACTO DF + SD | | |
| QM11-QM12 QM15-QM16 | 24336 | C60N 2P 16 | | |
| | 26747 | VIGI C60 | | |
| | 26929 | CONTACTO DF + SD | | |
| QM17-QM18 | A9Q14440 | C60N 4P 32A | | |
| | 26747 | VIGI C60 | | |
| | | | | |
| | | | | |



METRO DE MADRID, S.A.
UNIDAD DE INGENIERIA Y PROYECTOS DE INSTALACIONES

EL RESPONSABLE DE LA UNIDAD
Victor R. González J
VICTOR GONZALEZ JIMENEZ

PROYECTO
INSTRUCCIÓN TÉCNICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO
Y FUERZA EN TUNEL TIPO DE METRO DE MADRID

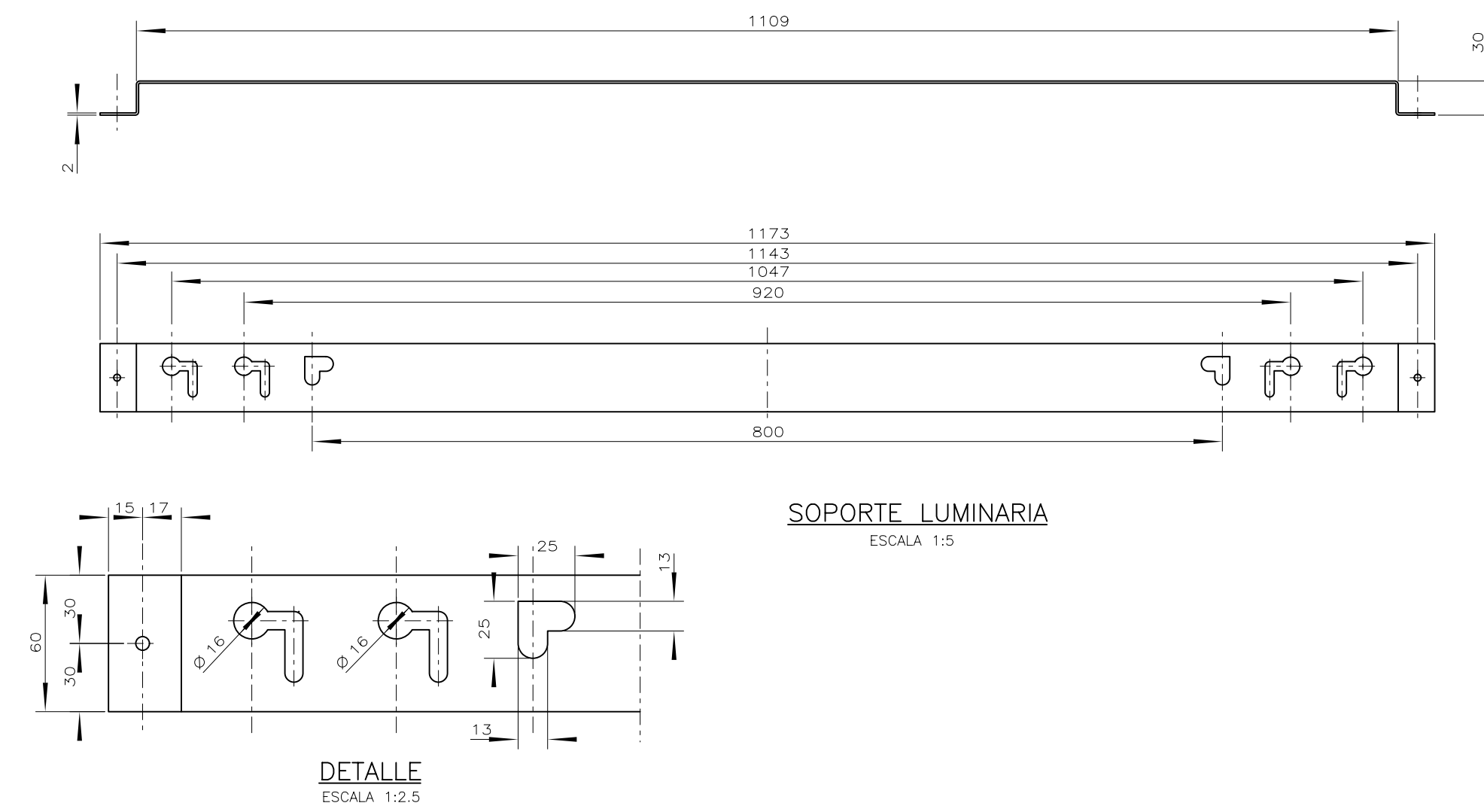
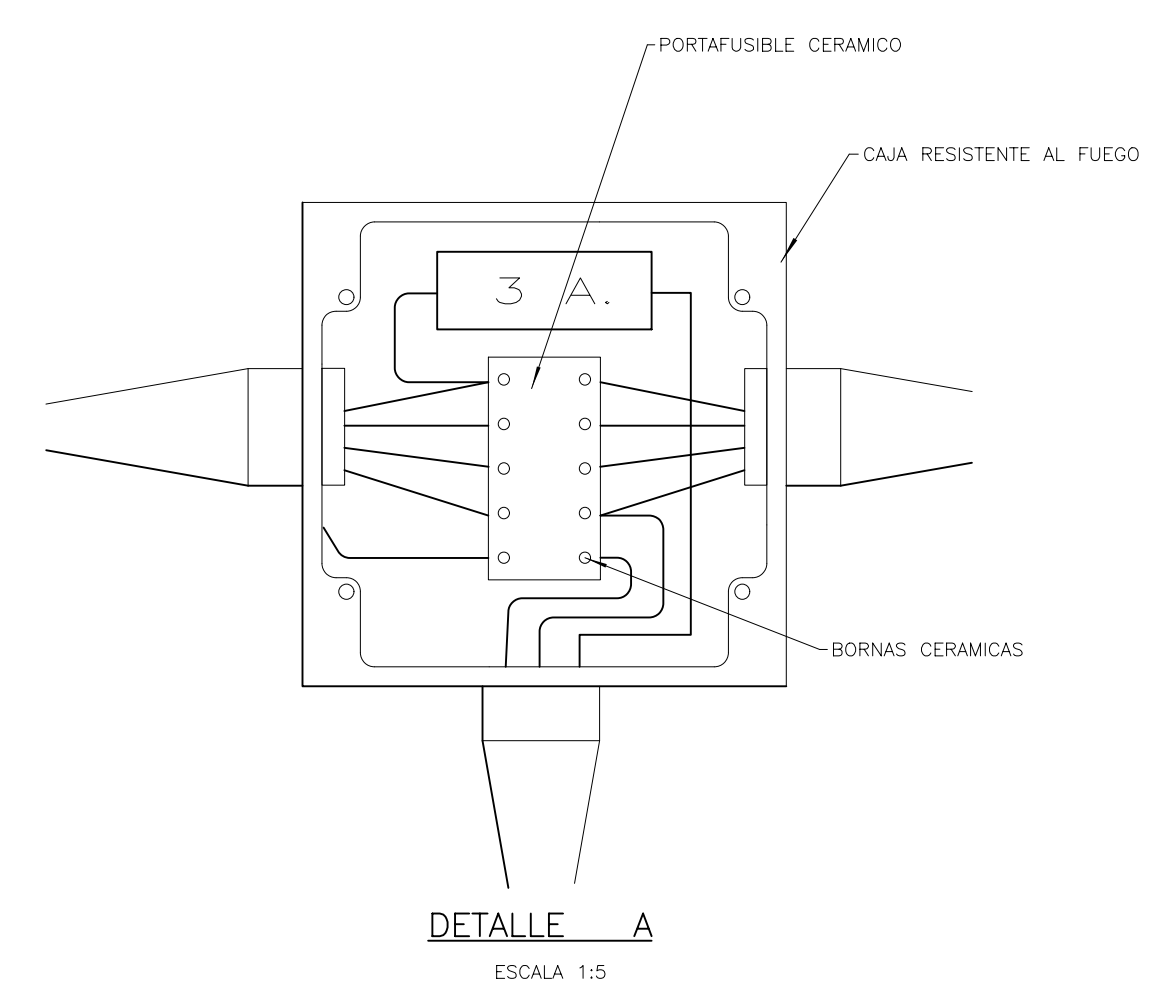
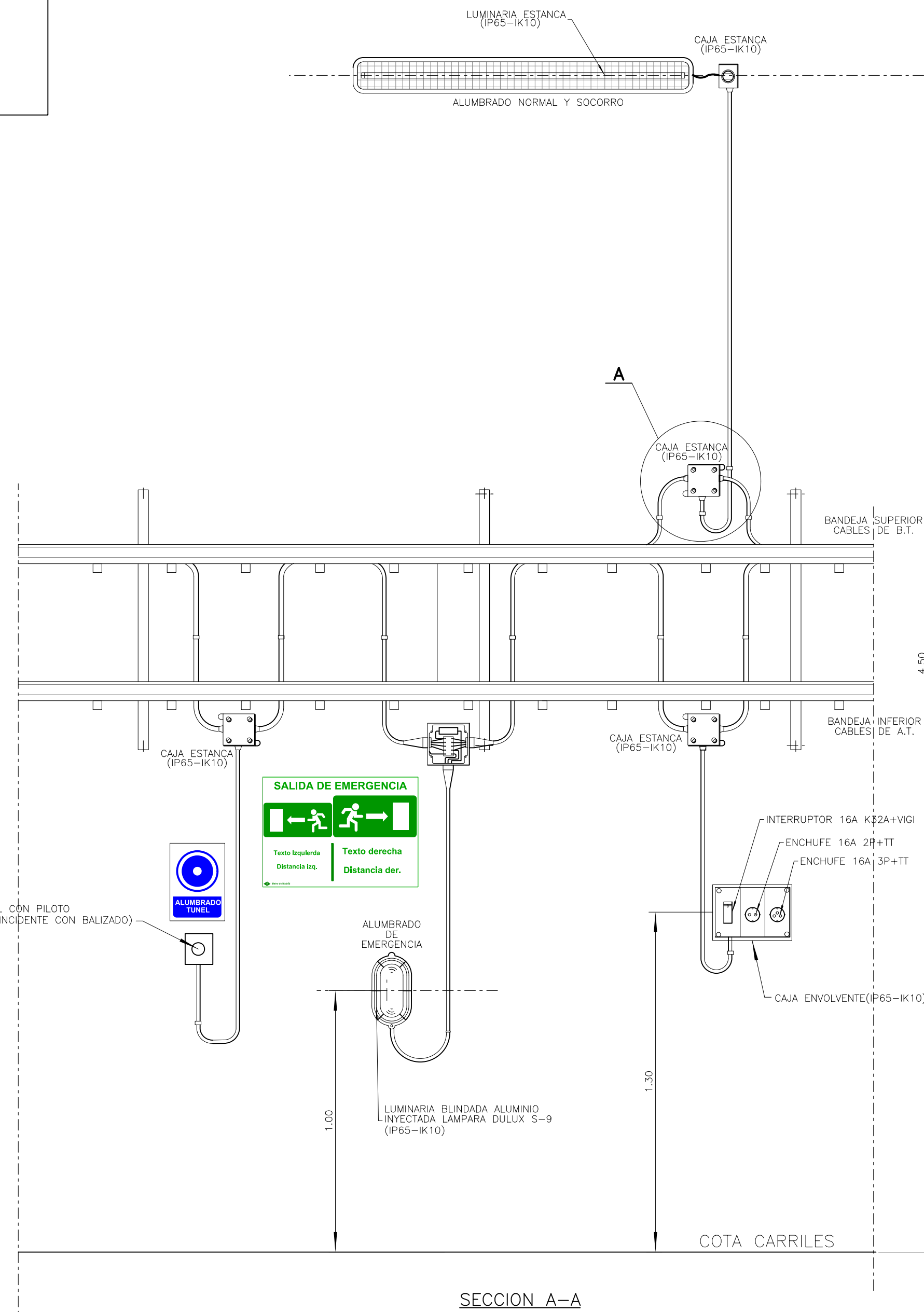
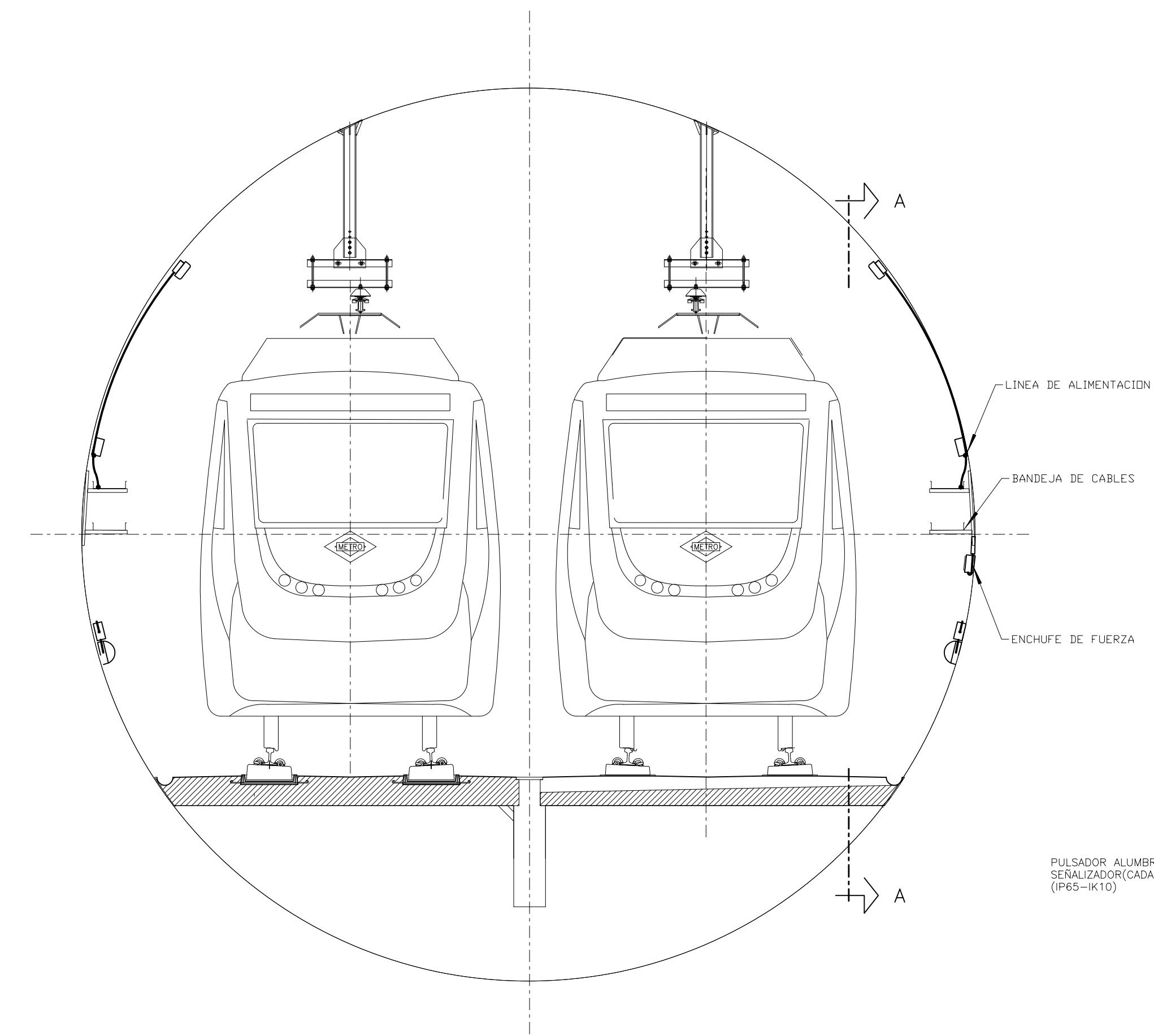
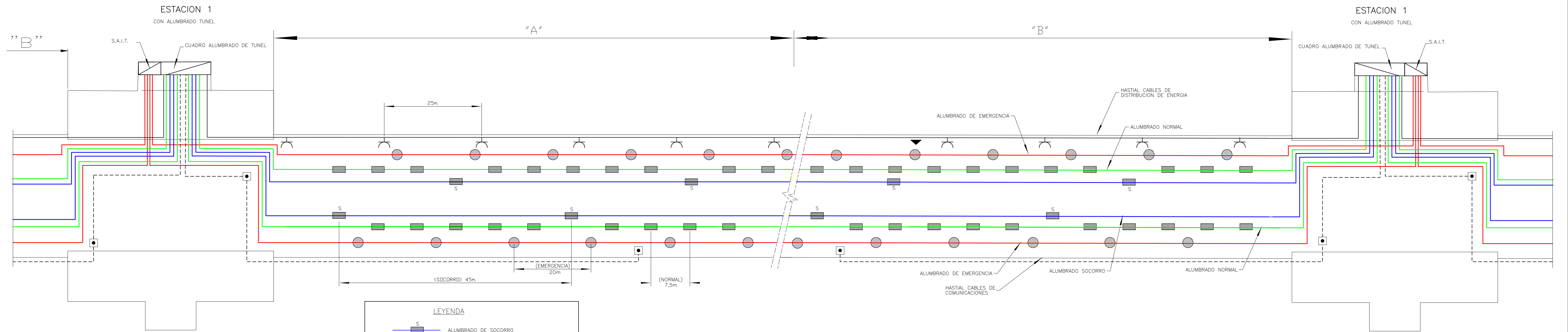
EL DIRECTOR DEL PROYECTO
MIGUEL GARCIA DE PEDRO

DENOMINACION
ENVOLVENTE Y APARELLAJE DEL CUADRO DE MANDO
Y CONTROL DE ALUMBRADO DE TUNEL

EL AUTOR DEL PROYECTO
JULIA MARIA CALONGE CELADA

| | | | | | |
|-----------|------------|--------|--------------|----------|-----------------------|
| DIBUJADO | FECHA | ESCALA | N° ACTIVIDAD | N° PLANO | REVISION |
| JR.MENDEZ | 15/10/2011 | | IO.11.150E | ITI02-05 | 3 |
| | | | | | HOJA...2... DE...2... |

CODIGO PLANO



| | | | | | | |
|--|---------------------|--------|----------------------------|----------------------|---------------|---|
| METRO DE MADRID, S.A. UNIDAD DE INGENIERIA Y PROYECTOS DE INSTALACIONES | | | | | | EL RESPONSABLE DE LA UNIDAD Victor R. Gonzalez |
| PROYECTO INSTRUCCIÓN TÉCNICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO Y FUERZA EN TUNEL TIPO DE METRO DE MADRID | | | | | | EL DIRECTOR DEL PROYECTO Miguel Garcia de Pedro |
| DENOMINACION IMPLANTACION TIPO DE ALUMBRADO Y FUERZA EN TUNEL. DETALLES DE LA INSTALACION | | | | | | EL AUTOR DEL PROYECTO Julia Maria Calonge Celada |
| DIBUJADO J.R. MENDEZ | FECHA 15/10/2011 | ESCALA | Nº ACTIVIDAD 10.11.150E | Nº PLANO IT102-06 | REVISION 3 | CODIGO PLANO |
| HOJA DE... DE... | | | | | | |