



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA



**ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES**  
**INGENIERÍA ELÉCTRICA**

# **TRABAJO FIN DE GRADO**

**REFORMA DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN CALLE  
TERENCIO, EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE MÁLAGA  
(MÁLAGA)**

Grado en

**INGENIERÍA DE LA ENERGÍA**

Autor: AGUSTINA MARCHEGANI

Tutor: JUAN BERNABÉ GARCÍA GONZÁLEZ

MÁLAGA, SEPTIEMBRE DE 2.023



## Resumen

La modernización y mejora de la red eléctrica en España es esencial para lograr una mayor flexibilidad, resistencia y capacidad de gestión de los picos de demanda previstos. Esto es crucial para asegurar un suministro de energía sostenible y seguro en el futuro, reducir la dependencia de fuentes de energía importadas y contribuir a la lucha contra el cambio climático.

Por esta razón, en este Trabajo de Fin de Grado se ha propuesto la reforma del centro de transformación número 195 "TOMILLAR\_3", propiedad de E-distribución y ubicado en la calle Terencio, Málaga. Se ha seguido un enfoque que implica la identificación y renovación de elementos deteriorados o desactualizados del centro de transformación, en consonancia con las normativas de la compañía propietaria, el Reglamento de Alta Tensión y el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Así mismo, se han realizado los cálculos de las interconexiones, se ha verificado que la ventilación actual del centro es válida para su utilización y se ha propuesto una configuración de puesta a tierra en caso de ser necesaria su renovación.

Esta modernización propuesta ofrecerá mejoras en la seguridad operativa, disminuyendo riesgos como fugas de gases o incendio, y también un monitoreo y control más preciso de la instalación, detectando problemas en etapas tempranas y tomando decisiones fundamentadas. Además, si la demanda energética crece, la actualización de la tecnología aumentará la capacidad del centro para manejar mayores cargas.

Es por ello que las actualizaciones de los centros de transformación son cruciales para mantener su óptimo rendimiento, garantizar la seguridad y cumplir con los estándares vigentes, al mismo tiempo que permiten adaptarse a las cambiantes necesidades energéticas y tecnológicas actuales.

## Abstract

The modernization and improvement of the electrical grid in Spain are essential to achieve greater flexibility, resilience, and capacity to manage the predicted demand peaks. This is crucial to ensure a sustainable and secure energy supply in the future, reduce dependence on imported energy sources, and contribute to the fight against climate change.

For this reason, in this Bachelor's Thesis, the renovation of the transformer center number 195 "TOMILLAR\_3", owned by E-distribucion and located on Terencio Street, Málaga, has been proposed. An approach has been followed that involves identifying and renovating deteriorated or outdated elements of the transformer station, in accordance with the regulations of the owning company, "Reglamento de Alta Tensión", and "Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión". Furthermore, calculations for the interconnections have been carried out, and it has been verified that the current ventilation of the station is suitable for use, along with a proposed grounding configuration if its renewal is deemed necessary.

This proposed modernization will offer improvements in operational safety, reducing risks such as gas leaks or fires, as well as more precise monitoring and control of the installation, detecting issues at early stages and making informed decisions. Moreover, if energy demand grows, the technology update will increase the station's capacity to handle higher loads.

Therefore, the updates to transformer center are crucial to maintain optimal performance, ensure safety, and comply with current standards, while also allowing adaptation to the changing energy and technological needs of today.



## Palabras clave

- Centro de transformación.
- Distribución.
- Red eléctrica.
- Celdas de Media Tensión.
- Cuadro de Baja Tensión.
- Reglamento de Alta Tensión.
- Reglamento de Baja Tensión.



## Índice general

---

Memoria .....	5
Cálculos Justificativos .....	28
Pliego de Condiciones.....	44
Estudio Básico de Seguridad y Salud .....	50
Estudio de Gestión de Residuos .....	58
Presupuesto .....	65
Planos .....	67
Bibliografía .....	68
Anexos .....	69



## Memoria

---

1. Introducción .....	6
2. Reglamentación y normativa aplicable.....	7
3. Objeto del proyecto.....	9
4. Centro de transformación .....	9
5. Conclusión.....	27



## 1. Introducción

La historia de la electricidad en España comienza a finales del siglo XIX, cuando se produjo la llegada de la electricidad a través de la instalación de las primeras centrales eléctricas en el país. En 1890 se inauguró en Madrid la primera central eléctrica, que proporcionaba energía eléctrica a las farolas públicas de la ciudad.

Durante las primeras décadas del siglo XX, se produjo un rápido desarrollo de la industria eléctrica en España, con la construcción de nuevas centrales eléctricas y la expansión de la red de distribución. En los años 60 y 70, se produjo una gran demanda de energía eléctrica debido al crecimiento económico del país, lo que llevó a la construcción de grandes centrales térmicas y nucleares.

En los años 80 y 90, se produjo un proceso de liberalización del mercado eléctrico en España, lo que supuso la entrada de nuevas empresas y la competencia en el sector eléctrico. En 1997, se creó el actual operador del sistema eléctrico español, Red Eléctrica de España (REE), encargado de la gestión de la red de transporte de energía eléctrica en el país.

En la actualidad, el sector eléctrico español está formado por una combinación de centrales térmicas, hidráulicas, eólicas, solares y nucleares, y cuenta con una extensa red de transporte y distribución que permite llevar la energía eléctrica a todos los puntos del territorio nacional.

En los últimos años, España ha enfrentado una crisis energética debido a una combinación de factores. Uno de los principales motivos ha sido el aumento de la demanda de energía eléctrica, impulsado por el crecimiento económico y el incremento de la población. Este aumento de la demanda ha sido especialmente notorio durante los meses de verano, cuando el consumo de aire acondicionado se dispara.

Otro factor que ha contribuido a la crisis energética en España ha sido la dependencia de fuentes de energía importadas, como el gas natural y el petróleo, que ha aumentado la vulnerabilidad del sistema energético español a los precios internacionales y a las interrupciones del suministro.

Además, la red eléctrica española ha sufrido de un cierto envejecimiento y falta de inversión en infraestructuras, lo que ha afectado a la capacidad de la red para adaptarse a las fluctuaciones de la demanda y a la integración de nuevas fuentes de energía renovable, como la energía solar y eólica.

Por todo ello, existe una necesidad urgente de mejorar la red eléctrica española. Esto implica una inversión en nuevas infraestructuras de energías renovables, así como en tecnologías de almacenamiento de energía que permitan integrar de manera eficiente la producción de energía renovable en la red. También es necesario modernizar y mejorar la red eléctrica existente para hacerla más flexible, resistente y capaz de manejar los picos de demanda.

En resumen, la mejora de la red eléctrica española es fundamental para garantizar un suministro energético sostenible y seguro en el futuro, reducir la dependencia de fuentes de energía importadas y contribuir a la lucha contra el cambio climático.

Para que la electricidad llegue a toda España es necesario el transporte y distribución de la red. El transporte y distribución de energía eléctrica en España se realiza a través de una red de Alta Tensión, compuesta por líneas y subestaciones eléctricas, que conectan las centrales generadoras de energía eléctrica con los consumidores finales. La red de transporte está gestionada por Red Eléctrica de España (REE), mientras que la distribución de energía eléctrica está a cargo de las empresas distribuidoras, que operan en cada una de las zonas geográficas del país.

En el proceso de transporte y distribución de energía eléctrica, la electricidad generada en las centrales eléctricas se transforma en corriente alterna de Alta Tensión para su transporte a larga distancia por las líneas de Alta Tensión. A medida que la electricidad se acerca a los puntos de consumo, la tensión se reduce mediante transformadores, para ser distribuida a través de la red de distribución de Baja Tensión.

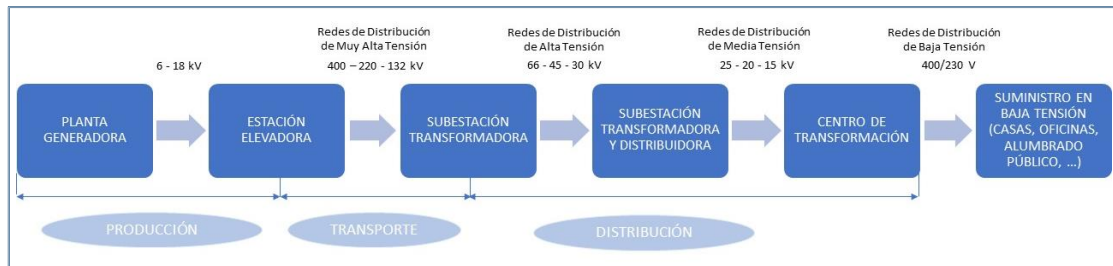


Figura 1. Proceso de producción, transporte y distribución eléctrica y tensiones normalizadas.

Fuente: Elaboración propia.

Este documento tiene como finalidad el estudio de cómo llevar a cabo una reforma de un centro de transformación de la distribuidora E-distribución, con el fin de mejora de la red.

## 2. Reglamentación y normativa aplicable

En el presente proyecto se considera de aplicación la siguiente normativa:

- Ley 24/2013 de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Ley 38/1999 de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.
- Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL).
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, que regula las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural (EHE-08).
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Reglamento Europeo de Productos de Construcción (UE) Nº 305/2011 por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción.



- Reglamento Europeo 548/2014 (UE) de 21 de mayo de 2014 por el que se desarrolla la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a los transformadores de potencia pequeños, medianos y grandes.
- Decreto 6/2012, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica en Andalucía, y se modifica el Decreto 357/2010, de 3 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento para la Protección de la Calidad del Cielo Nocturno frente a la contaminación lumínica y el establecimiento de medidas de ahorro y eficiencia energética.
- Normas UNE / IEC.
- Ordenanzas municipales del ayuntamiento de Málaga.
- Normas particulares de la compañía suministradora.
- NRZ001 Especificaciones Particulares para instalaciones de E-distribución en Alta Tensión de  $U_n \leq 36$  kV
- NRZ002 Especificaciones Particulares para Instalaciones de E-distribución en Baja Tensión de  $U_n \leq 1.000$  V
- FYZ10000 Centro de Transformación Interior Local Edificio Planta Calle
- Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.

#### Normativa UNE

- UNE-EN 60076-1 Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades.
- UNE-EN 60076-2 Transformadores de potencia. Parte 2: Calentamiento de transformadores sumergidos en líquido.
- UNE-EN 60228 Conductores de cables aislados.
- UNE 21021 Piezas de conexión para líneas eléctricas hasta 72,5 kV.
- UNE 21120 Fusibles de Alta Tensión. Parte 2: Cortacircuitos de expulsión.
- UNE 60129 Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
- UNE 211435 Guía para la elección de cables de Alta Tensión. Cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruídos para tensiones nominales de 1 a 30 kV.
- UNE 21192 Cálculo de las intensidades de cortocircuito térmicamente admisibles, teniendo en cuenta los efectos del calentamiento no adiabático.
- UNE 211003 Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 1 kV ( $U_m = 1,2$  kV) a 3 kV ( $U_m = 3,6$  kV).

#### Materiales

- FND001 transformadores Trifásicos para Distribución en Baja Tensión.
- FNL002 Cuadro de distribución en BT con conexión de Grupo para CCTT.
- DND001 Cables aislados para redes aéreas y subterráneas de Media Tensión hasta 30 kV.
- GSC001 Cables subterráneos de Media Tensión.
- GSM001 MV RMU with Switch-Disconnecter.
- GST001 MV/LV Transformers
- GSTR001 Remote Terminal Unit for secondary substations.
- GSPT001 RGDAT-A70.



- CNL001 Cables Unipolares para Redes Subterráneas de Distribución BT de tensión asignada 0,6/1 kV.
- GSCC005 12/20(24) kV and 18/30(36) kV Cold shrink terminations for MV cables.
- GSCC006 12/20(24) kV and 18/30(36) kV Separable connectors for MV cables.

### 3. Objeto del proyecto

El objetivo de este trabajo de fin de grado es realizar, conforme a las normativas existentes, la reforma de un centro de transformación propiedad de la compañía distribuidora E-distribución para adaptarlo a la actual normativa y, de esta forma, realizar una mejora de la red existente. La necesidad de reformar este centro de transformación se debe a que la tecnología con la que cuenta actualmente está obsoleta y se han detectado diversos problemas de seguridad en el mismo.

El emplazamiento en el que se encuentra dicho centro de transformación es en el Parque Virgen de las Cañas, esquina entre calle de Terencio y calle Lara Castañeda, en el distrito de Puerto de la Torre, término municipal de Málaga (Málaga).

### 4. Centro de transformación

Para contextualizar los centros de transformación, es necesario mencionar los distintos componentes que conforman un sistema eléctrico. Estos elementos se dividen en tres categorías:

- **Producción:** lo constituyen centrales generadoras de energía eléctrica, cuyo propósito es producir la potencia eléctrica requerida por un país. Estas centrales son responsables de generar la electricidad a gran escala, utilizando diversos recursos como plantas hidroeléctricas, centrales nucleares, parques eólicos, plantas solares y centrales térmicas, entre otros.
- **Transporte:** Comienza en las estaciones transformadoras elevadoras que se encuentran en las proximidades de las centrales generadoras y, a través de líneas de transporte de Alta Tensión, llega a las estaciones de distribución. Desde estas, la energía eléctrica se dirige a las estaciones transformadoras reductoras.
- **Distribución:** El último componente del sistema eléctrico está compuesto por las redes primarias de distribución, las estaciones transformadoras de distribución y las redes secundarias de distribución. Estos elementos son responsables de llevar la energía eléctrica desde las estaciones transformadoras hasta los usuarios finales.

Según la tensión de servicio de la red se pueden distinguir tipos y usos de las mismas, reflejados en la siguiente tabla:

Tabla 1. Características del sistema eléctrico según tensión de servicio normalizada. Fuente: ITC-RAT-04.

Tensión (V)	Tipo	Uso	Categoría de la línea
132	Baja Tensión (BT)	Distribución	Baja Tensión (BT)
230			Baja Tensión (BT)
400			Baja Tensión (BT)
15.000	Media Tensión (MT)	Producción y distribución	3º Categoría
20.000			3º Categoría
25.000			3º Categoría
30.000	Alta Tensión (AT)	Distribución	3º Categoría
45.000			2º Categoría
66.000			2º Categoría
132.000	Muy Alta Tensión (MAT)	Transporte	1º Categoría
220.000			Categoría especial
400.000			Categoría especial

Donde se distinguen las siguientes categorías según el artículo 3 del Reglamento de Alta Tensión:

- **Categoría especial:** Instalaciones eléctricas de tensión nominal igual o superior a 220 kV.
- **1º Categoría:** Instalaciones eléctricas de tensión nominal inferior a 220 y superior a 66 kV.
- **2º Categoría:** Instalaciones eléctricas cuya tensión nominal sea inferior o igual a 66 y superior a 30 kV.
- **3º Categoría:** Instalaciones eléctricas con tensiones nominales igual o inferiores a 30 kV y superiores a 1 kV.

Las instalaciones de enlace de los centros de transformación se fundamentan en estos componentes.

Según la ITC-RAT un centro de transformación se define como *“una instalación que comprende uno o varios transformadores, aparatos de Alta Tensión y de Baja Tensión, conexiones y elementos auxiliares, para suministrar energía en BT a partir de una red de AT o viceversa”*.

Los centros de transformación se encargan de reducir las tensiones de servicio de la red de distribución de Media Tensión (15, 20 y 25 kV) a los valores de consumo de Baja Tensión (400/230 V o 230/132 V).

Se pueden clasificar según su alimentación, propiedad, ubicación y acometida:

- **Alimentación**

- En punta: se suelen encontrar ubicados en el extremo final de una red de distribución eléctrica. Es decir, es el último punto de conexión entre la red principal y los usuarios finales y solo disponen de una línea de alimentación. También pueden estar conectados en derivación de la red principal.

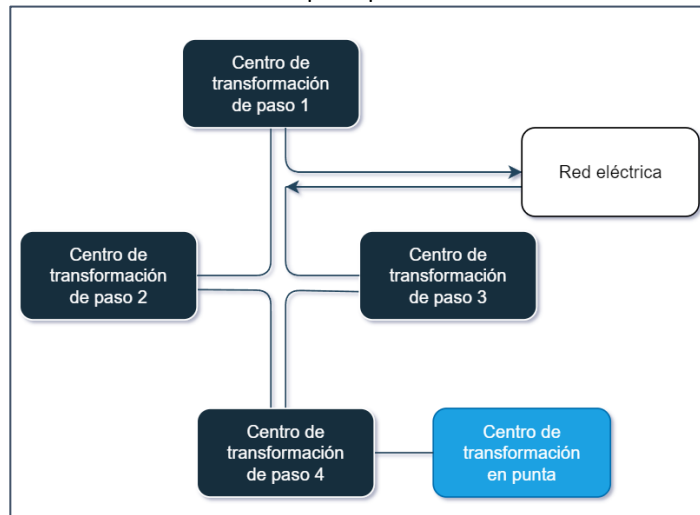


Figura 2. Esquema centro de transformación en punta y de paso. Fuente: Elaboración propia.

- De paso: Disponen mínimo de una línea de entrada y una línea de salida hacia otro centro. Están conectados en anillo o bucle al resto de centros de transformación de la zona.

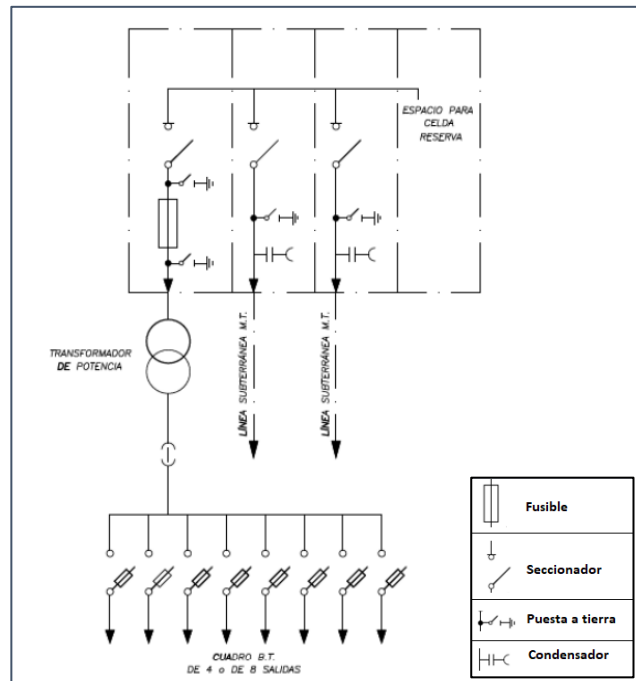


Figura 3. Esquema unifilar tipo de centro de transformación de paso. Fuente: NRZ001.

- **Propiedad**

- De empresa: propiedad de la empresa distribuidora, parten de él las redes de Baja Tensión de distribución.

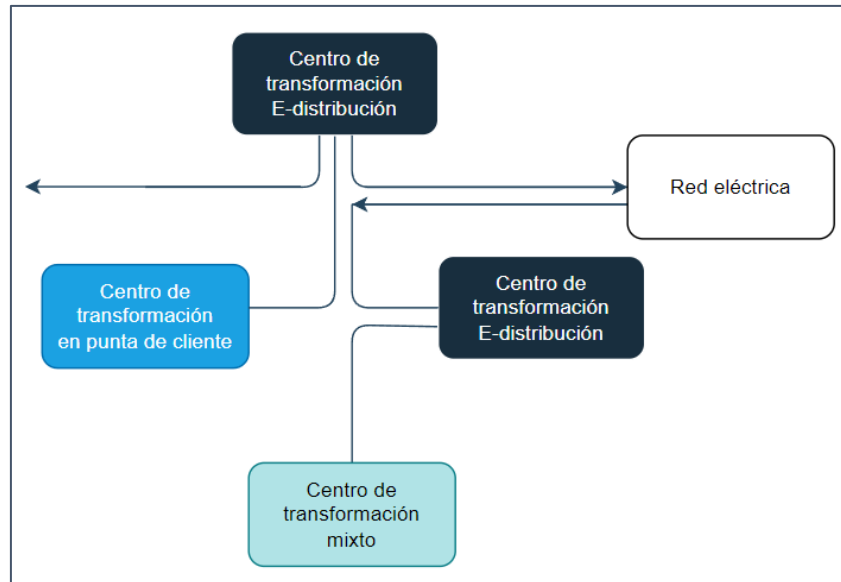


Figura 4. Esquema centro de transformación compañía y cliente. Fuente: Elaboración propia.

- De abonado a cliente: propiedad de clientes cuya tensión está condicionada por la red de la empresa suministradora. Suelen disponer de una zona propiedad de la empresa distribuidora y otra propiedad del cliente.

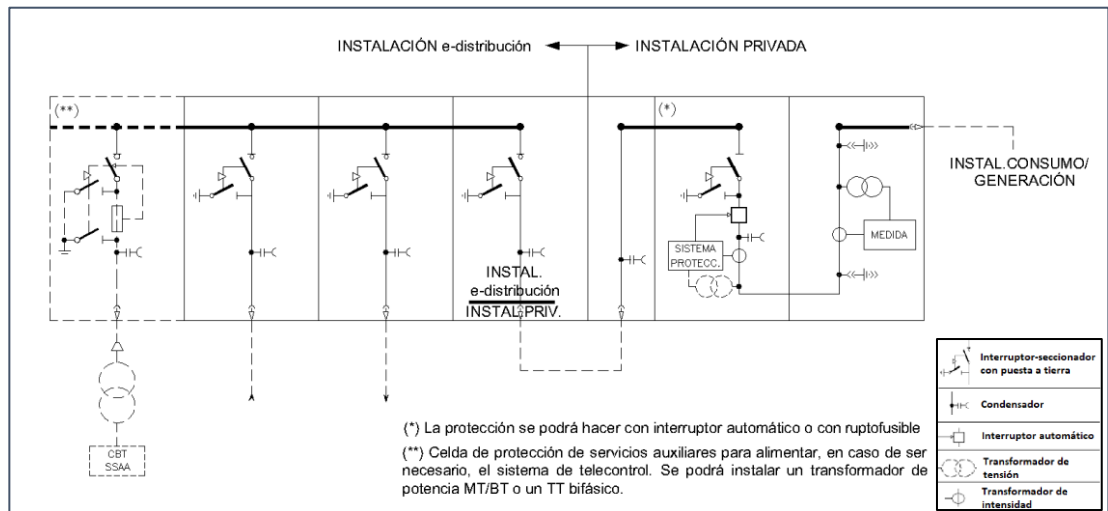


Figura 5. Esquema centro de transformación compañía y cliente. Fuente: NRZ001.

- **Ubicación**

- Intemperie o aéreo: centros de transformación en apoyos metálicos o de hormigón, con potencias normalmente no superiores a 160 kW, según las especificaciones particulares de E-distribución recogidas en el NRZ001, cuyo uso es en zonas rurales principalmente.

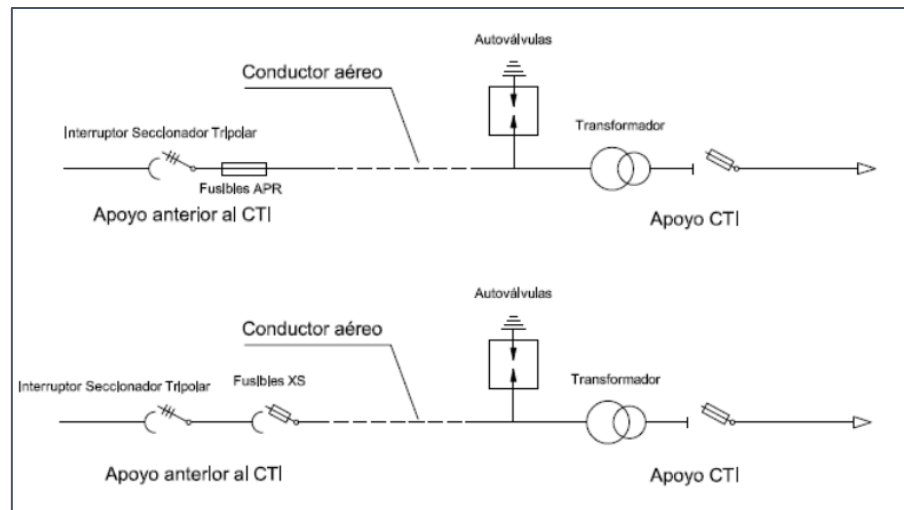


Figura 6. Esquemas centro de transformación intemperie con fusibles APR y XS. Fuente: NRZ001.

- Interior de superficie: recintos cerrados con acceso desde el vial público o aislados.
  - Interior subterráneo: instalados bajo la vía pública o en sótanos de edificios.
- **Acometida**
    - Aérea: la corriente eléctrica llega a través de una línea aérea.
    - Subterránea: la corriente eléctrica llega al centro a través de una línea subterránea.

A grandes rasgos, los elementos principales que forman un centro de transformación son los siguientes:

- **Transformador.**
- **Celdas.**
  - Entrada de línea.
  - Seccionamiento.
  - Remonte.
  - Medida.
  - Protección de transformador.
- **Cuadro General de Baja Tensión.**
- **Embarrado de Media Tensión.**

El centro objeto de nuestro proyecto se encuentra dentro de la categoría de distribución, en la 3ª categoría según tensión ya que se alimenta a 20 kV. Su alimentación es de paso (anillado), la propiedad es de empresa, en concreto de E-distribución Redes Digitales S.L., su ubicación es de tipo interior de superficie de obra civil y su acometida es subterránea.

## 4.1. Clasificación del suelo

El tipo de suelo en el cual serán ejecutadas las instalaciones definidas en este proyecto será suelo urbano según el Plan General de Ordenación Urbana de Málaga.

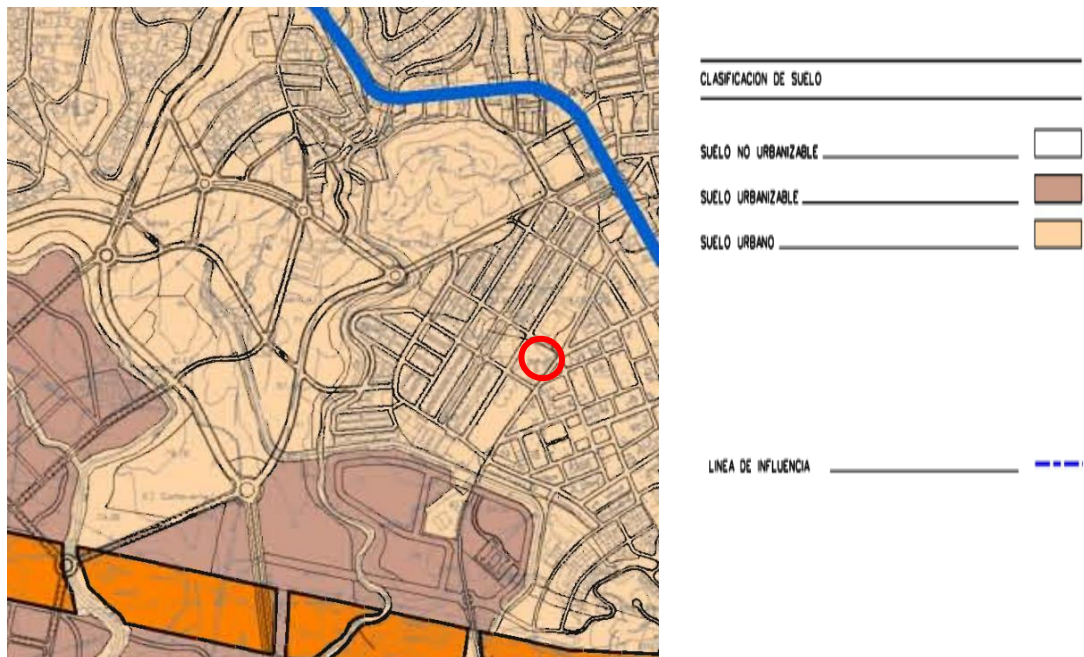


Figura 7. Plan General Organización Urbanística de Málaga. Fuente: Ayuntamiento de Málaga.

## 4.2. Instalación eléctrica actual del centro de transformación

El centro de transformación (CT) objeto del proyecto es denominado según la empresa distribuidora E-distribución como **número 195 "TOMILLAR\_3"**.

Las coordenadas en las que se encuentran ubicado son las siguientes:

Tabla 2. Coordenadas UTM del centro de transformación.

COORDENADAS UTM	X (m)	Y (m)	HUSO/ETRS 89
CT 195 "TOMILLAR_3"	367.668,2	4.066.506,5	30 N

Este centro tiene la misión de transformar y suministrar energía. La energía es suministrada por la compañía E-distribución a la tensión trifásica de 20 kV y frecuencia de 50 Hz, realizándose la acometida por medio de cables subterráneos.

Se realizó la supervisión del centro de transformación, en la que se encontraron varios defectos que no cumplían con las normativas actuales de la compañía. Por lo tanto, se ha decidido llevar a cabo una propuesta de renovación de los dispositivos existentes que requieran mejoras para garantizar su correcto funcionamiento.



Figura 8. Centro de transformación N.º 195 “TOMILLAR\_3”. Fuente: Elaboración propia.

El centro de transformación se encuentra situado en un edificio aislado con acceso desde el vial público. Cuenta con una puerta de acero con rejas de ventilación inferior y superior de dimensiones libres de 0,75 m de alto y 0,70 m de ancho cada una.

Las dimensiones interiores del local son de 2,96 m de ancho por 3,03 m de largo con una altura libre de 5,94 m.

El centro está compuesto por los siguientes elementos:

- Líneas de entrada/salida de Media Tensión denominadas “PUERTASOL” a 20 kV proveniente de la subestación “Los Ramos”, con cable subterráneo 150x1x3 seco con aislamiento a 12/20 kV.
- Dos celdas de línea compuestas por un seccionador tripolar de interior cada una, con corte al aire 24 kV de 400 A.
- Una celda de protección compuesta por seccionador con fusible tripolar, con corte al aire, 24 kV.
- Un transformador de potencia de 630 kVA con aislamiento de aceite de 24 kV con una relación de transformación de 20/0,4 kV.
- Cuadro de Baja Tensión de ocho salidas, seis de ellas en uso y dos libres.
- Rejas de ventilación natural superior de salida en la fachada principal de medida 1,2 m de ancho y 0,8 m de largo
- Rejas de ventilación natural inferior en la fachada posterior de 1,2 m de ancho y 0,5 m de alto.
- Puentes de Media Tensión realizados por embarado al aire.
- Puentes de Baja Tensión.

- Sistema de telegestión.
- Puesta a tierra existente de protección y neutro adecuadas según última revisión reglamentaria.

Dentro del marco de este proyecto, se plantea llevar a cabo una reforma del centro con el objetivo de eliminar los elementos de corte al aire no blindados. Esto implica reemplazar todos los componentes de este tipo, incluyendo el cuadro de Baja Tensión. Además, se procederá a eliminar y sustituir los puentes de Baja y Media Tensión.

La tipología actual y final del centro de transformación permanecerá sin cambios, siendo esta de 2L+1P (dos celdas de línea y una celda de protección), pero se actualizará su tecnología. Además, se llevará a cabo la implementación de un sistema de telemando para el centro de transformación.

Debido a la longitud de los cables existentes, se plantea la necesidad de llevar a cabo un nuevo tendido de los cables de entrada/salida de Media Tensión. Este tendido se realizará a través de la canalización actual existente desde el centro de transformación hasta una arqueta ubicada en la calle Lara. En dicha arqueta se realizarán dos empalmes para conectar los cables a la red eléctrica existente.

#### 4.2.1 Transformador

La función principal de un transformador es cambiar el nivel de tensión de la corriente eléctrica. Esto permite transmitir y distribuir la energía eléctrica de manera eficiente y adaptarla a los diferentes niveles de consumo. También proporciona aislamiento eléctrico entre los sistemas de Alta y Baja Tensión.

El transformador existente tiene una potencia de 630 kVA, es de tipo B2 con refrigeración en aceite, cuyas características aparecen reflejadas en la placa característica del mismo en la siguiente figura:



Figura 9. Placa característica del transformador.

Dado que el transformador ha estado en funcionamiento por un corto período de tiempo, no presenta ningún defecto y cumple con la normativa vigente, se ha tomado la decisión de mantener el transformador existente en su estado actual.

Tabla 3. Datos del transformador.

Transformador y Centro de distribución	Potencia del transformador (kVA)	Relación de transformación	Tipo refrigeración
Transformador 1 CT 195 "TOMILLAR_3"	630	20/0,4 kV	Refrigeración en aceite
Se tomará como referencia la norma <b>FND001 transformadores Trifásicos para Distribución en Baja Tensión y GST001 MV/LV Transformers.</b>			

El transformador se mantendrá en su ubicación actual, lo que significa que el foso con guijarros destinado a contener el aceite que pueda perder permanecerá sin cambios.

#### 4.2.2 Interconexión de Media Tensión

Las interconexiones de Media Tensión son aquellas que conectan las celdas de Media Tensión con las bornas del transformador, también denominadas puentes de Media Tensión.

Los puentes actuales en el centro están compuestos por conductores no normalizados. Esta es la principal razón por la cual se eliminarán las conexiones existentes. Además, debido a las mayores distancias entre las celdas propuestas y el transformador, la longitud actual del cable existente no sería suficiente para realizar dicha conexión. Por tanto, sería necesario reemplazar y adecuar los cables para asegurar una conexión apropiada.



Figura 10. Ejemplo puentes de Media Tensión estado actual.

#### 4.2.3 Celdas de Media Tensión

En el centro se utilizan interruptores-seccionadores como celdas de entrada y salida. El interruptor-seccionador es un dispositivo utilizado en los centros de transformación para realizar la maniobra de conexión y desconexión de los circuitos eléctricos. Su función principal es interrumpir o restablecer el flujo de corriente eléctrica en una determinada línea o sección de la instalación.

Este dispositivo actúa como un interruptor de corte visible, lo que significa que permite abrir o cerrar un circuito eléctrico de manera segura. Además, proporciona una separación física entre los elementos del circuito, lo que facilita el mantenimiento, la inspección y la reparación de los equipos eléctricos conectados.

Actualmente tienen una configuración de 2L+1P, de corte al aire con interruptores-seccionadores.



Figura 11. Ejemplo celdas de línea de corte al aire con interruptor-seccionador existente.

#### 4.2.4 Protecciones

El interruptor-seccionador también puede estar equipado con fusibles para proporcionar protección adicional contra sobrecorriente y cortocircuitos. Estos fusibles se encargan de interrumpir la corriente eléctrica cuando se excede el límite de capacidad de conducción del circuito.

En la actualidad, el centro cuenta con un interruptor-seccionador con fusibles para la protección y maniobra del transformador, el cual se encuentra en mal estado. Los elementos presentan signos de oxidación, lo cual representa un riesgo tanto para el funcionamiento de la red eléctrica como para la seguridad de las personas que podrían trabajar en el centro.

Por tanto, se tomará la decisión de reemplazar estas protecciones deterioradas por nuevas y seguras, a fin de garantizar el correcto funcionamiento del centro y minimizar los posibles problemas eléctricos asociados.



Figura 12. Ejemplo de fusibles de protección de transformador existente.

#### 4.2.5 Cuadro Baja Tensión

La función principal de un cuadro de Baja Tensión es recibir la energía eléctrica de la red de suministro y distribuirla de manera controlada y segura a los diferentes circuitos y equipos en un sistema de Baja Tensión, proporcionando protección contra sobrecargas, cortocircuitos y otras anomalías eléctricas.

El CT 195 "TOMILLAR\_3" tiene un cuadro de Baja Tensión de 4 salidas y una ampliación de 4 salidas más. Según la revisión, se encuentra obsoleto y se procederá a su sustitución por un nuevo cuadro de Baja Tensión de 8 salidas.



Figura 13. Cuadro de Baja Tensión existente.

#### 4.2.6 Interconexión Baja Tensión

Las interconexiones de Baja Tensión son las conexiones realizadas entre circuitos y equipos que operan a niveles de tensión baja (120 V-480 V), en concreto entre los cuadros de Baja Tensión y las bornas del transformador de Baja Tensión. Estas conexiones permiten la distribución y suministro de energía eléctrica a dispositivos en hogares, comercios e industrias, garantizando un funcionamiento seguro y eficiente. También se les denomina puentes de Baja Tensión.

Los puentes actuales entre transformador y cuadro están formados por conductores 3x1x240+120 mm<sup>2</sup> no normalizados, por lo que se eliminarán y se instalarán nuevas interconexiones de Baja Tensión.

#### 4.2.7 Ventilación

La evacuación del calor generado en el interior del CT 195 "TOMILLAR\_3" se efectuará utilizando un sistema de ventilación natural.

El cálculo de la sección de las rejas de ventilación se ha dimensionado para una potencia de transformación de **630 kVA** y aparece en el apartado de Cálculos.

### 4.3. Instalación eléctrica prevista del centro de transformación

#### 4.3.1 Interconexión de Media Tensión

La nueva interconexión de Media Tensión estará compuesta por cable unipolar de aluminio, con aislamiento seco termoestable (polietileno reticulado XLPE), con pantalla semiconductora sobre conductor y sobre aislamiento y con pantalla metálica de aluminio, tomando como referencia la norma **GSC001 Underground medium voltaje cables**. Para las instalaciones objeto de este proyecto sus características serán:

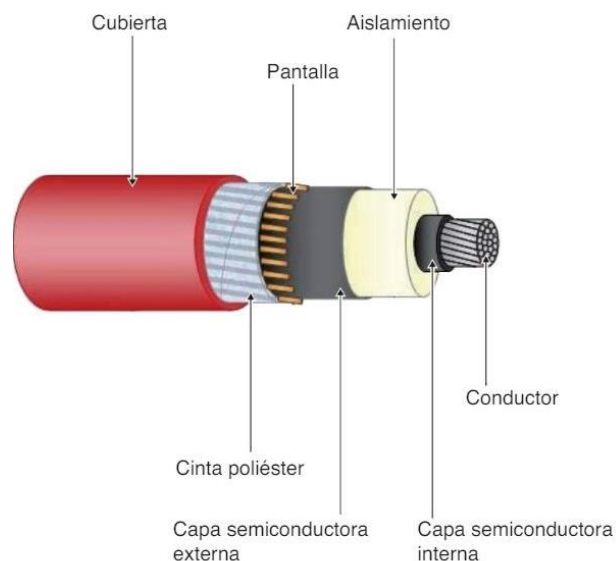


Figura 14. Partes cable de Media Tensión. Fuente: Google Imágenes.

El aislamiento se dimensiona según los requerimientos indicados en el ITC-RAT-12.

En la siguiente tabla se recogen las características principales del conductor de Media Tensión seleccionado para los puentes de Media Tensión:

Tabla 4. Características de cables para interconexiones de MT.

Conductor	Aislamiento	Pantalla	Cubierta	Denominación final
Aluminio sección 95 mm <sup>2</sup>	XLPE (Polietileno reticulado) a la tensión de 12/20 kV	OL	Z1	RH5Z1 95 mm <sup>2</sup> 12/20 kV

Tabla 5. Características del conductor según norma GSC001.

Sección nominal	Número mínimo de alambres	Diámetro mínimo de conductor	Diámetro máximo de conductor	Resistencia máxima de conductor a 20°C
95 mm <sup>2</sup>	15	11,00	12,00	0,32

Los terminales de celdas serán enchufables según la Figura 15:



Figura 15. Terminaciones enchufables en celdas de Media Tensión. Fuente: Catálogo de Ray Tech.

En el apartado de *Anexos* se pueden ver las características de los conductores propuestos, así como de los terminales.

### 4.3.2 Protecciones

Para una adecuada protección del transformador se instalarán:

- Protección frente a cortocircuitos mediante fusibles tipo APR instalados en la celda de ruptofusible.

Según el proyecto tipo de E-distribución, los calibres de los fusibles tipo APR a utilizar son los indicados en la Tabla 6:

Tabla 6. Calibres APR según proyecto tipo FYZ10000.

Tensión Red (kV)	6	10	15	20	25	30	
Potencia del transformador kVA	50	20	10	6,3	6,3	5	5
	100	32	20	16	10	6,3	6,3
	160	50	32	20	16	10	10
	250	80	50	32	25	20	16
	400	100	63	50	40	25	20
	630	100	100	63	50	40	32
	1.000	-	100	63	50	40	40

Para las instalaciones objeto de este proyecto, se tiene:

Tabla 7. Calibre seleccionado de fusible.

Transformador y Centro de distribución	Calibre (A)
Transformador 630 kVA CT 195 "TOMILLAR_3"	50

### 4.3.3 Celdas de Media Tensión

Los dispositivos de seccionamiento serán celdas de distribución bajo envolvente metálica con corte y aislamiento en SF<sub>6</sub>. Las celdas de línea serán motorizadas.

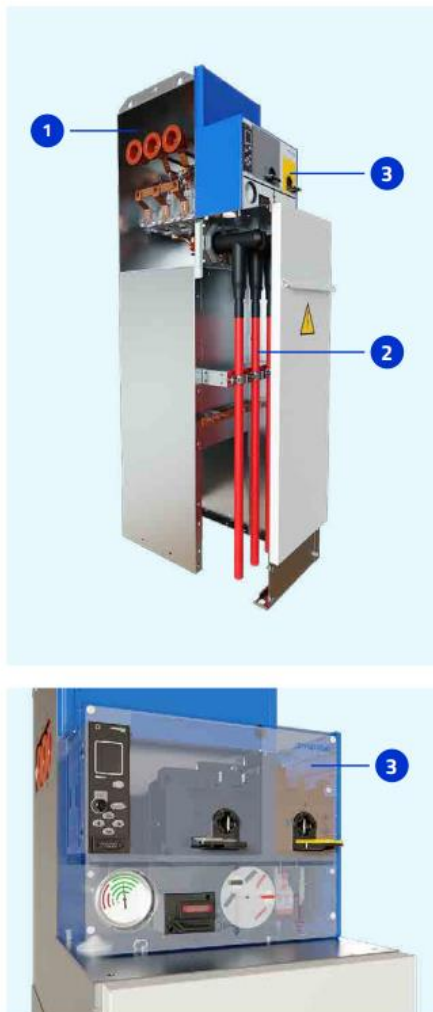
Se tomarán como referencia las especificaciones recogidas en la norma **GSM001 MV RMU with Switch-Disconnecter**.

Sus características quedan recogidas en la siguiente tabla:

Tabla 8. Características celdas de Media Tensión.

Centro de distribución	Tensión aislamiento (kV)	Corriente nominal (A)	Corriente de cortocircuito (kA)
CT 195 "TOMILLAR_3"	24	630	20

Se utilizarán para este proyecto celdas de la marca Ormazabal, en concreto el modelo cgmcosmos-2lp de 24 kV.



#### 1 Cuba de gas

La cuba, estanca y aislada con gas, contiene el embarrado, así como los dispositivos de corte y conexión.

#### 2 Compartimento de cables

El compartimento de conexión de cables de entrada/salida de media tensión se encuentra en la parte inferior de la celda y se puede acceder a él retirando la tapa frontal.

En su interior encontraremos:

- Pasatapas
- Conectores y cables
- Soporte abrazadera cables
- Pletina horizontal de puesta a tierra

#### 3 Compartimento de mando

Zona de maniobra para operaciones de conexión y desconexión en los circuitos de media tensión. Se incluyen:

- Mecanismo de maniobra
- Esquema unifilar e indicación de posición
- Indicador de tensión
- Relé de protección control y medida
- Manómetro

Opcionalmente se podrá añadir en la parte superior de este compartimento, un cajón de control para la instalación de relés de protección, así como dispositivos de medida y control.

Figura 16. Partes de celdas de Media Tensión. Fuente: Ormazabal.

En el apartado de *Anexos* se pueden ver las características de las mismas.

#### 4.3.4 Cuadro Baja Tensión

Se procederá a sustituir y reubicar el cuadro de Baja Tensión por un nuevo cuadro de 8 salidas, el cuál dispondrá de conexión para grupo electrógeno, y tomará como referencia la norma **FNL002 Cuadro BT para CT 4/8 salidas CBTG con alimentación de grupo.**

Las características del nuevo cuadro de Baja Tensión a instalar son las siguientes:

Tabla 9. Características cuadro de Baja Tensión. Fuente: Pronutec.

Características	Transformador
Marca	Pronutec
Nº de serie	CBTO-AS8
Tipo de acometida	Superior
Intensidad nominal	1600 A
Tipo de instalación	Centro de transformación de interior
Tipo de envolvente	Bastidor metálico
Maniobra general	Seccionador unipolar 3F+N
Tipo de salidas	BTVC TRIVER +
Nº de salidas	8
Opciones	Circuito para servicios auxiliares
Nº de cables para la acometida	4x240 mm <sup>2</sup>
Peso	125 kg



Figura 17. Cuadro de Baja Tensión. Fuente: Pronutec.

En el apartado de *Anexos* se adjunta el catálogo de Pronutec del cuadro de Baja Tensión propuesto.

### 4.3.5 Interconexión Baja Tensión

Al instalarse un nuevo cuadro de Baja Tensión en una nueva ubicación se procederá a realizar nuevos puentes de Baja Tensión.

Los conductores de la interconexión entre el transformador y el cuadro de Baja Tensión estarán formados por conductores de aluminio y aislamiento XLPE, cuya sección será de 240 mm<sup>2</sup> y su tensión de aislamiento 0,6/1 kV, según norma **GSC002 Low voltage underground cables with rated voltage U<sub>0</sub>/U(U<sub>m</sub>) 0,6/1,0 (1,2) kV**, cumpliendo con el Reglamento de Baja Tensión y el Proyecto Tipo de E-distribución.

Tabla 10. Interconexiones Baja Tensión.

Transformador y Centro de distribución	Sección puentes de BT (mm <sup>2</sup> )	Composición
Transformador 1 CT 195 "TOMILLAR_3"	240	3x3x240 + 2x240 mm <sup>2</sup>

### 4.3.6 Sistema de telemando

El sistema de telemando permite el control remoto y la supervisión de equipos eléctricos a través de telecomunicaciones. Mejora la eficiencia, reduce desplazamientos y facilita el monitoreo en tiempo real.

Se instalará un sistema de telemando que consta de los siguientes elementos según Proyecto Tipo FYZ10000 de E-distribución:

- La Unidad Compacta de Telemando (UCT) o también denominada "Unidad Periférica" (UP), que está compuesta de:
  - Armario de Control, o Remota, tomando como referencia la norma informativa **GSTR001 Remote Terminal Unit for secondary substations**.
  - Cuadro para transformador de aislamiento 10 kV: tomando como referencia la norma informativa **GSCL001 Electrical Control Panel Auxiliary Services of Secondary Substations**.
  - Detectores de paso de falta direccionales que toman como referencia la norma **GSPT001 Detector de Paso de Falta Direccional**.
  - Sistema de comunicaciones. Se instalará, en función de la ubicación del CT y del correspondiente estudio de cobertura, el sistema de comunicación más adecuado, de entre los siguientes:
    - TETRA: Radio Digital.
    - DMR: Radio Digital.
    - GPRS o VSAT.

En el centro se instalará una unidad de control y telemando con solución sobre celda de la marca Ormazabal, denominado *ekor.uct-s*, cuyas partes de pueden observar en la siguiente figura:

Diseño



Figura 18. Telemando de Ormazabal. Fuente: Ormazabal.

Cuyas características técnicas son las siguientes:

Tabla 11. Características técnicas de unidad de control y telemando. Fuente: Catálogo de Ormazabal.

## Características técnicas

Datos técnicos		Diseño mecánico	
<b>Opciones de alimentación</b>		<b>Dimensiones máximas</b>	
CA	[V <sub>ac</sub> ...V <sub>ac</sub> ]	230 ± 15 %	Armario mural [mm] 584 x 877 x 320
Aislamiento	[KV]	10	Sobre celda [mm] 1096 x 288,5 x 465 (ancho x alto x fondo)
Potencia máx. salida	[W]	200	<b>Dimensiones interiores del apartado de comunicaciones</b>
<b>Frecuencia</b>			Armario mural [mm] 570 x 170 x 280
[Hz; Hz]		50; 60 ± 1 %	Sobre celda [mm] 300 x 290 x 440 (ancho x alto x fondo)
<b>Tensiones de alimentación de salida</b>			<b>Peso</b>
[V <sub>cc</sub> ]		24; 48	[kg] 80
<b>Autonomía</b>			<b>Conexiones exteriores</b>
[A/h]		Baterías de 18 / Baterías de 54*	Alimentación desde CBT
<b>Comunicaciones</b>			Alarmas de la instalación
Maestro: MODBUS RTU/PROCOME			●
Esclavo: MODBUS RTU/TCP DNP3 Serie/TCP IEC 60870-5-101 101/IEC 60870-5-104			●
<b>Funciones</b>			<b>ekor.uct-m-s</b>
Comunicaciones			●
Telecontrol (maniobra/estados/alarmas)			●
Alimentación ininterrumpida			●
Aislamiento de baja tensión			●
<b>Funciones</b>			<b>ekor.uct-m-s</b>
Máx. número de esclavos			15**

\* Esta opción irá en cajón aparte y sólo valido para armario mural.

\*\* Para más unidades, consultar al departamento técnico de Ormazabal.

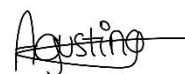
## 5. Conclusión

En la siguiente tabla se recogen un breve resumen de los elementos de la instalación propuestos para su sustitución y el motivo de la propuesta de cambio:

Tabla 12. Resumen de propuesta de cambios.

Elemento	Existente inicialmente	Se propone sustitución/instalación	Motivo
<b>Transformador</b>	Sí	No	El transformador actual se encuentra en buen estado y funcionamiento por lo que no es necesaria su sustitución.
<b>Interconexiones Media Tensión</b>	Sí	Sí	Los puentes de Media Tensión actualmente están compuestos por conductores no normalizados por lo que se sugiere su sustitución por cables RH5Z1 95 mm <sup>2</sup> 12/20 kV.
<b>Celdas de Media Tensión</b>	Sí	Sí	Las celdas existentes son de tipo interruptor-seccionador de corte al aire y se encuentran oxidadas, por lo que se propone la sustitución de las mismas por nuevas celdas compactas y aisladas en SF <sub>6</sub> de la marca Ormazabal.
<b>Interconexiones Baja Tensión</b>	Sí	Sí	Los puentes de Baja Tensión no están normalizados y por distancias a la nueva ubicación del cuadro de Baja Tensión se propone cambiar los mismos por conductores XZ1 240 mm <sup>2</sup> 0,6/1 kV.
<b>Cuadro de Baja Tensión</b>	Sí	Sí	El cuadro de Baja Tensión se encuentra obsoleto y se plantea su sustitución por un nuevo cuadro de 8 salida de la marca Pronutec.
<b>Sistema de telemando</b>	No	Sí	Las nuevas celdas de Media Tensión que se proponen para su instalación son compatibles con un sistema telemando, por lo que se plantea su instalación sobre celda para un mejor control y automatización en el funcionamiento de la red eléctrica.

Con esto concluye la presente Memoria, redactada para describir de manera adecuada la instalación que se está diseñando, así como los motivos que justifican la reforma del centro de transformación y su cumplimiento con la normativa vigente.



Málaga, septiembre 2023



## Cálculos Justificativos

---

<b>1. Cálculos eléctricos .....</b>	<b>29</b>
1.1. Puentes de Media Tensión .....	29
1.2. Puentes de Baja Tensión .....	33
<b>2. Cálculo de instalación de puesta a tierra .....</b>	<b>34</b>
2.1. Datos iniciales.....	35
2.2. Características del terreno. Resistividad .....	35
2.3. Cálculo de la puesta a tierra general.....	36
2.4. Separación entre los sistemas de puesta a tierra .....	41
2.5. Medición de puesta a tierra actual .....	42
<b>3. Cálculo de ventilación .....</b>	<b>43</b>

## 1. Cálculos eléctricos

Se realizarán los cálculos según el proyecto tipo de E-distribución FYZ10000 que es de aplicación a los centros de transformación en planta calle así como el Reglamento de Alta Tensión y el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión con sus correspondientes Instrucciones Técnicas Complementarias.

### 1.1. Puentes de Media Tensión

#### 1.1.1. Intensidad Media Tensión

La intensidad del primario en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

Donde:

- $I_p$  Intensidad del primario del transformador (Media Tensión), en A.
- $S$  Potencia del transformador, en kVA.
- $U_p$  Tensión del primario del transformador (Media Tensión), en kV.

Según el proyecto tipo se tienen los valores calculados para los casos más habituales de potencia de transformador y tensión del primario recogidos en la siguiente tabla:

Tabla 13. Intensidades nominales de primario transformadores. Fuente: Proyecto Tipo FYZ10000

Tensión Red (kV)	6	10	15	20	25	30	
Potencia del transformador kVA	50	4,8	2,9	1,9	1,4	1,2	1,0
	100	9,6	5,8	3,8	2,9	2,3	1,9
	160	15,4	9,2	6,2	4,6	3,7	3,1
	250	24,1	14,4	9,6	7,2	5,8	4,8
	400	38,5	23,1	15,4	11,5	9,2	7,7
	630	60,6	36,4	24,2	18,2	14,5	12,1
	1.000	-	57,7	38,5	28,9	23,1	19,2

Aplicando los valores del proyecto tenemos:

Tabla 14. Resultado intensidad del primario del transformador.

Potencia del transformador (KVA)	Tensión nominal del primario (kV)	Intensidad del primario del transformador (A)
630	20	18,20

### 1.1.2. Intensidad de cortocircuito Media Tensión

Para determinar las corrientes que origina un cortocircuito se debe tener en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de Media Tensión. Al ser un valor dado por la compañía eléctrica con el que no se cuenta para la realización del proyecto, se utilizará un valor medio de 500 MVA.

El cálculo de la corriente de cortocircuito viene dado por la siguiente expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

Donde:

- $I_{ccp}$  Intensidad del cortocircuito, en kA.
- $S_{cc}$  Potencia de cortocircuito de la red, en MVA.
- $U_p$  Tensión de servicio, en kV.

Sustituyendo:

$$I_{ccp} = \frac{500 \text{ MVA}}{\sqrt{3} \cdot 20 \text{ kV}} = 14,4 \text{ kA}$$

### 1.1.3. Dimensionado de las conexiones Media Tensión

Los cables estarán compuestos por varios alambres entrelazados de aluminio que formarán conductores circulares compactos y se ajustarán a la clase 2 según la norma UNE-EN 60228.

Los datos de nuestra instalación son:

- Tensión nominal de la red 20 kV.
- Tensión de aislamiento 12/20 kV.

Por lo que el conductor elegido es de 95 mm<sup>2</sup> de sección mínima.

Las intensidades máximas admisibles para el cable en condiciones de servicio permanente se han basado en las Tablas 6 y 13 de la ITC-LAT-06. Estas tablas consideran la temperatura máxima admisible de los conductores y las condiciones específicas de instalación definidas en ellas.

Condiciones de instalación:

Tabla 15. Condiciones de la instalación para dimensionado.

Temperatura máxima Conductor	Instalación al aire	Instalación directamente enterrada
90° C	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperatura del aire: 40 °C</li> <li>- Cables unipolares en contacto mutuo.</li> <li>- Disposición que permita una eficaz renovación del aire.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperatura del terreno: 25 °C</li> <li>- Cables unipolares en tresbolillo</li> <li>- Profundidad de instalación: 1 m</li> <li>- Resistividad térmica del terreno; 1,5 K·m/W</li> <li>- Temperatura ambiente: 40 °C</li> </ul>

Se recogen en la siguiente tabla las intensidades máximas admisibles del conductor para los puentes de Media Tensión según el proyecto tipo FYZ10000:

Tabla 16. Intensidades máximas admisibles del conductor seleccionado.

Sección nominal de los conductores	Instalación al aire	Instalación directamente enterrada
	Cable aislado con XLPE	Cable aislado con XLPE
95 mm <sup>2</sup>	255 A	205 A

Debido a que la intensidad nominal requerida por el transformador es 18,20 A, lo cual es menor que el valor máximo permitido para un cable de 95 mm<sup>2</sup>, podemos deducir que la elección de la sección del conductor es adecuada.

#### 1.1.4. Intensidad máxima admisible para el cable en cortocircuito

Se utilizará el proyecto tipo FYZ10000 para el cálculo de la temperatura del conductor del cable que no debe exceder la máxima temperatura admisible de corta duración asignada al material de aislamiento utilizado, en caso de un cortocircuito o sobreintensidad de corta duración.

Se debe cumplir la siguiente condición:

$$I_{cc3}^2 \cdot t_{cc} \leq I_{cc3Adm}^2 \cdot t_{cc} = (K \cdot S)^2$$

$$I_{cc3Adm} = K \cdot \frac{S}{\sqrt{t_{cc}}}$$

Donde:

$I_{cc3Adm}$	Intensidad de cortocircuito trifásico calculada con hipótesis adiabática en el conductor, en A.
S	Sección del conductor, en mm <sup>2</sup> .
$t_{cc}$	Duración del cortocircuito, en segundos.
K	Coficiente que depende de la naturaleza del conductor y del tipo de aislamiento. Representa la densidad de corriente admisible para un cortocircuito de 1 segundo y para el caso del conductor de Al con aislamiento XLPE. $K=94 \text{ A/mm}^2$ suponiendo temperatura inicial antes del cortocircuito de 90°C y máxima durante el cortocircuito de 250°C (Tabla 26 de la ITC-LAT-06).

Según el proyecto tipo FYZ10000, los valores de cortocircuito máximo admisibles son los recogidos en la tabla siguiente:

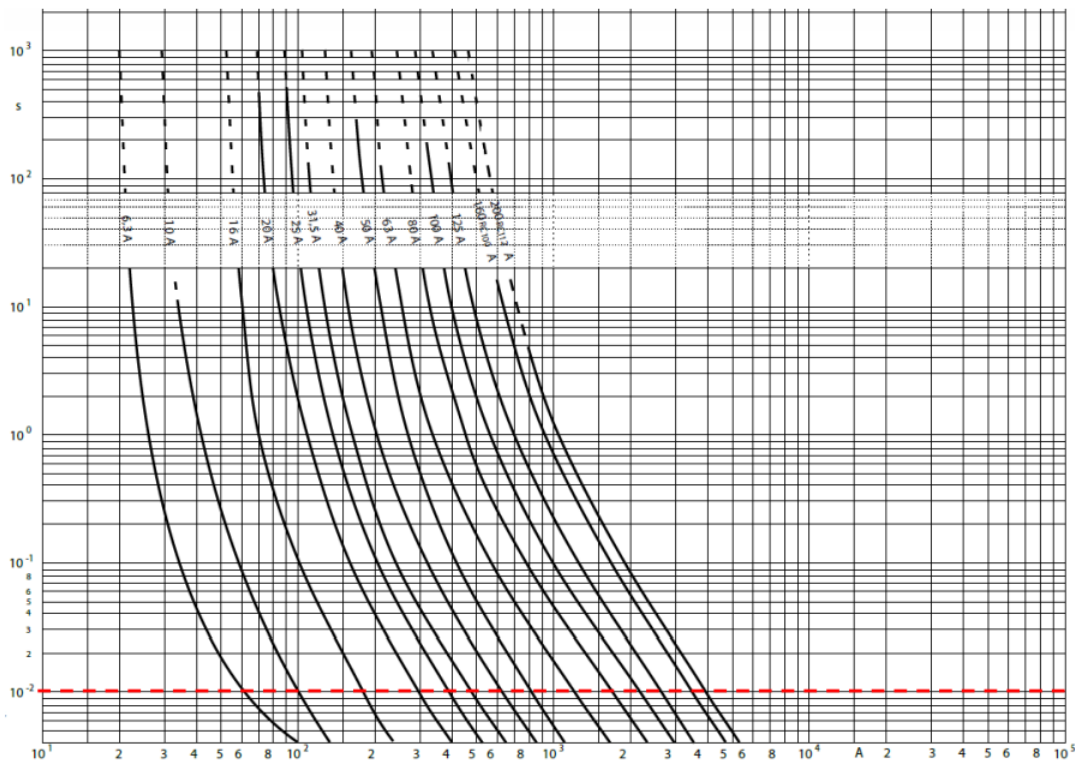
Tabla 17. Intensidades de cortocircuito admisible en los conductores de secciones normalizadas, en kA. Fuente: proyecto tipo FYZ10000.

Sección del conductor mm <sup>2</sup>	Duración del cortocircuito (s)						
	0,01	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0
95	89,3	28,2	20,0	16,3	12,6	11,5	8,9
150	141,0	44,6	31,5	25,7	19,9	18,2	14,1

El cálculo realizado en la sección 1.1.2 establece una intensidad de cortocircuito de 14,40 kA como referencia para el diseño del centro de transformación.

Aunque la corriente de cortocircuito máxima prevista de 14,40 kA puede llegar a ser superior a la intensidad máxima admisible por los cables de las conexiones de Media Tensión, debido que estos últimos están protegidos por los fusibles de protección del transformador por lo que su dimensionamiento se considera adecuado.

En la Gráfica 1, se presentan las curvas de fusión correspondientes a los calibres comunes de los fusibles. Se puede observar que, en caso de sobrecorrientes ocasionadas por posibles cortocircuitos, en kA, la respuesta de los fusibles en los cortacircuitos es prácticamente instantánea, siendo inferior a 10 ms. Para este tiempo de actuación, la capacidad máxima admisible de los cables de conexión de Media Tensión es considerablemente superior a la intensidad de cortocircuito anticipada.



Gráfica 1. Curvas fusión fusible. Fuente: proyecto tipo FYZ10000.

### 1.1.5. Intensidad máxima admisible para la pantalla en cortocircuito

La determinación de la corriente de cortocircuito admisible en una pantalla de aluminio se realiza siguiendo las directrices de la norma UNE 211003 y el método establecido en la norma UNE 21192.

En este análisis, se considera que el espesor de la pantalla de aluminio es de 0,3 mm, con una temperatura inicial de 70 °C y una temperatura final de 180 °C.

En la tabla siguiente se detallan las intensidades máximas de cortocircuito admisibles para la pantalla del cable seleccionado, considerando un intervalo de duración del cortocircuito de 1 segundo.

Tabla 18. Intensidad de cortocircuito admisible en pantallas en kA. Fuente: proyecto tipo FYZ10000.

Sección del conductor mm <sup>2</sup>	Intensidad máxima admisible durante 1 segundo (kA)
95 mm <sup>2</sup> – 12/20	2,54

## 1.2. Puentes de Baja Tensión

### 1.2.1. Intensidad en Baja Tensión

La intensidad máxima nominal que circula por los puentes de baja tensión se puede calcular mediante la fórmula:

$$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Siendo:

- $I_n$  Intensidad nominal de los puentes de Baja Tensión, en A.
- $P_n$  Potencia nominal del transformador, en kVA.
- $U$  Tensión del devanado de Baja Tensión, en kV.

Por lo que tenemos:

$$I_n = \frac{630 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \cdot 0,42 \text{ kV}} = 866 \text{ A}$$

### 1.2.2. Intensidad de cortocircuito Baja Tensión

Para calcular los cortocircuitos secundarios se tomará en cuenta que la potencia de cortocircuito disponible corresponde a la teórica del transformador, lo cual implica un enfoque más cauteloso que las consideraciones prácticas.

La corriente de cortocircuito del secundario en el transformador se define mediante la siguiente fórmula:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s}$$

Siendo:

- $P$  Potencia del transformador, en kVA.
- $E_{cc}$  Tensión de cortocircuito del transformador, en %.
- $U_s$  Tensión del secundario, en V.
- $I_{ccs}$  Intensidad del cortocircuito, en kA.

El transformador que existe en el centro de transformación tiene una potencia de 630 kVA y la tensión porcentual del cortocircuito se considera para el cálculo de un 4 %, por lo que tenemos:

$$I_{ccp} = \frac{100 \cdot 630 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \cdot 4 \cdot 420 \text{ V}} = 21,65 \text{ kA}$$

### 1.2.3. Dimensionado de las conexiones en Baja Tensión

Para el dimensionado de las conexiones de Baja Tensión, se tienen en cuenta las instrucciones de la ITC-BT-07, que se basan en la norma UNE 20435, anulada y sustituida por la UNE 211435. Según la tabla A.1-UNE 211435 de la ITC-BT-07 para conductores de 240 mm<sup>2</sup> de aluminio con aislamiento XLPE al aire protegidos del sol, la intensidad máxima admisible es de 390 A.

El cálculo de las conexiones de Baja Tensión se realiza a partir de la máxima corriente admisible por los conductores aplicando los siguientes factores correctores debidos a las condiciones particulares de instalación (instalación al aire, apartado 3.1.4 de la ITC-BT-07):

- Temperatura del aire circundante superior a 40°C. Consideraremos una temperatura de 50°C, por lo que el factor de corrección a aplicar resulta ser  $f_1 = 0,89$  (tabla A-5 – UNE 211435 de la ITC-BT-07).

En la siguiente tabla se tienen los valores de intensidades de los puentes de Baja Tensión para la instalaciones del presente proyecto:

Tabla 19. Resultados de puentes de Baja Tensión B2 (400 V).

Potencia del transformador (kVA)	Transformador 630 kVA CT 195 "TOMILLAR_3"				
	Tensión del secundario B2 (400 V)				
	Composición del puente mm <sup>2</sup> Al (fases + neutro)	$I_n$ (A)	$I_{m\acute{a}x}$ (A)	$f_1$	$I_{adm}$ (A) $I_{adm} = f_1 \cdot I_{m\acute{a}x}$
630	3x3x240 + 2x240 mm <sup>2</sup>	866	1.170	0,89	1.041,30

Se cumple que la intensidad admisible es superior a la nominal del transformador, por lo que se concluye que el puente está adecuadamente dimensionado.

$$I_n < I_{adm} \rightarrow 866 \text{ A} < 1.041,30 \text{ A}$$

## 2. Cálculo de instalación de puesta a tierra

Para el cálculo de la instalación de puesta a tierra se empleará el procedimiento del "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría" elaborado por UNESA.

## 2.1. Datos iniciales

Los datos necesarios para realizar el cálculo son:

- $U_n$  Tensión de servicio de la red, 20 kV.
- $U_{bt}$  Nivel de aislamiento de las instalaciones de Baja Tensión, 10.000 V.

Puesta a tierra del neutro:

- $R_n$  Resistencia del neutro, 48  $\Omega$ .
- $X_n$  Reactancia del neutro, valor despreciable.
- $I_{adm}$  Limitación de la intensidad a tierra, 200 A.

A continuación, se detallan los pasos a seguir para el cálculo y diseño de la instalación de tierra.

## 2.2. Características del terreno. Resistividad

Según lo establecido en el Reglamento de Alta Tensión, en instalaciones de tercera categoría y en casos donde la intensidad de cortocircuito a tierra sea igual o inferior a 16 kA, no es obligatorio llevar a cabo un estudio preliminar de la resistividad del suelo. En estos casos, basta con realizar una inspección visual del terreno y es posible estimar su resistividad. Sin embargo, se requerirá la medición en situaciones con corrientes más elevadas.

Para hacer una aproximación de la resistividad del suelo utilizamos la tabla siguiente, ya que proporciona valores orientativos basados en la naturaleza del terreno.

Tabla 20. Resistividad del terreno. Fuente: Proyecto Tipo FYZ10000.

Naturaleza del terreno	Resistividad (K·m)
Terrenos pantanosos	De algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y arcillas compactas	100 a 200
Margas del jurásico	30 a 40
Arena arcillosa	50 a 500
Arena silíceo	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 500
Suelo pedregoso desnudo	1.500 a 3.000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1.000 a 5.000
Calizas agrietadas	500 a 1.000
Pizarras	50 a 300
Rocas de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedentes de alteración	1.500 a 10.000
Granitos y gres muy alterados	100 a 600
Hormigón	2.000 a 3.000
Balasto o grava	3.000 a 5.000
Calizas agrietadas	500 a 1.000



Según la investigación previa del terreno donde se encuentra el centro de transformación y lo que podemos observar en la Tabla 20, se considera para el cálculo una resistividad media en 150  $\Omega \cdot m$ .

Por lo que para el cálculo se utilizarán las siguientes características del terreno

- $R_0$  Resistencia de tierra, 150  $\Omega \cdot m$ .
- $R'_0$  Resistencia del hormigón, 3.000  $\Omega$ .

## 2.3. Cálculo de la puesta a tierra general

### 2.3.1. Resistencia máxima de la puesta a tierra general

La sobretensión generada si ocurriese un defecto a tierra no debe ser superior al nivel de aislamiento de la instalación de Baja Tensión del centro, por lo que se debe verificar para el caso más restrictivo lo siguiente:

$$I_d \cdot R_t \leq U_{bt}$$

### 2.3.2. Intensidad de defecto y parámetros de la red

El cálculo de la intensidad de defecto a tierra se realiza con la siguiente fórmula:

$$I_d = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

Donde:

- $I_d$  Intensidad de defecto a tierra, en A.
- $U_n$  Tensión de servicio de la red, en V.
- $R_n$  Resistencia de puesta a tierra del neutro, en  $\Omega$ .
- $R_t$  Resistencia total de puesta a tierra, en  $\Omega$ .
- $X_n$  Reactancia de puesta a tierra del neutro, en  $\Omega$ .

La resistencia total de puesta a tierra a aplicar inicialmente se considera de 310,28  $\Omega$ , por lo que obtenemos:

$$I_d = \frac{20.000V}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(48 \Omega + 310,28 \Omega)^2 + 0^2}} = 32,23 A$$

### 2.3.3. Resistencia de puesta a tierra e intensidad de defecto real

Se elige el electrodo tipo que satisface el criterio de poseer el valor unitario de la resistencia de puesta a tierra más cercano, igual o inferior al resultado calculado para este centro en este caso específico. Esta selección se basa en las configuraciones estándar presentadas en las tablas del Anexo 2 del " *Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría* " de UNESA, así como en los parámetros característicos asociados a dichas configuraciones.

El valor unitario de la resistencia de puesta a tierra se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_0}$$

Donde:

- $K_r$  Coeficiente del electrodo.
- $R_0$  Resistividad del tierra, en  $\Omega \cdot m$ .
- $R_t$  Resistencia total de puesta a tierra, en  $\Omega$ .

Por lo que, para nuestro caso tenemos:

$$K_r \leq \frac{310,28}{150} = 2,068 \rightarrow K_r \leq 2,068$$

Procedemos a seleccionar el electrodo conforme la siguiente figura, en la que se pueden observar los parámetros del método UNESA.

<b>PARAMETROS CARACTERISTICOS DE ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA</b>			
<p>Picas en hilera unidas por un conductor horizontal.            Separación entre picas : 3 m            Longitud pica = 2 m.</p> <p>Sección conductor = 50 mm<sup>2</sup>.            Diámetro picas = 14 mm.</p>			
<p>PROFUNDIDAD = 0,5 m.</p>			
NUMERO DE PICAS	RESISTENCIA $K_r$	TENSION DE PASO $K_p$	CODIGO DE LA CONFIGURACION
2	0,201	0,0392	5/22
3	0,135	0,0252	5/32
4	0,104	0,0184	5/42
6	0,073	0,0120	5/62
8	0,0572	0,00345	5/82

Figura 19. Parámetros característicos de electrodos de puesta a tierra. Fuente: Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría Anexo 2, UNESA.

La configuración seleccionada para este proyecto tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 5/22.
- Geometría del sistema: Picas alineadas.
- Distancia entre picas: 3 metros.
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 m.



- Número de picas: 2.
- Longitud de las picas: 2 metros.

Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia  $K_r = 0,201$ .
- De la tensión de paso  $K_p = 0,0392$ .
- De la tensión de contacto  $K_c = 0$ .

Medidas para prevenir la aparición de tensiones de contacto tanto en el exterior como en el interior:

- Las puertas y rejillas metálicas que se encuentran en la parte exterior del edificio no estarán en contacto con masas conductoras que puedan llegar a estar bajo tensión debido a posibles defectos o averías.
- En el suelo del centro de transformación, se colocará un mallazo que quedará cubierto con una capa de hormigón de 10 cm de grosor. Este mallazo se conectará a la puesta a tierra del centro para asegurar una disipación segura de corrientes eléctricas.
- En caso de instalar las picas en fila, se posicionarán de manera alineada con la fachada frontal del edificio, reduciendo cualquier riesgo potencial de contacto involuntario.

El valor real de la resistencia de puesta a tierra será:

$$R'_t = K_r \cdot R_0$$

Donde:

- $R'_t$  Resistencia total de puesta a tierra, en  $\Omega$ .
- $K_r$  Coeficiente del electrodo.
- $R_0$  Resistividad del tierra, en  $\Omega \cdot m$ .

Aplicando los valores:

$$R'_t = 0,201 \cdot 150 = 30,15 \Omega$$

Por lo que la intensidad de defecto real será:

$$I'_d = \frac{20.000 V}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(48 \Omega + 30,15 \Omega)^2 + 0^2}} = 147,75 A$$

#### 2.3.4. Tensiones de paso en el interior de la instalación

La tensión de defecto viene dada por la siguiente expresión:

$$U'_d = R'_t \cdot I'_d$$

Donde:

- $U'_d$  Tensión de defecto, en V.
- $R'_t$  Resistencia total de puesta a tierra, en  $\Omega$ .



$I'_d$  Intensidad de defecto, en A.

Sustituyendo los valores tenemos:

$$U'_d = 30,15 \cdot 147,75 = 4.454,66 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso se establecerá en consonancia con la tensión máxima de contacto, siempre y cuando exista una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra. Esto se determinará mediante la siguiente fórmula

$$U'_c = K_c \cdot R_0 \cdot I'_d$$

Donde:

$U'_c$  Tensión de paso en el acceso, en V.

$K_c$  Coeficiente de tensión de contacto.

$R_0$  Resistencia del terreno, en  $\Omega \cdot m$ .

$I'_d$  Intensidad de defecto, en A.

En este caso, al estar las picas alineadas frente a los accesos al centro de transformación paralelas a la fachada, no existirá riesgo por tensiones de paso o contacto en el interior, ya que serán prácticamente nulas. Por este motivo, no se consideran.

Dado que las picas están dispuestas en línea con los accesos al centro de transformación, en paralelo a la fachada, no se generará un riesgo significativo de tensiones de paso o contacto en el interior ya que serán prácticamente nulas. Por este motivo, no se consideran.

### 2.3.5. Tensiones de paso en el exterior de la instalación

La tensión de defecto viene dada por la siguiente expresión:

$$U'_p = K_p \cdot R_0 \cdot I'_d$$

Donde:

$U'_p$  Tensión de paso en el acceso, en V.

$K_p$  Coeficiente de tensión de paso.

$R_0$  Resistencia del terreno, en  $\Omega \cdot m$ .

$I'_d$  Intensidad de defecto, en A.

Sustituyendo los valores tenemos:

$$U'_p = 0,0392 \cdot 150 \cdot 147,75 = 868,77 \text{ V}$$

Las puertas y rejillas metálicas que se encuentran en el exterior del centro no están en contacto eléctrico con elementos que puedan quedar energizados debido a un fallo a tierra. Por lo tanto, no es requerido efectuar el cálculo de la tensión de contacto exterior, ya que será insignificante en este caso.

### 2.3.6. Cálculo de las tensiones aplicadas

Para el cálculo se tiene en cuenta un valor de la duración total de la falta igual a 1 segundo.

El cálculo de la tensión de paso en el exterior se calcula de la siguiente manera:

$$U_p = 10 \cdot U_{ca} \cdot \left[ 1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 6 \cdot R_0}{1.000} \right]$$

Donde:

- $U_p$  Tensión de paso máxima admisible en la instalación, en V.
- $U_{ca}$  Tensión de contacto aplicada admisible, en V.
- $R_{a1}$  Resistencia del calzado, superficies de material aislante, en  $\Omega$ .
- $R_0$  Resistencia del terreno, en  $\Omega \cdot m$ .

Se tendrán en cuenta los siguientes planteamiento:

- Se supone que la resistencia del cuerpo humano es de 1.000  $\Omega$ .
- Se trata cada pie como un electrodo en forma de placa con una superficie de 200 mm<sup>2</sup>, que ejerce una fuerza mínima de 250 N sobre el suelo, lo que representa una resistencia de contacto con el suelo es tres veces la resistividad del terreno.
- Según cada caso,  $R_{a1}$  es la resistencia del calzado, la resistencia de superficies de material aislante, etc. El Reglamento de instalaciones eléctricas de Alta Tensión permite utilizar valores de 2.000  $\Omega$  para esta resistencia.

Siguiendo las directrices de la ITC-RAT-13, la tensión máxima admisible para el cuerpo humano está relacionada con la duración de la corriente de falta. En la Tabla 21 se ha recogido la tensión de contacto para una duración de falta de 1 segundo.

Tabla 21. Tensión de contacto aplicada admisible. Fuente: ITC-RAT-13.

Duración de la falta $t_f$ (s)	Tensión de contacto aplicada admisible $U_{ca}$ (V)
1	107

Basándonos en estos datos, es posible establecer las tensiones máximas admisibles de contacto o paso en el sistema, denotadas como  $U_c$  y  $U_p$ . Esto se logra al tener en cuenta todas las resistencias presentes entre el punto en tensión y el suelo.

Por lo que la tensión de paso será:

$$U_p = 10 \cdot 107 \cdot \left[ 1 + \frac{2 \cdot 2.000 + 6 \cdot 150}{1.000} \right] = 6.313,00 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso del edificio se calcula con la siguiente fórmula:

$$U_{pacc} = 10 \cdot U_{ca} \cdot \left[ 1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 3 \cdot R_0 + 3 \cdot R'_0}{1.000} \right]$$

Donde:

- $U_{pacc}$  Tensión de paso máxima admisible en el acceso, en V.
- $U_{ca}$  Tensión de contacto aplicada admisible, en V.
- $R_{a1}$  Resistencia del calzado, superficies de material aislante, en  $\Omega$ .
- $R_0$  Resistencia del terreno, en  $\Omega \cdot m$ .
- $R'_0$  Resistencia del hormigón, en  $\Omega \cdot m$ .



Por lo que la tensión de paso en el acceso del edificio será:

$$U_{pacc} = 10 \cdot 107 \cdot \left[ 1 + \frac{2 \cdot 2.000 + 3 \cdot 150 + 3 \cdot 3.000}{1.000} \right] = 15.461,50 \text{ V}$$

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este centro son inferiores a los valores admisibles, por lo que se deben cumplir las siguientes condiciones:

- La tensión de paso en el exterior del centro, calculada para el electrodo seleccionado, debe ser menor o igual que el máximo valor admisible de la tensión de paso:

$$U'_p < U_p \rightarrow 868,77 \text{ V} < 6.313,00 \text{ V}$$

- La tensión de paso en el acceso al centro para el electrodo seleccionado, debe ser menor o igual que el máximo valor admisible de la tensión de paso en el acceso:

$$U'_{pacc} < U_{pacc} \rightarrow 0 \text{ V} < 15.461,50 \text{ V}$$

- La tensión de defecto debe ser menor o igual que el nivel de aislamiento a frecuencia industrial de los equipos de Baja Tensión del centro:

$$U'_d < U_{bt} \rightarrow 4.454,66 \text{ V} < 10.000 \text{ V}$$

- La intensidad de arranque de las protecciones tendrá que ser superior a la intensidad de defecto:

$$I_a < I_d < I_{adm} \rightarrow 50 \text{ A} < 147,75 \text{ A} < 200 \text{ A}$$

## 2.4. Separación entre los sistemas de puesta a tierra

Con el fin de asegurar que el sistema de tierra de protección no transmita tensiones al sistema de tierra de servicio, lo cual podría impactar en los usuarios, es necesario establecer una distancia de separación entre los electrodos más cercanos de ambos sistemas. Esta separación es particularmente esencial si la tensión de defecto supera los 1.000 V.

En las instalaciones del centro es imprescindible mantener esta distancia de separación, ya que la tensión de defecto excede los 1.000 V mencionados anteriormente. La fórmula para calcular la distancia mínima de separación entre los sistemas de tierra es la siguiente:

$$D = \frac{R_0 \cdot I'_d}{2.000 \cdot \pi}$$

Siendo:

- D Distancia mínima de separación, en m.
- R<sub>0</sub> Resistividad del terreno, en Ω·m.
- I'<sub>d</sub> Intensidad de defecto por el electrodo seleccionado, en A.

Por lo que la distancia mínima es:

$$D = \frac{150 \cdot 147,75}{2.000 \cdot \pi} = 53,53 \text{ m}$$

Se conectará a este sistema de tierras de servicio el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

La elección del electrodo de tierra de servicio se basa en la premisa de no generar una tensión superior a 24 V en el electrodo en caso de un defecto a tierra (apartado 9 de la ITC-BT-18) en una instalación de Baja Tensión. Para cumplir este criterio, la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser menor a 37  $\Omega$ .

$$R_{tserv} = K_r \cdot R_0 = 0,201 \cdot 150 = 30,15 < 37\Omega$$

Con el fin de asegurar la separación entre los sistemas de tierra de protección y de servicio, se llevará a cabo la conexión a tierra del neutro utilizando un cable aislado de 0,6/1 kV. Este cable estará protegido por un tubo de PVC con un grado mínimo de protección 7 para prevenir daños mecánicos.

## 2.5. Medición de puesta a tierra actual

En la última revisión del centro de transformación se realizó la medición de las resistencias de protección y servicio de la puesta a tierra actual del centro, que se pueden observar en la siguiente figura:



Figura 20. Resistencia de neutro y herrajes del centro de transformación.

Por lo que las resistencias obtenidas en la revisión son menores a los 37  $\Omega$  comentados en el apartado anterior:

$$R_{servicio} = 5,71 \Omega < 37 \Omega$$

$$R_{protección} = 3,54 \Omega < 37 \Omega$$

Por lo tanto, podemos concluir que la conexión a tierra actual del centro de transformación es adecuada y no requeriría ser reemplazada para la reforma del mismo. Sin embargo, en caso de discrepancia durante la ejecución de la obra, se optaría por utilizar la conexión a tierra calculada en este proyecto.

### 3. Cálculo de ventilación

La disipación del calor generado por el transformador en el interior del edificio se calculará según lo indicado en la ITC-RAT 14 "Instalaciones eléctricas de interior", apartado 4.4.

El centro de transformación número 195 "TOMILLAR\_3" consta de un sistema de ventilación basado en la circulación natural de aire. Para determinar la dimensión de las rejillas de ventilación, se emplea la siguiente fórmula:

$$S = \frac{P}{0,24 \cdot \lambda \cdot \sqrt{H \cdot (t_i - t_e)^3}}$$

Donde:

- P Potencia calorífica evacuado, en kW.
- $W_{Fe}$  Pérdidas en el cobre del transformador, en kW.
- $W_{Cu}$  Pérdidas en el hierro del transformador, en kW.
- $\lambda$  Coeficiente de forma de las rejillas de ventilación, se considera  $\lambda=0.4$ .
- S Superficie del hueco de entrada de aire, en m<sup>2</sup>. Si hay varias rejillas de entrada de aire, S representa la suma de superficies de estas rejillas. Se supone igual la sección de entrada y salida de aire.
- H Distancia vertical entre los centros geométricos de los huecos de entrada y salida de aire, en m.
- $t_i$  Temperatura en el interior del recinto, en °C.
- $t_e$  Temperatura media en el exterior, en °C.

El cálculo se realiza para un transformador de 630 kVA, con un total de 7,10 kW de potencia calorífica evacuada, con una distancia vertical entre los centros geométricos de los huecos de entrada y salida del aire de 4,33 m y una diferencia de temperatura de 15°C. En la siguiente tabla se recogen los resultados calculados:

Tabla 22. Resultados cálculos de ventilación.

Sección de ventilación (mm <sup>2</sup> )	Inferior	Superior
Sección necesaria	0,61	0,61
Sección existente	1,65	0,96
Cumple $S_{necesaria} < S_{existente}$	SÍ	SÍ

Podemos concluir que tanto la ventilación superior existente como la inferior son suficiente ante la potencia existente en el centro de transformación.

Málaga, septiembre 2023



## Pliego de Condiciones

---

1. Objeto.....	45
2. Alcance.....	45
3. Características generales de los materiales .....	45
4. Aceptación de los equipos .....	45
5. Requisitos técnicos .....	46
6. Obra civil .....	46
7. Montaje .....	46
8. Puesta en servicio .....	48
9. Pruebas reglamentarias .....	48
10. Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.....	49
11. Certificados y documentación .....	49



## 1. Objeto

El objeto de este Pliego de Condiciones es definir los criterios necesarios para la correcta ejecución del proyecto “REFORMA DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN CALLE TERCENIO, EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE MÁLAGA (MÁLAGA)” en el que se plantea la remodelación un centro de transformación de Media Tensión tomando como referencia el Proyecto Tipo FYZ10000 Centro de Transformación Interior.

## 2. Alcance

El presente Pliego de Condiciones define las pautas relacionadas con el aprovisionamiento, montaje, pruebas, evaluaciones, atributos y niveles de excelencia de los materiales, así como las tareas requeridas para la implementación de centros de transformación, con el propósito de asegurar la calidad y seguridad.

## 3. Características generales de los materiales

Los materiales deberán cumplir con las especificaciones establecidas en las Normas UNE correspondientes. Esto será complementado por las indicaciones del actual Pliego de Condiciones y las normas particulares de la compañía distribuidora.

En términos generales, los materiales utilizados deberán ser completamente nuevos, quedando prohibido el empleo de materiales de segunda mano o reciclados.

Es necesario contar con todas las autorizaciones pertinentes por parte de entidades públicas o privadas afectadas antes de dar inicio a cualquier trabajo.

## 4. Aceptación de los equipos

El Director de Obra se encargará de que todos los materiales y equipos integrados en la instalación eléctrica del presente proyecto estén respaldados por la documentación que certifique su conformidad con las características mecánicas y eléctricas según la normativa vigente.

Además, estos materiales y equipos deberán contar con los certificados de conformidad de acuerdo a las normas UNE, EN, CEI, CE o cualquier otra que sea obligatoria según la normativa actual y de acuerdo a lo especificado en este Pliego de Condiciones.

Se podrá exigir muestras de los materiales y sus certificados de calidad, ensayos y pruebas de laboratorios, teniendo potestad de eliminar cualquier material o equipo que comprometan la seguridad o calidad de ejecución de la obra.



## 5. Requisitos técnicos

### 5.1 Condiciones generales de ejecución

La obra se ejecutará según el proyecto y las condiciones del Pliego de Condiciones.

La compañía distribuidora, E-distribución, supervisará la correcta ejecución de las tareas. Dicho trabajo de supervisión podrá ser realizadas por la compañía o por la ingeniería seleccionada.

### 5.2 Normas de ejecución de las instalaciones

Dentro de los términos establecidos en el Pliego de Condiciones, la planificación de la Obra recaerá en manos del Contratista, quién tendrá la responsabilidad de comunicar por escrito a E-distribución, previamente al inicio, los detalles de la organización técnica de la Obra, así como el nombre del profesional a cargo de la Dirección de Obra.

El Director de Obra llevará a cabo la demarcación de las labores, poniendo especial énfasis en los puntos críticos. En este proceso, proporcionará al Contratista las indicaciones y datos necesarios para definir con precisión su ubicación.

Cualquier ajuste que se requiera debido a la demarcación deberá ser aprobado (si aplica) y podría quedar registrado en el Acta de Replanteo, la cual será firmada por el Contratista, el Director de Obra, el proyectista y E-distribución. Tanto el Contratista como la Dirección de Obra y E-distribución podrán, durante el curso de la ejecución, proponer alteraciones no sustanciales en el Proyecto, siempre que exista un acuerdo mutuo al respecto.

## 6. Obra civil

El emplazamiento destinado al centro de transformación deberá cumplir con las características constructivas y dimensiones mínimas estipuladas en la Memoria y Planos correspondientes a este proyecto.

Antes de llevar a cabo la instalación, se deberá proporcionar a E-distribución un Certificado visado que acredite el cumplimiento de los requisitos estructurales.

## 7. Montaje

### 7.1 Puesta a tierra

Se implementarán medidas para proteger contra la corrosión galvánica las conexiones y uniones., las cuales se realizarán mediante elementos apropiados. Estos elementos estarán dimensionados de manera que garanticen una unión sólida y no experimentarán calentamientos superiores a los del conductor cuando pase la corriente.



## 7.2 Puentes de Media y Baja Tensión

El recorrido de los cables será lo más corto posible y tenderán por las canalizaciones previstas a tal efecto. Se tendrá en cuenta también el radio de curvatura mínimo a que deben someterse los cables, que serán los que marquen los fabricantes y la norma UNE correspondiente.

El número y tipo de conductores empleados será el indicado en el apartado Cálculos Justificativos. Ningún circuito de Baja Tensión se situará sobre la vertical de los circuitos de Alta Tensión.

Se tendrá especial cuidado en colocar los cables de modo que no tapen, ni siquiera parcialmente, los huecos o rejillas de ventilación, y se dispondrán teniendo en cuenta las disposiciones óptimas de atenuación de campos magnéticos indicadas en la Memoria del presente proyecto.

El cable deberá estar cortado con sierra y no con tijera o cizalla, colocándose en los extremos el terminal a compresión correspondiente a la sección del cable, no permitiendo en ningún caso ampliar el diámetro primitivo del orificio de dicho terminal.

## 7.3 Cuadro de Baja Tensión

Quedará firmemente asegurado sobre el herraje o bastidor designado para este propósito, garantizando una sujeción adecuada.

La pletina de puesta a tierra se conectará a la red de tierra general del centro de transformación.

## 7.4 Celdas de Media Tensión

Las celdas empleadas serán de tipo prefabricado, con envolvente metálica, y que utilizarán gas para cumplir dos misiones:

- La protección completa proporcionada por el aislamiento en gas otorgará a los componentes su resistencia a diversos factores ambientales, incluyendo la contaminación del aire, la humedad e incluso situaciones de inundación potencial debido a inundaciones. Esta cualidad se vuelve esencial especialmente en áreas con alta contaminación atmosférica, climas agresivos como zonas costeras y húmedas, y en lugares expuestos a inundaciones o ingreso de agua en el recinto.
- El corte en gas resulta más seguro que el aire, lo cual se deriva de lo mencionado anteriormente respecto al aislamiento..

Las celdas empleadas deberán permitir la extensibilidad "in situ" del centro, de forma que sea posible añadir más celdas de líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

La pletina de puesta a tierra de las celdas se conectará a la red de tierra general en sus dos extremos.

## 7.5 Transformador de potencia

En el presente proyecto, no se sustituye el transformador de potencia existente en el centro de transformación.



## 7.6 Equipos de medida

Dado que se trata de un centro de transformación destinado a la distribución pública, no se incluirá la medición de energía en Media Tensión. En cambio, dicha medición se realizará conforme a las condiciones predefinidas en los ramales individuales en el punto de derivación hacia cada cliente en Baja Tensión, siguiendo las directrices establecidas en el Reglamento de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias correspondientes.

## 8. Puesta en servicio

El personal encargado de llevar a cabo las operaciones estará debidamente autorizado y capacitado.

Las operaciones se realizarán en la siguiente secuencia:

- En primer lugar, se procederá a conectar el interruptor o seccionador de entrada, si lo hubiera.
- Posteriormente, se realizará la conexión de los componentes de enlace hasta llegar al transformador, permitiendo así que este último funcione para llevar a cabo las comprobaciones necesarias.

Una vez completadas las operaciones de Media Tensión, se procederá a conectar la red de Baja Tensión.

### 8.1 Separación de servicio

Estas maniobras se llevarán a cabo en orden contrario a las realizadas en la puesta en servicio y se considerarán concluidas únicamente después de conectar el seccionador de puesta a tierra.

### 8.2 Mantenimiento

Para del mantenimiento de las instalaciones se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal. Este mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario.

Las celdas tipo "CGMcosmos" de la empresa Ormazabal, empleadas en la instalación, están diseñadas de tal manera que no requieren mantenimiento interior. Esto se debe a su aislamiento interno en gas, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

## 9. Pruebas reglamentarias

Los equipos, al finalizar su proceso de fabricación, serán sometidos a pruebas y ensayos de acuerdo con las normativas específicas de cada producto, las cuales están vigentes y son de obligatorio cumplimiento según lo establecido en el MIE-RAT 02.



## 10. Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad

El centro deberá permanecer constantemente cerrado de manera que evite el acceso de personas no autorizadas. Se establece que dentro del recinto del centro no se permitirá el almacenamiento de ningún elemento ajeno a la propia instalación. Para llevar a cabo las operaciones requeridas en el centro, se emplearán herramientas como bancos, palancas de accionamiento y guantes, las cuales deberán estar en óptimas condiciones y se someterán a inspecciones periódicas.

Antes de proceder a la conexión y activación de carga del centro, se realizará una fase de puesta en servicio en vacío con el fin de verificar el correcto desempeño de los componentes. Adicionalmente, se llevarán a cabo pruebas para evaluar las resistencias de aislamiento y conexión a tierra de los diversos elementos de la instalación eléctrica.

Es crucial que toda la instalación eléctrica cuente con una señalización precisa y adecuada, además de contar con las advertencias e instrucciones necesarias para prevenir interrupciones erróneas, maniobras incorrectas y contactos accidentales con componentes bajo tensión, así como otros tipos de accidentes. Con el objetivo de garantizar una respuesta adecuada en caso de emergencia, se ubicarán instrucciones de primeros auxilios en un lugar claramente visible.

## 11. Certificados y documentación

Para proceder a la realización de la obra de este proyecto de ejecución, se deberán adjuntar para la tramitación del mismo ante los organismos público competentes la siguiente documentación:

- Autorización administrativa de la obra.
- Proyecto firmado por un técnico competente.
- Certificado de tensión de paso y contacto, emitido por una empresa homologada.
- Certificación de fin de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Conformidad por parte de la compañía suministradora.

Málaga, septiembre 2023



## **Estudio Básico de Seguridad y Salud**

---

<b>1. Objeto.....</b>	<b>51</b>
<b>2. Características de la obra .....</b>	<b>51</b>
<b>3. Identificación de riesgos y medidas preventivas .....</b>	<b>51</b>
<b>4. Aspectos generales .....</b>	<b>54</b>
<b>5. Botiquín de obra.....</b>	<b>54</b>
<b>6. Normativa aplicable.....</b>	<b>54</b>



## 1. Objeto

El presente Estudio Básico de Seguridad y salud tiene por objeto garantizar el cumplimiento de las directrices establecidas en el Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, que establece los requisitos mínimos de seguridad y salud en obras de construcción. A través de este estudio, se identificarán, analizarán y evaluarán los riesgos laborales que pueden evitarse, proponiendo las medidas técnicas necesarias para lograrlo. Se detallarán tanto los riesgos que no pueden ser eliminados como las medidas preventivas y protecciones técnicas destinadas a controlar y disminuir dichos riesgos.

Adicionalmente, este estudio de seguridad tiene como finalidad cumplir con las disposiciones de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre sobre Prevención de Riesgos Laborales, particularmente en lo que respecta a la responsabilidad del empleador titular de un lugar de trabajo. Esto implica la obligación de proporcionar información y directrices adecuadas relacionadas con los riesgos presentes en el entorno laboral, así como las medidas de protección y prevención correspondientes.

El presente estudio básico de seguridad y salud se debe ajustar la ejecución de los Centros de Transformación de Media Tensión hasta 30 kV destinados a formar parte de la red de distribución, tomando como referencia el “**Proyecto Tipo FYZ10000 Centro de Transformación Interior**”.

## 2. Características de la obra

Este Estudio Básico de Seguridad y Salud, se elabora para la obra: reforma de centro de transformación, en el cual se sustituirán las celdas de Media Tensión y el cuadro de Baja Tensión, así como los puentes de Baja y Media Tensión.

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la Empresa constructora proporcionando los puntos de enganche necesarios en el lugar del emplazamiento de la obra.

No se prevé interferencias en los trabajos puesto que, si bien la obra civil y el montaje pueden ejecutarse por empresas diferentes, no existe coincidencia en el tiempo. No obstante, si existe más de una empresa en la ejecución del proyecto deberá nombrarse un Coordinador de Seguridad y Salud integrado en la Dirección facultativa, que será quien resuelva en las mismas desde el punto de vista de Seguridad y Salud en el trabajo. La designación de este Coordinador habrá de ser sometida a la aprobación del Promotor.

## 3. Identificación de riesgos y medidas preventivas

Con carácter no exhaustivo se indican los riesgos por actividades básicas y, para evitar o reducir los mismos, se adoptarán las medidas que se recogen a este apartado.

### 3.1. Obra civil

- a) Riesgos más frecuentes
  - Caídas a las zanjas.
  - Desprendimientos de los bordes de los taludes de las rampas.
  - Atropellos causados por la maquinaria.
  - Caídas del personal, vehículos, maquinaria o materiales al fondo de la excavación.



- Caídas de altura de personas, en las fases de encofrado, desencofrado, puesta en obra del hormigón y montaje de piezas prefabricadas.
  - Cortes en las manos.
  - Pinchazos producidos por alambre de atar, hierros en espera, eslingas acodadas, puntas en el encofrado, etc.
  - Caídas de objetos a distinto nivel (martillos, árido, etc.).
  - Golpes en las manos, pies y cabeza.
  - Electrocuaciones por contacto indirecto.
  - Caídas al mismo nivel.
  - Quemaduras químicas producidas por el cemento.
  - Sobreesfuerzos.
  - Caídas de altura.
  - Desprendimiento de cargas-suspendidas.
  - Golpes y cortes en las extremidades por objetos y herramientas.
  - Los derivados del uso de medios auxiliares. (andamios, escaleras, etc.).
  - Caídas al mismo nivel.
  - Caídas a distinto nivel.
  - Proyección de partículas al cortar ladrillos con la paleta.
  - Proyección de partículas en el uso de punteros y cortafríos.
  - Cortes y heridas.
  - Riesgos derivados de la utilización de máquinas eléctricas de mano.
- b) Medidas preventivas
- Controlar el avance de la excavación, eliminando bolos y viseras inestables, previniendo la posibilidad de lluvias o heladas.
  - Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.
  - Señalizar adecuadamente el movimiento de transporte pesado y maquinaria de obra.
  - Dictar normas de actuación a los operadores de la maquinaria utilizada.
  - Las cargas de los camiones no sobrepasarán los límites establecidos y reglamentarios.
  - Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
  - Prohibir el paso a toda persona ajena a la obra.
  - Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.
  - Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
  - Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
  - Establecer las estribaciones en las zonas que sean necesarias.
  - Emplear bolsas porta-herramientas.
  - Desencofrar con los útiles adecuados y procedimiento preestablecido.
  - Suprimir las puntas de la madera conforme es retirada.



- Prohibir el trepado por los encofrados o permanecer en equilibrio sobre los mismos, o bien por las armaduras.
- Vigilar el izado de las cargas para que sea estable, siguiendo su trayectoria.
- Controlar el vertido del hormigón suministrado con el auxilio de la grúa, verificando el correcto cierre del cubo.
- Prohibir la circulación del personal por debajo de las cargas suspendidas.
- El vertido del hormigón en soportes se hará siempre desde plataformas móviles correctamente protegidas.
- Prever si procede la adecuada situación de las redes de protección, verificándose antes de iniciar los diversos trabajos de estructura.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará mediante clavijas adecuadas a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Señalizar las zonas de trabajo.
- Utilizar una plataforma de trabajo adecuada.
- Delimitar la zona señalizándola y evitando en lo posible el paso del personal por la vertical de los trabajos.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Vigilar el orden y limpieza de cada uno de los tajos, estando las vías de tránsito libres de obstáculos (herramientas, materiales, escombros, etc.).
- Las zonas de trabajo tendrán una adecuada iluminación.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Utilizar plataformas de trabajo adecuadas.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

## 3.2. Montaje

- a) Riesgos más frecuentes
  - Accidentes por caídas.
  - Riesgo de descarga eléctrica a través de objetos conductores.
  - Atrapamientos.
  - Caídas de objetos pesados.
  - Esfuerzos excesivos.
  - Superficies o elementos con temperatura elevada.
  - Colisiones o impactos.
  - Desprendimientos de elementos.



b) Medidas preventivas

- Verificar que las plataformas de trabajo sean apropiadas y cuenten con superficies de soporte en buenas condiciones, e incluyan, si es necesario, elementos antideslizantes
- Garantizar una iluminación adecuada en todo momento
- Proporcionar las herramientas y materiales adecuados para las tareas.
- Asegurarse del buen estado de los elemento.
- Verificar la ausencia de tensión.
- Bloqueas los aparatos de maniobra.
- Las herramientas eléctricas portátiles contarán con doble aislamiento y su conexión se llevará a cabo mediante un cuadro eléctrico equipado con un interruptor diferencial de alta sensibilidad.
- Seguir las instrucciones dadas por el jefe de obra que serán acordes con al Real Decreto 485/1997 de señalización.
- Evaluar la distribución correcta de las cargas en los diversos cables de suspensión.
- Señalizar la zona en la que se manipulen las cargas.
- Ajustar las operaciones estrictamente a las capacidades de la grúa (carga máxima, longitud del brazo, carga en la punta y contrapeso). Colocar un cartel claramente visible con las capacidades máximas permitidas.
- Señalizar la zona de trabajo a todos los componentes de grupo de la situación en que se encuentran los puntos en tensión más cercanos.
- Proporcionar el equipo de protección personal adecuado para los distintos trabajos a realizar y asegurarse de su buen uso.

## 4. Aspectos generales

El equipo a cargo de supervisar la obra verificará que el personal de la obra esté debidamente capacitado en materia de Prevención y Primeros Auxilios. Además, se asegurará de que se cuente con un plan de emergencia diseñado para atender al personal en caso de un accidente. Será necesario confirmar la contratación de servicios de asistencia adecuados. La dirección de estos servicios deberá ser claramente visible en puntos estratégicos de la obra, junto con el número de teléfono correspondiente.

## 5. Botiquín de obra

En el lugar de trabajo, ya sea en los vestuarios o en las oficinas, se deberá colocar un botiquín que será responsabilidad de un individuo designado por la empresa y que poseerá la capacitación adecuada. Este botiquín deberá contar con los recursos necesarios para realizar los primeros auxilios en caso de ocurrir algún accidente.

## 6. Normativa aplicable

En el proceso de ejecución de los trabajos deberán observarse las normas y reglamentos de seguridad vigentes. A título orientativo, y sin carácter limitativo, se adjunta una relación de la normativa aplicable:



- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 773/1997, 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo de los trabajadores en el ámbito de las empresas de trabajo temporal.
- Real Decreto Legislativo 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social.
- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el



libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.

- Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- Real Decreto 159/1995, de 3 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.
- Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Real Decreto 2291/1985, de 8 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos de Elevación y Mantenimiento de los mismos.
- Real Decreto 837/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba el nuevo texto modificado y refundido de la Instrucción técnica complementaria "MIE-AEM-4" del Reglamento de aparatos de elevación y mantenimiento, referente a grúas móviles autopropulsadas.
- Real Decreto 656/2017, de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos y sus Instrucciones Técnicas Complementarias MIE APQ 0 a 10.
- Real Decreto 74/1992, de 31 de enero, por el que se aprueba el Reglamento Nacional del Transporte de Mercancías Peligrosas por Carretera (TPC).
- Real Decreto 809/2021, de 21 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Decreto de 26 de julio de 1957, por el que se regulan los Trabajos prohibidos a la mujer y a los menores.
- Orden de 31 de agosto de 1987, sobre señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado.
- Orden TIN/1071/2010, de 27 de abril, sobre los requisitos y datos que deben reunir las comunicaciones de apertura o de reanudación de actividades en los centros de trabajo.
- Orden de 20 de mayo de 1952, que aprueba el reglamento de seguridad e higiene en el trabajo de la construcción y obras públicas. (modificada por la orden de 10 de diciembre de 1953).



- Orden de 10 diciembre de 1953 (cables, cadenas, etc., en aparatos de elevación, que modifica y completa la orden ministerial de 20 mayo de 1952, que aprueba el reglamento de seguridad e higiene en la construcción y obras públicas).
- Orden de 23 de septiembre de 1966 por la que se modifica el artículo 16 del Reglamento de Seguridad del Trabajo para la Industria de la Construcción de 20 de mayo de 1952.
- Orden de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (artículos no derogados).
- Instrucción general de operaciones, normas y procedimientos relativos a seguridad y salud laboral de la empresa contratante.

Agustino

Málaga, septiembre 2023



## Estudio de Gestión de Residuos

---

1. Objeto.....	59
2. Identificación de los residuos.....	59
3. Plan de gestión de residuos.....	60
4. Presupuesto gestión de residuos.....	63
5. Normativa aplicable.....	64

## 1. Objeto

El propósito central de este Estudio de Gestión de Residuos es establecer las acciones a llevar a cabo durante las obras planificadas en el presente proyecto. El objetivo es garantizar una adecuada gestión de los residuos producidos según lo dispuesto en el Real Decreto 105/2008, artículo 4, promoviendo medidas de prevención, reutilización y reciclaje, asegurando el correcto tratamiento de la apartamenta desechada.

## 2. Identificación de los residuos

Los residuos producidos en la obra se identifican según la codificación recogida en la Lista Europea de Residuos, denominados códigos LER. A continuación, se recogen en la tabla los elementos y su codificación que afectan al presente proyecto:

Tabla 23. Clasificación de residuos según código LER.

Código LER	Residuos
17 04 11	Cables
	Aluminio-acero
	Cobre
17 04 05	Hierro y acero
	Herrajes
	Picas de puesta a tierra
17 02 02	Vidrios
	Aisladores
17 02 03	Plásticos
	Láminas envolventes de accesorios y otros
20 01 01	Papel y cartón
	Cajas para transporte de aisladores y otros accesorios

### 2.1.1 Estimación de residuos

Se ha realizado una estimación de la cantidad de residuos generados a partir de las mediciones del proyecto y en función del peso de los materiales desechados. Se ha calculado el peso de los restos de materiales sobrantes, como desechos, roturas y piezas no utilizadas, así como el peso del embalaje de los productos suministrados.

A partir del peso del residuo, se ha obtenido su volumen estimado utilizando una densidad aparente definida como la relación entre el peso del residuo y el espacio que ocupa una vez colocado en el contenedor.

La apartamenta antigua, como por ejemplo el cuadro de Baja Tensión, será reutilizada o reciclada por la compañía distribuidora.

En la siguiente tabla se puede observar la estimación de residuos en el proyecto:

Tabla 24. Cantidad estimada de residuos producidos.

Código LER	Residuos	Cantidad total (t)
17 04 11	Cables	0,05
17 04 05	Hierro y acero	1,80
17 02 02	Vidrios	0,23
17 02 03	Plásticos	0,01
20 01 01	Papel y cartón	0,01
<b>Total</b>		<b>2,10</b>

### 3. Plan de gestión de residuos

En este apartado se detallan los procedimientos de recolección, clasificación, transporte, reciclaje y eliminación de los diferentes tipos de residuos, así como medidas para prevenir su generación, que puedan surgir a lo largo de la obra.

Este Plan de Gestión de Residuos se basa en la premisa de que una gestión adecuada de los residuos no solo es un requisito legal, sino también una contribución esencial para preservar el medio ambiente, fomentar prácticas sostenibles y crear un impacto positivo en la comunidad.

#### 3.1 Medidas para la prevención de generación de residuos

La principal prioridad en cuanto a la gestión de residuos radica en la reducción de su generación. Para lograr esta disminución, se han definido una serie de medidas preventivas que deben aplicarse durante la ejecución del proyecto:

- Todos los participantes en la obra deben comprender sus responsabilidades respecto a los residuos y cumplir con las directrices impartidas por la Dirección Técnica.
- Se debe optimizar la cantidad de materiales necesarios para la obra, ya que un exceso de materiales resulta en más residuos.
- Los materiales se almacenarán en áreas alejadas de las zonas de tránsito, bien embalados y protegidos para prevenir roturas y la generación de residuos innecesarios.
- Se fomentará el uso de elementos prefabricados.
- Las arenas y gravas se acopiarán en superficies duras para minimizar los desperdicios.
- Si se lleva a cabo la clasificación de los residuos, se proporcionarán contenedores adecuados para cada tipo de material sobrante. La separación debe realizarse en el momento de la generación, ya que la separación posterior aumenta los costos de gestión.



- g) Todos los recipientes de almacenaje y transporte de residuos deben estar debidamente etiquetados.
- h) Se evitará la mezcla de residuos líquidos y orgánicos con otros tipos de residuos, depositándolos en contenedores adecuados.

Se implementarán medidas genéricas para prevenir y minimizar la generación de residuos. Además, se exigirá un inventario de posibles residuos peligrosos en el sitio, retirándolos selectivamente y entregándolos a gestores autorizados de residuos peligrosos, si es necesario.

Durante la fase de planificación del proyecto, se considerarán diversas opciones constructivas y de diseño para reducir la cantidad de residuos generados. En general, se adoptarán las siguientes medidas genéricas para prevenir y minimizar la generación de residuos en diversas fases de la obra:

#### Prevención en la adquisición de materiales

- Se procurará adquirir materiales de manera ajustada a las medidas reales del proyecto, evitando la acumulación de excesos al final de la obra.
- Se instará a los proveedores a reducir al máximo los embalajes, dando prioridad a aquellos que minimicen su volumen.
- Se dará preferencia a la compra de materiales reciclables en lugar de aquellos de igual rendimiento pero difíciles de reciclar.
- Se mantendrá un registro de los productos excedentes para su potencial uso en futuras obras.
- Se elaborará un plan de entrega detallado para cada material, incluyendo cantidad, fecha de llegada a la obra, ubicación de almacenamiento, manejo de excedentes y, en caso necesario, gestión de residuos.
- Se favorecerá la adquisición de productos a granel para reducir la generación de residuos de envases en el lugar de trabajo.
- Se tratarán los envases o soportes reutilizables, como los palets, de manera que se conserve su condición y puedan ser devueltos al proveedor.
- Se incorporará en los contratos de suministro una cláusula de penalización para proveedores que generen más residuos de lo planificado en la obra debido a una mala gestión.

#### Prevención en la Puesta en Obra

- Se procurará el uso eficiente de los materiales en la obra, evitando excesos o la utilización excesiva de aquellos que tienden a generar más residuos.
- Se promoverá especialmente la utilización de materiales prefabricados, ya que suelen optimizar el consumo de recursos y reducir la generación de residuos.
- En la colocación de materiales, se buscará ajustar los elementos al tamaño de las piezas que los componen, minimizando el desperdicio.



- Los envases de productos se vaciarán completamente antes de la limpieza o eliminación, especialmente si se trata de residuos peligrosos.
- Se fomentará la fabricación de productos en talleres en lugar de en el lugar de la obra, ya que generalmente genera menos residuos.
- Se dará prioridad a la utilización de componentes desmontables o reutilizables en lugar de aquellos de similar rendimiento pero no reutilizables.
- Se extenderá al máximo la vida útil de los equipos auxiliares, incentivando su reutilización en diversas obras y manteniéndolos adecuadamente.
- Todo el personal involucrado en la obra deberá tener conocimientos básicos sobre la prevención de residuos y su correcta gestión.

#### Prevención en el Almacenamiento en Obra

- Si es necesario almacenar, se garantizará que el almacenamiento esté protegido contra la lluvia y la humedad.
- Se implementará un método adecuado de almacenamiento para evitar derrames, mezclas indebidas, daños por condiciones climáticas adversas y rotura de envases o materiales.
- Se tomarán precauciones especiales para evitar la expiración de productos sin haber agotado su uso.
- Aquellos a cargo del almacenamiento de materiales en el sitio de trabajo deberán estar informados sobre las pautas de almacenamiento, fechas de caducidad y requisitos de conservación establecidos por los fabricantes o proveedores.
- Durante las operaciones de carga y descarga de materiales en el área de almacenamiento y en su preparación para su uso en la obra, pueden ocurrir incidentes que conviertan materiales en condiciones óptimas en residuos. Por lo tanto, se tomarán precauciones adicionales en estos procesos de manipulación.
- Se establecerá un programa de inspecciones regulares de los materiales, productos y residuos almacenados para asegurar que se mantengan en las condiciones adecuadas.
- Se acordará la reducción y la devolución de embalajes y envases a los proveedores. Se promoverá la utilización de materiales con envases reciclados y elementos reutilizables. Del mismo modo, se acordará la devolución de los materiales sobrantes en la medida de lo posible.



### 3.2 Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos en la obra

#### Reutilización

- Se busca recobrar componentes de construcción intactos con cambios mínimos, favoreciendo su reutilización sin alteraciones significativas.
- Si se decide reutilizar otros tipos de residuos, se especificará cualquier tratamiento aplicado.
- Se promoverá activamente la reutilización de encofrados y otros recursos auxiliares siempre que sea viable, así como la devolución de embalajes y envases, entre otros.

#### Valorización

- Son operaciones de deconstrucción y de separación y recogida selectiva de los residuos en el mismo lugar donde se producen.
- Estas actividades mejoran las oportunidades de recuperar valor de los desechos, al facilitar su posterior reciclaje o reutilización. Resultan esenciales cuando se requiere separar desechos que podrían ser peligrosos para su tratamiento adecuado.
- Si se planea valorizar algún residuo, se detallará el procedimiento y la maquinaria necesaria.

#### Eliminación de residuos no reutilizables ni valorizables "in situ"

- La gestión o disposición de los residuos generados en el lugar de trabajo se llevará a cabo mediante una entidad autorizada y especializada en el tratamiento de residuos.

## 4. Presupuesto gestión de residuos

Se realiza una aproximación del presupuesto de la gestión de los residuos producidos en la realización de la obra.

Código LER	Residuos	Medición	Precio (€)	Importe (€)
17 04 11	Cables	0,05	12,60	0,63
17 04 05	Hierro y acero	1,80	64,54	116,17
17 02 02	Vidrios	0,23	51,55	11,86
17 02 03	Plásticos	0,01	51,55	0,52
20 01 01	Papel y cartón	0,01	12,60	0,13
<b>Total presupuesto gestión de residuos</b>				<b>129,30</b>

El presente presupuesto de gestión de residuos asciende a la cantidad de "ciento veintinueve euros con treinta céntimos".



## 5. Normativa aplicable

- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.
- Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental.
- Ley 5/2013, de 11 de junio, por la que se modifican la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación y la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Real Decreto 553/2020, de 2 de junio, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado.
- Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, aprobado mediante Real Decreto 833/1988 de 20 de julio.
- Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
- Decreto 73/2012, de 22 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de Residuos de Andalucía.
- Orden AAA/699/2016, de 9 de mayo, por la que se modifica la operación R1 del anexo II de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Orden de 13 de octubre de 1989, por la que se determinan los métodos de caracterización de los residuos tóxicos y peligrosos.
- Condiciones impuestas por el Ayuntamiento de Málaga, en su caso.

Agustino

Málaga, septiembre 2023



## Presupuesto

---

1. Presupuesto de ejecución .....	66
-----------------------------------	----



## 1. Presupuesto de ejecución

### PRESUPUESTO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Unidad	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
UD	Unidad compacta de telemando marca Ormazabal	1,00	10.307,40	10.307,40
ML	Cable 0,6/1 kV, XZ1 1x240 Al	24,00	2,51	60,24
ML	Cable 95 Al 12/20 subterráneo pantalla Al	10,00	3,05	30,50
UD	Cuadro de Baja Tensión 1600 A - 8 salidas maraca Pronutec	1,00	2.171,90	2.171,90
UD	Terminal cable subterráneo Media Tensión	2,00	243,47	486,94
UD	Empalme para cable eléctrico de Media Tensión sección 240	2,00	243,47	486,94
UD	Celdas CGMcosmos-2lp/24 marca Ormazabal Media Tensión	1,00	7.076,92	7.076,92
UD	Colocación celda modular Media Tensión	3,00	91,10	273,30
ML	Desmontaje cable Media y Baja Tensión cualquier sección	25,00	0,58	14,50
UD	Desmontaje seccionador o ruptofusible Media Tensión	4,00	29,47	117,88
ML	Desmontaje varilla arranque circuito	24,00	29,47	707,28
UD	Montaje y conexión de armario de control	1,00	740,93	740,93
UD	Adecuación BD/firmware en remota de telecontrol	1,00	103,39	103,39
UD	Conexión RGDAT	2,00	133,56	267,12
UD	Instalación cuadro Baja Tensión	1,00	48,73	48,73
ML	Tendido simple Media Tensión	14,00	4,19	58,66
UD	Empalme mixto subterráneo	2,00	243,47	486,94
UD	Terminación interior cable Media Tensión	3,00	112,67	338,01
UD	Acta previa planificación trabajos	1,00	126,00	126,00
UD	Maniobra y creación zona protegido Media Tensión, 1 pareja	1,00	117,66	117,66
UD	Colocación de cartelería (avisos) en trabajo programado	1,00	57,69	57,69
UD	Espera entrega y devolución descargo	2,00	54,37	108,74
UD	Instalación puente Baja Tensión	1,00	48,73	48,73
UD	Instalación puente Media Tensión	1,00	130,77	130,77
<b>Total presupuesto ejecución</b>			<b>24.367,17</b>	

El presente presupuesto asciende a la cantidad de “veinticuatro mil trescientos sesenta y siete euros con diecisiete céntimos”.

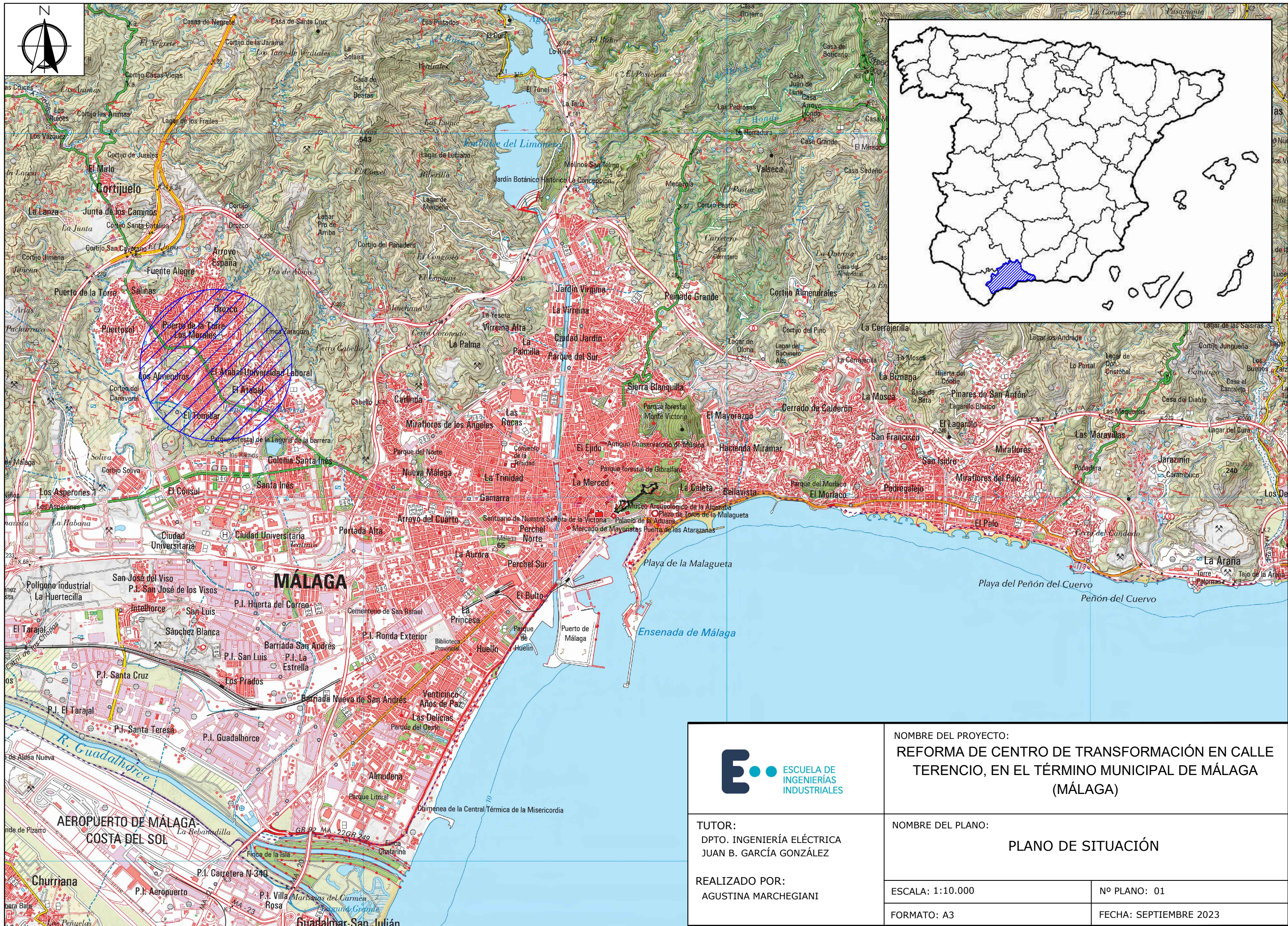
Málaga, septiembre 2023



## Planos

---

- 01 PLANO DE SITUACIÓN.
- 02 PLANO DE EMPLAZAMIENTO.
- 03.1 PLANO DE PLANTA ACTUAL.
- 03.2 PLANO DE PLANTA PREVISTO.
- 04 PLANO ALZADOS Y VENTILACIÓN.
- 05 PLANO ESQUEMA UNIFILAR.
- 06 PLANO DETALLE TELEMANDO.



NOMBRE DEL PROYECTO:  
**REFORMA DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN CALLE  
 TERENCIO, EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE MÁLAGA  
 (MÁLAGA)**

TUTOR:  
 DPTO. INGENIERÍA ELÉCTRICA  
**JUAN B. GARCÍA GONZÁLEZ**

NOMBRE DEL PLANO:  
**PLANO DE SITUACIÓN**

REALIZADO POR:  
**AGUSTINA MARCHEGANI**

ESCALA: 1:10.000  
 FORMATO: A3

Nº PLANO: 01  
 FECHA: SEPTIEMBRE 2023



Urbanización El Tomillar



CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE E-DISTRIBUCIÓN DENOMINADO "CD 195" A REFORMAR.



NOMBRE DEL PROYECTO:  
REFORMA DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN CALLE TERENCIO, EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE MÁLAGA (MÁLAGA)

TUTOR:  
DPTO. INGENIERÍA ELÉCTRICA  
JUAN B. GARCÍA GONZÁLEZ

NOMBRE DEL PLANO:  
PLANO DE EMPLAZAMIENTO

REALIZADO POR:  
AGUSTINA MARCHEGANI

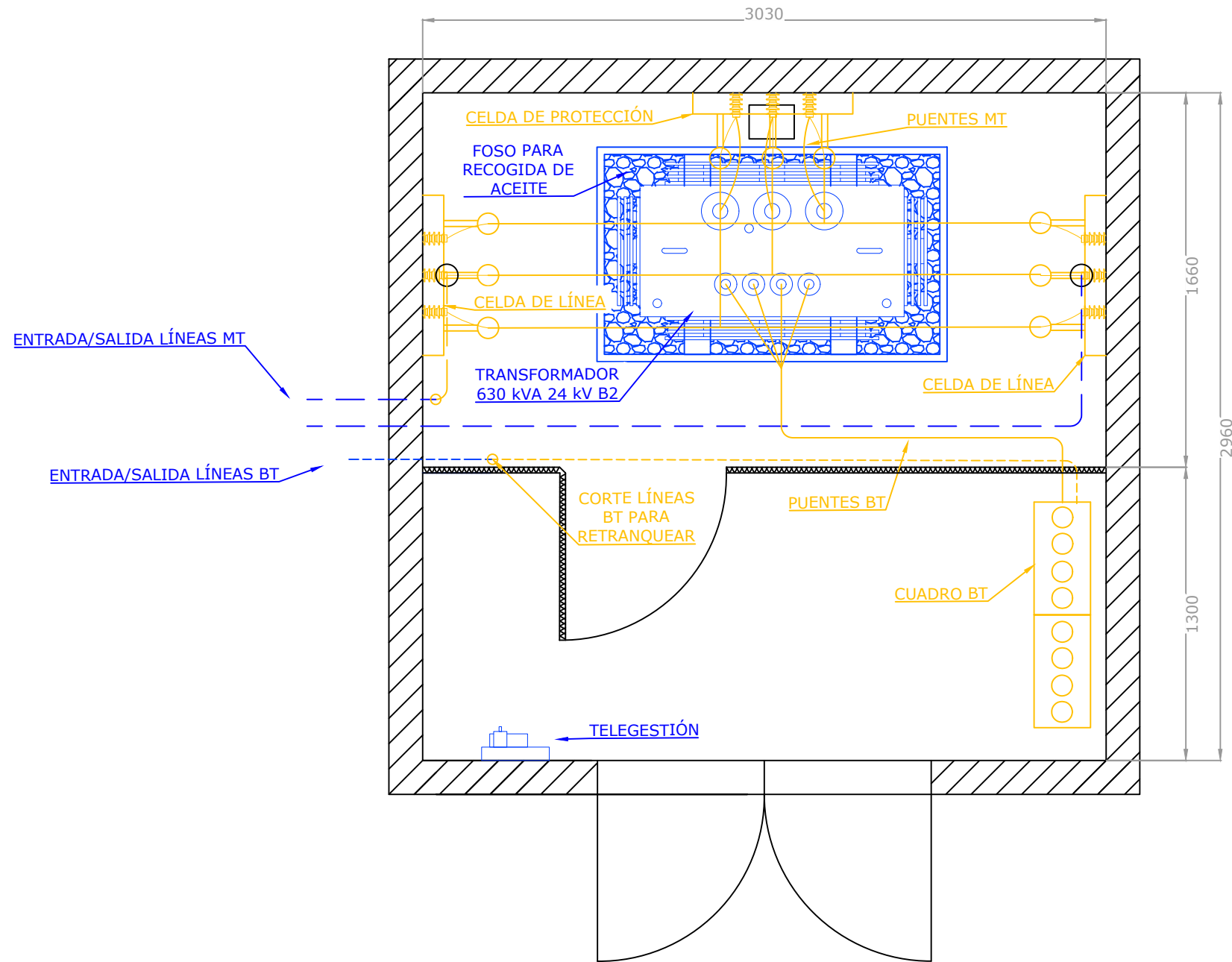
ESCALA: 1:1.000

Nº PLANO: 02

FORMATO: A3

FECHA: SEPTIEMBRE 2023

LEYENDA	COORDENADAS UTM
 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN A REFORMAR	CD 195 ETRS89-HUSO30 X(m): 367659.56 Y(M): 4066507.49
 LÍMITES CATASTRALES	

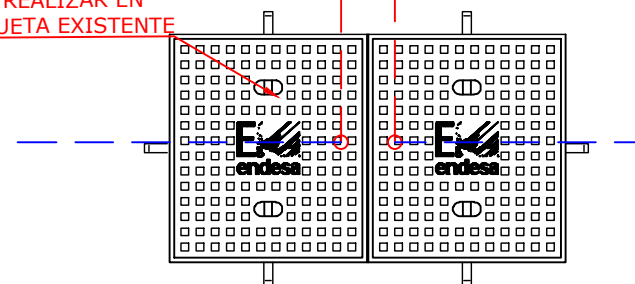


LEYENDA	
<span style="color: blue;">—</span>	APARAMENTA ACTUAL
<span style="color: orange;">—</span>	APARAMENTA A DESMANTELAR
ALTURA INTERIOR 5940 mm	
COTAS EN MILÍMETROS	

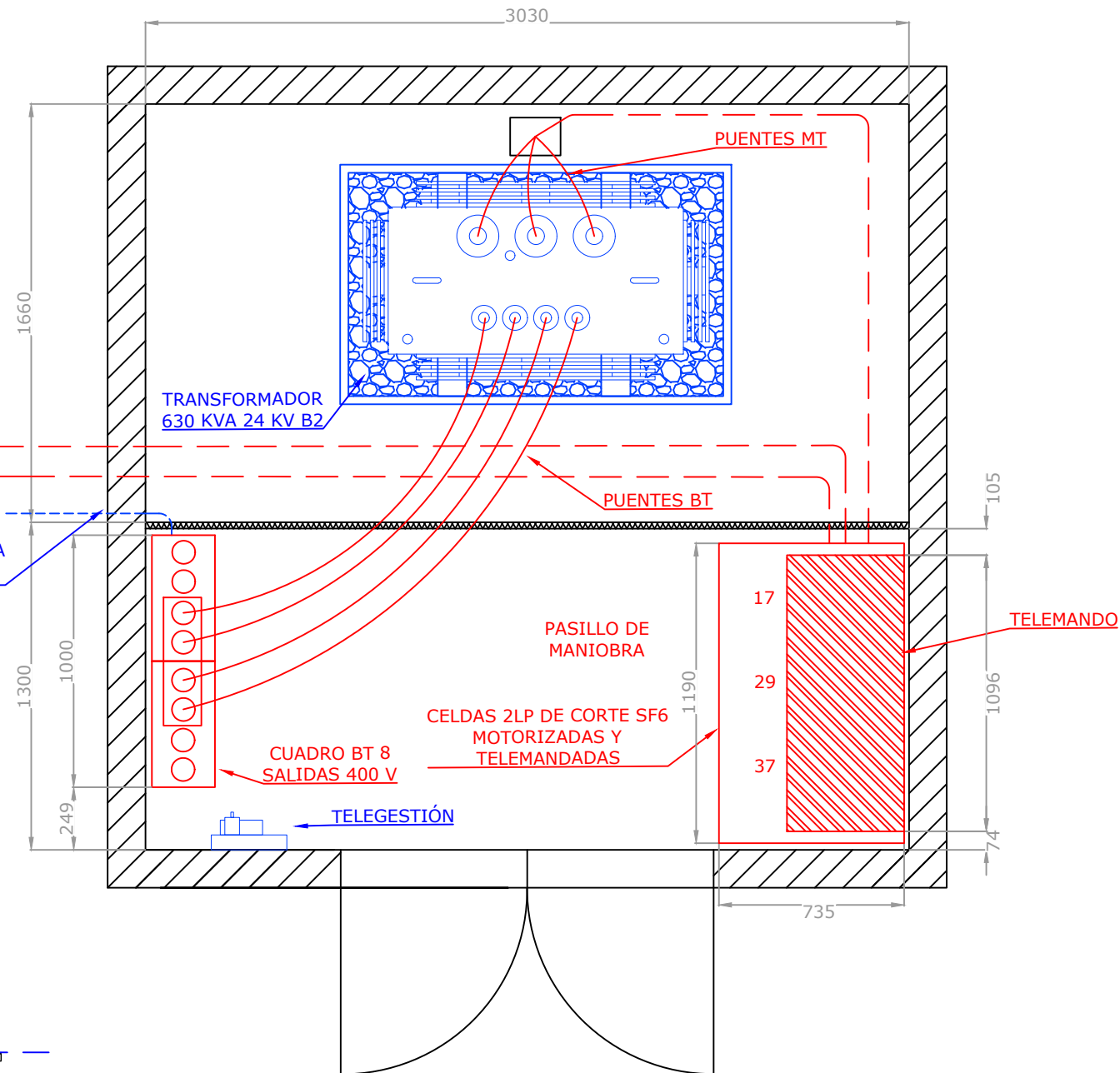
	NOMBRE DEL PROYECTO: <b>REFORMA DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN CALLE            TERCENCO, EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE MÁLAGA            (MÁLAGA)</b>	
	NOMBRE DEL PLANO: <b>PLANO DE PLANTA ACTUAL</b>	
TUTOR: DPTO. INGENIERÍA ELÉCTRICA JUAN B. GARCÍA GONZÁLEZ  REALIZADO POR: AGUSTINA MARCHEGIANI	ESCALA: 1:25	Nº PLANO: 03.1
	FORMATO: A3	FECHA: SEPTIEMBRE 2023

ENTRADA/SALIDA LÍNEAS MT A INSTALAR HASTA ARQUETA EXISTENTE POR CANALIZACIÓN EXISTENTE


EMPALMES MT A REALIZAR EN ARQUETA EXISTENTE



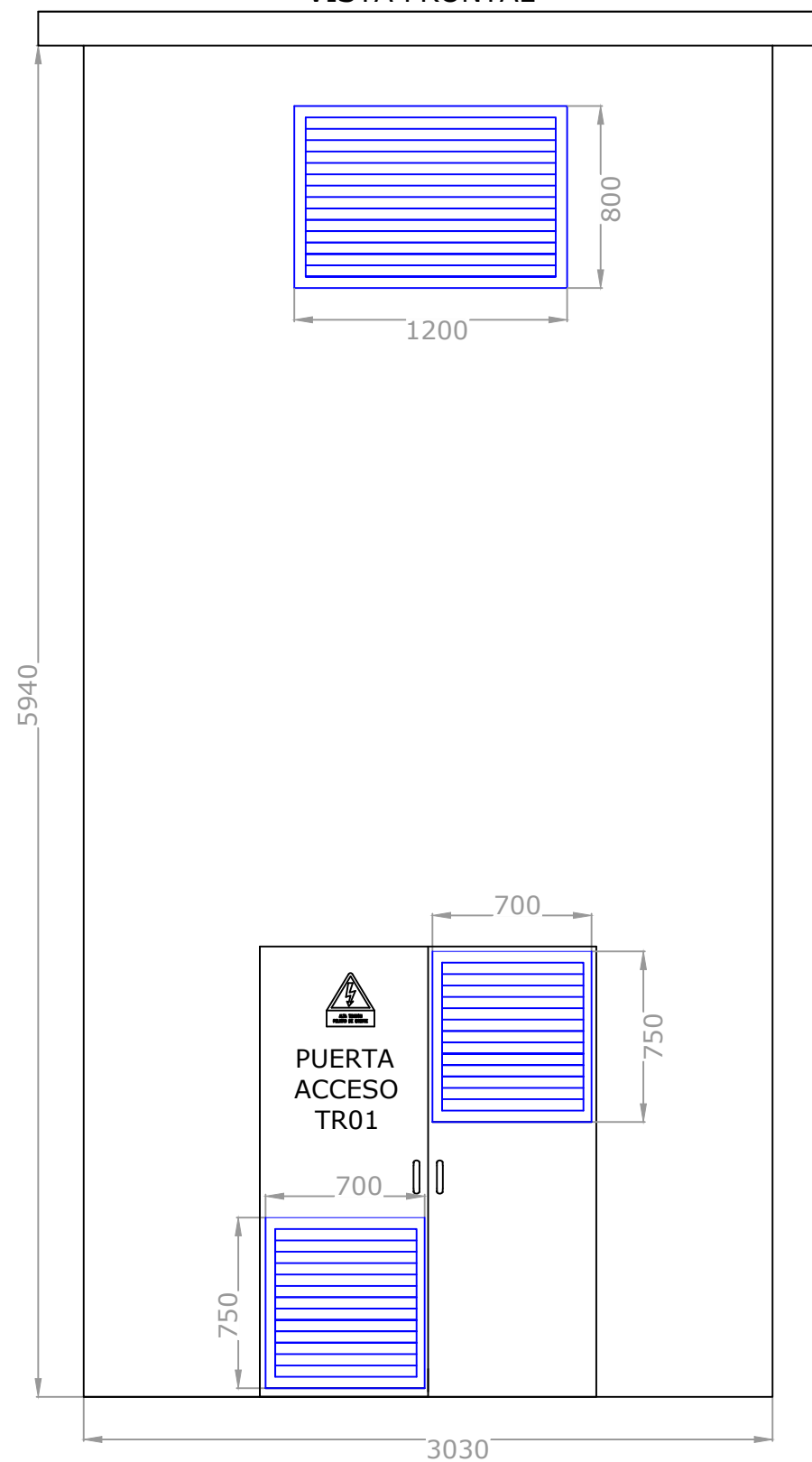
ENTRADA/SALIDA LÍNEAS BT



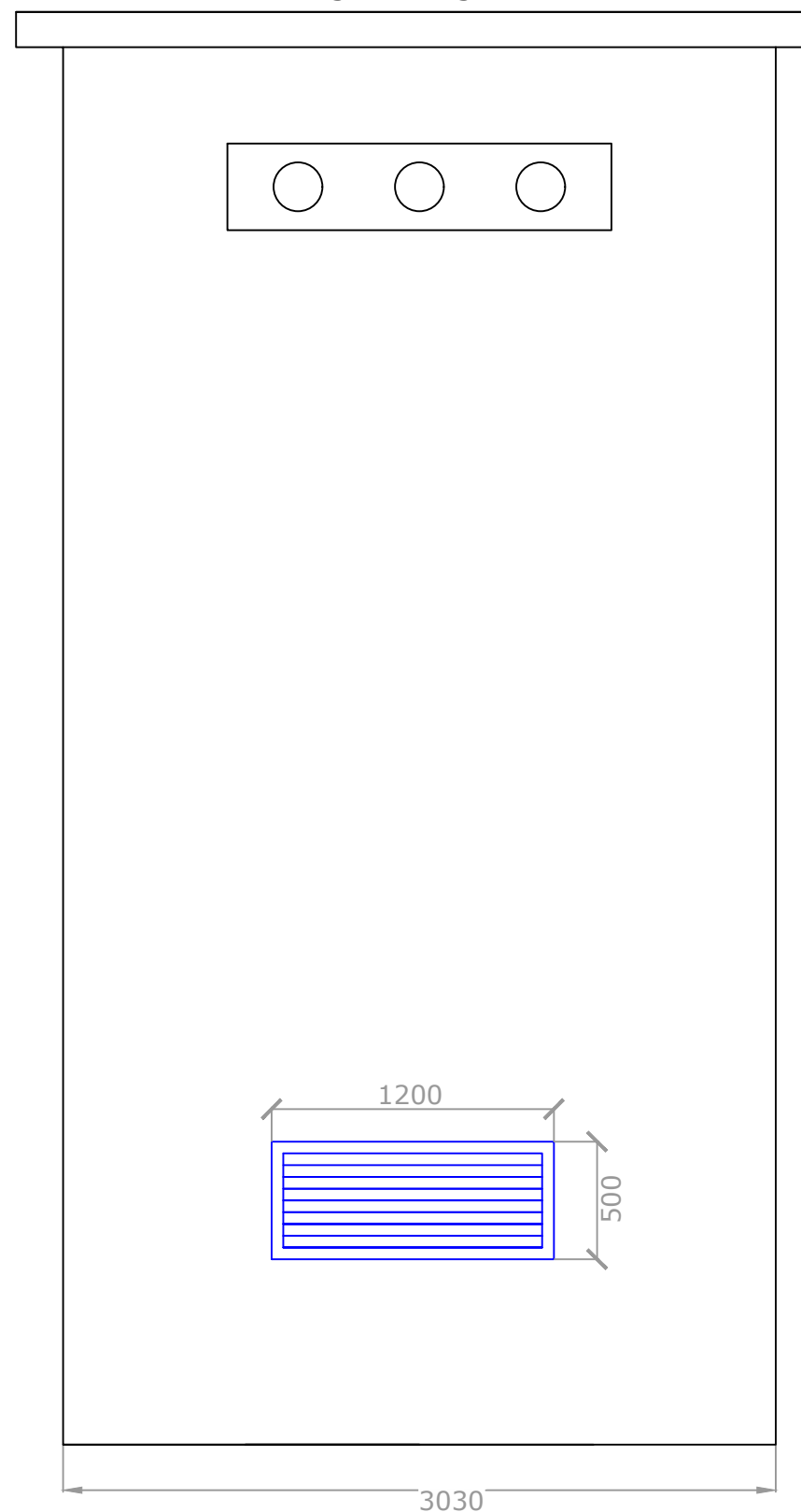
LEYENDA	
<span style="color: blue;">—</span>	APARAMENTA ACTUAL
<span style="color: red;">—</span>	APARAMENTA A INSTALAR
ALTURA INTERIOR 5940 mm	
COTAS EN MILÍMETROS	

	NOMBRE DEL PROYECTO: <b>REFORMA DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN CALLE TERENCIO, EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE MÁLAGA (MÁLAGA)</b>	
	NOMBRE DEL PLANO: <b>PLANO DE PLANTA PREVISTO</b>	
TUTOR: DPTO. INGENIERÍA ELÉCTRICA JUAN B. GARCÍA GONZÁLEZ  REALIZADO POR: AGUSTINA MARCHEGIANI	ESCALA: 1:25	Nº PLANO: 03.2
	FORMATO: A3	FECHA: SEPTIEMBRE 2023

VISTA FRONTAL

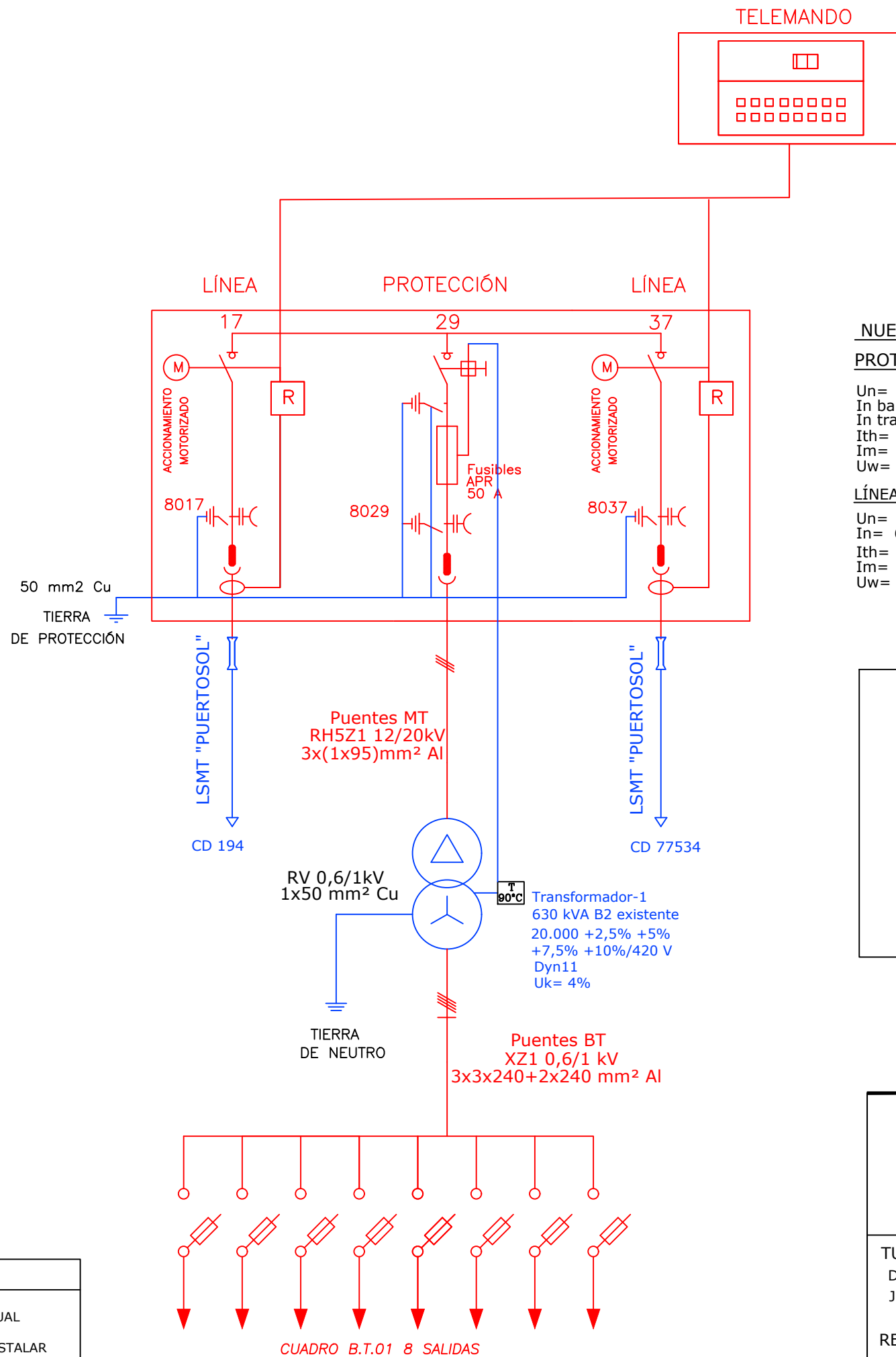


VISTA TRASERA



LEYENDA	VENTILACIÓN
<p>■ VENTILACIÓN EXISTENTE</p> <p>ALTURA INTERIOR 5940 mm</p> <p>COTAS EN MILÍMETROS</p>	<p>ÁREA TOTAL DE REJILLAS DE VENTILACIÓN DEL CD</p> <p>ÁREA TOTAL=2,61m<sup>2</sup> &gt; 1,04 m<sup>2</sup></p>

 <p>ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES</p>	<p>NOMBRE DEL PROYECTO:</p> <p>REFORMA DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN CALLE TERENCIO, EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE MÁLAGA (MÁLAGA)</p>	
	<p>NOMBRE DEL PLANO:</p> <p>PLANO ALZADOS Y VENTILACIÓN</p>	
<p>TUTOR:</p> <p>DPTO. INGENIERÍA ELÉCTRICA</p> <p>JUAN B. GARCÍA GONZÁLEZ</p> <p>REALIZADO POR:</p> <p>AGUSTINA MARCHEGIANI</p>	<p>ESCALA: 1:30</p>	<p>Nº PLANO: 04</p>
	<p>FORMATO: A3</p>	<p>FECHA: SEPTIEMBRE 2023</p>



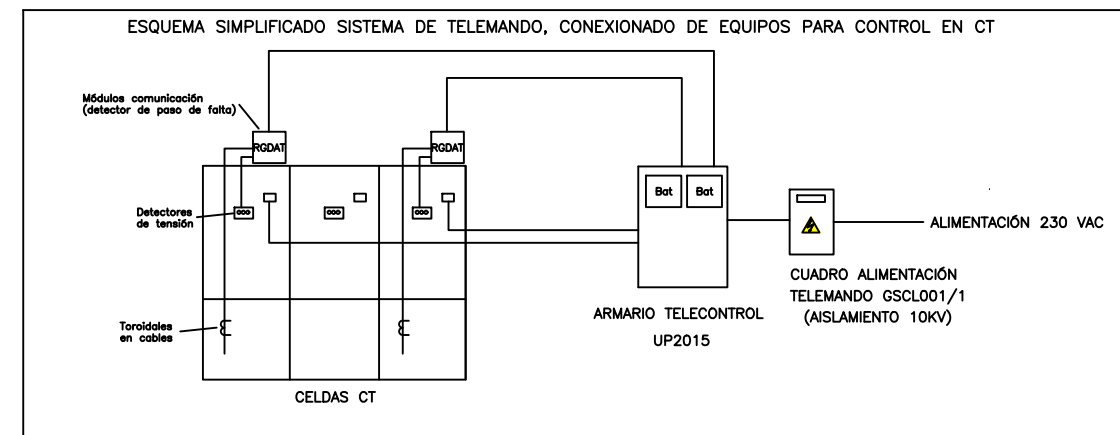
**NUEVAS CELDAS CGMCOSMOS,SF6, 2LP (motorizadas):**

**PROTECCIÓN TRANSFORMADOR**

Un= 24 kV  
 In barras= 630 A  
 In trafo= 200 A  
 Ith= 16 kA,1s  
 Im= 40 kA  
 Uw= 125 kV

**LÍNEA**

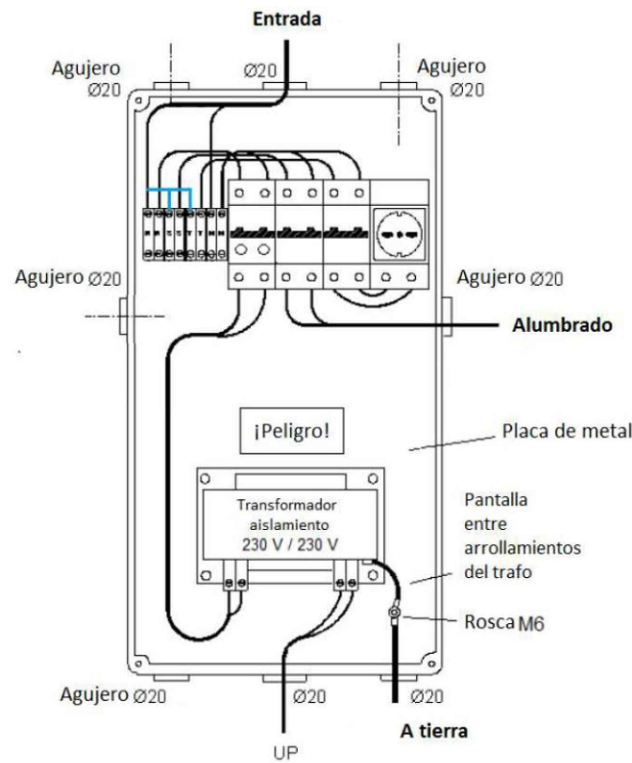
Un= 24 kV  
 In= 630A  
 Ith= 16 kA,1s  
 Im= 40 kA  
 Uw= 125 kV



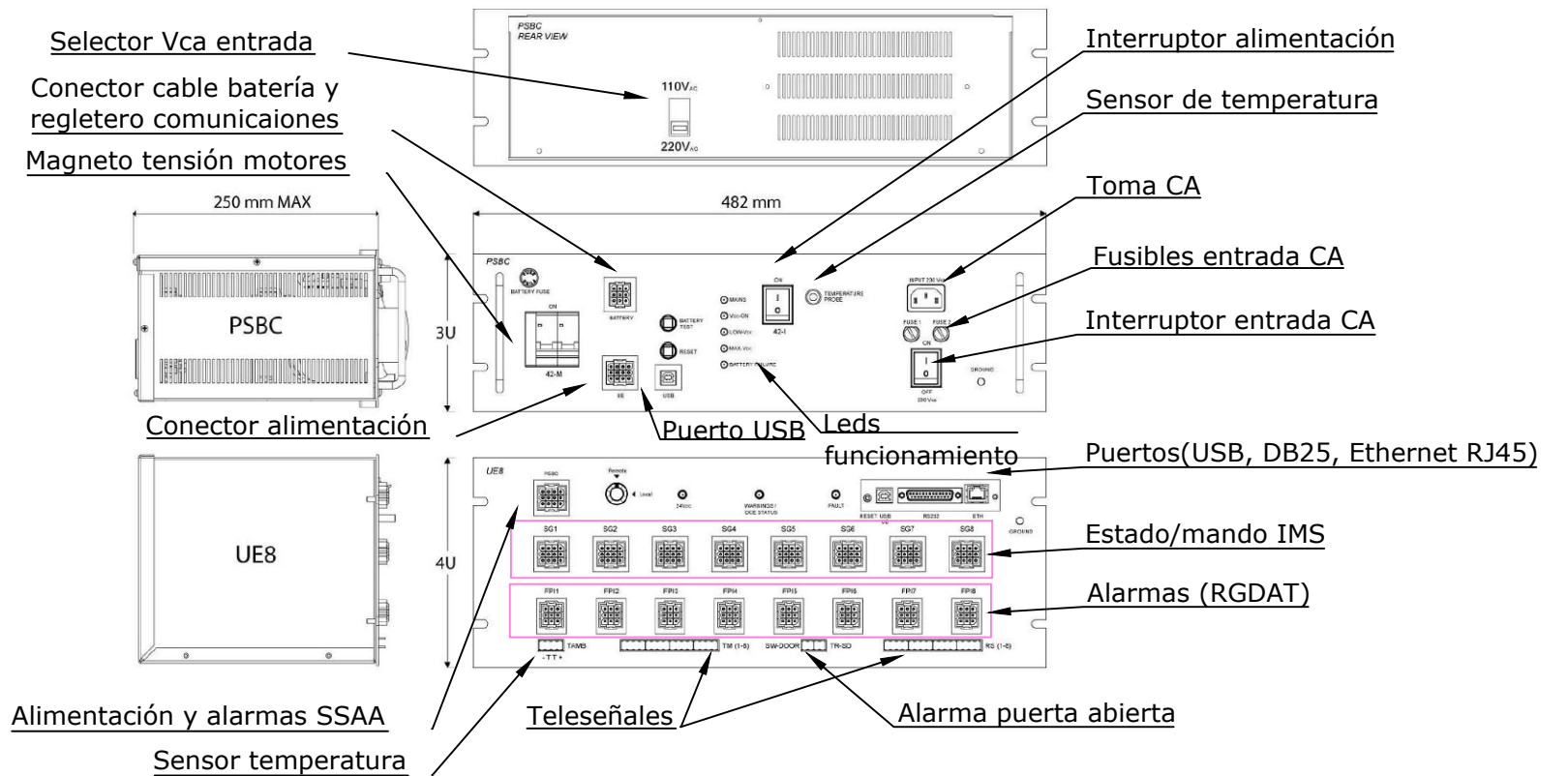
LEYENDA	
<span style="color: blue;">—</span>	APARAMENTA ACTUAL
<span style="color: red;">—</span>	APARAMENTA A INSTALAR

	NOMBRE DEL PROYECTO: <b>REFORMA DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN CALLE TERENCIO, EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE MÁLAGA (MÁLAGA)</b>	
	NOMBRE DEL PLANO: <b>PLANO ESQUEMA UNIFILAR</b>	
TUTOR: DPTO. INGENIERÍA ELÉCTRICA JUAN B. GARCÍA GONZÁLEZ  REALIZADO POR: AGUSTINA MARCHEGIANI	ESCALA: S/E	Nº PLANO: 05
	FORMATO: A3	FECHA: SEPTIEMBRE 2023

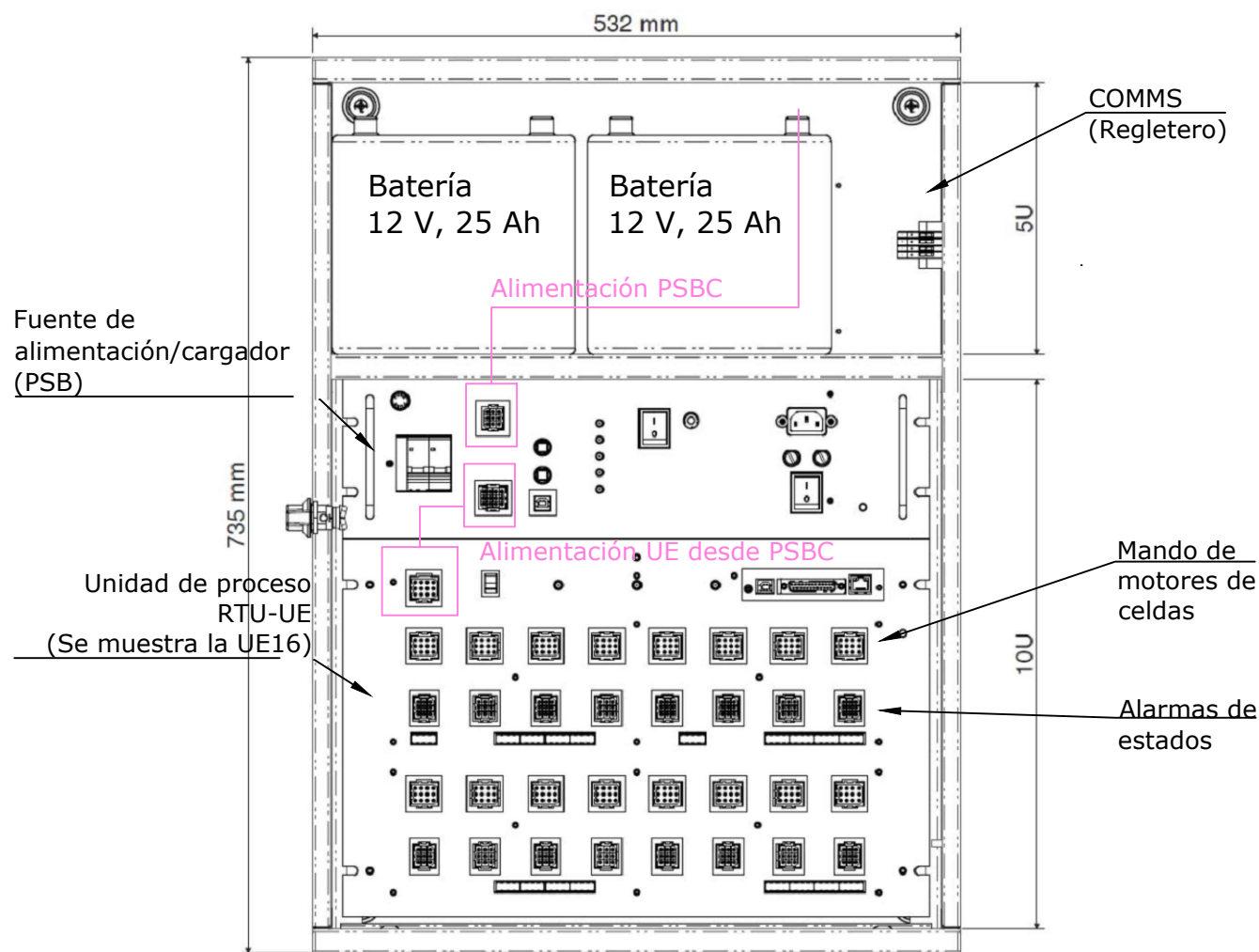
### DETALLE CUADRO TRAFU DE AISLAMIENTO 10 kV



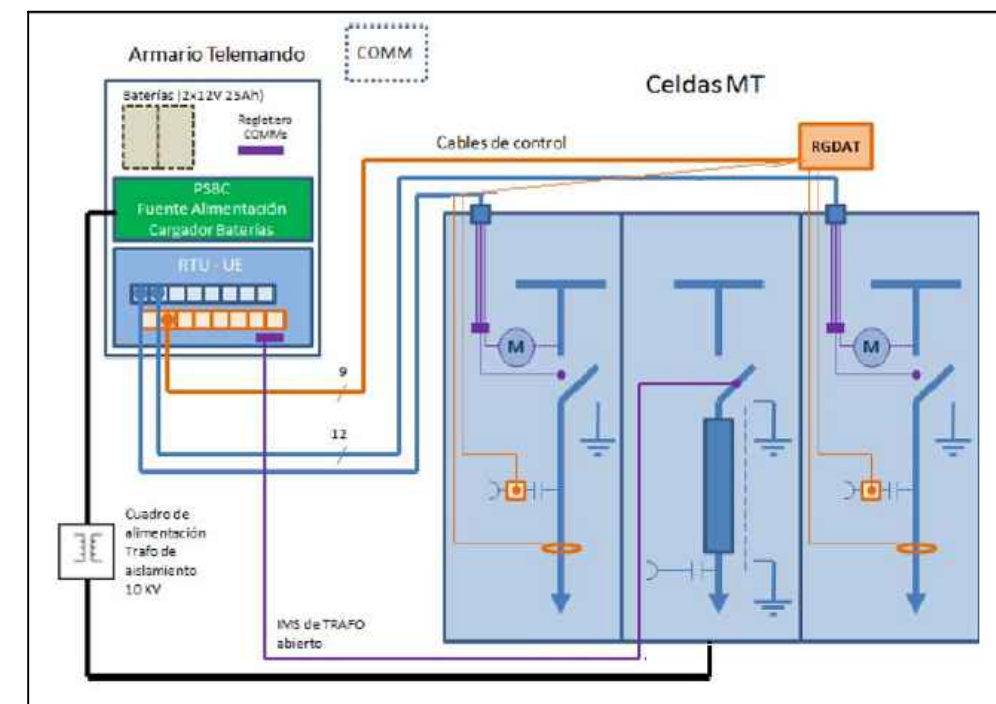
### VISTA PANELES DE PSBC Y RTU-UE



### DISTRIBUCIÓN DE ELEMENTOS EN ARMARIO



### ESQUEMA DE INTERCONEXIÓN ENTRE ELEMENTOS DEL SISTEMA



TUTOR:  
DPTO. INGENIERÍA ELÉCTRICA  
JUAN B. GARCÍA GONZÁLEZ

REALIZADO POR:  
AGUSTINA MARCHEGANI

NOMBRE DEL PROYECTO:  
REFORMA DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN CALLE  
TERENCIO, EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE MÁLAGA  
(MÁLAGA)

NOMBRE DEL PLANO:  
PLANO DETALLE TELEMANDO

ESCALA: S/E  
FORMATO: A3

Nº PLANO: 06  
FECHA: SEPTIEMBRE 2023



## Bibliografía

---

[1] VARIOS AUTORES (2014). RAT. *Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23*. Garceta Grupo Editorial.

[2] VARIOS AUTORES (2022). RLAT. *Reglamento de Líneas de Alta Tensión. Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 A 09 Y Guías Técnicas de Aplicación: GUIA LAT-05, GUIA LAT-07*. Garceta Grupo Editorial.

[3] BENILDE BUENO GONZÁLEZ (2021). Libro *Reglamento Electrónico para Baja Tensión (7ª edición)*. Marcombo.

[4] Ormazabal Velatia (2023). Página Web *Technology for a new electric world*. <https://www.ormazabal.com/>

[5] Pronutec Gorlan (2023). Página Web *Productos para redes eléctricas Baja Tensión*. <https://pronutec.gorlan.com/>

[6] Prysmian Group (2023). Página Web *Cables y accesorios cables y accesorios de Energía y Telecomunicaciones – Centro de Productos*. <https://es.prysmiangroup.com/>

[7] RAYTECH S.R.L. (2019) Página Web *Raytech - Productos Baja y Media Tensión*. <https://www.raytech.it/es>

[8] Ayuntamiento de Málaga. Página Web *Gerencia Municipal de Urbanismo Obras e Infraestructuras. PGOU de Málaga*. [https://www.malaga.eu/recursos/urbanismo/pgou\\_ap2/PGOU2011AD1.html](https://www.malaga.eu/recursos/urbanismo/pgou_ap2/PGOU2011AD1.html)

[9] Ormazabal Velatia (2023). Software *Amikit 5.0 Programa de diseño, cálculo y valoración de centros de transformación*.

[10] E-DISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U. (2023). Página Web *Materiales eléctricos: normas de instalación. NRZ001 y FYZ10000*.

<https://www.edistribucion.com/es/conocenos/instalaciones-distribucion-red/materiales-electricos-normas.html>

[11] Gobierno de España. Ministerio de Transporte, Movilidad y Agenda Urbana. Organismo Autónomo Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG) (2022). *Centro de Descargas del CNIG*.

[12] Draw.io Software Online (2023) *Diagramas online*. <https://app.diagrams.net/>



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA



## Anexos

---



Smart & digital grids

Green mobility

Sustainable buildings & infrastructures

Green generation & storage

CELDAS DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA

# cgmcosmos

Sistema modular y compacto  
con aislamiento integral en gas

Hasta 24 kV  
Hasta 27 kV

Normas IEC  
Normas ANSI / IEEE

[ormazabal.com](http://ormazabal.com)

# 2. Características generales de producto

Introducción	p. 9
Estructura constructiva y componentes	p. 10
Datos técnicos	p. 12
Familia	p. 13
Normativa y certificaciones	p. 14
Aplicaciones especiales	p. 15
Outdoor	p. 15
HCR	p. 15
Protección y automatización	p. 16

# Introducción a cgmcosmos



Las celdas **cgmcosmos**, de hasta **24 kV / 27 kV (IEC/IEEE)** de tensión asignada, cuentan con una amplia variedad de funciones, tanto modulares como compactas, que han sido diseñadas de acuerdo a las principales normativas internacionales.

El diseño de las celdas cgmcosmos incluye una cuba de gas de acero inoxidable sellada herméticamente durante toda la vida del producto.

## Resistencia a arcos internos

**Clasificación de arco interno IAC AFL(R)**

de hasta **25 kA - 1 s** que proporciona la máxima seguridad.



## Extensibilidad

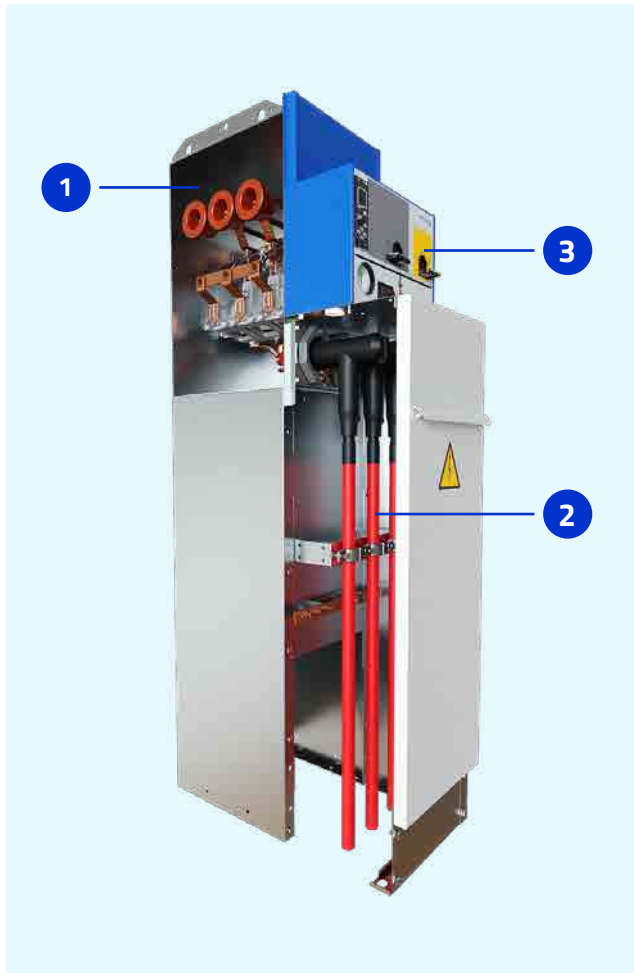
Las celdas cgmcosmos son opcionalmente **extensibles** por ambos lados. Nuestro conjunto de unión **ormalink** permite una unión sencilla que convierte a cgmcosmos en un sistema fácilmente escalable.



## Diseñadas para redes inteligentes

**Ormazabal** ofrece una solución completa con la integración de los sistemas de automatización, protección y sensórica ekorsys en las celdas cgmcosmos.

# Estructura constructiva



## 1 Cuba de gas

La cuba, estanca y aislada con gas, contiene el embarrado, así como los dispositivos de corte y conexión.

## 2 Compartimento de cables

El compartimento de conexión de cables de entrada/salida de media tensión se encuentra en la parte inferior de la celda y se puede acceder a él retirando la tapa frontal.

En su interior encontraremos:

- Pasatapas
- Conectores y cables
- Soporte abrazadera cables
- Pletina horizontal de puesta a tierra

## 3 Compartimento de mando

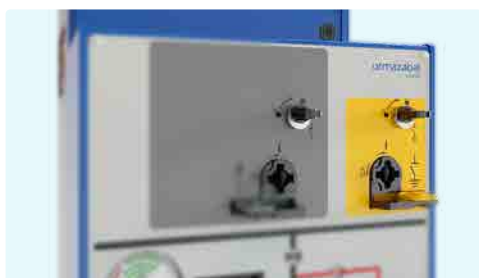
Zona de maniobra para operaciones de conexión y desconexión en los circuitos de media tensión. Se incluyen:

- Mecanismo de maniobra
- Esquema unifilar e indicación de posición
- Indicador de tensión
- Relé de protección control y medida
- Manómetro

Opcionalmente se podrá añadir en la parte superior de este compartimento, un cajón de control para la instalación de relés de protección, así como dispositivos de medida y control.



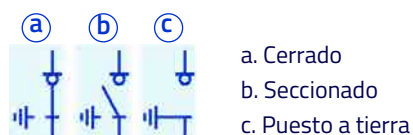
# Componentes



## Interruptores

### Interruptor-seccionador de 3 posiciones

Interruptor-seccionador con poder de corte en carga.



Tipos:

**B:** mecanismo básico con accionamiento manual independiente

**BM:** mecanismo básico con accionamiento motorizado

**BR/AR:** mecanismo con funcionamiento manual y con retención a la apertura

**ARM:** mecanismo con funcionamiento motorizado y retención a la apertura

### Interruptor automático

Interruptor automático con tecnología de corte en vacío. Configurable reenganche y endurance mecánica M1/M2 según IEC 62271-100.

Tipos:

**AV:** interruptor automático

**AVM:** interruptor automático motorizado

**RAV:** interruptor automático con reenganche

**RAVM:** interruptor automático con reenganche motorizado

## Enclavamientos

Enclavamientos mecánicos y eléctricos que garantizan un funcionamiento óptimo del equipo y de todos sus elementos.

- Impiden el cierre del interruptor-seccionador y del seccionador de puesta a tierra de forma simultánea.
- Permiten la apertura segura de la tapa de acceso al compartimento de cables.

## Características técnicas

Características eléctricas			IEC		ANSI/IEEE	
Tensión asignada	Ur	[kV]	12	24 <sup>1)</sup>	15,5	27
Frecuencia asignada	fr	[Hz]	50/60		50/60	
Corriente asignada	Ir					
Barras e interconexión de celdas		[A]	400/630		600	
Línea		[A]	400/630		600	
Bajante de transformador		[A]	200		200	
<b>Corriente de corta duración admisible</b>						
Con $t_k = (x) s$	Ik	[kA]	16/20 <sup>2)</sup> -(1/3 s) / 25-(1 s)		20 <sup>2)</sup> -(1/3 s)/25 (1 s)	
Valor de pico	Ip	[kA]	40/52 <sup>2)</sup> /62,5	40/52 <sup>2)</sup> /62,5	52 <sup>2)</sup> /62,5	
<b>Nivel de aislamiento asignado</b>						
Tensión soportada asignada a frecuencia industrial [1 min]	Ud	[kV]	28/32	50/60	35/60	
Tensión soportada asignada a impulso tipo rayo	Up	[kV]	75/85	125/145	95/125	
Clasificación de arco interno conforme a IEC 62271-200	IAC		AF/AFL 16 kA-1s / 20 <sub>2)</sub> kA-1s / 25 kA-1s   AFL[R] 20 <sub>2)</sub> kA-1s		AFL <sub>3)</sub> 16 kA-1s / 20 <sub>2)</sub> kA 1s / 25 kA-1 s	
Grado de protección: Cuba de gas			IPX8			
Grado de protección: Envoltorio externa			IP 2XD			
Color del equipo	RAL		Gris 7035 / Azul 5005			
Categoría de pérdida de continuidad de servicio	LSC		LSC2			
Clase de compartimentación			PM			

1) Para celda de medida con seccionador de puesta a tierra hasta 17,5 kV 2) Ensayos realizados a 21 kA/52,5 kA (50 Hz) - 54,6 kA (60 Hz)  
3) Equivalente a IEEE C37.20.7 para 1D-5

Mecanismo de maniobra	Interruptor seccionador de tres posiciones						Interruptor automático de corte en vacío			
	B	BM <sup>1)</sup>	BR	AR	ARM	AV	AMV	RAV	RAMV	
<b>Circuitos auxiliares</b>										
Aislamiento interno	[kV]	2	2	10	10	2				
<b>Bobina de disparo</b>										
Tensión asignada	[V]	-	-	24 <sub>2)</sub> /48/110 <sub>2)</sub> V <sub>cc</sub>   230 V <sub>ca</sub>			24/48/60/110/220 V <sub>cc</sub>   110/230 V <sub>ca</sub>			
Consumo máx.	[W]	-	-	80			56			
<b>Motorizaciones</b>										
Tensión asignada	[V]	-	3)	-	-	3)	-	4)	-	4)
Tiempo de maniobra del motor	[s]	-	< 7	-	-	< 7	-	< 15	-	< 15
Corriente asignada	[A]	-	< 4	-	-	< 4	-	-	-	-
Corriente de cresta	[A]	-	< 12 <sub>5)</sub>	-	-	< 12	-	< 8	-	< 8
<b>Contactos de señalización</b>										
Interruptor   Puesta a tierra		6)	2NA + 2NC   1NA + 1NC				2NA + 2NC   1NA + 1NC			
Interruptor automático			n/a				9 NA + 9 NC			
Tensión asignada	[V]		250				250			
Corriente asignada	[A]		16				10			

1) Consultar disponibilidad para Ik = 25 kA 2) Consultar disponibilidad para ARM 3) 24/48/110/125 Vcc | 220 Vca  
4) 24/48/60/110/220 Vcc | 110/230 Vca 5) 21 A (24 Vcc) 6) Opcional 2NA + 2NC | 1NA + 1NC

Condiciones del servicio conformes a las condiciones de servicio normal de IEC 62271-1			IEC	ANSI/IEEE
Tipo de aparamenta	Interior			
<b>Temperatura ambiente</b>				
Mínima   Máxima			-5/-15/-30 °C*   +40 °C**	23/5/- 22 °F*   104 °F**
Temperatura ambiente media máxima, medida en un período de 24 h			+35 °C	95 °F
<b>Temperatura mínima de almacenamiento</b>			-40 °C	-40 °F
<b>Humedad relativa</b>				
Humedad relativa media máxima, medida en un periodo de 24 h   1 mes			< 95 %   < 90 %	
<b>Presión de vapor</b>				
Presión de vapor media máxima, medida en un periodo de 24 h   1 mes			22 hPa   18 hPa	
<b>Altitud máxima sobre el nivel del mar</b>			2000 m**	6500 feet**
<b>Radiación solar</b>	Despreciable			
<b>Contaminación del aire (polvo, humo, gases corrosivos y/o inflamables, vapores o sal)</b>	No significativa			
<b>Vibraciones provocadas por causas ajenas a la aparamenta o los terremotos</b>	Despreciable**			

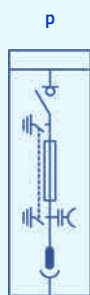
\* Consultar disponibilidad y otros valores \*\* Si existen altitudes o condiciones especiales, consultar con Ormazabal

# Funciones del sistema cgmcosmos

## Celdas modulares



Función de línea



Función de protección con fusibles



Función de protección con interruptor automático



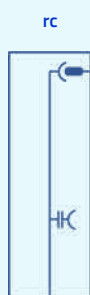
Función de interruptor pasante



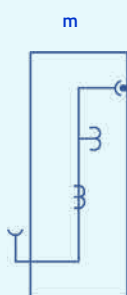
Alimentación de servicios auxiliares



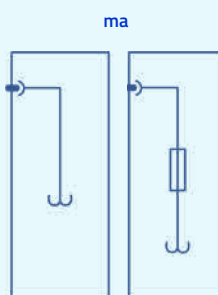
Función de remonte de barras



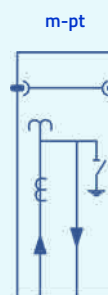
Función de remonte de cables



Función de medida

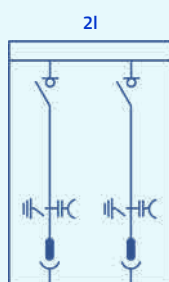


Función de medida y servicios auxiliares

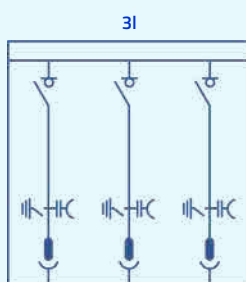


Función de medida con seccionador de puesta a tierra

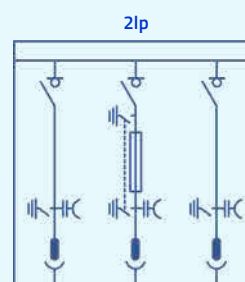
## Celdas compactas



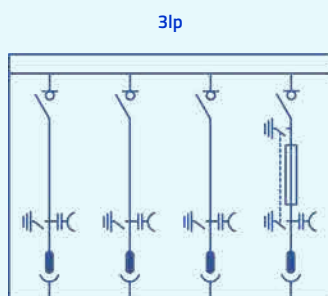
Funciones de doble línea



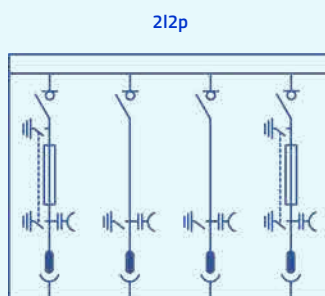
Funciones de triple línea



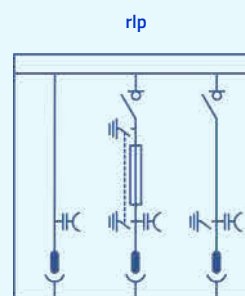
Funciones de protección con fusibles y doble línea



Funciones de protección de fusibles y triple línea



Funciones de doble protección con fusibles y doble línea



Funciones de protección con fusibles, línea y remonte de barras

## Normativa

Las celdas cgmcosmos han sido diseñadas y certificadas de acuerdo a la siguiente normativa internacional:

Normas eléctricas aplicables	
<b>IEC</b>	
<b>IEC 62271-1</b>	Estipulaciones comunes para la aparamenta de alta tensión
<b>IEC 62271-200</b>	Aparamenta bajo envolvente metálica de corriente alterna para tensiones nominales superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV
<b>IEC 62271-103</b>	Interruptores para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV
<b>IEC 62271-102</b>	Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna
<b>IEC 62271-105</b>	Combinaciones interruptor-fusibles de corriente alterna para alta tensión
<b>IEC 62271-100</b>	Interruptores automáticos de corriente alterna para alta tensión
<b>IEC 60255</b>	Relés eléctricos
<b>IEC 60529</b>	Grados de protección para envolventes
<b>IEC 62271-206</b>	Sistemas indicadores de presencia de tensión (vpis)
<b>IEC 61243-5</b>	Sistemas de detección de tensión (vds)
<b>IEEE/ANSI</b>	
<b>IEEE C37.74</b>	Requisitos de la norma IEEE para aparamenta con interruptor en carga y con interruptor en carga con fusibles semienterrada, subterránea y bajo poste para sistemas de corriente alterna de hasta 38 kV
<b>IEEE C37.20.3</b>	Norma IEEE para aparamenta de interruptor bajo envolvente metálica
<b>IEEE 1247</b>	Norma de interruptores para corriente alterna en el rango por encima de 1000 voltios
<b>IEEE C37.123</b>	Guía IEEE de especificaciones para equipos de subestaciones de energía eléctrica, aislados en gas
<b>IEEE C37.20.4</b>	Norma IEEE para interruptores CA en interiores (1 kV – 38 kV) para utilización en aparamenta bajo envolvente metálica
<b>IEEE C37.04</b>	Estructura de valores asignados de la norma IEEE para interruptores automáticos de alta tensión CA
<b>IEEE C37.06</b>	Interruptores automáticos de alto voltaje de CA clasificados sobre la base de una corriente simétrica: clasificaciones recomendadas y capacidades necesarias relacionadas
<b>IEEE C37.09</b>	Procedimiento de ensayos de la norma IEEE para interruptores automáticos de alta tensión CA con valores asignados en base a una corriente simétrica
<b>IEEE C37.20.7</b>	Guía IEEE para ensayos de arco interno en aparamenta de media tensión bajo envolvente metálica.
<b>IEEE C37.20.9</b>	Norma de aparamenta bajo envolvente metálica de 1 kV a 52 kV con sistema de aislamiento de gas.
(*) Consultar opciones y disponibilidad para otras normativas: SANS, HN, GB, SDMS...	

# Aplicaciones especiales



## Outdoor

Las celdas de exterior cgmcosmos están diseñadas para ser instaladas a la intemperie, en condiciones de servicio, con polución, condensación y radiación solar, entre otras, definidas en las condiciones normales de servicio de exterior, según IEC 62271-1 o IEEE C37.20.9.

Se presentan dos opciones de salida de gases:

- Salida de gases a foso
- Salida de gases hacia arriba

Clasificación de arco interno hasta

**IAC AFLR 25 kA - 1s**, según IEC 62271-200.

Características Outdoor	
Grado de protección	IP54*
Protección contra impactos	IK10
Categoría de corrosión	C5H
* Para otras opciones, consultar con Ormazabal.	



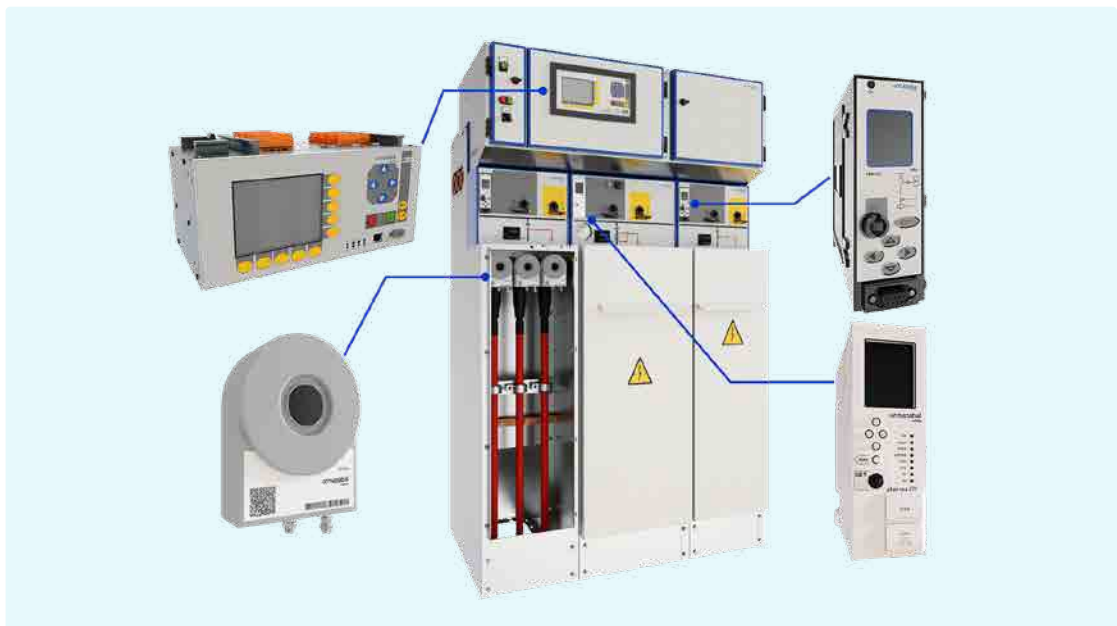
## High Corrosion Resistant (HCR)

Las celdas HCR, alta resistencia a la corrosión, han sido diseñadas para condiciones ambientales adversas y se recomienda su instalación en aplicaciones indoor con condiciones ambientales fuera de lo estándar como instalaciones offshore, instalaciones próximas a la costa, instalaciones ubicadas en climas tropicales o entornos industriales con alta polución.

Ormazabal ha desarrollado un procedimiento de ensayos propio, que garantiza una categoría de corrosión **C5-M**, durabilidad **"Alta"**, según la norma ISO 12944-2, y **"Nivel 6"** de salinidad, según la norma IEC 60068-2-52.

# Protección y automatización

Amplio rango de equipos de la familia **ekorsys** integrados y asociados a celdas **cgmcosmos** con funciones de protección, control y automatización para dar respuesta a las necesidades de la red eléctrica.



## Unidades de detección de tensión

Sistema de detección de presencia/ausencia de tensión con opción de incorporar salidas de alta frecuencia para medida de señales asociadas a descargas parciales.

## Unidades de protección, control y medida

Protecciones de tipo multifunción, incluyendo control y medida (con opción de autoalimentación).

## Sensores de tensión e intensidad

Sensores de intensidad toroidales y sensores de tensión de tipo capacitivo y resistivo para protección y monitorización.

## Unidades de control y automatización para media tensión

Telecontrol y automatización de la red de media tensión.

## Software

Herramientas de configuración para las unidades de protección, control y medida de la familia **ekorsys**.

# cgmcosmos-2lp

## Funciones de protección con fusibles y dos de línea

Celda compacta (RMU) con dos funciones de línea y una función de protección con fusibles, alojadas en una única cuba de gas.



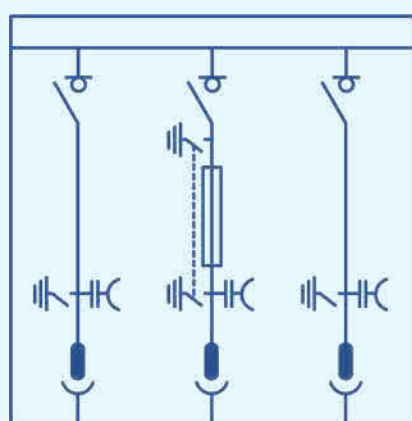
Características eléctricas	IEC	I	P
<b>Tensión asignada</b>	Ur [kV]	12*	24
<b>Frecuencia asignada</b>	fr [Hz]	50/60	50/60
<b>Corriente asignada</b>			
Interconexión general de embarrado y celdas	Ir [A]	400/630	400/630
Línea	Ir [A]	400/630	-
Bajante de transformador	Ir [A]	-	200
<b>Tensión asignada de corta duración soportada a frecuencia industrial (1 min)</b>			
Entre fases y tierra	Ud [kV]	28	50
A través de la distancia de seccionamiento	Ud [kV]	32	60
<b>Tensión soportada asignada a impulso tipo rayo</b>			
Entre fases y tierra	Up [kV]	75	125
A través de la distancia de seccionamiento	Up [kV]	85	145
<b>Clasificación arco interno</b>	IAC	AFL 16 kA 0,5 s/16 kA 1 s/20** kA 1 s/25 kA 1 s AFL[R***] 20** kA 1 s	
<b>Tensión de corriente continua soportada</b>	[kV]	48 kV sin dispositivo de comprobación de cable 50 kV con dispositivo de comprobación de cable	n/a
<b>Interruptor-seccionador</b>		IEC 62271-103	
<b>Corriente admisible asignada de corta duración (circuito principal)</b>			
Valor tk = (x) s	Ik [kA]	16/20** (1/3 s)/25 (1 s)	16/20** (1/3 s)/25 (1 s)
Valor de pico	Ip [kA]	50 Hz: 40/52**/62,5 60 Hz: 41,6/52**/65	50 Hz: 40/52**/62,5 60 Hz: 41,6/52**/65
<b>Poder de corte asignado corriente principalmente activa</b>	I1 [A]	400/630	200
<b>Poder de corte - carga de cable / poder de corte carga de línea</b>	I4a [A]	50/1,5	50/1,5
<b>Poder de corte bucle cerrado</b>	I2a [A]	400/630	400
<b>Poder de corte asignado en caso de fallo a tierra</b>	I6a [A]	300	300
<b>Poder de corte asignado de cables / líneas en vacío en caso de fallo a tierra</b>	I6b [A]	100	100
<b>Poder de cierre del interruptor principal (valor de pico)</b>	I <sub>ma</sub> [kA]	50 Hz: 40/52**/62,5 60 Hz: 41,6/52**/65	50 Hz: 40/52**/62,5 60 Hz: 41,6/52**/65
<b>Categoría del interruptor seccionador</b>			
Endurancia mecánica		1000-M1/5000-M2	
Ciclos de maniobras (cierres en cortocircuito)- clase		5-E3	
<b>Interruptor-relé combinado (ekor.rpt) corriente de intersección</b>			
I <sub>max</sub> de corte según TD <sub>ito</sub> IEC 62271-105	[A]	-	1700 1300
<b>Corriente de transferencia combinado interruptor-fusible</b>			
I <sub>max</sub> de corte según TD <sub>ltransfer</sub> IEC 62271-105	[A]	-	2300 1600
<b>Seccionador de puesta a tierra</b>		IEC 62271-102	
<b>Corriente admisible asignada de corta duración (circuito de tierra)</b>			
Valor tk = (x) s	Ik [kA]	16/20** (1/3 s)/25 (1 s)	1/3 (1/3 s)
Valor de pico	Ip [kA]	50 Hz: 40/52**/62,5 60 Hz: 41,6/52**/65	50 Hz: 2,5/7,5 60 Hz: 2,6/7,8
Poder de cierre del interruptor principal (valor de pico)	I <sub>ma</sub> [kA]	50 Hz: 40/52**/62,5 60 Hz: 41,6/52**/65	50 Hz: 2,5/7,5 60 Hz: 2,6/7,8
<b>Categoría del seccionador de puesta a tierra</b>			
Endurancia mecánica (manual)		1000-M0	
Ciclos de maniobras (cierres en cortocircuito)- clase		5-E2	

\* También disponible con Ur = 7,2 kV bajo demanda \*\* Ensayos realizados a 21 kA/52,5 kA y 25 kA/65 kA

\*\*\* Con escape de gas hacia arriba por un conducto para celdas de 1740 mm de altura y hacia foso para celdas de 1300 mm de altura

## Dimensiones

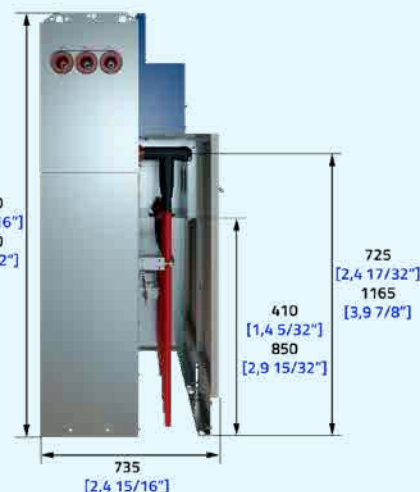
290/310 kg  
639/683 Lb



IEC



1300  
[4,3 3/16"]  
1740  
[5,8 1/2"]



725  
[2,4 17/32"]  
1165  
[3,9 7/8"]

## Configuración

Estándar  Opcional

### Clasificación IAC

Arco interno IAC AFLR

- 20 kA 1 s

Arco interno IAC AF/AFL

- 16 kA 1 s     20 kA 1 s

- 25 kA 1 s

Arco interno: cuba

- 16 kA 0,5 s     20 kA 0,5 s

- 16 kA 1 s     20 kA 1 s     25 kA 1 s

### Altura de celda

- 1740 mm

- 1300 mm

### Cuba de gas

Indicador de presión del gas:

- Manómetro sin contactos  
 Manómetro con contactos y compensación de temperatura

### Conexión frontal

- Pasatapas de cable

### Extensibilidad

- Extensibilidad a ambos lados  
 Extensibilidad a la izquierda / derecha ciega  
 Extensibilidad a la derecha / izquierda ciega  
 Ciego a ambos lados

### Tipo de conexión lateral:

Tulipa

- Derecha     Izquierda     Ambas

Pasatapas

- Derecha     Izquierda     Ambas

### Mecanismos de maniobra

- Palancas de accionamiento  
 Mecanismo manual de tipo B y BR  
 Mecanismo motorizado tipo BM  
 Mecanismo manual tipo AR  
 Mecanismo motorizado tipo ARM

### Enclavamientos adicionales:

- Enclavamientos eléctricos  
 Enclavamientos con cerradura  
 Candados

### Indicadores

- Alarma sonora ekor.sas  
 Indicador capacitivo de presencia de tensión ekor.vpis  
 Indicador capacitivo de presencia/ausencia de tensión ekor.ivds  
 Indicador capacitivo de presencia/ausencia de tensión ekor.ivds-pd con salida de alta frecuencia (AF)  
 Otros indicadores capacitivos de tensión

Algunas configuraciones específicas pueden ser incompatibles entre sí.

# Instalación y conexión



## Manipulación y transporte

- Dimensiones compatibles con transporte por carretera, en container marítimo o aéreo
- Tamaño y peso reducidos
- Embalaje adaptado:
  - Plástico vertical sobre pallet protegido con poliestireno.
  - Pallet pack con caja de cartón reforzado
  - Caja de madera

Métodos de manipulación (hasta 5 unidades funcionales):

- Elevación: Carretilla elevadora o transpaleta manual
- Izado: Eslingas y balancines

*En referencia a las instrucciones de manipulación e instalación, consultar con Ormazabal.*

## Instalación

- Instalación en interiores, exteriores, Centros de transformación, aplicaciones de eólica (on/offshore), etc.
- Manipulación sencilla (pasa por puertas y ascensores de tamaño estándar)
- Maniobra, extensibilidad y extracción en espacios reducidos
- Diseño ergonómico para la conexión sencilla de la celda y sujeción al suelo
- Sin manipulación de gas *in situ*
- Instalación sobre perfiles auxiliares en caso de suelos irregulares o para evitar la construcción de fosos de cables

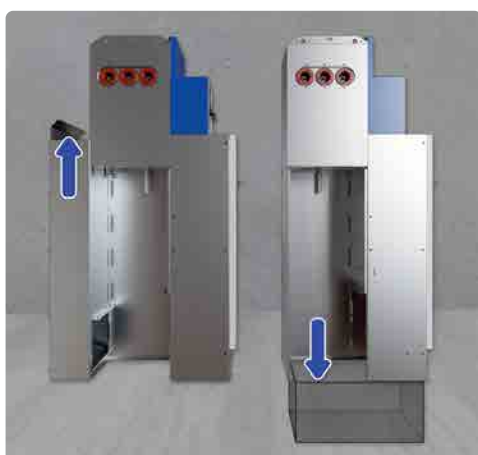


### Distancias de instalación

Se pueden configurar las celdas de la familia cgmcosmos que mejor se adapten a sus necesidades y al espacio disponible. Es importante tener en cuenta las distancias mínimas de instalación, que se definen por la accesibilidad y las condiciones de protección requeridas (clasificación IAC, salida de gases, etc.).

Distancias mínimas de instalación [mm] (pies/pulgadas)	
Pared lateral (a)	[100] (4)
Techo (b)	[500] (1' 7 5/8")
Pasillo frontal (c)	[500] (1' 7 5/8")
Pared trasera (d)	[> 100] (> 4") *

\* Salvo para cgmcosmos-v (> 50 mm/2 pulgadas) y cgmcosmos-m (0 mm/pulgadas)  
 En caso de conducto posterior = 0 mm/pulgadas. El espacio requerido para extender el conjunto con una celda adicional es 150 mm / 5 7/8" más la anchura de la nueva celda.



### Salida de gases

Expansión de gases configurable en función de las características de la instalación:

- Gases abajo, dirigiendo los gases al foso
- Gases arriba, dirigiendo los gases por la parte trasera hacia la parte superior de la celda

*Para otras configuraciones específicas, consultar con Ormazabal.*



### Dimensiones del foso

Las dimensiones mínimas recomendadas para el foso se definen en base a las utilizadas en los ensayos según norma IEC/IEEE. En función del radio de curvatura de los cables, éstas dimensiones pueden variar.

*En referencia a las dimensiones específicas para su producto, consultar con Ormazabal.*



### Conexión de cables

Pasatapas de resina epoxy atornillables o enchufables, tipo IEC o IEEE. Cumplen los ensayos dieléctricos y de descargas parciales.

Existen tres tipos:

- Enchufable hasta 250 A (IEC) y 200 A (IEEE)
- Enchufable hasta 400 A
- Atornillable hasta 630 A (IEC) y 600 A (IEEE)

Ubicados en el compartimento de cables. Opcionalmente pueden ubicarse en el lateral de las celdas para el suministro directo al embarrado principal.

*Posibilidad de instalar más de un conector por fase en función de modelo y fabricante. Consultar disponibilidad con Ormazabal.*

		Distancia (d)
cgmcosmos-l/rb <sup>1</sup>	[mm] (pies/pulgadas)	[310] (1'-1/4")
cgmcosmos-v <sup>1</sup>	[mm]z (pies/pulgadas)	[500] (1' 7 11/16")
cgmcosmos-p	-	Conexión vertical

1) Posibilidad de ampliar la distancia disponible con la opción de tapa extendida [+ 200 mm] (+ 7 7/8").

cgmcosmos	Cable tipo IEC		Cable tipo IEEE	Tapa extendida	
	enchufable	atornillable	atornillable	2 cables/fase	cable + autoválvula
-l	-	√	√	√	√
-p <sup>1</sup>	√	√	√	√	√
-v	√	√	√	√	√
-s	-	-	-	-	-
-a	√	-	√	-	-
rb	√	√	√	-	-
-m	-	-	-	-	-
-rc	√	√	√	√*	-
-2l	-	√	-	√	√
-3l	-	√	-	√	√
-2lp <sup>1</sup>	-	√	√	√	√
-3lp <sup>1</sup>	-	√	√	√	√
-2l2p <sup>1</sup>	-	√	-	√	√
rlp <sup>1</sup>	-	√	√	√	√

<sup>1</sup> Conectores enchufables de 250 A (rectos o acodados para la salida del cable en la parte posterior) en salidas al transformador (compartimento de cables) para funciones de protección con fusibles.  
\* cgmcosmos-r2c: unidad funcional de remonte de doble cable.



Technology for a new  
electric world

Parque Científico y  
Tecnológico de Bizkaia, Edif. 104.  
48170 Zamudio. España  
Tel.: +34 94 431 77 77  
[ormazabal@ormazabal.com](mailto:ormazabal@ormazabal.com)



More info

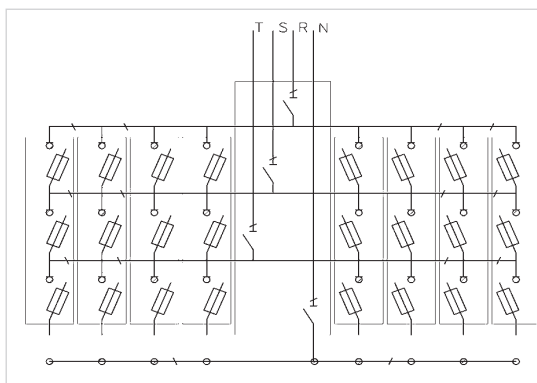
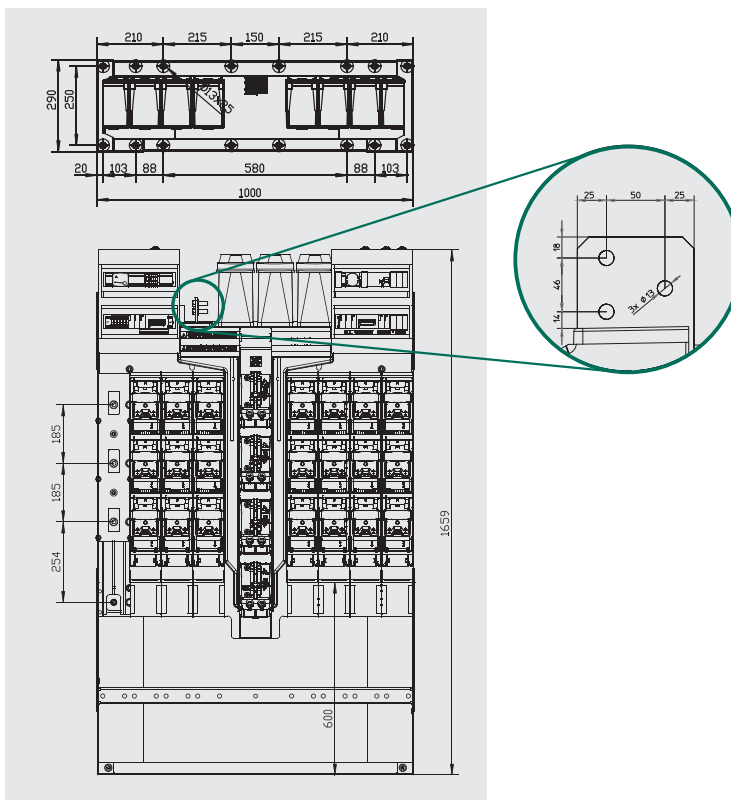


CA-100-ES-01  
2022

Descripción / Description

- Acometida superior o lateral.
- Seccionador 3F+N de maniobra unipolar.
- Conexión a grupo electrógeno.
- Desde 4 hasta 8 salidas protegidas con bases portafusibles BTVC TRIVER+.
- Circuito de servicios auxiliares del C.T.
- Para centros de transformación de maniobra interior.
- Para transformadores hasta 1000 kVA.
- Upper or lateral incoming.
- One pole operating Integrated compact Disconnecter 3P+N.
- Power generator connection.
- From 4 up to 8 feeders by means of fuse switches BTVC TRIVER+.
- Auxiliary circuits.
- Indoor application.
- Suitable for transformers up to 1000 kVA.

CBTO-AS8



### Características / Specifications

	CBTO-AS8	CBTO-AS5	CBTO-AS4	CBTO-AL 4	CBTO-AL 5
Acometida / Incoming	Superior / Top	Superior / Top	Superior / Top	Lateral	Lateral
Intensidad nominal / Rated current	1600 A	1600 A	1600 A	1000 A	1600 A
Instalación / Installation	Interior / Indoor				
Envolvente / Enclosure	Bastidor Metálico / Metallic frame				
Maniobra general / Operation	Seccionador unipolar 3F+N / 3P+N Single pole disconnector				
Tipo de salidas / Outgoing types	BTVC TRIVER+*				
Nº de salidas / No. of outgoing	8	5	4	4	5
Opciones / Options	Circuito para Servicios auxiliares C.T. / Auxiliary circuits				
Nº de cables para la acometida / No. of incoming cables	4 x 240 mm <sup>2</sup>	4 x 240 mm <sup>2</sup>	4 x 240 mm <sup>2</sup>	2 x 240 mm <sup>2</sup>	4 x 240 mm <sup>2</sup>
Peso / Weight	125 kg	95 kg	80 kg	75 kg	85 kg




\* BTVC – Bases TRIVER+ tripolar vertical desconectable en carga.

El nº de salidas varía según se combine la gama del catálogo de bases TRIVER+ NH-00/1/2/3.

\* Three pole vertical fuse switch TRIVER+.

No. of outgoing, changes, when combining the range of fuse switches TRIVER+ NH-00/1/2/3.

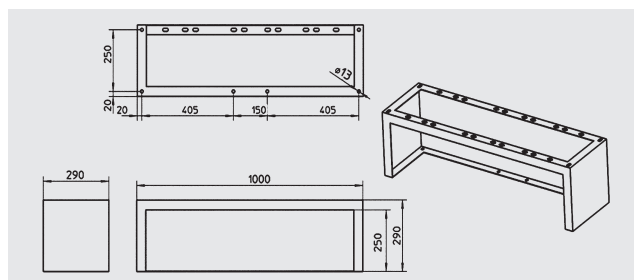
### Modelos normalizados / Standard references

Compañía / Utility	Descripción Cia. / Utility designation	Referencia Cia. / Utility Reference	Descripción PNT / PNT designation	Referencia PNT / PNT Reference
	-	-	CBTO AS8 1600 4 BTVC 400 EN-CCT	431.83.29.13.00
	CBTG-1600/8/AC	6708372	CBTO AS8 1600 8 BTVC 400 EN-CCT	431.83.26.13.00
	CBT-EAS-ST-SL-1600-8	5044061	CBTO AS8 1600 8 BTVC 400 ID-ST	431.83.26.26.05
	CBT-EAS-ST-SL-1600-5	5044065	CBTO AS5 1600 5 BTVC 400 ID-ST	431.53.26.26.05
	BT AC4/8-1600	751717	CBTO AS8 1600 4 BTVC 400 GNF	431.83.29.22.00
	BT 1000 A 4x400 A	733995	CBTO AL4 1000 A 4 BTVC 400 GNF	431.42.26.22.00

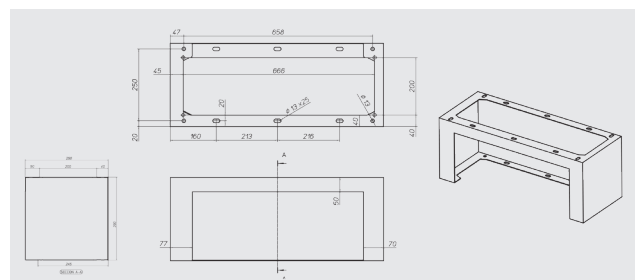
### Accesorios / Accessories

Descripción / Designation	Referencia / Code
Zócalo CBTO-AS8 / Base board AS8	431.03.20
Zócalo CBTO-AS5 / Base board AS5	431.03.110

CBTO-AS8



CBTO-AS5





Unidades **ekorsys**

# Automatización

de redes de media tensión

Reliable innovation. Personal solutions.

[www.ormazabal.com](http://www.ormazabal.com)



# ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> _____	<b>1</b>	<b>UNIDADES DE CONTROL Y TELEMANDO</b> _____	<b>13</b>
Soluciones <b>Ormazabal</b>	1	<b>ekor.uct</b> Unidad compacta de telecontrol y automatización	13
<b>Ormazabal</b>	1	Características técnicas	13
<b>Velatia</b>	1	<b>ekor.rci.rtu</b> Unidad de detección de paso de falta, supervisión, control integrado y telemando	14
<b>AUTOMATIZACIÓN: CONTROL Y MONITORIZACIÓN</b> _____	<b>2</b>	Características técnicas	14
Aplicaciones	2	<b>UNIDAD DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA</b> _____	<b>15</b>
Ventajas	2	<b>ekor.stp</b> Unidad de transferencia programable	15
Nuestro perfil de cliente	3	Características técnicas	15
Escalabilidad de la automatización	3	<b>ALIMENTACIÓN AUXILIAR ININTERRUMPIDA</b> _____	<b>16</b>
<b>GRADOS DE AUTOMATIZACIÓN DE LA RED DE MEDIA TENSIÓN</b> _____	<b>4</b>	<b>ekor.ucb</b> Unidad compacta de baterías	16
<b>SOLUCIONES DE AUTOMATIZACIÓN DE LA RED DE MEDIA TENSIÓN</b> _____	<b>5</b>	<b>INTERFAZ</b> _____	<b>17</b>
1 Protección y señalización local	5	Servidor web (Webserver)	17
2 Supervisión	7		
3 Telecontrol	8		
<b>UNIDADES DE SUPERVISIÓN</b> _____	<b>10</b>		
<b>ekor.rtk</b> Unidad de detección de tensión	10		
Características técnicas	10		
<b>ekor.rci.rtu</b> Unidad de detección de paso de falta y supervisión	11		
Características técnicas	12		

La calidad de los productos diseñados, fabricados e instalados por **Ormazabal** está respaldada por la implantación y certificación de un sistema de gestión de la calidad, basado en la norma internacional ISO 9001:2015.

Nuestro compromiso con el entorno, se reafirma con la implantación y certificación de un sistema de gestión medioambiental de acuerdo a la norma internacional ISO 14001. Como consecuencia de la constante evolución de las normas y los nuevos diseños, las características de los elementos contenidos en este catálogo están sujetas a cambios sin previo aviso.

Estas características, así como la disponibilidad de los materiales, sólo tienen validez bajo la confirmación de **Ormazabal**.



# Introducción

## Soluciones Ormazabal

**Ormazabal** suministra instalaciones completas de media tensión que incluyen funciones de **protección, control y automatización**. La amplia cartera de aplicaciones y servicios de protección y automatización da respuesta a las necesidades de las redes de distribución actuales.

Para estos fines, las unidades integradas en celda de la familia **ekorsys** de **Ormazabal** se convierten en la solución ideal para su implementación en las instalaciones más exigentes, ofreciendo unas elevadas prestaciones frente a los sistemas convencionales.

Su **versatilidad, fácil integración** en los sistemas de celdas de media tensión de **Ormazabal** y **óptima interacción** entre todas las unidades de la familia (sensores, indicadores, relés de protección, fuentes de alimentación, RTU, etc.) favorecen la utilización en diversidad de aplicaciones, desde funciones básicas de protección hasta las más complejas de automatización, control integrado y comunicación.

## Ormazabal

**Ormazabal** es el proveedor líder de soluciones personalizadas para compañías eléctricas, usuarios finales de energía, así como para aplicaciones de sistemas de energías renovables basadas en nuestra propia tecnología.

Fomentamos el **desarrollo del sector eléctrico** con respecto a los retos de las necesidades futuras de energía. Colaboramos con las principales compañías locales, regionales y globales del sector eléctrico como parte de nuestro firme compromiso con la **innovación** en el ámbito de la **seguridad de las personas, la fiabilidad de las redes, la eficiencia energética y la sostenibilidad**.

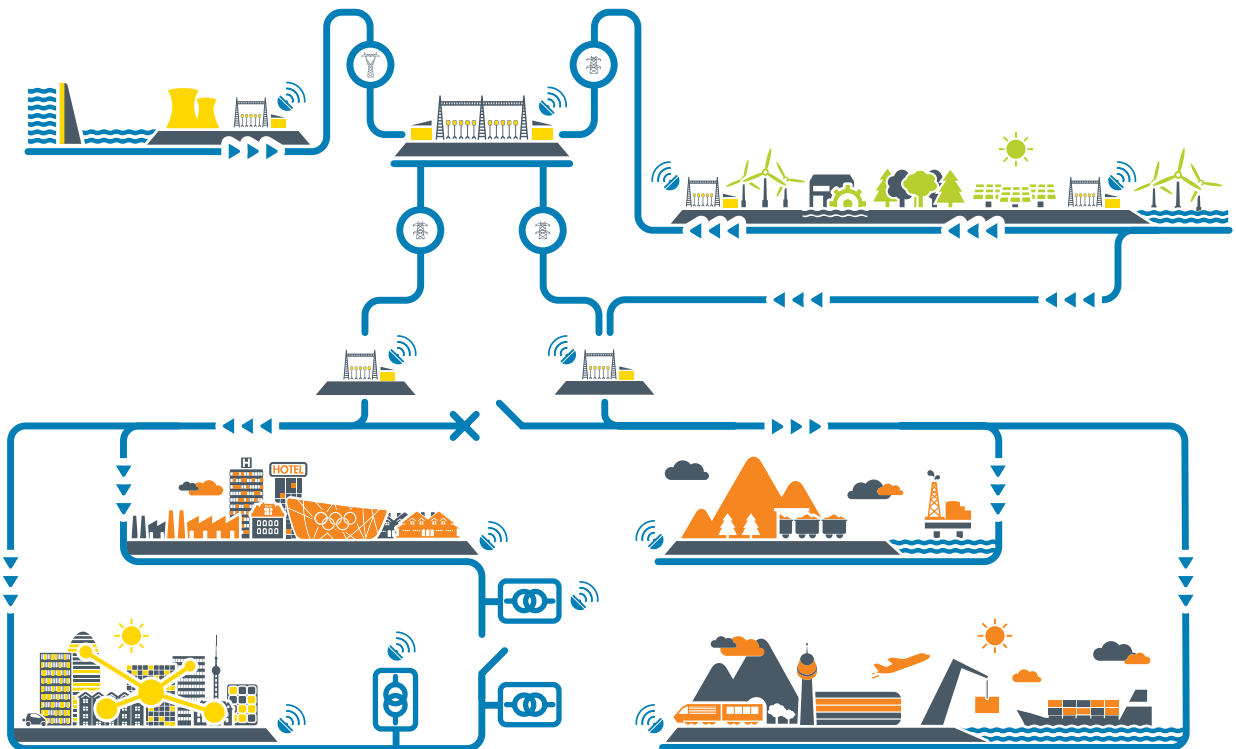
Nuestro equipo de profesionales altamente cualificado y entusiasmado por la innovación, lleva desarrollando productos propios y soluciones a lo largo de una historia consolidada que suma más de un siglo, estableciendo siempre una estrecha relación con nuestros clientes, orientada a la consecución de beneficios mutuos a largo plazo.

## Velatia

**Velatia** es un grupo familiar, industrial, tecnológico, global y referente que desarrolla su actividad en el entorno de las redes eléctricas, la electrónica y las redes de comunicación, así como en sectores de consultoría, seguridad y componentes para aeronáutica, donde se valora la seguridad, la eficiencia y la fiabilidad.

Nuestra orientación al cliente nos ha llevado a desarrollar una importante red de instalaciones industriales en España, Francia, Alemania, Brasil y China que ayudan a atender necesidades de nuestros clientes en más de 50 países.

Las soluciones de las empresas que componen Velatia buscan hacer del mundo un lugar más conectado, más sostenible, más inteligente, mejor comunicado, más seguro, más humano.





# Automatización: control y monitorización

La automatización de la red de distribución de media tensión se ha confirmado como una clara acción de mejora de la calidad de suministro para, tanto las compañías de distribución eléctrica, como para redes privadas y sistemas de generación de energías renovables.

Adicionalmente, los gestores de redes requieren información veraz para analizar la idoneidad de las futuras inversiones en su red.

Para facilitar la incorporación de este aumento de prestaciones en la arquitectura de red, **Ormazabal** ha desarrollado soluciones para supervisión, automatización y control de centros de transformación y de centros de reparto.

Dichas soluciones se basan en I+D+i propias, en ingeniería aplicada a las necesidades de cada proyecto, en una amplia experiencia y en productos de alto valor añadido, que suministrados como un conjunto responden a las condiciones más exigentes de continuidad y calidad de suministro de las redes de distribución. Su monitorización y control en tiempo real, proporciona información de las variables más importantes, que mediante **telecontrol** permite su adaptación a las necesidades de cada momento.

## Aplicaciones

- Monitorización de MT (ej. Supervisión de medidas, indicación de falta, seccionador automático, puesto de control SCADA...)
- Telecontrol de MT (ej. Telemando...)
- Desde automatizaciones locales hasta otras complejas como auto-regeneración / reconfiguración, etc.
- Lógicas y automatismos (ej. transferencias de líneas...)

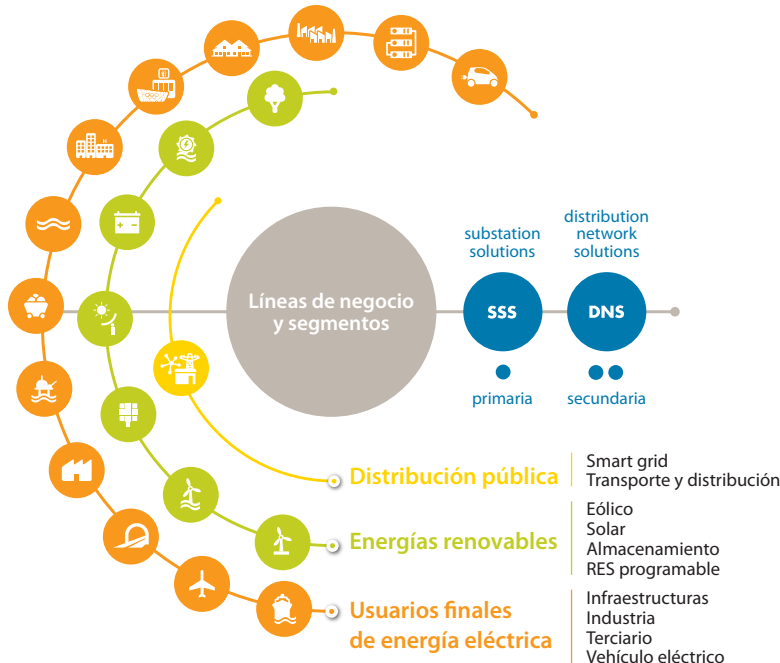
## Ventajas

La monitorización y control de la red de distribución en media tensión, permite:

- Información en tiempo real del estado de la red
- Restauración del suministro eléctrico a los usuarios de forma rápida, confiable y segura
- Análisis de incidencias e informes de faltas
- Mejora de los índices de calidad de suministro
- Fácil mantenimiento y actualización de los equipos en remoto reduciendo el número de operarios en sitio



## Nuestro perfil de cliente



La excelencia no solo radica en la oferta de productos y servicios eficaces sino también en la capacidad para responder a los requisitos y demandas individuales.

Proporcionamos a nuestros clientes soluciones personalizadas para la gestión eficaz de la energía soluciones para la red de **distribución primaria y secundaria** se adaptan a las necesidades de la **distribución pública, energías renovables y usuarios finales de energía eléctrica**.

## Escalabilidad de la automatización

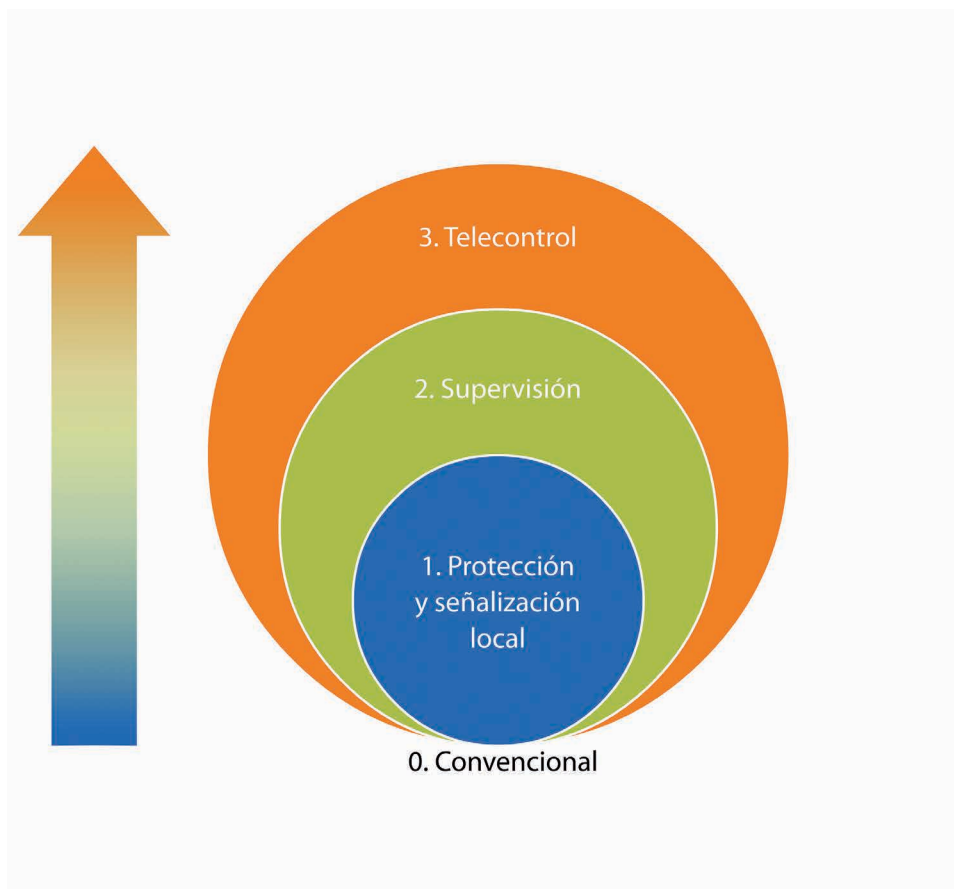
Una red de distribución en media tensión puede adaptarse y actualizarse, incluso desde cero, con características de supervisión y/o automatización.

Los equipos de media tensión de **Ormazabal** presentes en un centro de transformación permiten la integración de soluciones electrónicas, cuya escalabilidad les puede dotar de capacidades de protección, control, medida, automatización y/o comunicación para adaptarse a las necesidades crecientes de las redes eléctricas actuales.

La integración de estos equipos electrónicos en las celdas de MT se pueden realizar de diferentes formas, en función de las características y espacio de la instalación: integración total en celda, en cajón de control sobre celda y en cajón de control independiente de la celda.



# Grados de automatización de la red de media tensión



Grados de automatización de la red de Media Tensión		
	Grado de automatización	Solución
0	Convencional	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maniobra manual</li> <li>• Sin comunicaciones</li> <li>• Sin alimentación auxiliar</li> </ul>
1	Protección y señalización local	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indicador paso de falta en celdas de línea</li> <li>• Protección local autoalimentada en celda de protección</li> <li>• Detección de presencia de tensión</li> <li>• Alimentación auxiliar segura en BT</li> <li>• Señalización e indicación local</li> </ul>
2	Supervisión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estado de celdas</li> <li>• Captación de medidas</li> <li>• Comunicaciones serie / IP</li> <li>• Webserver integrado</li> <li>• Alimentación auxiliar</li> </ul>
3	Telecontrol	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Telemando/control de celdas</li> <li>• Infraestructura de comunicaciones y protocolos (automatismos locales)</li> <li>• Interconectividad entre centros de transformación (automatismos distribuidos)</li> </ul>



# Soluciones de automatización de la red de Media Tensión

## 1 Protección y señalización local

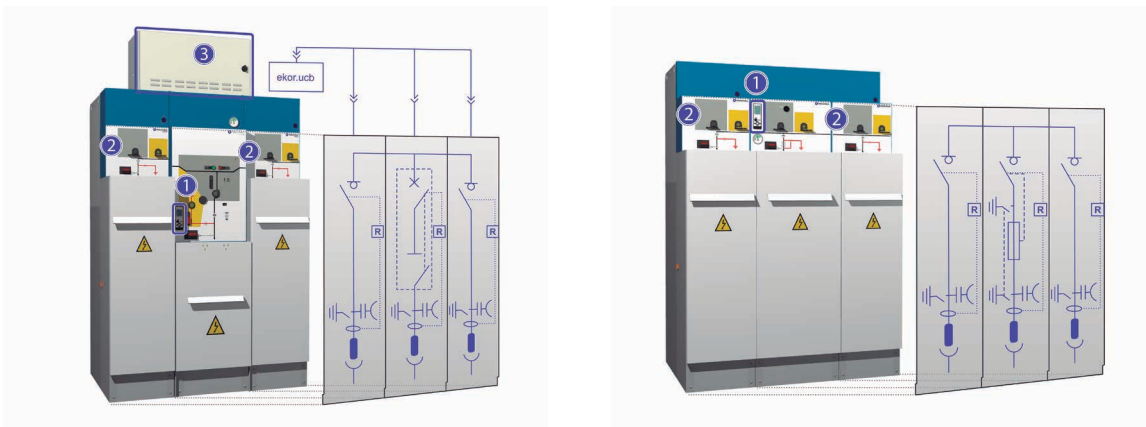
### Punto de partida

El primer paso en la automatización de la red eléctrica de distribución consiste en dotar al centro de transformación convencional con equipos de protección e indicación local de paso falta, esto es, una instalación con celdas de media tensión con aislamiento en gas y maniobra manual, sin necesidad inicial de comunicaciones ni alimentación auxiliar.

### Beneficios

- Rápida localización de faltas cuando ocurre un cortocircuito en la red y el aislamiento del tramo en falta
- Reducción del tiempo de cortes del suministro eléctrico
- Detección de presencia/ausencia de tensión
- Aumento de la seguridad de la instalación frente a sobreintensidades
- Fácil ajuste de la protección de la instalación
- Posibilidad de uso de equipos autoalimentados (en función de la gama seleccionada) En caso contrario, alimentación auxiliar incorporada en el propio centro
- Selectividad y coordinación entre los equipos de protección

### Ejemplo de la solución



### Equipos

Celdas tipo	Protección y monitorización ①	Monitorización ②	Alimentación Auxiliar ③
Protección	ekor.rpg (celda v) ekor.rpt (celda p) ekor.rpa serie 100 y 200 (celda v y p)	ekor.rtk	ekor.ucb
Línea	-	ekor.rtk	

v: función de protección con interruptor automático  
p: función de protección con fusibles

### Desglose

• Celdas de los sistemas de <b>Ormazabal</b> hasta 40,5 kV	Ver catálogos correspondientes
• Unidades de protección, medida y control:	
ekor.rtk: unidad de detección de tensión	Ver apartado <i>Unidades de supervisión</i>
ekor.rpg: unidad de protección para celdas tipo v	Ver catálogo de protección de redes de media tensión <b>CA-127</b>
ekor.rpt: unidad de protección para celdas tipo p	
ekor.rpa: unidad de protección, control y medida	
ekor.ucb: unidad compacta de baterías	Ver apartado <i>Alimentación auxiliar ininterrumpida</i>



## Transferencia automática de líneas

Un caso particular en la automatización de la red, es la realización de automatismos locales, como son las transferencias automáticas.

Las transferencias automáticas están destinadas a proveer un suministro ininterrumpido y seguro mediante

la transferencia automática entre dos fuentes (línea-línea, línea-generator) de suministro eléctrico.

### Ejemplo de la solución



## Equipos

Celdas tipo (*)	Monitorización ①	Transferencia Automática ②
Protección v – Protección v	ekor.rtk	ekor.stp
Línea – Línea	ekor.rtk	

(\*) Motorizadas

### Desglose

• Celdas de los sistemas de <b>Ormazabal</b> hasta 40,5 kV	Ver catálogos correspondientes
• Unidades de protección, medida y control:	
<b>ekor.stp</b> : sistema de transferencia programable	Ver apartado <i>Unidad de transferencia automática</i>
<b>ekor.rtk</b> : unidad de detección de tensión	Ver apartado <i>Unidades de supervisión</i>



## 2 Supervisión

### Punto de partida

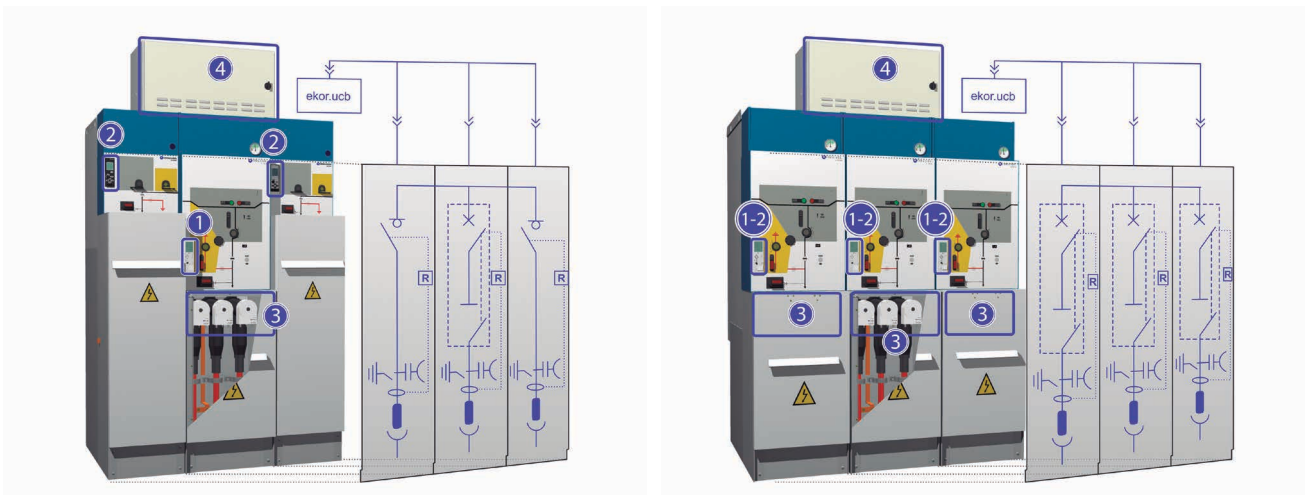
Un paso más hacia la automatización de la red eléctrica de distribución consiste en dar características de supervisión a los centros de transformación. Para ello, partiendo tanto de un CT convencional (existente o nuevo), como de un CT con protección y señalización local, se instalan relés de protección multifuncional y control, relés de paso de falta con control y medidas, transformadores de intensidad en pasatapas, medida de tensión sin necesidad de usar transformadores convencionales, comunicaciones, etc. Todo ello integrado en celdas de MT de maniobra manual.

### Beneficios

- Mejora de la calidad de servicio
- Mayor control de la red
- Obtención de medidas e indicaciones
- Más rápido conocimiento de la actuación de las protecciones y la detección de faltas
- Mejor coordinación para aislar el tramo en falta
- Equipos de protección y control multifuncional integrados en celda con capacidad de comunicación serie / IP, que envían información individualmente al sistema del cliente.
- La captación de intensidad se realiza a través de los TI toroidales instalados en los pasatapas de la celda y la medida de tensión se consigue sin la necesidad de usar transformadores de tensión convencionales, sino a través de sensores.

En esta etapa no se contemplan maniobras a distancia (telemando), por lo que las celdas son de maniobra manual.

### Ejemplo de la solución



SCADA (Ver protocolos de comunicación mas adelante).

### Equipos

Celdas tipo	Protección ①	Supervisión ②	Captación ③	Alimentación auxiliar ④
Protección v	ekor.rpa serie 100 ekor.rpa serie 200 ekor.rpa serie 100/200		ekor.evt-r ekor.evt-c	ekor.ucb
Línea	-	ekor.rci ekor.rci.rtu		

v: función de protección con interruptor automático

### Desglose

• Celdas de los sistemas de <b>Ormazabal</b> hasta 40,5 kV	Ver catálogos correspondientes
• Unidades de protección, medida y control:	
<b>ekor.rci.rtu</b> : unidad de detección de paso de falta y supervisión	Ver apartado <i>Unidades de supervisión</i>
<b>ekor.rpa</b> : unidad de protección, control y medida	Ver catálogo de protección de redes de media tensión <b>CA-127</b>
<b>ekor.rci</b> : unidad de detección de paso de falta y supervisión	
<b>ekor.ucb</b> : unidad compacta de baterías	Ver apartado <i>Alimentación auxiliar ininterrumpida</i>
<b>ekor.evt-c</b> : sensor de tensión capacitivo	Ver catálogo de protección de redes de media tensión <b>CA-127</b>
<b>ekor.evt-r</b> : sensor de tensión resistivo	Ver catálogo de protección de redes de media tensión <b>CA-127</b>



### 3 Telecontrol

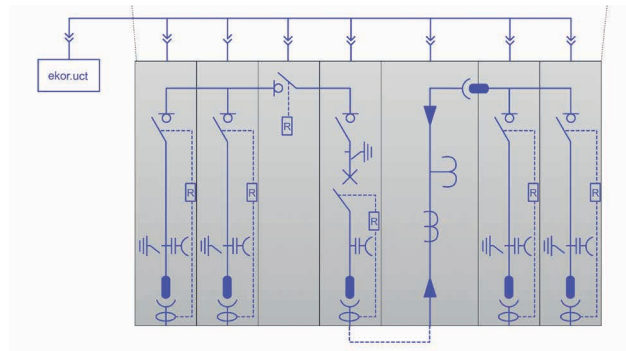
#### Punto de partida

Una red se puede automatizar partiendo de cero, o desde cualquiera de los casos anteriores, hasta la máxima extensión posible. Para ello es necesario un centro de transformación **Ormazabal** con celdas de MT con aislamiento en gas, mejoradas con maniobra motorizada, así como con características de telecontrol, comunicaciones, supervisión y medida que aporta la familia **ekorsys**.

#### Beneficios

- Telemando de celdas
- Reducción de cortes / paradas
- Visualización de más magnitudes eléctricas y datos
- Mayores opciones para el análisis de red
- Facilita la toma de decisiones
- Incremento de la disponibilidad
- Mayor precisión en la localización de faltas
- Mejora de la selectividad de protecciones
- Posibilidad de modificación a distancia de ajustes y configuraciones
- Integración de estados y alarmas
- Ayuda en la operación y mantenimiento del centro
- Deslaste selectivo de cargas
- Gestión desde un puesto de control

#### Ejemplo de la solución 1



SCADA (Ver protocolos de comunicación mas adelante).

#### Equipos

Celdas tipo (*)	Monitorización y control ①	Protección ②	Control, telemando y alimentación auxiliar ③
Protección v	ekor.rpa serie 100 ekor.rpa serie 200		ekor.uct
Línea	ekor.rci	-	

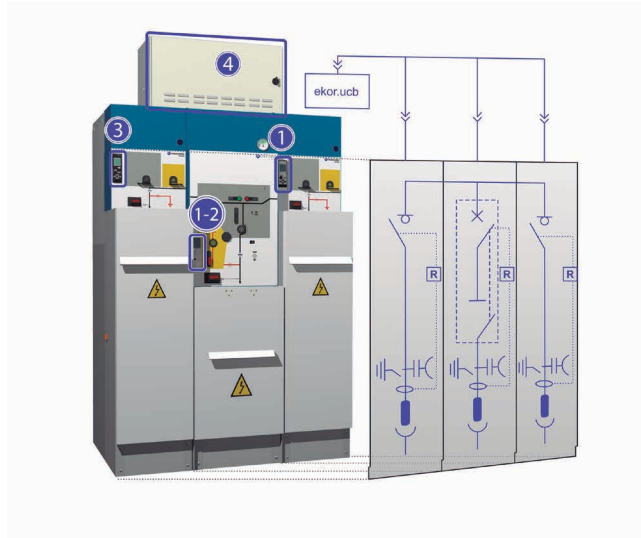
(\*) Motorizadas

v: función de protección con interruptor automático

#### Desglose

• Celdas de los sistemas de <b>Ormazabal</b> hasta 40,5 kV	Ver catálogos correspondientes
• Unidades de protección, medida y control:	
<b>ekor.rci</b> : unidad de detección de paso de falta y supervisión	Ver catálogo de protección de redes de media tensión <b>CA-127</b>
<b>ekor.rpa</b> : unidad de protección, control y medida	
<b>ekor.uct</b> : unidad compacta de telecontrol y automatización	
	Ver apartado <i>Unidades de control y telemando</i>

## Ejemplo de la solución 2



SCADA (Ver protocolos de comunicación mas adelante).

## Equipos

Celdas tipo (*)	Monitorización y control ①	Protección ②	Control y telemando ③	Alimentación auxiliar ③
Protección v	ekor.rpa serie 100 ekor.rpa serie 200	-	-	ekor.uct
Línea	ekor.rci	-	ekor.rci.rtu	

(\*) Motorizadas

v: función de protección con interruptor automático

## Desglose

• Celdas de los sistemas de <b>Ormazabal</b> hasta 40,5 kV	Ver catálogos correspondientes
• Unidades de protección, medida y control:	
ekor.rci: unidad de detección de paso de falta y supervisión	Ver catálogo de protección de redes de media tensión <b>CA-127</b>
ekor.rpa: unidad de protección, control y medida	
ekor.rci.rtu: unidad de detección de paso de falta, supervisión, control integrado y telemando	Ver apartado <i>Unidades de control y telemando</i>
ekor.uct: unidad compacta de baterías	Ver apartado <i>Alimentación auxiliar ininterrumpida</i>



# Unidades de supervisión

## ekor.rtk Unidad de detección de tensión

Unidad de detección de tensión para la monitorización del estado de líneas de media tensión:

- Detecta presencia/ausencia de tensión por cada fase en el rango de 3 kV a 36 kV
- Medida de la tensión en pasatapas capacitivos
- Tiempo de detección 50 ms o 100 ms
- Integrado en celdas con funciones de interruptor automático y de línea
- No requiere acoplo a la línea de media tensión (sin transformadores de tensión) en pasatapas de celda (1000/1)

### Aplicaciones

- Instalaciones de control local o telemando
- Transferencias automáticas

### Características

- Señal de tensión sin transformador de tensión
- Diseñado para control local de instalaciones

### Diseño



## Características técnicas

ekor.rtk		
<b>Tensión de Alimentación</b>		
CA	[V...V]	17 ... 260
DC	[V...V]	17 ... 360
Consumo	[W]	< 2,5
<b>Tensión de red</b>		
Valores de detección	[kV...kV]	3,5 ... 36
Tolerancia de la medida	[%]	± 10
<b>Tensión de indicación</b>		
Temporización	[ms]	50, 100
Tolerancia del tiempo	[ms]	± 10
<b>Frecuencia</b>		
[Hz; Hz]		50, 100
<b>Contactos de salida</b>		
Tensión	[V <sub>ca</sub> , V <sub>ca</sub> ]	380, 230
Intensidad	[A]	16 (CA)
Potencia conmutación	[VA]	500 (carga resistiva)



## ekor.rci.rtu Unidad de detección de paso de falta y supervisión

La unidad de control integrado con función de remota de telecontrol (RTU) asociada a las funciones de línea de celdas **Ormazabal**.

- Supervisión del interruptor
- Presencia / ausencia de tensión
- Detección de faltas de sobreintensidad fase-fase y fase-tierra (direccional y no direccional) y ultrasensible de tierra
- Detección de tensión homopolar
- Servidor web

Su funcionalidad esta basada en un microprocesador para el tratamiento de las señales y la realización de las funciones de supervisión de centros de transformación y distribución.

- Relé electrónico comunicable
- Sensores de tensión e intensidad instalados en pasatapas de celda

### Aplicaciones

- Vigilancia en tiempo real de centros de transformación
- Comunicación con los centros de control mediante el protocolo IP
- Mantenimiento de los centros de transformación mediante servidor Web.

### Funcionalidad

Además de tener las mismas funcionalidades que la unidad **ekor.rci** (\*), la unidad **ekor.rci.rtu** tiene capacidad de transmitir en tiempo real mediante el protocolo IP, diferente información, como por ejemplo:

- Detección de paso de falta
  - Fase – fase
  - Fase – neutro
  - Detección direccional de faltas
- Medidas
  - Intensidad (I)
  - Tensión de red (V)
  - Potencia activa (P)
  - Potencia reactiva (Q)
- Estado de la aparamenta
  - Interruptor-seccionador
  - Seccionador de puesta a tierra
- Alarmas
  - Alarmas generales del centro (fuego, agua, presencia personal) conectadas a las entradas digitales del equipo
  - Alarmas de la celda (por ejemplo, error indicación)
- Registro de eventos
  - Registro de los motivos de las faltas
  - Registro histórico de eventos

### Diseño



#### I. ekor.rci.rtu

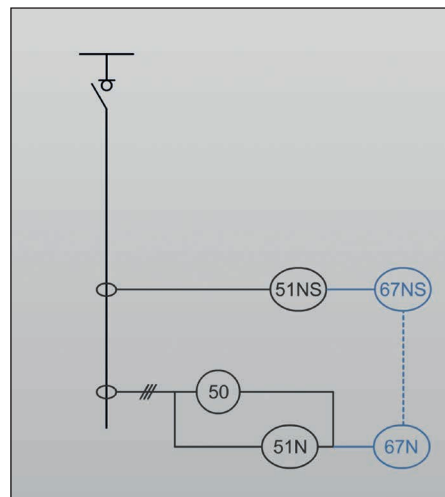
- 1 Pantalla
- 2 Teclado menú
- 3 Puerto de configuración
- 4 LED de estado

#### II. Aparamta

- 5 Interruptor-seccionador
- 6 Seccionador de puesta a tierra
- 7 Captación de tensión
- 8 Transformadores de intensidad

### Esquema de funciones ANSI

Funciones de protección **ekor.rci.rtu**



(\*) Ver catalogo de protección de redes de media tensión **CA-127**.



## Características técnicas

ekor.rci.rtu		
<b>Alimentación</b>		<b>Comunicaciones IP-esclavo</b>
CA	24-90 V <sub>ca</sub> ± 20 %	Protocolo
CC	24-120 V <sub>cc</sub> ± 30 %	MODBUS-TCP/DNP3-TCP/ IEC 60870-5-104
Consumo CA	11 VA	<b>ekor.soft: programa de ajuste y monitorización</b>
Consumo CC	5 W	●
Frecuencia	50/60 Hz ± 1 %	<b>Supervisión</b>
Captadores de intensidad de fase	3	8 entradas/4 salidas
Captador homopolar de intensidad de tierra	○ (1)	Estado aparcamiento
Captadores de tensión	3	Seccionalizador automático
<b>Funciones de protección</b>		Reset indicaciones
Sobreintensidad de fases (DT)	50 ●	Sincronización horaria
Sobreintensidad de fase tierra (DT, NI, VI, EI)	51N-51NS <sup>(1)</sup> ●	<b>Entradas de intensidad</b>
Sobreintensidad direccional de fase tierra	67N-67NS <sup>(2)</sup> ○	Fase primario
<b>Detección de tensión</b>		Tierra
Detección presencia/ausencia de tensión	●	Impedancia
Detección de tensión homopolar	●	270 V <sub>ca</sub>
<b>Medidas</b>		Intensidad
Intensidad (Función Amperímetro)	●	Potencia conmutación
Tensión	●	750 VA (carga resistiva)
Potencia (P, Q)	●	<b>Indicaciones</b>
<b>Medios físicos</b>		Indicación de motivo de falta
Puerto frontal	1 x DB-9 – RS-232	Indicación de error
Puerto trasero	1 x RS-485 (5 kV) – RJ-45	Histórico

Configuración: ● Estándar ○ Opcional

<sup>(1)</sup> Ambas funciones no son acumulables. Según el modelo se dispondrá de una u otra opción.

<sup>(2)</sup> Para corrientes capacitivas o resistivas.

### Transformadores de Intensidad

Relación de transformación [A]	1000 / 1
Clase de medida	Cl 0,5
Clase de protección	5P3
Rango de medida con Cl 0,5 [A]	5-1200
Potencia de precisión [VA]	1
Intensidad de saturación [A]	3500
I térmica de cortocircuito I <sub>th</sub> [kA - s]	20 – 1
I dinámica asignada I <sub>dyn</sub>	2,5 I <sub>th</sub> (50 kA)
Norma	IEC 61869-2

➔ Para más información consultar documento Instrucciones Generales **IG-158** y Guía personalizada **GP-048** y **GP-049**.



# Unidades de control y telemando

## ekor.uct Unidad compacta de telecontrol y automatización

Unidad compacta orientada al telecontrol y automatización de centros de transformación y de centros de reparto:

- **ekor.uct-m**: unidad mural de instalación sobre pared
- **ekor.uct-s**: unidad de instalación sobre celdas de Media Tensión

Prestaciones más destacadas:

- Independiente del número de celdas a gobernar (equipadas con control integrado). Facilita ampliaciones posteriores
- Interconexiones estándar. No requiere bandejas ni mangueras
- Puesta en servicio sin descargo de MT
- Componentes probados en fábrica
- Servidor web

### Aplicaciones

Telecontrol y automatización mediante control integrado:

- Centros de transformación y centros de reparto
- Puntos de segunda maniobra

### Características

Armario de control único con todos los elementos para la automatización y telecontrol.

Consta de dos compartimentos diferenciados:

- Compartimento de distribución (RTU). Alojamiento de elementos de alimentación y control. Unidad remota de control (**ekor.ccp**)
- Baterías y cargador/rectificador
- Transformador de aislamiento de 10 kV
- Magnetotérmicos de protección
- Compartimento de comunicaciones (COMMS). Alojamiento de elementos de comunicación: Espacio para equipos de comunicaciones (\*)

- Compatible y comunicable con sistemas comerciales SCADA

⚡ (\*) Equipos NO suministrados por defecto, sólo bajo especificación de cliente.

📄 Para más información consultar documento Instrucciones Generales **IG-151** y Guía personalizada **GP-048** y **GP-049**.

### Diseño



Ⓜ **ekor.uct-m**

Ⓜ **ekor.uct-s**

1 Compartimento de distribución

2 Compartimento comunicaciones

3 Magnetotermicos de protección

4 Baterías y cargador/rectificador

## Características técnicas

Datos técnicos		Diseño mecánico	
<b>Opciones de alimentación</b>		<b>Dimensiones máximas</b>	
CA	[V <sub>ac</sub> ...V <sub>ac</sub> ]	Armario mural	[mm] 584 x 877 x 320
Aislamiento	[KV]	Sobre celda	[mm] 1096 x 288,5 x 465 (ancho x alto x fondo)
Potencia máx. salida	[W]	<b>Dimensiones interiores del apartado de comunicaciones</b>	
		Armario mural	[mm] 570 x 170 x 280
<b>Frecuencia</b>		Sobre celda	[mm] 300 x 290 x 440 (ancho x alto x fondo)
[Hz; Hz]	50; 60 ± 1 %	<b>Peso</b>	
<b>Tensiones de alimentación de salida</b>		[kg]	80
[V <sub>cc</sub> ]	24; 48	<b>Conexiones exteriores</b>	
<b>Autonomía</b>		Alimentación desde CBT	
[A/h]	Baterías de 18 / Baterías de 54*	Alarmas de la instalación	
<b>Comunicaciones</b>			
Maestro: MODBUS RTU/PROCOME		●	
Esclavo: MODBUS RTU/TCP		●	
DNP3 Serie/TCP			
IEC 60870-5-101 101/IEC 60870-5-104			
<b>Funciones</b>		<b>ekor.uct-m-s</b>	
Comunicaciones		●	
Telecontrol (maniobra/estados/alarmas)		●	
Alimentación ininterrumpida		●	
Aislamiento de baja tensión		●	
<b>Funciones</b>		<b>ekor.uct-m-s</b>	
Máx. número de esclavos		15**	

\* Esta opción irá en cajón aparte y sólo valido para armario mural.

\*\* Para más unidades, consultar al departamento técnico de **Ormazabal**.



## ekor.rci.rtu Unidad de detección de paso de falta, supervisión, control integrado y telemando

Además de las características mencionadas en la página 11), esta unidad puede realizar funciones de remota de telemando del centro de transformación, actuando como unidad Maestro de las unidades de control integrado instaladas en el resto de las celdas del centro.

### Aplicaciones

Solución compacta orientada a telemando de pequeños centros de transformación de hasta un máximo de 5 unidades funcionales con al menos una celda de línea (configuraciones: 2lv, 2I2v, 3I2p, etc...).

### Diseño



## Características técnicas

ekor.rci.rtu			ekor.soft: programa de ajuste y monitorización	
<b>Alimentación</b>			<b>Automatización y control</b>	
CA	24-90 V <sub>ca</sub> ± 20 %		8 entradas/4 salidas	●
CC	24-120 V <sub>cc</sub> ± 30 %		Maniobra interruptor automático	●
Consumo CA	11 VA		Seccionalizador automático	●
Consumo CC	5 W		Reset indicaciones	●
Frecuencia	50/60 Hz ± 1 %		Sincronización horaria	●
Captadores de intensidad de fase	3		<b>Entradas de intensidad</b>	
Captador homopolar de intensidad de tierra	O		Fase primario	5-1200 A
Captadores de tensión	3		Tierra	0,5-480 A
<b>Funciones de protección</b>			Impedancia	0,1 Ω
Sobreintensidad de fases (DT)	50	●	<b>Contactos de salida</b>	
Sobreintensidad de fase tierra (DT, NI, VI, EI)	51N-51NS	●	Tensión	270 V <sub>ca</sub>
Sobreintensidad direccional de fase tierra	67N-67NS	O	Intensidad	5 A <sub>ca</sub>
<b>Detección de tensión</b>			Potencia conmutación	750 VA (carga resistiva)
Detección presencia/ausencia de tensión	●		<b>Indicaciones</b>	
Detección de tensión homopolar	●		Indicación de motivo de disparo	●
<b>Medidas</b>			Indicación de error	●
Intensidad (Función Amperímetro)	●		Histórico	●
Tensión	●		<b>Comunicaciones serie-Maestro</b>	
Potencia (P, Q)	●		Protocolo	PROCOME IEC 60870-5-103/ MODBUS RTU
<b>Medios físicos</b>				
Puerto frontal	1 x DB-9 – RS-232			
Puerto trasero	1 x RS-485 (5 kV) – RJ-45			
<b>Comunicaciones IP-esclavo</b>				
Protocolo	MODBUS-TCP/DNP3-TCP/ IEC 60870-5-104			

Configuración: ● Estándar ○ Opcional

➔ Para más información consultar documento Instrucciones Generales **IG-158** y Guía Personalizada **GP-048** y **GP-049**.



# Unidad de transferencia automática

## ekor.stp Unidad de transferencia programable

Unidad de transferencia programable destinada a proveer un suministro ininterrumpido y seguro mediante la transferencia automática y programable entre dos líneas de suministro eléctrico.

La unidad **ekor.stp** consta de dos celdas de línea o de interruptor automático, controlador de celdas programables **ekor.ccp** y unidad de detección de presencia/ausencia de tensión **ekor.rtk**. Entre sus características principales encontramos:

- Autonomía en caso de corte del suministro mediante batería auxiliar
- Captación de tensión capacitiva (sin transformadores de tensión)
- Transferencia Línea - Línea o Línea - Generador
- Vuelta por tensión, hora, línea preferente, con acoplo o sin acoplo, etc.
- Función de bloqueo externo
- Telemando mediante control integrado

### Aplicaciones

Cualquier instalación que requiera suministro de media tensión ininterrumpido:

- Centros de Transformación y de Reparto
- Centro de control para la distribución
- Clientes industriales
- Infraestructuras: hospitales, aeropuertos, etc.

### Características

- Presencia de tensión sin Transformadores de Tensión
- Componentes probados en fábrica
- Evita bandejas para mangueras de protección y control
- Histórico de 4000 eventos
- Captación de tensión capacitiva desde pasatapas.
- Acoplamiento de alimentaciones.
- Con o sin línea preferente.
- Se puede bloquear el automatismo.

- Incorporación de funciones de telecontrol.
- Conmutación ante huecos de tensión. Falta de tensión en 2 o 3 fases.
- Falta de tensión en 1 fase.
- Protección de mandos motorizados
- Enclavamiento mecánico de celdas de línea
- Posibilidad de efectuar otros automatismos\*:
  - Transferencia entre centros de transformación
  - Transferencia entre 3 líneas
  - Actuación sobre otras celdas
  - Deslastre de cargas

(\*) Opción no estándar. Consultar la disponibilidad con **Ormazabal**.

### Diseño



## Características técnicas

ekor.stp		
<b>Tensión de alimentación de salida</b>		
CC	[V...V]	30 ... 150
Consumo	[W]	Nominal: 12 Con display encendido y todas las salidas activadas: 15
Potencia máx.	[W]	200
<b>Autonomía</b>		
Baterías de plomo	A/h	9
<b>Botonera</b>		
Botones abrir/cerrar		
<b>CPU</b>		
Memoria RAM	MB	64
Reloj de tiempo real	-	hh:mm:ss:dd
Capacidad grafica	-	Hasta 6 celdas en display
<b>Funciones</b>		
Automatismos		○
<b>Comunicaciones</b>		
Esclavo: MODBUS RTU/TCP		
DNP3 RTU/TCP		○
IEC 60870-5-101/IEC 60870-5-104		

Para más información consultar documento Instrucciones Generales **IG-164**.



# Alimentación auxiliar ininterrumpida

## ekor.ucb Unidad compacta de baterías

La unidad compacta de baterías **ekor.ucb**, dispone de todos los elementos necesarios de un sistema de alimentación ininterrumpida destinado a instalaciones de media tensión (centros de transformación, de reparto, etc.).

Para ello se incluye el cargador de baterías **ekor.bat-200** de **Ormazabal**, un juego de baterías e interruptores magnetotérmicos independientes para la protección de los circuitos auxiliares de corriente alterna y de corriente continua.

Adicionalmente, se dispone de espacio para alojar los equipos de comunicaciones, tales como radio, módem, etc.

La Unidad compacta de baterías **ekor.ucb** se basa en un módulo metálico para montaje mural o sobre-celda, que aloja en su interior:

- Cargador de baterías **ekor.bat-200**, fabricado por **Ormazabal**
- Baterías de  $24 V_{cc}$  o  $48 V_{cc}$  según modelo-18 Ah o 54 Ah
- Accesorios de cableado, conector y mangueras plug & play para conexión con equipos a alimentar en celdas **Ormazabal**

### Ventajas

#### Del cargador:

- Amplio rango de tensión de entrada  $127-230 V_{ca} \pm 30 \%$
- Aislamiento de 10 kV a la entrada del cargador
- Test de batería periódico y posibilidad de test manual
- Protección de las baterías contra cortocircuito mediante fusible auto-rearmable
- Protección electrónica contra cortocircuitos a la salida del cargador
- Posibilidad de sobrecargas cada 60 s para cargas críticas
- Protección contra inversión de polaridad.
- Tensión mínima de arranque de las baterías  $12 V_{cc}$
- Configuración del cargador para optimización de las baterías.
- Web embebida para consulta de datos del cargador

➔ Para más información consultar documento Instrucciones Generales **IG-164** y **IG-258**.

#### De la solución:

- Alimentación desde **ekor.ucb** a celdas **Ormazabal** mediante manguera con conector enchufable
- Pruebas de la solución completa en fábrica
- Posibilidad de versión mural o sobre-celda
- Solución estandarizada: reducido plazo de entrega, tanto de equipos nuevos como de repuestos, etc.
- Posibilidad de customización, en caso necesario.
- Homogeneidad en la solución **Ormazabal** (Aparata de media tensión, electrónica asociada y cargador batería)
- La solución estándar incorpora baterías de 18 Ah. Como opción está la posibilidad de incorporar baterías de hasta 54 Ah en un armario adicional

### Diseño



#### Datos mecánicos

Dimensiones (ancho x alto x fondo)	[mm]	724 x 395 x 294
Peso	[kg]	50

#### Datos técnicos

Valores de alimentación	127-230 $V_{ac}$ / $\pm$ (30 %) 50/60 Hz
Valores de salida	24-48 $V_{cc}$
Potencia en permanencia	200 W
Potencia Pico	500 W / 1 minuto
Capacidad (Batería de Plomo estanco)	10-20 Ah*
Test lento batería	●
Test rápido batería	●
Parametrización (ajustes, alarmas, etc.)	●
Comunicación IP/ETH	●
Indicación alarmas por contactos	●
Indicaciones en página web	●
Medida T° batería	●
Medida tensión de salida, potencia e intensidad	●
Registro histórico (eventos, cambios de ajustes, alarmas, accesos, versiones, etc.)	●
Configuración local y remota	●
Test de batería remoto	●
Test de alarma remoto	●
Cambio de ajustes de carga en función de Ah de la batería	●
Alarmas configurables	●
Indicación de autonomía baterías ajustable	●

\* Opción de 54 Ah en armario aparte.

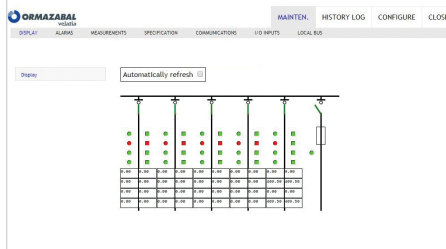
➔ Otros valores, consultar a **Ormazabal**.



# Interfaz

## Servidor web (Webserver)

Las unidades **ekorsys** con comunicaciones Ethernet implementan un servidor web embebido (Webserver) cuya utilidad es el mantenimiento local o a distancia del centro de transformación.



Display

### Ventajas

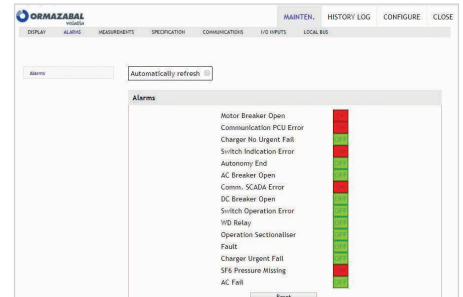
- Acceso en local o remoto incluso en conexiones lentas a través de una IP fija
- Compatible con cualquier navegador web (Internet Explorer, Firefox, etc...)
- Privilegios de visualización y modificación de los parámetros de los equipos en tiempo real
- Entorno amigable distribuido el menú en pestañas:
  - Información del estado de la celda (interruptor abierto-cerrado, etc...)
  - Protección (visualización y modificación ajustes de las unidades de protección en función del equipo)

- Registro de alarmas, eventos, faltas, cambio de versiones de software instaladas, etc...
- Descarga de históricos, eventos, faltas, etc...

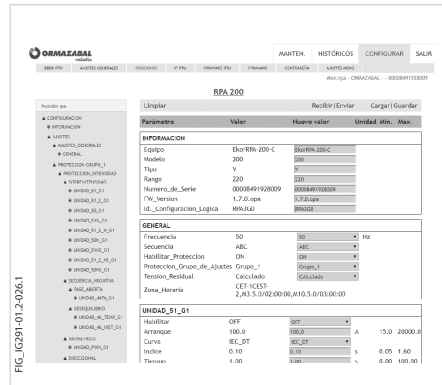
DATE of occurrence	TIME of occurrence	TIME of file	VERSION	DATE of completion	TIME of completion
17-02-2017	09:31:02	000	000	17-02-2017	09:31:02
17-02-2017	09:32:31	000	000	17-02-2017	09:32:31
17-02-2017	09:33:01	000	000	17-02-2017	09:33:01
17-02-2017	09:33:21	000	000	17-02-2017	09:33:21
17-02-2017	09:33:41	000	000	17-02-2017	09:33:41
17-02-2017	09:34:01	000	000	17-02-2017	09:34:01
17-02-2017	09:34:21	000	000	17-02-2017	09:34:21
17-02-2017	09:34:41	000	000	17-02-2017	09:34:41
17-02-2017	09:35:01	000	000	17-02-2017	09:35:01
17-02-2017	09:35:21	000	000	17-02-2017	09:35:21
17-02-2017	09:35:41	000	000	17-02-2017	09:35:41
17-02-2017	09:36:01	000	000	17-02-2017	09:36:01
17-02-2017	09:36:21	000	000	17-02-2017	09:36:21
17-02-2017	09:36:41	000	000	17-02-2017	09:36:41
17-02-2017	09:37:01	000	000	17-02-2017	09:37:01
17-02-2017	09:37:21	000	000	17-02-2017	09:37:21
17-02-2017	09:37:41	000	000	17-02-2017	09:37:41
17-02-2017	09:38:01	000	000	17-02-2017	09:38:01
17-02-2017	09:38:21	000	000	17-02-2017	09:38:21
17-02-2017	09:38:41	000	000	17-02-2017	09:38:41
17-02-2017	09:39:01	000	000	17-02-2017	09:39:01
17-02-2017	09:39:21	000	000	17-02-2017	09:39:21
17-02-2017	09:39:41	000	000	17-02-2017	09:39:41
17-02-2017	09:40:01	000	000	17-02-2017	09:40:01
17-02-2017	09:40:21	000	000	17-02-2017	09:40:21
17-02-2017	09:40:41	000	000	17-02-2017	09:40:41
17-02-2017	09:41:01	000	000	17-02-2017	09:41:01
17-02-2017	09:41:21	000	000	17-02-2017	09:41:21
17-02-2017	09:41:41	000	000	17-02-2017	09:41:41
17-02-2017	09:42:01	000	000	17-02-2017	09:42:01
17-02-2017	09:42:21	000	000	17-02-2017	09:42:21
17-02-2017	09:42:41	000	000	17-02-2017	09:42:41
17-02-2017	09:43:01	000	000	17-02-2017	09:43:01
17-02-2017	09:43:21	000	000	17-02-2017	09:43:21
17-02-2017	09:43:41	000	000	17-02-2017	09:43:41
17-02-2017	09:44:01	000	000	17-02-2017	09:44:01
17-02-2017	09:44:21	000	000	17-02-2017	09:44:21
17-02-2017	09:44:41	000	000	17-02-2017	09:44:41
17-02-2017	09:45:01	000	000	17-02-2017	09:45:01
17-02-2017	09:45:21	000	000	17-02-2017	09:45:21
17-02-2017	09:45:41	000	000	17-02-2017	09:45:41
17-02-2017	09:46:01	000	000	17-02-2017	09:46:01
17-02-2017	09:46:21	000	000	17-02-2017	09:46:21
17-02-2017	09:46:41	000	000	17-02-2017	09:46:41
17-02-2017	09:47:01	000	000	17-02-2017	09:47:01
17-02-2017	09:47:21	000	000	17-02-2017	09:47:21
17-02-2017	09:47:41	000	000	17-02-2017	09:47:41
17-02-2017	09:48:01	000	000	17-02-2017	09:48:01
17-02-2017	09:48:21	000	000	17-02-2017	09:48:21
17-02-2017	09:48:41	000	000	17-02-2017	09:48:41
17-02-2017	09:49:01	000	000	17-02-2017	09:49:01
17-02-2017	09:49:21	000	000	17-02-2017	09:49:21
17-02-2017	09:49:41	000	000	17-02-2017	09:49:41
17-02-2017	09:50:01	000	000	17-02-2017	09:50:01
17-02-2017	09:50:21	000	000	17-02-2017	09:50:21
17-02-2017	09:50:41	000	000	17-02-2017	09:50:41
17-02-2017	09:51:01	000	000	17-02-2017	09:51:01
17-02-2017	09:51:21	000	000	17-02-2017	09:51:21
17-02-2017	09:51:41	000	000	17-02-2017	09:51:41
17-02-2017	09:52:01	000	000	17-02-2017	09:52:01
17-02-2017	09:52:21	000	000	17-02-2017	09:52:21
17-02-2017	09:52:41	000	000	17-02-2017	09:52:41
17-02-2017	09:53:01	000	000	17-02-2017	09:53:01
17-02-2017	09:53:21	000	000	17-02-2017	09:53:21
17-02-2017	09:53:41	000	000	17-02-2017	09:53:41
17-02-2017	09:54:01	000	000	17-02-2017	09:54:01
17-02-2017	09:54:21	000	000	17-02-2017	09:54:21
17-02-2017	09:54:41	000	000	17-02-2017	09:54:41
17-02-2017	09:55:01	000	000	17-02-2017	09:55:01
17-02-2017	09:55:21	000	000	17-02-2017	09:55:21
17-02-2017	09:55:41	000	000	17-02-2017	09:55:41
17-02-2017	09:56:01	000	000	17-02-2017	09:56:01
17-02-2017	09:56:21	000	000	17-02-2017	09:56:21
17-02-2017	09:56:41	000	000	17-02-2017	09:56:41
17-02-2017	09:57:01	000	000	17-02-2017	09:57:01
17-02-2017	09:57:21	000	000	17-02-2017	09:57:21
17-02-2017	09:57:41	000	000	17-02-2017	09:57:41
17-02-2017	09:58:01	000	000	17-02-2017	09:58:01
17-02-2017	09:58:21	000	000	17-02-2017	09:58:21
17-02-2017	09:58:41	000	000	17-02-2017	09:58:41
17-02-2017	09:59:01	000	000	17-02-2017	09:59:01
17-02-2017	09:59:21	000	000	17-02-2017	09:59:21
17-02-2017	09:59:41	000	000	17-02-2017	09:59:41
17-02-2017	10:00:01	000	000	17-02-2017	10:00:01

Descarga de registros de eventos

- Facilita las labores de mantenimiento de los equipos instalados (actualización de Firmware, por ejemplo), disminuyendo el número de operarios en sitio



Información de alarmas



Ajustes de protección

- Automatismos (modificación de los parámetros de los automatismos implementados)
- Registro de eventos y maniobras
- Alarmas en tiempo real activas/inactivas
- Medidas (acceso a los valores proporcionados por el equipo)
- Comunicaciones (visualización de protocolos, valores, estado, etc...)
- Etc..



 **ORMAZABAL**  
velatia

[www.ormazabal.com](http://www.ormazabal.com)

## AL VOLTALENE H COMPACT - AL RH5Z1-OL (normalizado por Endesa)

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV  
 Norma diseño: UNE 211620; GSC001; DND001  
 Designación genérica: AL RH5Z1-OL



Nº DoP 1003885



**DESCÁRGATE la DoP**  
 (declaración de prestaciones)  
<https://es.prysmiangroup.com/dop>



Libre de halógenos  
 UNE-EN 60754-1  
 IEC 60754-1



Baja emisión de gases tóxicos  
 UNE-EN 60754-2  
 IEC 60754-2



Baja opacidad de humos  
 UNE-EN 61034-2  
 IEC 61034-2



Baja emisión de gases corrosivos  
 UNE-EN 60754-2  
 IEC 60754-2  
 NFC 20453



Alta resistencia a la absorción del agua



Resistencia al frío



Resistencia a los rayos ultravioleta



Resistencia a la abrasión

- Temperatura de servicio: -25 °C, +90 °C (cable termoestable).
  - Ensayo de tensión alterna durante 5 min. (tensión conductor-pantalla): 42 kV (cables 12/20 kV) y 63 kV (cables 18/30 kV).
- Los cables satisfacen los ensayos establecidos en la norma IEC 60502-2.

### Reacción al fuego

#### Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

- Clase de reacción al fuego (CPR): **Fca**.
- Requerimientos de fuego: EN 50575:2014 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576.

#### Normativa de fuego también aplicable a países que no pertenecen a la Unión Europea:

- Libre de halógenos:  
 UNE-EN 60754-1; IEC 60754-1
- Baja emisión de gases tóxicos:  
 UNE-EN 60754-2; IEC 60754-2
- Baja opacidad de humos:  
 UNE-EN 61034-2; IEC 61034-2
- Baja emisión de gases corrosivos:  
 UNE-EN 60754-2; IEC 60754-2; NFC 20453

## AL VOLTALENE H COMPACT - AL RH5Z1-OL (normalizado por Endesa)

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV  
 Norma diseño: UNE 211620; GSC001; DND001  
 Designación genérica: AL RH5Z1-OL



✓ **Cumplimiento del Reglamento de Líneas de Alta Tensión (MUY IMPORTANTE).**  
 La norma de diseño del cable (UNE 211620) figura en la ITC-LAT 02 que recoge las normas de obligado cumplimiento. Ver artículo 8 del RLAT.

✓ **Capa semiconductora externa pelable en frío**  
 Mayor facilidad de instalación de terminales, empalmes o conectores separables. Instalación más segura al ejecutarse más fácilmente con corrección.

✓ **Triple extrusión**  
 Capa semiconductora interna, aislamiento y capa semiconductora externa se extruyen en un solo proceso. Mayor garantía al evitarse deterioros y suciedad en las interfaces de las capas.

✓ **Aislamiento reticulado en catenaria**  
 Mejor reticulación de las cadenas poliméricas. Mayor vida útil.

✓ **Cubierta mejorada**  
 Mayor resistencia a la absorción de agua, al rozamiento y abrasión, a los golpes, al desgarro, mayor facilidad de instalación en tramos tubulares, mayor seguridad de montaje. Resistencia a los rayos UVA.

✓ **Garantía única para el sistema**  
 Posibilidad de instalación con accesorios Prysmian (terminales, empalmes, conectores separables).

✓ **Normalizado por Endesa**

✓ **Certificado por Aenor**

### Construcción

#### 1. Conductor

**Metal:** cuerda redonda compacta de hilos de aluminio.

**Flexibilidad:** clase 2 según UNE-EN 60228

**Temperatura máxima en el conductor:** 90°C en servicio permanente, 250°C en cortocircuito.

#### 2. Pantalla sobre conductor (capa semiconductora interna)

Capa extrusionada de material conductor.

#### 3. Aislamiento

**Material:** polietileno reticulado (XLPE).

#### 4. Pantalla sobre aislamiento (capa semiconductora externa)

Capa extrusionada de material conductor **separable en frío**.

#### 5. Protección contra el agua

**Cinta hinchante semiconductora.**

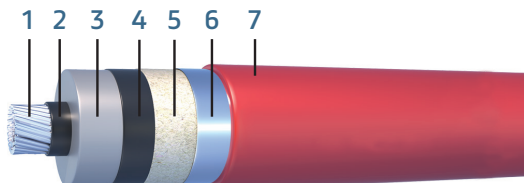
#### 6. Pantalla metálica

**Material:** cinta longitudinal de aluminio termosoldada y adherida a la cubierta.

#### 7. Cubierta exterior

**Material:** poliolefina DMZ1.

**Color:** rojo.



### Aplicaciones

Indicado para instalaciones en las que el riesgo de incendio sea despreciable. Apto para soterramiento directo o bajo tubo o instalaciones al aire.

## AL VOLTALENE H COMPACT - AL RH5Z1-OL (normalizado por Endesa)

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV  
 Norma diseño: UNE 211620; GSC001; DND001  
 Designación genérica: AL RH5Z1-OL



### Datos técnicos

#### Características dimensionales e intensidades máximas

Sección Conductor AL (mm <sup>2</sup> )	Diámetro nominal sobre aislamiento (1) (mm)	Diámetro nominal exterior (1) (mm)	Peso (1) (kg/km)	Radio mínimo de curvatura (1) (mm)	Intensidad máx. admisible al aire (2) (A)	Intensidad máx. admisible directamente enterrado (2) (A)	Intensidad máx. admisible bajo tubo enterrado (2) (A)	Intensidad máxima de cortocircuito durante 1 s (kA)	
								Conductor	Pantalla
<b>12/20 kV</b>									
1X95*	21,2	29,0	885	435	255	205	190	8,93	2,65
1X150*	23,9	31,6	1090	474	335	260	245	14,1	2,98
1X240*	28,0	35,6	1460	534	455	345	320	22,6	3,31
1X400*	33,0	40,7	1985	611	610	445	415	37,6	3,98
1X500	36,7	44,6	2470	669	715	505	480	47,0	4,30
1X630	40,8	48,4	2930	726	830	575	545	59,2	4,81
<b>18/30 kV</b>									
1X95*	25,6	33,3	1105	500	255	205	190	8,93	3,14
1X150*	28,3	36,0	1330	540	335	260	245	14,1	3,47
1X240*	32,4	40,0	1720	600	455	345	320	22,6	3,81
1X400*	37,4	45,1	2285	677	610	445	415	37,6	4,30
1X500	41,1	49,0	2790	735	715	505	480	47,0	4,81
1X630	45,4	53,3	3310	800	830	575	545	59,2	5,14

\* Secciones normalizadas por las compañías del grupo Endesa.

(1) Valores aproximados (sujetos a tolerancias de fabricación)

(2) Intensidades máximas admisibles de acuerdo con ITC-LAT 06 del RLAT. Cables al tresbolillo en contacto y pantallas conectadas entre sí y a tierra en ambos extremos. Para

instalación al aire: 40 °C de temperatura ambiente (a la sombra). Para instalación enterrada: 1 m de profundidad y terreno de 1,5 K.m/W de resistividad térmica y 25 °C de temperatura.

## AL VOLTALENE H COMPACT - AL RH5Z1-OL (normalizado por Endesa)

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV  
 Norma diseño: UNE 211620; GSC001; DND001  
 Designación genérica: AL RH5Z1-OL



### Resistencias, reactancias y capacidades

Sección conductor Al (mm <sup>2</sup> )	Resistencia en corriente continua a 20 °C (Ω/km)	Resistencia en corriente alterna a 90 °C (Ω/km)	Reactancia inductiva a 50 Hz (Ω/km)	Capacidad (μF/km)	Resistencia homopolar Ro (Ω/km)	Reactancia inductiva homopolar Xo (Ω/km)	Capacidad homopolar Co (μF/km)
<b>12/20 kV</b>							
1X95*	0,320	0,403	0,119	0,251	1,128	0,466	0,251
1X150*	0,206	0,262	0,111	0,294	0,985	0,428	0,294
1X240*	0,125	0,161	0,102	0,358	0,832	0,344	0,358
1X400*	0,0778	0,102	0,096	0,436	0,720	0,284	0,436
1X500	0,0605	0,084	0,093	0,494	0,651	0,241	0,494
1X630	0,0469	0,0636	0,090	0,557	0,604	0,216	0,557
<b>18/30 kV</b>							
1X95*	0,320	0,403	0,128	0,187	1,050	0,391	0,187
1X150*	0,206	0,262	0,119	0,216	0,890	0,341	0,216
1X240*	0,125	0,161	0,109	0,260	0,768	0,297	0,260
1X400*	0,0778	0,102	0,102	0,313	0,650	0,237	0,313
1X500	0,0605	0,084	0,099	0,329	0,618	0,225	0,329
1X630	0,0469	0,0636	0,095	0,396	0,561	0,195	0,396

\* Secciones normalizadas por las compañías del grupo Endesa.

Para el cálculo de sistemas desequilibrados (componentes simétricas) los valores que figuran en negro son de secuencia directa e inversa (coincidentes para ambos casos) y en rojo son valores homopolares.

Todos los valores, salvo las capacidades que son independientes de la colocación, se han obtenido considerando cables al tresbolillo en contacto y pantallas conectadas entre sí y a tierra en ambos extremos.

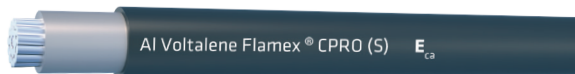
Valores de componentes homopolares ■

### Tensiones

	12/20 kV	18/30 kV
Tensión asignada simple U <sub>0</sub> (kV)	12	18
Tensión asignada entre fases, U (kV)	20	30
Tensión máxima entre fases, U <sub>m</sub> (kV)	24	36
Tensión a impulsos, U <sub>p</sub> (kV)	125	170
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (°C)		90
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)		250

## AL VOLTALENE FLAMEX CPRO (S) - AL XZ1 (S)

Tensión asignada: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: UNE-HD 603-5X-1  
 Designación genérica: AL XZ1 (S)



N° DoP 1003852



**DESCÁRGATE la DoP**  
 (declaración de prestaciones)  
<https://es.prysmiangroup.com/dop>



No propagación de la llama  
 UNE-EN 60332-1-2  
 IEC 60332-1-2



Libre de halógenos  
 UNE-EN 60754-2  
 UNE-EN 60754-1  
 IEC 60754-2  
 IEC 60754-1



Baja emisión de gases tóxicos  
 UNE-EN 60754-2  
 NFC 20454. It=1  
 DEF-STAN 02-713



Baja opacidad de humos  
 UNE-EN 61034-2  
 IEC 61034-2



Baja emisión de gases corrosivos  
 UNE-EN 60754-2  
 IEC 60754-2  
 NFC 20453



Resistencia a la absorción del agua



Resistencia al frío



Resistencia a los rayos ultravioleta



Resistencia a los agentes químicos



Resistencia a las grasas y aceites



Resistencia a los golpes



Resistencia al ozono

- Temperatura de servicio: -40 °C (fijo protegido), +90 °C (cable termoestable).
- Ensayo de tensión durante 5 min: 6500 Vac / 15000 Vdc.

## Reacción al fuego

## Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

- Nivel de prestación: E<sub>ca</sub>
- Requerimientos de fuego: UNE-EN 50575.2014/A1:2016
- Clasificación respecto al fuego: UNE-EN 13501-6
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576
- Métodos de ensayo: [UNE-EN 60332-1-2](#)

## Normativa de fuego completa (incluidas normas aplicables a países no pertenecientes a la Unión Europea):

- No propagación de la llama:  
IEC 60332-1-2
- Opacidad humos:  
IEC 61034-1/-2
- Libre de halógenos:  
IEC 60754-1
- Emisión gases corrosivos:  
IEC 60754-2

## AL VOLTALENE FLAMEX CPRO (S) - AL XZ1 (S)

Tensión asignada: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: UNE-HD 603-5X-1  
 Designación genérica: AL XZ1 (S)



✓ Normalizado por las principales compañías eléctricas

✓ Características técnicas

Norma de referencia	UNE-HD 603-5X-2
Temperatura de servicio (Instalación fija)	-40 °C (fijo portegido) + 90 °C
Temperatura máxima en régimen de cc	250 °C
Radio mínimo de curvatura	5D (D = diámetro exterior)
Máximo esfuerzo de tracción	30 N/mm <sup>2</sup>
Tensión asignada c.a.	0,6/1 kV
Tensión asignada en c.c.	U <sub>0</sub> /U = 1,5/1,5 kVdc
Tensión máxima en c.a.- c.c.	1,2/1,2 kVac - 1,8/1,8 kVdc; UNE-EN 50618, IEC 60502-1
Adecuado para sistemas anti-PID	Tensión máxima eficaz: 1200 V (>906 V) Tensión máxima de pico: 1697 V (>1468 V)
Ensayo de tensión durante 5 min. (EN 50618)	6,5 kVac y 15 kVdc
Ensayo de tensión durante 5 min. (HD 603-5X)	3,5 kV
Posibilidad intermitente parcial o total de estar cubierto en agua	AD7
Resistencia UV	UNE HD 605 52
Resistencia al ozono	UNE-EN 50618
Resistencia a la penetración de la humedad por la unión entre aislamiento y cubierta.	
Resistencia a la abrasión	Masa aplicada: 18 kg Nº de desplazamientos: 8
Carga mínima de rotura (cubierta)	12,5 N/mm <sup>2</sup>
Alargamiento mínimo hasta la rotura (cubierta)	300 %
Resistencia al desgarro (cubierta)	9 N/mm (UNE HD 605-1)
Resistencia de aislamiento a 90 °C conductor	1012 Ω·cm
Constante de resistencia aislamiento Ki	3,67 MΩ·cm

Menor impacto ambiental por la eliminación de estabilizantes con plomo y plastificantes.

## Construcción

## 1. Conductor

**Metal:** aluminio clase 2 de acuerdo a IEC 60228.

## 2. Aislamiento

**Material:** mezcla polietileno reticulado (XLPE) tipo DIX 3 según HD 603-1.

**Color:** natural.

## 3. Cubierta exterior

**Material:** mezcla LSOH tipo flamex DM01, según UNE HD 603-5.

**Color:** negro.

## Aplicaciones

Cable de baja tensión libre de halógenos para instalaciones subterráneas e instalaciones al aire.

Adecuado para instalación en sistemas fotovoltaicos cuya tensión entre conductores o entre conductor y tierra no supere los 1800 Vdc. Incluidos sistemas en isla (IT).

Permitido para soterramiento directo (sin tubo o conducto).

Acometidas (ITC-BT 11).

Redes subterráneas de distribución (ITC-BT 07).

Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20) salvo aplicación de Afumex Class (AS) (ver ITC-BT 28 y R.D. 2267/2004).

## AL VOLTALENE FLAMEX CPRO (S) - AL XZ1 (S)

Tensión asignada: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: UNE-HD 603-5X-1  
 Designación genérica: AL XZ1 (S)



### Datos técnicos

Sección (mm)	Diámetro conductor (mm)	Espesor de aislam. (mm)	Diámetro nom. aislam. (mm)	Diámetro ext. (mm)	Radio de curv. (mm)	Peso aprox. (kg/km)	Intensidad de corriente al aire** (2)		Intensidad de corriente directamente enterrado** (2)		Intensidad de corriente bajo tubo y enterrado** (3)		Resist. del cond. (Ω/km)	Máx. caída de tensión cc más (90° C) (V/(A.km))
							2 cables (A)	3 cables (A)	2 cables (A)	3 cables (A)	2 cables (A)	3 cables (A)		
1x16	4,65	0,7	6,1	8,3	41,5	85	95	76	76	64	71	59	1,91	3,82
1x25	5,85	0,9	7,7	9,9	49,5	124	121	103	98	82	90	75	1,200	2,40
1x35	6,75	0,9	8,6	10,8	54	153	150	129	117	98	108	90	0,868	1,736
1x50	8,0	1	10,1	12,5	62,5	200	184	159	139	117	128	106	0,641	1,282
1x70	10,0	1,1	11,9	14,5	72,5	265	237	206	170	144	158	130	0,443	0,886
1x95	11,2	1,1	13,8	15,8	79	340	289	253	204	172	186	154	0,320	0,640
1x120	12,6	1,2	15,3	17,4	87	420	337	296	233	197	211	174	0,253	0,506
1x150	13,85	1,4	17	19,3	96,5	515	389	343	261	220	238	197	0,206	0,412
1x185	16,0	1,6	19,4	21,4	107	645	447	395	296	250	267	220	0,164	0,328
1x240	18,0	1,7	22,1	24,2	121	825	530	471	343	290	307	253	0,125	0,250
1x300	20,0	1,8	24,3	26,7	133,5	1035	613	547	386	326	346	286	0,100	0,200
1x400	22,6	2,0	27,0	30,0	150	1345	740	663	448	370	415	350	0,0778	0,156
1x500	26,0	2,2	30,4	33,6	252	1660	856	770	510	420	470	400	0,0605	0,121
1x630	30,0	2,4	34,8	38,6	290	2160	996	899	590	480	545	460	0,0469	0,094

\* Valores sujetos a tolerancias de fabricación.

\*\* Intensidad máxima admisible según UNE-HD 60364-5-52 (IEC 60364-5-52).

(1) Considerando 2 o 3 conductores cargados tendidos en contacto al aire a temperatura ambiente de 30 °C. Instalación tipo F, tabla B.52.13 de UNE-HD 60364-5-52 y IEC 60364-5-52.

(2) Considerando 2 o 3 conductores cargados tendidos en contacto y directamente enterrados a una profundidad de 0,7 m, temperatura del terreno 20 °C y resistividad térmica del sue-

lo de 2,5 K·m/W según tabla B.52.3 y table B.52.5 de UNE-HD 60364-5-52, (IEC 60364-5-52). Instalación tipo D2.

Secciones superiores a 300 mm<sup>2</sup> calculadas según IEC 60287.

(3) Considerando 2 o 3 conductores unipolares cargados tendidos en contacto y enterrados bajo tubo a una profundidad de 0,7 m, temperatura del terreno 20 °C y resistividad térmica del suelo de 2,5 K·m/W según tabla B.52.3 y tabla B.52.5 de UNE-HD 60364-5-52, (IEC 60364-5-52). Instalación tipo D1. Secciones superiores a 300 mm<sup>2</sup> calculadas según IEC 60287.



A



### CONTRÁCTILES EN FRIO

### TERMO RETRÁCTIL



TERMINACIONES  
EMPALMES

TERMINACIONES  
EMPALMES

pág. 155

164

# Media Tensión



TERMO RETRÁCTIL 72 kV



TERMINACIONES  
EMPALMES

180



TERMINAL ENCHUFABLE

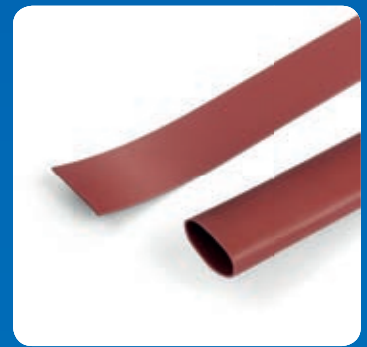


CON VÁSTAGO  
CON TORNILLO

182



FUNDAS Y CINTAS  
PARA AISLAMIENTO



FUNDAS DE HASTA 36 kV  
CINTAS DE HASTA 36 kV

184



# CONTRÁCTILES EN FRIO

## Terminaciones

CONTRÁCTILES EN FRIO PARA INTERIOR Y EXTERIOR



Terminaciones para **interior**  
Para cables extruídos  
hasta 12/20 kV (Um 24 kV)



Terminaciones para **exterior**  
Para cables extruídos  
hasta 12/20 kV (Um 24 kV)

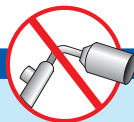


Terminaciones para **interior/exterior**  
Para cables extruídos  
hasta 18/30 kV (Um 36 kV)

## Empalmes

CONTRÁCTILES EN FRIO

**New**

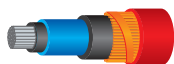


Empalmes  
Para cables extruídos hasta. 18/30 kV (Um 36 kV)



**Prestaciones eléctricas:**  
CEI 20-24 • CEI 20-62/1 • HD 629-1

**Gamas de aplicación:**  
Para cables unipolares tipo



Extruso hilos



Extruso cintas

Para tensiones de 6/10 kV (U<sub>max</sub> 12 kV)  
a 12/20 kV (U<sub>max</sub> 24 kV)

## Terminaciones contráctiles en frío para interior

Terminaciones de goma silicónica, con control del campo eléctrico. Para cables extruídos de hasta 12/20 **kV (Um 24 kV)**.

La tecnología auto-restringente está basada en fundas aislantes predilatadas sobre un soporte auto-movible a espiral, que es extraído sin herramientas durante la instalación, para permitir la cobertura completa del aislante del cable. La funda silicónica Raytech, suministrada pre-expandida, es retardante a la llama, es altamente anti-rastro, posee elevadas características elásticas, es capaz de mantener la presión sobre el cable durante el funcionamiento, es hidrórepelente y extremadamente robusta. Los terminaciones Raytech están indicados para aplicaciones de interior, muy compactos presentan una conformación lisa, compuestos por todos los componentes; cada kit incluye 3 terminaciones unipolares para interior. La instalación se realiza en frío, sin equipos, desenrollando la espiral de soporte.

- Rapidez de instalación con ventaja de costes de mano de obra
- Elevada fiabilidad y seguridad para el operador
- Instalación sin aporte de calor y sin herramientas

Para cables (A)RG7H1R espesor aislante <b>pleno</b>	Tensión nominal U <sub>max</sub> (kV)	∅ sobre el aislante (mm)	∅ sobre la funda externa (mm)	Sección conductor (mm <sup>2</sup> )	Longitud sin terminal (mm)
<b>Producto</b>					
AUTO 10 / 120-I	12	15,3 - 20,2	24,6 - 29,6	50 - 120	320
AUTO 10 / 240-I		18,7 - 25,6	28,0 - 35,8	95 - 240	320
AUTO 10 / 630-I		28,2 - 37,8	38,5 - 49,4	300 - 630	320
AUTO 15 / 70-I	17,5	16,3 - 19,2	25,6 - 28,7	35 - 70	320
AUTO 15 / 240-I		19,2 - 27,8	28,7 - 38,1	70 - 240	320
AUTO 15 / 630-I		27,8 - 40,0	38,1 - 52,1	240 - 630	320
AUTO 20 / 50-I	24	17,3 - 19,5	27,8 - 29,0	25 - 50	320
AUTO 20 / 185-I		19,5 - 27,4	29,0 - 37,8	50 - 185	320
AUTO 20 / 630-I		29,8 - 42,0	40,2 - 54,2	240 - 630	320

Para cables RG7H1M1 espesor aislante <b>reducido</b>	Tensión nominal U <sub>max</sub> (kV)	∅ sobre el aislante (mm)	∅ sobre la funda externa (mm)	Sección conductor (mm <sup>2</sup> )	Longitud sin terminal (mm)
<b>Producto</b>					
AUTO 20 / 50-I	24	17,0 - 19,0	23,3 - 25,3	25 - 70	320
AUTO 20 / 185-I		21,0 - 28,0	26,7 - 34,5	95 - 240	320
AUTO 20 / 630-I		28,0 - 41,0	34,6 - 48,3	240 - 630	320

Para seleccionar la correcta terminación:  
sigla del cable, sección en mm<sup>2</sup>, tensión nominal, instalación para interior o para exterior.

## Terminaciones contráctiles en frío para exterior

Terminaciones de goma silicónica con control del campo eléctrico e aislantes a campana. Para cables extruídos de hasta **12/20 kV (Um 24 kV)**.

La funda silicónica Raytech, suministrada pre-expandida, es retardante a la llama, es altamente anti rastro, posee elevadas características elásticas, es capaz de mantener la presión sobre el cable durante el funcionamiento, es hidrófuga y extremadamente robusta. Con aletas silicónicas predilatadas sobre soporte con espiral para una instalación modular del accesorio para exterior, que dan la posibilidad de instalarla invertida. Los terminaciones Raytech están indicados para aplicaciones de exterior, muy compactos presentan una conformación lisa, compuestos por todos los componentes; cada kit incluye 3 terminaciones unipolares para exterior. La instalación se realiza en frío, sin equipos, desenrollando la espiral de soporte.

- Rapidez de instalación con ventaja de costes de mano de obra
- Elevada fiabilidad y seguridad para el operador
- Instalación sin aporte de calor y sin herramientas

Para cables (A)RG7H1R espesor aislante <b>pleno</b>	Tensión nominal U <sub>max</sub> (kV)	∅ sobre el aislante (mm)	∅ sobre la funda externa (mm)	Sección conductor (mm <sup>2</sup> )	Longitud sin terminal (mm)
<b>Producto</b>					
AUTO 10 / 120-E	12	15,3 - 20,2	24,6 - 29,6	50 - 120	410
AUTO 10 / 240-E		18,7 - 25,6	28,0 - 35,8	95 - 240	410
AUTO 10 / 300-E		28,0 - 29,0	35,5 - 39,0	300	410
AUTO 10 / 630-E	17,5	28,3 - 37,8	38,5 - 49,4	300 - 630	420
AUTO 15 / 70-E		16,3 - 19,2	25,6 - 28,7	35 - 70	410
AUTO 15 / 240-E		19,2 - 27,8	28,7 - 38,1	70 - 240	410
AUTO 15 / 300-E	24	30,0 - 31,0	38,0 - 41,0	300	410
AUTO 15 / 630-E		30,4 - 40,0	40,2 - 52,1	300 - 630	420
AUTO 20 / 50-E		17,3 - 19,5	27,8 - 29,0	25 - 50	410
AUTO 20 / 185-E	24	19,5 - 27,4	29,0 - 37,8	50 - 185	410
AUTO 20 / 240-E		27,5 - 31,0	35,7 - 41,0	185 - 240	410
AUTO 20 / 630-E		29,8 - 42,0	40,2 - 54,2	240 - 630	420

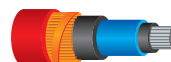
Para cables RG7H1M1 espesor aislante <b>reducido</b>	Tensión nominal U <sub>max</sub> (kV)	∅ sobre el aislante (mm)	∅ sobre la funda externa (mm)	Sección conductor (mm <sup>2</sup> )	Longitud sin terminal (mm)
<b>Producto</b>					
AUTO 20 / 50-E	24	17,0 - 19,0	23,3 - 25,3	25 - 70	410
AUTO 20 / 185-E		21,0 - 28,0	26,7 - 34,5	95 - 240	410
AUTO 20 / 240-E		28,0 - 31,5	34,6 - 42,0	240 - 300	410
AUTO 20 / 630-E		31,0 - 41,0	37,4 - 48,3	300 - 630	420

Para seleccionar la correcta terminación:  
sigla del cable, sección en mm<sup>2</sup>, tensión nominal, instalación para interior o para exterior.



**Prestaciones eléctricas:**  
CEI 20-24 • CEI 20-62/1 • HD 629-1

**Gamas de aplicación:**  
Para cables unipolares tipo



Extruso hilos



Extruso cintas

Para tensiones de 6/10 kV (U<sub>max</sub> 12 kV)  
a 12/20 kV (U<sub>max</sub> 24 kV)



**Prestaciones eléctricas:**  
CEI 20-24 • CEI 20-62/1 • HD 629-1

**Gamas de aplicación:**  
Para cables unipolares tipo



Extruso tubo AL



Extruso hilos



**CONSEJOS DE INSTALACIÓN:**

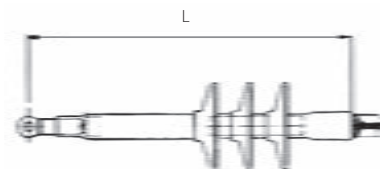
- Seguir las medidas indicadas en las instrucciones de montaje.
- Atención a no incidir el aislante primario del cable durante la extracción del semiconductor.
- El semiconductor del cable no debe presentar puntas o perfiles irregulares en la zona de corte.
- Limpiar atentamente el aislante del cable.
- Instalar un correcto terminal.

## Terminaciones contráctiles en frío para **interior/exterior**

Terminaciones de goma silicónica, con control del campo del campo elettrico. Per cables extruídos hasta **18/30 kV (Um 36 kV)**.

La funda silicónica Raytech, suministrada pre-expandida, es retardante a la llama, es altamente anti rastro, posee elevadas características elásticas, es capaz de mantener la presión sobre el cable durante el funcionamiento, es hidropelente y extremadamente robusta. Con aletas silicónicas predilatadas sobre soporte con espiral para una instalación modular del accesorio que dan la posibilidad de instalarla invertida. Está indicada para aplicaciones de interior y exterior, muy compacta, compuesta por todos los componentes; cada kit incluye 3 terminaciones unipolares. La instalación se realiza en frío, sin equipos, desenrollando la espiral de soporte.

- Rapidez de instalación con ventaja de costes de mano de obra
- Elevada fiabilidad y seguridad para el operador
- Instalación sin aporte de calor y sin herramientas



### PARA INTERIOR

Producto	Tensión nominal Umax (kV)	∅ sobre el aislante (mm)	∅ sobre la funda externa (mm)	Sección conductor (mm <sup>2</sup> )	Dimensiones L (mm)
AUTO 30/95-I	36	22,3 - 27,9	33,5 - 38,5	25 - 95	410
AUTO 30/120-I		29,4 - 31,0	37,3 - 41,2	120 - 150	410
AUTO 30/400-I		30,6 - 40,3	39,0 - 51,3	150 - 400	410

Producto	Tensión nominal Umax (kV)	∅ sobre el aislante (mm)	∅ sobre la funda externa (mm)	Sección conductor (mm <sup>2</sup> )	Dimensiones L (mm)
AUTO 30/95-I	36	25,0 - 27,0	31,2 - 33,4	50 - 120	410
AUTO 30/120-I		28,0 - 29,0	32,3 - 35,0	150 - 185	410
AUTO 30/400-I		28,0 - 40,0	34,6 - 47,9	150 - 500	410

### PARA EXTERIOR

Producto	Tensión nominal Umax (kV)	∅ sobre el aislante (mm)	∅ sobre la funda externa (mm)	Sección conductor (mm <sup>2</sup> )	Dimensiones L (mm)
AUTO 30/95-E	36	22,3 - 27,9	33,5 - 38,5	25 - 95	680
AUTO 30/120-E		29,4 - 31,0	37,3 - 41,2	120 - 150	680
AUTO 30/400-E		30,6 - 40,3	39,0 - 51,3	150 - 400	680

Producto	Tensión nominal Umax (kV)	∅ sobre el aislante (mm)	∅ sobre la funda externa (mm)	Sección conductor (mm <sup>2</sup> )	Dimensiones L (mm)
AUTO 30/95-E	36	25,0 - 27,0	31,2 - 33,4	50 - 120	680
AUTO 30/120-E		28,0 - 29,0	32,3 - 35,0	150 - 185	680
AUTO 30/400-E		28,0 - 40,0	34,6 - 47,9	150 - 500	680

# Terminaciones contráctiles en frío tripolaires para interior/exterior

Terminaciones para cables con aislante extruso armados y no armados de hasta **36 kV**.

Tecnología híbrida que proporciona la trifurcación de los termo-retráctiles y la terminación del contráctil en frío.

## PARA INTERIOR

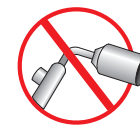
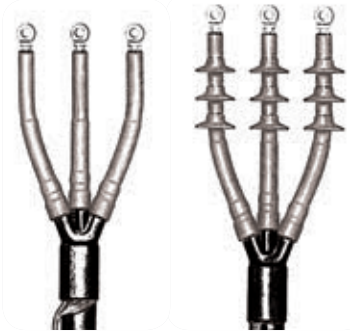
Para cables no armados	Para cables armado	U <sub>max</sub> 12 kV sec. (mm <sup>2</sup> )	U <sub>max</sub> 17,5 kV sec. (mm <sup>2</sup> )	U <sub>max</sub> 24 kV sec. (mm <sup>2</sup> )
Producto	Producto			
AUTO 20/50-I-3	AUTO 20/50-I-3ARM	50 - 120	35 - 70	25 - 50
AUTO 20/185-I-3	AUTO 20/185-I-3ARM	95 - 240	70 - 240	50 - 185
AUTO 20/630-I-3	AUTO 20/630-I-3ARM	300 - 500	240 - 400	240 - 300

Para cables no armados	Para cables armado	Tensión U <sub>max</sub> (kV)	Sección conductor (mm <sup>2</sup> )
Producto	Producto		
AUTO 30/95-I-3	AUTO 30/95-I-3ARM	36	25 - 95
AUTO 30/240-I-3	AUTO 30/240-I-3ARM		120 - 240

## PARA EXTERIOR

Para cables no armados	Para cables armado	U <sub>max</sub> 12 kV sec. (mm <sup>2</sup> )	U <sub>max</sub> 17,5 kV sec. (mm <sup>2</sup> )	U <sub>max</sub> 24 kV sec. (mm <sup>2</sup> )
Producto	Producto			
AUTO 20/50-E-3	AUTO 20/50-E-3ARM	50 - 120	35 - 70	25 - 50
AUTO 20/185-E-3	AUTO 20/185-E-3ARM	95 - 240	70 - 240	50 - 185
AUTO 20/630-E-3	AUTO 20/630-E-3ARM	300 - 500	240 - 400	240 - 300

Para cables no armados	Para cables armado	Tensión U <sub>max</sub> (kV)	Sección conductor (mm <sup>2</sup> )
Producto	Producto		
AUTO 30/95-E-3	AUTO 30/95-E-3ARM	36	25 - 95
AUTO 30/240-E-3	AUTO 30/240-E-3ARM		120 - 240



**Prestaciones eléctricas:**  
CEI 20-24 • HD 629-1

Nota: para cables tripolaires con espesor de aislante reduce ponerse en contacto con Raytech



Cable tripolar extruso apantallado con hilos



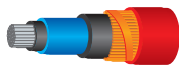
Cable tripolar extruso apantallado con cintas y armado

## Empalmes contráctiles en frío unipolares



**Prestaciones eléctricas:**  
CEI 20-24 • CEI 20-62/1 • HD 629-1

**Gamas de aplicación:**  
Para cables unipolares tipo



Extruso hilos



Extruso cintas

Para tensiones de hasta 6/10 kV (U<sub>max</sub> 12 kV)  
a 12/20 kV (U<sub>max</sub> 24 kV)

Indicados para aplicaciones de exterior, enterradas e incluso sumergidas; muy compactas y dotadas de todos los componentes. Cada kit incluye 1 junta unipolar. Cada componente de la junta se encuentra predilatado sobre un soporte a espiral, extremadamente fácil de extraer para una instalación rápida y segura, sin herramientas ni fuentes de calor.

Juntas monobloque para cable extruídos de hasta **12/20 kV (U<sub>max</sub> 24 kV)**.

Producto	Tensión nominal U <sub>max</sub> (kV)	∅ sobre el aislante (mm)	∅ sobre la funda externa (mm)	Sección conductor (mm <sup>2</sup> )	Longitud (mm)
JMAUTO 20 / 95-1	12	17 - 23	26 - 33	70 - 150	550
JMAUTO 20 / 240-1		22 - 32	33 - 42	185 - 400	600
JMAUTO 20 / 400-1		32 - 36	42 - 48	400 - 630	600
JMAUTO 20 / 95-1	17,5	17 - 23	26 - 33	50 - 150	550
JMAUTO 20 / 240-1		22 - 32	33 - 42	150 - 300	600
JMAUTO 20 / 400-1		32 - 36	42 - 48	400 - 500	600
JMAUTO 20 / 95-1	24	17 - 23	26 - 33	25 - 95	550
JMAUTO 20 / 240-1		22 - 32	33 - 42	120 - 240	600
JMAUTO 20 / 400-1		32 - 36	42 - 48	300 - 400	600

Producto	Tensión nominal U <sub>max</sub> (kV)	∅ sobre el aislante (mm)	∅ sobre la funda externa (mm)	Sección conductor (mm <sup>2</sup> )	Longitud (mm)
JMAUTO 20 / 95-1	24	17 - 23	26 - 33	25 - 120	550
JMAUTO 20 / 240-1		22 - 32	33 - 42	120 - 300	600
JMAUTO 20 / 400-1		32 - 36	42 - 48	300 - 500	600

### Secuencia de instalación



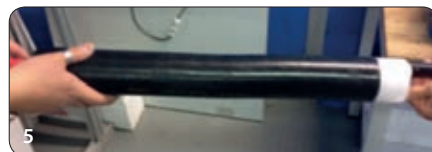
1 Los cables están preparados y conectados



4 Se reconstruye el esquema metálico



2 La junta está colocada en el centro de la conexión



5 Se coloca en posición y se instala la funda externa de protección



3 El espiral de soporte se extrae



6 La junta está lista y puede ponerse inmediatamente en funcionamiento



# Empalmes contráctiles en frío unipolares monobloque 30 kV

Las terminaciones Raytech para tensión de 30 kV (U<sub>max</sub> 36 kV) son del tipo monobloque, están compuestas por un cuerpo pre-enamblado formado por un manguito elastomérico, en su interior electrodos deflectores laterales y el electrodo central (jaula de Faraday), en el cual ya se encuentra la pantalla metálica para la continuidad del blindaje de los cables y la funda de protección externa.

**Esto permite**

- Reducir el volumen de la junta
- Reducir el tamaño de la ranura
- Reducir los tiempos de instalación
- Simplificar la instalación
- Aumentar la fiabilidad
- Reducir las posibilidades de error

Las juntas se adaptan a todo tipo de colocación interna, externa, enterrada e incluso sumergida.

## Juntas monobloque para cable extruídos de hasta 18/30 kV (U<sub>max</sub> 36 kV).

Producto	Tensión nominal U <sub>max</sub> (kV)	∅ sobre el aislante (mm)	∅ sobre la funda externa (mm)	Sección conductor (mm <sup>2</sup> )	Longitud (mm)
JMAUTO 30 / 95-1	36	25 - 29	31,2 - 38,3	50 - 95	750
JMAUTO 30 / 185-1		27 - 31	33,4 - 42	120 - 185	750

Las juntas JMAUTO 30/ -1 se adaptan a todo tipo de cable extruido.

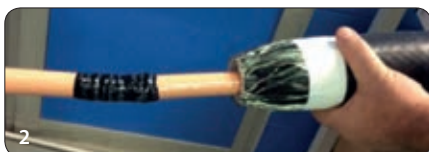
### Secuencia de instalación



El cuerpo de la junta lleva integrado el blindaje y la funda externa



La junta está encastrada en el cable conectado



Colocada en el centro de la conexión

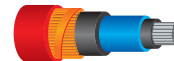


La junta está lista y puede ponerse inmediatamente en funcionamiento



**Prestaciones eléctricas:**  
CEI 20-24 • CEI 20-62/1 • HD 629-1

**Gamas de aplicación:**  
Para cables unipolares tipo



Extruso hilos



Extruso cintas

Para tensiones de hasta 18/30 kV (U<sub>max</sub> 36 kV)



## Empalmes contráctiles Raytech para cables de tensión mediana

Los empalmes contráctiles en frío son retráctiles; el cuerpo de la junta, que integra los elementos para el control del campo eléctrico (electrodos deflectores laterales + el electrodo central que forma una verdadera jaula de Faraday alrededor del conector), está compuesto por un monobloque de elastómero aislante con elevadísimas características dieléctricas, mecánicas, de retención elástica y térmica, aptas para resistir esfuerzos durante la expansión, el almacenamiento, la instalación y el funcionamiento de la junta.



Raytech puso a punto, en sus laboratorios y en sus líneas de producción, un soporte en espiral de perfil sofisticado sobre el cual dilatar la junta; el soporte, extruido en las trefiladoras Raytech, con la forma para el diámetro de aplicación en las líneas de embalaje dedicadas y automatizadas, se encastra en el cuerpo de la junta.



La forma especial y el perfil de la sección de soporte permiten la dilatación segura del cuerpo de la junta, evitando stress dañino que afecta la duración en almacenamiento pero, sobre todo, permite una extracción, durante la instalación de la junta, suave, fácil y sin desgarros ni esfuerzos peligrosos.

Las pruebas realizadas en nuestros laboratorios cumpliendo con la norma CENELEC HD 629-1 sumadas a la experiencia adquirida han demostrado la máxima fiabilidad y simplicidad de montaje.

## Detalle prueba para media tension de terminaciones y empalmes hasta 36 kv.

PRUEBAS	MODALIDAD DE PRUEBA (TENSIONES EN kV)	TENSIÓN MÁXIMA PARA CABLE UM (kV)					RESULTANTES
		7,2	12	17,5	24	36	
CORRIENTE ALTERNADA FRECUENCIA INDUSTRIAL	a) 1 min. (en seco)	27	35	45	55	75	Ni perforación ni descargas
	b) 1 min. (bajo la lluvia)	27	35	45	55	75	
	c) 4 h.	14	24	36	48	73	
DESCARGAS PARCIALES	PE, XLPE, EPR, PVC (tensiones en kV)	4,5	7,5	10,9	15	22,5	< 3 pC
		7,2	12	17,5	24	-	< 20 pC
IMPULSO	a) 10 positivos 10 negativos 1,2/50 $\mu$ s (tensiones en kV)	60	75	95	125	170	Ni perforación ni descargas
	b) 10 positivos 10 negativos 1,2/50 $\mu$ s (tensiones en kV)	70	95	110	150	200	
CICLOS TÉRMICOS CON TENSIÓN APLICADA	a) 63 ciclos de 5 h. de calentamiento, 3 h. de enfriamiento en aire	-	-	-	-	-	Ni perforación ni descargas
	b) 63 ciclos de 5 h. de calentamiento, 3 h. de enfriamiento en agua (1 m de chorro de agua)	-	-	-	-	-	
	cable extruido y cable papel mezcla no migratorio	9	15	22	30	45	
	cable papel mezcla migratorio	6,5	11	15	22	32	
PRUEBA DE CORTO CIRCUITO TÉRMICO	a) cortocircuito de 1s f/f a la temperatura máxima prevista por el cable	-	-	-	-	-	Ningún daño visible
	b) cortocircuito de 1s f/f a la temperatura máxima prevista por el cable	-	-	-	-	-	
CORRIENTE CONTINUA	30 min.	28	48	72	96	144	Ni perforación ni descargas
PRUEBA DE HUMEDAD CON TENSIÓN APLICADA	a) 100 h. en aire saturado	4,5	7,5	10,9	15	22,5	Ni perforación ni descargas ni carbonización visible ni erosión
	b) 1000 h. en aire saturado	4,5	7,5	10,9	15	22,5	
PRUEBA DE CORTO CIRCUITO DINÁMICO	63 kA - Estándar	-	-	-	-	-	Ningún daño visible
	125 kA - Alta Corriente	-	-	-	-	-	
IMPACTO	Caída desde una altura de 2 m. de un peso de 4 Kg. por 6 veces (solo juntas armadas)	-	-	-	-	-	
NIEBLA SALINA CON TENSIÓN APLICADA	1h. salinidad de retención 224 kg/m3 (tensiones en kV)	4,5	7,5	10,9	15	22,5	Ninguna descarga

### SECUENCIA DE LAS PRUEBAS

**Terminaciones para interior** 1a,2,3a, 4a,2,5, 4a, 1c, 3a,6,7a, 8

**Terminaciones para exterior** 1b, 2, 3b, 4a,2, 5,4a, 2, 1c,3b, 6,7b, 8, 10

**Juntos** 9, 1a,2,3b,4a,2,5, 4b,2,5, 4b,2,1c,3b, 6,8

# TERMO RETRÁCTILES

## Terminaciones

TERMO RETRÁCTILES PARA INTERIOR Y EXTERIOR



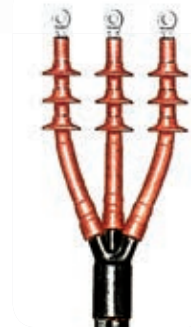
Terminaciones unipolares para **interior**

Para cables extruidos de hasta 36 kV



Terminaciones unipolares para **exterior**

Para cables extruidos de hasta 36 kV



Terminaciones tripolares para **interior/exterior**

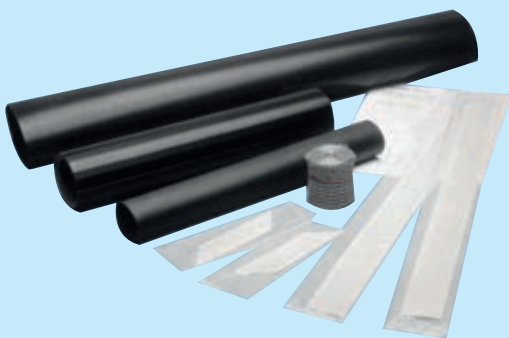
Para cables extruidos de hasta 36 kV



Terminaciones homologados ENEL

## Empalmes

TERMO RETRÁCTILES



Empalmes **unipolares**

Empalmes **tripolares**

Empalmes **de transición**

Empalmes **homologadas ENEL**



Cable tripolar extruso (A) RG7H10R



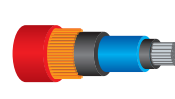
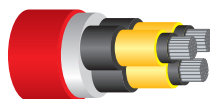
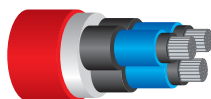
Cable tripolar de papel (A) RC1HLOR(X)



Cable unipolar extruso (A) RG7H1R(X)



Cable unipolar de papel (A) RC1HLR(X)





# Terminaciones termo retráctiles

Terminaciones para interior y exterior para cables unipolares, tripolares armados y no armados.

Los terminaciones termo retráctiles son inmediatamente energizables, rápidos en el envasado y fiables. Las relaciones de encogimiento elevadas permiten ampliar las gamas de aplicación y reducen el número de los kit de colocar en el almacén.

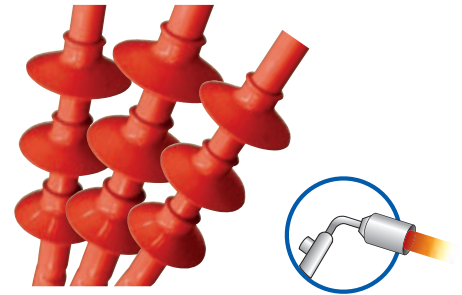
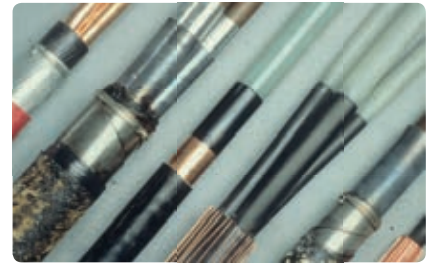
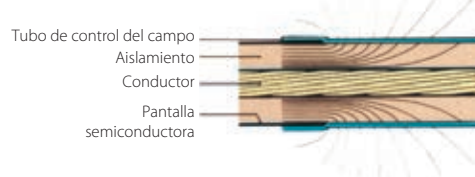
El primer problema a resolver en los accesorios de media tensión es evitar la concentración de la tensión sobre la línea de corte pantalla. El empleo de polímeros cargados con óxidos metálicos con característica no lineal ha permitido una óptima distribución del campo eléctrico sin aumentar el terminal; el elemento de control del campo puede ser una funda para aplicar directamente sobre la punta del cable, más que una capa extrusa con la funda de cobertura externa.

- Extremadamente simples, no requieren una mano de obra particular
- Inestables en todas las condiciones
- Sin caducidad

### SIN CONTROL DEL CAMPO



### CON TUBO DE CONTROL DEL CAMPO

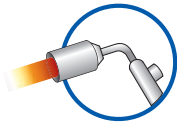


## TERMINACIONES MT

### CÓMO IDENTIFICAR Y ORDENAR LOS ACCESORIOS COMPLEMENTARIOS

Accesorio	Sigla para añadir al código del producto		Ejemplo
Trenza de puesta a tierra para pantalla con tubo de aluminio	<b>/H5</b>		THVE 20/A-RC/H5
Trenza de puesta a tierra con muelle en rollo (solamente para unipolares)	<b>/24</b> <b>/25</b> <b>/26</b> <b>/27</b>	Para cables (mm <sup>2</sup> ) hasta 25 de 35 a 95 da 120 a 300 de 400 a 630	∅ en la pantalla (mm) 12 - 20 17 - 28 25 - 40 36 - 60
Terminal de cobre	<b>-C</b>	+ sección conductor	THVE 20/A-RC-C50
Terminal de aluminio	<b>-CA</b>	+ sección conductor	THVE 20/A-RC-CA50
Terminal con roptura predeterminada	<b>-CPR</b>	+ sección conductor	THVE 20/A-RC-CPR50
Elección múltiple	En caso de terminal y accesorio de puesta a tierra, poner en línea los códigos		THVE 20/A-RC/24-C50





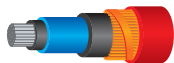
## Terminaciones termo retráctiles para interior

Terminaciones para cables **UNIPOLARES** con aislante extruso de hasta **36 kV**.

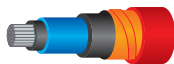


**Prestaciones eléctricas:**  
CEI 20-24 • CEI 20-62/1

**Composición del kit:**  
Tres terminaciones unipolares



Cable unipolar extruso hilos



Cable unipolar extruso cintas

### PARA CABLES NO ARMADOS

Para cables (A)RG7H1R  
espesor aislante **pleno**

Producto	Tensión U <sub>max</sub> (kV)	Sección conductor (mm <sup>2</sup> )	Longitud sin terminal (mm)
THVE 6/A-RC	7,2	25 - 120	210
THVE 6/B-RC		150 - 400	210
THVE 6/C-RC		500 - 630	210
THVE 15/A-RC	12	25 - 95	320
THVE 15/B-RC		120 - 300	320
THVE 15/C-RC		400 - 630	320
THVE 15/A-RC	17,5	25 - 50	320
THVE 15/B-RC		70 - 300	320
THVE 15/C-RC		400 - 800	320
THVE 20/A-RC	24	25 - 50	320
THVE 20/B-RC		70 - 240	320
THVE 20/C-RC		240 - 630	320
THVE 30/A-RC	36	35 - 95	430
THVE 30/B-RC		120 - 185	430
THVE 30/C-RC		240 - 500	430

Para cables apantallados con tubo de aluminio añadir a la sigla del terminal H5

Para cables RG7H1M1 Afumex  
espesor aislante **reducido**

Producto	Tensión U <sub>max</sub> (kV)	Sección conductor (mm <sup>2</sup> )	Longitud sin terminal (mm)
THVE 20/A-RC	24	25 - 120	320
THVE 20/B-RC		95 - 300	320
THVE 20/C-RC		240 - 630	320
THVE 30/A-RC	36	50 - 185	430
THVE 30/B-RC		120 - 240	430
THVE 30/C-RC		240 - 630	430

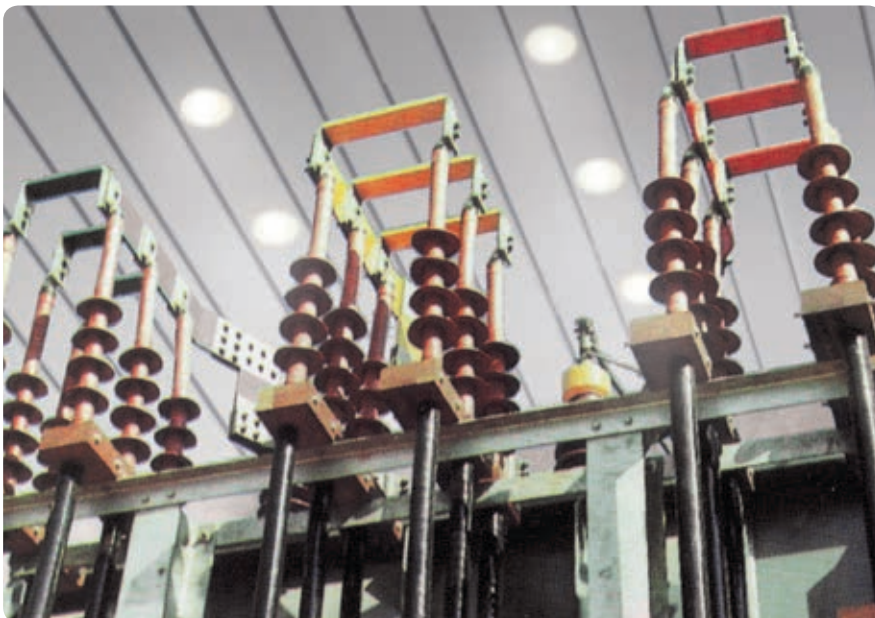


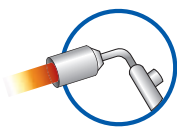
PARA CABLES ARMADOS CON HILOS O CON CINTAS DE ALUMINIO

Para cables Umax <b>7,2 kV</b>	Tensión Umax (kV)	Sección conductor (mm <sup>2</sup> )	Longitud sin terminal (mm)
<b>Producto</b>			
THVI 6/0-ARM	7,2	25 - 70	460
THVI 6/A-ARM		95 - 120	460
THVI 6/B-ARM		150 - 400	460
THVI 6/C-ARM		500 - 630	460

Para cables Umax de <b>12 a 24 kV</b>	Umax 12 kV sec. (mm <sup>2</sup> )	Umax 17,5 kV sec. (mm <sup>2</sup> )	Espesor <b>PLENO</b> Umax 24 kV sec. (mm <sup>2</sup> )	Espesor <b>REDUCIDO</b> Umax 24 kV sec. (mm <sup>2</sup> )	Longitud sin terminal (mm)
<b>Producto</b>					
THVI 20/A-ARM	25 - 95	25 - 50	25 - 50	25 - 120	600
THVI 20/B-ARM	120 - 300	70 - 300	70 - 240	95 - 300	600
THVI 20/C-ARM	400 - 800	400 - 800	240 - 630	240 - 630	600

Para cables Umax <b>36 kV</b>	Tensión Umax (kV)	Sección conductor (mm <sup>2</sup> )	Longitud sin terminal (mm)
<b>Producto</b>			
THVI 30/A-ARM	36	35 - 95	730
THVI 30/B-ARM		120 - 185	730
THVI 30/C-ARM		240 - 500	730





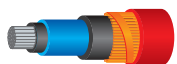
## Terminaciones termo retráctiles para exterior

Terminaciones para cables **UNIPOLARES** con aislante extruso de hasta **36 kV**.



**Prestaciones eléctricas:**  
CEI 20-24 • CEI 20-62/1

**Composición del kit:**  
Tres terminaciones unipolares



Cable unipolar extruso hilos



Cable unipolar extruso cintas

### PARA CABLES NO ARMADOS

Para cables (A)RG7H1R  
espesor aislante **pleno**

Producto	Tensión U <sub>max</sub> (kV)	Sección conductor (mm <sup>2</sup> )	Longitud sin terminal (mm)
THVE 6/120-E	7,2	25 - 120	340
THVE 6/400-E		150 - 400	340
THVE 6/630-E		500 - 630	340
THVE 15/50-E	12	25 - 95	450
THVE 15/300-E		120 - 300	450
THVE 15/800-E		400 - 630	450
THVE 15/50-E	17,5	25 - 50	450
THVE 15/300-E		70 - 300	450
THVE 15/800-E		400 - 800	450
THVE 20/25-E	24	25 - 50	520
THVE 20/240-E		70 - 240	520
THVE 20/630-E		240 - 630	520
THVE 30/95-E	36	35 - 95	720
THVE 30/185-E		120 - 185	720
THVE 30/500-E		240 - 500	720

Para cables apantallados con tubo de aluminio añadir a la sigla del terminal H5

Para cables RG7H1M1Afumex  
espesor aislante **reducido**

Producto	Tensión U <sub>max</sub> (kV)	Sección conductor (mm <sup>2</sup> )	Longitud sin terminal (mm)
THVE 20/25-E	24	25 - 120	520
THVE 20/240-E		95 - 300	520
THVE 20/630-E		240 - 630	520
THVE 30/95-E	36	50 - 185	720
THVE 30/185-E		120 - 240	720
THVE 30/500-E		240 - 630	720



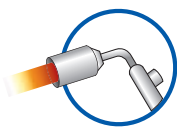
**PARA CABLES ARMADOS CON HILOS O CON CINTAS DE ALUMINIO**

Para cables Umax <b>7,2 kV</b>	Tensión Umax (kV)	Sección conductor (mm <sup>2</sup> )	Longitud sin terminal (mm)
<b>Producto</b>			
THVO 6/70-ARM	7,2	25 - 70	600
THVO 6/120-ARM		95 - 120	600
THVO 6/400-ARM		150 - 400	600
THVO 6/630-ARM		500 - 630	600

Para cables Umax de <b>12 a 24 kV</b>	Umax 12 kV	Umax 17,5 kV	Espesor <b>PLENO</b>	Espesor <b>REDUCIDO</b>	Longitud sin terminal (mm)
	sec. (mm <sup>2</sup> )	sec. (mm <sup>2</sup> )	Umax 24 kV sec. (mm <sup>2</sup> )	Umax 24 kV sec. (mm <sup>2</sup> )	
<b>Producto</b>					
THVO 20/25-ARM	25 - 95	25 - 50	25 - 50	25 - 120	800
THVO 20/240-ARM	120 - 300	70 - 300	70 - 240	95 - 300	800
THVO 20/630-ARM	400 - 800	400 - 800	240 - 630	240 - 630	800

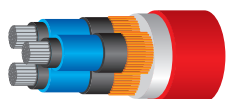
Para cables Umax <b>36 kV</b>	Tensión Umax (kV)	Sección conductor (mm <sup>2</sup> )	Longitud sin terminal (mm)
<b>Producto</b>			
THVO 30/95-ARM	36	35 - 95	1020
THVO 30/185-ARM		120 - 185	1020
THVO 30/500-ARM		240 - 500	1020



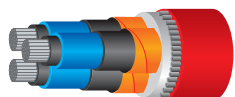


**Prestaciones eléctricas:**  
CEI 20-24 • HD 629-1

Nota: para cables tripolares con espesor de aislante reducido ponerse en contacto con Raytech



Cable tripolar extruso hilos



Cable tripolar extruso cintas

## Terminaciones termo retráctiles tripolares para interior/exterior

Terminaciones para cables con aislante extruso armados y no armados de hasta **36 kV**.

### PARA INTERIOR

Para cables no armados	Para cables armado	Tensión U <sub>max</sub> (kV)	Sección conductor (mm <sup>2</sup> )
<b>Producto</b>	<b>Producto</b>		
THVI 6/0-3	THVI 6/0-3-ARM	7,2	25 - 35
THVI 6/A-3	THVI 6/A-3-ARM		50 - 120
THVI 6/B-3	THVI 6/B-3-ARM		150 - 400
THVI 6/C-3	THVI 6/C-3-ARM		500

Para cables no armados	Para cables armado	U <sub>max</sub> 12 kV sec. (mm <sup>2</sup> )	U <sub>max</sub> 17,5 kV sec. (mm <sup>2</sup> )	U <sub>max</sub> 24 kV sec. (mm <sup>2</sup> )
<b>Producto</b>	<b>Producto</b>			
THVI 20/A-3	THVI 20/A-3-ARM	25 - 95	25 - 50	25 - 50
THVI 20/B-3	THVI 20/B-3-ARM	120 - 300	70 - 300	70 - 240
THVI 20/C-3	THVI 20/C-3-ARM	400 - 500	400	300

Para cables no armados	Para cables armado	Tensión U <sub>max</sub> (kV)	Sección conductor (mm <sup>2</sup> )
<b>Producto</b>	<b>Producto</b>		
THVI 30/A-3	THVI 30/A-3-ARM	36	35 - 95
THVI 30/B-3	THVI 30/B-3-ARM		120 - 185
THVI 30/C-3	THVI 30/C-3-ARM		240

### PARA EXTERIOR

Para cables no armados	Para cables armado	Tensión U <sub>max</sub> (kV)	Sección conductor (mm <sup>2</sup> )
<b>Producto</b>	<b>Producto</b>		
THVO 6/35-3	THVO 6/35-3-ARM	7,2	25 - 35
THVO 6/120-3	THVO 6/120-3-ARM		50 - 120
THVO 6/400-3	THVO 6/400-3-ARM		150 - 400
THVO 6/500-3	THVO 6/500-3-ARM		500

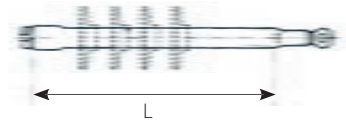
Para cables no armados	Para cables armado	U <sub>max</sub> 12 kV sec. (mm <sup>2</sup> )	U <sub>max</sub> 17,5 kV sec. (mm <sup>2</sup> )	U <sub>max</sub> 24 kV sec. (mm <sup>2</sup> )
<b>Producto</b>	<b>Producto</b>			
THVO 20/25-3	THVO 20/25-3-ARM	25 - 95	25 - 50	25 - 50
THVO 20/240-3	THVO 20/240-3-ARM	120 - 300	70 - 300	70 - 240
THVO 20/630-3	THVO 20/630-3-ARM	400 - 500	400	300

Para cables no armados	Para cables armado	Tensión U <sub>max</sub> (kV)	Sección conductor (mm <sup>2</sup> )
<b>Producto</b>	<b>Producto</b>		
THVO 30/95-3	THVO 30/95-3-ARM	36	35 - 95
THVO 30/185-3	THVO 30/185-3-ARM		120 - 185
THVO 30/240-3	THVO 30/240-3-ARM		240



# Terminaciones Termo retráctiles homologados ENEL

Para interior y exterior de tipo unipolar.

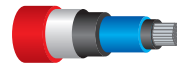


## Cable extruido tipo Elicord (ARG7H5EXY 12/20 kV)

Producto	Tipo de	Matrícula Enel	Sección conductor (mm <sup>2</sup> )	L (mm)
THVE 20/150-I/U	A 2 fundas INTERIOR	273047	35 ÷ 150	365
IXSU-F-5131-IT02	Un solo tubo INTERIOR	273047	35 ÷ 150	365
THVE 20/150-E/U	A 2 fundas EXTERNO	273066	35 ÷ 150	450
OXSU-F-5131-IT02	Un solo tubo EXTERNO	273066	35 ÷ 150	450

**Prestaciones eléctricas:**

CEI 20-24 • CEI 20-62/1  
Tablas Enel DJ 4456/3 • DJ 4476/2  
Homologación Enel: DJ 4853 • DJ 4854



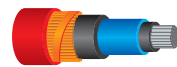
Cable unipolar extruso tubo AL

## Cable extruido para colocación enterrada ([A] RG7H1R 12/20 kV)

Producto	Tipo de	Matrícula Enel	Sección conductor (mm <sup>2</sup> )	L (mm)
IXSU-F-5121-IT01	Un solo tubo INTERIOR	273045	25	360
THVE 20/185-I/U	A 2 fundas INTERIOR	273046	50 - 185	360
IXSU-F-5131-IT01	Un solo tubo INTERIOR	273046	50 - 185	360
THVE 20/240-I/U	A 2 fundas INTERIOR	273048	240	360
IXSU-F-5151-IT01	Un solo tubo INTERIOR	273049	400 - 630	360
THVE 20/185-E/U	A 2 fundas EXTERNO	273065	50 - 185	450
OXSU-F-5131-IT01	Un solo tubo EXTERNO	273065	50 - 185	450

**Prestaciones eléctricas:**

CEI 20-24 • CEI 20-62/1  
Tablas Enel DJ 4456  
Homologación Enel: DJ 4853 • DJ 4854



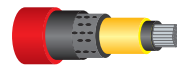
Cable unipolar extruso hilos

## Cable aislado de papel impregnado con mezcla estabilizada ([A] RC 1HLRX 12/20 kV)

Producto	Tipo de	Matrícula Enel	Sección conductor (mm <sup>2</sup> )	L (mm)
THVP 20/240-I/U	INTERIOR	273042	50 - 240	370
THVP 20/240-E/U-N1	EXTERNO	273083	50 - 240	600

**Prestaciones eléctricas:**

CEI 20-24 • CEI 20-62/1  
Tablas Enel DJ 4453 • DJ 4473  
Homologación Enel: DJ 4854 • DJ 4851



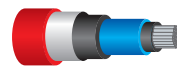
Cable unipolar de plomo papel

## Cable extruido para colocación enterrada con pantalla de tubo de aluminio (ARE4H5EX 12/20 kV)

Producto	Tipo de	Matrícula Enel	Sección conductor (mm <sup>2</sup> )	Ø (mm) aislante		L (mm)
				min	max	
IXSU-F-5131-IT04	INTERIOR	273040	70 - 185	19	27	350
OXSU-F-5131-IT03	EXTERNO	273064	70 - 185	19	27	450

**Prestaciones eléctricas:**

CEI 20-24 • CEI 20-62/1  
Tablas Enel DJ4456/6 • DJ4476/7  
Homologación Enel: DJ4853



Cable unipolar extruso tubo AL

## Datos para la identificación de la terminación apropiada

### TERMINAL

<input type="radio"/> Para <b>interior</b>	<input type="radio"/> <b>Unipolar</b> con hélice visible	<input type="radio"/> Conductor de <b>cobre</b>
<input type="radio"/> Para <b>exterior</b>	<input type="radio"/> <b>Tripolar</b>	<input type="radio"/> Conductor de <b>aluminio</b>



### TENSIÓN NOMINAL

<input type="radio"/> <b>6 kV</b> (U <sub>max</sub> 7,2)
<input type="radio"/> <b>10 kV</b> (U <sub>max</sub> 12)
<input type="radio"/> <b>15 kV</b> (U <sub>max</sub> 17)
<input type="radio"/> <b>20 kV</b> (U <sub>max</sub> 24)
<input type="radio"/> <b>30 kV</b> (U <sub>max</sub> 36)

### AISLANTE DEL CABLE

<input type="radio"/> Cable extruso	<input type="radio"/> Pleno
	<input type="radio"/> Reducido
<input type="radio"/> Espesor aislante reducido	
<input type="radio"/> Cable cinturado	
<input type="radio"/> Papel con 3 plomos	
<input type="radio"/> Papel con 1 plomo con fases apantalladas	

### ARMADURA

<input type="radio"/> <b>No</b> armado
<input type="radio"/> Armato <b>con hilos</b>
<input type="radio"/> Armado <b>con cintas</b>

### PANTALLA

<input type="radio"/> Con hilos de <b>cobre</b>
<input type="radio"/> Con cintas de <b>cobre</b>
<input type="radio"/> Tubo de <b>aluminio</b>
<input type="radio"/> Funda de <b>plomo</b>

### SECCIÓN DEL CABLE

<input type="radio"/> <b>25 mm<sup>2</sup></b>
<input type="radio"/> <b>35 mm<sup>2</sup></b>
<input type="radio"/> <b>50 mm<sup>2</sup></b>
<input type="radio"/> <b>70 mm<sup>2</sup></b>
<input type="radio"/> <b>95 mm<sup>2</sup></b>
<input type="radio"/> <b>120 mm<sup>2</sup></b>
<input type="radio"/> <b>150 mm<sup>2</sup></b>
<input type="radio"/> <b>185 mm<sup>2</sup></b>
<input type="radio"/> <b>240 mm<sup>2</sup></b>
<input type="radio"/> <b>300 mm<sup>2</sup></b>
<input type="radio"/> <b>400 mm<sup>2</sup></b>
<input type="radio"/> <b>500 mm<sup>2</sup></b>
<input type="radio"/> <b>630 mm<sup>2</sup></b>

### TIPO

<input type="radio"/> <b>Contráctiles en frío</b>
<input type="radio"/> <b>Termo retráctiles</b>

### COMPRESIVA TRENZA PARA PUESTA A TIERRA

<input type="radio"/> <b>Sí</b>
<input type="radio"/> <b>No</b>



### COMPRESIVO DE TERMINAL

<input type="radio"/> <b>Sí</b>
<input type="radio"/> <b>No</b>



**Ray  
Tech**

[www.raytech.it](http://www.raytech.it)

# Empalmes termo retráctiles

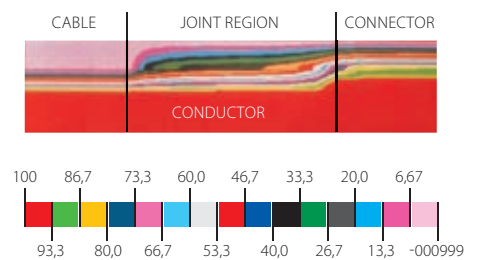
La preparación de los cables y la técnica de instalación para las juntas de media tensión son idénticas a aquellas de las terminaciones; incluso el cable con papel impregnado de mezcla no migratoria de hasta 36 kV utiliza el mismo diseño de base. De este modo el sistema termoretraible establece nuevas metas sobre la eficacia, la fiabilidad y la simplicidad en la instalación sobre el cable. Las prestaciones y la facilidad de instalación de los materiales termoretraibles no permiten almacenamientos incluso en lugares y en condiciones ambientales adversas. Un reducido número de "kit" por tipo de cable cubre toda la gama de secciones, permite el uso de cualquier tipo de conector, independientemente del tipo de conductor (redondo o sectorial) y de las diferentes pantallas.

## Distribución del campo eléctrico

Al cortar la pantalla del cable, el campo eléctrico es controlado por un material ya experimentado en las terminaciones: el tubo de control del gradiente eléctrico. Este tubo está realizado en material aislante con impedancia no lineal, capaz de controlar el campo eléctrico sea al final de la pantalla del cable, que sobre el conector metálico. Al igual que las terminaciones, gracias a los componentes termoretraibles, la gama de juntas incluye prácticamente la totalidad de las configuraciones de los cables existentes, así como las uniones mixtas entre las diferentes tipologías de cable. Las referencias de los kit que aparecen sobre las tablas de selección son aquellas de mayor uso para los instaladores en todo el territorio nacional, para aplicaciones para cables de hasta 36 kV. En los casos no descritos, sea cual sea el tipo de cable, se ruega de consultar a Raytech.



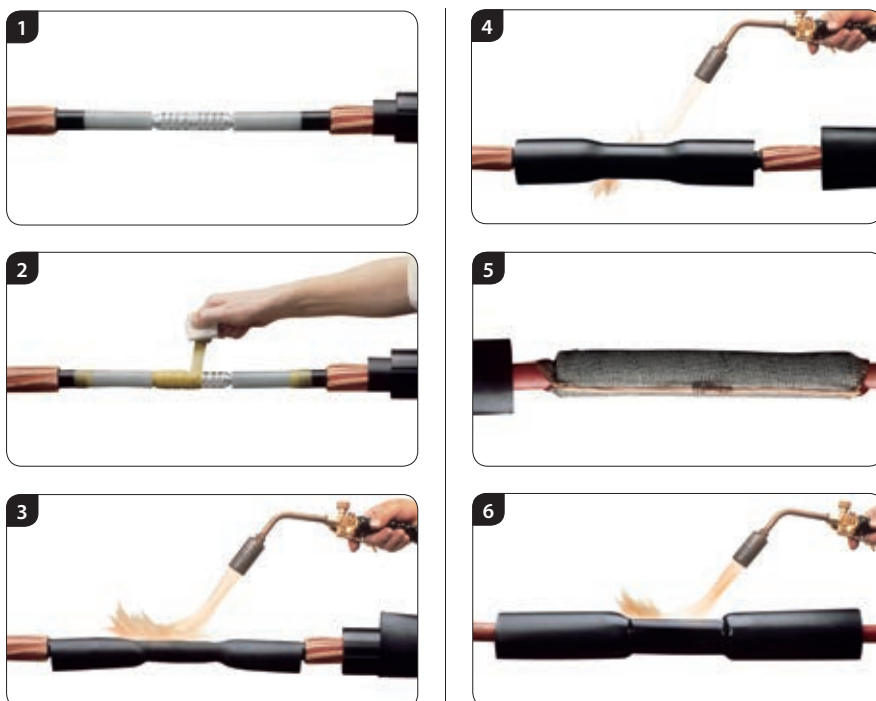
VOLTAGE DISTRIBUTION (PERCENT)  
HEAT-SHRINKABLE JOINT

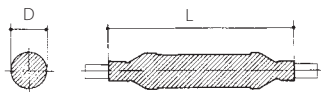
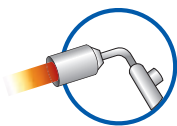


## CÓMO IDENTIFICAR Y ORDENAR LOS ACCESORIOS COMPLEMENTARIOS

Accesorios	Sigla para añadir al código del producto	Ejemplo
Conectores de cobra	-C + sección conductor	GHVE 20/185-C95
Conectores de aluminio	-CA + sección conductor	GHVE 20/185-CA95
Conectores con ruptura predeterminada	-CPR + sección conductor	GHVE 20/185-CPR95

## Secuencia de instalación





**Prestaciones eléctricas:**  
CEI 20-24 • HD 629-1



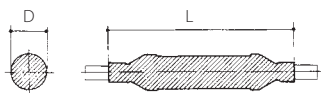
## Juntas termo retráctiles unipolares

Gran fiabilidad y superiores características eléctricas, mecánicas y de sellado, que hacen de estas juntas la solución ideal para cada tipo de cable y de instalación.

Empalmes termo retráctiles unipolares para cables con aislante extruso con pantalla con hilos de cobre

tipo (A)RG7H1R(X), (A)RE4H1E(X), (A)RG7H1M1(X)

Producto	Tensión U <sub>max</sub> (kV)	Conductores de sección de (mm <sup>2</sup> ) a (mm <sup>2</sup> )		L max (mm)	D max (mm)
GHVE 15/50-1	7,2 - 17,5	25	50	700	75
GHVE 15/300-1	7,2 - 17,5	70	300	700	80
GHVE 15/630-1	7,2 - 17,5	400	630	1000	100
GHVE 20/240-1	24	25	240	700	80
GHVE 20/630-1	24	240	630	1000	100
GHVE 30/240-1	36	35	240	1000	90
GHVE 30/500-1	36	300	500	1000	100



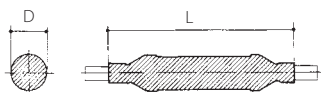
**Prestaciones eléctricas:**  
CEI 20-24 • HD 629-1



Empalmes termo retráctiles unipolares para cables con aislante extruso con pantalla con tubo de aluminio

tipo (A)RG7H5R(X), (A)RE4H5E(X), (A)RG7H5M1(X)

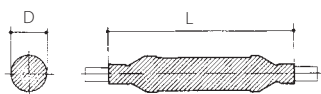
Producto	Tensión U <sub>max</sub> (kV)	Conductores de sección de (mm <sup>2</sup> ) a (mm <sup>2</sup> )		L max (mm)	D max (mm)
GHVE 15/50-1-H5	17,5	25	50	700	75
GHVE 15/300-1-H5	17,5	50	300	700	80
GHVE 15/630-1-H5	17,5	400	630	1000	100
GHVE 20/240-1-H5	24	25	240	700	80
GHVE 20/630-1-H5	24	240	630	1000	100
GHVE 30/240-1-H5	36	35	240	1000	90
GHVE 30/500-1-H5	36	300	500	1000	100



Juntas termo retráctiles para cables unipolares con aislante extruso, armados con hilos de aluminio

tipo (A)RG7H1RFR(X), (A)RE4H1EFE(X)

Producto	Tensión U <sub>max</sub> (kV)	Conductores de sección de (mm <sup>2</sup> ) a (mm <sup>2</sup> )		L max (mm)	D max (mm)
GHVE 20/240-1-ARM	24	25	240	1700	80
GHVE 20/630-1-ARM	24	240	630	1700	100
GHVE 30/240-1-ARM	36	35	240	1850	100
GHVE 30/500-1-ARM	36	300	500	1850	110



**Prestaciones eléctricas:**  
CEI 20-24 • HD 629-2



Empalmes termo retráctiles unipolares para cables aislados de papel impregnado con mezcla de tipo (A)RC1HLR(X)

Producto	Tensión U <sub>max</sub> (kV)	Conductores de sección de (mm <sup>2</sup> ) a (mm <sup>2</sup> )		L max (mm)	D max (mm)
GHVP 20/70-1	24	35	70	1000	75
GHVP 20/240-1	24	50	240	1000	75
GHVP 20/400-1	24	300	400	1000	80

Los juegos no contienen los conectores que pueden ser solicitados por separado

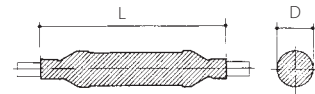
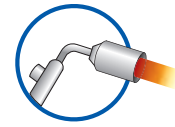


# Juntas termo retráctiles tripolares

Gran fiabilidad y superiores características eléctricas, mecánicas y de sellado, que hacen de estas juntas la solución ideal para cada tipo de cable y de instalación.

Empalmes tripolares termo retráctiles para cables con aislante extruso tipo (A)RG7H10R(X), (A) RE4H10R

Producto	Tensión Umax (kV)	Conductores de sección de (mm <sup>2</sup> ) a (mm <sup>2</sup> )		L max (mm)	D max (mm)
GHVE 15/50-3	7,2 - 17,5	25	50	1500	105
GHVE 15/300-3	7,2 - 17,5	70	300	1500	110
GHVE 15/630-3	7,2 - 17,5	400	630	1600	130
GHVE 20/240-3	24	25	240	1500	110
GHVE 20/630-3	24	300	630	1600	140
GHVE 30/240-3	36	50	240	1800	120
GHVE 30/300-3	36	300		1900	150

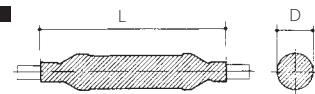


**Prestaciones eléctricas:**  
CEI 20-24 • HD 629-1



Empalmes termo retráctiles tripolares para cables armados con aislante extruso con continuidad galvánica de la armadura

Producto	Tensión Umax (kV)	Conductores de sección de (mm <sup>2</sup> ) a (mm <sup>2</sup> )		L max (mm)	D max (mm)
GHVE 15/50-ARM	7,2 - 17,5	25	50	1500	75
GHVE 15/300-ARM	7,2 - 17,5	70	300	1500	110
GHVE 15/630-ARM	7,2 - 17,5	400	630	1600	130
GHVE 20/240-ARM	24	25	240	1500	110
GHVE 20/630-ARM	24	300	630	1600	140
GHVE 30/240-ARM	36	50	240	1800	120
GHVE 30/300-ARM	36	300		1900	150



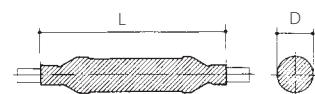
**Prestaciones eléctricas:**  
CEI 20-24 • HD 629-1



Nota: para cables tripolares armados con espesor de aislante reducido ponerse en contacto con Raytech.

Unión termo retráctiles tripolar para cables aislados de papel impregnado en mezcla de tipo (A)RC1HLOR (a 3 pìomos)

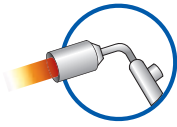
Producto	Tensión Umax (kV)	Conductores de sección de (mm <sup>2</sup> ) a (mm <sup>2</sup> )		L max (mm)	D max (mm)
GHVP 20/70-3	24	35	70	1600	130
GHVP 20/240-3	24	95	240	1600	140
GHVP 20/400-3	24	300	400	1600	150



**Prestaciones eléctricas:**  
CEI 20-24 • CEI 20-62/2

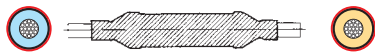


Los juegos no contienen los conectores que pueden ser solicitados por separado



## Empalmes de transición entre cables **unipolares**

Empalmes de transición entre cables **unipolares** con aislante extruso y con papel impregnado para colocación enterrada **respectivamente del tipo (A)RG7H1R(X) y cable unipolar de papel impregnado de tipo (A)RC1HLRX**

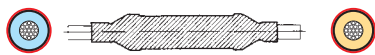


**Prestaciones eléctricas:**  
CEI 20-24 • CEI 20-62/2



Producto	Tensión U <sub>max</sub> (kV)	Conductores de sección (mm <sup>2</sup> )		Matrícula Enel
		cable papel	cable extruso	
GHVE 20/25-1-T	24	25		-
GHVE 20/240-1-T	24	50 - 240	35 - 185	271074
GHVE 20/400-1-T	24	240 - 400		-

Los juegos no contienen los conectores que pueden ser solicitados por separado

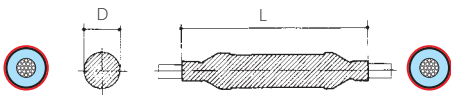


**Prestaciones eléctricas:**  
CEI 20-24 • CEI 20-62/2



Empalmes de transición entre cables **unipolares** con aislante extruso para colocación aérea y de papel impregnado **tipo (A)RC1HLRX y tipo ARG7H5EXY**

Producto	Tensión U <sub>max</sub> (kV)	Conductores de sección (mm <sup>2</sup> )		Matrícula Enel
		cable papel	cable extruso	
GHVE 20/240-1-TE	24	50 - 240	35 - 150	270118



**Prestaciones eléctricas:**  
CEI 20-24 • HD 629-1



Empalmes de transición entre cables unipolares con aislante extruso para colocación enterrada y colocación aérea **tipo (A)RG7H1R(X) o (A)RG7H1M1 y cable unipolar con aislante extruso para colocación aérea con correa portante de tipo ARG7H5EXY**

Producto	Tensión U <sub>max</sub> (kV)	Conductores de sección de (mm <sup>2</sup> )		L max (mm)	D max (mm)
		a (mm <sup>2</sup> )			
GHVE 20/240-1X-TE	24	25	240	1000	75

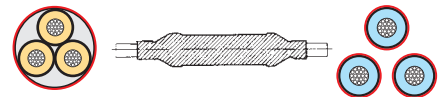
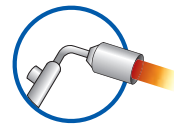


# Empalmes de transición entre cables **multipolares**

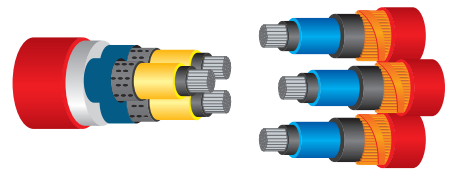
Empalmes de transición entre cables **tripolares** en papel impregnado y **tres cables unipolares** de tipo extruso **respectivamente tipo (A) RC1HLOR y (A) RG7H1R(X)**

Producto	Tensión U <sub>max</sub> (kV)	Conductores de sección	
		de (mm <sup>2</sup> )	a (mm <sup>2</sup> )
GHVT 20/25-1X-3H	24	25	25
GHVT 20/240-1X-3H	24	50 - 240	35 - 185
GHVT 20/400-1X-3H	24	300 - 400	240 - 400

Los juegos no contienen los conectores que pueden ser solicitados por separado

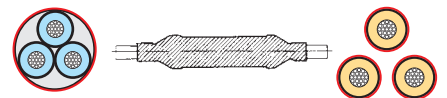


**Prestaciones eléctricas:**  
CEI 20-24 • CEI 20-62/2

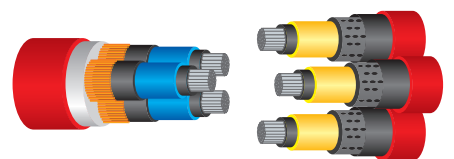


Empalmes de transición entre cables **tripolares** extrusos y **tres cables unipolares** de papel impregnado **respectivamente tipo (A) RG7H10R e (A) RC1HLRX**

Producto	Tensión U <sub>max</sub> (kV)	Conductores de sección	
		de (mm <sup>2</sup> )	a (mm <sup>2</sup> )
GHVT 20/70-3X-1H	24	25	70
GHVT 20/240-3X-1H	24	95	240
GHVT 20/400-3X-1H	24	300	400



**Prestaciones eléctricas:**  
CEI 20-24 • CEI 20-62/2



Empalmes para cables **unipolares** y **multipolares** con interrupción de pantallas para la separación de las redes de tierra

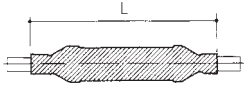
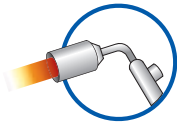
Se encuentran disponibles uniones unipolares y tripolares, sea sobre el cable extruso que sobre el cable aislado de papel impregnado, incluso cinturado y de transición, que permiten la separación galvánica entre las pantallas cuando los cables unidos están conectados a dos redes de tierra diferentes.

Producto	Tipo de cable	Tensión U <sub>max</sub> (kV)	Conductores de sección		L max (mm)	D max (mm)
			de (mm <sup>2</sup> )	a (mm <sup>2</sup> )		
GHVP 20/240-1-IS	(A)RC4HLR(X)	24	50	240	1000	75
GHVE 20/240-1-IS	(A)GR7H1R(X)	24	50	240	1000	75
GHVE 20/150-1-IS	ARG7H5EXY	24	35	150	1000	75

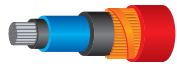


**Prestaciones eléctricas:**  
CEI 20-24 • HD 629-1





**Prestaciones eléctricas:**  
CEI 20-24 • CEI 20-62/1  
Tablas Enel: DJ 4376  
Homologación Enel: DJ 4853 • DJ 4854

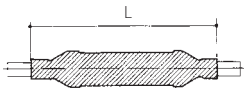


## Empalmes termo retráctiles homologadas ENEL

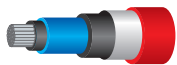
Empalmes unipolares para cables con aislante extruso

**Tipo (A)RG7H1RX 12/20 kV (pantalla con hilos de cobre - funda externa de PVC)**

Producto	Tensión Umax (kV)	Conductores de sección de (mm <sup>2</sup> ) a (mm <sup>2</sup> )		L max (mm)	Matrícula Enel
GHVE 20/185 - 1/U	24	50	185	700	271071



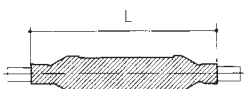
**Prestaciones eléctricas:**  
CEI 20-24 • CEI 20-62/1  
Tablas Enel: DJ 4376  
Homologación Enel: DJ 4853 • DJ 4854



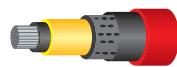
Empalmes unipolares para cable aéreo con correa portante

**Tipo ARG7H5EXY 12/20 kV (pantalla con tubo de aluminio - funda externa de PE)**

Producto	Tensión Umax (kV)	Conductores de sección de (mm <sup>2</sup> ) a (mm <sup>2</sup> )		L max (mm)	Matrícula Enel
GHVE 20/150 - 1/U	24	35	150	700	271072



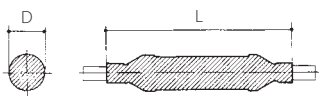
**Prestaciones eléctricas:**  
CEI 20-24 • CEI 20-62/2  
Tablas Enel: DJ 4373  
Homologación Enel: DJ 4851 • DJ 4854



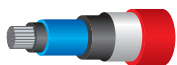
Empalmes unipolares para cables aislados con papel impregnado **Tipo RC4HLRX con conductores de cobre 50 a 150 mm<sup>2</sup> y ARC4HLRX con conductores de aluminio de 95 a 240 mm<sup>2</sup>**

Producto	Tensión Umax (kV)	Conductores de sección de (mm <sup>2</sup> ) a (mm <sup>2</sup> )		L max (mm)	Matrícula Enel
GHVP 20/150 - 1/U	17,5 e 24	50	150	1000	-
GHVP 20/240 - 1/U	17,5 e 24	95	240	1000	271042

Los juegos no contienen los conectores que pueden ser solicitados por separado



**Prestaciones eléctricas:**  
CEI 20-24 • CEI 20-62/1  
Tablas Enel: DJ 4387/2  
Homologación Enel: DJ 4853



Cable extruido para colocación enterrada con pantalla de tubo de aluminio **(ARE4H5EX 12/20 kV)**

Producto	Tensión Umax (kV)	Conductores de sección de (mm <sup>2</sup> ) a (mm <sup>2</sup> )		L max (mm)	D aislante Ø (mm)	Matrícula Enel
GHVE 20/185-1X-H5	24	70	185	1000	19-30	271021

Los juegos no contienen los conectores que pueden ser solicitados por separado

# Datos para la identificación del empalme apropiado

## TENSIÓN NOMINAL

**6 kV** (U<sub>max</sub> 7,2)   
  **10 kV** (U<sub>max</sub> 12)   
  **15 kV** (U<sub>max</sub> 17)   
  **20 kV** (U<sub>max</sub> 24)   
  **30 kV** (U<sub>max</sub> 36)

### DATOS DEL CABLE 1

#### CABLE

**Unipolar**  
con hélice visible

**Tripolar**

#### CONDUCTOR

**Cobre**

**Aluminio**

#### AISLANTE DEL CABLE

Cable extruso

Cable cinturado

Papel con 3 plomos

Papel con 1 plomo con fases apantalla

#### ARMADURA

**No armado**

Armado **con hilos**

Armado **con cintas**

#### SECCIÓN DEL CABLE

**25 mm<sup>2</sup>**

**35 mm<sup>2</sup>**

**50 mm<sup>2</sup>**

**70 mm<sup>2</sup>**

**95 mm<sup>2</sup>**

**120 mm<sup>2</sup>**

**150 mm<sup>2</sup>**

**185 mm<sup>2</sup>**

**240 mm<sup>2</sup>**

**300 mm<sup>2</sup>**

**400 mm<sup>2</sup>**

**500 mm<sup>2</sup>**

**630 mm<sup>2</sup>**

#### PANTALLA

Con hilos de **cobre**

Con cintas de **cobre**

Tubo de **aluminio**

Funda de **plomo**

#### COMPENSIVO DE CONECTOR

**Si**

**No**

#### TIPO

**Contráctiles en frío**

**Termo retráctiles**

### DATOS DEL CABLE 2

#### CABLE

**Unipolar**  
con hélice visible

**Tripolar**

#### CONDUCTOR

**Cobre**

**Aluminio**

#### AISLANTE DEL CABLE

Cable extruso

Cable cinturado

Papel con 3 plomo

Papel con 1 plomo con fases apantalla

#### ARMADURA

**No armado**

Armado **con hilos**

Armado **con cintas**

#### SECCIÓN DEL CABLE

**25 mm<sup>2</sup>**

**35 mm<sup>2</sup>**

**50 mm<sup>2</sup>**

**70 mm<sup>2</sup>**

**95 mm<sup>2</sup>**

**120 mm<sup>2</sup>**

**150 mm<sup>2</sup>**

**185 mm<sup>2</sup>**

**240 mm<sup>2</sup>**

**300 mm<sup>2</sup>**

**400 mm<sup>2</sup>**

**500 mm<sup>2</sup>**

**630 mm<sup>2</sup>**

#### PANTALLA

Con hilos de **cobre**

Con cintas de **cobre**

Tubo de **aluminio**

Funda de **plomo**

#### COMPENSIVO DE CONECTOR

**Si**

**No**

#### TIPO

**Contráctiles en frío**

**Termo retráctiles**



## Terminaciones termo retráctiles para **alta tensión** de hasta 72 kV

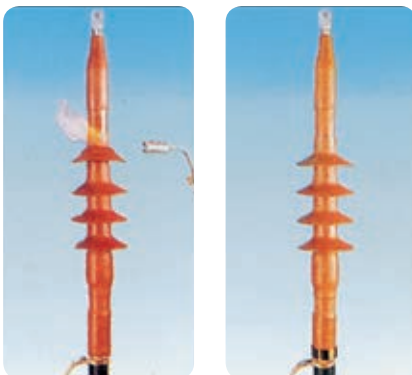
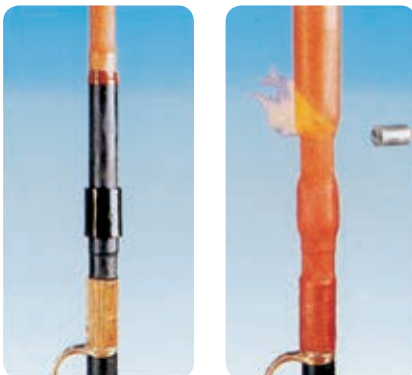
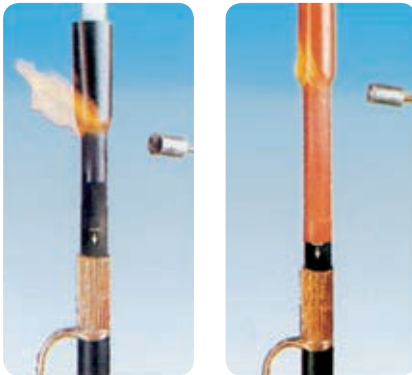
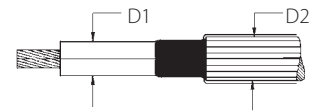
El kit contiene un número limitado de componentes con una duración ilimitada de las condiciones normales de almacenamiento. Los kit base cubren todas las posibles secciones de los cables, con la ventaja de tener un stock reducido y eficaz. La ligereza y el volumen limitado de los kit facilitan su manipulación y el transporte. No se requiere un adiestramiento particular adicional. La instalación simple conlleva a resultados seguros.

Las terminaciones son conformes con las especificaciones internacionales (ejemplo IEEE 48, IEC 840, SEN 241434, ESI 09-16, EdF HN-62/5448/2, KEMA S10, CEI 20.24) todas comprendidas en las pruebas de cualificación internas.

Actualmente están disponibles 2 clases de terminaciones AT:

U<sub>o</sub>/U=26/45 kV (U max 52 kV)

U<sub>o</sub>/U=36/60 kV (U max 72 kV).



### U max 52 kV

#### PARA INTERIOR

Producto	Tensión U <sub>max</sub> (kV)	Ø D1 aislante (mm)	Ø D2 máx. exterior (mm)
THVE 45/A-I	52	30 - 45	60

#### PARA EXTERIOR

Producto	Tensión U <sub>max</sub> (kV)	Ø D1 aislante (mm)	Ø D2 máx. exterior (mm)
THVE 45/A-E	52	30 - 45	60

### U max 72 kV

#### PARA INTERIOR

Producto	Tensión U <sub>max</sub> (kV)	Ø D1 aislante (mm)	Ø D2 máx. exterior (mm)
THVE 60/A-I	72	32 - 40	51
THVE 60/B-I	72	38 - 52	67
THVE 60/C-I	72	50 - 65	82
THVE 60/D-I	72	63 - 77	100

#### PARA EXTERIOR

Producto	Tensión U <sub>max</sub> (kV)	Ø D1 aislante (mm)	Ø D2 máx. exterior (mm)
THVE 60/A-E	72	32 - 40	51
THVE 60/B-E	72	38 - 52	67
THVE 60/C-E	72	50 - 65	82
THVE 60/D-E	72	63 - 77	100

Añadir al código **SF** si el cable está apantallado con hilos, **SN** se está apantallado con cintas o bajo una funda de plomo.

Ponerse en contacto con Raytech para elegir la terminación más indicada.



# Empalmes termo retráctiles para alta tensión 72 kV

## FIABILIDAD

La simplicidad y la ligereza de las juntas termo retráctiles para alta tensión componen un accesorio de elevada fiabilidad.

## CONECTOR CON TORNILLO

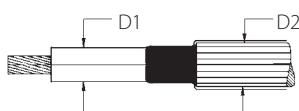
Para estas juntas está previsto un conector con tornillo particular que permite unir conductores de gran sección sin necesitar equipos especiales y sin tratamientos térmicos. Los tornillos poseen una cabeza con fractura predeterminada que garantiza una conexión eléctrica perfecta.

## CONTROL DEL CAMPO ELÉCTRICO

Sobre el conector y en los extremos del semiconductor del cable, se aplica una funda con propiedades de control del campo eléctrico. Este tubo termoretraíble es conductivo en el centro para apantallar al conector (sistema de Faraday). El tubo de control del campo, que recubre el dieléctrico de los cables, acompaña las dilataciones debidas a los ciclos de carga.

## TECNOLOGÍA AVANZADA

El aislamiento y el apantallado se obtienen con dos tubos elastoméricos termoretraíbles con doble pared. El tubo interno está formado por dos paredes coextrudas de material aislante (rojo). El tubo externo está formado por una pared aislante (roja) coextrusa con la parte negra conductora que se comporta como pantalla de la junta. La pared externa del tubo coextruso es termoretraíble, mientras la parte interna es un elastómero mantenido de forma expandida gracias a su íntima unión con la parte externa. La aplicación del calor a la parte externa hace que esta se contraiga hasta un diámetro predeterminado permitiendo, al mismo tiempo, a la pared interna adaptarse perfectamente a la capa inferior.



Producto	Tensión U <sub>max</sub> (kV)	Ø D1 aislante (mm)	Ø D2 máx. exterior (mm)
GEHV 40/A	42	23 - 28	40
GEHV 40/B	42	28 - 40	52
GEHV 40/C	42	38 - 55	68
GEHV 45/A	52	28 - 45	52
GEHV 45/B	52	41 - 61	72
GEHV 45/C	52	53 - 73	83
GEHV 60/A	72	34 - 45	51
GEHV 60/B	72	43 - 60	72
GEHV 60/C	72	52 - 65	77
GEHV 60/D	72	63 - 77	97

Añadir al código **SF** si el cable está apantallado con hilos, **SN** se está apantallado con cintas o bajo una funda de plomo.

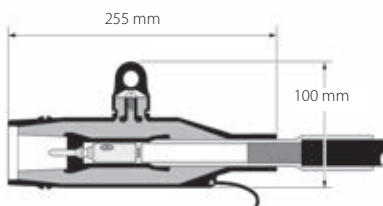
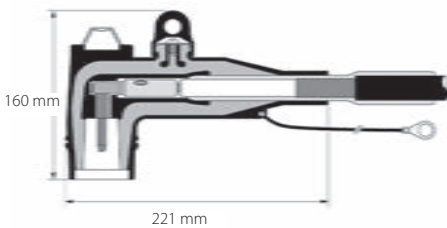
Ponerse en contacto con Raytech para elegir la junta más indicada.





Cumple con las normas  
CEI 20-62/1  
Cenelec HD 629.1 S2

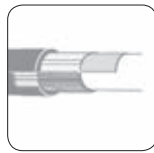
**Composición del kit:**  
Una terminación unipolar



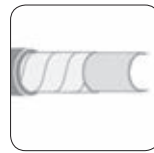
## Terminaciones unipolares enchufables con cono externo con vástago de contacto In=250 A

Enchufables para cables MT con campo radial extrusos, para tensiones de hasta 19/33 (36) kV.

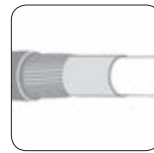
Terminaciones unipolares desconectables con vástago de contacto In=250 A a escuadra o recto para cable extruso. El revestimiento externo de goma semiconductor protege al personal de electrocuciones. Cada terminal es probado en fábrica antes de ser enviado, con prueba de capacidad dieléctrica y medida de las descargas parciales.



Para cables con pantalla de aluminio contactar a Raytech



Disponible kit para pantalla con cintas. Añadir "A" al final del "Código del producto"



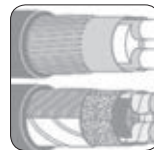
Kit de conexión para pantalla con hilos incluido



Para uso con otros tipos de cable contactar a Raytech



Disponible kit para cables tripolares. Solicitar kit "TK." Ver tabla



Disponibles diferentes sistemas de puesta a tierra de la armadura, ponerse en contacto con Raytech



Disponibles diferentes tipos de terminaciones



Disponibles diferentes sistemas de puesta a tierra de la pantalla, ponerse en contacto con Raytech

### TERMINAL ENCHUFABLES INTERFAZ "A" 24kV - 250 A

#### a escuadra

Producto	Tensión U <sub>max</sub> (kV)	Rango diámetro aislamiento del cable (mm)	Rango sección conductor mecánico cobre/aluminio (mm <sup>2</sup> )
250 RTS-20/A	24	14,6 - 18,7	25 - 95
250 RTS-20/B	24	17,5 - 20,2	
250 RTS-20/C	24	18,4 - 21,2	
250 RTS-20/D	24	19,7 - 22,5	
250 RTS-20/E	24	21,0 - 23,8	
250 RTS-20/F	24	23,6 - 26,4	

#### recto

Producto	Tensión U <sub>max</sub> (kV)	Rango diámetro aislamiento del cable (mm)	Rango sección conductor mecánico cobre/aluminio (mm <sup>2</sup> )
250 RTD-20/A	24	14,6 - 18,7	25 - 95
250 RTD-20/B	24	17,5 - 20,2	
250 RTD-20/C	24	18,4 - 21,2	
250 RTD-20/D	24	19,7 - 22,5	
250 RTD-20/E	24	21,0 - 23,8	
250 RTD-20/F	24	23,6 - 26,4	

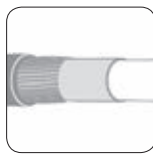
# Terminaciones unipolares enchufables con cono externo con tornillo de contacto In=630/800/1250 A

Enchufables para cables MT con campo radial extrusos, para tensiones de hasta 19/33 (36) kV.

Terminaciones unipolares desconectables con tornillo de contacto, para cable extruso. El revestimiento externo de goma semiconductor protege al personal de electrocuciones. Cada terminal es probado en fábrica antes de ser enviado, con las prueba de capacidad dieléctrica y medida de las descargas parciales.



Disponible kit para pantalla con cintas. Añadir "A" al final del "Código del producto"



Kit de conexión para pantalla con hilos incluido



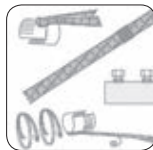
Disponible kit para cables tripolares. Solicitar kit "TK." Ver tab



Para uso en ambientes potencialmente explosivos (12kV máx.) Solicitar: -/ATEX



Disponibles diferentes tipos de terminaciones



Disponibles diferentes sistemas de puesta a tierra de la pantalla, ponerse en contacto con Raytech



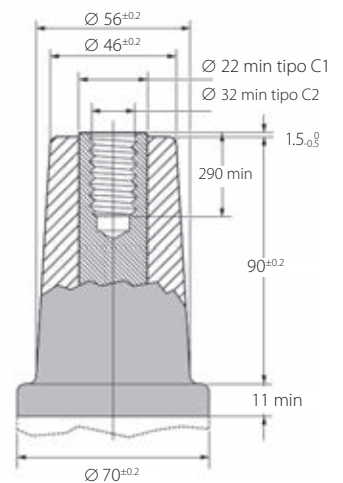
Cuando es instalado sobre la toma adecuada: 1250A continuos



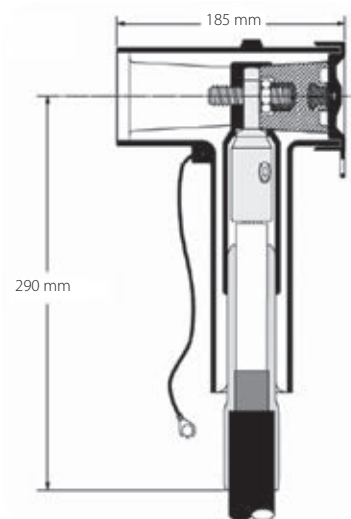
Cuando es instalado sobre la toma adecuada: 800A continuos



Cumple con las normas CEI 20-62/1 Cenelec HD 629 .1 S2



**Composición del kit:**  
Tres terminaciones unipolares



**Raytech**

## TERMINAL ENCHUFABLES INTERFAZ "C" COMPACTO 24/36kV - 630 A

Producto	Tensión Umax (kV)	Rango diámetro aislamiento del cable (mm)	Rango sección conductor mecánico cobre/aluminio (mm <sup>2</sup> )
630 RTT-20/A-C95	24	16,0 - 22,0	16 - 95
630 RTT-20/B-C150	24	20,0 - 26,5	50 - 150
630 RTT-20/C-C240	24	23,5 - 31,0	95 - 240
630 RTT-20/D-C240	24	26,5 - 32,5	95 - 240
630 RTT-20/E-C300	24	28,5 - 37,5	120 - 300
630 RTT-30/A-C95	36	16,0 - 22,0	16 - 95
630 RTT-30/B-C150	36	20,0 - 26,5	50 - 150
630 RTT-30/C-C240	36	23,5 - 31,0	95 - 240
630 RTT-30/D-C240	36	26,5 - 32,5	95 - 240
630 RTT-30/E-C300	36	28,5 - 37,5	120 - 300
630 RTO-20/A-C400	24	28,5 - 37,5	185 - 400
630 RTO-20/B-C400	24	34,0 - 42,5	185 - 400
630 RTO-20/C-C630	24	39,0 - 48,5	400 - 630
630 RTO-20/D-C630	24	45,5 - 56,0	400 - 630
630 RTO-30/A-C400	36	28,5 - 37,5	185 - 400
630 RTO-30/B-C400	36	34,0 - 42,5	185 - 400
630 RTO-30/C-C630	36	39,0 - 48,5	400 - 630
630 RTO-30/D-C630	36	45,5 - 56,0	400 - 630