

## **ANEJO Nº 28**

# **INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN**

## ÍNDICE

### ANEJO Nº 28. INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN

<b>1</b>	<b>OBJETO DEL PRESENTE ANEJO</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES</b>	<b>3</b>
2.1	<b>REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES</b>	<b>3</b>
2.2	<b>ACOMETIDA – DERIVACIÓN INDIVIDUAL</b>	<b>4</b>
2.3	<b>DISPOSITIVOS GENERALES E INDIVIDUALES DE MANDO Y PROTECCIÓN</b>	<b>5</b>
2.4	<b>INSTALACIONES INTERIORES</b>	<b>7</b>
2.4.1	CONDUCTORES	7
2.4.2	IDENTIFICACIÓN DE CONDUCTORES	8
2.4.3	SUBDIVISIÓN DE LAS INSTALACIONES	8
2.4.4	EQUILIBRADO DE CARGAS	8
2.4.5	RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA	8
2.4.6	CONEXIONES	9
2.4.7	SISTEMAS DE INSTALACIÓN	9
2.5	<b>PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES</b>	<b>14</b>
2.6	<b>PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES</b>	<b>15</b>
2.6.1	CATEGORÍAS DE LAS SOBRETENSIONES	15
2.6.2	MEDIDAS PARA EL CONTROL DE LAS SOBRETENSIONES	16
2.6.3	SELECCIÓN DE LOS MATERIALES EN LA INSTALACIÓN	16
2.7	<b>PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS</b>	<b>17</b>
2.7.1	PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS	17
2.7.2	PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS	18
2.8	<b>PUESTAS A TIERRA</b>	<b>18</b>
2.8.1	UNIONES A TIERRA	19
2.8.2	CONDUCTORES DE EQUIPOTENCIALIDAD	21
2.8.3	RESISTENCIA DE LAS TOMAS DE TIERRA	22

2.8.4	TOMAS DE TIERRA INDEPENDIENTES	22
2.8.5	SEPARACIÓN ENTRE LAS TOMAS DE TIERRA DE LAS MASAS DE LAS INSTALACIONES DE UTILIZACIÓN Y DE LAS MASAS DE UN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	22
2.8.6	REVISIÓN DE LAS TOMAS DE TIERRA	23
2.8.7	RECEPTORES DE ALUMBRADO.	24
2.8.8	RECEPTORES A MOTOR	25
<b>3</b>	<b>CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS</b>	<b>26</b>
<b>3.1</b>	<b>FÓRMULAS EMPLEADAS</b>	<b>26</b>
<b>3.2</b>	<b>ESTACIÓN DE FILTRADO</b>	<b>30</b>
<b>3.3</b>	<b>ESTACIÓN DE BOMBEO</b>	<b>42</b>

## **1 OBJETO DEL PRESENTE ANEJO**

El objeto del presente anejo es el de definir las características las instalaciones de baja tensión de la estación de bombeo y de la estación de filtrado.

Dado el uso de las instalaciones, las dos se englobarían dentro de las especificaciones que tienen que cumplir los locales húmedos, polvorientos o con riesgo de corrosión, bombas (Tipología 5A según la Tabla 2 del Anexo II de la Orden EIE/1731/2017, de 5 de octubre, de regulación de determinados procedimientos en materia de seguridad industrial de las instalaciones eléctricas de baja tensión).

## **2 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES**

### **2.1 REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES**

El presente anejo recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002).
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Código Técnico de la Edificación, DB SI sobre Seguridad en caso de incendio.
- Código Técnico de la Edificación, DB HE sobre Ahorro de energía.
- Código Técnico de la Edificación, DB SU sobre Seguridad de utilización.
- Código Técnico de la Edificación, DB-HR sobre Protección frente al ruido.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (Real Decreto 2267/2004 de 3 de diciembre)
- Normas Técnicas para la accesibilidad y la eliminación de barreras arquitectónicas, urbanísticas y en el transporte.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

## 2.2 ACOMETIDA – DERIVACIÓN INDIVIDUAL

Dado que la alimentación a la estación de bombeo se realiza desde un grupo electrógeno situado en el interior del propio edificio y que la alimentación a la estación de filtrado proviene de una instalación solar fotovoltaica ubicada en la cubierta del edificio que alberga dicha estación, la acometida y la derivación individual van a ser coincidentes en ambas instalaciones.

La derivación individual está regulada por la ITC-BT-15.

Las derivaciones individuales estarán constituidas por:

- Conductores aislados en el interior de tubos empotrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos enterrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos en montaje superficial.
- Conductores aislados en el interior de canales protectoras cuya tapa sólo se pueda abrir con la ayuda de un útil.
- Canalizaciones eléctricas prefabricadas que deberán cumplir la norma UNE-EN 61439.
- Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyectados y contruidos al efecto.

Los conductores a utilizar serán de cobre o aluminio, aislados y normalmente unipolares, siendo su tensión asignada 450/750 V como mínimo. Para el caso de cables

multiconductores o para el caso de derivaciones individuales en el interior de tubos enterrados, el aislamiento de los conductores será de tensión asignada 0,6/1 kV. La sección mínima será de 6 mm<sup>2</sup> para los cables polares, neutro y protección y de 1,5 mm<sup>2</sup> para el hilo de mando (para aplicación de las diferentes tarifas), que será de color rojo.

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Su clase de reacción al fuego mínima será Cca-s1b,d1,a1. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21.123 parte 4 ó 5 o a la norma UNE 211002 cumplen con esta prescripción.

La caída de tensión máxima admisible será, para el caso de derivaciones individuales en suministros para un único usuario en que no existe línea general de alimentación, del 1,5 %.

La derivación individual a la estación de bombeo está constituida por cables unipolares de cobre, no propagadores de incendio y con emisiones de humos y opacidad reducida, de 4x1x70/TTx35 mm<sup>2</sup> de sección, con aislamiento Rz1-K (AS) 0,6/1 kV.

La derivación individual a la estación de filtrado está constituida por cables unipolares de cobre, no propagadores de incendio y con emisiones de humos y opacidad reducida, de 4x1x2,5/TTx2,5 mm<sup>2</sup> de sección, con aislamiento Rz1-K (AS) 0,6/1 kV.

### **2.3 DISPOSITIVOS GENERALES E INDIVIDUALES DE MANDO Y PROTECCIÓN**

Los dispositivos generales de mando y protección se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual.

Los dispositivos individuales de mando y protección de cada uno de los circuitos, que son el origen de la instalación interior, podrán instalarse en cuadros separados y en otros lugares.

La altura a la cual se situarán los dispositivos generales e individuales de mando y protección de los circuitos, medida desde el nivel del suelo, estará comprendida entre 1 y 2 m.

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE-EN 60670-1 y UNE-EN 61439, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE-EN 60529 e IK 07 según UNE-EN 50.102. Se situarán fuera de los locales mojados, y si esto no fuera posible, se protegerán contra las proyecciones de agua, grado de protección IP X4. En este caso, la cubierta y partes accesibles de los órganos de accionamiento no serán metálicos. La envolvente para el interruptor de control de potencia será precintable y sus dimensiones

estarán de acuerdo con el tipo de suministro y tarifa a aplicar. Sus características y tipo corresponderán a un modelo oficialmente aprobado.

El instalador fijará de forma permanente sobre el cuadro de distribución una placa, impresa con caracteres indelebles, en la que conste su nombre o marca comercial, fecha en que se realizó la instalación, así como la intensidad asignada del interruptor general automático.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección serán, como mínimo:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar, de intensidad nominal mínima 25 A, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos (según ITC-BT-22). Tendrá poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación, de 4,5 kA como mínimo. Este interruptor será independiente del interruptor de control de potencia.
- Un interruptor diferencial general, de intensidad asignada superior o igual a la del interruptor general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos (según ITC-BT-24). Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a \leq U$$

donde:

"R<sub>a</sub>" es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.

"I<sub>a</sub>" es la corriente que asegura el funcionamiento del dispositivo de protección (corriente diferencial-residual asignada).

"U" es la tensión de contacto límite convencional (50 V en locales secos y 24 V en locales húmedos).

Si por el tipo o carácter de la instalación se instalase un interruptor diferencial por cada circuito o grupo de circuitos, se podría prescindir del interruptor diferencial general, siempre que queden protegidos todos los circuitos. En el caso de que se instale más de un interruptor diferencial en serie, existirá una selectividad entre ellos.

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

- Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores (según ITC-BT-22).
- Dispositivo de protección contra sobretensiones, según ITC-BT-23, si fuese necesario.

## 2.4 INSTALACIONES INTERIORES

### 2.4.1 CONDUCTORES

Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre o aluminio y serán siempre aislados. La tensión asignada no será inferior a 450/750 V. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea menor del 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos.

El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior (3-5 %) y la de la derivación individual (1,5 %), de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas (4,5-6,5 %). Para instalaciones que se alimenten directamente en alta tensión, mediante un transformador propio, se considerará que la instalación interior de baja tensión tiene su origen a la salida del transformador, siendo también en este caso las caídas de tensión máximas admisibles del 4,5 % para alumbrado y del 6,5 % para los demás usos.

En instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, salvo justificación por cálculo, la sección del conductor neutro será como mínimo igual a la de las fases. No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.

Las intensidades máximas admisibles, se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE-HD 60364-5-52:2014.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

Sección conductores fase (mm <sup>2</sup> )	Sección conductores protección (mm <sup>2</sup> )
$S_f \leq 16$	$S_f$
$16 < S_f \leq 35$	16
$S_f > 35$	$S_f/2$

## 2.4.2 IDENTIFICACIÓN DE CONDUCTORES

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

## 2.4.3 SUBDIVISIÓN DE LAS INSTALACIONES

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas afecten solamente a ciertas partes de la instalación, por ejemplo, a un sector del edificio, a una planta, a un solo local, etc., para lo cual los dispositivos de protección de cada circuito estarán adecuadamente coordinados y serán selectivos con los dispositivos generales de protección que les precedan.

Toda instalación se dividirá en varios circuitos, según las necesidades, a fin de:

- evitar las interrupciones innecesarias de todo el circuito y limitar las consecuencias de un fallo.
- facilitar las verificaciones, ensayos y mantenimientos.
- evitar los riesgos que podrían resultar del fallo de un solo circuito que pudiera dividirse, como por ejemplo si solo hay un circuito de alumbrado.

## 2.4.4 EQUILIBRADO DE CARGAS

Para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que forman parte de una instalación, se procurará que aquella quede repartida entre sus fases o conductores polares.

## 2.4.5 RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla siguiente:

<u>Tensión nominal instalación</u>	<u>Tensión ensayo corriente continua (V)</u>	<u>Resistencia de aislamiento (M<math>\Omega</math>)</u>
MBTS o MBTP	250	$\geq 0,25$
$\leq 500$ V	500	$\geq 0,50$
$> 500$ V	1000	$\geq 1,00$

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de  $2U + 1000 \text{ V}$  a frecuencia industrial, siendo  $U$  la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de  $1.500 \text{ V}$ .

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

#### **2.4.6 CONEXIONES**

En ningún caso se permitirá la unión de conductores mediante conexiones y/o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse, asimismo, la utilización de bridas de conexión. Siempre deberán realizarse en el interior de cajas de empalme y/o de derivación.

Si se trata de conductores de varios alambres cableados, las conexiones se realizarán de forma que la corriente se reparta por todos los alambres componentes.

Los terminales, empalmes y conexiones de las canalizaciones presentarán un grado de protección correspondiente a las proyecciones de agua, IP X4.

Las tomas de corriente y aparatos de mando y protección se situarán fuera de los locales mojados, y si esto no fuera posible, se protegerán contra las proyecciones de agua, grado de protección IP X4. En este caso, sus cubiertas y las partes accesibles de los órganos de accionamiento no serán metálicos.

#### **2.4.7 SISTEMAS DE INSTALACIÓN**

##### **2.4.7.1 PRESCRIPCIONES GENERALES**

Varios circuitos pueden encontrarse en el mismo tubo o en el mismo compartimento de canal si todos los conductores están aislados para la tensión asignada más elevada.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una

distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que, mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

Las cubiertas, tapas o envoltentes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc., instalados en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

Las canalizaciones serán estancas, utilizándose, para terminales, empalmes y conexiones de estas, sistemas o dispositivos que presenten el grado de protección correspondiente a las proyecciones de agua, IP X4.

#### 2.4.7.2 CONDUCTORES AISLADOS BAJO TUBOS PROTECTORES

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.

- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar

tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.

- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.
- Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:
- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.
- El grado de resistencia a la corrosión será como mínimo 4.
- Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:
- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.

- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.
- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

#### 2.4.7.3 CONDUCTORES AISLADOS CON CUBIERTA BAJO CANALES PROTECTORAS AISLANTES

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable. Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP 4X y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". El grado de resistencia a la corrosión será 4. Las conexiones, empalmes y derivaciones se realizarán en el interior de cajas.

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama y aislantes. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50.085.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación.

Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada.

La tapa de las canales quedará siempre accesible.

## 2.5 PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Las sobreintensidades pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia
- Cortocircuitos
- Descargas eléctricas atmosféricas

a) Protección contra sobrecargas. El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado. El dispositivo de protección podrá estar constituido por un interruptor automático de corte omipolar con curva térmica de corte, o por cortacircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.

b) Protección contra cortocircuitos. En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión. Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados. Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte omipolar.

Se instalará, en cualquier caso, un dispositivo de protección en el origen de cada circuito derivado de otro que penetre en el local mojado.

La norma UNE-HD 60364-4-43 recoge todos los aspectos requeridos para los dispositivos de protección. La norma UNE-HD 60364-4-43 define la aplicación de las medidas de protección por causa de sobrecargas o cortocircuito, señalando en cada caso su emplazamiento u omisión.

## 2.6 PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES

### 2.6.1 CATEGORÍAS DE LAS SOBRETENSIONES

Las categorías indican los valores de tensión soportada a la onda de choque de sobretensión que deben de tener los equipos, determinando, a su vez, el valor límite máximo de tensión residual que deben permitir los diferentes dispositivos de protección de cada zona para evitar el posible daño de dichos equipos.

Se distinguen 4 categorías diferentes, indicando en cada caso el nivel de tensión soportada a impulsos, en kV, según la tensión nominal de la instalación.

#### Categoría I

Se aplica a los equipos muy sensibles a las sobretensiones y que están destinados a ser conectados a la instalación eléctrica fija (ordenadores, equipos electrónicos muy sensibles, etc.). En este caso, las medidas de protección se toman fuera de los equipos a proteger, ya sea en la instalación fija o entre la instalación fija y los equipos, con objeto de limitar las sobretensiones a un nivel específico.

#### Categoría II

Se aplica a los equipos destinados a conectarse a una instalación eléctrica fija (electrodomésticos, herramientas portátiles y otros equipos similares).

#### Categoría III

Se aplica a los equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija y a otros equipos para los cuales se requiere un alto nivel de fiabilidad (armarios de distribución, embarrados, aparatos: interruptores, seccionadores, tomas de corriente, etc., canalizaciones y sus accesorios: cables, caja de derivación, etc., motores con conexión eléctrica fija: ascensores, máquinas industriales, etc.

#### Categoría IV

Se aplica a los equipos y materiales que se conectan en el origen o muy próximos al origen de la instalación, aguas arriba del cuadro de distribución (contadores de energía, aparatos de telemedida, equipos principales de protección contra sobreintensidades, etc.).

## 2.6.2 MEDIDAS PARA EL CONTROL DE LAS SOBRETENSIONES

Se pueden presentar dos situaciones diferentes:

- Situación natural: cuando no es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias, pues se prevé un bajo riesgo de sobretensiones en la instalación (debido a que está alimentada por una red subterránea en su totalidad). En este caso se considera suficiente la resistencia a las sobretensiones de los equipos indicada en la tabla de categorías, y no se requiere ninguna protección suplementaria contra las sobretensiones transitorias.
- Situación controlada: cuando es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias en el origen de la instalación, pues la instalación se alimenta por, o incluye, una línea aérea con conductores desnudos o aislados.

También se considera situación controlada aquella situación natural en que es conveniente incluir dispositivos de protección para una mayor seguridad (continuidad de servicio, valor económico de los equipos, pérdidas irreparables, etc.).

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se vayan a instalar.

Los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador y la tierra de la instalación.

## 2.6.3 SELECCIÓN DE LOS MATERIALES EN LA INSTALACIÓN

Los equipos y materiales deben escogerse de manera que su tensión soportada a impulsos no sea inferior a la tensión soportada prescrita en la tabla anterior, según su categoría.

Los equipos y materiales que tengan una tensión soportada a impulsos inferior a la indicada en la tabla se pueden utilizar, no obstante:

- en situación natural, cuando el riesgo sea aceptable.
- en situación controlada, si la protección contra las sobretensiones es adecuada.

## 2.7 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS

### 2.7.1 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS

Protección por aislamiento de las partes activas.

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

Protección por medio de barreras o envolventes.

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE-EN 60529. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP 4X o IP XXD.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- bien con la ayuda de una llave o de una herramienta;
- o bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes;
- o bien, si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP 2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual.

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

### 2.7.2 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a \leq U$$

donde:

- $R_a$  es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.
- $I_a$  es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.
- $U$  es la tensión de contacto límite convencional (50 ó 24V).

## 2.8 PUESTAS A TIERRA

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte, del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de sollicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplen los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

### 2.8.1 UNIONES A TIERRA

#### Tomas de tierra

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- barras, tubos;
- pletinas, conductores desnudos;
- placas;
- anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones;
- armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas;
- otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE-EN 60228.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no

augmenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

### Conductores de tierra

La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberá estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla siguiente. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

Tipo	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión	Igual a conductores protección apdo. 7.7.1	16 mm <sup>2</sup> Cu 16 mm <sup>2</sup> Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión	25 mm <sup>2</sup> Cu 50 mm <sup>2</sup> Hierro	25 mm <sup>2</sup> Cu 50 mm <sup>2</sup> Hierro

\* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

### Bornes de puesta a tierra

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

### Conductores de protección

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

Sección conductores fase (mm <sup>2</sup> )	Sección conductores protección (mm <sup>2</sup> )
$S_f \leq 16$	$S_f$
$16 < S_f \leq 35$	16
$S_f > 35$	$S_f / 2$

En todos los casos, los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- 2,5 mm<sup>2</sup>, si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm<sup>2</sup>, si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- conductores en los cables multiconductores, o
- conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos, o
- conductores separados desnudos o aislados.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

### 2.8.2 CONDUCTORES DE EQUIPOTENCIALIDAD

El conductor principal de equipotencialidad debe tener una sección no inferior a la mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, con un mínimo de 6 mm<sup>2</sup>. Sin embargo, su sección puede ser reducida a 2,5 mm<sup>2</sup> si es de cobre.

La unión de equipotencialidad suplementaria puede estar asegurada, bien por elementos conductores no desmontables, tales como estructuras metálicas no desmontables, bien por conductores suplementarios, o por combinación de los dos.

### **2.8.3 RESISTENCIA DE LAS TOMAS DE TIERRA**

El valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor
- 50 V en los demás casos.

Si las condiciones de la instalación son tales que pueden dar lugar a tensiones de contacto superiores a los valores señalados anteriormente, se asegurará la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte adecuados a la corriente de servicio.

La resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad.

### **2.8.4 TOMAS DE TIERRA INDEPENDIENTES**

Se considerará independiente una toma de tierra respecto a otra, cuando una de las tomas de tierra, no alcance, respecto a un punto de potencial cero, una tensión superior a 50 V cuando por la otra circula la máxima corriente de defecto a tierra prevista.

### **2.8.5 SEPARACIÓN ENTRE LAS TOMAS DE TIERRA DE LAS MASAS DE LAS INSTALACIONES DE UTILIZACIÓN Y DE LAS MASAS DE UN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

Se verificará que las masas puestas a tierra en una instalación de utilización, así como los conductores de protección asociados a estas masas o a los relés de protección de masa, no están unidas a la toma de tierra de las masas de un centro de transformación, para evitar que, durante la evacuación de un defecto a tierra en el centro de transformación, las masas de la instalación de utilización puedan quedar sometidas a tensiones de contacto peligrosas. Si no se hace el control de independencia indicando anteriormente (50 V), entre la puesta a tierra de las masas de las instalaciones de utilización respecto a la puesta a tierra de protección o masas del centro de transformación, se considerará que las tomas de tierra son eléctricamente independientes cuando se cumplan todas y cada una de las condiciones siguientes:

- a) No exista canalización metálica conductora (cubierta metálica de cable no aislada especialmente, canalización de agua, gas, etc.) que una la zona de tierras del

centro de transformación con la zona en donde se encuentran los aparatos de utilización.

- b) La distancia entre las tomas de tierra del centro de transformación y las tomas de tierra u otros elementos conductores enterrados en los locales de utilización es al menos igual a 15 metros para terrenos cuya resistividad no sea elevada (<100 ohmios.m). Cuando el terreno sea muy mal conductor, la distancia deberá ser calculada.
- c) El centro de transformación está situado en un recinto aislado de los locales de utilización o bien, si esta contiguo a los locales de utilización o en el interior de estos, está establecido de tal manera que sus elementos metálicos no están unidos eléctricamente a los elementos metálicos constructivos de los locales de utilización.

Sólo se podrán unir la puesta a tierra de la instalación de utilización (edificio) y la puesta a tierra de protección (masas) del centro de transformación, si el valor de la resistencia de puesta a tierra única es lo suficientemente baja para que se cumpla que en el caso de evacuar el máximo valor previsto de la corriente de defecto a tierra ( $I_d$ ) en el centro de transformación, el valor de la tensión de defecto ( $V_d = I_d \times R_t$ ) sea menor que la tensión de contacto máxima aplicada.

### **2.8.6 REVISIÓN DE LAS TOMAS DE TIERRA**

Por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad cualquier instalación de toma de tierra, deberá ser obligatoriamente comprobada por el director de la Obra o Instalador Autorizado en el momento de dar de alta la instalación para su puesta en marcha o en funcionamiento.

Personal técnicamente competente efectuará la comprobación de la instalación de puesta a tierra, al menos anualmente, en la época en la que el terreno esté más seco. Para ello, se medirá la resistencia de tierra, y se repararán con carácter urgente los defectos que se encuentren.

En los lugares en que el terreno no sea favorable a la buena conservación de los electrodos, éstos y los conductores de enlace entre ellos hasta el punto de puesta a tierra, se pondrán al descubierto para su examen, al menos una vez cada cinco años.

### 2.8.7 RECEPTORES DE ALUMBRADO.

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598. Estarán protegidas contra las proyecciones de agua "IP X4" y no serán de clase 0. No se admiten aparatos de alumbrado portátiles, excepto cuando se utilice como sistema de protección la separación de circuitos o el empleo de muy bajas tensiones de seguridad.

La masa de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles no debe exceder de 5 kg. Los conductores, que deben ser capaces de soportar este peso, no deben presentar empalmes intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra, que irá conectado de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

El uso de lámparas de gases con descargas a alta tensión (neón, etc.), se permitirá cuando su ubicación esté fuera del volumen de accesibilidad o cuando se instalen barreras o envolventes separadoras.

En instalaciones de iluminación con lámparas de descarga realizadas en locales en los que funcionen máquinas con movimiento alternativo o rotatorio rápido, se deberán tomar las medidas necesarias para evitar la posibilidad de accidentes causados por ilusión óptica originada por el efecto estroboscópico.

Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque. Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase. Será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores, siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0,9 y si se conoce la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las corrientes de arranque, que tanto éstas como aquéllos puedan producir. En este caso, el coeficiente será el que resulte.

En el caso de receptores con lámparas de descarga será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9.

En instalaciones con lámparas de muy baja tensión (p.e. 12 V) debe preverse la utilización de transformadores adecuados, para asegurar una adecuada protección térmica, contra cortocircuitos y sobrecargas y contra los choques eléctricos.

Para los rótulos luminosos y para instalaciones que los alimentan con tensiones asignadas de salida en vacío comprendidas entre 1 y 10 kV se aplicará lo dispuesto en la norma UNE-EN 50.107.

### **2.8.8 RECEPTORES A MOTOR**

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor. Los conductores de conexión que alimentan a varios motores deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases. En el caso de motores con arrancador estrella-triángulo, se asegurará la protección, tanto para la conexión en estrella como en triángulo.

Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo con la norma UNE 20.460 -4-45.

Los motores deben tener limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando se pudieran producir efectos que perjudicasen a la instalación u ocasionasen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otros receptores o instalaciones.

En general, los motores de potencia superior a 0,75 kilovatios deben estar provistos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el período de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga, según las características del motor que debe indicar su placa, sea superior.

### 3 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

#### 3.1 FÓRMULAS EMPLEADAS

*Fórmulas, Intensidad de empleo (Ib); caída de tensión (dV)*

Línea Trifásica equilibrada

$$I = P / (\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos(\varphi) \cdot r) \quad dV = I \cdot (R \cdot \cos(\varphi) + X \cdot \sin(\varphi))$$

Línea Monofásica

$$I = P / (U \cdot \cos(\varphi) \cdot r) \quad dV = 2 \cdot I \cdot (R \cdot \cos(\varphi) + X \cdot \sin(\varphi))$$

En donde:

P = Potencia activa en vatios (w)

U = Tensión de servicio en voltios (V), fase\_fase o fase\_neutro

I = Intensidad en amperios (A)

dV = Caída de tensión simple(V)

Cosφ = Coseno de φ, factor de potencia

r = Rendimiento (eficiencia para líneas motor)

R = Resistencia eléctrica conductor (Ω)

X = Reactancia eléctrica conductor (Ω)

*Sistema eléctrico en general (desequilibrado o equilibrado)*

$$SR = PR + QRi \quad |SR| = \sqrt{(PR^2 + QR^2)}$$

$$IR = SR^*/VR^* \quad IN = IR + IS + IT$$

Siendo,

SR = Potencia compleja fasor R; SR\* = Conjugado; |SR| = Potencia aparente (VA)

IR = Intensidad fasorial R

VR = Tensión fasorial R, (RN origen de fasores de tensión en 3F+N, RS en 3F)

IN = Intensidad fasorial Neutro

Igual resto de fases

*cdt Fase\_Neutro*

$$dVR = ZR \cdot IR + ZN \cdot IN \quad dVR1\_2 = |VR1| - |VR2|$$

*cdt Fase\_Fase*

$$dVRS = ZR \cdot IR - ZS \cdot IS \quad dVRS1\_2 = |VRS1| - |VRS2|$$

Igual resto de fases

Siendo,

$dVR$  = Caída de tensión compleja fase R\_neutro

$dVR1\_2$  = Caída de tensión genérica R\_neutro de 1 a 2 (V)

$dVRS$  = Caída de tensión compleja fase R\_fase S

$dVRS1\_2$  = Caída de tensión genérica R\_S de 1 a 2 (V)

*Fórmula Conductividad Eléctrica*

$$K = 1/\rho$$

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

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

Siendo,

$K$  = Conductividad del conductor a la temperatura  $T$ .

$\rho$  = Resistividad del conductor a la temperatura  $T$ .

$\rho_{20}$  = Resistividad del conductor a 20°C.

$$Cu = 0.017241 \text{ ohmiosxmm}^2/\text{m}$$

$$Al = 0.028264 \text{ ohmiosxmm}^2/\text{m}$$

$\alpha$  = Coeficiente de temperatura:

$$Cu = 0.003929$$

$$Al = 0.004032$$

$T$  = Temperatura del conductor (°C).

$T_0$  = Temperatura ambiente (°C):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

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

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

Barras Blindadas = 85°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

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

### *Fórmulas Sobrecargas*

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

$I_b$ : intensidad utilizada en el circuito.

$I_z$ : intensidad admisible de la canalización según la norma UNE-HD 60364-5-52.

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

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

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

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

### *Fórmulas compensación energía reactiva*

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

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

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

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

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

Siendo:

P = Potencia activa instalación (kW).

Q = Potencia reactiva instalación (kVAr).

$Q_c$  = Potencia reactiva a compensar (kVAr).

$\varnothing_1$  = Angulo de desfase de la instalación sin compensar.

$\varnothing_2$  = Angulo de desfase que se quiere conseguir.

U = Tensión compuesta (V).

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

C = Capacidad condensadores (F);  $c \times 1000000$  ( $\mu$ F).

## *Fórmulas Resistencia Tierra*

### Placa enterrada

$$R_t = 0,8 \cdot \rho / P$$

Siendo,

R<sub>t</sub>: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)

P: Perímetro de la placa (m)

### Pica vertical

$$R_t = \rho / L$$

Siendo,

R<sub>t</sub>: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud de la pica (m)

### Conductor enterrado horizontalmente

$$R_t = 2 \cdot \rho / L$$

Siendo,

R<sub>t</sub>: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud del conductor (m)

### Asociación en paralelo de varios electrodos

$$R_t = 1 / (L_c/2\rho + L_p/\rho + P/0,8\rho)$$

Siendo,

R<sub>t</sub>: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)

L<sub>c</sub>: Longitud total del conductor (m)

L<sub>p</sub>: Longitud total de las picas (m)

P: Perímetro de las placas (m)

### 3.2 ESTACIÓN DE FILTRADO

#### DEMANDA DE POTENCIAS - ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN TT

- Potencia total instalada:

Puente Grúa	5000 W
Válvula Motorizada 1200 mm	300 W
Válvula Motorizada 1600 mm	1000 W
Válvula Motorizada 2000 mm	1000 W
Válvula Motorizada 2000 mm	1000 W
Equipo de filtración	5900 W
A1	96 W
A2	96 W
A3	96 W
TC	2200 W
<b>TOTAL....</b>	<b>16688 W</b>

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 288
- Potencia Instalada Fuerza (W): 16400
- Potencia Máxima Admisible (W)\_Cosfi 0.91: 10085.42
- Potencia Máxima Admisible (W)\_Cosfi 1: 11085.13

#### Reparto de Fases - Líneas Monofásicas

- Potencia Fase R (W): 288
- Potencia Fase S (W): 0
- Potencia Fase T (W): 0

#### Cálculo de la DERIVACIÓN INDIVIDUAL

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos  $\varphi_R$  : 0.91; Cos  $\varphi_S$  : 0.9; Cos  $\varphi_T$  : 0.9; Xu(m $\Omega$ /m): 0;
- Coeficiente de simultaneidad: R = 0.4; S = 0.4; T = 0.4;
- Potencias: P(w): 6675.2 Q(var): 3150

- Intensidades fasores: IR = 9.97-4.55i; IS = -8.67-5.93i; IT = -0.8+10.47i; IN = 0.5
- Intensidades valor eficaz: IR = 10.96; IS = 10.5; IT = 10.5; IN = 0.5

Calentamiento:

Intensidad(A)\_R: 13.17

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): R = 50.42; S = 49.58; T = 49.58; N = 40.02

e(parcial):

Simple: RN = 0.81 V, 0.35%; SN = 0.71 V, 0.31%; TN = 0.71 V, 0.31%;

Compuesta: RS = 1.3 V, 0.32%; ST = 1.26 V, 0.32%; TR = 1.3 V, 0.32%;

e(total):

Simple: RN = 0.81 V, 0.35%; SN = 0.71 V, 0.31%; TN = 0.71 V, 0.31%;

Compuesta: RS = 1.3 V, 0.32%; ST = 1.26 V, 0.32%; TR = 1.3 V, 0.32%;

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Puente Grúa

- Potencia nominal: 5000 W

- Tensión de servicio: 400 V.

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

- Longitud: 5 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; r: 1

- Potencias: P(w): 5000 Q(var): 3750

- Intensidades fasores: IR = 7.22-5.41i; IS = -8.3-3.54i; IT = 1.08+8.96i; IN = 0

- Intensidades valor eficaz: IR = 9.02; IS = 9.02; IT = 9.02; IN = 0

Calentamiento:

Intensidad(A)\_R: 11.28

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): R = 47.06; S = 47.06; T = 47.06; N = 40

e(parcial):

Simple: RN = 0.27 V, 0.12%; SN = 0.27 V, 0.12%; TN = 0.27 V, 0.12%;

Compuesta: RS = 0.48 V, 0.12%; ST = 0.48 V, 0.12%; TR = 0.48 V, 0.12%;

e(total):

Simple: RN = 1.08 V, 0.47% ADMIS (6.5% MAX.); SN = 0.99 V, 0.43%; TN = 0.98 V, 0.43%;

Compuesta: RS = 1.77 V, 0.44%; ST = 1.74 V, 0.43%; TR = 1.77 V, 0.44%;

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Válvulas Motorizadas

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared

- Longitud: 0.3 m; Cos  $\varphi_R$  : 0.8; Cos  $\varphi_S$  : 0.8; Cos  $\varphi_T$  : 0.8; Xu(mΩ/m): 0;

- Coeficiente de simultaneidad: R = 1; S = 1; T = 1;

- Potencias: P(w): 3300 Q(var): 2475

- Intensidades fasores: IR = 4.76-3.57i; IS = -5.48-2.34i; IT = 0.71+5.91i; IN = 0

- Intensidades valor eficaz: IR = 5.95; IS = 5.95; IT = 5.95; IN = 0

Calentamiento:

Intensidad(A)\_R: 6.4

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): R = 42.66; S = 42.66; T = 42.66; N = 40

e(parcial):

Simple: RN = 0.01 V, 0%; SN = 0.01 V, 0%; TN = 0.01 V, 0%;

Compuesta: RS = 0.02 V, 0%; ST = 0.02 V, 0%; TR = 0.02 V, 0%;

e(total):

Simple: RN = 0.82 V, 0.35%; SN = 0.72 V, 0.31%; TN = 0.72 V, 0.31%;

Compuesta: RS = 1.32 V, 0.33%; ST = 1.28 V, 0.32%; TR = 1.32 V, 0.33%;

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Válvula Motorizada de 1200 mm

- Potencia nominal: 300 W

- Tensión de servicio: 400 V.

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

- Longitud: 20 m; Cos  $\varphi$ : 0.8; Xu(m $\Omega$ /m): 0; r: 1

- Potencias: P(w): 300 Q(var): 225

- Intensidades fasores: IR = 0.43-0.32i; IS = -0.5-0.21i; IT = 0.06+0.54i; IN = 0

- Intensidades valor eficaz: IR = 0.54; IS = 0.54; IT = 0.54; IN = 0

Calentamiento:

Intensidad(A)\_R: 0.68

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): R = 40.03; S = 40.03; T = 40.03; N = 40

e(parcial):

Simple: RN = 0.06 V, 0.03%; SN = 0.06 V, 0.03%; TN = 0.06 V, 0.03%;

Compuesta: RS = 0.11 V, 0.03%; ST = 0.11 V, 0.03%; TR = 0.11 V, 0.03%;

e(total):

Simple: RN = 0.88 V, 0.38% ADMIS (6.5% MAX.); SN = 0.79 V, 0.34%; TN = 0.79 V, 0.34%;

Compuesta: RS = 1.43 V, 0.36%; ST = 1.39 V, 0.35%; TR = 1.43 V, 0.36%;

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Válvula Motorizada de 1600 mm

- Potencia nominal: 1000 W

- Tensión de servicio: 400 V.

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

- Longitud: 20 m; Cos  $\varphi$ : 0.8; Xu(m $\Omega$ /m): 0; r: 1

- Potencias: P(w): 1000 Q(var): 750

- Intensidades fasores: IR = 1.44-1.08i; IS = -1.66-0.71i; IT = 0.22+1.79i; IN = 0

- Intensidades valor eficaz: IR = 1.8; IS = 1.8; IT = 1.8; IN = 0

Calentamiento:

Intensidad(A)\_R: 2.26

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): R = 40.28; S = 40.28; T = 40.28; N = 40

e(parcial):

Simple: RN = 0.21 V, 0.09%; SN = 0.21 V, 0.09%; TN = 0.21 V, 0.09%;

Compuesta: RS = 0.37 V, 0.09%; ST = 0.37 V, 0.09%; TR = 0.37 V, 0.09%;

e(total):

Simple: RN = 1.03 V, 0.45% ADMIS (6.5% MAX.); SN = 0.94 V, 0.41%; TN = 0.94 V, 0.41%;

Compuesta: RS = 1.69 V, 0.42%; ST = 1.65 V, 0.41%; TR = 1.69 V, 0.42%;

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Válvula Motorizada de 2000 mm

- Potencia nominal: 1000 W
- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; Cos  $\varphi$ : 0.8; Xu(m $\Omega$ /m): 0; r: 1
- Potencias: P(w): 1000 Q(var): 750
- Intensidades fasores: IR = 1.44-1.08j; IS = -1.66-0.71j; IT = 0.22+1.79j; IN = 0
- Intensidades valor eficaz: IR = 1.8; IS = 1.8; IT = 1.8; IN = 0

Calentamiento:

Intensidad(A)\_R: 2.26

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): R = 40.28; S = 40.28; T = 40.28; N = 40

e(parcial):

Simple: RN = 0.21 V, 0.09%; SN = 0.21 V, 0.09%; TN = 0.21 V, 0.09%;

Compuesta: RS = 0.37 V, 0.09%; ST = 0.37 V, 0.09%; TR = 0.37 V, 0.09%;

e(total):

Simple: RN = 1.03 V, 0.45% ADMIS (6.5% MAX.); SN = 0.94 V, 0.41%; TN = 0.94 V, 0.41%;

Compuesta: RS = 1.69 V, 0.42%; ST = 1.65 V, 0.41%; TR = 1.69 V, 0.42%;

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

### Cálculo de la Línea: Válvula Motorizada de 2000 mm

- Potencia nominal: 1000 W
- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m;  $\cos \varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0; r: 1
- Potencias:  $P(w)$ : 1000  $Q(var)$ : 750
- Intensidades fasores:  $I_R = 1.44-1.08i$ ;  $I_S = -1.66-0.71i$ ;  $I_T = 0.22+1.79i$ ;  $I_N = 0$
- Intensidades valor eficaz:  $I_R = 1.8$ ;  $I_S = 1.8$ ;  $I_T = 1.8$ ;  $I_N = 0$

Calentamiento:

Intensidad(A)\_R: 2.26

Se eligen conductores Unipolares  $3 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

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

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C):  $R = 40.28$ ;  $S = 40.28$ ;  $T = 40.28$ ;  $N = 40$

e(parcial):

Simple:  $R_N = 0.21 \text{ V}$ , 0.09%;  $S_N = 0.21 \text{ V}$ , 0.09%;  $T_N = 0.21 \text{ V}$ , 0.09%;

Compuesta:  $R_S = 0.37 \text{ V}$ , 0.09%;  $S_T = 0.37 \text{ V}$ , 0.09%;  $T_R = 0.37 \text{ V}$ , 0.09%;

e(total):

Simple:  $R_N = 1.03 \text{ V}$ , 0.45% ADMIS (6.5% MAX.);  $S_N = 0.94 \text{ V}$ , 0.41%;  $T_N = 0.94 \text{ V}$ , 0.41%;

Compuesta:  $R_S = 1.69 \text{ V}$ , 0.42%;  $S_T = 1.65 \text{ V}$ , 0.41%;  $T_R = 1.69 \text{ V}$ , 0.42%;

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

### Cálculo de la Línea: Equipo de filtración

- Potencia nominal: 5900 W
- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m;  $\cos \varphi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;

- Potencias:  $P(w)$ : 5900  $Q(\text{var})$ : 0
- Intensidades fasores:  $IR = 8.52$ ;  $IS = -4.26-7.37i$ ;  $IT = -4.26+7.37i$ ;  $IN = 0$
- Intensidades valor eficaz:  $IR = 8.52$ ;  $IS = 8.52$ ;  $IT = 8.52$ ;  $IN = 0$

Calentamiento:

Intensidad(A)\_R: 8.52

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): R = 46.3; S = 46.3; T = 46.3; N = 40

e(parcial):

Simple: RN = 0.65 V, 0.28%; SN = 0.65 V, 0.28%; TN = 0.65 V, 0.28%;

Compuesta: RS = 1.12 V, 0.28%; ST = 1.12 V, 0.28%; TR = 1.12 V, 0.28%;

e(total):

Simple: RN = 1.45 V, 0.63% ADMIS (6.5% MAX.); SN = 1.36 V, 0.59%; TN = 1.36 V, 0.59%;

Compuesta: RS = 2.42 V, 0.6%; ST = 2.38 V, 0.6%; TR = 2.42 V, 0.61%;

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Alumbrado

- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;
- Coeficiente de simultaneidad: 1
- Potencias:  $P(w)$ : 288  $Q(\text{var})$ : 0
- Intensidades fasores:  $IR = 1.25$ ;  $IS = 0$ ;  $IT = 0$ ;  $IN = 1.25$
- Intensidades valor eficaz:  $IR = 1.25$ ;  $IS = 0$ ;  $IT = 0$ ;  $IN = 1.25$

Calentamiento:

Intensidad(A)\_R: 1.25

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 17 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): R = 40.16; S = 40; T = 40; N = 40.16

e(parcial): RN = 0.01 V, 0%;

e(total): RN = 0.82 V, 0.35%;

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: A1

- Potencia nominal: 96 W

- Tensión de servicio: 230.94 V.

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

- Longitud: 30 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;

- Potencias: P(w): 96 Q(var): 0

- Intensidades fasores: IR = 0.42; IS = 0; IT = 0; IN = 0.42

- Intensidades valor eficaz: IR = 0.42; IS = 0; IT = 0; IN = 0.42

Calentamiento:

Intensidad(A)\_R: 0.42

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): R = 40.02; S = 40; T = 40; N = 40.02

e(parcial):  $RN = 0.31 \text{ V}$ , 0.13%;

e(total):  $RN = 1.12 \text{ V}$ , 0.49% ADMIS (4.5% MAX.);

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

#### Cálculo de la Línea: A2

- Potencia nominal: 96 W
- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m;  $\cos \varphi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencias:  $P(w)$ : 96  $Q(\text{var})$ : 0
- Intensidades fasores:  $IR = 0.42$ ;  $IS = 0$ ;  $IT = 0$ ;  $IN = 0.42$
- Intensidades valor eficaz:  $IR = 0.42$ ;  $IS = 0$ ;  $IT = 0$ ;  $IN = 0.42$

Calentamiento:

Intensidad(A)\_R: 0.42

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

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

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C):  $R = 40.02$ ;  $S = 40$ ;  $T = 40$ ;  $N = 40.02$

e(parcial):  $RN = 0.31 \text{ V}$ , 0.13%;

e(total):  $RN = 1.12 \text{ V}$ , 0.49% ADMIS (4.5% MAX.);

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

#### Cálculo de la Línea: A3

- Potencia nominal: 96 W
- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 30 m;  $\cos \varphi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencias:  $P(w)$ : 96  $Q(var)$ : 0
- Intensidades fasores:  $I_R = 0.42$ ;  $I_S = 0$ ;  $I_T = 0$ ;  $I_N = 0.42$
- Intensidades valor eficaz:  $I_R = 0.42$ ;  $I_S = 0$ ;  $I_T = 0$ ;  $I_N = 0.42$

Calentamiento:

Intensidad(A)\_R: 0.42

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C):  $R = 40.02$ ;  $S = 40$ ;  $T = 40$ ;  $N = 40.02$

e(parcial):  $R_N = 0.31$  V, 0.13%;

e(total):  $R_N = 1.12$  V, 0.49% ADMIS (4.5% MAX.);

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: TC

- Potencia nominal: 2200 W
- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m;  $\cos \varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencias:  $P(w)$ : 2200  $Q(var)$ : 1650
- Intensidades fasores:  $I_R = 3.18-2.38j$ ;  $I_S = -3.65-1.56j$ ;  $I_T = 0.47+3.94j$ ;  $I_N = 0$
- Intensidades valor eficaz:  $I_R = 3.97$ ;  $I_S = 3.97$ ;  $I_T = 3.97$ ;  $I_N = 0$

Calentamiento:

Intensidad(A)\_R: 3.97

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): R = 41.37; S = 41.37; T = 41.37; N = 40

e(parcial):

Simple: RN = 0.59 V, 0.26%; SN = 0.59 V, 0.26%; TN = 0.59 V, 0.26%;

Compuesta: RS = 1.03 V, 0.26%; ST = 1.03 V, 0.26%; TR = 1.03 V, 0.26%;

e(total):

Simple: RN = 1.4 V, 0.61% ADMIS (6.5% MAX.); SN = 1.3 V, 0.56%; TN = 1.3 V, 0.56%;

Compuesta: RS = 2.32 V, 0.58%; ST = 2.29 V, 0.57%; TR = 2.32 V, 0.58%;

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:

#### Cuadro General de Mando y Protección de la estación de filtrado

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
DERIVACION IND.	6675.2	10	4x2.5+TTx2.5Cu	10.96	24	0.35	0.35	32
Puente Grúa	5000	5	4x2.5+TTx2.5Cu	9.02	24	0.12	0.47	20
Válvulas Motorizada	3300	0.3	4x2.5Cu	5.95	20	0	0.35	
Válv Mot 1200 mm	300	20	3x2.5+TTx2.5Cu	0.54	24	0.03	0.38	20
Válv Mot 1600 mm	1000	20	3x2.5+TTx2.5Cu	1.8	24	0.09	0.45	20
Válv Mot 2000 mm	1000	20	3x2.5+TTx2.5Cu	1.8	24	0.09	0.45	20
Válv Mot 2000 mm	1000	20	3x2.5+TTx2.5Cu	1.8	24	0.09	0.45	20
Equipo de filtración	5900	10	4x2.5+TTx2.5Cu	8.52	24	0.28	0.63	20
Alumbrado	288	0.3	2x1.5Cu	1.25	17	0	0.35	
A1	96	30	2x1.5+TTx1.5Cu	0.42	20	0.13	0.49	16
A2	96	30	2x1.5+TTx1.5Cu	0.42	20	0.13	0.49	16
A3	96	30	2x1.5+TTx1.5Cu	0.42	20	0.13	0.49	16
TC	2200	25	4x2.5+TTx2.5Cu	3.97	24	0.26	0.61	20

### 3.3 ESTACIÓN DE BOMBEO

#### DEMANDA DE POTENCIAS - ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN TT

- Potencia total instalada:

Bomba nº 1	45000 W
Bomba nº 2	45000 W
Bomba nº 3	45000 W
Alumbrado	144 W
Alarma	400 W
Reserva	1000 W
Tomas de corriente	5000 W
<b>TOTAL....</b>	<b>141544 W</b>

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 544

- Potencia Instalada Fuerza (W): 141000

Reparto de Fases - Líneas Monofásicas

- Potencia Fase R (W): 1544

- Potencia Fase S (W): 0

- Potencia Fase T (W): 0

Cálculo de la Línea de acometida desde el generador al CGBT:

- Potencia nominal: 125 kVA

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: F-Unip.Contacto Mutuo Dist  $\geq$  D

- Longitud: 15 m;  $\cos \varphi_R$  : 0.87;  $\cos \varphi_S$  : 0.87;  $\cos \varphi_T$  : 0.87;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;

- Potencias:  $P(w)$ : 113133.3  $Q(var)$ : 65372.38

- Intensidades fasores:  $I_R = 166.41-95.87i$ ;  $I_S = -161.93-93.27i$ ;  $I_T = 0.19+186.87i$ ;  $I_N = 4.68-2.27i$

- Intensidades valor eficaz:  $I_R = 192.05$ ;  $I_S = 186.87$ ;  $I_T = 186.87$ ;  $I_N = 5.2$

Calentamiento:

Intensidad(A)\_R: 180.42

Se eligen conductores Unipolares 4x70+TTx35mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 243 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): R = 71.23; S = 69.57; T = 69.57; N = 40.02

e(parcial):

Simple: RN = 0.76 V, 0.33%; SN = 0.71 V, 0.31%; TN = 0.7 V, 0.3%;

Compuesta: RS = 1.25 V, 0.31%; ST = 1.24 V, 0.31%; TR = 1.26 V, 0.32%;

e(total):

Simple: RN = 0.76 V, 0.33%; SN = 0.71 V, 0.31%; TN = 0.7 V, 0.3%;

Compuesta: RS = 1.25 V, 0.31%; ST = 1.24 V, 0.31%; TR = 1.26 V, 0.32%;

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 218 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Bomba nº 1

- Potencia nominal: 45000 W

- Tensión de servicio: 400 V.

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

- Longitud: 10 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; r: 1

- Potencias: P(w): 45000 Q(var): 33750

- Intensidades fasores: IR = 64.95-48.71i; IS = -74.66-31.89i; IT = 9.71+80.61i;

IN = 0

- Intensidades valor eficaz: IR = 81.19; IS = 81.19; IT = 81.19; IN = 0

Calentamiento:

Intensidad(A)\_R: 81.19

Se eligen conductores Unipolares 3x25+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE, Apantallado. Desig. UNE: RVKV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 100 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): R = 72.96; S = 72.96; T = 72.96; N = 40

e(parcial):

Simple: RN = 0.54 V, 0.23%; SN = 0.54 V, 0.23%; TN = 0.54 V, 0.23%;

Compuesta: RS = 0.94 V, 0.23%; ST = 0.94 V, 0.23%; TR = 0.94 V, 0.23%;

e(total):

Simple: RN = 0.55 V, 0.24% ADMIS (6.5% MAX.); SN = 0.55 V, 0.24%; TN = 0.55 V, 0.24%;

Compuesta: RS = 0.95 V, 0.24%; ST = 0.95 V, 0.24%; TR = 0.95 V, 0.24%;

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 100 A. Relé térmico, Reg: 70÷90 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase A.

Cálculo de la Línea: Bomba nº 2

- Potencia nominal: 45000 W

- Tensión de servicio: 400 V.

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

- Longitud: 15 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; r: 1

- Potencias: P(w): 45000 Q(var): 33750

- Intensidades fasores: IR = 64.95-48.71i; IS = -74.66-31.89i; IT = 9.71+80.61i;

IN = 0

- Intensidades valor eficaz: IR = 81.19; IS = 81.19; IT = 81.19; IN = 0

Calentamiento:

Intensidad(A)\_R: 81.19

Se eligen conductores Unipolares 3x25+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE, Apantallado. Desig. UNE: RVKV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 100 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): R = 72.96; S = 72.96; T = 72.96; N = 40

e(parcial):

Simple: RN = 0.81 V, 0.35%; SN = 0.81 V, 0.35%; TN = 0.81 V, 0.35%;

Compuesta: RS = 1.4 V, 0.35%; ST = 1.4 V, 0.35%; TR = 1.4 V, 0.35%;

e(total):

Simple: RN = 0.82 V, 0.35% ADMIS (6.5% MAX.); SN = 0.82 V, 0.35%; TN = 0.82 V, 0.35%;

Compuesta: RS = 1.42 V, 0.35%; ST = 1.42 V, 0.35%; TR = 1.42 V, 0.35%;

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 100 A. Relé térmico, Reg: 70÷90 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase A.

Cálculo de la Línea: Bomba nº 3

- Potencia nominal: 45000 W

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 20 m; Cos  $\varphi$ : 0.8; Xu(m $\Omega$ /m): 0; r: 1

- Potencias: P(w): 45000 Q(var): 33750

- Intensidades fasores: IR = 64.95-48.71i; IS = -74.66-31.89i; IT = 9.71+80.61i;

IN = 0

- Intensidades valor eficaz: IR = 81.19; IS = 81.19; IT = 81.19; IN = 0

Calentamiento:

Intensidad(A)\_R: 81.19

Se eligen conductores Tripolares 3x25+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE, Apantallado. Desig. UNE: RVKV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 91 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): R = 79.8; S = 79.8; T = 79.8; N = 40

e(parcial):

Simple: RN = 1.1 V, 0.48%; SN = 1.1 V, 0.48%; TN = 1.1 V, 0.48%;

Compuesta: RS = 1.91 V, 0.48%; ST = 1.91 V, 0.48%; TR = 1.91 V, 0.48%;

e(total):

Simple: RN = 1.1 V, 0.48% ADMIS (5% MAX.); SN = 1.1 V, 0.48%; TN = 1.1 V, 0.48%;

Compuesta: RS = 1.91 V, 0.48%; ST = 1.91 V, 0.48%; TR = 1.91 V, 0.48%;

Protecciones a sobrecargas y c.c. integradas en variador

Cálculo de la Línea de agrupación de alumbrado, alarma y reserva:

- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\varphi$ : 0.9; Xu(m $\Omega$ /m): 0;
- Coeficiente de simultaneidad: 1
- Potencias: P(w): 1544 Q(var): 750
- Intensidades fasores: IR = 6.69-3.25i; IS = 0; IT = 0; IN = 6.69-3.25i
- Intensidades valor eficaz: IR = 7.43; IS = 0; IT = 0; IN = 7.43

Calentamiento:

Intensidad(A)\_R: 7.43

Se eligen conductores Unipolares 2x6mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K Eca

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

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): R = 41.04; S = 40; T = 40; N = 41.04

e(parcial): RN = 0.01 V, 0.01%;

e(total): RN = 0.02 V, 0.01%;

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

### Cálculo de la Línea: Alumbrado

- Potencia nominal: 144 W
- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencias: P(w): 144 Q(var): 0
- Intensidades fasores: IR = 0.62; IS = 0; IT = 0; IN = 0.62
- Intensidades valor eficaz: IR = 0.62; IS = 0; IT = 0; IN = 0.62

### Calentamiento:

Intensidad(A)\_R: 0.62

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

### Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): R = 40.05; S = 40; T = 40; N = 40.05

e(parcial): RN = 0.39 V, 0.17%;

e(total): RN = 0.41 V, 0.18% ADMIS (4.5% MAX.);

### Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### Cálculo de la Línea: Alarma

- Potencia nominal: 400 W
- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencias: P(w): 400 Q(var): 0
- Intensidades fasores: IR = 1.73; IS = 0; IT = 0; IN = 1.73
- Intensidades valor eficaz: IR = 1.73; IS = 0; IT = 0; IN = 1.73

#### Calentamiento:

Intensidad(A)\_R: 1.73

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

#### Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): R = 40.38; S = 40; T = 40; N = 40.38

e(parcial): RN = 1.08 V, 0.47%;

e(total): RN = 1.1 V, 0.47% ADMIS (4.5% MAX.);

#### Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

#### Cálculo de la Línea: Reserva

- Potencia nominal: 1000 W

- Tensión de servicio: 230.94 V.

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

- Longitud: 25 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;

- Potencias: P(w): 1000 Q(var): 750

- Intensidades fasores: IR = 4.33-3.25i; IS = 0; IT = 0; IN = 4.33-3.25i

- Intensidades valor eficaz: IR = 5.41; IS = 0; IT = 0; IN = 5.41

#### Calentamiento:

Intensidad(A)\_R: 5.41

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 28 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

#### Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): R = 41.87; S = 40; T = 40; N = 41.87

e(parcial): RN = 1.62 V, 0.7%;

e(total):  $RN = 1.64 \text{ V}$ , 0.71% ADMIS (6.5% MAX.);

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

#### Cálculo de la Línea: Tomas de corriente

- Potencia nominal: 5000 W
- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m;  $\cos \varphi$ : 0.8;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;
- Potencias:  $P(\text{w})$ : 5000  $Q(\text{var})$ : 3750
- Intensidades fasores:  $IR = 7.22-5.41i$ ;  $IS = -8.3-3.54i$ ;  $IT = 1.08+8.96i$ ;  $IN = 0$
- Intensidades valor eficaz:  $IR = 9.02$ ;  $IS = 9.02$ ;  $IT = 9.02$ ;  $IN = 0$

Calentamiento:

Intensidad(A)\_R: 9.02

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

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

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ):  $R = 47.06$ ;  $S = 47.06$ ;  $T = 47.06$ ;  $N = 40$

e(parcial):

Simple:  $RN = 1.37 \text{ V}$ , 0.6%;  $SN = 1.37 \text{ V}$ , 0.6%;  $TN = 1.37 \text{ V}$ , 0.6%;

Compuesta:  $RS = 2.38 \text{ V}$ , 0.6%;  $ST = 2.38 \text{ V}$ , 0.6%;  $TR = 2.38 \text{ V}$ , 0.6%;

e(total):

Simple:  $RN = 1.38 \text{ V}$ , 0.6% ADMIS (6.5% MAX.);  $SN = 1.38 \text{ V}$ , 0.6%;  $TN = 1.38 \text{ V}$ , 0.6%;

Compuesta:  $RS = 2.39 \text{ V}$ , 0.6%;  $ST = 2.39 \text{ V}$ , 0.6%;  $TR = 2.39 \text{ V}$ , 0.6%;

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:

Cuadro General de Mando y Protección de la Estación de Bombeo

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
	113133.3	15	4x70+TTx35Cu	192.05	243	0.33	0.33	
	113133.3	0.3	4x120Cu	192.05	216	0	0	
Bomba nº 1	45000	10	3x25+TTx16Cu	81.19	100	0.23	0.24	40
Bomba nº 2	45000	15	3x25+TTx16Cu	81.19	100	0.35	0.35	40
	65075	1	3x35+TTx16Cu	98.87	114	0.02	0.03	50
Bomba nº 3	45000	20	3x25+TTx16Cu	81.19	91	0.48	0.48	40
	1544	0.3	2x6Cu	7.43	40	0.01	0.01	
Alumbrado	144	25	2x1.5+TTx1.5Cu	0.62	20	0.17	0.18	16
Alarma	400	25	2x1.5+TTx1.5Cu	1.73	20	0.47	0.47	16
Reserva	1000	25	2x2.5+TTx2.5Cu	5.41	28	0.7	0.71	20
Tomas de corriente	5000	25	4x2.5+TTx2.5Cu	9.02	24	0.6	0.6	20

LAPLAZA DE  
MARCO  
JOSE M -  
29085991F

Firmado digitalmente por LAPLAZA DE MARCO JOSE M - 29085991F  
Nombre de reconocimiento (DN): c=ES, serialNumber=IDCES-29085991F, givenName=JOSE M, sn=LAPLAZA DE MARCO, cn=LAPLAZA DE MARCO JOSE M - 29085991F  
Fecha: 2023.01.31 10:28:59 +01'00'

SARRIA  
LARIO  
SAMUEL -  
73091731P

Firmado digitalmente por SARRIA LARIO SAMUEL - 73091731P  
Fecha: 2023.01.31 10:59:05 +01'00'