



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

Ingeniería Eléctrica

Líneas y Redes de Transporte de Energía Eléctrica

TRABAJO FIN DE GRADO

**ANILLO DE CIERRE ENTRE LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN
“CAÑUELO” EN NUEVO APOYO UTM (ETRS89) H30 S393963 E4064812 Y
LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN “SANTILLAN” EN CT 3874 A
REFORMAR, SITUADO EN EL TERMINO MUNICIPAL DE VÉLEZ-MÁLAGA
(MÁLAGA)**

Grado en

Ingeniería Eléctrica

Autor: Juan Miguel Fernández García

Tutor: Antonio Francisco Ruíz González

MÁLAGA, septiembre de 2023



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

ANILLO DE CIERRE ENTRE LAMT "CAÑUELO" EN NUEVO APOYO Y LSMT
"SANTILLAN" EN CT 3874 A REFORMAR, SITUADO EN EL T. M. DE VÉLEZ-MÁLAGA
(MÁLAGA)



Resumen

En este proyecto, se ha llevado a cabo el diseño de un anillo de media tensión, uniendo dos líneas distintas de 20 kV, denominadas “CAÑUELO” y “SANTILLAN” respectivamente, que parten de la misma subestación eléctrica denominada “RINCON_V”, anillando así el centro de transformación 3874 que se encuentra actualmente en punta.

Dicho diseño y dimensionamiento se ha realizado incorporando nueva derivación aérea de media tensión en traza existente para su posterior conversión aéreo-subterránea por canalización nueva hasta llegar al centro de transformación, en el cual se realiza la sustitución de las actuales celdas de media tensión.

En total se han empleado tres nuevos apoyos que han sido calculados utilizando el software de cálculo ANDELEC y los catálogos de apoyos de este distribuidor, teniendo en cuenta los cálculos eléctricos, mecánicos y las distancias mínimas de seguridad.

Para la elección de la nueva celda de media tensión se ha recurrido al catálogo de materiales homologados por la empresa distribuidora E-Distribución Redes Digitales, S.L., seleccionando las de la marca ORMAZABAL, ya que estas son frecuentemente instaladas en proyectos de nueva construcción.

El presupuesto final del proyecto es de 90.942,21 € y, teniendo en cuenta los costes de gestión de residuos e ingeniería y permisos.

Palabras clave

Anillo, celda compacta, SF6, apoyo, intensidad máxima, caída de tensión, canalización, conversión, conductor, cable, aislador.

Abstract

In this project, the design of a medium-voltage ring has been carried out, connecting two distinct 20 kV lines, named "CAÑUELO" and "SANTILLAN" respectively, originating from the same electrical substation called "RINCON_V," thus encircling the currently tip-transformer center 3874.

This design and sizing have been accomplished by incorporating a new overhead medium-voltage branch into an existing path for subsequent overhead-to-underground conversion through a new conduit, leading to the transformer center. In this center, the replacement of the current medium-voltage cells is carried out.

A total of three new supports have been used, which have been calculated using the calculation software ANDELEC and the support catalogs of this distributor. This took into account electrical and mechanical calculations as well as minimum safety distances.

For the selection of the new switchgear, the catalog of materials approved by the distributing company E-Distribución Redes Digitales, S.L., has been consulted. The ones from the brand ORMAZABAL were chosen, as they are frequently installed in new construction projects.

The final budget for the project is €90,942.21, taking into consideration waste management, engineering, and permit costs.

Key words

Ring, compact switchgear, SF6, tower, maximum current, voltage drop, ducting, conversion, conductor, cable, insulator.



Índice General

Hoja resumen de proyecto.....	1
Memoria descriptiva	5
Cálculos justificativos	33
Pliego de condiciones.....	67
Estudio Básico de Seguridad y Salud.....	73
Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición....	89
Presupuesto	107
Planos	117
Bibliografía y referencias	121
Anexo I	125
Anexo II. Resultados ANDELEC	129





MEMORIA DESCRIPTIVA



Memoria descriptiva

1. INTRODUCCIÓN	9
2. OBJETO	9
3. ALCANCE	9
4. EMPLAZAMIENTO Y UBICACIÓN	10
5. DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO DE LA LÍNEA.....	10
6. NORMATIVA DE APLICACIÓN.....	10
6.1. NORMAS DE CONSULTA UNE	12
6.2. NORMAS DE ENDESA DISTRIBUCIÓN	13
7. ORGANISMOS AFECTADOS.....	15
7.1. RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS	16
8. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN	16
8.1. DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA AÉREA Y ELEMENTOS A INSTALAR. 16	
8.1.1. CONDUCTOR	19
8.1.2. APOYOS	19
8.1.3. ARMADOS	20
8.1.4. SEMICRUCETAS	20
8.1.5. AISLAMIENTO.....	20
8.1.6. ELEMENTO DE MANIOBRA.....	21
8.1.7. PROXIMIDADES, PARALELISMOS Y CRUZAMIENTOS	21
8.1.8. CONVERSIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEA	21
8.1.9. PUESTA A TIERRA.....	22



8.1.10. PROTECCIÓN AVIFAUNA	22
8.2. DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA Y ELEMENTOS A UTILIZAR.....	23
8.2.1. CONDUCTOR	23
8.2.2. CANALIZACIONES	23
8.2.3. PROXIMIDADES, PARALELISMOS Y CRUZAMIENTOS	25
8.3. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	25
8.3.1. OBRA CIVIL.....	25
8.3.2. VENTILACIÓN.....	26
8.3.3. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	27
8.3.4. TRANSFORMADOR.....	27
8.3.5. CELDAS DE MEDIA TENSIÓN	28
8.3.6. CUADRO DE BAJA TENSIÓN.....	28
8.3.7. PUENTE DE BAJA TENSIÓN.....	29
8.3.8. PUENTE DE MEDIA TENSIÓN	29
8.3.9. PUESTA A TIERRA.....	30
8.3.10. PROTECCIÓN	30
9. SÍNTESIS AMBIENTAL.....	31
10. CONCLUSIÓN.....	31

1. INTRODUCCIÓN

Las redes de distribución en media tensión se deben realizar en forma de anillo, de modo que todos los centros de transformación queden intercalados en la red y por tanto tendrán líneas de entrada y salida pudiéndose alimentar desde cualquiera de las ramas que lo acometan. Este tipo de configuración permite el funcionamiento del centro de transformación en caso de avería de unas de las líneas, reparación del centro de transformación o el mantenimiento de algún elemento de la red sin afectar al resto de líneas y, por consiguiente, sin afectar a los usuarios finales que se abastecen tanto en media tensión como en baja tensión.

Aunque hoy en día, siguen existiendo instalaciones de conexión y/o extensión en derivación o como llamaremos, en punta.

2. OBJETO

El presente proyecto de ejecución se redacta como Trabajo Fin de Grado y contempla la ejecución de nuevo apoyo en trazado existente y derivación de nuevo tramo de línea aérea de media tensión y conversión aéreo-subterránea para nuevo tramo de línea subterránea de media tensión hasta centro de transformación a reformar.

Como se establece en el art. 5 de la ITC-LAT 09 del R.D. 223/2008, por el que se aprueba el Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión, este proyecto técnico complementa al documento *Proyecto tipo AYZ10000 – Líneas Aérea de Media Tensión y Proyecto tipo DYZ10000 – Líneas Subterráneas Media Tensión*, de ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, estableciendo cuales han de ser las características a las que tendrá que adecuarse dicha instalación, con el fin de obtener Autorización Administrativa Previa y Autorización Administrativa de Construcción por parte del Servicio Provincial de Industria de Málaga, Licencia Municipal de Obras por parte del Excmo. Ayuntamiento de Vélez-Málaga, así como los permisos particulares pertinentes.

3. ALCANCE

El alcance del presente proyecto consiste en realizar un nuevo cierre entre las líneas de media tensión "CAÑUELO" y "SANTILLAN" de 20 kV, ambas de la subestación eléctrica denominada "RINCON_V", mediante nuevo tramo de línea aérea de media tensión y nuevo tramo de línea subterránea de media tensión hasta el CT 3874 que se encuentra actualmente en punta. Para ello se realizarán las siguientes actuaciones:

- Instalación de nuevo apoyo en LAMT existente entre los apoyos A852007 y A852005, nuevo tramo LAMT con conductor LA-56 y nueva conversión aéreo-subterránea en fin de línea.
- Nuevo tramo de canalización de 2 tubos PE de 200 mm de diámetro con tendido 3x1x240 mm² AI-RH5Z1 18/30 kV con aislamiento XLPE.
- Reforma de CT 3874 para instalación de nueva celda de línea de media tensión.

4. EMPLAZAMIENTO Y UBICACIÓN

Coordenadas UTM30- ETRS89	X	Y	Huso
INICIO LAMT	393954,88	4064811,27	30
CONVERSIÓN LAMT-LSMT	393866,73	4064605,48	30
FIN LSMT	393764,87	4064429,33	30

5. DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO DE LA LÍNEA

La LAMT partirá intercalando un nuevo apoyo bajo la línea "CAÑUELO" entre los apoyos A852007 y A852005 y su trazado será aproximadamente perpendicular al existente sin ocupar la vía de acceso particular de la parcela, manteniéndose una separación suficiente para el acceso de vehículos pesados y agrícolas hasta la linde de la parcela donde se hará el paso aéreo-subterráneo y se tenderá nuevo conductor por nueva canalización de 2 tubos por calle Delfines hasta glorieta del Carmen accediendo así a calle Las Perlas para acometer el CT 3874.

Todo el recorrido de la línea se realiza en el T. M. de Vélez-Málaga (Málaga).

6. NORMATIVA DE APLICACIÓN

A continuación, se muestra la normativa que se ha tenido en cuenta para la realización del proyecto. Con carácter general, se tiene en cuenta la reglamentación indicada en el proyecto tipo AYZ10000, DYZ10000 y FYZ10000. Adicionalmente, se considera válida la normativa autonómica y/o municipal que aplica en este proyecto.

- *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 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban 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 aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en las líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.*
- *Ley 24/2013 de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.*
- *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 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.*

- *Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.*
- *Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.*
- *Ley 38/1999 de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.*
- *Normas particulares del Endesa Distribución y Grupo ENEL.*
- *Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.*
- *(Normativa propia de cada comunidad autónoma sobre conducciones soterradas).*
- *(Normativa de legalización de proyectos propia de cada comunidad autónoma)*
- *Ordenanzas municipales de los Ayuntamientos afectados.*
- *Normativas propias de organismos u otras compañías afectadas.*
- *Resolución de 23 de septiembre de 2019, de la Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa, por la que se aprueban especificaciones particulares y proyectos tipo de Endesa Distribución Eléctrica, SLU.*
- *Resolución de 29 de enero de 2021, de la Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa, por la que se aprueban especificaciones particulares y proyectos tipo de E-distribución Redes Digitales, SL*
- *Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.*
- *Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.*
- *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 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y electrocución en líneas eléctricas de A.T.*
- *Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regulan la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.*
- *Normas UNE, de obligado cumplimiento según se desprende de los Reglamentos y sus correspondientes revisiones y actualizaciones.*
- *Normas UNE, que no siendo de obligado cumplimiento, definen características de elementos integrantes de los C.T.*
- *Otras reglamentaciones o disposiciones administrativas nacionales, locales o autonómicas vigentes de obligado cumplimiento no especificadas que sean de aplicación.*
- *Real Decreto 1048/2013, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de la distribución de energía eléctrica.*
- *Orden IET/2660 / 2015, de 11 de diciembre, por la que se aprueban las instalaciones tipo y los valores unitarios de referencia de inversión, de operación y mantenimiento por elemento de inmovilizado.*
- *Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.*
- *Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.*
- *Ordenanzas municipales de los Ayuntamientos afectados.*

6.1. NORMAS DE CONSULTA UNE

- *UNE 21018:1980, Normalización de conductores desnudos a base de aluminio, para líneas eléctricas aéreas.*
- *UNE 21021, Piezas de conexión para líneas eléctricas hasta 72,5 kV.*
- *UNE 21056, Electrodo de puesta a tierra. Picas cilíndricas acoplables de acero-cobre.*
- *UNE 207017, Apoyos metálicos de celosía para líneas eléctricas aéreas de distribución.*
- *UNE 207018, Apoyos de chapa metálica para líneas eléctricas aéreas de distribución.*
- *UNE 21120-2, Fusibles de alta tensión. Cortacircuitos de expulsión.*
- *UNE 50182, Conductores para líneas eléctricas aéreas. Conductores de alambres redondos cableados en capas concéntricas.*
- *UNE-EN 60099-4, 2005: Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.*
- *UNE-EN 61109, Aisladores para líneas aéreas. Aisladores compuestos para la suspensión y anclaje de líneas aéreas de corriente alterna de tensión nominal superior a 1.000 V.*
- *UNE-EN 61466, Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV.*
- *UNE-EN 60305, Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Elementos de las cadenas de aisladores de material cerámico o de vidrio para sistemas de corriente alterna. Características de los elementos de las cadenas de aisladores tipo caperuza y vástago.*
- *UNE-EN 60383, Ensayos de aisladores para líneas superiores a 1000V.*
- *UNE-EN 50182, Conductores para líneas eléctricas aéreas. Conductores de alambres redondos cableados en capas concéntricas.*
- *UNE-EN 60085, Aislamiento eléctrico. Evaluación y designación térmica.*
- *UNE-EN 60269-1, Fusibles de baja tensión. Parte 1: Reglas generales.*
- *UNE-EN 60695-2-10, Ensayos relativos a los riesgos del fuego. Parte 2-10: Método de ensayo del hilo incandescente. Equipos y procedimientos comunes de ensayo.*
- *UNE 211620, Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido y pantalla de tubo de aluminio de tensión asignada desde 3,6/6(7,2) kV hasta 20,8/36(42) kV.*
- *UNE-EN 50102, Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).*
- *UNE-EN 60228, Conductores de cables aislados.*
- *UNE-EN 61238, Conectores mecánicos y de compresión para cables de energía de tensiones asignadas hasta 36 kV ($U_m=42$ kV).*
- *UNE-HD 620-10E, Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6(7,2) kV hasta 20,8/36(42) kV inclusive. Parte 10: Cables unipolares, tripolares y unipolares reunidos con aislamiento de XLPE.*
- *UNE-HD 629-1, Prescripciones de ensayo para accesorios de utilización en cables de energía de tensión asignada de 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 1: Cables con aislamiento seco.*

- *UNE-EN 60695-2-11, Ensayos relativos a los riesgos del fuego. Parte 2-11: Método de ensayo del hilo incandescente. Ensayo de inflamabilidad para productos terminados.*
- *UNE-EN 60695-2-12, Ensayos relativos a los riesgos del fuego. Parte 2-12: Métodos de ensayo del hilo incandescente. Método de ensayo de inflamabilidad del hilo incandescente (GWFI) para materiales.*
- *UNE-EN 60695-2-13, Ensayos relativos a los riesgos del fuego. Parte 2-13: Métodos de ensayo del hilo incandescente. Métodos de ensayo de ignición con hilo incandescente para materiales.*
- *UNE-EN 61439-1, Conjuntos de aparata de baja tensión. Parte 1: Reglas generales.*
- *UNE-EN 61439-3, Conjuntos de aparata de baja tensión. Parte 3: Cuadros de distribución destinados a ser operados por personal no cualificado (DBO).*
- *UNE-EN 61238, Conectores mecánicos y de compresión para cables de energía de tensiones asignadas hasta 36 kV ($U_m = 42$ kV).*
- *UNE-EN 61466, Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV.*
- *UNE-IEC/TS 60815-3:2013 EX, Selección y dimensionamiento de aisladores de alta tensión destinados para su utilización en condiciones de contaminación. Parte 3: Aisladores poliméricos para redes de corriente alterna.*
- *UNE-EN 62271-102:2005/A1:2012, Aparata de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.*
- *IEC 60120, Dimensiones de acoplamientos de rótula en cadenas de aisladores.*

6.2. NORMAS DE ENDESA DISTRIBUCIÓN

- *AND001 - Apoyos y armados de perfiles metálicos para líneas de MT hasta 30 kV.*
- *AND005 - Seccionadores Unipolares para LAAT hasta 36 kV*
- *AND007 - Cortacircuitos fusibles de expulsión. Seccionadores hasta 36 kV.*
- *AND015 - Pararrayos de óxidos metálicos sin explosores para redes de MT hasta 36 kV.*
- *CNL002 - Tubos Polietileno (Libres de halógenos) para canalizaciones subterráneas.*
- *FNH001 - Centros de transformación prefabricados de hormigón tipo superficie.*
- *FNZ001 - Cuadros modulares de distribución para centros de transformación.*
- *NNL012 - Bases tripolares verticales cerradas para fusibles de baja tensión del tipo cuchilla con dispositivo extintor de arco.*
- *NZZ009 - Mapas de contaminación salina e industrial.*
- *GSCB001 - 12V VRLA Accumulators for Powering Remote-Control Device of Secondary Substations.*
- *GSC001 - Electrical Control Panel Auxiliary Services of Secondary Substations*
- *DND001 - Cables aislados para redes aéreas y subterráneas de Media Tensión hasta 30 kV".*
- *GSM001 - MV RMU with Switch-Disconnecter.*
- *GST00 - MV/LV Transformers.*
- *GSTR001 - Remote Terminal Unit for secondary substations.*
- *GSPT001 - Detector de Paso de falta Direccional.*

- GSC002 - *Technical specification of low voltage cables with rated voltage U_0 / U (U_m) 0,6/1,0 (1,2) kV.*
- GSCC004 - *12/20(24) kV AND 18/30(36) kV COLD SHRINK COMPACT JOINTS FOR MV UNDERGROUND CABLES.*
- 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”.*
- NNH001 - *Arquetas Prefabricadas para Canalizaciones Subterráneas.*
- NMH00100 - *Guía de Montaje e Instalación de Arquetas Prefabricadas de Poliéster, Polietileno o Polipropileno para Canalizaciones Subterráneas.*
- NNH00200 - *Marcos y tapas de fundición para canalizaciones subterráneas.*
- AND004 - *Apoyos de chapa metálica para líneas aéreas hasta 36 kV.*
- AND008 - *Aisladores de vidrio para cadenas de líneas aéreas de AT, de tensión nominal hasta 30 kV.*
- AND009 - *Herrajes y accesorios para conductores desnudos en líneas aéreas de AT, hasta 30 kV.*
- AND017 - *Anti-escalos para apoyos metálicos de celosía.*
- GSC003 - *Concentric-lay-stranded bare conductors.*
- AND012 – *Aisladores compuestos para cadenas de líneas aéreas de MT, hasta 30 kV.*
- GSCM003 – *MV pole mounted switch-disconnectors.*
- AND015 – *Pararrayos de óxidos metálicos sin explosores para redes MT, hasta 36 kV.*
- NEZ002 – *Procedimiento de rotulación para identificación de la red*
- BNA001 - *Forros de protección anti-electrocución de la avifauna en líneas eléctricas de distribución.*
- NNZ035 - *Picas cilíndricas para puesta a tierra.*
- NNZ015 - *Terminales rectos de aleación de aluminio para conductores de aluminio, aluminio-acero y almelec. Instalación exterior.*
- NNL012 - *Bases Tripolares Verticales Cerradas para Fusibles de Baja Tensión del Tipo Cuchilla con Dispositivo Extintor de Arco.*
- NRZ001 *Especificaciones Particulares para instalaciones de e-distribución en Alta Tensión de $U_n \leq 36$ kV.*

7. ORGANISMOS AFECTADOS

Las obras e instalaciones objeto de este proyecto, se ejecutarán siempre con la pertinente Licencia Municipal de Obras, recogida de acuerdo con lo que dispongan las Ordenanzas Municipales del Ayuntamiento de Vélez-Málaga, coordinándose con los diferentes servicios públicos que pudieran verse afectados por la nueva obra.

Los organismos implicados por la instalación proyectada en este caso son:

ENTIDAD	DESCRIPCIÓN DE AFECCIÓN
Ayuntamiento de Vélez-Málaga	Se tramitará la licencia municipal de obras en este organismo, así como permiso de ocupación de la vía para nueva LAMT, LSMT y reforma de CT.
Delegación Territorial de Economía, Hacienda, Fondos Europeos y de Industria, Energía y Minas en Málaga	Legalización de Proyecto para Autorización Administrativa Previa y de Construcción.

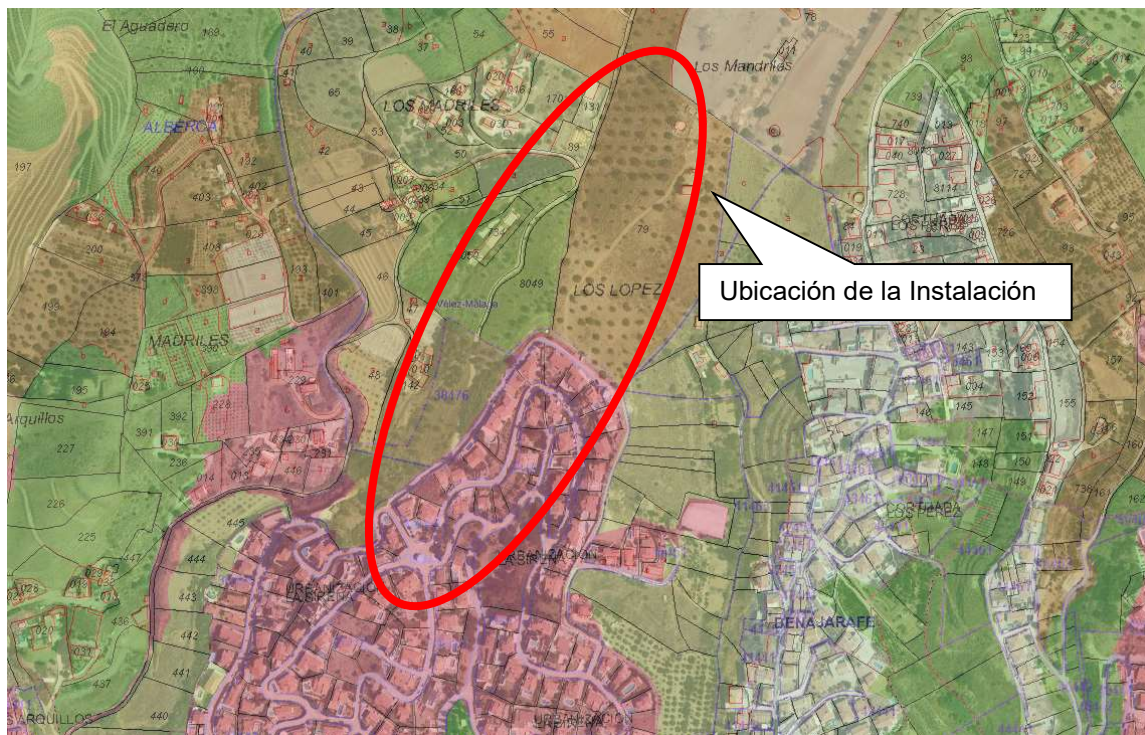


Figura 1. Ubicación de la instalación en Urb. La Sirena y Diseminado Los López.

7.1. RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS

En la siguiente tabla, se aportan datos para cada parcela afectada por la servidumbre establecida por la línea a ejecutar:

Datos de la ubicación				Afección tramo aéreo		
T. M.	Referencia Catastral	Nº Parcela	Nº Polígono	Long. (m)	Superf. (m ²)	Clasificación y uso del suelo
VÉLEZ-MÁLAGA	29094A0260007900000J	79	26	224,38	1458,47	Rústico de uso agrario
Datos de la ubicación				Afección tramo subterráneo		
T. M.	Dirección			Longitud (m)	Superficie (m ²)	Clasificación y uso del suelo
VÉLEZ-MÁLAGA	Urb. La Sirena, Calle Delfines			278	139	Vía en terreno privado
VÉLEZ-MÁLAGA	Urb. La Sirena, Glorieta del Carmen			31,72	15,86	Vía en terreno privado
VÉLEZ-MÁLAGA	Urb. La Sirena, Calle Perla			44,29	22,14	Vía en terreno privado

8. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

8.1. DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA AÉREA Y ELEMENTOS A INSTALAR

La línea aérea de nueva ejecución objeto de este proyecto tendrá su origen en nuevo apoyo en traza existente entre los apoyos A852007 y A852005, considerando este nuevo apoyo como apoyo N°1. Contará con un total de 3 apoyos, hasta el apoyo final de línea con conversión aéreo-subterránea denominado N°3.

La longitud total del tramo aéreo es de 225,59 metros longitudinales en planta. Discurriendo por la parcela catastral 29094A02600079, diseminado Los López 214, en polígono 26 y parcela 79 del Término Municipal de Vélez-Málaga (Málaga).

La proyección de la línea está constituida por los siguientes tramos:

N ° ALINEACIÓN	APOYOS N °	LONGITUD (m)	ÁNGULO CON ALINEACIÓN POSTERIOR (grados)	T. M.
1	Apoyo N°1 – Apoyo N°2	184,82	303,58	Vélez-Málaga
2	Apoyo N°2 – Apoyo N°3	40,77	163,40	Vélez-Málaga
TOTAL	3 unidades	225,59	-	-









A continuación, se resumen coordenadas UTM aproximadas de la ubicación de los apoyos proyectados, asimismo, se incluye las cotas referidas sobre el nivel medio del mar (Z).

La mayor cota del terreno se sitúa en las inmediaciones del apoyo N°3, el cual alcanza una cota de 72,31 m. Por tanto, y según el *Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión (R.D. 223/2008)*, se deberá considerar zona A para los cálculos.

El trazado existente objeto de este proyecto discurre por el siguiente detalle de recorrido origen y fin, detallado en la siguiente tabla y fotografías a continuación:

N ° Apoyo	Coordenadas		Altura del terreno (m)	Sistema/Huso
	X	Y	Z	
A852007	393813	4064791	54	ETRS89 Huso 30
A852005	393995	4064817	72	ETRS89 Huso 30
A852006 (S01008)	394061	4064626	69	ETRS89 Huso 30
PT 66670	393985	4064828	72	ETRS89 Huso 30
A852003	394309	4064861	77	ETRS89 Huso 30

A852007		
---------	--	--

A852005		
A852006 (S01008)		
PT 66670		
A852003		

El trazado nuevo de este proyecto discurre por el siguiente detalle del recorrido, especificando la ubicación de la línea proyectada:

N ° Apoyo	Coordenadas		Altura del terreno (m)	Sistema/Huso
	X	Y	Z	
N ° 1	393954.8848	4064811.2776	59,48	ETRS89 Huso 30
N ° 2	393871.4299	4064646.4423	64,65	ETRS89 Huso 30
N ° 3	393866.7311	4064605.4878	72,31	ETRS89 Huso 30

Para la instalación de estos, existirá un previo acuerdo de instalación, autorización y servidumbre de paso entre la compañía propietaria de la instalación y el propietario de la parcela por la que discurrirá dicha instalación. Pudiéndose ser necesaria, compensaciones económicas que se estiman en el presupuesto de este proyecto.

8.1.1. CONDUCTOR

El conductor será acorde a la *Norma UNE-EN-50182* y de referencia la norma *GSC003*. El trazado a instalar será con conductor LA-56, de las siguientes características:

Designación Nueva Anterior	Sección (mm ²)		Diámetro		Composición				Carga de rotura (daN)	Resistencia eléctrica a 20°C (Ω/km)	Masa (kg/m)	Módulo de elasticidad (daN/mm ²)	Coeficiente de dilatación lineal (°Cx10 ⁻⁶)	I(A)
					Alambres de aluminio		Alambres de acero							
	Aluminio	Total	Acero	Total	Nº	Ø (mm)	Nº	Ø (mm)						
47AL1/8-ST1A LA-56	46,8	54,6	3,15	9,45	6	3,15	1	3,15	1.629	0,6129	188,8	7.900	19,1	199

8.1.2. APOYOS

Los apoyos existentes son metálicos de celosía atendiendo la siguiente tabla:

N.º Apoyo	Dispositivos	Tipo de apoyo	Montaje	Distancias entre fases (m)	Función	Tipo de puesta a tierra
A852007	-	C-2000-16	TB S/C	2,40	Alineación-Amarre	No frecuentado
A852005	-	C-4500-20	TB S/C con derivaciones	2,40	Alineación-Anclaje	Frecuentado
A852006	Seccionadores unipolares	C-2000-16	TB S/C	2,40	Alineación-Amarre	No frecuentado
PT 66670	Autoválvulas y portafusibles	C-2000-14	H0 S/C	2,40	Final de línea	No frecuentado
A852003	-	C-2000-22	TB S/C	3,50	Alineación-Amarre	No frecuentado

Los apoyos para instalar serán metálicos de celosía y cumplirán la norma *UNE-207017* y la norma *AND001 – Apoyos y armados de perfiles metálicos para líneas de MT hasta 30 kV*.

Nº Apoyo	Dispositivos	Tipo de apoyo	Montaje (tipo de armado)	Distancias entre fases (m)	Función	Tipo de puesta a tierra	Afección
1	-	C-4500-16	TB S/C con derivación	2,40	Alineación-Anclaje	No frecuentado	-
2	-	C-2000-16	TB S/C	2,40	Angulo-Amarre	No frecuentado	-
3	Seccionador tripolar – paso aéreo-subterráneo	C-4500-14	H0 S/C	2,50	Fin de línea	Frecuentado	Camino acceso

8.1.3. ARMADOS

Las características técnicas de los armados metálicos se ajustarán a los criterios establecidos en la ITC-LAT-07, en función de las magnitudes y direcciones de las cargas de trabajo y de las distancias de aislamiento eléctrico requeridas.

Con una distribución metálica de celosía, cumplirán la norma *UNE 207017* y la norma de referencia *AND001 – “Apoyos y armados de perfiles metálicos para líneas de MT hasta 30 kV”*.

Descritos en el apartado 8.1.2 anterior. Se utilizará montaje tresbolillo (TB) y montaje horizontal (H0).

8.1.4. SEMICRUCETAS

Se utilizarán semicrucetas rectas, tal como se utilizan en el trazado existente. Cumplirán la norma *UNE – 207017* y la norma de referencia *AND001 – “Apoyos y armados de perfiles metálicos para líneas de MT hasta 30 kV”*.

8.1.5. AISLAMIENTO

Los aisladores compuestos (poliméricos a base de goma silicona) a instalar se ajustan a las normas *UNE-EN 61109:2010*, *UNE-EN 61466* y a la Norma de referencia *GSCC010 Composite Insulators for Medium Voltage Lines*.

En concreto, se utilizará para apoyos de amarre aisladores: CS 70 AB 125/1050.

8.1.6. ELEMENTO DE MANIOBRA

No se instalarán elementos de maniobra en el trazado aérea proyectado. La actual red aérea cuenta con suficientes elementos de maniobra para operar con seguridad sobre el trazado proyectado sin necesidad de incluir un nuevo elemento.

8.1.7. PROXIMIDADES, PARALELISMOS Y CRUZAMIENTOS

Las líneas aéreas deberán cumplir los requisitos señalados en el *apartado 5 de la ITC-LAT 07, las Especificaciones Particulares para instalaciones de e-distribución en Alta Tensión de $Un \leq 36$ kV NRZ001* y las condiciones que pudieran imponer otros órganos competentes de la Administración o empresas de servicios, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables aéreos de MT.

Para este proyecto, no existen afecciones detectadas.

8.1.8. CONVERSIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEA

En el apoyo N°3 la línea aérea realizará una conversión a línea subterránea, colocándose en el apoyo el correspondiente dispositivo de seccionamiento.

El aparellaje a utilizar es el indicada en el documento *AYZ10000 – Proyecto Tipo Línea Aérea Media Tensión*, siguiendo los criterios establecidos en las Especificaciones Particulares para instalaciones de E-distribución en Alta Tensión de $Un \leq 36$ kV NRZ001, siendo la que se detalla a continuación.

En el tramo de subida hasta la línea aérea, el cable subterráneo irá protegido dentro de un tubo o bandeja cerrada de hierro galvanizado o de material aislante.

Deberán instalarse protecciones contra sobretensiones mediante pararrayos.

Además, el apoyo N°3 se considerará apoyo frecuentado, de acuerdo con lo indicado en el *apartado 2.4.2 de la ITC-LAT-07*, se instalarán dispositivos de anti escalado que dificulten el acceso a las partes en tensión del apoyo.

El anti-escalo que se instale en el apoyo metálico deberá cumplir la Norma de referencia *AND017 – Antiescalos para apoyos metálicos de celosía*.

8.1.9. PUESTA A TIERRA

Los electrodos de puesta a tierra serán acordes a lo indicado en el *proyecto tipo AYZ10000* en función de la clasificación del apoyo como frecuentado o no frecuentado y tal como se indica en los planos de detalle.

En los apoyos frecuentados, con objeto de asegurar el cumplimiento de las tensiones de contacto, se colocará un dispositivo anti-escalos de 2,5 metros de alto, polimérico aislante.

8.1.10. PROTECCIÓN AVIFAUNA

Cuando la traza de la LAMT discorra por zonas o espacios protegidos, y en los casos en los que el Órgano competente de la Comunidad Autónoma lo determine, se adoptarán las medidas adecuadas para la protección de la avifauna frente a colisiones y electrocuciones.

En general:

En el diseño de las LAMT que afecten o se proyecten en las zonas de protección definidas en el *art. 3 del R. D. 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra colisión y electrocución en líneas eléctricas de alta tensión*, se aplicarán las medidas de protección establecidas en dicho Real Decreto. Además de las medidas reglamentarias contra la colisión se establecerán las medidas siguientes contra la electrocución.

- Los puentes y apareamientos deberán mantener siempre las partes en tensión por debajo de la cruceta.
- En los apoyos especiales (seccionadores, fusibles, conversiones, derivaciones, etc.) se aislarán los puentes de unión entre los elementos en tensión.
- En configuraciones tresbolillo se asegurará que la distancia entre la semicruceta inferior y el conductor superior es mayor de 1,50 metros.
- Las distancias mínimas de seguridad entre la cruceta y la grapa serán para cadenas de suspensión de 0,60 metros y para cadenas de amarre 1,00 metros.
- En el caso de no poder alcanzarse estas distancias de seguridad mediante la instalación de aisladores, se colocarán alargaderas de protección, de una geometría que dificulte la posada de las aves, colocadas entre la cruceta y los aisladores con objeto de aumentar la distancia entre la zona de posada y los puntos en tensión.

Adicionalmente, se tendrán en consideración otros posibles requerimientos que establezca la legislación autonómica. Este proyecto contempla las medidas anti-electrocución cumpliendo la normativa sin necesidad de utilización de forros.

8.2. DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA Y ELEMENTOS A UTILIZAR

Se recoge la instalación de nueva línea subterránea de media tensión denominada "CAÑUELO" a la tensión de 20 kV desde apoyo de conversión aéreo-subterránea hasta celda de línea en el CD 3974 con:

- 360 metros de nuevo tendido, mediante cable RH5Z1 18/30 kV, 3x1x240 AL bajo tubo.
- 360 metros de nueva canalización con 2 tubos hormigonados (355 metros del recorrido por calzada y 5 metros por acerado).
- 8 unidades de arqueta prefabricada de hormigón tipo A2 (dos de ellas serán ciegas).
- 8 unidades de hitos de señalización de tendido.

8.2.1. CONDUCTOR

Conductor tipo RH5Z1 de sección 240 mm² y tensión 18/30 kV.

Se ajustará a lo indicado en las normas *UNE-HD 620-10E*, *UNE 211620*, *ITC-LAT 06* y se tomará como referencia la norma *GSC001 – Technical specification of medium voltages cables with rated voltage U₀/U_c (U_m) 8,7/15(17,5) kV, 12/20(24) kV, 15/25(31) kV, 18/30(36) kV and 20/34,5(37,95) kV*.

8.2.2. CANALIZACIONES

La canalización por emplear discurre por los siguientes tramos:

- Tramo 1: Nuevo tramo subterráneo por calzada, desde arqueta N°1 hasta arqueta N°8, discurrendo por suelo perteneciente a Urbanización. La Sirena. Canalización subterránea normalizada bajo calzada, con 2 tubos de 200 mm PVC de doble capa hormigonados y nuevas arquetas de hormigón. Se tendrá al menos 1 tubo libre en todo el recorrido. Profundidad 1,10 metros. Con bitubo de control.
- Tramo 2: Nuevo tramo subterráneo en terrizo, desde nueva arqueta A2 denominada N°1 en calzada a situar frente la linde que accede al futuro paso Aéreo/Subterráneo de la nueva línea aérea. Será un tramo perpendicular a la carretera y cruzará una parcela de cultivo la cual se obtendrá el pertinente permiso de paso previo. Se tendrá al menos 1 tubo libre en todo el recorrido. Profundidad 1,10 metros.
- Tramo 3: Nuevo tramo subterráneo en acerado, desde nueva arqueta A2 denominada N°8 en calzada a situar frente a acceso del CT 3974 hasta interior de este, hacía celda de línea de media tensión.

Aspectos para tener en cuenta en la ejecución subterránea:

Canalizaciones

Cuando fuera estrictamente necesario, podrá admitirse una profundidad menos a la indicada anteriormente en este mismo apartado, siempre que se dispongan canalizaciones entubadas especialmente protegidas; teniendo en cuenta, además, las distancias que deben guardarse reglamentariamente a otras canalizaciones.

Arquetas

El número de puntos de arquetas a instalar en la LSMT debe ser limitado y estar justificado en el diseño, pudiendo ser catas de tendido, arquetas ciegas o arquetas con tapas practicables.

La función de estos puntos de acceso estará relacionada con:

- Ayudar al tendido y a las posibles reparaciones o sustituciones del conductor subterráneo en tramos largos.
- Facilitar la ejecución de los empalmes de red, y su reparación en caso de avería.
- Permitir el tendido del cable en caso de grandes cambios de dirección.

Los aspectos principales por tener en cuenta en el diseño son los siguientes:

- En tramos rectos el número de puntos de acceso se dispondrá en función de la máxima tensión de tiro indicada por el fabricante del conductor.
- En los cambios de dirección se tendrá en cuenta que el radio de curvatura del tendido no será inferior a 20 veces el diámetro del cable. No se admiten ángulos inferiores a 90°, siempre según lo indicado en el Proyecto Tipo.
- Cuando las canalizaciones se realicen por zonas de tráfico rodado, se emplearán arquetas ciegas.
- En las salidas de un centro de transformación, las arquetas podrán ser practicables y, por tanto, cerrarse con la tapa normalizada para este fin. Esta tapa podrá dejarse oculta para lo que se cubriría con el acabado superficial que proceda.

Las arquetas prefabricadas tomarán como referente la norma *NNH001 – Arquetas Prefabricadas para Canalizaciones Subterráneas*.

A continuación, se resumen coordenadas UTM aproximadas de la ubicación de las arquetas proyectadas:

Nº Arqueta	Tipo	X	Y	Huso	Función
1	A2	393864.23	4064601.29	30	Pie de conversión
2	A2	393852.49	4064605.37	30	Ángulo
3	A2 CIEGA	393804.23	4064544.46	30	Alineación
4	A2 CIEGA	393761.01	4064491.52	30	Alineación
5	A2	393706.82	4064449.97	30	Ángulo
6	A2	393728.83	4064410.93	30	Alineación
7	A2	393750.95	4064391.27	30	Ángulo
8	A2	393769.49	4064425.61	30	Pie de centro de transformación

8.2.3. PROXIMIDADES, PARALELISMOS Y CRUZAMIENTOS

Los cables subterráneos deberán cumplir los requisitos señalados en el *apartado 5 de la ITC-LAT 06, las Especificaciones Particulares para instalaciones de e-distribución en Alta Tensión de $Un \leq 36$ kV NRZ001* y las condiciones que pudieran imponer otros órganos competentes de la Administración o empresas de servicios, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos de MT.

Para este proyecto, no existen afecciones.

8.3. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

8.3.1. OBRA CIVIL

La obra civil del local donde se proyecta la reforma del centro de transformación cumple todos los requisitos indicados en el *proyecto tipo FYZ10000*. En este, se realizará la demolición de uno de los tabiques interiores, que tenía la finalidad de crear un habitáculo de zona protegida para antiguos portafusibles seccionadores de protección con corte al aire. Siendo este tabique, el que se encuentra situado a la derecha de las celdas de media tensión.

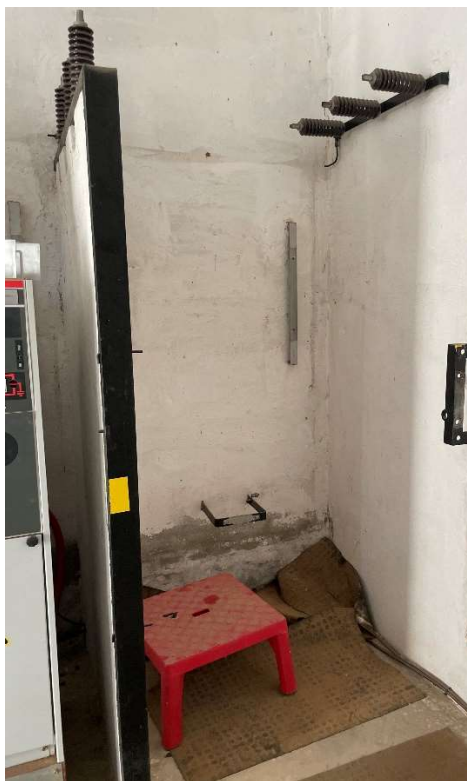


Figura 2. Interior CT, tabique a demoler. Lado derecho de las celdas.

8.3.2. VENTILACIÓN

La evacuación del calor generado en el interior del centro de transformación es efectuada utilizando un sistema de ventilación natural. Siendo esta, actualmente existente. Compuesta por rejillas de ventilación en la parte superior de la puerta de acceso y en pared lateral con evacuación hacia la vía pública.



Figura 3. Ventilación natural, rejilla superior a puerta de acceso.

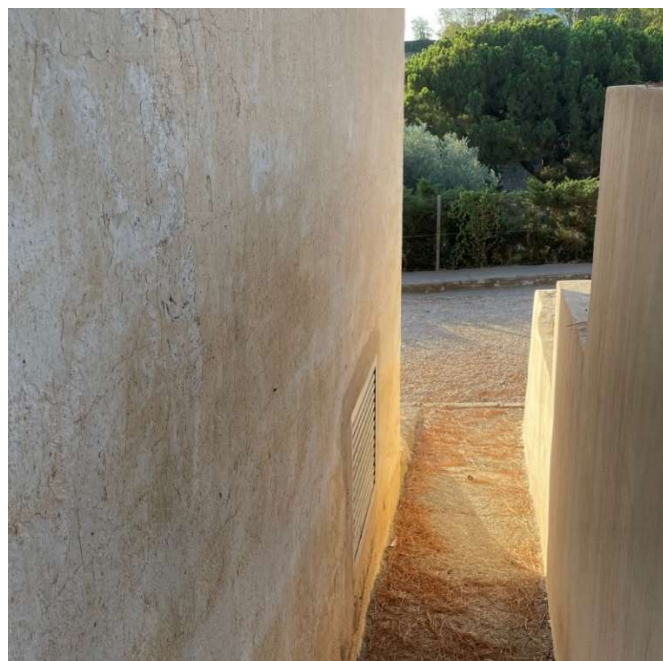


Figura 4. Ventilación natural, rejilla inferior en pared lateral.

8.3.3. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

8.3.4. TRANSFORMADOR

Actualmente existe un transformador trifásico con refrigeración natural de aceite mineral de 250 kVA y tensiones 20 kV según norma *GST001 – MV/LV Transformers*.

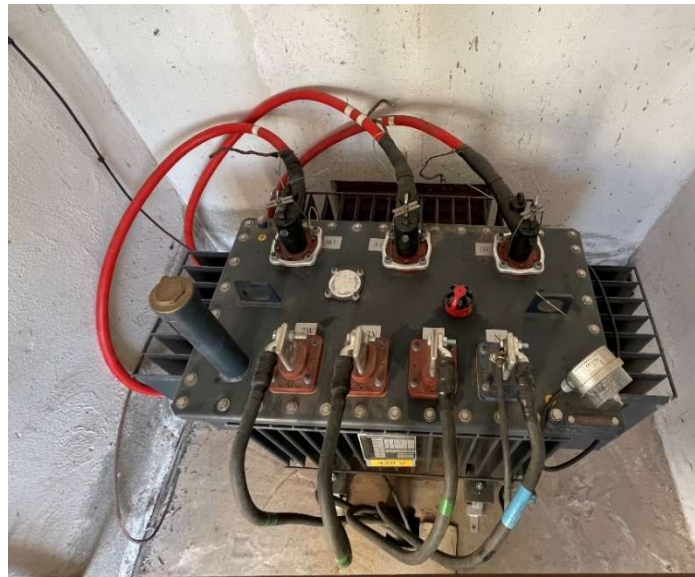


Figura 5. Transformador 250 kVA. Bornas MT y BT.

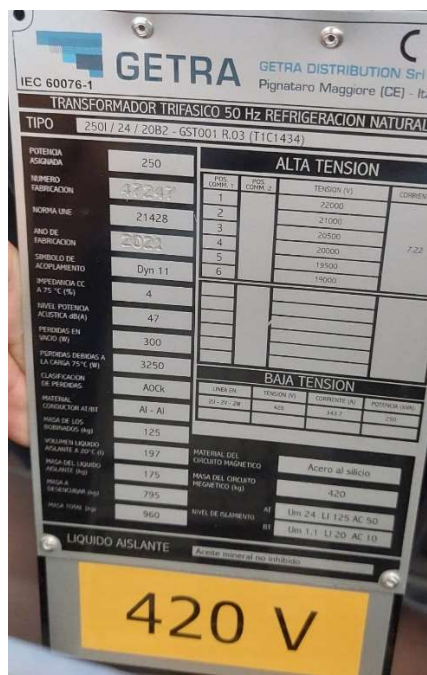


Figura 6. Placa de características transformador.

8.3.5. CELDAS DE MEDIA TENSIÓN

Actualmente el centro de transformación cuenta con celdas de media tensión ABB SafeRing, modelo: CNE-2L1P-F-SF6-24 no extensibles. Estas serán sustituidas.



Figura 7. Celdas MT actuales que sustituir.

Los dispositivos de seccionamiento serán celdas de distribución secundaria bajo envoltorio metálico con corte y aislamiento en SF₆ (Hexafluoruro de Azufre), corriente nominal de 630 A, corriente de cortocircuito 20 kA y tensión de aislamiento 24 kV. Las celdas de línea serán motorizadas.

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

Se instalará compacto de ORMAZABAL, modelo: CGMCOSMOS-3LP. Las características de estas se especifican en el Anexo I de este proyecto.

Sustituyendo a las actuales celdas de Media Tensión 2L+P y manteniendo en todo caso, una celda de línea de reserva para futuro anillamiento de la red eléctrica no siendo objeto de este proyecto.

8.3.6. CUADRO DE BAJA TENSIÓN

El CT 3874 cuenta con un cuadro de baja tensión existente de 4 salidas de 1600 A con conexión para grupo electrógeno y toma como referencia la norma *FNL002 – Cuadro BT para CT 4/8 salidas CBTG con alimentación de grupo*.



Figura 8. Cuadro de Baja Tensión.

8.3.7. PUENTE DE BAJA TENSIÓN

Los conductores de la interconexión entre el Transformador y el Cuadro de Baja Tensión están formados por conductores unipolares del tipo XZ1 de aluminio con sección 240 mm² y aislamiento XLPE según norma GSC002 – *Low voltage underground cables with rated voltage $U_0/U_n(U_m)$ 0,6/1,0(1,2) kV*.

8.3.8. PUENTE DE MEDIA TENSIÓN

Estará compuesta por cable unipolar de aluminio, con aislamiento seco termoestable (polietileno reticulado XLPE), con pantalla semiconductor sobre conductor y sobre aislamiento y con pantalla metálica de aluminio, de sección 95 mm² y tensión de aislamiento 12/20 kV, tomándose como referencia la norma GSCC001 – *Underground medium voltage cables* y la norma informativa DND001 – *Cables aislados para redes aéreas y subterráneas de Media Tensión hasta 30 kV*.

8.3.9. PUESTA A TIERRA

De acuerdo con la justificación realizada en el capítulo "Cálculos Justificativos" de este proyecto, la instalación de la puesta a tierra general está realizada mediante un electrodo con picas en anillo.

Los electrodos se componen de picas de acero recubierto de cobre y cable de cobre desnudo de 50 mm². La línea de puesta a tierra es de cobre desnudo de una sección de 50 mm².



Figura 9. Caja de registro PaT.

8.3.10. PROTECCIÓN

Para una adecuada protección del transformador, se instalarán:

- Protección frente a cortocircuitos, mediante fusibles tipo APR instalados en la celda de ruptofusible (P). El calibre de dichos fusibles será de 25 A.

Además, el transformador cuenta con:

- Protección frente a sobrecargas mediante una sonda de temperatura que mide la temperatura del aceite en la parte superior del transformador, ajustada a 105°C, que provoca el disparo de la celda de interruptor-seccionador del transformador en caso de superarse dicha temperatura.

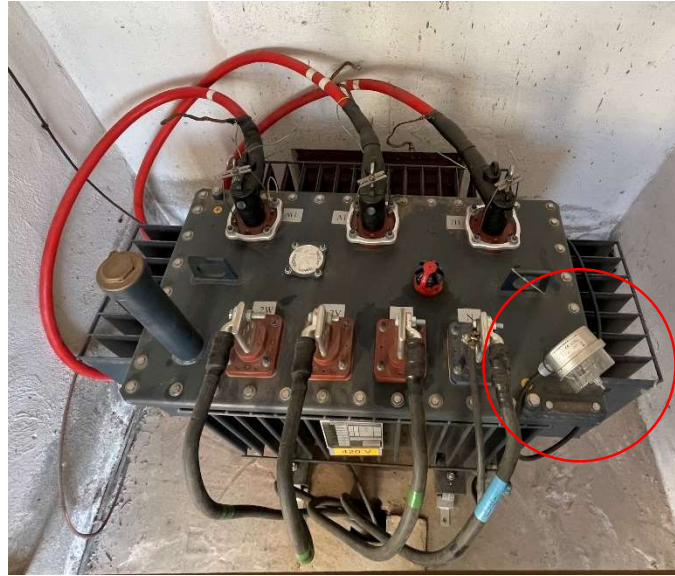


Figura 10. Termómetro transformador.

9. SÍNTESIS AMBIENTAL

El análisis ambiental tiene como fin valorar el medio en el que se pretende la ejecución de las instalaciones que se describen en este proyecto.

Por tratarse de la reforma de un centro de transformación en el casco urbano, de acuerdo con la *Ley 7/2007 de 9 de julio de Gestión Integral de la Calidad Ambiental de Málaga* NO necesita de Calificación Ambiental.

10. CONCLUSIÓN

La presente memoria y documentos, que se acompañan, serán elementos suficientes para poder formar juicio exacto de la instalación proyectada. Pudiendo servir de base suficiente para la tramitación del expediente de autorización y licencia de obras, que se desean obtener.

Málaga, septiembre de 2023

Juan Miguel Fernández García





CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS



Cálculos justificativos

1. LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN	37
1.1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS	37
1.1.1. CAPACIDAD DE TRANSPORTE DEL CONDUCTOR AÉREO	37
1.1.2. CAÍDA DE TENSIÓN	38
1.1.3. PÉRDIDAS DE POTENCIA	38
1.1.4. MÉTODO DE CONVECCIÓN	39
1.2. CÁLCULOS MECÁNICOS	40
1.2.1. CÁLCULO DE APOYOS	40
1.2.2. AISLADORES	41
1.2.3. TABLA DE REGULACIÓN	43
1.3. CIMENTACIONES	44
1.4. DISTANCIAS DE SEGURIDAD	46
1.4.1. DISTANCIA MASA	47
1.4.2. DISTANCIA CONDUCTORES AL TERRENO	47
1.4.3. DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES	47
1.5. PUESTAS A TIERRA EN APOYOS	48
1.5.1. DATOS DE INICIO	48
1.5.2. APOYOS FRECUENTADOS Y NO FRECUENTADOS	48
1.5.3. RESISTIVIDAD. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO	49
1.5.4. INTENSIDAD DE DEFECTO	49
1.5.5. NEUTRO AISLADO	49
1.5.7. TIEMPO DE ELIMINACIÓN DEL DEFECTO	50
1.5.8. RESISTENCIA DE TIERRA DE LOS ELECTRODOS	51
1.5.9. CÁLCULO PUESTA A TIERRA EN APOYOS FRECUENTADOS Y NO FRECUENTADOS	52
1.5.11. DETERMINACIÓN DEL AUMENTO DE POTENCIAL ANTE UN DEFECTO A TIERRA	52
1.5.12. DETERMINACIÓN DE LAS TENSIONES DE CONTACTO MÁXIMAS ADMINISIBLES	53
1.5.13. DETERMINACIÓN DE LAS TENSIONES DE PASO MÁXIMAS ADMISIBLES	54
1.5.14. DETERMINACIÓN DE LAS TENSIONES DE CONTACTO Y DE PASO	54
1.5.15. COMPROBACIÓN DE ELECTRODO SELECCIONADO. CONDICIONES EXIGIDAS	55
1.6. RESUMEN PUESTA A TIERRA DE APOYOS	55
1.6.1. APOYOS FRECUENTADOS	55
1.6.2. APOYOS NO FRECUENTADOS	57



2. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN	58
2.1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS	58
2.1.1. CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DEL CONDUCTOR	58
2.1.2. INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE PARA EL CABLE EN SERVICIO PERMANENTE.....	58
2.1.3. INTENSIDAD CIRCULANTE POR LA LÍNEA	59
2.1.4. INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE PARA EL CABLE EN CORTOCIRCUITO	60
2.1.5. PÉRDIDAS DE POTENCIA.....	62
2.1.6. CAÍDA DE TENSIÓN.....	62
2.1.7. POTENCIA A TRANSPORTAR	63
3. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	64
3.1. PUENTE MT.....	64
3.1.1. INTENSIDAD MT	64
3.1.2. CONEXIONES MT	64
3.2. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA	65
3.3. VENTILACIÓN CT.....	65
3.3.1. VENTILACIÓN NATURAL	66

1. LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN

1.1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

Se trata de justificar que la elección del conductor de media tensión supera las necesidades de la red, en lo que se refiere a caídas de tensión, capacidad de transporte y pérdidas de transporte.

Datos de la instalación:

Tensión nominal	20 kV
Circuitos	1
Conductor aéreo	LA-56
Conductores por fase	1
Frecuencia	50 Hz
Factor de potencia	0,8
Longitud	225,59 metros

1.1.1 CAPACIDAD DE TRANSPORTE DEL CONDUCTOR AÉREO

La potencia máxima que transportar por la línea será:

$$P_{m\acute{a}x} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{m\acute{a}x} \cdot \cos \varphi_{med}$$

Siendo:

$P_{m\acute{a}x}$	Potencia máxima que transportar, en kW.
U	Tensión nominal de la línea, en kV.
$I_{m\acute{a}x}$	Intensidad máxima admisible del conductor, en A.
$\cos \varphi_{med}$	Factor de potencia medio de las cargas receptoras.

La intensidad máxima admisible de corriente se obtiene de acuerdo con lo indicado en el apartado 4.2 de la ITC-LAT-07 y se detalla a continuación. También se indican los valores de resistencia y reactancia empleados en los cálculos.

Conductor	Sección (mm ²)	Alambres Aluminio	Alambres Acero	Imáx (A)	R ₂₀ DC (Ω/km)	R ₇₀ AC (Ω/km)	X (Ω/km) (*)
47AL1/8-ST1A (antes LA-56)	54,6	6	1	199	0,6136	0,7383	0,4049

(*) Reactancia media asociada de las distintas configuraciones habituales.

La potencia máxima que transportar por la LAMT proyectada será:

$$P_{m\acute{a}x} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{m\acute{a}x} \cdot \cos \varphi_{med} = 5.514,85 \text{ kW}$$

1.1.2 CAÍDA DE TENSIÓN

La caída de tensión vendrá dada por la siguiente expresión:

$$\Delta U = \frac{P \cdot L}{U} \cdot (R_{70} + X \cdot \tan \varphi) \text{ en valor absoluto}$$

$$\Delta U(\%) = \frac{P \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R_{70} + X \cdot \tan \varphi) \text{ en valor porcentual}$$

Siendo:

- ΔU Caída de tensión, en V.
- P Potencia a transportar, en kW.
- L Longitud de la línea, en km.
- U Tensión nominal de la línea, en kV.
- R_{70} Resistencia del conductor a 70°C en Ω/km .
- X Reactancia del conductor, en Ω/km .
- φ Angulo de desfase, en radianes.

Por lo tanto, la caída de tensión será:

$$\Delta U = \frac{P \cdot L}{U} \cdot (R_{70} + X \cdot \tan \varphi) = 64,82 \text{ V}$$

$$\Delta U(\%) = \frac{P \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R_{70} + X \cdot \tan \varphi) = 0,32 \%$$

1.1.3 PÉRDIDAS DE POTENCIA

Se analizarán las pérdidas de potencia por efecto Joule en la línea calculadas de acuerdo con la siguiente expresión:

$$\Delta P = 3 \cdot R_{70} \cdot L \cdot I^2$$

Siendo:

- ΔU Caída de tensión, en V.
- R_{70} Resistencia del conductor a 70°C en Ω/km .
- L Longitud de la línea, en km.
- I Intensidad de la línea, en amperios.

Para al LAMT objeto de este proyecto se obtiene:

$$\Delta P = 3 \cdot R_{70} \cdot L \cdot I^2 = 19.787,01 \text{ W}$$

1.1.4 MÉTODO DE CONVECCIÓN

Para este proyecto, utilizaremos como valor de las pérdidas el método de convección forzada:

- Ángulo de ataque de 45°.
- Temperatura ambiente de 35°C.
- Velocidad del viento de 0,6 m/s.
- Radiación solar de 720 W/m².
- Altura elegida para el estudio sobre el nivel del mar de 300 m.

Para relacionar todos los parámetros. En el estudio del régimen permanente de funcionamiento, se asumirá que el conductor está en equilibrio térmico, se plantea un equilibrio entre la potencia generada y la potencia disipada por el conductor.

$$P_{gen} = P_{dis}$$

En la siguiente tabla, se indica la intensidad que pueden transportar el conductor LA-56 a una temperatura de cálculo de 50°C, 70°C, 80°C y 85°C.

	LA-56
I_{adm} 50 °C (A)	112,1
I_{adm} 70 °C (A)	199,34
I_{adm} 80 °C (A)	209,5
I_{adm} 85 °C (A)	220,7

Al ser un LA-56 puede transportar una intensidad de 220,7 A, a 85°C y 199,34 A a 70°C

A continuación, se realiza la comprobación para ver que el conductor utilizado transporta una intensidad real igual o inferior a la que puede transportar a 85°C y 70°C.

Tabla comparativa:

Conductor	I_{adm} a 85 °C (A)	≥	$I_{máx}$ del tramo (A)	Condición
LA-56	220,70	≥	120	CUMPLE
Conductor	I_{adm} a 70 °C (A)	≥	$I_{máx}$ del tramo (A)	Condición
LA-56	199,34	≥	120	CUMPLE

1.2. CÁLCULOS MECÁNICOS

Los criterios de cálculo mecánico de conductores se establecen en base a lo especificado en el *apartado 3 de la ITC-LAT-07*.

Las tensiones mecánicas y las flechas con que debe tenderse el conductor dependen de la longitud del vano y de la temperatura del conductor en el momento del tendido, de forma que al variar esta, la tensión del conductor en las condiciones más desfavorables no sobrepase los límites establecidos y de la zona donde se proyecta la instalación. A efectos de cálculo mecánicos se considera zona A.

Para el cálculo y dimensionamiento de los apoyos se tendrá en cuenta:

- Instalación de conductor desnudo:

Denominación	LA-56 (47AL1/8-ST1A)
Sección	54,6 mm ²
Diámetro	9,45 mm
Peso	189,1 kg/km
Módulo elástico	7900
Coefficiente dilatación lineal	19,1
Carga de rotura	1629 DaN
Carga de viento, q	60 DaN/m ²
Presión del viento (120 km/h) sobre el conductor	0,567 DaN/m

1.2.1. CÁLCULO DE APOYOS

El cálculo de apoyos se ha realizado aplicando los criterios indicados en el *proyecto tipo AYZ10000* con las siguientes particularidades:

- Se ha supuesto un viento máximo de 120 km/h.
- No se considera la cuarta hipótesis puesto que:
 - Los conductores tienen un coeficiente de seguridad de 3 como mínimo.
 - El coeficiente de seguridad de los apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera se corresponde a las hipótesis normales.
 - Se instalan apoyos de anclaje, como máximo, cada 3 kilómetros.

RESUMEN CÁLCULO APOYOS:

N.º Apoyo	Tipo Apoyo	Cadenas	Función	Ángulo	Eolovano	Seguridad
				desvío (g)	(m)	Reforzada
1	C-4500-16 TB	Amarre	AL-ANC	303,58	91,96	NO
2	C-2000-16 TB	Amarre	ANG-ANC	163	112,79	NO
3	C-4500-14 H0	Amarre	FIN DE LINEA	-	20,38	NO

1ª HIPÓTESIS

Los esfuerzos útiles de los apoyos en esta hipótesis son coincidentes con un viento de 120 km/h sobre el apoyo, con un coeficiente de seguridad incluido de valor 1,5.

N.º Apoyo	Tipo Apoyo	E útil (daN)		
		V	T	L
1	C-4500-16 TB	17	586	374
2	C-2000-16 TB	29	254	-
3	C-4500-14 H0	12	17	388

2ª HIPÓTESIS

No aplica según las tablas 5 y 6 de la ITC-LAT-07 apartado 3.5.3 de hipótesis de cálculo.

3º HIPÓTESIS

Los esfuerzos útiles de los apoyos en esta hipótesis llevan un coeficiente de seguridad incluido de valor 1,2.

N.º Apoyo	Tipo Apoyo	E útil (daN)		
		V	T	L
1	C-4500-16 TB	17	-	563
2	C-2000-16 TB	29	181	257
3	C-4500-14 H0	-	-	-

Además, los datos de cálculo se han extraído de las tablas generadas por el software de cálculo Andelec y adjuntas en el Anexo II de este proyecto.

1.2.2. AISLADORES

Según se establece en la ITC-LAT-07, apartado 3.4, el coeficiente de seguridad mecánico de los aisladores no será inferior a 3. Si la carga de rotura electromecánica mínima garantizada se obtuviese mediante control estadístico en la recepción, el coeficiente de seguridad podrá reducirse a 2,5.

$$C.S. = \frac{\text{Carga rotura aislador}}{T_{\text{máx}}} \geq 3$$

En este caso:

$$C.S = 7.000 / 2.333 = 3 \geq 3$$

Conductores admisibles según cadena de aisladores:

Aislador	Carga de rotura (daN)	Tracción máxima admisible (daN)	Conductores admisibles (denominación antigua)	Tensión nominal / Tensión más elevada	Nivel contaminación
CS 70 EB 125/600-455	7.000	2.333	LA 56, LA 110, LA 180, LARL 56, LARL 78, LARL 125E, LARL 145E, LARL 180	20/24	Fuerte
CS 100 EB 125/835-455	10.000	3.333	LA 56, LA 110, LA 180, LARL 56, LARL 78, LARL 125E, LARL 145E, LARL 180	20/24	Muy fuerte
CS 70 EB 125/835-400	7.000	2.333	LA 56, LA 110, LA 180, LARL 56, LARL 78, LARL 125E, LARL 145E, LARL 180	20/24	Muy fuerte

Cuando las solicitaciones mecánicas lo requieran podrán acoplarse dos cadenas de aisladores mediante un yugo. Es de obligatorio cumplimiento la utilización de aisladores poliméricos.

También se tendrá que comprobar que la cadena de aisladores seleccionada cumple los niveles de aislamiento para tensiones soportadas (tablas 12 y 13 del apartado 4.4 de la ITC-LAT 07) en función de las Gamas I (corta duración a frecuencia industrial y a la tensión soportada a impulso tipo rayo) y II (impulso tipo maniobra y la tensión soportada a impulso tipo rayo).

Según el tipo de ambiente donde se encuentre el conductor (tabla 14 del apartado 4.4 de la ITC- LAT 07), el R.D. 223/2008 recomienda que la longitud de la línea de fuga entre fase y tierra de los aisladores a utilizar. Para obtener la línea de fuga mínima recomendada se multiplica el número indicado por el reglamento (tabla 14) según el tipo de ambiente por la tensión nominal de la línea.

El nivel de contaminación de la zona donde se encuentra las instalaciones es:

Normal según el mapa de contaminación salina e industrial del documento NZZ0093 de las normas particulares de Endesa.

Tensión nominal / Tensión más elevada de la línea (kV)	Nivel de contaminación	Línea de fuga específica nominal mínima (mm/kV)	Línea de fuga mínima requerida (mm)
≤ 20 (24)	(I) Ligero	16,0	384
	(II) Medio	20,0	480
	(III) Fuerte	25,0	600
	(IV) Muy fuerte	31,0	744

Para nuestro caso con un nivel de tensión de 20 (24kV) y un nivel de contaminación de (II) Medio, tenemos una línea de fuga mínima requerida de 480 mm. **Según el aislador polimérico utilizado CS 70 EB 125/600 y CS 70 EB 125/835 con una línea de fuga de 600 mm y 835 mm respectivamente**, resulta mayor a la mínima requerida según el nivel de contaminación de la zona.

1.2.3. TABLA DE REGULACIÓN

Zona A: -5°C + V (120 km/h) y conductor LA-56 en ambos tramos.

Tramo	Vano Reg. (m)	Const. Catenaria	EDS (15°C)		T.H.F. (%)	Tense máx. viento (daN)	Tense viento ½ (120 km/h)	15°C + V (120 km/h)		70°C	
			Cálc. (%)	Valor máx. (%)				Tense (daN)	Flecha (m)	Tense (daN)	Flecha (m)
Ap. N°1 - Ap. N°2	185	759	10,99	15	12,41	515	331	479	5,34	141	5,65
Ap. N°2 - Ap. N°3	41	292	11,21	15	20,00	388	346	285	0,44	54	0,72

Los tenses se expresan en daN y las flechas en metros.

Tramo	Tensiones y Flechas															
	-5°C		0°C		5°C		10°C		15°C		20°C		25°C		30°C	
	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F
N°1 - N°2	203	3,92	196	4,05	190	4,18	185	4,30	179	4,42	175	4,55	170	4,66	166	4,78
N°2 - N°3	327	0,12	288	0,14	251	0,16	216	0,18	183	0,21	154	0,25	131	0,30	112	0,35
Tramo	35°C		40°C		45°C		50°C		55°C		60°C		65°C		70°C	
	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F
N°1 - N°2	162	4,90	159	5,01	155	5,12	152	5,23	149	5,34	146	5,44	143	5,55	141	5,65
N°2 - N°3	97	0,40	86	0,45	78	0,50	71	0,55	65	0,60	61	0,64	57	0,68	54	0,72

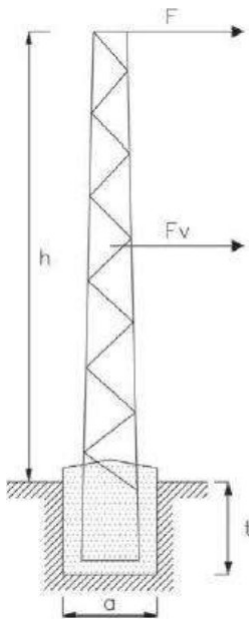
Datos adjuntos en el Anexo II de este proyecto.

1.3. CIMENTACIONES

Las cimentaciones de las torres constituidas por monobloques de hormigón se calculan al vuelco según el método suizo de Sulzberger.

El momento de vuelco:

$$M_V = F \cdot \left(h_0 + \frac{2}{3} \cdot h \right) + F_V \cdot \left(\frac{H_T}{2} + \frac{2}{3} \cdot h \right) (kg \cdot m)$$



Donde:

F = Esfuerzo nominal del apoyo en kg.

h_0 = Altura de aplicación del esfuerzo nominal en m.

F_V = Esfuerzo de viento sobre la estructura en kg.

H_T = Altura total del apoyo en m.

h = profundidad de la cimentación (m).

Figura 1. Dimensiones apoyo.

Momento estabilizador debido a las reacciones laterales del terreno:

$$M_1 = \frac{a \cdot h^3}{36} \cdot C_h \cdot \tan \alpha (kg \cdot m)$$

Donde:

M_1 = momento estabilizador debido a las reacciones laterales (kg.m).

a = anchura de la cimentación (m).

α = ángulo máximo de giro del macizo de hormigón, para $\tan \alpha = 0,01$.

C_h = coeficiente de compresibilidad del terreno a una profundidad de h metros (kg/m^3).

Teniendo en cuenta que la resistencia del terreno es nula en la superficie y crece proporcionalmente a la profundidad de la excavación, se puede expresar:

$$\frac{C_h}{h} = \frac{C_2}{2}$$

Donde:

C_2 = coeficiente de compresibilidad del terreno a una profundidad de 2 metros (kg/m^3).

Naturaleza del terreno	Peso específico aparente Tn/m ³	Ángulo de talud natural Grados sexag.	Carga admisible daN/cm ²	Coefficiente de rozamiento entre cemento y terreno al arranque Grados sexag.	Coefficiente de compresibilidad a 2 m de profundidad daN/cm ² (b)
I. Rocas en buen estado: Isótropas			30-60		
II. Estratificadas (con algunas grietas) Terrenos no coherentes: a) Gravera arenosa (mínimo 1/3 de volumen de grava hasta 70 mm de tamaño)	1,80-1,90		4-8	20°-22°	
b) Arenoso grueso (con diámetros de partículas entre 2 mm y 0,2 mm)	1,60-1,80	30°	2-4	20°-25°	8-20
c) Arenoso fino (con diámetros de partículas entre 2 mm y 0,2 mm)	1,50-1,60		1,5-3		
III. Terrenos no coherentes sueltos: a) Gravera arenosa	1,70-1,80		3-5		
b) Arenoso grueso	1,60-1,70	30°	2-3		
c) Arenoso fino	1,40-1,50		1-1,5		8-12
IV. Terrenos coherentes (a): a) Arcilloso duro	1,80		4	20°-25°	10
b) Arcilloso semiduro	1,80	20°	2	22°	6-8
c) Arcilloso blando	1,50-2,00		1	14°-16°	4-5
d) Arcilloso fluido	1,60-1,70		-	0°	2-3
V. Fangos turbosos y terrenos pantanosos en general	0,60-1,1		(c)		(c)
VI. Terrenos de relleno sin consolidar	1,40-1,60	30°-40°	(c)	14°-20°	(c)

- (a) Duro: Los terrenos con su humedad natural rompen difícilmente con la mano. Tonalidad en general clara.
Semiduro: Los terrenos con su humedad natural se amasan difícilmente con la mano. Tonalidad en general oscura.
Blando: Los terrenos con su humedad natural se amasan fácilmente, permitiendo obtener entre las manos cilindros de 3 mm de diámetro. Tonalidad oscura.
Fluido: Los terrenos con su humedad natural presionados en la mano cerrada fluyen entre los dedos. Tonalidad en general oscura.
(b) Puede admitirse que sea proporcional a la profundidad en que se considere la acción.
(c) Se determinará experimentalmente.

Figura 2. Características del terreno.

Por lo que la expresión del momento estabilizador debido a las reacciones laterales (kg.m), queda:

$$M_1 = 139 \cdot a \cdot C_2 \cdot h^4 (kg \cdot m)$$

Momento estabilizador debido a las reacciones verticales del terreno:

$$M_2 = P \cdot a \cdot \left[0.5 - \frac{2}{3} \cdot \sqrt{\frac{P}{2 \cdot a^3 \cdot C_h \cdot 10^6 \cdot \tan \alpha}} \right]$$

Donde:

P= Peso del apoyo y herrajes en kg.

A= anchura de la cimentación (m).

α = ángulo máximo de giro del macizo de hormigón, para $\tan \alpha = 0,01$.

C_h = coeficiente de compresibilidad del terreno a una profundidad de h metros (kg/m³).

El diseño de las cimentaciones monobloque debe cumplir con la condición de estabilidad indicada en el RLAT, y por tanto la estabilidad del apoyo, al estar confiada a las reacciones horizontales del terreno, está condicionada principalmente a que $\tan \alpha$, sea igual o inferior a 0,01.

Por tanto, debe cumplirse que:

$$M_V = M_1 + M_2, \text{ para } \tan \alpha \leq 0,01$$

Cuando las reacciones laterales del terreno sean más débiles que las verticales, $M_1 < M_2$, el RLAT en el apartado 3.6.1 de la ITC-LAT 07, indica que se debe considerar un coeficiente de seguridad.

- Hipótesis normales: 1,5
- Hipótesis anormales: 1.2

Por tanto, se tiene:

$$M_1 + M_2 \geq K \cdot M_V$$

Siendo

K= coeficiente de seguridad.

En las correspondientes tablas se indican las dimensiones y volúmenes de excavación de los apoyos, calculadas para 1 tipo de terreno con coeficiente de compresibilidad de $12 \text{ kg/cm}^2 \times \text{cm}$, así como la justificación del momento al vuelco de las cimentaciones.

N.º APOYO	TORRE	TERRENO	TIPO	a (m)	h (m)	V (Exc) (m3)	V (Horm.) (m3)
1	C-4500-16	Normal	Monobloque	1,15	2,72	3,60	3,86
2	C-2000-16	Normal	Monobloque	1,10	2,34	2,83	3,07
3	C-4500-14	Normal	Monobloque	1,05	2,68	2,95	3,18

- Hipótesis normales y anormales:

Se aporta la tabla extraída del programa de cálculo Andelec y adjunta en el Anexo II de este proyecto, donde se justifica el momento de vuelco de los apoyos.

N.º Apoyo	M1 (kg*m)	M2 (kg*m)	Mv (kg*m)	M1+M2	Condición $M1+M2 > K \cdot M_V$	Mv (K=1,5)
1	285586,98	267,36	44439,92	285854,34	CUMPLE	666589,87
2	128726,52	236,79	39051,08	128963,30	CUMPLE	58576,62
3	242135,97	203,51	29607,99	242339,48	CUMPLE	44411,98

Hipótesis	k	Condición $M1+M2 > M_V$	Mv (K=1,2)
Normales	1,5	CUMPLE	52327,90
Anormales	1,2	CUMPLE	46861,30
		CUMPLE	35529,58

1.4. DISTANCIAS DE SEGURIDAD

1.4.1. DISTANCIA MASA

Las dimensiones de los apoyos y armados utilizados aseguran que aún en los casos más desfavorables, la distancia entre conductor y masa se mantienen, en cualquier caso, por encima de la mínima que establece el RLAT, que para líneas de 20 kV de tensión nominal es de 0,22 metros como mínimo.

1.4.2. DISTANCIA CONDUCTORES AL TERRENO

Según el artículo 5, apartado 5, de la instrucción 07 del Real Decreto 223/2008 del RLAT, la distancia mínima de los conductores a cualquier punto del terreno, en el momento de flecha máxima, será:

$$D = 5,3 + D_{el} \text{ con un mínimo de 7 metros.}$$

Para la tensión de 20 kV; $D = 5,3 + 0,22 = 5,52$ m. **Se tomará el mínimo de 7 metros.**

1.4.3. DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES

Según el artículo 4.1, apartado 5 de la ITC-LAT-07 del RLAT, la distancia mínima entre conductores de fase se determinará con la siguiente expresión:

$$D = K \cdot \sqrt{F + L} + K' \cdot D_{pp}$$

Donde:

K = Coeficiente de oscilación del conductor

Ángulo de oscilación	Valores de K (Líneas de tensión nominal igual o inferior a 30 kV)
Superior a 65 °	0,65
Comprendido entre 40° y 65°	0,6
Inferior a 40°	0,55

L = longitud de la cadena de aisladores (L=0 para amarre).

F = flecha máxima en metros.

D_{pp} = 0,25 Distancia mínima aérea especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre los conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido.

K' = 0,75 Coeficiente que depende de la tensión nominal de la línea.

VANO	LONGITUD	FLECHA	SEPARACIÓN	ARMADO		
		MÁXIMA	CONDUCTORES	TIPO	SEPARACIÓN	
1	2	184,82	5,65	1,73	TB12 – TB12	2,40
2	3	40,77	0,72	0,74	TB12 – M0	2,50

1.5. PUESTAS A TIERRA EN APOYOS

1.5.1. DATOS DE INICIO

Para el cálculo de la instalación de puesta a tierra y de las tensiones de paso y contacto, se empleará el procedimiento del "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editado por UNESA.

Los datos necesarios para realizar el cálculo serán:

- U** Tensión de servicio de la red (V).
- ρ** Resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$).

Duración de la falta:

Tipo de relé para desconexión inicial (Tiempo Independiente o Dependiente).

- I_a'** Intensidad de arranque del relé de desconexión inicial (A).
- t'** Relé de desconexión inicial a tiempo independiente. Tiempo de actuación del relé (s).
- K', n'** Relé de desconexión inicial a tiempo dependiente. Constantes del relé que dependen de su curva característica intensidad-tiempo.

Reenganche rápido, no superior a 0'5 segundos. En caso afirmativo: Tipo de relé del reenganche (Tiempo Independiente o Dependiente).

- I_a''** Intensidad de arranque del relé de reenganche rápido (A).
- t''** Relé a tiempo independiente. Tiempo de actuación del relé (s) tras en reenganche rápido.
- K'', n''** Relé tiempo dependiente. Constantes del relé.

DATOS DE LA RED	
Sistema de conexión del neutro	Aislado
Subestación eléctrica	RINCON_V
Tensión nominal (kV)	20
Línea MT	CAÑUELO

1.5.2. APOYOS FRECUENTADOS Y NO FRECUENTADOS

A continuación, se detalla la tipología de apoyos según su ubicación:

Nº Apoyo	Tipo	Clasificación
1	Alineación -Amarre	No frecuentado
2	Ángulo-Amarre	No frecuentado
3	Fin de línea	Frecuentado

1.5.3. RESISTIVIDAD. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

Para el diseño y cálculo de la puesta a tierra de los apoyos se han realizado mediciones de resistividad in situ, obteniéndose una resistividad media:

N ° Apoyo	Resistividad (Ω m)
3	200

Para el diseño y cálculo de la puesta a tierra de los apoyos se estima la siguiente resistividad del terreno en función de la naturaleza del terreno donde se ubicarán los apoyos:

Naturaleza del terreno	Resistividad ($\Omega \cdot m$)
Pizarras	50 a 300

1.5.4. INTENSIDAD DE DEFECTO

El cálculo de la intensidad de defecto a tierra se realiza teniendo en cuenta el tipo de puesta a tierra de la red de media tensión en la subestación, en este caso neutro Aislado.

1.5.5. NEUTRO AISLADO

La intensidad de defecto a tierra es la capacitiva de la red respecto a tierra, y depende de la longitud y características de las líneas de MT de la subestación.

$$I_d = \frac{c \cdot \sqrt{3} \cdot U \cdot \omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)}{\sqrt{1 + [\omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)]^2 \cdot (3 \cdot R_t)^2}}$$

El valor de la intensidad de defecto a tierra máxima se obtiene cuando R_t es nulo:

$$I_{m\acute{a}x_d} = c \cdot \sqrt{3} \cdot U \cdot \omega \cdot C = 10 A$$

Donde:

- I_d Intensidad de defecto a tierra del CT (A).
- $I_{máx d}$ Intensidad máxima de defecto a tierra de la red (A).
- c Factor de tensión indicado en la norma UNE-EN 60909-0, de valor 1,1.
- R_t Resistencia de la puesta a tierra del CT (Ω).
- U Tensión de servicio de la red MT (V).
- C Capacidad entre fase y tierra de los cables y líneas de salida de la subestación (F). $C = C_a \cdot L_a + C_s \cdot L$.

El resto de las variables tienen la definición y unidades dadas en el apartado *DATOS INICIALES*. Esto mismo es aplicable para el resto de apartados del presente documento.

Conocido el valor de la intensidad máxima de defecto de la red se obtiene la capacidad total entre fase y tierra de las líneas que salen de la subestación.

$$C = \frac{I_{máx d}}{c \cdot \sqrt{3} \cdot U \cdot \omega}$$

Por lo tanto, considerando la puesta a tierra del CT, la intensidad de defecto a tierra para un eventual defecto en la instalación proyectada se puede calcular con la siguiente expresión:

$$I_d = \frac{c \cdot \sqrt{3} \cdot U}{\sqrt{(3 \cdot R_t)^2 + \left(\frac{1}{\omega \cdot C}\right)^2}}$$

1.5.6. TIEMPO DE ELIMINACIÓN DEL DEFECTO

Las líneas de MT que alimentan el CT disponen de los dispositivos necesarios para despejar, en su caso, los posibles defectos a tierra mediante la apertura del interruptor que actúa por la orden transmitida por un relé que controla la intensidad de defecto. Respecto a los tiempos de actuación de los relés, las variantes normales son las siguientes:

- Relés a tiempo independiente:

El tiempo de actuación no depende del valor de la sobreintensidad. Cuando esta supera el valor del arranque, actúa en un tiempo prefijado. En este caso:

$$t' = \text{cte.}$$

- Relés a tiempo dependiente:

El tiempo de actuación depende inversamente de la sobreintensidad. Algunos de los relés más utilizados responden a la siguiente expresión:

$$t' = \frac{k}{\left(\frac{I_d}{I'_a}\right)^\alpha - 1} \cdot k_v$$

Siendo:

- I_d Intensidad de defecto (A).
- I'_a Intensidad de ajuste del relé de protección (A).
- α, k Constantes características de la curva de protección.
- k_v Factor de tiempo de ajuste de relé de protección.
- t' Tiempo de actuación del relé de protección (s).

En la tabla siguiente se dan valores de las constantes k y α para los tipos de curva más habituales.

	Normal inversa ($\alpha = 0,02$)	Muy inversa ($\alpha = 1$)	Extremadamente inversa ($\alpha = 2$)
k	0,13	13,5	96

En el caso de que exista reenganche rápido (menos de 0,5 segundos), el tiempo de actuación del relé tras el reenganche será:

- Relés a tiempo independiente:

$$t'' = cte.$$

- Relés a tiempo dependiente:

$$t'' = \frac{k}{\left(\frac{I_d}{I'_a}\right)^\alpha - 1} \cdot k_v$$

La duración total de la falta será la suma de los tiempos correspondientes a la primera actuación más el de la desconexión posterior al reenganche rápido:

$$t = t' + t''$$

1.5.7. RESISTENCIA DE TIERRA DE LOS ELECTRODOS

Considerando las configuraciones tipo de 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 y los parámetros característicos de dichas configuraciones,

- K_r Valor unitario de la resistencia de puesta a tierra ($\Omega/\Omega \cdot m$).
- K_p Valor unitario que representa la máxima tensión de paso unitaria en la instalación ($V/\Omega \cdot m \cdot A$).
- K_c Valor unitario que representa la máxima tensión de contacto unitaria en la instalación ($V/\Omega \cdot m \cdot A$).

En función de la geometría del electrodo el valor de resistencia de tierra de dicho electrodo se obtiene como:

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

Siendo:

- R': Resistencia de tierra para electrodo elegido.
 ρ : Resistividad del terreno en $\Omega \cdot m$.
K_r: Factor de resistencia.

1.5.8. CÁLCULO PUESTA A TIERRA EN APOYOS FRECUENTADOS Y NO FRECUENTADOS

Según lo establecido en la ITC-RAT-13, la tensión máxima admisible por el cuerpo humano dependerá de la duración de la corriente de falta ya calculado en apartados anteriores, según se refleja en la siguiente tabla de dicha ITC. Tensión de contacto aplicada admisible.

Duración de la falta t_f (s)	Tensión de contacto aplicada admisible U_{ca} (V)
0,05	735
0,1	633
0,2	528
0,3	420
0,4	310
0,5	204
1	107
2	90
5	81
10	80
>10	50

El electrodo que utilizar es de tipo lineal con unas picas, de forma que la resistencia de puesta a tierra tenga un valor suficientemente bajo que garantice la actuación de las protecciones, en caso de defecto a tierra, en un tiempo inferior a 1 segundo.

1.5.9. DETERMINACIÓN DEL AUMENTO DE POTENCIAL ANTE UN DEFECTO A TIERRA

El aumento de potencial de tierra cuando el electrodo evacua una corriente de defecto es:

$$U_E = I_d \cdot R'_t$$

Siendo:

- U_E Aumento de potencial respecto una tierra lejana, en V.
 I_d Corriente de defecto en la línea, en A.
 R'_t Resistencia de tierra para electrodo elegido, en Ω .

1.5.10. DETERMINACIÓN DE LAS TENSIONES DE CONTACTO MÁXIMAS ADMISIBLES

Para el cálculo de la tensión de contacto máxima admisible, se estudia a partir de la tensión de contacto aplicada admisible sobre el cuerpo humano en función del tiempo de duración de la falta, según se establece en la ITC-LAT-07 y la tabla del apartado 1.5.9 de este capítulo.

$$U_c = U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{Z_B} \right] = U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{R_{a1} + 1,5\rho_s}{1.000} \right]$$

Siendo:

- U_c Tensión de contacto máxima admisible, en V.
 U_{ca} Valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta según tabla 18 ITC-LAT 07, en V.
 R_{a1} Resistencia del calzado de un pie cuya suela sea aislante, en Ω . Se puede emplear como valor de esta resistencia adicional 1.000 Ω , que corresponde al equivalente paralelo del calzado de los dos pies. Se considerará nula esta resistencia cuando las personas puedan estar descalzas (piscinas, campings, áreas recreativas...).
- R_{a2} Resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno. Se considera que $R_{a2} = 1,5 \cdot \rho_s$, que corresponde al equivalente de los dos pies.
- ρ_s Resistividad superficial del terreno en $\Omega \cdot m$.
- Z_B Impedancia del cuerpo humano, se considera 1.000 Ω .

En aquellos casos en los que el terreno se recubra con una capa adicional de alta resistividad se multiplicará el valor de la resistividad de dicha capa del terreno por un coeficiente reductor que se obtiene de la siguiente expresión:

$$C_s = 1 - 0,106 \cdot \left(\frac{1 - \frac{\rho}{\rho^*}}{2h_s + 0,106} \right)$$

Donde:

- C_s Coeficiente reductor de la resistividad de la capa superficial.
 ρ_s Resistividad superficial del terreno en $\Omega \cdot m$.
 ρ^* Resistividad de la capa superficial en $\Omega \cdot m$.
 h_s Espesor de la capa superficial en m.

1.5.11. DETERMINACIÓN DE LAS TENSIONES DE PASO MÁXIMAS ADMISIBLES

Las tensiones de contacto admisibles son menores que las tensiones de paso admisibles, de ahí que, si el sistema de puesta a tierra cumple los requisitos establecidos respecto a las tensiones de contacto aplicadas, se puede suponer en la mayoría de los casos que no aparecerán tensiones de paso peligrosas.

Cuando las tensiones de contacto sean superiores a los valores máximos admisibles, se recurrirá al empleo de medidas adicionales de seguridad con el fin de reducir el riesgo para las personas y los bienes. En cuyo caso será necesario cumplir los valores máximos admisibles de las tensiones de paso aplicadas, debiéndose tomar como referencia lo establecido en el RLAT y sus fundamentos técnicos:

$$U_p = 10U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{4.000 + 6\rho_s}{1.0001000} \right]$$

Siendo:

- U_p Tensión de paso máxima admisible, en V.
- U_{pa} Valor admisible de la tensión de paso aplicada $10U_{ca}$, siendo U_{ca} función de la duración de la corriente de falta según tabla 18 de la ITC-LAT-07, en V.
- ρ_s Resistividad superficial del terreno en $\Omega \cdot m$.

1.5.12. DETERMINACIÓN DE LAS TENSIONES DE CONTACTO Y PASO

Dependiendo de la configuración del electrodo y geometría elegida, y en función a los parámetros indicados en el Anexo 2 del "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría" de UNESA, se calculan los valores de la tensión de contacto:

$$U'_c = I_d \cdot \rho \cdot K_c$$

Teniendo que:

- U'_c Tensión de contacto calculada, en V.
- I_d Intensidad de defecto en A.
- ρ Resistividad del terreno en $\Omega \cdot m$.
- K_c Factor de tensión de contacto $V/\Omega \cdot m$.

El valor de la tensión de paso se obtendrá como:

$$U'_p = I_d \cdot \rho \cdot K_p$$

Siendo:

- U'_p Tensión de paso calculada.
- I_d Intensidad de defecto en A.
- ρ Resistividad del terreno en $\Omega \cdot m$.
- K_p Factor de tensión de paso en $V/\Omega \cdot m$.

1.5.13. COMPROBACIÓN DE ELECTRODO SELECCIONADO. CONDICIONES EXIGIDAS

Se debe comprobar que se cumple:

$$U_E < 2 \cdot U_c \text{ o } U'_c \leq U_c$$

Del mismo modo, en caso de que la tensión de contacto sea superior a los valores máximos admisibles y se definan medidas adicionales para eliminar el riesgo de contacto, será necesario verificar que se satisface:

$$U'_p \leq U_p$$

1.6. RESUMEN PUESTA A TIERRA DE APOYOS

1.6.1. APOYOS FRECUENTADOS

El electrodo que utilizar en este tipo de apoyos (apoyo N°3) estará compuesto por un anillo cerrado, a una profundidad de al menos 0,50 metros, al que se conectarán un mínimo de cuatro picas.

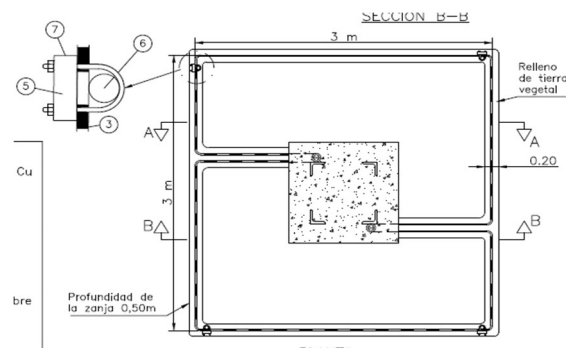


Figura 3. Diseño estándar de PaT de apoyo frecuentado.

Para considerar que el diseño del sistema de puesta a tierra es correcto, se debe cumplir que la elevación del potencial de tierra sea menor que dos veces máximo valor admisible de la tensión de contacto, es decir:

$$U_E < 2 \cdot U_c$$

En caso de no cumplirse la condición anterior será necesario analizar que la tensión de contacto aplicada es inferior a la tensión de contacto aplicada admisible $U'_{ca} \leq U_{ca}$. Esto se garantiza si se cumple que la tensión de contacto calculada para la instalación, ante un posible defecto, es inferior a la tensión de contacto máximo admisible:

$$U'_c \leq U_c$$

Donde:

- U_E Aumento del potencial de tierra, en Voltios.
- U'_c Tensión de contacto, en Voltios.
- U_c Tensión de contacto máxima admisible, en Voltios.

En caso de no comprobarse alguna de las expresiones anteriores, el diseño del sistema de PaT no será válido y será necesario repetir los cálculos con una configuración distinta o implementar algunas de las medidas adicionales para eliminar el riesgo de contacto. En este último caso, se deberá comprobar que las tensiones de paso sean inferiores a las máximas admisibles:

$$U'_p \leq U_p$$

DATOS DE INICIO		
Longitud total líneas aéreas AT subsidiarias misma transformación (km)	L_a	20
Longitud total líneas subt. AT subsidiarias misma transformación (km)	L_c	1
Tiempo Falta (s)	t_f	0,95
Intensidad de Falta (A)	I_f	4,43
Resistividad superficial del terreno en $\Omega \cdot m$ (apoyo)	ρ_s	200
Valor admisible de la tensión de contacto aplicada (V)	U_{ca}	107
Resistencia del calzado cuya suela sea aislante, en Ω	R_{a1}	2000
Resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno, en Ω	R_{a2}	300
Impedancia del cuerpo humano, en Ω	Z_B	1000
ELECTRODO APOYO FRECUENTADO		30-30/8/42
Factor de resistencia ($\Omega/\Omega \cdot m$)	K_r	0,105
Factor de tensión de contacto $V/\Omega \cdot m$	K_c	0,0545
Factor de tensión de paso en $V/\Omega \cdot m$	K_p	0,0178
RESULTADOS		
Tensión de contacto máxima admisible, en V	U_c	246,10
Tensión de paso máxima admisible, en V	U_p	6634
Resistencia de tierra electrodo elegido, en Ω	R	21
Aum. de respecto una tierra lejana, en V	U_e	93,01
Tensión de contacto calculada, en V	U'_c	48,28
Tensión de paso calculada, en V	U'_p	15,77

COMPROBACIONES	
Tensiones de contacto son inferiores a las máximas admisibles.	
$U_e < 2xU_c: 93,01 < 492,2$	CUMPLE
De no cumplirse lo anterior.	
$U'_c < U_c: 48,27 < 246,1$	CUMPLE
De no cumplirse lo anterior, medidas adicionales anti escaló polimérico, mallazo, etc.	
Medida adicional	
Tensiones de paso son inferiores a las máximas admisibles.	
$U'_p < U_p: 15,76 < 6634$	CUMPLE

1.6.2. APOYOS NO FRECUENTADOS

Atendiendo a lo establecido en la ITC-RAT-13, la tensión máxima admisible por el cuerpo humano depende de la duración de la corriente de falta.

El electrodo que utilizar es de tipo lineal con picas, de forma que la resistencia de puesta a tierra tenga el valor suficientemente bajo para garantizar la actuación de las protecciones en caso de defecto a tierra, en un tiempo inferior a un segundo. Se calcula la resistencia PaT máxima para asegurar la actuación de las protecciones en un tiempo inferior a un segundo:

En el relé tiempo independiente (N aislado), debe verificarse que:

$$I_d > I'_a$$

I_d Intensidad de defecto a tierra en el apoyo (A).

I'_a Intensidad de ajuste del relé de protección (A).

Teniendo en cuenta que el relé, a tiempo independiente, se utiliza para instalaciones con N aislado y el valor de la resistencia de puesta a tierra máximo para no frecuentados será aquel que cumpla la siguiente expresión:

$$\frac{c \cdot \sqrt{3} \cdot U \cdot \omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)}{\sqrt{1 + [\omega \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)]^2 \cdot (3 \cdot R_t)^2}} > I'_a \quad \text{o} \quad \frac{c \cdot \sqrt{3} \cdot U}{\sqrt{(3 \cdot R_t)^2 + \left(\frac{1}{\omega \cdot c}\right)^2}} > I'_a$$

ELECTRODO APOYO NO FRECUENTADO		8/12
Factor de resistencia ($\Omega/\Omega \cdot m$)	K_r	0,416
RESULTADOS		
Resistencia de tierra electrodo elegido, en Ω	R	83,20
Intensidad de defecto, en A.	I_f	4,43
COMPROBACIONES		
El tiempo previsto de actuación de las protecciones $t' = 0,95s < 1 s$ (desconexión automática de protecciones - Grupo Enel). Por tanto, no necesario justificar la tensión de contacto.		
$I_d > I'_a$		
La resistencia PAT máxima asegura el disparo de las protecciones en $t' < 1 s$:		
$R'_t = 83,20 \Omega$		

2. LINEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN

2.1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

Se trata de justificar que la elección del conductor de media tensión supera las necesidades de la red, en lo que se refiere a intensidad máxima admisible, caídas de tensión, capacidad de transporte y pérdidas de transporte.

Datos de la instalación:

Tensión nominal	20 kV
Circuitos	1
Cable subterráneo	RH5Z1 1x240 mm ² Al
Aislamiento	18/30 kV XLPE
Conductores por fase	3
Frecuencia	50 Hz
Factor de potencia	0,8
Longitud	400 metros/fase

2.1.1. CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DEL CONDUCTOR

Las características eléctricas del conductor a emplear para la LSMT objeto de este proyecto son:

Cable	Sección nominal (mm ²)	Resistencia máxima a 20 °C (Ω/km)	Resistencia máxima a 90 °C (Ω/km)	Reactancia cable 18/30 kV (Ω/km)
RH5Z1	240	0,125	0,160	0,114

2.1.2. INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE PARA EL CABLE EN SERVICIO PERMANENTE

Los conductores de polietileno reticulado XLPE de aluminio directamente enterrados y los entubados, admiten una intensidad permanente según la ITC-LAT-06:

Sección nominal de los conductores mm ²	Intensidad máxima admisible, I, en A (Cables unipolares en triángulo en contacto)
240	320

- Temperatura del terreno de 25°C y resistividad del terreno de 1,5 m/W.

Circuitos en tubulares soterrados (un circuito trifásico por tubo) Tubos dispuestos en plano horizontal			
Circuitos agrupados	Distancias entre tubos en mm		
	Contacto	200	400
2	0,8	0,83	0,87
3	0,7	0,75	0,8
4	0,64	0,7	0,77

Aplicando los siguientes coeficientes de corrección.

- Temperatura del terreno (Fct): 25°C
- Resistividad térmica del terreno (Fcr): 1,5 K·m/W
- Agrupación de circuitos (Fca): 0,8
- Profundidades de instalación (Fcp): 1 m

La intensidad admisible permanente del conductor se calculará por la siguiente expresión:

$$I_{adm} = I \cdot Fct \cdot Fcr \cdot Fca \cdot Fcp$$

$$I_{adm} = 320 \times 1 \times 1,5 \times 0,8 \times 1 = 384 A$$

Donde:

- I_{adm} Intensidad máxima admisible en servicio permanente, en A.
- I Intensidad del conductor sin coeficientes de corrección, en A.
- Fct Factor de corrección debido a la temperatura del terreno.
- Fcr Factor de corrección debido a la resistividad del terreno.
- Fca Factor de corrección debido a la agrupación de circuitos.
- Fcp Factor de corrección debido a la profundidad de soterramiento.

2.1.3. INTENSIDAD CIRCULANTE POR LA LÍNEA

La intensidad máxima en cabecera de la línea contemplando todas las cargas existentes en el anillo del que forma parte será un dato facilitado por la compañía de distribución, siendo para este caso la siguiente:

$$I \text{ máx en cabecera} = 256 A.$$

Según el centro de control de Endesa en Sevilla, la potencia contemplada en el anillo de la zona de estudio es de 6000 kVA, teniendo en cuenta que la línea a tratar se encuentra en punta. La intensidad que transporta la línea contemplando las cargas existentes vendrá determinada por la siguiente expresión:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Dónde:

I = Intensidad dada en el tramo, en A.

S = Potencia de la red, en kVA.

U = Tensión de línea, en kV.

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{6000}{\sqrt{3} \cdot 20} = 173,21 \text{ A}$$

Intensidad máxima que soportar (256 A) > Intensidad en el tramo (173,21 A).

Por lo tanto, la intensidad en el tramo es inferior a la máxima soportada.

2.1.4. INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE PARA EL CABLE EN CORTOCIRCUITO

Partiendo de la potencia máxima de cortocircuito de la red, la corriente de cortocircuito se obtendrá a partir de la siguiente expresión:

$$I_{cc3} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Dónde:

I_{cc3} = Intensidad de cortocircuito trifásica, en kA.

S_{cc} = Potencia de cortocircuito de la red, en MVA.

U = Tensión de línea, en kV.

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito soportada por el conductor se tendrá en cuenta que el conductor utilizado es de aluminio, que la temperatura inicial de servicio es de 90°C, la temperatura final deberá ser inferior a 250°C, tiene una sección de 240 mm² y tiempo máximo de duración del cortocircuito es de 1 segundos, dato proporcionado por E-Distribución.

Para tiempos de cortocircuito cortos la intensidad máxima admisible por un conductor vendrá dada por la fórmula del calentamiento adiabático:

$$I_{cc\text{ Adm.}} = K \cdot \frac{S}{\sqrt{t_{cc}}}$$

Dónde:

$I_{cc\text{ Adm.}}$ = Intensidad de cortocircuito calculada en una hipótesis adiabática, A.

S = Sección del conductor, en mm².

K = Coeficiente 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 A/mm² suponiendo temperatura inicial antes del cortocircuito de 90°C y máxima durante el cortocircuito de 250°C.

t_{cc} = Duración del cortocircuito, en segundos.

A continuación, se indica el valor de cortocircuito máximo admisible del conductor especificado en el presente proyecto:

Sección del conductor mm ²	Duración del cortocircuito (s)
240	22,6

El tiempo máximo de duración del cortocircuito previsto es de 1,37 segundos.

Corrientes de cortocircuito admisibles en los conductores de secciones normalizadas, en kA.

Sección del conductor mm ²	Duración del cortocircuito (s)									
	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
150	44,6	31,5	25,7	19,9	18,2	14,1	11,5	10,0	8,9	8,1
240	71,3	50,4	41,2	31,9	29,1	22,6	18,4	16,0	14,3	13,0

La intensidad máxima de cortocircuito de la red I_{cc3} (kA) será inferior a la calculada $I_{cc\text{ Adm}}$ (kA).

$$I_{cc3} \text{ (kA)} = 19,245 \text{ kA} < I_{cc\text{ Adm}} \text{ (kA)} = 22,6 \text{ kA.}$$

2.1.5. PÉRDIDAS DE POTENCIA

Se analizarán las pérdidas de potencia por efecto Joule en la línea calculadas de acuerdo con la siguiente expresión:

$$\Delta P = 3 \cdot R_{90} \cdot L \cdot I^2$$

Siendo:

- ΔP Pérdidas de potencia por efecto Joule.
- R_{70} Resistencia del conductor a 90°C en Ω/km .
- L Longitud de la línea, en km.
- I Intensidad de la línea, en amperios.

Para la LSMT objeto de este proyecto se obtiene:

$$\Delta P = 3 \cdot R_{90} \cdot L \cdot I^2 = 5,76 \text{ kW}$$

2.1.6. CAÍDA DE TENSIÓN

La caída de tensión en el punto final (L) del tramo proyectado se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\Delta U = \frac{P \cdot L}{U} \cdot (R_{90} + X \cdot \tan \varphi) \text{ en valor absoluto}$$

$$\Delta U(\%) = \frac{P \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R_{90} + X \cdot \tan \varphi) \text{ en valor porcentual}$$

Donde:

- ΔU Caída de tensión, en V.
- P Potencia a transportar, en kW.
- L Longitud de la línea, en km.
- U Tensión nominal de la línea, en kV.
- R_{90} Resistencia del conductor a 90°C en Ω/km .
- X Reactancia de la línea, en Ω/km .
- φ Angulo de desfase, en radianes.

$$\Delta U = \frac{P \cdot L}{U} \cdot (R_{90} + X \cdot \tan \varphi) = 23,57 \text{ V}$$

$$\Delta U(\%) = \frac{P \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R_{90} + X \cdot \tan \varphi) = 0,12 \%$$

2.1.7. POTENCIA POR TRANSPORTAR

La potencia máxima que transportar vendrá determinada por la siguiente expresión:

$$P_{m\acute{a}x} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{m\acute{a}x} \cdot \cos \varphi_{med}$$

Siendo:

$P_{m\acute{a}x}$	Potencia máxima a transportar, en kW.
U	Tensión nominal de la línea, en kV.
$I_{m\acute{a}x}$	Intensidad máxima admisible del conductor, en A.
$\cos \varphi_{med}$	Factor de potencia medio de las cargas receptoras.

La potencia máxima por transportar por la LSMT proyectada será:

$$P_{m\acute{a}x} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{m\acute{a}x} \cdot \cos \varphi_{med} = 7.094,48 \text{ kW}$$

La potencia total real de la línea vendrá determinada por la siguiente expresión:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{real} \cdot \cos \varphi$$

Dónde:

P	Potencia activa máxima admisible por el cable, en KW.
U	Tensión de línea, en kV.
I	Intensidad real transportada por el conductor, en A.
$\cos \varphi$	Factor de potencia medio de las cargas: 0,80

$$P = \sqrt{3} \cdot 20 \cdot 120 \cdot 0,80 = 4.800,14 \text{ kW}$$

Potencia máxima admisible (7.094,48 kW) > Potencia dada en el tramo (4.800,14 kW)

3. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

3.1. PUENTE MT

En el presente apartado se pretende justificar que la sección propuesta para el puente de media tensión indicado en la memoria resulta adecuado, para lo cual se deberá cumplir, en el caso de funcionamiento a plena potencia del transformador, que la intensidad que circule por el mismo sea inferior a la intensidad térmica admisible del conductor.

3.1.1. INTENSIDAD MT

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

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

Donde:

S Potencia del transformador en kVA.

U_P Tensión del primario del transformador (MT) en kV.

I_P Intensidad del secundario del transformador (MT) en A.

Aplicando los valores del proyecto S = 250 kVA y U_p = 20 kV se obtiene un valor de intensidad de 7,22 A.

3.1.2. CONEXIONES MT

Los conductores serán circulares de aluminio, de clase 2 según la norma UNE-EN – 60228, y estarán formados por varios alambres de aluminio cableados. La sección nominal seleccionada es:

- Tensión nominal de la red 20 kV: tensión de aislamiento 12/20 kV y de 95 mm² de sección mínima.

Las intensidades máximas admisibles de las secciones indicadas en dicho apartado son las que figuran en la siguiente tabla. Se han tomado de la ITC-LAT-06 (Tablas 6 y 13), para la temperatura máxima admisible de los conductores y condiciones del tipo de instalación allí establecidas.

Sección nominal de los conductores mm ²	Instalación al aire
	Cable aislado con XLPE
95 mm ²	255 A
Temperatura máxima en el conductor: 90°C	<ul style="list-style-type: none">- Temperatura del aire: 40°C- Una terna de cables unipolares en contacto mutuo.- Disposición que permita una eficaz renovación del aire.

La intensidad máxima en régimen permanente que circulará por estos conductores no será superior a 7,22 A según los cálculos del apartado anterior, siendo dichos valores inferiores a las máximas admisibles por los cables seleccionados 255 A en consecuencia no se tendrá en cuenta el calentamiento en condiciones normales de funcionamiento.

Los conductores empleados en la conexión de MT entre el transformador y la celda tendrán una tensión de aislamiento de 20 kV y una sección de 95 mm².

3.2. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

Se considerará la instalación de puesta a tierra de protección y de servicio del transformador existente del centro de transformación a reformar como válidas ya que dicho centro de transformación se legalizó bajo expediente de industria y tras visita a campo se comprobó que cumple con la normativa vigente, por lo que se considera que es correcta la puesta a tierra existente para la instalación actual y no es objeto de este proyecto su estudio.

3.3. VENTILACIÓN CT

La evacuación del calor generado por el transformador en el interior del centro de transformación se efectúa mediante ventilación natural, según lo previsto en la *ITC-RAT-14 "Instalaciones eléctricas de interior", apartado 4.4.*

El flujo de aire se establece por la diferencia de temperatura del aire en la entrada y en la salida, debidas al calentamiento del aire en el interior del CT producido por las pérdidas del transformador. El proceso de convección, que tiene lugar alrededor de los radiadores del transformador, se establece una corriente de aire ascendente, provocando la entrada de aire más frío por las rejillas inferiores y la salida del aire caliente por las rejillas situadas en la parte más alta del CT. Dichas rejillas están colocadas, sobre muros opuestos y situadas en fachadas orientadas hacia la vía pública, cumpliendo en todo caso lo establecido en el *CTE DB-SI.*

3.3.1. VENTILACIÓN NATURAL

Para el cálculo de la sección de las rejillas de ventilación se utiliza la siguiente expresión que calcula dicha sección en función de la potencia calorífica evacuada por circulación natural de aire, desde un recinto interior caliente al exterior a través de dos huecos (uno de entrada y otro de salida) de igual sección cerrados mediante rejillas:

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

Siendo:

- P Potencia calorífica evacuada (kW). $P = W_{Fe} + W_{Cu}$
- λ Coeficiente de forma de las rejillas de ventilación (se toma $\lambda=0.4$)
- S Superficie del hueco de entrada de aire (m²). 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 (m)
- t_i Temperatura en el interior del recinto (°C)
- t_e Temperatura media en el exterior (°C)

La sección mínima del conjunto de rejillas de ventilación de entrada de aire tiene que ser:

$$S = \frac{P}{0,24 \cdot \lambda \cdot \sqrt{H(t_i - t_e)^3}} = 0,5379 \text{ m}^2$$

El CT existente cumple con las dimensiones de las rejillas de ventilación ya que:

Superficie de Ventilación total > Superficie mínima del hueco

$$1,92 \text{ m}^2 > 0,5379 \text{ m}^2$$

Málaga, septiembre de 2023

Juan Miguel Fernández García



PLIEGO DE CONDICIONES





Pliego de Condiciones

1. OBJETO Y ALCANCE 71



1. OBJETO Y ALCANCE

Para la ejecución de los trabajos de construcción de la línea aérea de media tensión objeto de este proyecto, se seguirá el pliego de condiciones del *Proyecto tipo AYZ10000 – Líneas Aérea de Media Tensión* de Endesa Distribución Eléctrica S.L.

Para la ejecución de los trabajos de construcción de la línea subterránea de media tensión y reforma del centro de transformación objetos de este proyecto, se seguirá lo indicado en los respectivos pliegos de condiciones de los proyectos tipo *DYZ10000 – Líneas Subterráneas Media Tensión* y *FYZ10000 – Centro de Transformación Interior Local Edificio Planta Calle de Endesa Distribución Eléctrica S.L.*

Málaga, septiembre de 2023



Juan Miguel Fernández García





ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD



Estudio Básico de Seguridad y Salud

1. OBJETO.....	77
2. CARACTERÍSTICAS DE OBRA Y SITUACIÓN.....	77
3. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA	77
4. ACTIVIDADES BÁSICAS	78
4.1. TENDIDO LAMT.....	78
4.2. TENDIDO LSMT.....	78
4.3. REFORMA DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN TIPO INTERIOR	79
5. IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS.....	79
5.1. RIESGOS LABORALES	79
5.2. RIEGOS Y DAÑOS A TERCEROS	81
6. MEDIDAS PREVENTIVAS	81
6.1. PREVENCIÓN RIESGOS LABORALES. NIVEL COLECTIVO	81
6.2. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES. NIVEL INDIVIDUAL.....	83
6.3. DAÑOS A TERCEROS.....	83
7. NORMATIVA DE APLICACIÓN.....	84
8. ACTUALIDAD Y CONCLUSIONES	87



1. OBJETO

El presente Estudio de Seguridad y Salud tiene por objeto precisar las normas de seguridad y salud aplicables a la obra, identificando los riesgos laborales evitables, indicando las medidas correctoras necesarias para ello, y los que no puedan eliminarse, indicando las medidas tendentes a controlarlos o reducirlos, valorando su eficacia. Todo ello de acuerdo con el Artículo 6 del Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las Obras de Construcción.

De acuerdo con el artículo 3 del Real Decreto 1627/1997, si en la obra intervienen más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, o más de un trabajador autónomo, el Promotor deberá designar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Esta designación deberá ser objeto de un contrato expreso.

2. CARACTERÍSTICAS DE OBRA Y SITUACIÓN

Se elabora para la obra:

ANILLO DE CIERRE ENTRE LAMT "CAÑUELO" EN NUEVO APOYO Y LSMT
"SANTILLAN" EN CT 3874 A REFORMAR, SITUADO EN EL T. M. DE VÉLEZ-MÁLAGA
(MÁLAGA).

Y que consiste en:

- Excavación de zanja de 400 metros.
- Losa de hormigón de 3 apoyos.
- Anti-escalo en conversión aéreo-subterránea.
- Realización de 2 arquetas ciegas.
- Realización de 8 arquetas registrables.
- Tendido de 3 x 230 m de conductor LA-56.
- Tendido de 400 m de conductor 240 mm² XLPE subterráneo.
- Demolición tabique interior en centro de transformación.

3. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA

Siguiente las instrucciones del Real Decreto 1627/1997, antes del inicio de los trabajos en obra, la empresa adjudicataria de la obra, estará obligada a elaborar un "Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo", en el que analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones que se adjuntan en el estudio básico.

4. ACTIVIDADES BÁSICAS

Durante la ejecución de los trabajos en obra, se pueden destacar como actividades básicas:

- Tendido LAMT.
- Tendido LSMT.
- Reforma CT.

4.1. TENDIDO LAMT

- Desplazamiento de personal.
- Transporte de materiales y herramientas.
- Excavaciones para cimentaciones de apoyos.
- Hormigonado de cimentaciones.
- Izado y montaje de apoyos de celosía.
- Montaje de herrajes y aisladores.
- Tendido de conductores aéreos.
- Realización de conexiones en líneas aéreas.
- Montaje de equipos de maniobra y protección.
- Maniobras de descargo necesarias para operaciones en red.
- Desmontaje y corte de trazado aéreo existente.
- Operaciones específicas para realizar trabajos en proximidad de tensión con procedimientos definidos.

4.2. TENDIDO LSMT

- Desplazamiento de personal.
- Transporte de materiales y herramientas.
- Apertura y acondicionamiento de zanjas para el tendido de cables.
- Tendido de cables subterráneos por canalizaciones nuevas.
- Realización de conexiones de conductores subterráneos con aparataje eléctrica.
- Reposición de tierras, cierre de zanjas, compactación del terreno y reposición del pavimento.
- Maniobras de descargo necesarias para operaciones en red, sean manuales o tele mandadas (controladas de manera remota).
- Operaciones específicas para realizar trabajos en tensión o proximidad de tensión con procedimientos definidos.
- Desmontaje de instalaciones.
- Conexiones de nuevas líneas.

4.3. REFORMA DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN TIPO INTERIOR

- Desplazamiento de personal.
- Transporte de materiales y herramientas.
- Obra civil para demolición de tabique interior del edificio.
- Desmontaje de celdas de media tensión.
- Montaje de nuevas celdas de media tensión.
- Tendidos conductores media tensión en interior de CT.
- Maniobras necesarias para retirar y restaurar la tensión de un sector de la red.
- Operaciones específicas para realizar trabajos en proximidad de tensión con procedimientos definidos.
- Operaciones específicas para realizar trabajos en tensión con procedimientos definidos.

5. IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS

Con carácter no exhaustivo se indican los riesgos por actividades básicas definidas:

5.1. RIESGOS LABORALES

	LAMT	LSMT	CT
Caídas de personal al mismo nivel	X	X	X
- Por deficiencias del suelo	X	X	X
- Por pisar o tropezar con objetos	X	X	X
- Por malas condiciones atmosféricas	X	X	X
- Por existencia de vertidos o líquidos	X	X	X
Caídas de personal a diferente nivel	X	X	X
- Por desniveles, zanjas o talud	X	X	X
- Por agujeros	X	X	X
- Desde escaleras, portátiles o fijas	X	X	X
- Desde apoyos	X	X	X
- Desde árboles	X	X	X
Caídas de objetos	X	X	X
- Por manipulación manual	X	X	X
- Por manipulación con aparatos elevadores	X	X	X
Desprendimientos, hundimientos o ruinas	X	X	X
- Apoyos	X	X	X
- Elementos de montaje fijos	X	X	X
- Hundimiento de zanjas, pozos o galerías	X	X	X
Choques y golpes	X	X	X
- Contra objetos fijos y móviles	X	X	X
- Hundimiento de zanjas, pozos o galerías	X	X	X
Atrapamientos	X	X	X
- Con herramientas	X	X	X
- Por maquinaria o mecanismos en movimiento	X	X	X

- Por objetos	X	X	X
Cortes	X	X	X
- Con herramientas	X	X	X
- Con máquinas	X	X	X
- Con objetos	X	X	X
Proyecciones	X	X	X
- Por partículas sólidas	X	X	X
- Por líquidos	X	X	X
Contactos térmicos		X	X
- Con fluidos		X	X
- Con focos de calor		X	X
Contactos químicos		X	X
- Con sustancias corrosivas		X	X
- Con sustancias irritantes		X	X
- Con sustancias químicas		X	X
Contactos eléctricos	X	X	X
- Directos	X	X	X
- Indirectos	X	X	X
- Descargas eléctricas	X	X	X
Arco eléctrico	X	X	X
- Por contacto directo	X	X	X
- Por proyección	X	X	X
- Por explosión en corriente continua	X	X	X
Manipulación de cargas o herramientas	X	X	X
- Para desplazarse, levantar o sostener cargas	X	X	X
- Por utilizar herramientas	X	X	X
- Por movimientos repentinos	X	X	X
Riesgos derivados del tráfico	X	X	X
- Choque entre vehículos y contra objetos fijos	X	X	X
- Atropellos	X	X	X
- Fallos mecánicos y vuelco de vehículos	X	X	X
Explosiones		X	X
- Por atmósferas explosivas		X	X
Agresión de animales	X	X	X
- Insectos	X	X	X
- Reptiles	X	X	X
- Perros y gatos	X	X	X
- Otros	X	X	X
Ruidos	X	X	X
- Por exposición	X	X	X
Vibraciones	X	X	X
- Por exposición	X	X	X
Iluminación	X	X	X
- Por iluminación ambiental insuficiente	X	X	X
- Por deslumbramientos y reflejos	X	X	X

5.2. RIESGOS Y DAÑOS A TERCEROS

	LAMT	LSMT	CT
Por existencia de curiosos	X	X	X
Por la proximidad de circulación vial	X	X	X
Por la proximidad de zonas habitadas	X	X	X
Por presencia de instalaciones eléctricas con tensión	X	X	X
Por manipulación de cables con corriente	X	X	X
Por la existencia de tuberías de gas o de agua	X	X	X

6. MEDIDAS PREVENTIVAS

6.1. PREVENCIÓN RIESGOS LABORALES. NIVEL COLECTIVO

- Se mantendrá el orden y la higiene en la zona de trabajo.
- Se acondicionarán pasos para peatones.
- Se procederá al cierre, balizamiento y señalización de la zona de trabajo.
- Se dispondrá del número de botiquines adecuado al número de personas que intervengan en la obra.
- Las zanjas y excavaciones quedarán suficientemente manchadas y señalizadas.
- Se colocarán tapas provisionales en agujeros y arquetas hasta que no se dispongan de las definitivas.
- Se revisará el estado de conservación de las escaleras portátiles y fijas diariamente, antes de iniciar el trabajo y nunca serán de fabricación provisional.
- Las escaleras portátiles no estarán pintadas y se trabajará sobre las mismas de la siguiente manera:
 - ➔ Solo podrá subir un operario.
 - ➔ Mientras que el operario está arriba, otro aguantará la escalera por la base.
 - ➔ La base de la escalera no sobresaldrá más de un metro del plano al que se quiere acceder.
 - ➔ Las escalas de más de 12 m se atarán por sus dos extremos.
 - ➔ Las herramientas se subirán mediante una cuerda y en el interior de una bolsa.
 - ➔ Si se trabaja por encima de 2 m utilizará cinturón de seguridad, anclado a un punto fijo de la escala.
- Los andamios serán de estructura sólida y tendrán barandillas, barra a media altura y zócalo.
- Se evitará trabajar a diferentes niveles en el mismo vertical y permanecer debajo de cargas suspendidas.
- La maquinaria utilizada (excavación, elevación de material, tendido de cables, etc.) sólo será manipulada por personal especializado.
- Antes de iniciar el trabajo se comprobará el estado de los elementos situados por encima de la zona de trabajo.
- Las máquinas de excavación dispondrán de elementos de protección contra vuelcos.

- Se procederá al entibado de paredes de las zanjas siempre que el terreno sea blando o se trabaje a más de 1,5 m de profundidad.
- Se comprobará el estado del terreno antes de iniciar la jornada y después de lluvia intensa.
- Se evitará el almacenamiento de tierras junto a las zanjas o agujeros de fundamentos.
- En todas las máquinas los elementos móviles estarán debidamente protegidos.
- Todos los productos químicos por utilizar (disolventes, grasas, gases o líquidos aislantes, aceites refrigerantes, pinturas, siliconas, etc.) se manipularán siguiendo las instrucciones de los fabricantes.
- Los armarios de alimentación eléctrica dispondrán de interruptores diferenciales y tomas de tierra.
- Se utilizarán transformadores de seguridad para trabajos con electricidad en zonas húmedas o muy conductoras de la electricidad.
- Todo el personal deberá haber recibido una formación general de seguridad y además, el personal que deba realizar trabajos en altura, formación específica en riesgos de altura.
- Para trabajos en proximidad de tensión el personal que intervenga deberá haber recibido formación específica de riesgo eléctrico.
- Los vehículos utilizados para transporte de personal y mercancías estarán en perfecto estado de mantenimiento y al corriente de la ITV.
- Se montará la protección pasiva adecuada a la zona de trabajo para evitar atropellos.
- En las zonas de trabajo que se necesite se montará ventilación forzada para evitar atmósferas nocivas.
- Se colocarán válvulas antirretroceso en los manómetros y en las cañas de los soldadores.
- Las botellas o contenedores de productos explosivos se mantendrán fuera de las zonas de trabajo.
- El movimiento del material explosivo y las voladuras serán efectuados por personal especializado.
- Se observarán las distancias de seguridad con otros servicios, por lo que se requerirá tener un conocimiento previo trazados y sus características.
- Se utilizarán equipos de iluminación que se precisen según el desarrollo y características de la obra (adicional o socorro).
- Se retirará la tensión en las instalaciones en que se tenga que trabajar, abriendo con un corte visible todas las fuentes de tensión, poniéndolas a tierra y en cortocircuito. Para realizar estas operaciones se utilizará el material de seguridad individual y colectivo que se necesite.
- Solo se restablecerá el servicio a la instalación eléctrica cuando se tenga la completa seguridad de que no queda nadie trabajando.
- Para la realización de trabajos en tensión el contratista dispondrá de:
 - ➔ Procedimiento de trabajo específico.
 - ➔ Material de seguridad individual y colectivo que se precise.
 - ➔ Aceptación de la empresa distribuidora eléctrica del procedimiento de trabajo.
 - ➔ Vigilancia constante de la cabeza de trabajo en tensión.
 - ➔ Implementado "Stop Work Policy".

6.2. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES. NIVEL INDIVIDUAL

El personal de obra debe disponer, con carácter general, del material de protección individual que se relaciona y que tiene la obligación de utilizar dependiendo de las actividades que realice:

- Casco de seguridad.
- Ropa de trabajo adecuada para el tipo de trabajo que se realice.
- Impermeable.
- Calzado de seguridad.
- Botas de agua.
- Trepadora y elementos de sujeción personal para evitar caídas entre diferentes niveles.
- Guantes de protección para golpes, cortes, contactos térmicos y contacto con sustancias químicas.
- Guantes de protección eléctrica.
- Guantes de goma, neopreno o similar para hormigonar, albañilería, etc.
- Gafas de protección para evitar deslumbramientos, molestias o lesiones oculares, en caso de:
 - Arco eléctrico.
 - Soldaduras y oxicorte.
 - Proyección de partículas sólidas.
 - Ambiente polvoriento.
- Pantalla facial.
- Orejeras y tapones para protección acústica.
- Protección contra vibraciones en brazos y piernas.
- Máscara con filtro para trabajos con ambiente polvoriento.
- Equipos autónomos de respiración
- Productos repelentes de insectos.
- Pastillas de sal (estrés térmico).

Todo el material deberá ser revisado previamente al inicio de los trabajos y al final de estos, encontrándose en perfecto estado. De no ser así, se sustituirá inmediatamente o se paralizará los trabajos hasta reposición.

6.3. DAÑOS A TERCEROS

- Vallado y protección de la zona de trabajo con balizas luminosas y carteles de prohibido el paso.
- Señalización de calzada y colocación de balizas luminosas en calles de acceso a zona de trabajo, los desvíos provisionales por obras, etc.
- Riesgo periódico de las zonas de trabajo donde se genere polvo.

7. NORMATIVA DE APLICACIÓN

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.
- 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 dorsolumbares, 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 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- 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.

- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la 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 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.
- Decreto de 26 de julio de 1957, por el que se regulan los Trabajos prohibidos a la mujer y a los menores.
- Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación (RD 337/2014, 9 mayo), así como las Instrucciones Técnicas Complementarias sobre dicho reglamento.
- Orden de 31 de agosto de 1987, sobre señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado.
- Orden de 12 de enero de 1998, por la que se aprueba el modelo de Libro de Incidencias en las obras de 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.
- Decreto 399/2004, de 5 de octubre de 2004, por el que se crea el registro de delegados y delegadas de prevención y el registro de comités de seguridad y salud, y se regula el depósito de las comunicaciones de designación de delegados y delegadas de prevención y constitución de los comités de seguridad y salud.
- 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.
- 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.
- 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 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan 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 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes.
- Real Decreto 1439/2010, de 5 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes, aprobado por Real Decreto 783/2001, de 6 de julio.
- 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.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (artículos no derogados)
- Reglamento de Aparatos a Presión, sus correcciones, modificaciones y ampliaciones, y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos, sus correcciones, modificaciones y ampliaciones y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Reglamento sobre transportes de mercancías peligrosas por carretera (TPC), sus correcciones, modificaciones y ampliaciones.
- Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.
- Decreto 166/2005, de 12 de julio, por el que se crea el Registro de Coordinadores/as en materia de seguridad y salud, con formación preventiva especializada en las obras de construcción, de la Comunidad Autónoma de Andalucía.
- 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.
- 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 Manutención de estos.

- 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 manutención, referente a grúas móviles autopropulsadas.
- Convenios colectivos.
- Ordenanzas municipales.
- Instrucción general de operaciones, normas y procedimientos relativos a seguridad y salud laboral de la empresa contratante.

8. ACTUALIDAD Y CONCLUSIONES

Actualmente, se atiende a la norma particular NNS041 – PROCEDIMIENTO PLANIFICACIÓN DE TRABAJOS PROGRAMADOS EN LA RED MT-BT (Acta Previa).

Afecta a los trabajos que se realicen en las instalaciones de MT y BT existentes o de nueva construcción, propiedad de EDE o en aquellas instalaciones en las que EDE opere, tenga asignado el mantenimiento o tenga responsabilidad sobre alguna parte de la instalación.

En los siguientes casos se deberá realizar Acta Previa:

- Trabajos en tensión en MT, que requieran la elaboración de un procedimiento específico y concreto para este trabajo a realizar.
- Trabajos en Proximidad AT/MT, o que pueda invadir la distancia de proximidad, según lo definido en Normas de Operación (trabajos debajo de línea aérea, maquinaria pesada, helicóptero, entro otros).
- Cualquier trabajo que requiera descargo AT/MT con varias Zonas de Trabajo.
- Canalizaciones subterráneas que requieran entibación.

Pudiendo realizar Acta Previa en aquellos otros trabajos que por las características determinadas del mismo se considere necesario de cara a una mejor planificación de estos.

Además, se añaden las siguientes políticas de actuación, incorporadas recientemente en cualquier actividad realizada por la distribuidora, complementarias a las ya conocidas y en ningún caso sustitutivas del plan de prevención de riesgos laborales vigente.

BUDDY PARTNER

Es una nueva figura que supone una medida adicional para reforzar la seguridad en las operaciones, pero que, en ningún caso sustituye ni la responsabilidad individual ni la del Recurso Preventivo. Es un avance más en la cultura del liderazgo en prevención y pretende implantar una filosofía de "vigilancia de la Seguridad de los compañeros", que están expuestos a los mismos riesgos, a través del cuidado mutuo en el transcurso de la actividad diaria.

STOP WORK POLICY

Se trata de una nueva política dentro de la cultura de salud y seguridad, por la cual cualquier miembro de la obra, puede detener cualquier actividad que suponga un riesgo para la salud y seguridad propia o ajena o que pueda causar un daño al medioambiente, entendido como deterioro de la calidad de sus componentes (aire, suelo, agua, flora y fauna) o alteración del patrimonio arqueológico y artístico de un lugar. La STOP WORK POLICY debe aplicarse sin temor a las consecuencias. No se atribuirá ninguna culpa ni responsabilidad a los empleados o contratistas que señalen de buena fe una situación de riesgo o que detengan un trabajo, aunque dicha acción posteriormente se revelase innecesaria.

Málaga, septiembre de 2023



Juan Miguel Fernández García



ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN



Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición

1. OBJETO.....	93
2. REGLAMENTACIÓN	93
3. RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN QUE SE GENERAN EN LA OBRA (según orden MAM/304/2002).....	94
3.1. TIPOS Y ESTIMACIÓN DE RESIDUOS.....	94
3.1.1. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS QUE SE GENERAN EN LA OBRA	96
4. MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS	97
5. MEDIDAS DE SEPARACIÓN EN OBRA	100
6. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN A QUE SE DESTINARÁN LOS RESIDUOS EN LA OBRA.....	101
7. PLANOS DE LAS INSTALACIONES PREVISTAS	102
8. PLIEGO DE CONDICIONES	103
9. PRESUPUESTO.....	105



1. OBJETO

El presente documento constituye el estudio de construcción de residuos de construcción y demolición para el presente proyecto de acuerdo con el *artículo 4.1 del RD 105/2008*.

La gestión de los residuos generados en cada obra se realizará según lo que se establece en la legislación vigente basada en la legislación nacional y complementada con la legislación autonómica.

2. REGLAMENTACIÓN

- Ley 22/2011 de 28 de julio de Residuos y suelos contaminados.
- Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental.
- 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 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986 básica de residuos tóxicos y peligrosos.
- 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.
- Real Decreto 1378/1999, de 27 de agosto, por el que se establecen medidas para la eliminación y gestión de los policlorobifenilos, policloroterfenilos y aparatos que los contengan.
- Real Decreto 228/2006, de 24 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 1378/1999, de 27 de agosto, por el que se establecen medidas para la eliminación y gestión de los policlorobifenilos, policloroterfenilos y aparatos que los contengan.
- Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.
- Orden APM/1007/2017, de 10 de octubre, sobre normas generales de valorización de materiales naturales excavados para su utilización en operaciones de relleno y obras distintas a aquéllas en las que se generaron.

- 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 los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.
- Normas particulares de E-DISTRIBUCIÓN y Grupo ENEL.

3. RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN QUE SE GENERAN EN LA OBRA (según orden MAM/304/2002)

3.1. TIPOS Y ESTIMACIÓN DE RESIDUOS

Se indican los tipos de residuos que se pueden generar, marcando en las casillas correspondientes cada tipo de RCD que se identifique en la obra de los residuos a generar, codificados con arreglo a la Lista Europea de Residuos, publicada por Orden MAM/304/2002 del Ministerio de Medio Ambiente, de 8 de febrero, o sus modificaciones posteriores, en función de las Categorías de Niveles I, II.

RCD de Nivel I.- Residuos generados por el desarrollo de las obras de infraestructura de ámbito local o supramunicipal contenidas en los diferentes planes de actuación urbanística o planes de desarrollo de carácter regional, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en el transcurso de dichas obras. Se trata, por tanto, de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.

RCD de Nivel II.- Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliar y de la implantación de servicios. (Abastecimiento y saneamiento, telecomunicaciones, suministro eléctrico, gasificación y otros).

En ambos casos, son residuos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas.

A.1.: RCD Nivel I

1.TIERRAS Y PÉTREOS DE LA EXCAVACIÓN

17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03
17 05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 05
17 05 08	Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07

A.2.: RCD Nivel II

RCD: Naturaleza no pétreo

1. Asfalto

17 03 02	Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01
----------	---

2. Madera	
17 02 01	Madera
3. Metales	
17 04 01	Cobre, bronce, latón
17 04 02	Aluminio
17 04 03	Plomo
17 04 04	Zinc
17 04 05	Hierro y Acero
17 04 06	Estaño
17 04 06	Metales Mezclados
17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10
4. Papel	
20 01 01	Papel
5. Plástico	
17 02 03	Plástico
6. Vidrio	
17 02 02	Vidrio
7. Yeso	
17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los del código 17 08 01

RCD: Naturaleza pétreo

1. Arena Grava y otros áridos	
01 04 08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07
01 04 09	Residuos de arena y arcilla
2. Hormigón	
17 01 01	Hormigón
3. Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	
17 01 02	Ladrillos
17 01 03	Tejas y materiales cerámicos
17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17 01 06.
4. Piedra	
17 09 04	RDC mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01, 02 y 03

RCD: Potencialmente peligrosos y otros

1. Basuras	
20 02 01	Residuos biodegradables
20 03 01	Mezcla de residuos municipales
2. Potencialmente peligrosos y otros	
17 01 06	Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos con sustancias peligrosas (en adelante SP's)
17 02 04	Madera, vidrio o plástico con sustancias peligrosas o contaminadas por ellas
17 03 01	Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla
17 03 03	Alquitrán de hulla y productos alquitranados
17 04 09	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas
17 04 10	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras SP's
17 06 01	Materiales de aislamiento que contienen Amianto
17 06 03	Otros materiales de aislamiento que contienen sustancias peligrosas
17 06 05	Materiales de construcción que contienen Amianto
17 08 01	Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con SP's

17 09 01	Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio
17 09 02	Residuos de construcción y demolición que contienen PCB's
17 09 03	Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's
17 06 04	Materiales de aislamientos distintos de los 17 06 01 y 03
17 05 03	Tierras y piedras que contienen SP's
17 05 05	Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas
17 05 07	Balastro de vías férreas que contienen sustancias peligrosas
15 02 02	Absorbentes contaminados (trapos,...)
13 02 05	Aceites usados (minerales no clorados de motor,...)
16 01 07	Filtros de aceite
20 01 21	Tubos fluorescentes
16 06 04	Pilas alcalinas y salinas
16 06 03	Pilas botón
15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminado
08 01 11	Sobrantes de pintura o barnices
14 06 03	Sobrantes de disolventes no halogenados
07 07 01	Sobrantes de desencofrantes
15 01 11	Aerosoles vacíos
16 06 01	Baterías de plomo
13 07 03	Hidrocarburos con agua
17 09 04	RDC mezclados distintos códigos 17 09 01, 02 y 03

3.1.1. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS QUE SE GENERAN EN LA OBRA

Los residuos que se generarán pueden clasificarse según el tipo de obra en:

1. Residuos procedentes de los trabajos previos (replanteos, excavaciones, movimientos...).
2. Residuos de actividades de nueva construcción.
3. Residuos procedentes de demoliciones.

NOTA: para una Obra Nueva, en ausencia de datos más contrastados, la experiencia demuestra que se pueden usar datos estimativos estadísticos de 20 cm de altura de mezcla de residuos por m² construido, con una densidad tipo del orden de 1,5 a 0,5 Tm/m³.

En apoyos suponemos que el 90% de las tierras no se reutilizan y que de éste 90% un 10% es de residuos Nivel II.

La estimación completa de residuos en la obra es la siguiente:

Obra civil			
Cód. LER		Cantidad Unidad	
1	Movimientos de tierra		189,56 m3
17 05 04	Tierras sobrantes	189,565 m3	
	Residuos generados (densidad= 1500 kg/m3)	284,347 Tm	
2	Cimentaciones		
17 01 01	Volumen total hormigón en masa	74,506 m3	78,23 m3
	coeficiente de pérdida	1,050	
	Residuos generados	78,231 m3	
	Residuos generados (densidad= 2300 kg/m3)	179,931 Tm	
Montaje de las instalaciones			
Cód. LER			
1	17 04 11 Cables		0,05 m3
	Aluminio-acero	0,048 Tm	
	cobre	0,000 Tm	
	acero y fibra óptica	0,000 Tm	
	coeficiente de pérdidas	1,100	
	Residuos generados	0,053 Tm	
2	17 04 05 Hierro y acero		0,47 m3
	Herrajes	0,392 Tm	
	Estructuras de los apoyos	0,000 Tm	
	Picas de puesta a tierra	0,031 Tm	
	Antivibradores	0,000 Tm	
	Coeficiente de pérdidas	1,100	
	Residuos generados	0,466 Tm	
3	17 02 02 Vidrios		
	Aisladores	0,000 Tm	0,00 m3
	Coeficiente de pérdidas	1,100	
	Residuos generados	0,000 Tm	
4	17 02 03 Plásticos		0,00 Tm
	Salvapájaros (PVC)	0,000 Tm	
	coeficiente pérdidas	1,050	
	Láminas envolventes de accesorios y otros	0,000 Tm	
	Total residuos generados	0,000 Tm	
5	20 01 01 Papel y cartón		0,02 m3
	Cajas para transporte de aisladores y otros acce	0,020 Tm	
Residuos peligrosos			
	Residuos generados	0,000 Tm	0,00 Tm

4. MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS

La primera prioridad respecto a la gestión de residuos es minimizar la cantidad que se genere. Para conseguir esta reducción, se han seleccionado una serie de medidas de prevención que deberán aplicarse durante la fase de ejecución de la obra:

- Todos los agentes intervinientes en la obra deberán conocer sus obligaciones en relación con los residuos y cumplir las órdenes y normas dictadas por la Dirección Técnica.
- Se deberá optimizar la cantidad de materiales necesarios para la ejecución de la obra. Un exceso de materiales es origen de más residuos sobrantes de ejecución.
- Se preverá el acopio de materiales fuera de zonas de tránsito de la obra, de forma que permanezcan bien embalados y protegidos hasta el momento de su utilización, con el fin de evitar la rotura y sus consiguientes residuos.

- d) Utilización de elementos prefabricados.
- e) Las arenas y gravas se acopian sobre una base dura para reducir desperdicios.
- f) Si se realiza la clasificación de los residuos, habrá que disponer de los contenedores más adecuados para cada tipo de material sobrante. La separación selectiva se deberá llevar a cabo en el momento en que se originan los residuos. Si se mezclan, la separación posterior incrementa los costes de gestión.
- g) Los contenedores, sacos, depósitos y demás recipientes de almacenaje y transporte de los diversos residuos deberán estar debidamente etiquetados.
- h) Se impedirá que los residuos líquidos y orgánicos se mezclen fácilmente con otros y los contaminen. Los residuos se deben depositar en los contenedores, sacos o depósitos adecuados.

Se adoptarán todas las medidas genéricas para la prevención y minimización de generación de residuos. Como medida especial, será obligatorio hacer un inventario de los posibles residuos peligrosos que se puedan generar en la obra. En ese caso se procederá a su retirada selectiva y entrega a gestores autorizados de residuos peligrosos.

En la fase de redacción del proyecto se deberá tener en cuenta distintas alternativas constructivas y de diseño que dará lugar a la generación de una menor cantidad de residuos.

Como criterio general se adoptarán las siguientes medidas genéricas para la prevención y minimización de generación de residuos, en distintas fases de la obra:

Prevención en tareas de demolición

En la medida de lo posible, las tareas de demolición se realizarán empleando técnicas de desconstrucción selectiva y de desmontaje con el fin de favorecer la reutilización, reciclado y valorización de los residuos.

Como norma general, la demolición se iniciará con los residuos peligrosos, posteriormente los residuos destinados a reutilización, tras ellos los que se valoricen y finalmente los que se depositarán en vertedero.

Prevención en la adquisición de materiales

La adquisición de materiales se realizará ajustando la cantidad necesaria a las mediciones reales de obra, ajustando al máximo las mismas para evitar la aparición de excedentes de material al final de la obra.

Se requerirá a las empresas suministradoras que reduzcan al máximo la cantidad y volumen de embalajes priorizando aquellos que minimizan los mismos.

Se primará la adquisición de materiales reciclables frente a otros de mismas prestaciones, pero de difícil o imposible reciclado.

Se mantendrá un inventario de productos excedentes para la posible utilización en otras obras.

Se realizará un plan de entrega de los materiales en que se detalle para cada uno de ellos, la cantidad, fecha de llegada a obra, lugar y forma de almacenaje en obra, gestión de excedentes y en su caso gestión de residuos.

Se priorizará la adquisición de productos "a granel" con el fin de limitar la aparición de residuos de envases en obra.

Aquellos envases o soportes de materiales que puedan ser reutilizados como los pallets, serán tratados de forma que se evite su deterioro y serán devueltos al proveedor.

Se incluirá en los contratos de suministro una cláusula de penalización a los proveedores que generen en obra más residuos de los previstos y que se puedan imputar a una mala gestión.

Prevención en la Puesta en Obra

Se optimizará el empleo de materiales en obra evitando la sobredosificación o la ejecución con derroche de material especialmente de aquellos con mayor incidencia en la generación de residuos.

Los materiales prefabricados, por lo general, optimizan especialmente el empleo de materiales y la generación de residuos por lo que se favorecerá su empleo.

En la puesta en obra de materiales se intentará realizar los diversos elementos conforme al tamaño del módulo de las piezas que lo componen para evitar desperdicio de material.

Se vaciarán por completo los recipientes que contengan los productos antes de su limpieza o eliminación, especialmente si se trata de residuos peligrosos.

En la medida de lo posible se favorecerá la elaboración de productos en taller frente a los realizados en la propia obra que habitualmente generan mayor cantidad de residuos.

Se primará el empleo de elementos desmontables o reutilizables frente a otros de similares prestaciones no reutilizables.

Se agotará la vida útil de los medios auxiliares propiciando su reutilización en el mayor número de obras, para lo que se extremarán las medidas de mantenimiento.

Todo personal involucrado en la obra dispondrá de los conocimientos mínimos de prevención de residuos y correcta gestión de estos.

En concreto se pondrá especial interés en:

La excavación se ajustará a las dimensiones específicas del proyecto, atendiendo a las cotas de los planos de cimentación.

El hormigón suministrado será preferentemente de central. En caso de sobrantes se intentarán utilizar en otras ubicaciones como hormigones de limpieza, base de solados, relleno y nivelación de la parcela, etc.

Para la cimentación y estructura, se pedirán los perfiles y barras de armadura con el tamaño definitivo.

Los encofrados se reutilizarán al máximo, cuidando su desencofrado y mantenimiento, alargando su vida útil.

Las piezas que contengan mezclas bituminosas se pedirá su suministro con las dimensiones justas, evitando así sobrantes innecesarios.

Todos los elementos de la carpintería de madera se replantearán junto con el oficial de carpintería, optimizando su solución.

En cuanto a los elementos metálicos y sus aleaciones, se solicitará su suministro en las cantidades mínimas y estrictamente necesarias para la ejecución, evitándose cualquier trabajo dentro de la obra a excepción del montaje de los kits prefabricados.

Se calculará correctamente la cantidad de materiales necesarios para cada unidad de obra proyectada.

El material se pedirá para su utilización más o menos inmediata, evitando almacenamiento innecesario.

Prevención en el Almacenamiento en Obra

En caso de ser necesario el almacenamiento, éste se protegerá de la lluvia y humedad.

Se realizará un almacenamiento correcto de todos los acopios evitando que se produzcan derrames, mezclas entre materiales, exposición a inclemencias meteorológicas, roturas de envases o materiales, etc.

Se extremarán los cuidados para evitar alcanzar la caducidad de los productos sin agotar su consumo.

Los responsables del acopio de materiales en obra conocerán las condiciones de almacenamiento, caducidad y conservación especificadas por el fabricante o suministrador para todos los materiales que se recepcionen en obra.

En los procesos de carga y descarga de materiales en la zona de acopio o almacén y en su carga para puesta en obra se pueden producir percances con el material que convierten en residuos productos en perfecto estado. Es por ello por lo que se extremarán las precauciones en estos procesos de manipulado.

Se realizará un plan de inspecciones periódicas de materiales, productos y residuos acopiados o almacenados para garantizar que se mantiene en las debidas condiciones.

Se pactará la disminución y devolución de embalajes y envases a suministradores y proveedores. Se potenciará la utilización de materiales con embalajes reciclados y elementos retornables. Así mismo se convendrá la devolución de los materiales sobrantes que sea posible.

5. MEDIDAS DE SEPARACIÓN EN OBRA

En base al artículo 5.5 del RD 105/2008, los RCD deberán separarse, para facilitar su valoración posterior, en las siguientes fracciones cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

Hormigón	80,00 T
Ladrillos, tejas, cerámicos	40,00 T

Metales	2,00 T
Madera	1,00 T
Vidrio	1,00 T
Plásticos	0,50 T
Papel y cartón	0,50 T

Con objeto de conseguir una mejor gestión de los residuos generados en la obra de manera que se facilite su reutilización, reciclaje o valorización y para asegurar las condiciones de higiene y seguridad requeridas en el artículo 5.4 del Real Decreto 105/2008, se tomarán las siguientes medidas:

Las zonas de obra destinadas al almacenaje de residuos quedarán convenientemente señalizadas y para cada fracción se dispondrá un cartel señalizador que indique el tipo de residuo que recoge.

Todos los envases que lleven residuos deben estar claramente identificados, indicando en todo momento el nombre del residuo, código LER, nombre y dirección del poseedor y el pictograma de peligro en su caso.

Las zonas de almacenaje para los residuos peligrosos habrán de estar suficientemente separadas de las de los residuos no peligrosos, evitando de esta manera la contaminación de estos últimos.

Los residuos se depositarán en las zonas acondicionadas para ellos conforme se vayan generando.

Los residuos se almacenarán en contenedores adecuados tanto en número como en volumen evitando en todo caso la sobrecarga de los contenedores por encima de sus capacidades límite.

Los contenedores situados próximos a lugares de acceso público se protegerán fuera de los horarios de obra con lonas o similares para evitar vertidos descontrolados por parte de terceros que puedan provocar su mezcla o contaminación.

Para aquellas obras en la que por falta de espacio no resulte técnicamente viable efectuar la separación de los residuos, ésta se podrá encomendar a un gestor de residuos en una instalación de RCD externa a la obra.

6. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMACIÓN A QUE SE DESTINARÁN LOS RESIDUOS EN LA OBRA

Reutilización en la misma obra

Es la recuperación de elementos constructivos completos con las mínimas transformaciones posibles.

Si se reutiliza algún otro residuo, habrá que explicar si se le aplica algún tratamiento.

Se potenciará la reutilización de los encofrados y otros medios auxiliares todo lo que sea posible, así como la devolución de embalajes, envases, etc.

Valorización en la misma obra

Son operaciones de deconstrucción y de separación y recogida selectiva de los residuos en el mismo lugar donde se producen.

Estas operaciones consiguen mejorar las posibilidades de valorización de los residuos, ya que facilitan el reciclaje o reutilización posterior. Son imprescindibles cuando se deben separar residuos potencialmente peligrosos para su tratamiento.

Si se valorizara algún residuo, habrá que explicar el proceso y la maquinaria a emplear.

Eliminación de residuos no reutilizables ni valorizables "in situ"

El tratamiento o vertido de los residuos producidos en obra se realizará a través de una empresa de gestión y tratamiento de residuos autorizada para la gestión de estos.

7. PLANOS DE LAS INSTALACIONES PREVISTAS

Se aportan los planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo y, en su caso, otras operaciones de gestión de los RCD en la obra, planos que posteriormente podrán ser objeto de adaptación a las características particulares de la obra y sus sistemas de ejecución, siempre con el acuerdo de la dirección de la obra.

Para una correcta gestión de los RCD generados en la obra, se prevén las siguientes instalaciones para su almacenamiento y manejo:

- Acopios y/o contenedores de los distintos tipos de RCD (pétreos, plásticos...).
- Zonas o contenedor para lavado de canaletas/ cubetas de hormigón.
- Contenedores para residuos urbanos.

A continuación, se incluye, a nivel esquemático, el detalle de las instalaciones previstas:

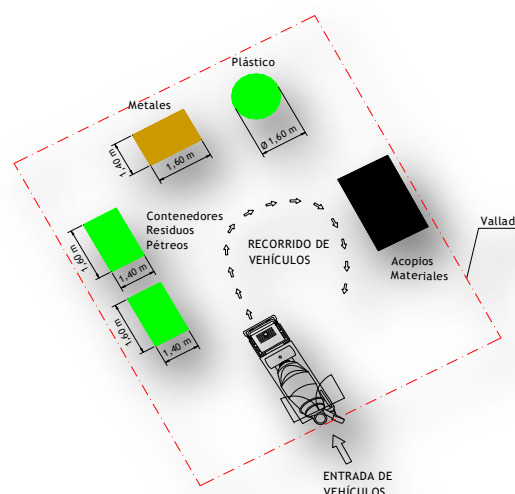


Figura 1. Detalle acopio de material.

8. PLIEGO DE CONDICIONES

Con carácter General:

Se trata de prescripciones generales a considerar i en relación con el almacenamiento, manejo y, en su caso, otras operaciones de gestión de los RCD en obra.

Gestión de RCD

Gestión de residuos según RD 105/2008, realizándose su identificación con arreglo a la Lista Europea de Residuos publicada por Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero o sus modificaciones posteriores.

La segregación, tratamiento y gestión de residuos se realizará mediante el tratamiento correspondiente por parte de empresas homologadas mediante contenedores o sacos industriales que cumplirán las especificaciones.

Certificación de los medios empleados

Es obligación del contratista proporcionar a la Dirección de la obra y a la Propiedad los certificados de los contenedores empleados, así como de los puntos de vertido final, ambos emitidos por entidades autorizadas y homologadas por la Comunidad Autónoma correspondiente.

Limpieza de las obras

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

Con carácter Particular:

Se trata de prescripciones particulares para tener en cuenta durante la ejecución de la obra.

Para los derribos: se realizarán actuaciones previas tales como apeos, apuntalamientos, estructuras auxiliares...para las partes o elementos peligrosos, referidos tanto a la propia obra como a los edificios colindantes.

Como norma general, se procurará actuar retirando los elementos contaminados y/o peligrosos tan pronto como sea posible, así como los elementos a conservar o valiosos (cerámicos, mármoles...). Seguidamente se actuará desmontando aquellas partes accesibles de las instalaciones, carpinterías y demás elementos que lo permitan.

El depósito temporal de los escombros se realizará bien en sacos industriales iguales o inferiores a 1m³, contadores metálicos específicos con la ubicación y condicionado que establezcan las ordenanzas municipales. Dicho depósito de acopios también deberá estar en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.

El depósito temporal para RCD valorizables (maderas, plásticos, metales, chatarra...) que se realice en contenedores o acopios, se deberá señalar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado.

<p>Los contenedores deberán estar pintados en colores que destaquen su visibilidad, especialmente durante la noche, y contar con una banda de material reflectante de al menos 15cm a lo largo de todo su perímetro.</p> <p>En los mismos deberá figurar la siguiente información: Razón social, CIF, teléfono del titular del contenedor / envase y el número de inscripción en el registro de transportistas de residuos. Esta información también deberá quedar reflejada en los sacos industriales y otros medios de contención y almacenaje de residuos.</p>
<p>El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos al mismo. Los contadores permanecerán cerrados, o cubiertos al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a la obra a la que prestan servicio.</p>
<p>En el equipo de obra deberán establecerse los medios humanos, técnicos y procedimientos para la separación de cada tipo de RCD.</p>
<p>Se atenderán los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condiciones de licencia de obras...), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición.</p> <p>En este último caso se deberá asegurar por parte del contratista realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, tanto por las posibilidades reales de ejecutarla como por disponer de plantas de reciclaje o gestores de RCD adecuados.</p> <p>La Dirección de Obra será la responsable de tomar la última decisión y de su justificación ante las autoridades locales o autonómicas pertinentes.</p>
<p>Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCD que el destino final (planta de reciclaje, vertedero, cantera, incineradora...) son centros con la autorización autonómica de la Consejería de Medio Ambiente, así mismo se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados por dicha Consejería e inscritos en el registro pertinente. Se llevará a cabo un control documental en el que quedarán reflejados los avales de retirada y entrega final de cada transporte de residuos</p>
<p>La gestión tanto documental como operativa de los residuos peligrosos que se hallen en una obra de derribo o de nueva planta se registrarán conforme a la legislación nacional y autonómica vigente y a los requisitos de las ordenanzas municipales. Asimismo los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases...) serán gestionados acorde con los preceptos marcados por la legislación y autoridad municipal correspondiente.</p>
<p>Los restos de lavado de canaletas / cubas de hormigón serán tratadas como escombros</p>
<p>Se evitará en todo momento la contaminación con productos tóxicos o peligrosos de los plásticos y restos de madera para su adecuada segregación, así como la contaminación de los acopios o contenedores de escombros con componentes peligrosos</p>
<p>Las tierras superficiales que pueden tener un uso posterior para jardinería o recuperación de los suelos degradados serán retiradas y almacenada durante el menor tiempo posible en caballones de altura no superior a 2 metros. Se evitará la humedad excesiva, la manipulación y a contaminación con otros materiales</p>

9. PRESUPUESTO

Obra civil							
	Cód. LER		Cantidad	Unidad	Precio	Importe	
1		Movimientos de tierra	189,56	m3	2,25 €	426,52 €	
	17 05 04	Tierras sobrantes	189,565	m3			
		Residuos generados (densidad= 1500 kg/m3)	284,347	Tm			
2		Cimentaciones					
	17 01 01	Volumen total hormigón en masa	74,506	m3	78,23 m3	9,00 €	704,08 €
		coeficiente de pérdida	1,050				
		Residuos generados	78,231	m3			
		Residuos generados (densidad= 2300 kg/m3)	179,931	Tm			
Montaje de las instalaciones							
	Cód. LER		Cantidad	Unidad	Precio	Importe	
1	17 04 11	Cables	0,05	m3	12,60 €	0,66 €	
		Aluminio-acero	0,048	Tm			
		cobre	0,000	Tm			
		acero y fibra óptica	0,000	Tm			
		coeficiente de pérdidas	1,100				
		Residuos generados	0,053	Tm			
2	17 04 05	Hierro y acero	0,47	m3	64,56 €	30,08 €	
		Herrajes	0,392	Tm			
		Estructuras de los apoyos	0,000	Tm			
		Picas de puesta a tierra	0,031	Tm			
		Antivibradores	0,000	Tm			
		Coeficiente de pérdidas	1,100				
		Residuos generados	0,466	Tm			
3	17 02 02	Vidrios					
		Aisladores	0,000	Tm	0,00 m3	51,55 €	0,00 €
		Coeficiente de pérdidas	1,100				
		Residuos generados	0,000	Tm			
4	17 02 03	Plásticos	0,00	Tm	51,55 €	0,00 €	
		Salvapájaros (PVC)	0,000	Tm			
		coeficiente pérdidas	1,050				
		Láminas envolventes de accesorios y otros	0,000	Tm			
		Total residuos generados	0,000	Tm			
5	20 01 01	Papel y cartón	0,02	m3	12,60 €	0,25 €	
		Cajas para transporte de aisladores y otros acce	0,020	Tm			
Residuos peligrosos							
		Residuos generados	0,000	Tm	0,00 Tm	51,55 €	0,00 €
Total Residuos generados						1.161,60 €	
** Residuos peligrosos producidos en la construcción de un proyecto de similares características							

Málaga, septiembre de 2023



Juan Miguel Fernández García





PRESUPUESTO





Presupuesto

1. PRESUPUESTO	111
1.1. PRESUPUESTO LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN	111
1.2. PRESUPUESTO LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN.....	113
1.3. PRESUPUESTO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	114
2. PRESUPUESTO GENERAL DE EJECUCIÓN.....	115
3. PRESUPUESTO INGENIERÍA Y PERMISOS.....	115
4. PRESUPUESTO GENERAL TOTAL	116



1. PRESUPUESTO

El objeto del presente proyecto consiste en realizar un nuevo cierre entre las líneas de media tensión "CAÑUELO" y "SANTILLAN" de 20 kV mediante nuevo tramo de línea aérea de media tensión en nuevos apoyos y nuevo tramo de línea subterránea de media tensión hasta el CT 3874 que se encuentra actualmente en punta. Para ello se realizarán las siguientes actuaciones:

- Instalación de nuevo apoyo en LAMT existente entre los apoyos A852007 y A852005.
- Nuevo tramo LAMT con conductor LA-56 y nueva conversión aéreo-subterránea en fin de línea.
- Nuevo tramo de canalización de 2 tubos PE de 200 mm de diámetro con tendido 3x1x240 mm² AI-RH5Z1 18/30 kV con aislamiento XLPE.
- Reforma de CT 3874 para instalación de nueva celda de línea de media tensión sustituyendo las existentes.

1.1 PRESUPUESTO LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN

LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN					
OBRA CIVIL					
Cod.	Descripción	Unid.	Cantid.	Precio Unitario (€)	Precio total (€)
W01	MONTAJE ARMADO SEMICRUCETA	kg	450	0,40	180,00
W02	MONTAJE APOYO CELOSIA HASTA 4.500 DAN	kg	2924	0,90	2631,60
W03	MONTAJE CONVERSIÓN AÉREO-SUB MT 1C CON TUBO	ud	1	872,02	872,02
W04	EJEC. BASE APOYO METALICO <=4.500 DAN	ud	3	877,44	2632,32
W05	INSTALACION PICA	ud	12	67,97	815,64
W06	INSTALAR ANTIESCALO DE OBRA CIVIL MT/BT	m2	20	26,94	538,80
Total parcial obra civil de línea área de media tensión					7.670,38 €

INSTALACIÓN ELÉCTRICA					
Cod.	Descripción	Unid.	Cantid.	Precio Unitario (€)	Precio total (€)
EL01	COLOCAC. AISLADOR RIGIDO/CADENA EN APOYO	ud	1	7,10	7,10
EL02	DESMONTAJE CIRCUITO <=56 REINST INMEDIAT	m	140	0,32	44,80
EL03	TENDIDO CIRCUITO HASTA 56 INCLUSIVE	m	227,29	2,43	552,31
EL04	CONJUNTO POLIM AMARRE <180	ud	33	39,20	1293,60
EL05	INSTALACIÓN PLACA DE RIESGO ELÉCTRICO Y/O SEÑALIZACIÓN	ud	4	17,30	69,20
EL06	COLOCACION PLACA INDICATIVA	ud	3	2,90	8,70
EL07	PAT APOYO MT/BT ZONA NORMAL	ud	2	62,79	125,58
EL08	PAT APOYO CON ANILLO DIFUSOR	ud	1	231,40	231,40
Total parcial instalación eléctrica de línea aérea de media tensión					2.332,69 €

MATERIAL					
Cod.	Descripción	Unid.	Cantid.	Precio Unitario (€)	Precio total (€)
M01	AISLADOR POLIMERIC CS70EB 170/1250-1150	ud	18	179,50	3231,00
M02	APOYO METÁLICO C4500 14 ZONA A ó B	ud	1	1270,61	1270,61
M03	APOYO METÁLICO C4500 16 ZONA A ó B	ud	1	1630,59	1630,59
M04	APOYO METÁLICO C2000 16 ZONA A ó B	ud	1	978,12	978,12
M05	RÓTULO IDENT AP MT FECSA ENDESA	ud	3	3,45	10,35
M06	PLACA RIESGO ELÉCTRICO AE-10	ud	3	1,51	4,53
M07	SEÑAL RIES ELEC CE-14 CASTELLANO	ud	1	11,00	11,00
M08	PICA LISTA (PL-20) PUESTA TIERRA -2M Y 15mmD	ud	12	7,30	87,60
M09	SEMICRUCETA 1,5m ZONA AóB APOYO <= 4500 DAN	ud	9	32,33	290,97
M10	CABLE CU 1X50 DESNUDO	m	4	5,51	22,04
M11	CONDUCTOR 47AL1/8ST1A (COD. ANT: LA-56)	m	681,87	0,59	402,30
M12	EJEC. BASE APOYO METALICO <=4.500 DAN	m3	10,11	54,56	551,60
M13	HERRAJES, CANALETA Y AUTOVALVULAS 1C	ud	1	261,61	261,61
M14	LADRILLO CEMENTO Y ENFOSCADO ANTIESCALO	m2	20	17,96	359,20
Total parcial material de línea aérea de media tensión					9.111,52 €

VARIOS					
Cod.	Descripción	Unid.	Cantid.	Precio Unitario (€)	Precio total (€)
V01	COLOC CARTELERÍA (AVISOS) TRABAJO PROGR	ud	10	29,80	298,00
V02	ACTA PREVIA PLANIFICACIÓN TRJ RED MT-BT	ud	2	100,00	200,00
V03	VERIF PREVENTIVA SITIO "PRE JOB CHECK"	ud	3	12,60	37,80
V04	APERTURA O CIERRE PUENTES 1 C SOBRE APS	ud	2	39,70	79,40
V05	MANIOBRA Y CREACION Z.P. MT, 1 PAREJA	ud	1	58,70	58,70
Total parcial varios de línea aérea de media tensión					673,90 €

TOTAL PRESUPUESTO DE LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN					19.788,50 €
--	--	--	--	--	--------------------

1.2 PRESUPUESTO LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN

LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN					
OBRA CIVIL					
Cod.	Descripción	Unid.	Cantid.	Precio Unitario (€)	Precio total (€)
W07	CANALIZ. TIPO B	m	360	39,13	14086,80
W08	SUPL. POR RELLENO DE ZANJA (HORMIGÓN O GRAVA CEMENTO)	m3	54	73,70	3979,80
W09	ARQUETA A2 DE FABRICA	ud	6	410,00	2460,00
W10	ARQUETA DE REGISTRO CIEGA A2	ud	2	240,84	481,68
W11	DEMOLICION Y REPOSICION ASFALTO	m2	180	33,82	6087,60
W12	CORTE, FRESADO Y ASFALTADO	m2	3,24	26,74	86,64
W13	SELLADO TUBO LIBRE	ud	16	13,41	214,56
Total parcial obra civil de línea subterránea de media tensión					27.397,08 €

INSTALACIÓN ELÉCTRICA					
Cod.	Descripción	Unid.	Cantid.	Precio Unitario (€)	Precio total (€)
EL09	TEND Y FIJACIÓN CIRC SOBRE APOYO CONV MT	m	42	0,67	28,14
EL10	TENDIDO BAJO TUBO MT 1C	m	375	3,10	1162,50
EL11	INTALACION PICA	ud	3	67,97	203,91
Total parcial instalación eléctrica de línea subterránea de media tensión					1.394,55 €

MATERIAL					
Cod.	Descripción	Unid.	Cantid.	Precio Unitario (€)	Precio total (€)
M15	MARCO A-2 Y TAPA FUNDICIÓN	ud	6	117,81	706,86
M16	CABLE AISL. SECO 18/30 KV 1x240 MM2 AL	m	1251	4,52	5654,52
M17	MATERIAL EXPANSIVO TUBO LIBRE	ud	16	8,94	143,04
M18	PICA LISTA PUESTA TIERRA-2M 15D	ud	3	7,30	21,90
M19	CABLE CU 1X50 DESNUDO	m	3	5,51	16,53
Total parcial material de línea subterránea de media tensión					6.542,85 €

VARIOS					
Cod.	Descripción	Unid.	Cantid.	Precio Unitario (€)	Precio total (€)
V06	MANIOBRA Y CREACION Z.P. MT, 1 PAREJA	ud	2	58,70	117,40
V07	CATA LOCALIZACION SERVICIOS	ud	3	72,84	218,52
V08	PLANO "AS-BUILT" RED SUBT MT/BT 100<L<15M	ud	1	137,62	137,62
V09	SUPL "AS-BUILT" RED SUBT MT/BT MAS 100 M	ud	1	39,32	39,32
V10	ACTA PREVIA PLANIFICACIÓN TRJ RED MT-BT	ud	1	100,00	100,00
V11	VERIF PREVENTIVA SITIO "PRE JOB CHECK"	ud	2	12,60	25,20
Total parcial varios de línea subterránea de media tensión					638,06 €

TOTAL PRESUPUESTO DE LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN					35.972,54 €
--	--	--	--	--	--------------------

1.3 PRESUPUESTO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN					
OBRA CIVIL					
Cod.	Descripción	Unid.	Cantid.	Precio Unitario (€)	Precio total (€)
W14	DEMOLICION TABIQUE OBRA	m2	3,75	6,04	22,65
W15	CANALIZ. TIPO B	m	10	19,13	191,30
W16	DEMOLICION Y REPOSICION ASFALTO	m2	5	33,82	169,10
W17	CALADO MURO CT	ud	1	159,65	159,65
Total parcial obra civil de centro de transformación					542,70 €

INSTALACIÓN ELÉCTRICA					
Cod.	Descripción	Unid.	Cantid.	Precio Unitario (€)	Precio total (€)
EL12	DESM CELDA MODULAR/COMPACTA HASTA 3 POS	ud	1	145,53	145,53
EL13	PUENTE MT CT OBRA CIVIL	ud	1	257,97	257,97
EL14	DESMONT TODO TIPO APARAMENTA EN CT/CTI	ud	2	32,34	64,68
EL15	COLOCACION CELDA COMPACTA MT>3 POS	ud	1	398,44	398,44
EL16	TENDIDO BAJO TUBO MT 1C	m	20	3,10	62,00
EL17	CONEX. PAT EXISTENTE	ud	2	5,15	10,3
Total parcial instalación eléctrica de centro de transformación					938,92 €

MATERIAL					
Cod.	Descripción	Unid.	Cantid.	Precio Unitario (€)	Precio total (€)
M20	CABLE AISL. SECO 12/20 KV 1X95 MM2 AL	m	30	3,48	104,40
M21	CELDA 24 kV 3LE+1T MANDO ELECTRICO 630A	ud	1	5806,25	5806,25
M22	CONECTOR ENCHUF RECTO 250A 12/20KV 95 MM2	ud	3	126,00	378,00
M23	CONECTOR T ATORN 630A CAB 12/20KV 240 MM2	ud	6	66,90	401,40
Total parcial material de centro de transformación					6.690,05 €

VARIOS					
Cod.	Descripción	Unid.	Cantid.	Precio Unitario (€)	Precio total (€)
V12	COM INDIV CORTE PROG(S/LEGS) > 5 AVISOS	ud	4	13,00	52,00
V13	MANIOBRA Y CREACION Z.P. MT, 1 PAREJA	ud	2	58,70	117,40
V14	ROTULACIÓN CELDAS DE MT	ud	4	8,87	35,48
V15	COLOC CARTELERÍA (AVISOS) TRABAJO PROGR	ud	10	29,80	298,00
Total parcial varios de centro de transformación					502,88 €

TOTAL PRESUPUESTO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN					8.674,55 €
--	--	--	--	--	-------------------

2. PRESUPUESTO GENERAL DE EJECUCIÓN

PRESUPUESTO GENERAL DE EJECUCIÓN	
APARTADO	PRECIO TOTAL (€)
1.1. PRESUPUESTO LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN	19.788,50 €
1.2. PRESUPUESTO LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN	35.972,54 €
1.3. PRESUPUESTO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	8.674,55 €
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL DE EJECUCIÓN	64.435,58 €

El presupuesto General de Ejecución asciende a la expresada cantidad de **SESENTA Y CUATRO MIL CUATROCIENTOS TREINTA Y CINCO EUROS CON CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS**.

3. PRESUPUESTO INGENIERÍA Y PERMISOS

INGENIERIA Y PERMISOS					
COSTES INGENIERIA					
Cod.	Descripción	Unid.	Cantid.	Precio Unitario (€)	Precio total (€)
I01	PROYECTO LAMT+LSMT+CT	ud	1	2389,42	2389,42
I02	SUPL. PROYECTO > 300 M Y < 1KM	ud	1	730,28	730,28
I03	COORD. SEGURIDAD Y DIRECCIÓN DE OBRAS	ud	1	2195,62	2195,62
I04	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁF. LAMT HASTA 300 M	ud	1	779,93	779,93
Total parcial costes ingeniería					6.095,25 €

TRÁMITES ORGANISMOS PÚBLICOS					
Cod.	Descripción	Unidad	Cantid.	Precio Unitario (€)	Precio total (€)
T01	TRAMITACIÓN DE PERMISOS OFICIALES CON VISITA	ud	1	310,49	310,49
T02	SOLICITUD DE LICENCIA AYTO.	ud	1	257,97	257,97
T03	SERV. A ORGANISMOS OFICIALES PREV. OBRA	ud	1	89,54	89,54
T04	AUTORIZACIÓN INI. PROYECTO Y PUESTA EN SERV.	ud	1	123,01	123,01
Total parcial trámites organismos públicos					781,01 €

TRÁMITES PARTICULARES					
Cod.	Descripción	Unid.	Cantid.	Precio Unitario (€)	Precio total (€)
P01	PERMISO PARTICULAR EN CASCO URBANO	ud	1	218,29	218,29
P02	PERMISO PARTICULAR FUERA DE CASCO URBANO	ud	1	297,86	297,86
P03	COMPENS. INSTL. APOYO EN DOMINIO PRIV.	ud	3	400,00	1200,00
P04	COMPENS. SOBREVUELO LAMT EN DOMINIO PRIV.	m	225,59	4,00	902,36
P05	AUTORIZACIÓN SERVIDUMBRE DE PASO	ud	1	66,90	66,90
Total parcial trámites particulares					2.685,41 €

TOTAL PRESUPUESTO DE INGENIERÍA Y PERMISOS	9.561,67 €
---	-------------------

4.PRESUPUESTO GENERAL TOTAL

PRESUPUESTO GENERAL TOTAL	
APARTADO	PRECIO TOTAL (€)
2. PRESUPUESTO GENERAL DE EJECUCIÓN	64.435,58 €
3. PRESUPUESTO INGENIERÍA Y PERMISOS	9.561,67 €
GESTIÓN DE RESIDUOS	1.161,60 €
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL BRUTO	75.158,85 €
IMPUESTO DE VALOR AÑADIDO 21%	15.783,36 €
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL NETO	90.942,21 €

El Presupuesto General Total asciende a la expresada cantidad de **NOVENTA MIL NOVECIENTOS CUARENTA Y DOS EUROS CON VEINTIÚN CÉNTIMOS.**

Málaga, septiembre de 2023



Juan Miguel Fernández García



PLANOS



Planos

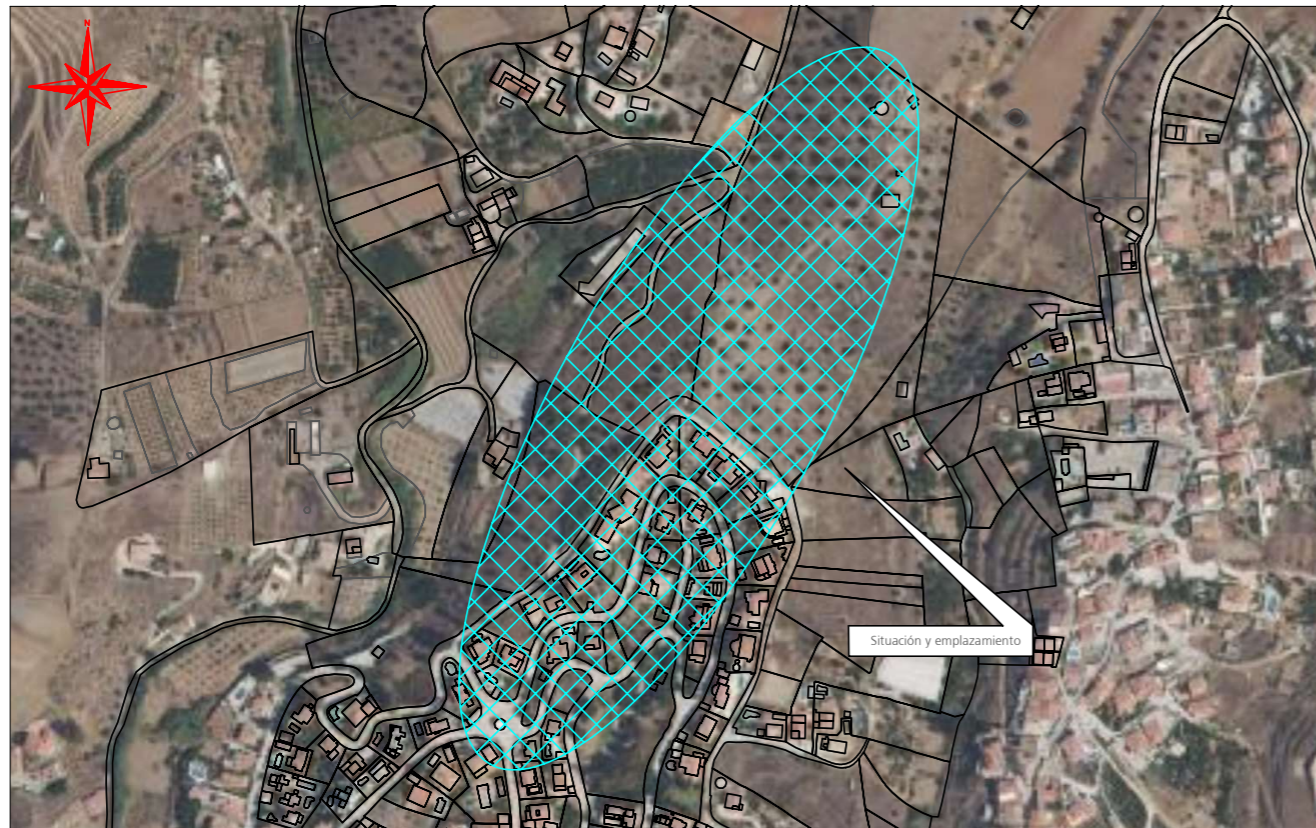
1. Situación y Emplazamiento.
2. Planta general. Estado actual.
3. Planta general. Estado previsto.
4. Planta general de la L.A.M.T. Estado actual.
5. Planta general de la L.A.M.T. Estado previsto.
6. Trazado nuevo de la L.A.M.T. Servidumbre.
7. Detalle perfil longitudinal. Nuevo apoyo en traza existente.
8. Detalle perfil longitudinal. Nuevo trazado.
9. Detalle conversión A/S.
10. Planta general de la L.S.M.T. Estado actual.
11. Planta general de la L.S.M.T. Estado previsto.
12. Detalle canalización. En calzada.
13. Detalle canalización. En acera.
14. Detalle canalización. Arqueta ciega.
15. Detalle Centro de Transformación. Estado actual.
16. Detalle Centro de Transformación. Estado previsto.
17. Detalle Centro de Transformación. Ventilación.
18. Esquema unifilar.
19. Esquema Red de Media Tensión.



Situación general
E: 1/10000



Situación instalación
E: 1/5000



Coordenadas UTM (ETRS-89) de la instalación de referencia			
EMPLAZAMIENTO:	X	Y	Huso
CT 3874	393766	4064429	30

ANILLO DE CIERRE ENTRE LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN "CAÑUELO" EN NUEVO APOYO UTM (ETRS89) H30 S393963 E4064812 Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN "SANTILLAN" EN CT 3874 A REFORMAR, SITUADO EN EL TERMINO MUNICIPAL DE VÉLEZ-MÁLAGA (MÁLAGA).

DESTINATARIO DEL PROYECTO:

EMPLAZAMIENTO: Término municipal Vélez-Málaga (Málaga)

DIRECCIÓN: Urb. La Sirena, Chilches-Benajárfate, 29790



TÍTULO PLANO: Situación y Emplazamiento

TIPOLOGÍA: Ubicación

TUTOR: Antonio Francisco Ruíz González

Juan Miguel Fernández García
Ingeniero Eléctrico

PLANO Nº: 1

ESCALA: Indicada

FECHA: Septiembre 2023



ANILLO DE CIERRE ENTRE LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN "CARUELO" EN NUEVO APOYO UTM (ETRS89) H30 S39363 E4064812 Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN "SANTILLAN" EN CT 3874 A REFORMAR, SITUADO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VELEZ-MÁLAGA (MÁLAGA).

<p>UNIVERSIDAD DE MÁLAGA</p>	<p>EMPLAZAMIENTO: Término municipal Vélez Málaga (Málaga)</p>	<p>Antonio Francisco Ruiz González</p>	<p>PLANO Nº: 2</p> <p>ESCALA: 1/1000</p> <p>FECHA: Septiembre 2023</p>
	<p>DIRECCIÓN: 193 La Serna, Chábres-Benavente, 29700</p>		
	<p>TÍTULO PLANO: Plana general. Estado actual.</p>		
	<p>TIPOLOGÍA: LAMT + LAMT + CT</p>		







ANILLO DE CIERRE ENTRE LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN 'CAÑUELO' EN NUEVO APOYO UTM (ETRS89) H30 S39363 E4064812 Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN 'SANTILLAN' EN CT 3874 A REFORMAR, SITUADO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE VELEZ-MÁLAGA (MÁLAGA).

EMPLAZAMIENTO: Término municipal Vélez Málaga (Málaga)
DIRECCIÓN: UTM La Serna, Chiles-Benquer, 29790



 ESCUELA DE INGENIEROS INDUSTRIALES UNIVERSIDAD DE MÁLAGA	TÍTULO PLANO: Plana general. Estado previo TIPOLOGÍA: LAM + LMT + CT TUTOR: Antonio Francisco Ruiz González	 Juan Miguel Fernández García Ingeniero Electrónico	PLANO N.º: 3 ESCALA: 1/1000 FECHA: Septiembre 2023
---	---	---	--








Leyenda

-  Centro de transformación propiedad de Endesa S.L.U
-  Apoyo metálico de celosía existente
-  Circuito Simple LA-56
-  Línea aérea de media tensión existente "CAÑUELO"



ANILLO DE CIERRE ENTRE LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN "CAÑUELO" EN NUEVO APOYO UTM (ETRS89) H30 S393963 E4064812 Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN "SANTILLAN" EN CT 3874 A REFORMAR, SITUADO EN EL TERMINO MUNICIPAL DE VÉLEZ-MÁLAGA (MÁLAGA).

<p><small>DESTINATARIO DEL PROYECTO:</small></p>  <p>UNIVERSIDAD DE MÁLAGA</p>	<p>EMPLAZAMIENTO: Término municipal Vélez-Málaga (Málaga)</p> <p>DIRECCIÓN: Urb. La Sirena, Chilches-Benjarafe, 29790</p> <hr/> <p>TÍTULO PLANO: Planta general de la L.A.M.T. Estado actual.</p> <hr/> <p>TIPOLOGÍA: LAMT</p> <hr/> <p>TUTOR: Antonio Francisco Ruíz González</p>	 <p>Juan Miguel Fernández García Ingeniero Eléctrico</p>	<p>PLANO N°: 4</p> <hr/> <p>ESCALA: 1/2000</p> <hr/> <p>FECHA: Septiembre 2023</p>
--	---	--	---



- Leyenda
-  Centro de transformación propiedad de Endesa S.L.U
 -  Apoyo metálico de celosía existente
 -  Circuito Simple LA-56
 -  Línea aérea de media tensión existente "CAÑUELO"
 -  Circuito Simple LA-56 Nuevo trazado

ANILLO DE CIERRE ENTRE LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN "CAÑUELO" EN NUEVO APOYO UTM (ETRS89) H30 S393963 E4064812 Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN "SANTILLAN" EN CT 3874 A REFORMAR, SITUADO EN EL TERMINO MUNICIPAL DE VÉLEZ-MÁLAGA (MÁLAGA).

<p>DESTINATARIO DEL PROYECTO:</p>  <p>UNIVERSIDAD DE MÁLAGA</p>	<p>EMPLAZAMIENTO: Término municipal Vélez-Málaga (Málaga)</p> <p>DIRECCIÓN: Urb. La Sirena, Chilches-Benjarafe, 29790</p> <p>TÍTULO PLANO: Planta general de la L.A.M.T. Estado previsto.</p> <p>TIPOLOGÍA: LAMT</p> <p>TUTOR: Antonio Francisco Ruíz González</p>	 <p>Juan Miguel Fernández García Ingeniero Eléctrico</p>	<p>PLANO Nº: 5</p> <p>ESCALA: 1/2000</p> <p>FECHA: Septiembre 2023</p>
--	---	---	---



Leyenda

- Centro de transformación propiedad de Endesa S.L.U
- Apoyo metálico de celosía existente
- Circuito Simple LA-56
- Línea aérea de media tensión existente "CAÑUELO"
- Circuito Simple LA-56 Nuevo trazado

ANILLO DE CIERRE ENTRE LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN "CAÑUELO" EN NUEVO APOYO UTM (ETRS89) H30 S393963 E4064812 Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN "SANTILLAN" EN CT 3874 A REFORMAR, SITUADO EN EL TERMINO MUNICIPAL DE VÉLEZ-MÁLAGA (MÁLAGA).

<p><small>DESTINATARIO DEL PROYECTO:</small></p> <p>ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES</p> <p>UNIVERSIDAD DE MÁLAGA</p>	<p>EMPLAZAMIENTO: Término municipal Vélez-Málaga (Málaga)</p> <p>DIRECCIÓN: Urb. La Sirena, Chilches-Benajarafe, 29790</p> <hr/> <p>TÍTULO PLANO: Trazado nuevo de la L.A.M.T. Servidumbre.</p> <hr/> <p>TIPOLOGÍA: LAMT</p> <hr/> <p>TUTOR: Antonio Francisco Ruíz González</p>	<p><small>Juan Miguel Fernández García Ingeniero Eléctrico</small></p>	<p>PLANO Nº: 6</p> <p>ESCALA: 1/1000</p> <p>FECHA: Septiembre 2023</p>
--	---	--	---

Perfil

LA-56 Zona A Tabla tensión base Tramo 1-2		
T(°C)	T(s/k)	f(m)
-5°C	236	1,99
0°C	222	2,11
5°C	210	2,23
10°C	200	2,35
15°C	190	2,47
20°C	182	2,58
25°C	174	2,69
30°C	167	2,81
35°C	161	2,91
40°C	155	3,02
45°C	150	3,12
50°C	145	3,23

LA-56 Zona A Tabla tensión base Tramo 2-3		
T(°C)	T(s/k)	f(m)
-5°C	270	0,17
0°C	233	0,19
5°C	199	0,22
10°C	169	0,26
15°C	142	0,31
20°C	120	0,37
25°C	104	0,43
30°C	91	0,49
35°C	81	0,55
40°C	74	0,61
45°C	68	0,66
50°C	63	0,71

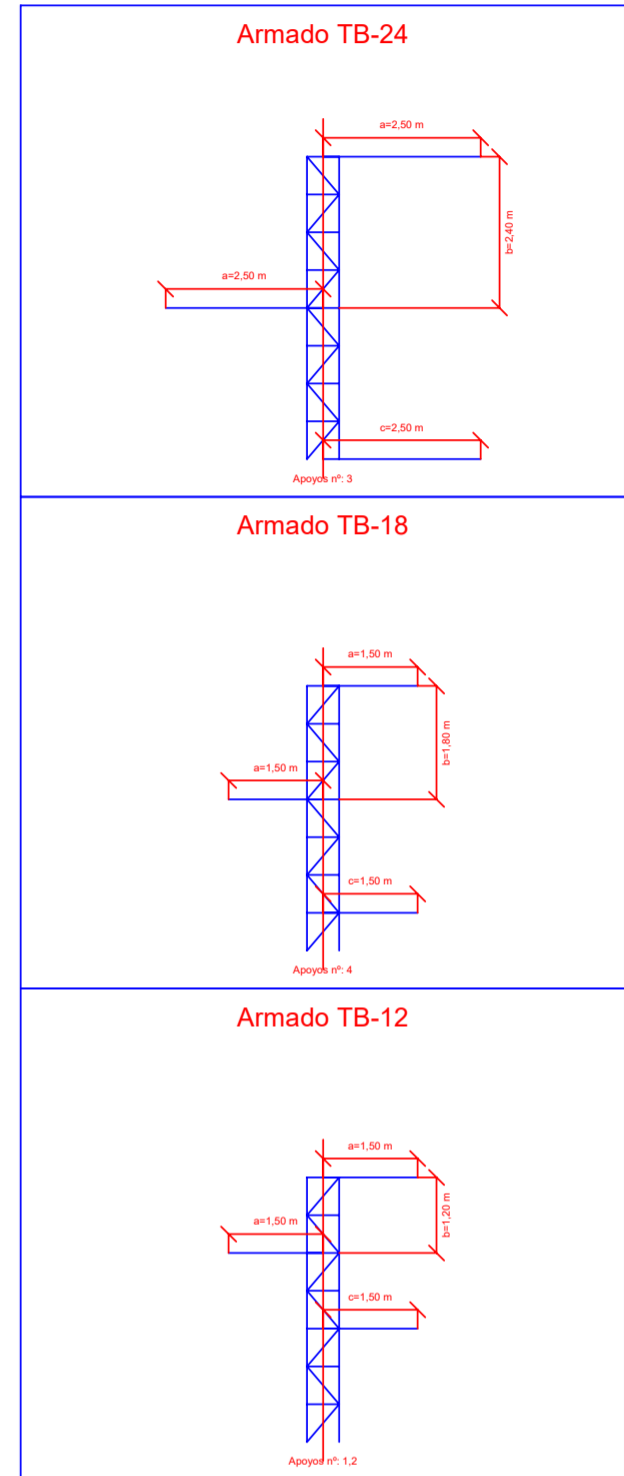
LA-56 Zona A Tabla tensión base Tramo 3-4		
T(°C)	T(s/k)	f(m)
-5°C	188	13,77
0°C	186	13,90
5°C	185	14,02
10°C	183	14,15
15°C	182	14,27
20°C	180	14,39
25°C	179	14,51
30°C	178	14,63
35°C	176	14,75
40°C	175	14,87
45°C	174	14,99
50°C	173	15,11

Plano de Comparación 40,00 m

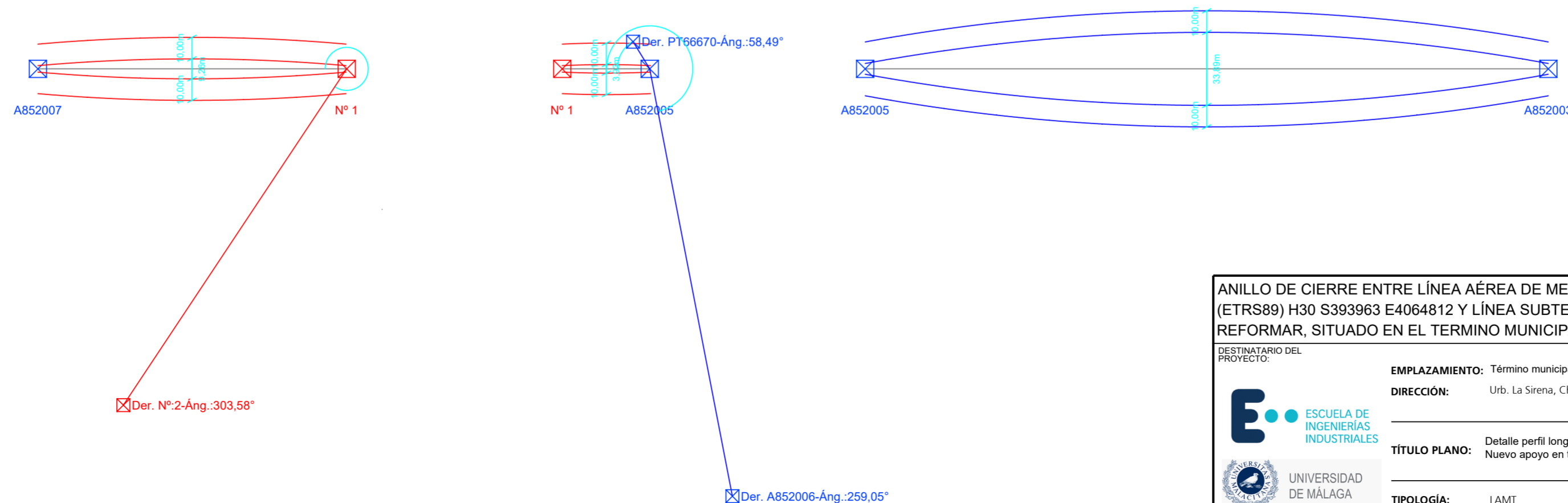
Plano2 de Comparación 55,00 m

Plano2 de Comparación 50,00 m

Datos topográf.	Estaciones y punto kilométrico					
	Distancias	Parciales	0,0	143,3	143,3	40,6
	Al origen	0,0	143,3	183,9	183,9	500,9
	Cotas del terreno	54,00	60,00	72,00	72,00	77,00
	Num. y longitud de las parcelas					
Apoyos	Número	A852007	Nº 1	A852005	A852003	
	Ángulo	--	--	--	--	
	Tipo	C-2000-16	C-4500-16	C-4500-20-0,6	C-2000-22	
	Función	P.Línea	Ali-Anclaje	Ali-Anclaje	F.Línea	
	Montaje	Tresbolillo	Tresbolillo	Tresbolillo	Tresbolillo	
	Separación de fases	2,40	2,40	4,80	3,50	
	Tipo armado	TB-12-ASC-15	TB-12-ASC-15	TB-24-ASC-25	TB-18-ASC-15	
	Altura útil cruceta inferior	11,33 m	11,00 m	13,11 m	16,01 m	
Cimentación	Tipo de cadena-elementos	Amarre	Amarre	Amarre	Amarre	
	Lado	1,10 m	1,15 m	1,30 m	1,34 m	
	Profundidad	2,27 m	2,60 m	2,69 m	2,39 m	
	Excavación	2,75 m3	3,44 m3	4,55 m3	4,29 m3	
	Hormigonado	2,99 m3	3,70 m3	4,88 m3	4,65 m3	
Vanos	Número		Nº 1	Nº 2	Nº 3	
	Longitud		143,31 m	40,60 m	317,01 m	
	Desnivel		5,71 m	23,76 m	1,37 m	
Vano regul.	Número		Nº 1	Nº 2	Nº 3	
	Cons. de catenaria y longitud		K=708 a 70°C - 143 m	K=271 a 70°C - 41 m	K=810 a 70°C - 317 m	
	Apoyo inicial y final		A852007 - Nº 1	Nº 1 - A852005	A852005 - A852003	



Planta



ANILLO DE CIERRE ENTRE LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN "CAÑUELO" EN NUEVO APOYO UTM (ETRS89) H30 S393963 E4064812 Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN "SANTILLAN" EN CT 3874 A REFORMAR, SITUADO EN EL TERMINO MUNICIPAL DE VÉLEZ-MÁLAGA (MÁLAGA).

DESTINATARIO DEL PROYECTO:

EMPLAZAMIENTO: Término municipal Vélez-Málaga (Málaga)

DIRECCIÓN: Urb. La Sirena, Chilches-Benajarfé, 29790

TÍTULO PLANO: Detalle perfil longitudinal. Nuevo apoyo en traza existente.

TIPOLOGÍA: LAMT

TUTOR: Antonio Francisco Ruíz González

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Juan Miguel Fernández García
Ingeniero Eléctrico

PLANO Nº: 7

ESCALA: 1/1000

FECHA: Septiembre 2023

Perfil

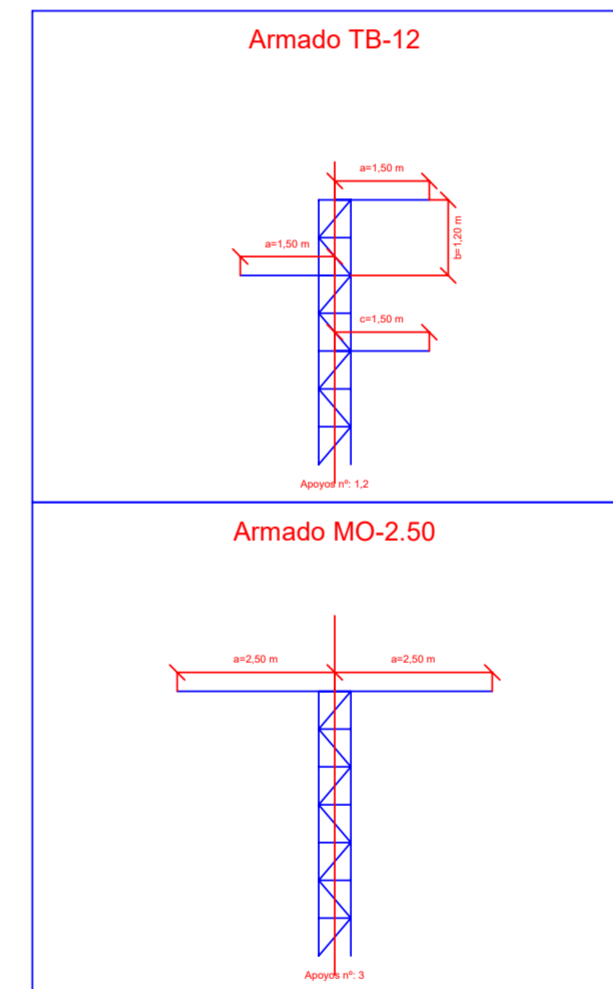
LA-56 Zona A Tabla tendido fase Tramo 1-2		
T(°C)	T(sA)	f(m)
-5°C	203	3,92
0°C	196	4,05
5°C	190	4,18
10°C	185	4,30
15°C	179	4,42
20°C	175	4,55
25°C	170	4,68
30°C	166	4,78
35°C	162	4,90
40°C	159	5,01
45°C	155	5,12
50°C	152	5,23

LA-56 Zona A Tabla tendido fase Tramo 2-3		
T(°C)	T(sA)	f(m)
-5°C	327	0,12
0°C	288	0,14
5°C	251	0,16
10°C	218	0,18
15°C	183	0,21
20°C	154	0,25
25°C	131	0,30
30°C	112	0,35
35°C	97	0,40
40°C	86	0,45
45°C	78	0,50
50°C	71	0,55

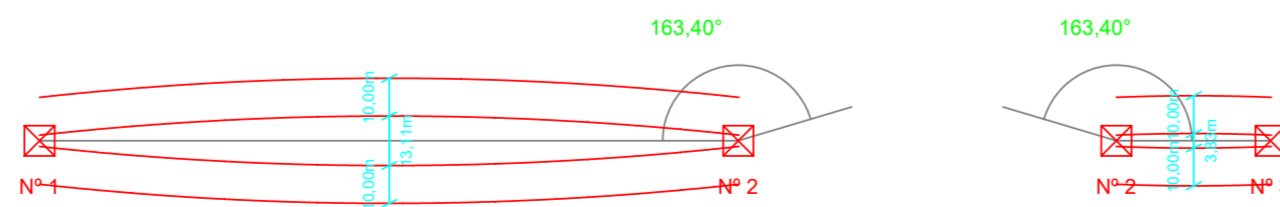
Plano de Comparación 44,21 m

Plano2 de Comparación 59,65 m

Datos topográf.		Estaciones y punto kilométrico		
Distancias	Parciales	0,0	184,8	184,8
	Al origen	0,0	184,8	225,6
Cotas del terreno		59,46	64,65	72,31
Num. y longitud de las parcelas				
Apoyos	Número	Nº 1	Nº 2	Nº 3
	Ángulo	--	163,40°	--
	Tipo	C-4500-16	C-2000-16	C-4500-14
	Función	P.Línea	Áng-Anclaje	F.Línea
	Montaje	Tresbolillo	Tresbolillo	Horizontal
	Separación de fases	2,40	2,40	2,50
	Tipo armado	TB-12-ASC-15	TB-12-ASC-15	MO-
	Altura útil cruceta inferior	10,88 m	11,26 m	11,32 m
	Tipo de cadena-elementos	Amarre	Amarre	Amarre
	Lado	1,15 m	1,10 m	1,05 m
Cimentación	Profundidad	2,72 m	2,34 m	2,68 m
	Excavación	3,60 m ³	2,83 m ³	2,95 m ³
	Hormigonado	3,86 m ³	3,07 m ³	3,18 m ³
Vanos	Número	Nº 1		Nº 2
	Longitud	184,82 m		40,77 m
	Desnivel	9,81 m		1,86 m
Vano regul.	Número	Nº 1		Nº 2
	Cons. de catenaria y longitud	K=759 a 70°C - 185 m		K=292 a 70°C - 41 m
Apoyo inicial y final		Nº 1 - Nº 2		Nº 2 - Nº 3



Planta



ANILLO DE CIERRE ENTRE LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN "CAÑUELO" EN NUEVO APOYO UTM (ETRS89) H30 S393963 E4064812 Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN "SANTILLAN" EN CT 3874 A REFORMAR, SITUADO EN EL TERMINO MUNICIPAL DE VÉLEZ-MÁLAGA (MÁLAGA).

DESTINATARIO DEL PROYECTO:	EMPLAZAMIENTO: Término municipal Vélez-Málaga (Málaga)
DIRECCIÓN:	Urb. La Sirena, Chilches-Benajarafe, 29790
TÍTULO PLANO:	Detalle perfil longitudinal. Nuevo trazado.
TIPOLOGÍA:	LAMT
TUTOR:	Antonio Francisco Ruíz González

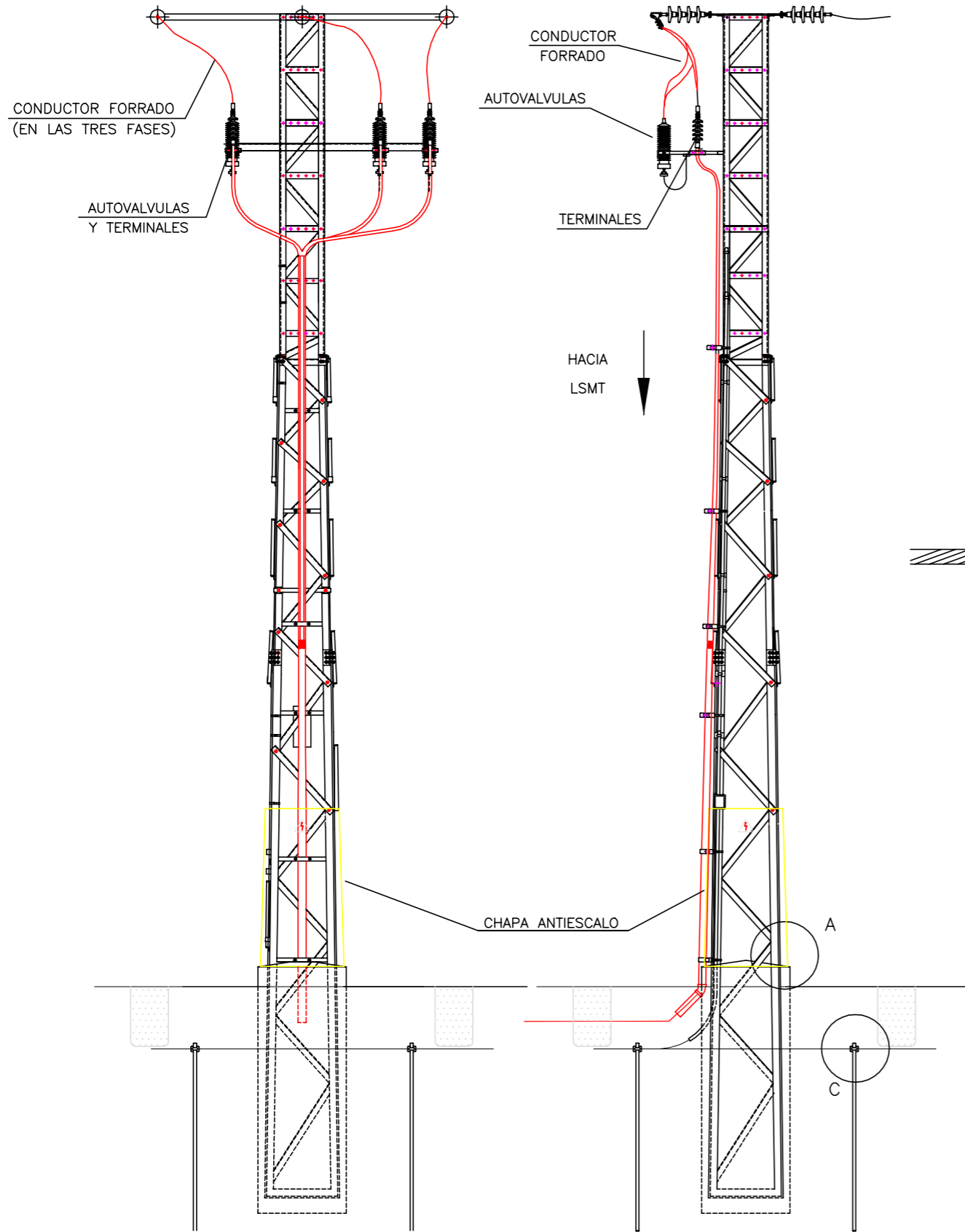
Juan Miguel Fernández García
Ingeniero Eléctrico

PLANO Nº: 8

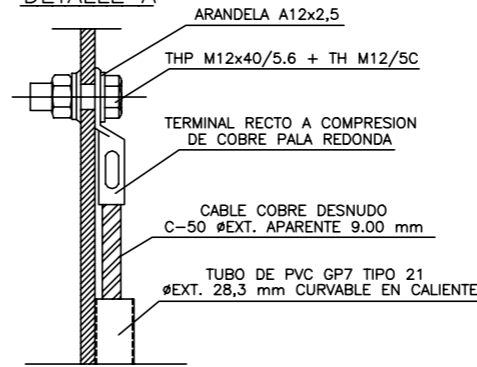
ESCALA: 1/1000

FECHA: Septiembre 2023

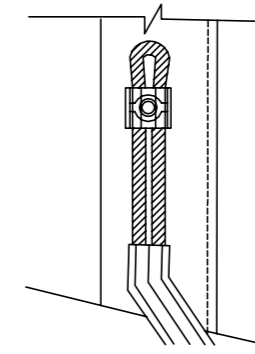
Apoyo horizontal conversión a/s



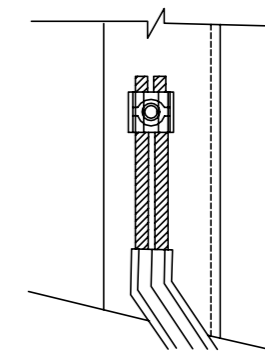
DETALLE A



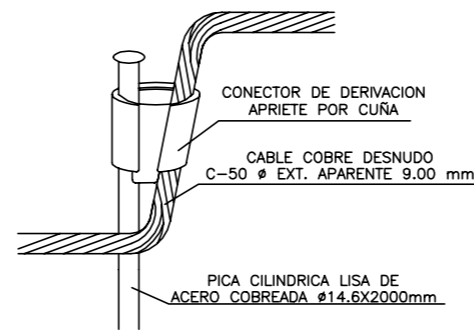
DETALLE B



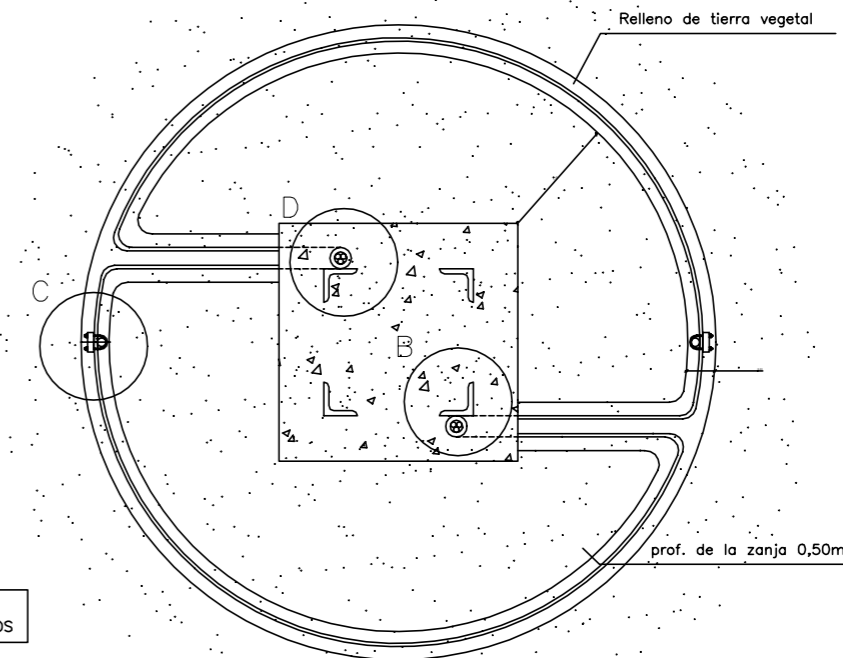
DETALLE D



DETALLE C



LA RESISTENCIA DE DIFUSION DE LA P.A.T. NO SERA SUPERIOR A 16 OHMIOS



ANILLO DE CIERRE ENTRE LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN "CAÑUELO" EN NUEVO APOYO UTM (ETRS89) H30 S393963 E4064812 Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN "SANTILLAN" EN CT 3874 A REFORMAR, SITUADO EN EL TERMINO MUNICIPAL DE VÉLEZ-MÁLAGA (MÁLAGA).

DESTINATARIO DEL PROYECTO:

EMPLAZAMIENTO: Término municipal Vélez-Málaga (Málaga)

DIRECCIÓN: Urb. La Sirena, Chilches-Benajarafe, 29790



TÍTULO PLANO: Detalle Conversión A/S



TIPOLOGÍA: LAMT

TUTOR: Antonio Francisco Ruíz González

Juan Miguel Fernández García
Juan Miguel Fernández García
Ingeniero Eléctrico






PLANO Nº: 9

ESCALA: S/E



FECHA: Septiembre 2023



Leyenda








-  Centro de transformación propiedad de Endesa S.L.U objeto de este proyecto
-  Centro de transformación propiedad de Endesa S.L.U
-  Arqueta existente tipo A2
-  Canalización existente
-  Línea subterránea de media tensión existente "SANTILLAN"

ANILLO DE CIERRE ENTRE LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN "CAÑUELO" EN NUEVO APOYO UTM (ETRS89) H30 S393963 E4064812 Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN "SANTILLAN" EN CT 3874 A REFORMAR, SITUADO EN EL TERMINO MUNICIPAL DE VÉLEZ-MÁLAGA (MÁLAGA).



<p><small>DESTINATARIO DEL PROYECTO:</small></p>  <p>UNIVERSIDAD DE MÁLAGA</p>	<p>EMPLAZAMIENTO: Término municipal Vélez-Málaga (Málaga)</p> <p>DIRECCIÓN: Urb. La Sirena, Chilches-Benajarafe, 29790</p> <hr/> <p>TÍTULO PLANO: Planta general de la L.S.M.T. Estado actual.</p> <hr/> <p>TIPOLOGÍA: LSMT + CT</p> <hr/> <p>TUTOR: Antonio Francisco Ruíz González</p>	 <p>Juan Miguel Fernández García Ingeniero Eléctrico</p>	<p>PLANO Nº: 10</p> <p>ESCALA: 1/1000</p> <p>FECHA: Septiembre 2023</p>
--	---	--	--

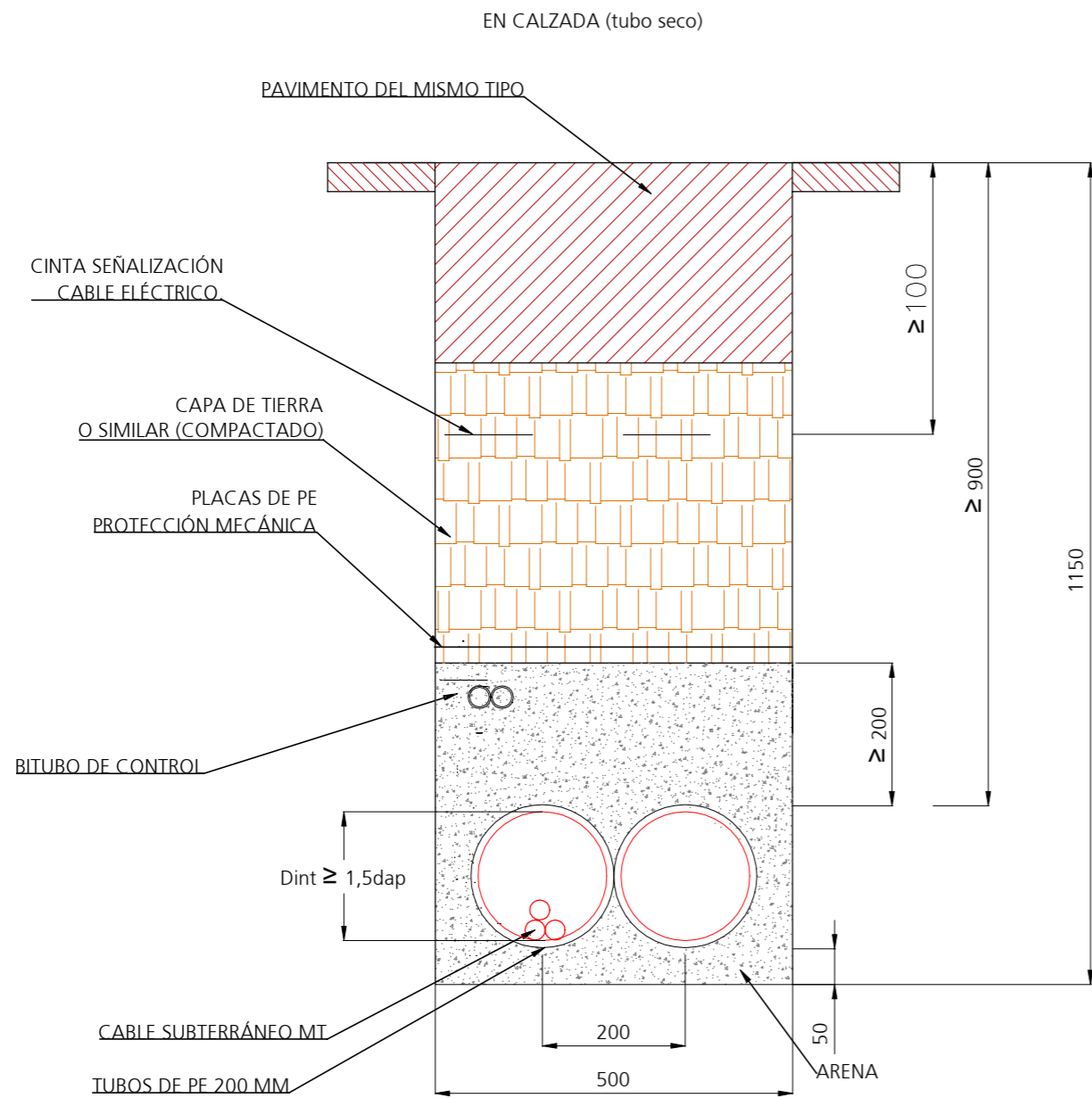


Leyenda

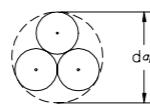
-  Centro de transformación propiedad de Endesa S.L.U objeto de este proyecto
-  Arqueta existente tipo A2
-  Canalización existente
-  Línea subterránea de media tensión existente "SANTILLAN"
-  Arqueta nueva tipo A2
-  Canalización prevista de 2 tubos de 200 mm
-  Línea subterránea de media tensión prevista "CAÑUELO"

ANILLO DE CIERRE ENTRE LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN "CAÑUELO" EN NUEVO APOYO UTM (ETRS89) H30 S393963 E4064812 Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN "SANTILLAN" EN CT 3874 A REFORMAR, SITUADO EN EL TERMINO MUNICIPAL DE VÉLEZ-MÁLAGA (MÁLAGA).

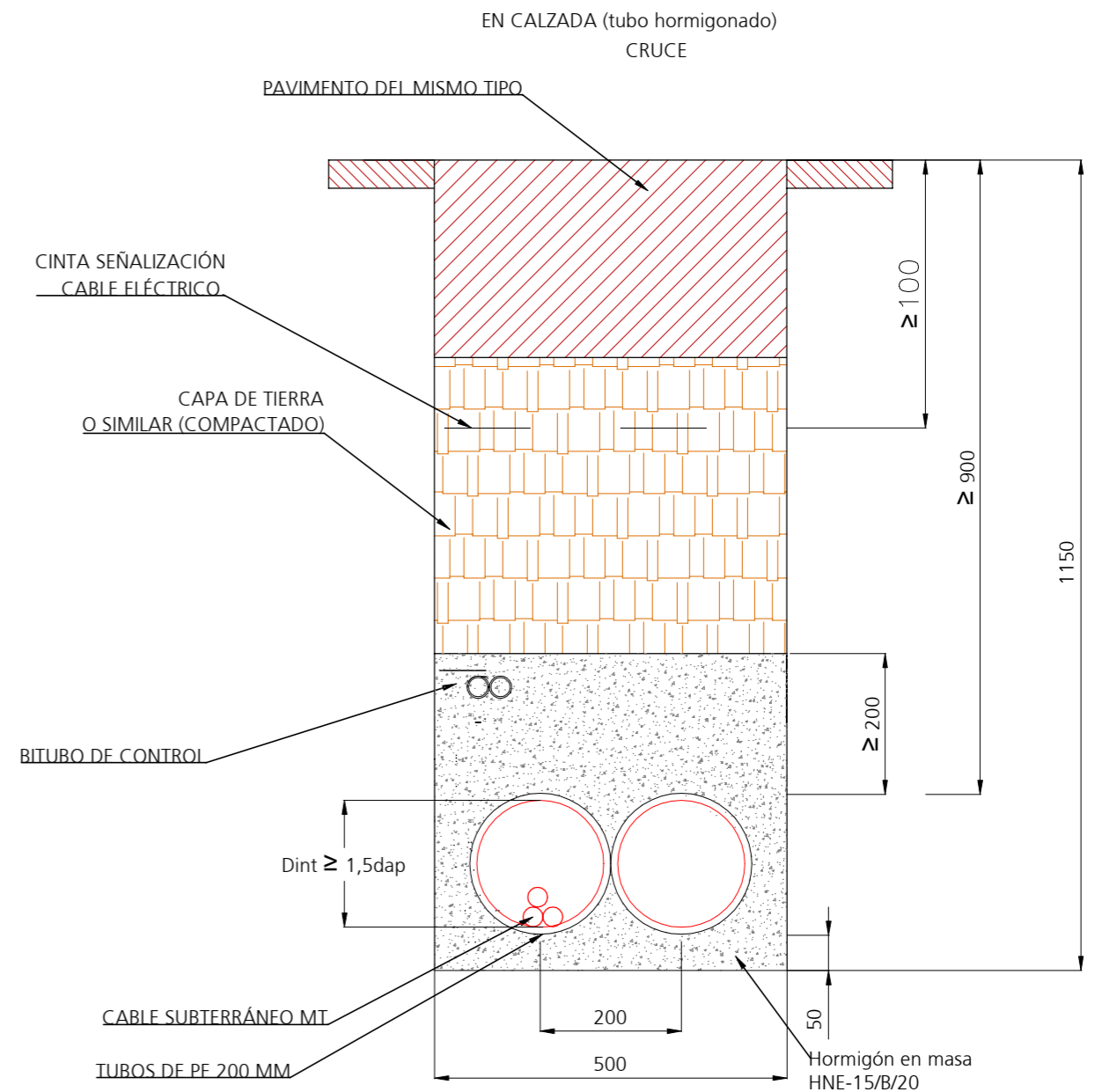
<p>DESTINATARIO DEL PROYECTO:</p>  <p>UNIVERSIDAD DE MÁLAGA</p>	<p>EMPLAZAMIENTO: Término municipal Vélez-Málaga (Málaga)</p> <p>DIRECCIÓN: Urb. La Sirena, Chilches-Benajarafe, 29790</p> <p>TÍTULO PLANO: Planta general de la L.S.M.T. Estado previsto.</p> <p>TIPOLOGÍA: LSMT + CT</p> <p>TUTOR: Antonio Francisco Ruíz González</p>	 <p>Juan Miguel Fernández García Ingeniero Eléctrico</p>
		<p>PLANO Nº: 11</p> <p>ESCALA: 1/1000</p> <p>FECHA: Septiembre 2023</p>



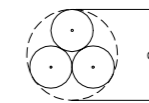
DIÁMETRO APARENTE (d_{ap}) MT



NOTA: A utilizar sólo en zanja paralela a la acera



DIÁMETRO APARENTE (d_{ap}) MT



ANILLO DE CIERRE ENTRE LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN "CAÑUELO" EN NUEVO APOYO UTM (ETRS89) H30 S393963 E4064812 Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN "SANTILLAN" EN CT 3874 A REFORMAR, SITUADO EN EL TERMINO MUNICIPAL DE VÉLEZ-MÁLAGA (MÁLAGA).

DESTINATARIO DEL PROYECTO:

EMPLAZAMIENTO: Término municipal Vélez-Málaga (Málaga)

DIRECCIÓN: Urb. La Sirena, Chilches-Benajarafe, 29790



TÍTULO PLANO: Detalle Canalización. En calzada.

TIPOLOGÍA: LSMT

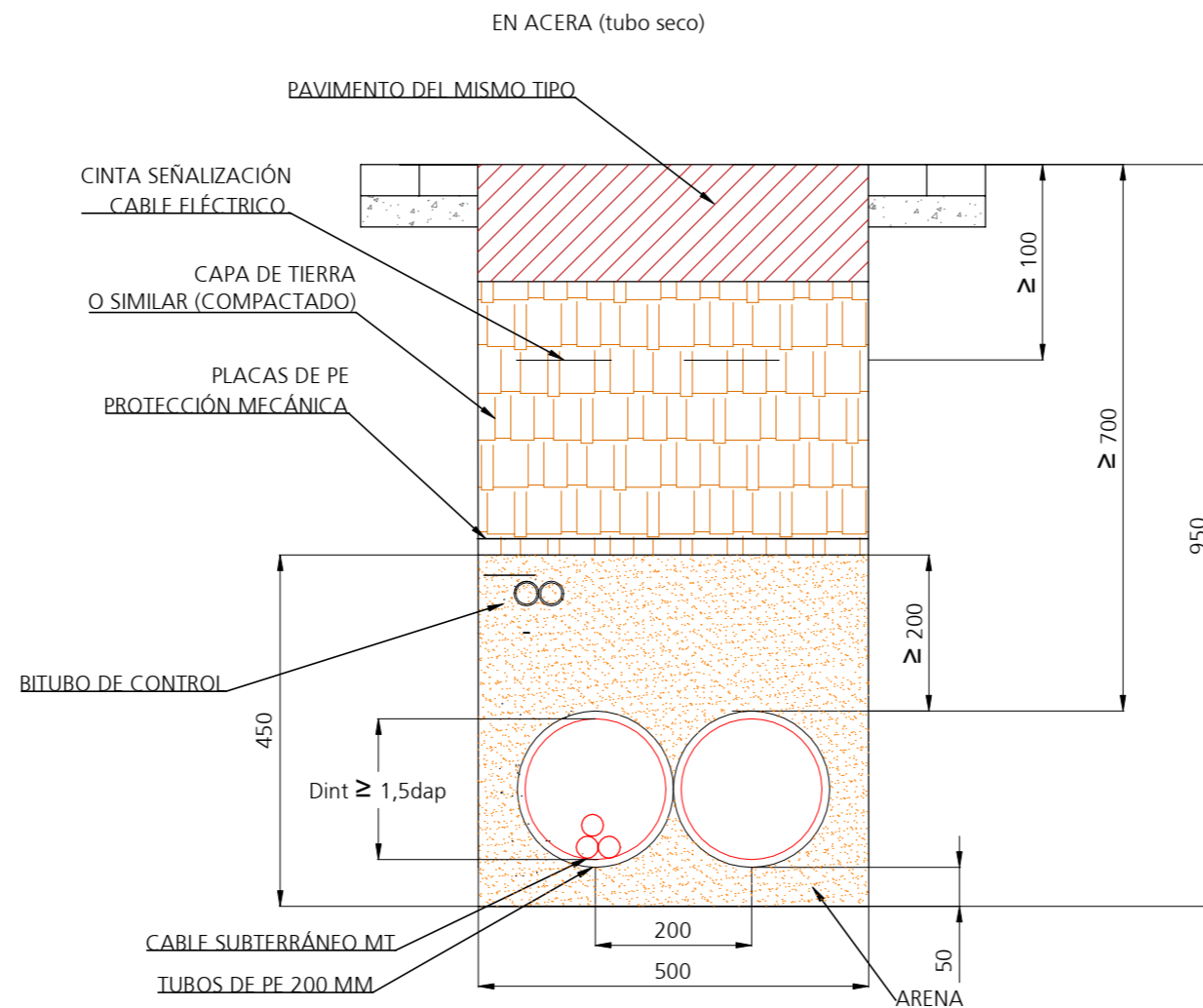
TUTOR: Antonio Francisco Ruíz González

Juan Miguel Fernández García
Ingeniero Eléctrico

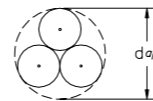
PLANO Nº: 12

ESCALA: S/E

FECHA: Septiembre 2023



DIÁMETRO APARENTE (d_{ap}) MT



ANILLO DE CIERRE ENTRE LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN "CAÑUELO" EN NUEVO APOYO UTM (ETRS89) H30 S393963 E4064812 Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN "SANTILLAN" EN CT 3874 A REFORMAR, SITUADO EN EL TERMINO MUNICIPAL DE VÉLEZ-MÁLAGA (MÁLAGA).

DESTINATARIO DEL PROYECTO:



EMPLAZAMIENTO: Término municipal Vélez-Málaga (Málaga)

DIRECCIÓN: Urb. La Sirena, Chilches-Benajárfes, 29790

TÍTULO PLANO: Detalle Canalización.
En acera.

TIPOLOGÍA: LSMT

TUTOR: Antonio Francisco Ruíz González


Juan Miguel Fernández García
Ingeniero Eléctrico

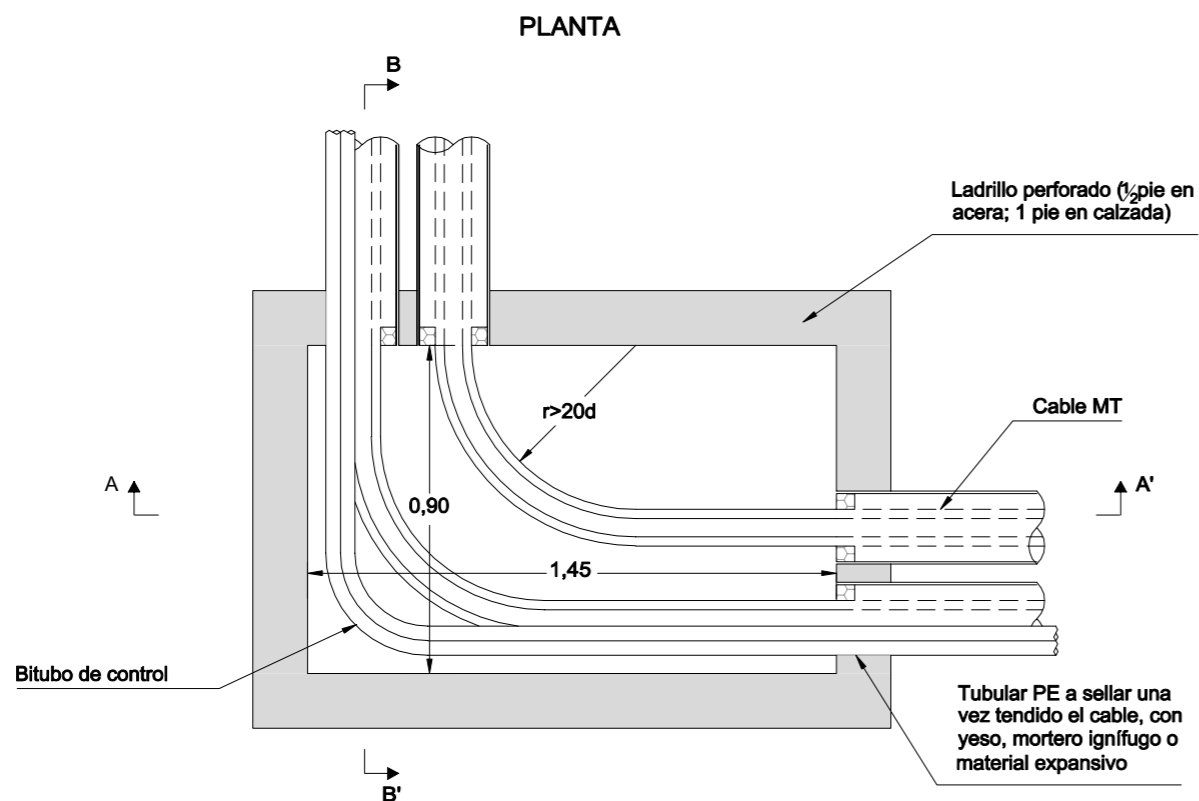
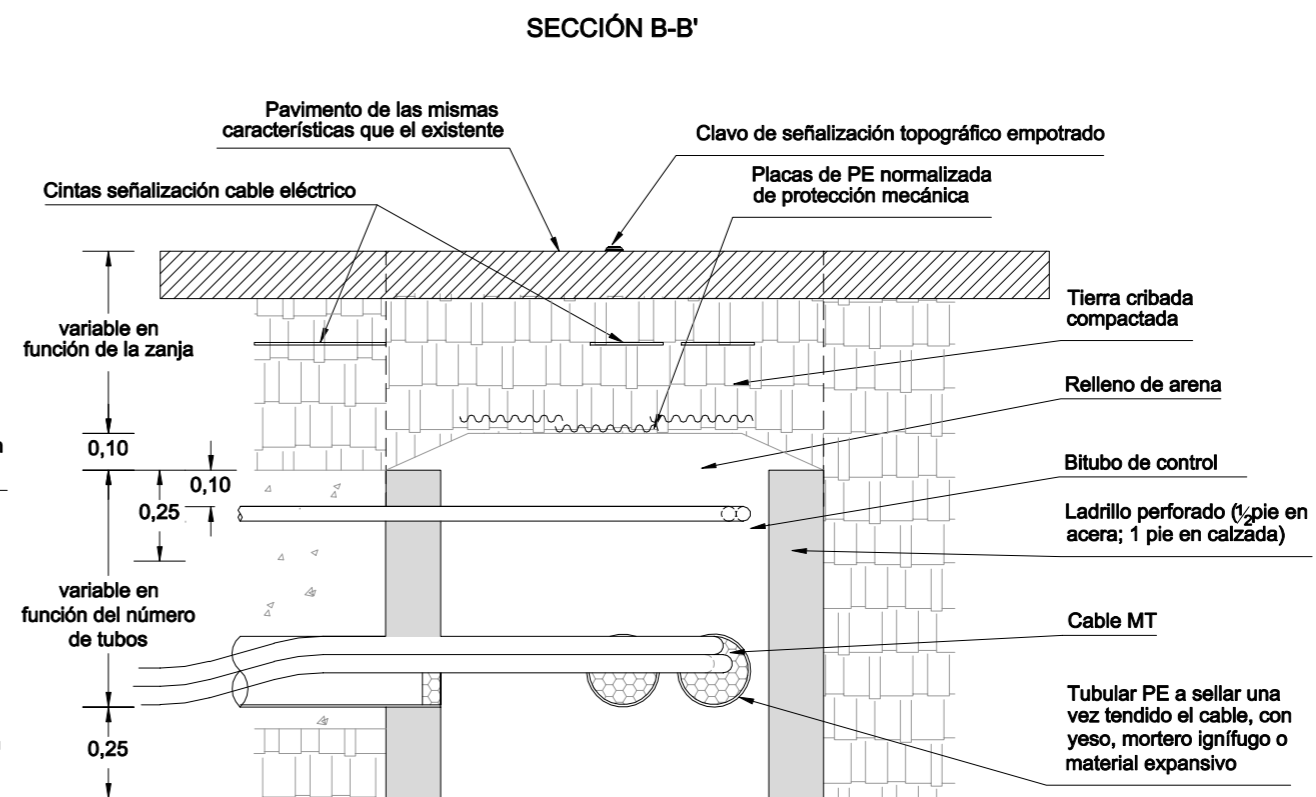
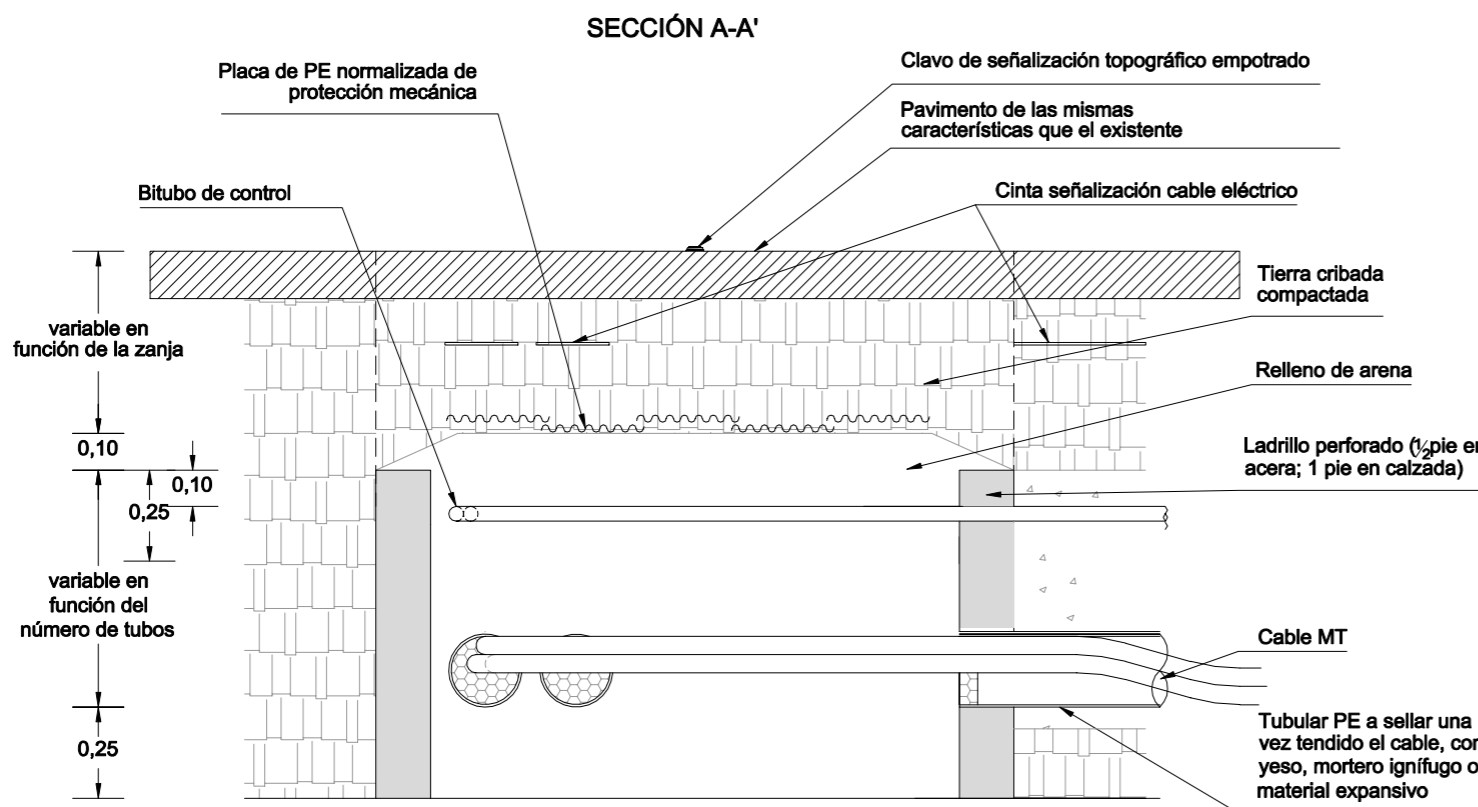
PLANO Nº: 13

ESCALA: S/E

FECHA: Septiembre 2023

ARQUETA A2 CIEGA

ARQUETA CAMBIO DE SENTIDO



ANILLO DE CIERRE ENTRE LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN "CAÑUELO" EN NUEVO APOYO UTM (ETRS89) H30 S393963 E4064812 Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN "SANTILLAN" EN CT 3874 A REFORMAR, SITUADO EN EL TERMINO MUNICIPAL DE VÉLEZ-MÁLAGA (MÁLAGA).

DESTINATARIO DEL PROYECTO:

EMPLAZAMIENTO: Término municipal Vélez-Málaga (Málaga)

DIRECCIÓN: Urb. La Sirena, Chilches-Benajárfes, 29790



TÍTULO PLANO: Detalle Canalización. Arqueta ciega.

TIPOLOGÍA: LSMT

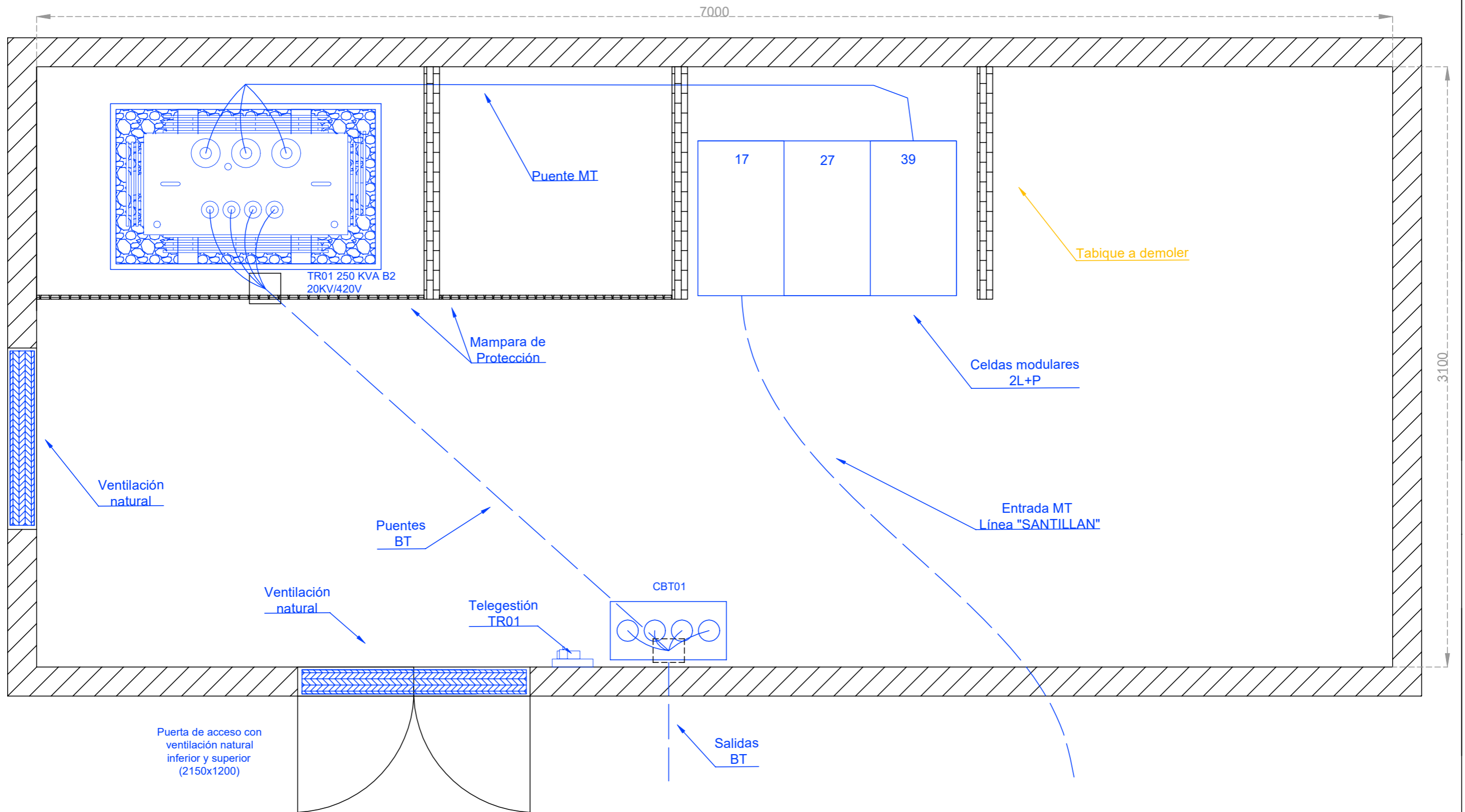
TUTOR: Antonio Francisco Ruíz González

Juan Miguel Fernández García
Ingeniero Eléctrico



PLANO Nº: 14

ESCALA: S/E

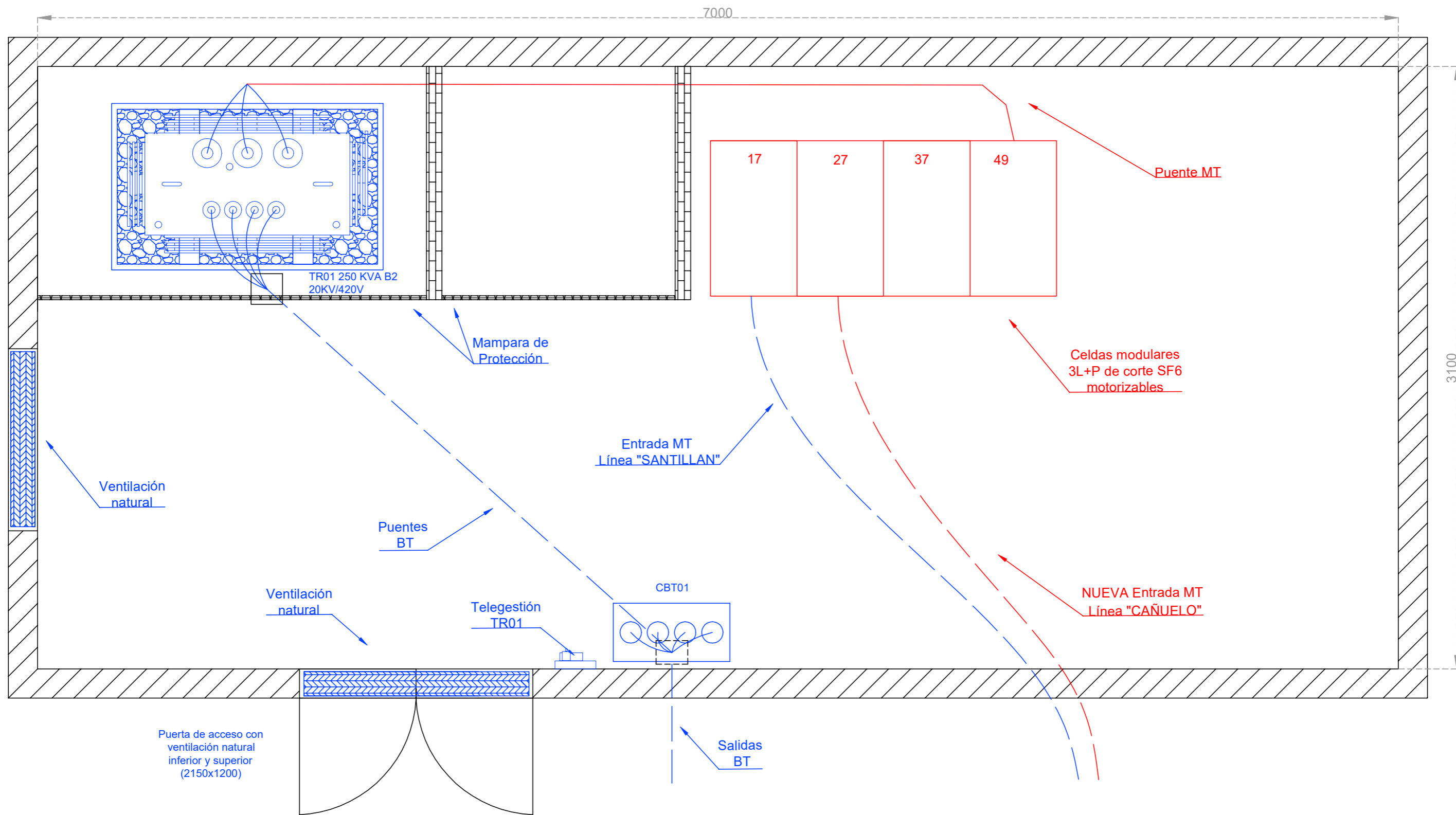
FECHA: Septiembre 2023




ANILLO DE CIERRE ENTRE LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN "CAÑUELO" EN NUEVO APOYO UTM (ETRS89) H30 S393963 E4064812 Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN "SANTILLAN" EN CT 3874 A REFORMAR, SITUADO EN EL TERMINO MUNICIPAL DE VÉLEZ-MÁLAGA (MÁLAGA).

	EMPLAZAMIENTO: Término municipal Vélez-Málaga (Málaga)	 Juan Miguel Fernández García Ingeniero Eléctrico	PLANO Nº: 15
	DIRECCIÓN: Urb. La Sirena, Chilches-Benajarafe, 29790		TÍTULO PLANO: Detalle Centro de Transformación. Estado actual.
TIPOLOGÍA: CT	TUTOR: Antonio Francisco Ruíz González	FECHA: Septiembre 2023	

Cotas en milímetros
 Altura interior del CT: 3200 mm
 Instalación actual ———



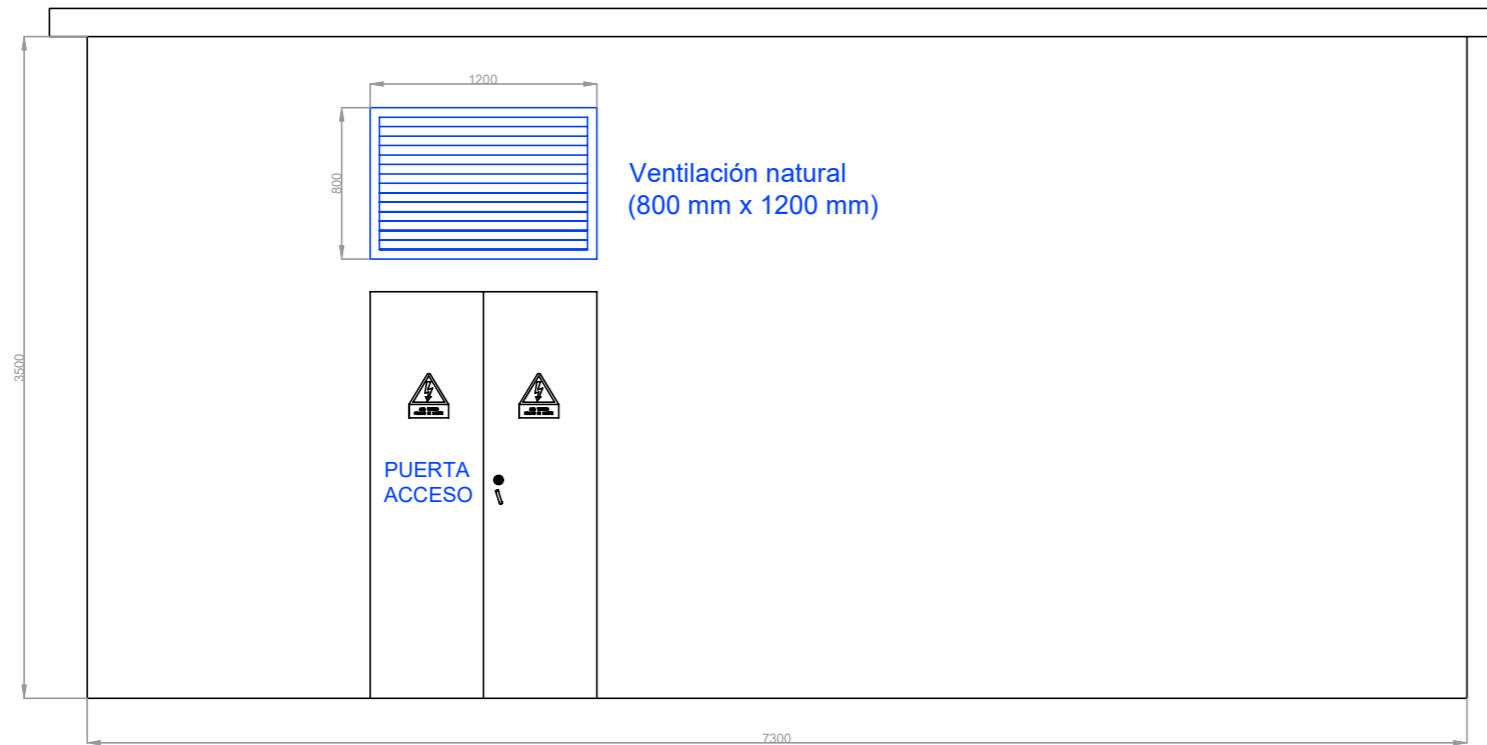
ANILLO DE CIERRE ENTRE LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN "CAÑUELO" EN NUEVO APOYO UTM (ETRS89) H30 S393963 E4064812 Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN "SANTILLAN" EN CT 3874 A REFORMAR, SITUADO EN EL TERMINO MUNICIPAL DE VÉLEZ-MÁLAGA (MÁLAGA).

 <p>ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES UNIVERSIDAD DE MÁLAGA</p>	<p>EMPLAZAMIENTO: Término municipal Vélez-Málaga (Málaga)</p> <p>DIRECCIÓN: Urb. La Sirena, Chilches-Benajáraf, 29790</p> <p>TÍTULO PLANO: Detalle Centro de Transformación. Estado previsto.</p> <p>TIPOLOGÍA: CT</p> <p>TUTOR: Antonio Francisco Ruíz González</p>	<p>PLAN Nº: 16</p> <p>ESCALA: 1/20</p> <p>FECHA: Septiembre 2023</p>
--	---	---

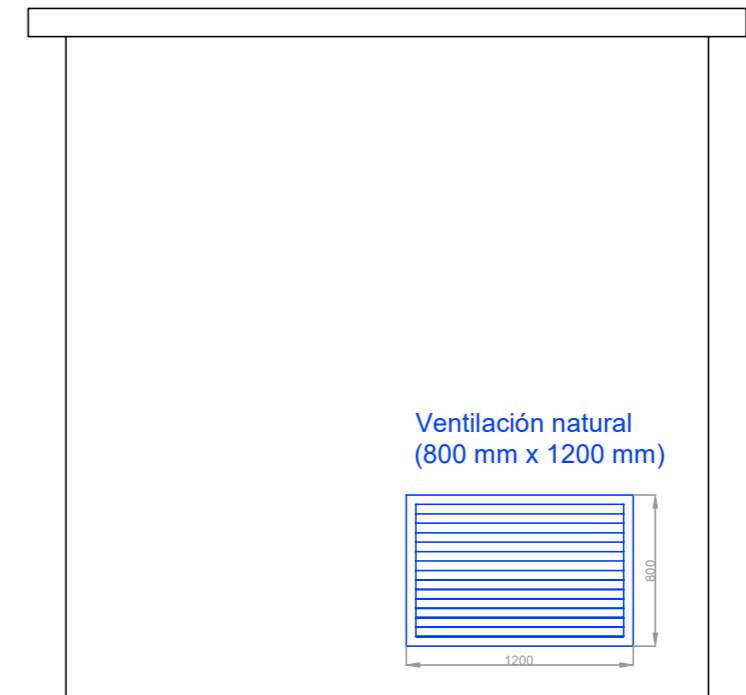
Cotas en milímetros
 Altura interior del CT: 3200 mm
 Instalación actual ———
 Instalación prevista ———


 Juan Miguel Fernández García
 Ingeniero Eléctrico

VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



Área total de rejillas de ventilación del CD: $2 \times (0,8 \times 1,2) = 1,92 \text{ m}^2$

Área Total = $1,92 > 0,54 \text{ m}^2$ CUMPLE

Cotas en milímetros

Altura interior del CT: 3200 mm

Instalación actual

ANILLO DE CIERRE ENTRE LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN "CAÑUELO" EN NUEVO APOYO UTM (ETRS89) H30 S393963 E4064812 Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN "SANTILLAN" EN CT 3874 A REFORMAR, SITUADO EN EL TERMINO MUNICIPAL DE VÉLEZ-MÁLAGA (MÁLAGA).

DESTINATARIO DEL PROYECTO:



EMPLAZAMIENTO: Término municipal Vélez-Málaga (Málaga)

DIRECCIÓN: Urb. La Sirena, Chilches-Benjarafe, 29790

TÍTULO PLANO: Detalle Centro de Transformación. Ventilación.

TIPOLOGÍA: CT

TUTOR: Antonio Francisco Ruíz González

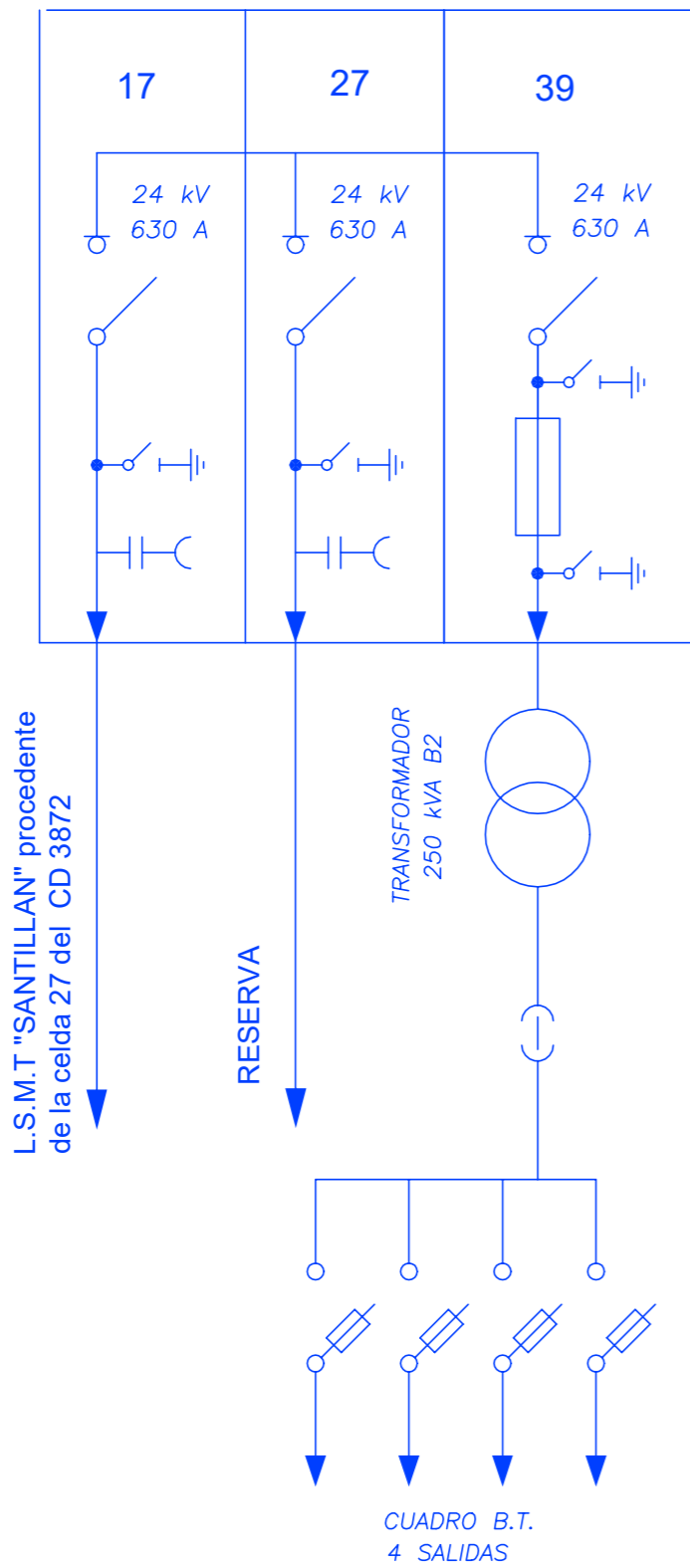
Juan Miguel Fernández García
Ingeniero Eléctrico

PLANO Nº: 17

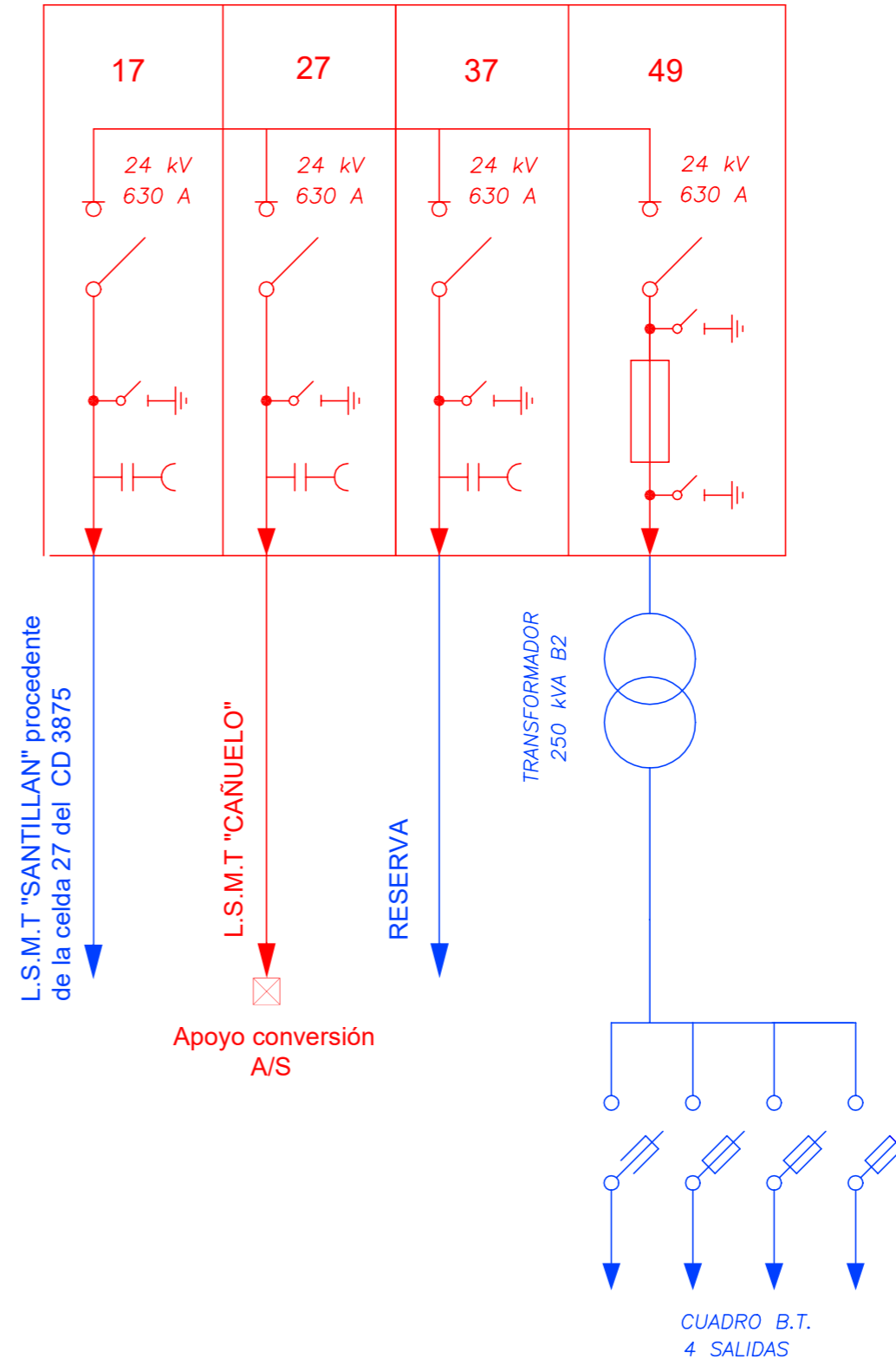
ESCALA: 1/40

FECHA: Septiembre 2023




ESTADO ACTUAL

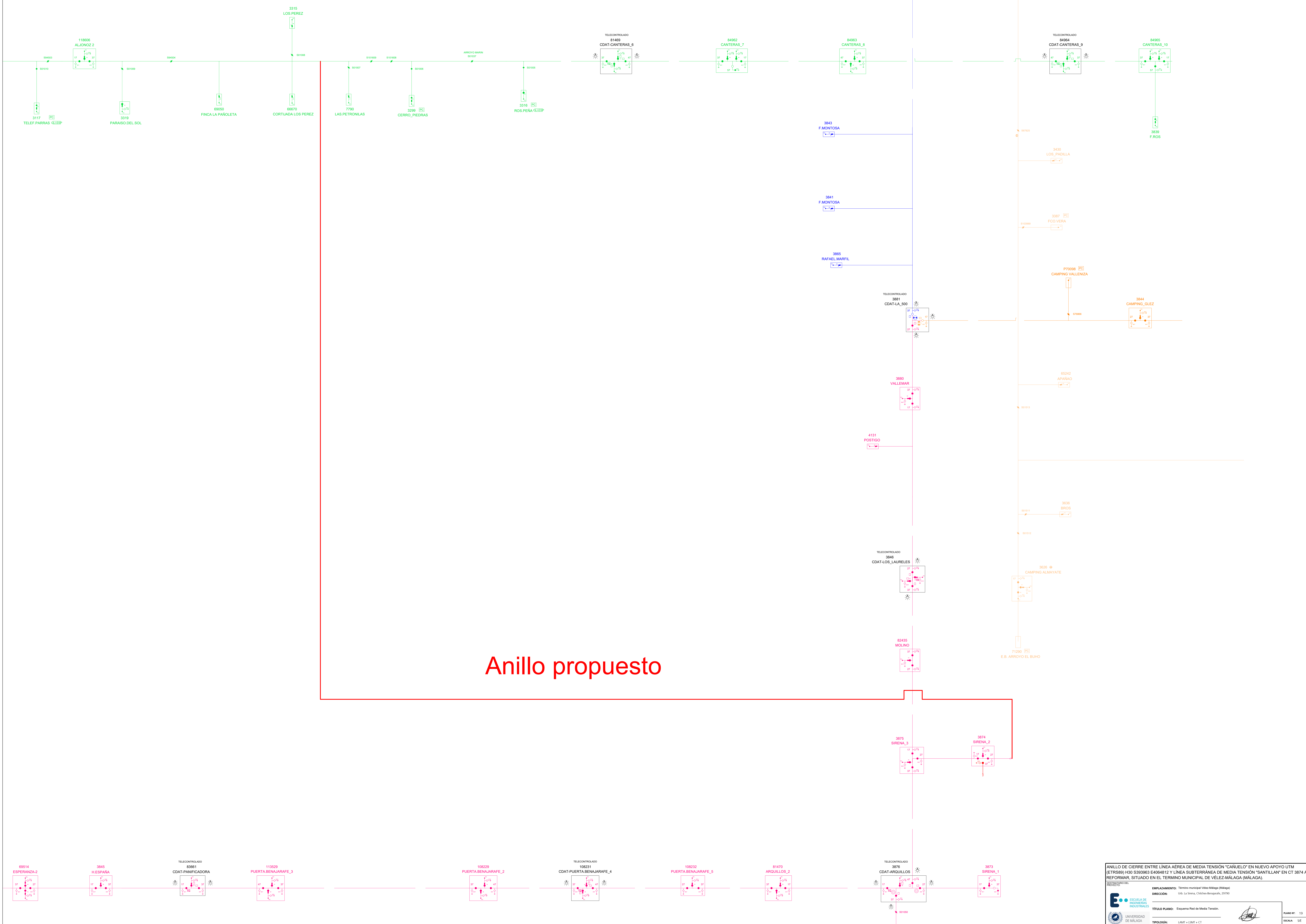


ESTADO PREVISTO



ANILLO DE CIERRE ENTRE LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN "CAÑUELO" EN NUEVO APOYO UTM (ETRS89) H30 S393963 E4064812 Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN "SANTILLAN" EN CT 3874 A REFORMAR, SITUADO EN EL TERMINO MUNICIPAL DE VÉLEZ-MÁLAGA (MÁLAGA).

DESTINATARIO DEL PROYECTO:		EMPLAZAMIENTO: Término municipal Vélez-Málaga (Málaga)	
 ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES		DIRECCIÓN: Urb. La Sirena, Chilches-Benjarafe, 29790	
 UNIVERSIDAD DE MÁLAGA		TÍTULO PLANO: Esquema Unifilar	
TIPOLOGÍA: LSMT + CT		 Juan Miguel Fernández García Ingeniero Eléctrico	
TUTOR: Antonio Francisco Ruíz González			
		PLANO Nº: 18	
		ESCALA: S/E	
		FECHA: Septiembre 2023	



Anillo propuesto



BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS



- 1) NRZ102:
https://www.edistribucion.com/content/dam/edistribucion/normast%C3%A9cnica/sdeingenieriadered/NRZ102_EPIInstalacionesPrivadasConsumidoresATyMT_v2.pdf
- 2) NRZ101:
https://www.edistribucion.com/content/dam/edistribucion/normast%C3%A9cnica/sdeingenieriadered/NRZ101_EPIInstalacionesPrivadasGeneralidades_v2.pdf
- 3) Proyecto tipo FYZ10000:
https://www.edistribucion.com/content/dam/edistribucion/normasmateriales/FYZ10000CT_interior_local_edif_planta_calle_selladoLCOE.pdf
- 4) Proyecto tipo DYZ10000:
https://www.edistribucion.com/content/dam/edistribucion/normasdematerialesed/e/DYZ10000%20Linea%20Subterranea%20Media%20Tension_sellado%20LCOE.pdf
- 5) Proyecto tipo AYZ10000:
https://www.edistribucion.com/content/dam/edistribucion/normasdematerialesed/e/AYZ10000%20Proyecto%20Tipo%20Lineas%20Areas%20de%20Media%20Tension_sellado%20LCOE.pdf
- 6) Listado de materiales homologados ara la red de distribución de media y baja tensión:
https://www.edistribucion.com/content/dam/edistribucion/normasmateriales/Homologaciones_MTBT.pdf
- 7) Planta digital del terreno. Centro de descargas IGN:
<https://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/busquedaSerie.do?codSerie=MDT02#>
- 8) Ortofotos. IBERPIX: <https://www.ign.es/iberpix/visor/>
- 9) Catálogo apoyos ANDELEC: <https://www.andelec.es/wp-content/uploads/2023/05/Catalogo-apoyos-distribucion-RU.pdf>
- 10) Topografía digital – Guía ANDELEC:
<https://www.andelec.es/wp-content/uploads/2022/11/3.1.2-Topografia-Digital-Creacion-del-Modelo-Digital.pdf>
- 11) Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero:
<https://www.boe.es/boe/dias/2008/03/19/pdfs/A16436-16554.pdf>
- 12) Catálogo ORMAZABAL, CGMCOSMOS:
<https://www.ormazabal.com/product/cgmcosmos/>
- 13) QGIS: <https://qgis.org/es/site/>
- 14) Proyecto Tipo UNION FENOSA:
https://industria.gob.es/Calidad-Industrial/seguridadindustrial/instalacionesindustriales/lineas-alta-tension/Documents/proyectos-vigentes-anulados/fenosa/IT.08013.ES-DE.NOR_Ed.1-.pdf





ANEXO I



Sistema modular y compacto con aislamiento integral en gas

cgmcosmos-3lp

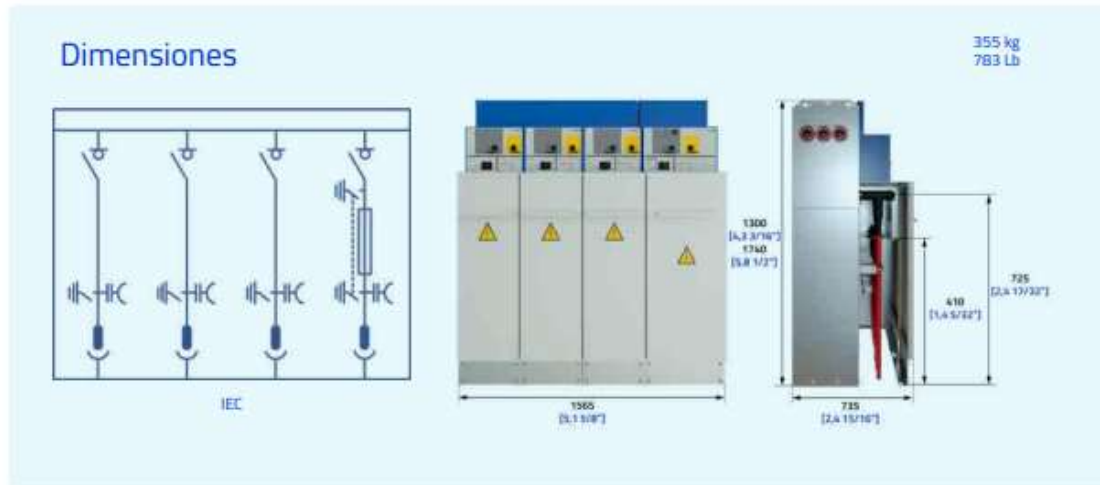
Funciones de protección con fusibles y tres de línea

Celda compacta con tres funciones de línea y una función de protección con fusibles, alojadas en una única cuba de gas.



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



Configuración

Estándar Opcional

Clasificación IAC

Arco interno IAC AF/AFL

- 20 kA 1 s

Arco interno: cuba

- 16 kA 0,5 s 20 kA 0,5 s
 16 kA 1 s 20 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

- A ambos lados
 Ciego a ambos lados

Tipo de conexión lateral:

Tulipa

- Derecha Izquierda Ambas

Mecanismos de maniobra

- Palancas de accionamiento
 Mecanismo manual 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
 Otros indicadores capacitivos de tensión

Algunas configuraciones específicas pueden ser incompatibles entre sí.



ANEXO II. RESULTADOS ANDELEC



Cuadro nº 1

Cálculo de conductores de fase - tensiones reglamentarias

Proyecto: Cálculos apoyo nuevo en traza existente
Tensiones en daN - Flechas en m

Zona A						Zona B						Zona C								
-5°C+V(120km/h)						-10°C+V(120km/h), -15°C+H						-15°C+V(120km/h), -20°C+H								
Tramo	Conductor	Zona	Vano (m)	Desnivel (m)	Vano Reg. (m)	Const. Caten. (m)	E.D.S.			T.H.F. %	Tensiones y Flechas									
							Calc.	Valor máxi.	Temp.		T.máxima viento	T.máxima hielo	T.máxima hielo+viento	15°C+V (120km/h)		0°C+H		70°C		
							%	%	°C		T (daN)	T (daN)	T (daN)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	
1- 2	LA-56	A	143	5,71	143	708	11,67	15,00	15	14,46	512	—	—	352	462	3,30	—	—	130	3,61
2- 3	LA-56	A	41	23,76	41	271	8,70	15,00	15	16,56	346	—	—	295	256	0,57	—	—	50	0,90
3- 4	LA-56	A	317	1,37	317	810	9,93	15,00	15	10,29	507	—	—	300	492	15,25	—	—	148	15,57

Cuadro nº 4

Cálculo de conductores de fase - tabla de tendido nº 1

Sección del conductor 54,60mm²
Proyecto: Cálculos apoyo nuevo en traza existente
Tensiones en daN - Flechas en m

Tramo	Conductor	Zona	Vano (m)	Desnivel (m)	Vano Regulación (m)	Tensiones y Flechas											
						-5°C		0°C		5°C		10°C		15°C		20°C	
						T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
1- 2	LA-56	A	143,31	5,71	143,00	236	1,99	222	2,11	210	2,23	200	2,35	190	2,47	182	2,58
2- 3	LA-56	A	40,60	23,76	41,00	270	0,17	233	0,19	199	0,22	168	0,26	142	0,31	120	0,37
3- 4	LA-56	A	317,01	1,37	317,00	168	13,77	166	13,90	165	14,02	163	14,15	162	14,27	160	14,39

Cuadro nº 4

Cálculo de conductores de fase - tabla de tendido nº 2

Sección del conductor 54,60mm²
Proyecto: Cálculos apoyo nuevo en traza existente
Tensiones en daN - Flechas en m

Tramo	Conductor	Zona	Vano (m)	Desnivel (m)	Vano Regulación (m)	Tensiones y Flechas											
						25°C		30°C		35°C		40°C		45°C		50°C	
						T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
1- 2	LA-56	A	143,31	5,71	143,00	174	2,69	167	2,81	161	2,91	155	3,02	150	3,12	145	3,23
2- 3	LA-56	A	40,60	23,76	41,00	104	0,43	91	0,49	81	0,55	74	0,61	68	0,66	63	0,71
3- 4	LA-56	A	317,01	1,37	317,00	159	14,51	158	14,63	156	14,75	155	14,87	154	14,99	153	15,11

Cuadro nº 8 Cálculo de derivaciones

Esfuerzos por fase.

Proyecto: Cálculos apoyo nuevo en traza existente

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Hipót.	Cara nº	Posiciones en el fuste del apoyo - Esfuerzos en cruceta																					4ª Hipóte. Rot.condu. caso más desfavora.		
					Posición H1			Posición H2			Posición H3			Posición H4			Posición H5			Posición H6			Posición H7					
					Vert. daN	Tran. daN	Long. daN	Vert. daN	Tran. daN	Long. daN	Vert. daN	Tran. daN	Long. daN	Vert. daN	Tran. daN	Long. daN	Vert. daN	Tran. daN	Long. daN	Vert. daN	Tran. daN	Long. daN	Vert. daN	Tran. daN	Long. daN			
3	Ali-Anc	—	1ª Vien.	P1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52	272	182	0	0	0	0	0	0	Esfuerz o: 564 Posició n: P4, H1		
				P2	0	0	0	0	0	0	168	400	182	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	
				P3	52	272	182	0	0	0	0	0	0	39	308	126	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	
				P4	155	436	126	0	0	0	0	0	0	0	0	0	155	436	126	0	0	0	0	0	0		0	
			2ª Hielo	P1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0
				P2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0
				P3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0
				P4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0
			3ª Dese. trac.	P1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52	256	157	0	0	0	0	0		0	0
				P2	0	0	0	0	0	0	168	256	410	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0
				P3	52	256	157	0	0	0	0	0	0	39	295	57	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0
				P4	155	295	310	0	0	0	0	0	0	0	0	0	155	295	310	0	0	0	0	0	0		0	0
2	Ali-Anc	—	1ª Vien.	P1	0	0	0	0	0	0	33	507	374	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Esfuerz o: 512 Posició n: P2, H3		
				P2	0	0	0	0	0	0	-16	79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	
				P3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0
				P4	17	586	374	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	586	374	0	0	0	0	0	0		0	0
			2ª Hielo	P1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0
				P2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0
				P3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0
				P4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0
			3ª Dese. trac.	P1	0	0	0	0	0	0	33	463	307	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0
				P2	0	0	0	0	0	0	-16	0	256	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0
				P3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0
				P4	17	463	563	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	463	563	0	0	0	0	0	0		0	0

Cuadro nº 9 Elección de apoyos

Proyecto: Cálculos apoyo nuevo en traza existente
Esfuerzos por fase.

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Altura libre m	Monta. y sep. condu.	Esfuerzo por fase y tierra					Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo						Utiliza. del apoyo %	Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m	
							Hipót.	Condu.	Esfuerzo				Hipót.	Coe. seg. apo.	Coe. seg. real	Condu.	Esfuerzo						
									Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN						Vertic. daN	Trans. daN					Longi. daN
1	P. Línea	—	N	A	10,23	Tres. 1,42	1ª	Fase	18	54	512	C-2000	1ª	1,5	1,91	Fase	250	111	627	72,93	2,40	16,00	11,33
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
							Tie.2	—	—	—	Tie.2		—	—	—	—							
							2ª	Fase	—	—	—		2ª	1,5	—		Fase	—	—	—			
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
							Tie.2	—	—	—	Tie.2		—	—	—	—							
							3ª	Fase	—	—	—		3ª	1,5	—		Fase	—	—	—			
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
							Tie.2	—	—	—	Tie.2		—	—	—	—							
							Dese. trac.	Fase	—	—	—		Dese. trac.	1,5	—		Fase	—	—	—			
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
							Tie.2	—	—	—	Tie.2		—	—	—	—							
							4ª	Fase	—	—	512		4ª	1,2	1,52		Fase	—	—	700			
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
							Tie.2	—	—	—	—		Tie.2	—	—	—	—						
							Rotu. cond.	Fase	—	—	—		Rotu. cond.	1,2	1,52	Fase		—	—	700			
Tie.1	—	—	—	Tie.1	—	—		—															
Tie.2	—	—	—	—	Tie.2	—	—	—	—														
2	Estrel.	—	N	A	9,94	Tres. 1,42	1ª	Fase		17	586	374	Apoyo derivación Consulte fábrica C-4500	1ª	1,5	2,12	Fase	270	1231	374	58,35	2,40	16,00
								Tie.1	—	—	—	Tie.1					—	—	—				
Tie.2	—	—	—	Tie.2	—	—	—	—															
2ª	Fase	—	—	—	2ª	1,5	—		Fase	—	—	—		—									
	Tie.1	—	—	—				Tie.1	—	—	—												
Tie.2	—	—	—	Tie.2	—	—	—	—															
3ª	Fase	17	—	563	3ª	1,5	1,89		Fase	270	—	880		74,11									
	Tie.1	—	—	—				Tie.1	—	—	—												
Tie.2	—	—	—	Tie.2	—	—	—	—															
Dese. trac.	Fase	—	—	—	Dese. trac.	1,5	1,89		Fase	270	—	880		74,11									
	Tie.1	—	—	—				Tie.1	—	—	—												
Tie.2	—	—	—	Tie.2	—	—	—	—															
4ª	Fase	-8/-	—	512	4ª	1,2	2,03		Fase	270/270	—	1683		30,42									
	Tie.1	—	—	—				Tie.1	—	—	—												
Tie.2	—	—	—	—	Tie.2	—	—	—	—														
Rotu. cond.	Fase	—	—	—	Rotu. cond.	1,2	2,03	Fase		270/270	—	1683		30,42									
	Tie.1	—	—	—				Tie.1	—	—	—												
Tie.2	—	—	—	—	Tie.2	—	—	—	—														

Cuadro nº 9 Elección de apoyos

Proyecto: Cálculos apoyo nuevo en traza existente
Esfuerzos por fase.

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Altura libre m	Monta. y sep. condu.	Esfuerzo por fase y tierra					Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo						Utiliza. del apoyo %	Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m								
							Hipót.	Condu.	Esfuerzo				Hipót.	Coe. seg. apo.	Coe. seg. real	Condu.	Esfuerzo													
									Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN						Vertic. daN	Trans. daN					Longi. daN							
3	Estrel.	—	N	A	21,70	Tres. 2,75	1ª	Fase	207	708	308	Apoyo derivación	1ª	1,5	2,07	Fase	270	1341	308	61,99	4,80	20,00	13,11							
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—											
							Vien.	Tie.2	—	—	—	Consulte fábrica	Vien.																	
								Tie.1	—	—	—																		Tie.2	—
							2ª	Fase	—	—	—	C-4500 Elegido por usuario Altura menor	Hielo	1,5	—	Fase	—	—	—	73,46										
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—											
							3ª	Fase	207	—	467	Dese. trac.	3ª	1,5	1,90	Fase	270	—	837	46,06										
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—											
							4ª	Fase	58/117	—	507	Rotu. cond.	4ª	1,2	1,85	Fase	270/270	—	1100											
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—											
							4	F.Línea	—	N	A	18,07	Tres. 2,75	1ª	Fase	41	103	507	C-2000 Elegido por usuario Altura menor	1ª	1,5	1,86	Fase	250	116	654	75,94	3,50	22,00	16,01
															Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
Vien.	Tie.2	—	—	—	2ª	Hielo								1,5	—	Fase	—	—	—											
	Tie.1	—	—	—												Tie.1	—	—	—											
2ª	Fase	—	—	—	Dese. trac.	3ª								1,5	—	Fase	—	—	—											
	Tie.1	—	—	—												Tie.1	—	—	—											
3ª	Fase	—	—	—	Rotu. cond.	4ª								1,2	1,53	Fase	—	—	700	72,39										
	Tie.1	—	—	—												Tie.1	—	—	—											
4ª	Fase	—	—	507	Rotu. cond.	4ª								1,2	1,53	Fase	—	—	700											
	Tie.1	—	—	—												Tie.1	—	—	—											
Rotu. cond.	Tie.2	—	—	—												Tie.2	—	—	—											
	Tie.2	—	—	—												Tie.2	—	—	—											

Cuadro nº 10 Cálculo de cadenas de aisladores

Proyecto: Cálculos apoyo nuevo en traza existente

Apoyo nº	Tipo	Cadena adoptada	Cálculo eléctrico		Cálculo mecánico				
			Nivel de aislamiento		Datos para cálculo			Coef. seguridad	
			Apoyo cm/kV	Calculado cm/kV	C. rotura daN	Pesos daN	T. máxima daN	C. normal.	C. anorma.
1	P. Línea	LA56-20kV-ANC-SIM-VID-AVI	1,80	2,31	4000	18	512	219,52	7,81
2	Estrel.	LA56-20kV-ANC-SIM-VID-AVI	1,80	2,31	4000	1	512	4000,00	7,81
3	Estrel.	LA56-20kV-ANC-SIM-VID-AVI	1,80	2,31	4000	117	507	34,31	7,89
4	F. Línea	LA56-20kV-ANC-SIM-VID-AVI	1,80	2,31	4000	41	507	97,26	7,89

Cuadro nº 11 Cálculo de cimentaciones

Proyecto: Cálculos apoyo nuevo en traza existente

Apoyo nº	Tipo	Características de los apoyos			Viento sobre apoyos		Momentos de vuelco				MV Total /MV Real	Coefic. de compr. sibilid. daN/m²	Cimentación				
		Esfuerzo útil daN	Altura sobre terreno		Esfuerzo daN	Altura m	Conductor daNm	Viento sobre apoyos daNm	Total daNm	Total absorbido cimentación daNm			Lado A m	Lado B m	Alto m	Volúmenes	
			Cogolla m	Resulta conduc. m												Excavaci. m³	Hormigón m³
1	P. Línea	2213	13,73	12.53	445	8,51	31078	3792	34870	51432	1,47	12	1,10	1,10	2,27	2,75	2,99
2	Estrel.	4027	13,40	12.20	479	8,73	56113	4187	60300	91172	1,51	12	1,15	1,15	2,60	3,44	3,70
3	Estrel.	4160	17,91	15.51	641	10,79	71990	6917	78907	118847	1,51	12	1,30	1,30	2,69	4,55	4,88
4	F. Línea	2309	19,61	17.81	670	11,59	44802	7765	52568	78175	1,49	12	1,34	1,34	2,39	4,29	4,65

Cuadro nº 13 Mediciones según cálculo

Proyecto: Cálculos apoyo nuevo en traza existente

1	Excavación para cimentación de apoyos	m ³	15,02
2	Hormigonado para cimentación de apoyos	m ³	16,23
3	Longitud total de la línea	m	505,88
4	Tipo de conductor		LA-56
5	Longitud de conductor	m	1517,65
6	Peso total del conductor	kg	283,80
7	Cadenas de amarre de vidrio		18
8	Cadenas de amarre poliméricas		0
9	Cadenas de suspensión de vidrio		0
10	Cadenas de suspensión poliméricas		0
11	Toma de tierra con picas		4
12	Toma de tierra en anillo		0
13	Peso de los apoyos	kg	6010,00
14	Nº de tramos		3
15	Nº vanos de regulación		3
16	Tipo de apoyos (Andel)		Andel Serie C
17	Nº de apoyos a instalar		4
18	Zona de tendido A	m	505,88
19	Zona de tendido B	m	0,00
20	Zona de tendido C	m	0,00
21	Distancia mínima de seguridad adoptada		(V. nº 1) 10,98

Cuadro nº 14 Cálculos eléctricos

Proyecto: Cálculos apoyo nuevo en traza existente

Intensidad máxima			Caída de tensión									Potencias máximas		Pérdidas de potencia			
Densidad máxima corriente A/mm ²	Sección conduct. mm ²	Intensid. A	Frecuenc. de la red Hz	Distancia media geométri. mm	Diámetro del conduct. mm	Reactanc. Ohm/km	Resisten. eléctrica conduct. Ohm/km	Tensión de la línea kV	Intensid. de la Línea A	Longitud de la línea km	Factor de potencia	Caída de tensión		Por intensid. máxima kW	Por c.tensión (5%) kW	Valor kW	Porcenta. %
												Valor V	Porcenta. %				
3,651	54,60	199,34	50	5285	9,449	0,457	0,611	20,00	7,2	0,501	0,800	4,78	0,02	5,5	21,0	0,05	0,02

Cuadro nº 15

Aposos y crucetas normalizadas Andel S. A.

Proyecto: Cálculos apoyo nuevo en traza existente

Los apoyos normalizados Andel que figuran en este cuadro se han seleccionado en base a su resistencia mecánica superior en muchos casos a los esfuerzos nominales de la especificación AENOR EA 0015:2003, por lo tanto esta selección no es directamente aplicable a apoyos de la misma denominación UNESA de otros fabricantes.

Apoyo nº	Apoyo elegido				Armado y cruceta elegida						
	Referencia del apoyo según catálogo del fabricante	Altura normaliz. m	Recrecido cabeza m	Altura total m	Armado base	Longitud crucetas m	Referenc. armado	Separación crucetas m	Separación conductores m	Referencia cruceta	Cruceta tipo
1	Andel Serie C C-2000	16,00	—	16,00	Tresbolillo	1,50	TB-12	1,20	2,40	TB-U80-150	ASC-15
2	Andel Serie C C-4500	16,00	—	16,00	Tresbolillo	1,50	TB-12	1,20	2,40	TB-U80-150	ASC-15
3	Andel Serie C C-4500	20,00	0,60	20,60	Tresbolillo	2,50	TB-24	2,40	4,80	TB-U80-250	ASC-25
4	Andel Serie C C-2000	22,00	—	22,00	Tresbolillo	1,50	TB-18	1,80	3,50	TB-U80-150	ASC-15

Cuadro nº 16

Relación de materiales para presupuesto - Apoyos

Proyecto: Cálculos apoyo nuevo en traza existente

Los apoyos normalizados Andel que figuran en este cuadro se han seleccionado en base a su resistencia mecánica superior en muchos casos a los esfuerzos nominales de la especificación AENOR EA 0015:2003, por lo tanto esta selección no es directamente aplicable a apoyos de la misma denominación UNESA de otros fabricantes.

Cantidad	Apoyo elegido			
	Referencia del apoyo según catálogo del fabricante	Altura normaliz. m	Recrecido cabeza daN	Altura total daN
1	Andel Serie C C-2000	16,00	—	16,00
1	Andel Serie C C-2000	22,00	—	22,00
1	Andel Serie C C-4500	16,00	—	16,00
1	Andel Serie C C-4500	20,00	0,60	20,60

Cuadro nº 17

Relación de materiales para presupuesto - Armados

Proyecto: Cálculos apoyo nuevo en traza existente

Los apoyos normalizados Andel que figuran en este cuadro se han seleccionado en base a su resistencia mecánica superior en muchos casos a los esfuerzos nominales de la especificación AENOR EA 0015:2003, por lo tanto esta selección no es directamente aplicable a apoyos de la misma denominación UNESA de otros fabricantes.

Cantidad	Armado y cruceta elegida						
	Armado base	Referenc. armado	Longitud crucetas m	Separación crucetas m	Separación conductores m	Referencia cruceta	Cruceta tipo
2	Tresbolillo	TB-12	1,50	1,20	2,40	TB-U60-150	ASC-15
1	Tresbolillo	TB-18	1,50	1,80	3,50	TB-U60-150	ASC-15
1	Tresbolillo	TB-24	2,50	2,40	4,80	TB-U80-250	ASC-25

Cuadro nº 18

Abaniqueos

Proyecto: Cálculos apoyo nuevo en traza existente

Vano	Separación de fases						Montajes elegidos	
	En el vano		Apoyo izquierdo		Apoyo derecho		Apoyo izquierdo	Apoyo derecho
	Necesaria (m)	Mínima (m)	Cálculo (m)	Necesaria (m)	Cálculo (m)	Necesaria (m)		

Cuadro nº 19

Cálculo de eolovanos y gravivanos

Proyecto: Cálculos apoyo nuevo en traza existente
Esfuerzos por fase.

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Cota apoyo m	Altura libre m	Desn. poster. m	Vano poster. m	Tipo de condu.	Eolo-vano m	1ª Hipótesis viento			2ª Hipótesis						Hipótesis de flecha mínima		
									Gravi. m	P.ver. daN	Tense daN	Hielo			Hielo+Viento			Gravi. m	P.ver. daN	Tense daN
												Gravi. m	P.ver. daN	Tense daN	Gravi. m	P.ver. daN	Tense daN			
1	P. Línea	—	54,00	10,23	5,71	143,3	Fase	71,66	61,19	36,49	512,04	—	—	—	—	—	—	20,46	3,75	235,55
2	Estrel.	—	60,00	9,94	23,76	40,6	Fase	91,96	14,48	8,61	345,82	—	—	—	—	—	—	—	—	269,72
3	Estrel.	—	72,00	21,70	1,37	317,0	Fase	178,80	265,62	159,17	506,71	—	—	—	—	—	—	993,29	190,62	167,59
4	F. Línea	—	77,00	18,07	—	—	Fase	158,50	162,14	97,20	—	—	—	—	—	—	—	159,71	29,42	—

Cuadro nº 20

Cálculo de puesta a tierra

Proyecto: Cálculos apoyo nuevo en traza existente

Apoyo nº	Tipo	Corriente de Falta A	Tensión de puesta a tierra V	Resis. de puesta a tierra		Tensiones de contacto				Tensiones de paso				Tensiones de paso en el acceso				Medidas correctoras adoptadas
				Coef. de resisten. Ohm/(Ohm*m)	Valor Ohm	Coef. de t. contac. V/(Ohm*m)	Tensión Reglam. V	T. cálculo apoyo V	Diseño válido	Coef. de t. paso V/(Ohm*m)	Tensión Reglam. V	T. cálculo apoyo V	Diseño válido	Coef. de t.p.acc. V/(Ohm*m)	Tensión Reglam. V	T. cálculo apoyo V	Diseño válido	
1	P. Línea	30,88	736,30	0,07947	23,84	0,06398	499,80	3471,67	Incorr.	0,01232	42840,00	668,70	Correc.	0,06398	26520	3471,67	Correc.	Sin adoptar
2	Estrel.	41,38	986,60	0,07947	23,84	0,06398	499,80	3471,67	Incorr.	0,01232	42840,00	668,70	Correc.	0,06398	26520	3471,67	Correc.	Sin adoptar
3	Estrel.	69,88	1260,07	0,06011	18,03	0,04551	499,80	2716,76	Incorr.	0,00940	42840,00	560,85	Correc.	0,04551	26520	2716,76	Correc.	Sin adoptar
4	F. Línea	65,65	1468,97	0,07458	22,37	0,06015	499,80	3340,46	Incorr.	0,01163	42840,00	645,70	Correc.	0,06015	26520	3340,46	Correc.	Sin adoptar

Cuadro nº 25

Cálculo de distancias a partes metálicas

Proyecto: Cálculos apoyo nuevo en traza existente

Apoyo nº	Tipo	Apoyos de ángulo					Apoyos de suspensión							
		Distancia eléctrica (del) m	Distancia latiguillo cru. inf m	Distancia lat. cruc. inf. vien. m	Distancia latiguillo cabeza m	Ángulo mínimo posible (Sexa.)	Ángulo apoyo (Sexa.)	Ángulo desviación cadena máximo °	Ángulo desviación apoyo °	Distancia cruceta inferior m	Distancia cruceta superior m	Distancia a cabeza m		

Cuadro nº 1

Cálculo de conductores de fase - tensiones reglamentarias

Proyecto: Nuevo trazado
Tensiones en daN - Flechas en m

Zona A						Zona B						Zona C												
-5°C+V(120km/h)						-10°C+V(120km/h), -15°C+H						-15°C+V(120km/h), -20°C+H												
Tramo	Conductor	Zona	Vano (m)	Desnivel (m)	Vano Reg. (m)	Const. Caten. (m)	E.D.S.			T.H.F. %	Tensiones y Flechas													
							Calc.	Valor máxi.	Temp.		T.máxima viento		T.máxima hielo		T.máxima hielo+viento		T.Viento 1/2 (120km/h)		15°C+V (120km/h)		0°C+H		70°C	
							%	%	°C		T (daN)	T (daN)	T (daN)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	
1- 2	LA-56	A	185	9,81	185	759	10,99	15,00	15	12,41	515	—	—	331	479	5,34	—	—	141	5,65				
2- 3	LA-56	A	41	1,86	41	292	11,21	15,00	15	20,00	388	—	—	346	285	0,44	—	—	54	0,72				

Cuadro nº 4

Cálculo de conductores de fase - tabla de tendido nº 1

Sección del conductor 54,60mm²
Proyecto: Nuevo trazado
Tensiones en daN - Flechas en m

Tramo	Conductor	Zona	Vano (m)	Desnivel (m)	Vano Regulación (m)	Tensiones y Flechas											
						-5°C		0°C		5°C		10°C		15°C		20°C	
						T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
1- 2	LA-56	A	184,82	9,81	185,00	203	3,92	196	4,05	190	4,18	185	4,30	179	4,42	175	4,55
2- 3	LA-56	A	40,77	1,86	41,00	327	0,12	288	0,14	251	0,16	216	0,18	183	0,21	154	0,25

Cuadro nº 4

Cálculo de conductores de fase - tabla de tendido nº 2

Sección del conductor 54,60mm²
Proyecto: Nuevo trazado
Tensiones en daN - Flechas en m

Tramo	Conductor	Zona	Vano (m)	Desnivel (m)	Vano Regulación (m)	Tensiones y Flechas											
						25°C		30°C		35°C		40°C		45°C		50°C	
						T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
1- 2	LA-56	A	184,82	9,81	185,00	170	4,66	166	4,78	162	4,90	159	5,01	155	5,12	152	5,23
2- 3	LA-56	A	40,77	1,86	41,00	131	0,30	112	0,35	97	0,40	86	0,45	78	0,50	71	0,55

Cuadro nº 4 Cálculo de conductores de fase - tabla de tendido nº 3

Sección del conductor 54,60mm²

Proyecto: Nuevo trazado

Tensiones en daN - Flechas en m

Tramo	Conductor	Zona	Vano (m)	Desnivel (m)	Vano Regulación (m)	Tensiones y Flechas							
						55°C		60°C		65°C		70°C	
						T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
1- 2	LA-56	A	184,82	9,81	185,00	149	5,34	146	5,44	143	5,55	141	5,65
2- 3	LA-56	A	40,77	1,86	41,00	65	0,60	61	0,64	57	0,68	54	0,72

Cuadro nº 7 Cálculo de apoyos nº1

Proyecto: Nuevo trazado

Esfuerzos por fase.

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coeficien. de seguridad	Conduct.	1ª Hipótesis Viento			2ª Hipótesis						3ª Hipótesis Desequilibrio de tracciones			4ª Hipótesis Rotura de conductores								
					Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Hielo			Hielo+Viento			Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Fases no afectadas			Fases afectadas			Esf.tor. aplica. daN		
								Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN				Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN			
1	P. Línea	—	N	Fase	11	58	515	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	515	—	—	—	515	
2	Áng-Anc	163	N	Fase	29	254	—	—	—	—	—	—	—	—	—	29	181	257	29	181	—	14	90	510	510
3	F. Línea	—	N	Fase	12	17	388	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	388

Cuadro nº 7 Cálculo de apoyos nº2

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo	Coeficien. de seguridad	Alt. cond. en perfil necesaria m	Altura conductor real m	Desviaci. cadena	Flecha máxima m	Separaci. conduct. m	Contrape. daN	Coeficientes L, N, S		
										Semi suma vanos L	Diferencia tangentes N	Coeficiente ángulo S
1	P. Línea	—	N	10,17	10,88	—	5,65	1,73	—	92,50	0,053	—
2	Áng-Anc	163	N	14,81	11,26	—	5,65	1,73	—	113,00	0,008	0,296
3	F. Línea	—	N	9,01	11,32	—	0,72	0,74	—	20,50	-0,045	—

Cuadro nº 9 Elección de apoyos

Proyecto: Nuevo trazado
Esfuerzos por fase.

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Altura libre m	Monta. y sep. condu.	Esfuerzo por fase y tierra					Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo						Utiliza. del apoyo %	Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m												
							Hipót.	Condu.	Esfuerzo				Hipót.	Coe. seg. apo.	Coe. seg. real	Condu.	Esfuerzo																	
									Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN						Vertic. daN	Trans. daN					Longi. daN											
1	P. Línea	—	N	A	10,17	Tres. 1,73	1ª Vien.	Fase	11	58	515	C-4500	1ª Vien.	1,5	2,49	Fase	270	248	1403	33,89	2,40	16,00	10,88											
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—															
							Tie.2	—	—	—	Tie.2		—	—	—	—																		
							2ª Hielo	Fase	—	—	—		2ª Hielo	1,5	—		Fase	—	—	—				—										
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—															
							Tie.2	—	—	—	Tie.2		—	—	—	—																		
							3ª Dese. trac.	Fase	—	—	—		3ª Dese. trac.	1,2	—		Fase	—	—	—				—										
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—															
							Tie.2	—	—	—	Tie.2		—	—	—	61,20																		
							4ª Rotu. cond.	Fase	—	—	515		4ª Rotu. cond.	1,2	1,67		Fase	—	—	842				61,20										
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—															
							Tie.2	—	—	—	Tie.2		—	—	—	—																		
							2	Áng-Anc	163	N	A		14,81	Tres. 1,73	1ª Vien.		Fase	29	254	—				C-2000 Elegido por usuario Altura menor	1ª Vien.	1,5	2,52	Fase	250	770	—	31,90	2,40	16,00
																Tie.1	—	—	—	Tie.1								—	—	—				
															Tie.2	—	—	—	Tie.2	—					—	—	—							
															2ª Hielo	Fase	—	—	—	2ª Hielo					1,5	—		Fase	—	—	—	—		
Tie.1	—	—	—	Tie.1	—	—						—																						
Tie.2	—	—	—	Tie.2	—	—						—			50,97																			
3ª Dese. trac.	Fase	29	181	257	3ª Dese. trac.	1,2						1,79				Fase	250	375	452	50,97														
	Tie.1	—	—	—											Tie.1	—	—	—																
Tie.2	—	—	—	Tie.2	—	—						—			37,08																			
4ª Rotu. cond.	Fase	14/29	90/181	510	4ª Rotu. cond.	1,2						1,96				Fase	250/250	362/362	1345	37,08														
	Tie.1	—	—	—											Tie.1	—	—	—																
Tie.2	—	—	—	Tie.2	—	—						—			—																			

Cuadro nº 9 Elección de apoyos

Proyecto: Nuevo trazado
Esfuerzos por fase.

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Altura libre m	Monta. y sep. condu.	Esfuerzo por fase y tierra			Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo						Utiliza. del apoyo %	Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m																	
							Hipót.	Condu.	Esfuerzo			Hipót.	Coe. seg. apo.	Coe. seg. real	Condu.	Esfuerzo																					
									Vertic. daN		Trans. daN					Longi. daN					Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN														
3	F. Línea	—	N	A	9,01	Hori. 0,74	1ª	Fase	12	17	388	C-4500 No existe torsión	1ª	1,5	2,60	Fase	270	225	1275	26,35	2,50	14,00	11,32														
							Vien.	Tie.1	—	—	—		Vien.	—	—	—	—	—	—					—	—	—	—	—	—	—							
								Tie.2	—	—	—																				Tie.2	—	—	—			
							2ª	Fase	—	—	—		Hielo	1,5	—	Fase	—	—	—					—	—	—	—	—	—	—	—						
								Tie.1	—	—	—						Tie.1	—	—													—					
							Tie.2	—	—	—	Tie.2		—	—	—																						
							3ª	Fase	—	—	—		Dese. trac.	1,2	—	Fase	—	—	—	35,31	—	—	—									—	—	—	—	—	
								Tie.1	—	—	—						Tie.1	—	—																		—
							Tie.2	—	—	—	Tie.2		—	—	—																						
							4ª	Fase	—	—	388		Rotu. cond.	1,2	1,98	Fase	—	—	1100					35,31	—	—	—	—	—	—	—						—
								Tie.1	—	—	—						Tie.1	—	—																		
							Tie.2	—	—	—	Tie.2		—	—	—																						

Cuadro nº 10 Cálculo de cadenas de aisladores

Proyecto: Nuevo trazado

Apoyo nº	Tipo	Cadena adoptada	Cálculo eléctrico		Cálculo mecánico				
			Nivel de aislamiento		Datos para cálculo			Coef. seguridad	
			Apoyo cm/kV	Calculado cm/kV	C. rotura daN	Pesos daN	T. máxima daN	C. normal.	C. anorma.
1	P. Línea	LA56-20kV-ANC-SIM-POL	1,80	3,03	4000	11	515	362,41	7,77
2	Áng-Anc	LA56-20kV-ANC-SIM-POL	1,80	3,03	4000	29	510	139,43	7,85
3	F. Línea	LA56-20kV-ANC-SIM-POL	1,80	3,03	4000	12	388	342,99	10,30

Cuadro nº 11 Cálculo de cimentaciones

Proyecto: Nuevo trazado

Apoyo nº	Tipo	Características de los apoyos			Viento sobre apoyos		Momentos de vuelco				MV Total /MV Real	Coefic. de compr. sibilid. daN/m²	Cimentación				
		Esfuerzo útil daN	Altura sobre terreno		Esfuerzo daN	Altura m	Conductor daNm	Viento sobre apoyos daNm	Total daNm	Total absorbido cimentación daNm			Lado A m	Lado B m	Alto m	Volúmenes	
			Cogolla m	Resulta conduc. m												Excavaci. m³	Hormigón m³
1	P. Línea	4950	13,28	12.08	479	8,81	68772	4225	72997	108652	1,49	12	1,15	1,15	2,72	3,60	3,86
2	Áng-Anc	2481	13,66	12.46	445	8,56	34784	3813	38596	57799	1,50	12	1,10	1,10	2,34	2,83	3,07
3	F. Línea	4500	11,32	11.32	400	7,79	58980	3111	62091	93066	1,50	12	1,05	1,05	2,68	2,95	3,18

Cuadro nº 13 Mediciones según cálculo

Proyecto: Nuevo trazado

1	Excavación para cimentación de apoyos	m ³	9,38
2	Hormigonado para cimentación de apoyos	m ³	10,11
3	Longitud total de la línea	m	227,29
4	Tipo de conductor		LA-56
5	Longitud de conductor	m	681,87
6	Peso total del conductor	kg	128,87
7	Cadenas de amarre de vidrio		0
8	Cadenas de amarre poliméricas		12
9	Cadenas de suspensión de vidrio		0
10	Cadenas de suspensión poliméricas		0
11	Toma de tierra con picas		3
12	Toma de tierra en anillo		0
13	Peso de los apoyos	kg	3269,00
14	Nº de tramos		2
15	Nº vanos de regulación		2
16	Tipo de apoyos (Andel)		Andel Serie C
17	Nº de apoyos a instalar		3
18	Zona de tendido A	m	227,29
19	Zona de tendido B	m	0,00
20	Zona de tendido C	m	0,00
21	Distancia mínima de seguridad adoptada		(V. nº 1) 12,68

Cuadro nº 14 Cálculos eléctricos

Proyecto: Nuevo trazado

Intensidad máxima			Caída de tensión										Potencias máximas		Pérdidas de potencia		
Densidad máxima corriente A/mm ²	Sección conduct. mm ²	Intensid. A	Frecuenc. de la red Hz	Distancia media geométr. mm	Diámetro del conduct. mm	Reactanc. Ohm/km	Resisten. eléctrica conduct. Ohm/km	Tensión de la línea kV	Intensid. de la Línea A	Longitud de la línea km	Factor de potencia	Caída de tensión		Por intensid. máxima kW	Por c.tensión (5%) kW	Valor kW	Porcenta. %
												Valor V	Porcenta. %				
3,651	54,60	199,34	50	3150	9,449	0,424	0,614	20,00	7,2	0,226	0,800	2,10	0,01	5,5	21,5	0,02	0,01

Cuadro nº 15 Apoyos y crucetas normalizadas Andel S. A.

Proyecto: Nuevo trazado

Los apoyos normalizados Andel que figuran en este cuadro se han seleccionado en base a su resistencia mecánica superior en muchos casos a los esfuerzos nominales de la especificación AENOR EA 0015:2003, por lo tanto esta selección no es directamente aplicable a apoyos de la misma denominación UNESA de otros fabricantes.

Apoyo nº	Apoyo elegido				Armado y cruceta elegida						
	Referencia del apoyo según catálogo del fabricante	Altura normaliz. m	Recrecido cabeza m	Altura total m	Armado base	Longitud crucetas m	Referenc. armado	Separación crucetas m	Separación conductores m	Referencia cruceta	Cruceta tipo
1	Andel Serie C C-4500	16,00	—	16,00	Tresbolillo	1,50	TB-12	1,20	2,40	TB-U80-150	ASC-15
2	Andel Serie C C-2000	16,00	—	16,00	Tresbolillo	1,50	TB-12	1,20	2,40	TB-U80-150	ASC-15
3	Andel Serie C C-4500	14,00	—	14,00	Horizontal	2,50	MO	0,00	2,50		

Cuadro nº 16 Relación de materiales para presupuesto - Apoyos

Proyecto: Nuevo trazado

Los apoyos normalizados Andel que figuran en este cuadro se han seleccionado en base a su resistencia mecánica superior en muchos casos a los esfuerzos nominales de la especificación AENOR EA 0015:2003, por lo tanto esta selección no es directamente aplicable a apoyos de la misma denominación UNESA de otros fabricantes.

Cantidad	Apoyo elegido			
	Referencia del apoyo según catálogo del fabricante	Altura normaliz. m	Recrecido cabeza daN	Altura total daN
1	Andel Serie C C-2000	16,00	—	16,00
1	Andel Serie C C-4500	14,00	—	14,00
1	Andel Serie C C-4500	16,00	—	16,00

Cuadro nº 17

Relación de materiales para presupuesto - Armados

Proyecto: Nuevo trazado

Los apoyos normalizados Andel que figuran en este cuadro se han seleccionado en base a su resistencia mecánica superior en muchos casos a los esfuerzos nominales de la especificación AENOR EA 0015:2003, por lo tanto esta selección no es directamente aplicable a apoyos de la misma denominación UNESA de otros fabricantes.

Cantidad	Armado y cruceta elegida						
	Armado base	Referenc. armado	Longitud crucetas m	Separación crucetas m	Separación conductores m	Referencia cruceta	Cruceta tipo
1	Horizontal	MO	2,50	0,00	2,50		
2	Tresbolillo	TB-12	1,50	1,20	2,40	TB-U60-150	ASC-15

Cuadro nº 18

Abaniqueos

Proyecto: Nuevo trazado

Vano	Separación de fases						Montajes elegidos	
	En el vano		Apoyo izquierdo		Apoyo derecho		Apoyo izquierdo	Apoyo derecho
	Necesaria (m)	Mínima (m)	Cálculo (m)	Necesaria (m)	Cálculo (m)	Necesaria (m)		
2	0,74	1,27	1,73	0,00	0,74	0,00	Tresbolillo	Horizontal

Cuadro nº 19

Cálculo de eolovanos y gravivanos

Proyecto: Nuevo trazado
Esfuerzos por fase.

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Cota apoyo m	Altura libre m	Desni. poster. m	Vano poster. m	Tipo de condu.	Eolo-vano m	1ª Hipótesis viento			2ª Hipótesis			Hipótesis de flecha mínima					
									Gravi. m	P.ver. daN	Tense daN	Hielo			Hielo+Viento			Gravi. m	P.ver. daN	Tense daN
												Gravi. m	P.ver. daN	Tense daN	Gravi. m	P.ver. daN	Tense daN			
1	P. Línea	—	59,48	10,17	9,81	184,8	Fase	92,41	78,34	46,79	515,00	—	—	—	—	—	—	34,47	6,38	202,60
2	Áng-Anc	163	64,65	14,81	1,86	40,8	Fase	112,79	117,64	70,32	388,40	—	—	—	—	—	—	90,14	16,78	326,58
3	F. Línea	—	72,31	9,01	—	—	Fase	20,38	50,14	29,94	—	—	—	—	—	—	—	45,37	8,41	—

Cuadro nº 20

Cálculo de puesta a tierra

Proyecto: Nuevo trazado

Apoyo nº	Tipo	Corriente de Falta A	Tensión de puesta a tierra V	Resis. de puesta a tierra		Tensiones de contacto				Tensiones de paso				Tensiones de paso en el acceso				Medidas correctoras adoptadas
				Coef. de resisten. Ohm/(Ohm ² m)	Valor Ohm	Coef. de t. contac. V/(Ohm ² m)	Tensión Reglam. V	T. cálculo apoyo V	Diseño válido	Coef. de t. paso V/(Ohm ² m)	Tensión Reglam. V	T. cálculo apoyo V	Diseño válido	Coef. de t.p.acc. V/(Ohm ² m)	Tensión Reglam. V	T. cálculo apoyo V	Diseño válido	
1	P. Línea	15,78	636,97	0,13457	40,37	0,13110	499,80	5650,76	Incorr.	0,01493	42840,00	643,34	Correc.	0,13110	26520	5650,76	Correc.	Sin adoptar
2	Áng-Anc	19,97	806,20	0,13457	40,37	0,13110	499,80	5650,76	Incorr.	0,01493	42840,00	643,34	Correc.	0,13110	26520	5650,76	Correc.	Sin adoptar
3	F. Línea	+Inf	+Inf	0,13457	40,37	0,13110	499,80	5650,76	Incorr.	0,01493	42840,00	643,34	Correc.	0,13110	26520	5650,76	Correc.	Sin adoptar

Cuadro nº 25

Cálculo de distancias a partes metálicas

Proyecto: Nuevo trazado

Apoyo nº	Tipo	Apoyos de ángulo					Apoyos de suspensión					
		Distancia eléctrica (del) m	Distancia latiguillo cru. inf m	Distancia lat. cruc. inf. vien. m	Distancia latiguillo cabeza m	Ángulo mínimo posible (Sexa.)	Ángulo apoyo (Sexa.)	Ángulo desviación cadena máximo °	Ángulo desviación apoyo °	Distancia cruceta inferior m	Distancia cruceta superior m	Distancia a cabeza m
2	Áng-Anc	0,22	1,15	1,70	2,21	60,52	163,40	—	—	—	—	—