



ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DEL
PRINCIPADO DE ASTURIAS

Plantilla de firmas electrónicas

Firma Colegiado 1

Firma Colegiado 2

Firma Colegiado 3

Firma Colegiado 4

Firma Institución/Colegio 1

Firma Institución/Colegio 2

Firma Institución/Colegio 3

Firma Institución/Colegio 4



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

Habilitación Profesional
Col. nº 06551 JULIAN GARCIA SANCHEZ

2/5
2025

VISADO : 202501012
Validar cogitpa.e-gestion.es [FVSD08Z3UKMSS3MM]



SET GRAITAS 30/220 kV

PROYECTO DE EJECUCIÓN

ENERO 2025



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS
Habilitación Profesional
Col. nº 06551 JULIAN GARCIA SANCHEZ

2/5
2025

VISADO : 202501012
Validar cogitpa.e-gestion.es [FVSD0823UKMSS3MM]



SET GRAITAS 30/220 kV

Índice General
Enero 2025



VISADO : 202501012

Validar cogitpa.e-gestion.es [FVSD0823UKMSS3MM]

2/5
2025

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

Habilitación Profesional

Col. nº 06551 JULIAN GARCIA SANCHEZ



ÍNDICE GENERAL

- DOCUMENTO Nº 01: MEMORIA
 - ANEXO Nº 01: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS
 - ANEXO Nº 02: ESTUDIO GESTIÓN DE RESIDUOS
 - ANEXO Nº 03: ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS
 - ANEXO Nº 04: RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS
- DOCUMENTO Nº 02: PRESUPUESTO
- DOCUMENTO Nº 03: PLANOS
- DOCUMENTO Nº 04: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD
- DOCUMENTO Nº 05: PLIEGO DE CONDICIONES

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS
Habilitación Col. nº 06551 JULIAN GARCIA SANCHEZ
Profesional

25
2025

VISADO : 202501012
Validar cogitpa.e-gestion.es [FVSD0823UKMSS3MW]



SET GRAITAS 30/220 kV

Documento 01: Memoria
Enero 2025

 <p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS Habilitación Profesional Col. nº 06551 JULIAN GARCIA SANCHEZ</p>
2/5 2025
 <p>VISADO : 202501012 Validar cogitpa.e-gestion.es [FVSD0823UKMSS3MW]</p>

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES Y FINALIDAD DE LA INSTALACIÓN	4
2. OBJETO	6
3. PROMOTOR Y TITULAR DE LA INSTALACIÓN	7
4. LEGISLACIÓN Y NORMATIVA APLICABLE	8
4.1. NORMATIVA ESTATAL	8
4.2. NORMATIVA AUTONÓMICA Y LOCAL	9
4.3. CÓDIGOS Y NORMAS	9
5. EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN	10
6. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN	11
6.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN	11
6.2. SISTEMA ELÉCTRICO	11
6.2.1. MAGNITUDES ELÉCTRICAS	11
6.2.2. DISTANCIAS DE SEGURIDAD	12
6.2.3. TENDIDOS DE POSICIÓN	14
6.2.3.1. PIEZAS DE CONEXIÓN	14
6.2.4. CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA	14
6.2.4.1. SISTEMA DE 220 KV	14
6.2.4.1.1. INTERRUPTOR AUTOMÁTICO	15
6.2.4.1.2. SECCIONADOR TRIPOLAR	16
6.2.4.1.3. TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD	17
6.2.4.1.4. TRANSFORMADORES DE TENSIÓN	17
6.2.4.1.5. PARARRAYOS AUTOVÁLVULA	18
6.2.4.2. TRANSFORMADORES DE POTENCIA	18
6.2.4.2.1. REACTANCIA DE PUESTA A TIERRA	19
6.2.4.3. SISTEMA DE 30 KV	20
6.2.4.3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES	20
6.2.4.3.2. INTERRUPTORES	22
6.2.4.3.3. SECCIONADORES	22

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS
Habilitación Profesional
Col. nº 06551 JULIAN GARCIA SANCHEZ

25
2025

VISADO : 202501012
Validar cogitpa.e-gestion.es [FVSD0823UKMSS3MM]



6.2.4.3.4.	TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD	23
6.2.4.3.5.	TRANSFORMADORES DE TENSIÓN	23
6.2.4.3.6.	PARARRAYOS AUTOVÁLVULA.....	24
6.3.	RED DE TIERRAS.....	25
6.3.1.	RED DE TIERRAS INFERIORES	25
6.3.2.	RED DE TIERRAS SUPERIORES	25
6.4.	ESTRUCTURAS METÁLICAS	26
6.4.1.	CARACTERÍSTICAS GENERALES ESTRUCTURA METÁLICA	26
6.4.2.	ESTRUCTURA METÁLICA NECESARIA EN LA INSTALACIÓN.....	27
6.5.	SISTEMAS DE CONTROL Y PROTECCIÓN.....	27
6.5.1.	SISTEMA DE CONTROL.....	27
6.5.2.	SISTEMA DE PROTECCIONES	29
6.5.3.	SISTEMA 30 KV	29
6.5.4.	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	30
6.5.5.	LÍNEA 220 KV.....	30
6.6.	SERVICIOS AUXILIARES.....	31
6.6.1.	SERVICIOS AUXILIARES DE CORRIENTE ALTERNA	31
6.6.2.	SERVICIOS AUXILIARES DE CORRIENTE CONTINUA.....	31
6.6.3.	GRUPO ELECTRÓGENO	32
6.7.	SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES	32
6.7.1.	TELECOMUNICACIONES PARA FUNCIONES DE PROTECCIÓN.....	32
6.7.2.	RED DE FIBRA ÓPTICA EN LA SUBESTACIÓN	32
6.7.3.	TELEGESTIÓN DE PROTECCIONES, SISTEMAS DE TELECONTROL Y EQUIPOS DE COMUNICACIONES.....	33
6.8.	MEDIDA DE ENERGÍA.....	33
6.9.	OBRA CIVIL.....	33
6.9.1.	MOVIMIENTO DE TIERRAS	33
6.9.2.	URBANIZACIÓN	34
6.9.3.	ACCESOS Y VIALES	34
6.9.4.	EDIFICIO DE CONTROL.....	35



6.9.4.1.	CARACTERÍSTICAS GENERALES	35
6.9.4.2.	DESCRIPCIÓN DE SALAS.....	36
6.9.4.3.	INSTALACIÓN DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y FONTANERÍA.....	38
6.9.4.4.	INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO	39
6.9.4.5.	VENTILACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO	39
6.9.5.	CIMENTACIONES DEL APARELLO ELÉCTRICO DE LA SUBESTACIÓN	39
6.9.6.	BANCADA DE LOS TRANSFORMADORES DE POTENCIA.....	40
6.9.7.	RED DE DRENAJE.....	40
6.9.8.	CANALIZACIONES Y CANALES DE CABLES	41
6.9.8.1.	OTRAS CANALIZACIONES	41
6.9.9.	CIERRE PERIMETRAL	42
6.10.	INSTALACIÓN DE ALUMBRADO Y FUERZA.....	43
6.10.1.	ALUMBRADO	43
6.10.1.1.	ALUMBRADO EXTERIOR	43
6.10.1.2.	ALUMBRADO INTERIOR	44
6.10.2.	FUERZA.....	44
6.11.	SISTEMA CONTRA INCENDIOS Y ANTIINTRUSISMO	44
6.11.1.	SISTEMA CONTRA INCENDIOS.....	44
6.11.1.1.	DETECCIÓN Y SISTEMA DE ALARMA.....	45
6.11.1.2.	SEÑALIZACIÓN DE EVACUACIÓN Y MÉTODOS DE PROTECCIÓN.....	45
6.11.1.3.	EXTINTORES	45
6.11.2.	SISTEMA ANTIINTRUSISMO	46
6.12.	RECINTO ON	47
7.	PLAZO DE EJECUCIÓN Y CRONOGRAMA.....	48
8.	CONCLUSIÓN.....	49



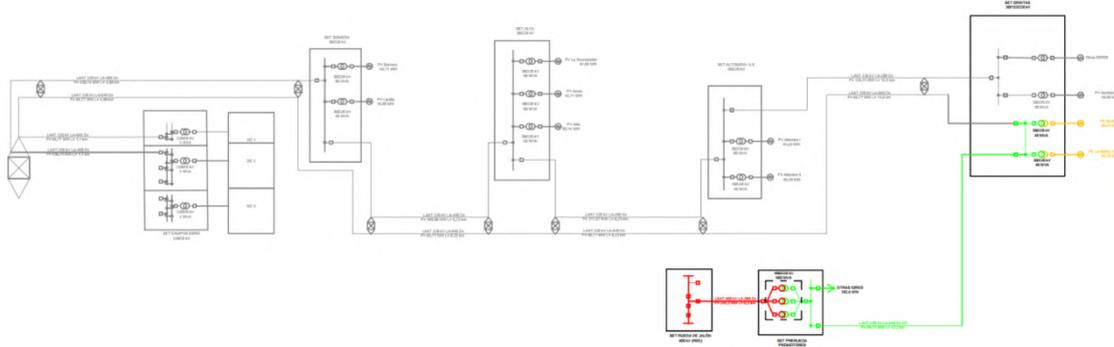
1. ANTECEDENTES Y FINALIDAD DE LA INSTALACIÓN

QUANTUM GLOBAL ASSETS S.L.U es una sociedad que promociona y desarrolla proyectos de energías renovables en toda España y más particularmente en la Comunidad Autónoma de Aragón.

Desarrolla, a través de sus filiales "EMPECINADO I ENERGY S.L.U" y "EL EMPECINADO TWO ENERGY S.L.U", los parques eólicos "Graitas" de 36,42 MW y "La Media Villa" de 30,35 MW respectivamente, ubicados en los términos municipales de Épila y Ricla (provincia de Zaragoza). Estos parques eólicos cuentan con acceso y conexión en modalidad autoconsumo con conexión en posición de generación de la red de transporte en la subestación Rueda de Jalón 400 (REE), que permitirán tanto evacuar la energía a la red de transporte como alimentar a la futura instalación de consumo "Campus Ebro".

La evacuación de los parques eólicos Graitas y La Media Villa comprende las siguientes infraestructuras:

- **La subestación eléctrica Graitas 30/220 kV. (Objeto de este proyecto)**
- La ampliación de la subestación eléctrica Pre-Rueda Promotores 400/220 kV
- La línea aérea 220 kV SET Graitas – SET Ampliación Pre-Rueda Promotores.



Siendo que estos dos parques se ubican en parajes cercanos, se proyectan infraestructuras comunes de evacuación, como la subestación eléctrica "Graitas", al objeto de aprovechar sinergias y así minimizar el posible impacto ambiental que se generaría en el caso de tener que ejecutar infraestructuras de evacuación de forma independiente para cada una de las instalaciones.

Desde la subestación "Graitas" partirán:

- La línea de evacuación "SET Graitas – SET Ampliación Pre-Rueda Promotores" hasta la subestación colectora "Ampliación Pre-Rueda Promotores", Desde allí partirá una línea de 400kV que recogerá también la energía proveniente del resto de proyectos con conexión otorgada en el nudo hasta la subestación de la red de transporte "Rueda de Jalón 400", propiedad de Red Eléctrica de España. Dicha línea de evacuación y la subestación "Pre-Rueda Promotores" ya han sido autorizadas.



- Una futura línea de evacuación "SET Graitas – SET Campus Ebro" hasta la subestación eléctrica "Campus Ebro", que también recogerá la energía proveniente de los mencionados parques eólicos. Tanto esta línea como la subestación "Campus Ebro" serán objeto de otro expediente y transformará el nivel de tensión de la energía procedente para alimentar el futuro campus de centros de procesamiento de datos "Ebro" ("Campus Ebro")

En la línea de lo anteriormente expuesto, la propuesta de realización de infraestructuras comunes de evacuación para varias instalaciones tiene una serie de ventajas, que quedan resumidas a continuación:

- Se reducen sustancialmente las infraestructuras de nueva construcción, tanto líneas eléctricas como subestaciones, al aplicar el criterio de utilizar, en la medida de lo posible, una misma instalación de evacuación para varias instalaciones.
- Se tiene un menor coste de inversión inicial, tanto en el volumen general como en la inversión individual por instalación.
- Así mismo, minimiza los costes de mantenimiento posterior de las instalaciones.
- Se minimizan las pérdidas de energía, optimizando el aprovechamiento de los recursos naturales.
- Facilita la tramitación administrativa de las infraestructuras al tratarse de una sola instalación a legalizar.
- Maximiza el aprovechamiento de las infraestructuras de conexión a la red de transporte ya existentes.
- Implica un menor impacto ambiental y una mayor receptividad social hacia las infraestructuras a construir.

Por todo ello, y en línea con la positiva valoración que la administración tiene de estas soluciones conjuntas, se ha optado por ella en detrimento de proyectar infraestructuras individuales de la energía generada por cada parque.



2. OBJETO

El objeto del presente proyecto "SET Graitas 30/220 kV", ubicada en el término municipal de Épila (provincia de Zaragoza), es definir la infraestructura eléctrica necesaria para la evacuación de la energía generada por los parques eólicos "Graitas" y "La Media Villa" que están proyectados en la zona.

El Proyecto consiste en la definición de una subestación eléctrica de transformación para la evacuación de la energía generada por los nuevos parques eólicos proyectados, objeto de otro proyecto. Para la evacuación de los nuevos parques eólicos, se proyecta una nueva subestación con transformación 220/30 kV.

Toda la potencia producida por los parques "Graitas" y "La Media Villa", recogida por la subestación "Graitas", será evacuada a través de las líneas de 220 kV "LAAT 220 kV SET Graitas – SET Ampliación Pre-Rueda Promotores 400/220 kV": para el vertido a la red de transporte de la energía generada excedentaria producida por los parques eólicos y "LAAT 220 kV Autoconsumo SET Graitas – SET Campus Ebro": para el transporte de la energía generada por los parques eólicos vinculados y necesaria para el autoconsumo del centro de procesamiento de datos "Campus Ebro", objeto de otros proyectos.

Los niveles de tensión de la subestación son 220 kV (embarrado y posiciones de línea de salida a "SET Ampliación Pre-Rueda Promotores" y a "SET Campus Ebro"), y 30 kV (evacuación de los parques eólicos). En el proyecto de la subestación se incluyen las instalaciones y servicios auxiliares necesarios para su correcto funcionamiento.

Todas las obras que aquí se definen, se proyectan adaptándose a los Reglamentos Técnicos vigentes y demás normas reguladoras de este tipo de instalaciones, en particular el R.D. 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.



3. PROMOTOR Y TITULAR DE LA INSTALACIÓN

Las entidades promotoras de la instalación objeto del presente Proyecto son las siguientes sociedades mercantiles:

- **EMPECINADO I ENERGY S.L.U.**

CIF B88442652

Paseo Club Deportivo 1, edificio 13

28223 Pozuelo de Alarcón, Madrid (España)

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS
Habilitación Profesional
Col. nº 06551 JULIAN GARCIA SANCHEZ

25
2025

VISADO : 202501012

Validar cogitpa.e-gestion.es [FVSD08Z3UKMSS3MM]



4. LEGISLACIÓN Y NORMATIVA APLICABLE

El Proyecto de Ejecución ha sido redactado de acuerdo a lo preceptuado en la siguiente Normativa y Reglamentación de Instalaciones de Alta Tensión:

4.1. NORMATIVA ESTATAL

- Ley 24/2013 de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico (B.O.E. 27 de diciembre de 2013).
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (B.O.E. de 27 de diciembre de 2000).
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09 (Aprobado por Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero B.O.E. núm. 68 de 19 de marzo de 2008).
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC - RAT 01 a 23 (Aprobado por Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo. B.O.E. 9-06-14).
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT 01 a BT 51. Aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, del Ministerio de Ciencia y Tecnología (B.O.E. de 18-09-2002).
- Real Decreto 1048/2013, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de distribución de energía eléctrica.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental.
- Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.
- Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido. Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental.
- 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 1038/2012, de 6 de julio, por el que se modifica el 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.
- Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios (RIPCI), aprobado por Real Decreto 1942/1993, y Orden de 16 de abril de 1998 sobre Normas de Procedimiento y Desarrollo del mismo.

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

Habilitación Profesional

Col. nº 06551 JULIAN GARCIA SANCHEZ

25
2025

VISADO : 202501012
Validar cogitpa.e-gestion.es [FVSD0823UKMSS3MMJ]



- Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales (RSCIEI), aprobado por Real Decreto 2267/2004.
- Normas UNE de obligado cumplimiento.
- Código Técnico de la Edificación (CTE), aprobado por Real Decreto 314/2006.
- Condicionados que puedan ser emitidos por Organismos afectados por las instalaciones.

La normativa descrita se enmarca en la legislación básica del Estado, correspondiendo a las comunidades autónomas en el ejercicio de sus competencias el desarrollo del marco normativo aplicable a las instalaciones eléctricas que les corresponda autorizar.

4.2. NORMATIVA AUTONÓMICA Y LOCAL

- Condicionados que puedan ser emitidos por Organismos afectados por las instalaciones.

4.3. CÓDIGOS Y NORMAS

La aparataje y equipos asociados serán diseñados, construidos, probados, ensayados y montados de acuerdo con:

- CEI 480 Guía para la prueba del gas SF₆ empleado en equipos eléctricos.
- CEI 694 Cláusulas comunes para las normas de aparataje de AT.
- CEI 56 Interruptores de AT.
- CEI 129 Seccionadores de c.a. y seccionadores de puesta a tierra.
- CEI 185 Transformadores de intensidad.
- CEI 186 Transformadores de tensión.

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS



Habilitación Profesional Col. nº 06651 JULIAN GARCIA SANCHEZ

2/5
2025

VISADO : 202501012
Validar cogitpa.e-gestion.es [FVSD0823UKMSS3MM]



5. EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN

La **Subestación SET GRAITAS 30/220 kV** estará ubicada en el **Término Municipal de Épila**, provincia de Zaragoza. Ocupa una superficie total aproximada de **23.817 m²** y las coordenadas aproximadas de los vértices del cerramiento son (ETRS 89 HUSO 30):

Vértice	Coordenada X	Coordenada Y
A	634.815,01	4.603.807,57
B	634.841,35	4.603.917,34
C	634.635,21	4.603.964,59
D	634.610,00	4.603.854,45

En el anteproyecto se incluye una huella de 100 m², para ampliaciones futuras.

La Subestación SET GRAITAS 30/220 kV permitirá el suministro al centro de datos alimentado desde la SET CAMPUS EBRO mediante autoconsumo con excedentes y sin excedentes. El presente proyecto tiene por alcance únicamente la evacuación con excedentes, aunque en los planos se muestra el espacio y la aparamenta reservados para la alimentación sin excedentes mencionada.

Los datos catastrales asociados al emplazamiento de la subestación se recogen en la tabla mostrada a continuación:

Municipio	Provincia	Ref. Catastral	Polígono	Parcela
Épila	Zaragoza	50099A046000010000WD	46	1

El acceso a la subestación se realiza desde un nuevo vial que comunica con la carretera nacional A-121, a través de dos caminos, uno comienza en las coordenadas aproximadas X: 634.568,55, Y: 4.603.930,57 (ETRS 89 HUSO 30) y el otro comienza en las coordenadas aproximadas X: 634.571,21, Y: 4.603.873,62 (ETRS 89 HUSO 30), Término Municipal de Épila, provincia de Zaragoza.

El emplazamiento y acceso de la instalación quedan recogidos en los planos de situación y ubicación adjuntos, en el *Documento 03 "Planos"* del presente proyecto. En el mismo documento se incluyen un plano catastral y un plano de interconexión con las instalaciones de transporte y distribución adyacentes.



6. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La nueva Subestación SET GRAITAS 30/220 kV constará de las instalaciones que a continuación se describen, según puede verse en el esquema unifilar y en los planos de implantación recogidos en el Documento 03 "Planos" del presente proyecto.

6.1. Características Generales de la Instalación

La subestación SET GRAITAS 30/220 kV está situada en el Término Municipal de Épila, provincia de Zaragoza.

Atendiendo a las características ambientales del emplazamiento seleccionado, esta instalación se realiza con tecnología convencional con aislamiento en aire, con una configuración simple barra, dos posiciones de trafo y dos posiciones de línea.

Las condiciones ambientales del emplazamiento son las siguientes:

- Altura media sobre el nivel del mar: +430,84 msnm
- Tipo de Zona: A (Según R. L. A. T.)
- Temperaturas extremas: -2°C /+37°C
- Contaminación ambiental: II Fuerte.
- Nivel de aislamiento: 25 mm/kV

Para el cálculo de la sobrecarga del viento, se considerará viento horizontal con velocidad de 140 km/h.

Se adoptarán sobrecargas correspondientes a Zona A, según RAT.

El proyecto considerará para el diseño una intensidad de cortocircuito de corta duración de 40 kA.

6.2. Sistema Eléctrico

6.2.1. Magnitudes Eléctricas

Las magnitudes eléctricas básicas de diseño adoptadas son:

- Tensión nominal 220 kV
- Tensión más elevada para el material 245 kV
- Neutro Rígido a tierra
- Intensidad de cortocircuito trifásico (valor eficaz) 40 kA
- Tiempo de extinción de la falta 0,5 seg



- Nivel de aislamiento:
 - Tensión soportada a impulso tipo maniobra 460 kV
 - Tensión soportada a impulso tipo rayo 1050 kV
 - Línea de fuga mínima para aisladores 6125 mm

6.2.2. Distancias de Seguridad

Los niveles de aislamiento que se han adoptado, tanto para aparatos como para las distancias en el aire, según viene especificados en el "Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión" en su ITC – RAT 12, son los siguientes:

- En 220 kV, que corresponde a un valor normalizado de tensión más elevada para el material de 245 kV, se adopta el nivel de aislamiento nominal máximo, que soporta 1050 kV de cresta a impulso tipo rayo y 460 kV eficaces a frecuencia industrial durante un minuto.

El vigente "Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión" en su ITC - RAT 12, especifica las normas a seguir para la fijación de las distancias mínimas a puntos en tensión.

Los niveles de aislamiento asociados con los valores normalizados de la tensión más elevada para materiales del grupo B de acuerdo con los niveles de tensión según ITC-RAT 12, serán:

Tensión más elevada para el material (Um) kV eficaces	Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo (kV cresta)	Tensión soportada impulsos tipo maniobra (fase a tierra)
245	1050	460

La altitud de la instalación es inferior de 1.000 m (cota +430,81 m sobre el nivel del mar), por lo tanto, las distancias mínimas no tendrán el factor de corrección por altura.

Distancias en pasillos de servicios y zonas de protección:

Según la instrucción ITC – RAT 15, punto 4.1.2., los elementos en tensión no protegidos que se encuentren sobre los pasillos deberán estar a una altura mínima H sobre el suelo, medida en centímetros, igual a $H = 250 + d$, siendo "d" la distancia expresada en centímetros de las tablas 1, 2 y 3 de la ITC – RAT 12, dadas en función de la tensión soportada nominal a impulsos tipo rayo para la instalación.

- Para 220 kV, tabla 2 (ITC – RAT 12), $d = 210$ cm. Por lo tanto:

$$H = 250 + 210 = 460 \text{ cm}$$



La interconexión entre aparatos se situará a una altura de 460 cm sobre el suelo, cumpliéndose, por tanto, la exigencia mencionada anteriormente.

- Por otra parte, todos los elementos en tensión en las zonas accesibles, están situados a una altura sobre el suelo superior a 230 cm, considerando en tensión la línea de contacto del aislador con su zócalo o soporte, si éste se encuentra puesto a tierra, cumpliendo de esta forma lo indicado en la instrucción ITC – RAT 15, punto 4.1.5.

Según la instrucción ITC – RAT 14 punto 6.1.1 e ITC – RAT 15 punto 4.1.1, tanto en instalaciones de interior como de exterior, la anchura de los pasillos de servicio tiene que ser suficiente para permitir la fácil maniobra e inspección de las instalaciones, así como el libre movimiento por los mismos de las personas y el transporte de los aparatos en las operaciones de montaje o revisión de los mismos.

Esta anchura no será inferior a la que a continuación se indica:

- Pasillos de maniobra con elementos en tensión a un solo lado: 1,0 m.
- Pasillos de maniobra con elementos en tensión a ambos lados: 1,2 m.
- Pasillos de inspección con elementos en tensión a un solo lado: 0,8 m.
- Pasillos de inspección con elementos en tensión a ambos lados: 1,0 m.

Distancias en zonas de protección contra contactos accidentales desde el exterior del recinto de la instalación:

Según la instrucción ITC – RAT 15 punto 4.3.1, para cierres de enrejado de altura $K \geq 220$ cm, en este caso, la distancia en horizontal entre el cerramiento y las zonas en tensión debe ser superior a:

$$G = d + 150 = 210 + 150 = 360 \text{ cm}$$

Distancia que se cumple, según puede verse en el plano de Implantación y Secciones incluido en el Documento 03 "Planos".

Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico RD 614/2001:

Según la Tabla 1, "Distancias límites de las zonas de trabajo del R.D. 614/2001", los valores de D_{PEL-1} (distancia en cm hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando exista riesgo de sobretensión por rayo) para niveles de tensión de 220 kV serán de 260 cm. Los elementos en tensión no protegidos, que se encuentren sobre los pasillos, deberán estar a una altura mínima sobre el suelo:

$$H = 250 + D_{PEL-1} + 10 \text{ (Margen de Seguridad)} = 250 + 260 + 10 = 520 \text{ cm}$$



6.2.3. Tendidos de Posición

La conexión de la mayor parte de aparatos se realizará con conductor de aluminio con alma de acero, a una altura mínima de 4,6 m y una distancia entre fases de 4 m, con las siguientes características:

El cable será tipo GULL (337-AL1/44-ST1A), de 25,38 mm de diámetro, equivalente a 381 mm² de sección nominal, que admite un paso de corriente permanente de 712 A.

El amarre de las conexiones tendidas a los pórticos se realizará mediante cadenas de aisladores de vidrio y contempladas con la piecería adecuada.

La unión entre conductores y entre éstos y el aparellaje se realizará mediante piezas de conexión provistas de tornillos de diseño embutido, y fabricadas según la técnica de la masa anódica.

6.2.3.1. Piezas de conexión

Las uniones entre bornas de la aparamenta y conductores se realizarán mediante piezas de aleación de aluminio, de geometría adecuada y diseñadas para soportar las intensidades permanentes y de corta duración previstas sin que existan calentamientos localizados. Su tornillería será de acero inoxidable y quedará embutida en la pieza para evitar altos gradientes de tensión.

6.2.4. Características de la Aparamenta

6.2.4.1. Sistema de 220 kV

Aparellaje:

El aparellaje de intemperie es el siguiente:

- Posición de transformador (2):
 - Tres (3) pararrayos autoválvulas.
 - Tres (3) interruptores automáticos unipolares de corte en SF₆.
 - Tres (3) transformadores de intensidad.
 - Un (1) seccionador tripolar de conexión de barras.
- Posición de barras (1):
 - Tres (3) transformadores de tensión inductivos, uno (1) por fase.
 - Un (1) embarrado con tubo de aleación de aluminio.



- Posición de línea (2):
 - Un (1) seccionador tripolar de conexión de barras.
 - Tres (3) transformadores de intensidad.
 - Tres (3) interruptores automáticos unipolares de corte en SF₆.
 - Un (1) seccionador tripolar con cuchillas de puesta a tierra para conexión a línea.
 - Tres (3) transformadores de tensión inductivos.
 - Tres (3) pararrayos autoválvulas.

6.2.4.1.1. Interruptor automático

Para la apertura y cierre de los circuitos con carga y cortocircuito se ha previsto la instalación de interruptor automático unipolar, con cámara de corte en SF₆, de servicio exterior. Se instalarán doce (12) interruptores.

Las características principales son:

- Tensión de aislamiento asignada 245 kV
- Tensión de servicio nominal 220 kV
- Frecuencia 50 Hz
- Intensidad asignada de servicio continuo 2.000 A
- Intensidad de cortocircuito asignado 40 kA
- Tensión de ensayo 1 minuto 50 Hz 460 kV
- Tensión de ensayo a impulso tipo rayo onda 1,2/50 μ s 1050 kV
- Duración nominal de la corriente de cortocircuito 3 s
- Tensión de motor y mando 125 Vcc

Estará diseñado para efectuar reenganches rápidos a través de equipos de reenganche externos al control propio del interruptor.

La cámara de extinción de los interruptores es de gas SF₆ con autosoplado.

Estará montado sobre un chasis y accionado con un mando motorizado a resortes.

La cámara de hexafluoruro debe ser estanca, garantizando, a interruptor abierto, un aislamiento de 1,2 p.u. de la tensión nominal entrada-salida del interruptor en 50 Hz a presión atmosférica. Irá equipado con un manodensostato que indique la presión de SF₆, compensado en temperatura.



6.2.4.1.2. Seccionador Tripolar

Será del tipo rotativo de tres columnas por polo, doble apertura lateral y mando motorizado.

El seccionador es tripolar de intemperie y está formado por tres polos independientes, montados sobre una estructura común.

Cada fase consta de tres columnas de aisladores. Las dos laterales son fijas y en su extremo superior llevan el contacto fijo y toma de corriente, mientras que, la columna central es giratoria, y en ella va montada la cuchilla realizando dos rupturas por fase.

El accionamiento en las tres columnas rotativas se hace simultáneo con un mando único, mediante un sistema articulado de tirantes de tubo, ajustados, que permiten que la maniobra de cierre y apertura en las tres fases esté sincronizada.

El seccionador instalado va provisto de unas cuchillas de puesta a tierra, con mando motorizado independiente y enclavamiento mecánico que impide cualquier maniobra estando las cuchillas principales cerradas.

El accionamiento será eléctrico y se instalará telemando y telecontrolado.

Las características técnicas principales de estos seccionadores son las siguientes:

- Tensión de aislamiento asignada 245 kV
- Tensión de servicio nominal 220 kV
- Nivel de aislamiento a tierra y entre polos:
 - Tensión de ensayo a 50 Hz 1 minuto 460 kV
 - Tensión de ensayo a impulso tipo rayo onda 1,2/50 μ s 1050 kV (val. cresta)
- Nivel de aislamiento sobre la distancia de seccionamiento:
 - Tensión de ensayo a 50 Hz 1 minuto 530 kV
 - Tensión de ensayo a impulso tipo rayo onda 1,2/50 μ s 1200 kV (val. cresta)
- Intensidad asignada de servicio continuo 2.000 A
- Intensidad admisible de corta duración (1 s) 40 kA (val. eficaz)
- Intensidad admisible (valor de cresta) 100 kA
- Tensión de motor y mando 125 Vcc

Se instalarán dos (2) seccionadores tripolares rotativos de tres columnas con cuchillas de puesta a tierra para las posiciones de líneas y (4) seccionadores tripolares de conexión de barras.



6.2.4.1.3. Transformadores de intensidad

Las características principales de estos transformadores de intensidad son las siguientes:

- Tensión de aislamiento asignada 245 kV
- Tensión de servicio nominal 220 kV
- Intensidad de cortocircuito simétrico 40 kA
- Relación de transformación:
 - Posiciones de trafo 100-200/5-5-5-5 A
 - Posición de línea 150-300/5-5-5-5 A
- Potencias y clases de precisión:
 - Arrollamiento de medida fiscal 15 VA Cl. 0,2s
 - Arrollamiento de protección 1 30 VA Cl. 5P20
 - Arrollamiento de protección 2 30 VA Cl. 5P20
 - Arrollamiento de medida local 50 VA 0,5
- Tensión de ensayo a frecuencia industrial
 - durante 1 minuto, sobre el arrollamiento primario 460 kV
- Tensión de ensayo a impulso tipo rayo onda 1,2/50 μ s 1050 kV (val. cresta)
- Intensidad límite térmica nominal 1,2 x In primaria

En total se instalarán seis (6) transformadores de intensidad de relación 100-200/5-5-5-5 A y seis (6) transformadores de intensidad de relación 150-300/5-5-5-5 A.

6.2.4.1.4. Transformadores de tensión

Para alimentar los diversos aparatos de medida y protección de circuitos de 220 kV se ha previsto la instalación de transformadores de tensión inductivos de intemperie cuyas características eléctricas más esenciales son:

- Frecuencia 50 Hz
- Tensión de aislamiento asignada 245 kV
- Tensión de servicio nominal 220 kV
- Relación de transformación:
 - Primer arrollamiento $220/\sqrt{3} : 0,110/\sqrt{3}$ kV
 - Segundo arrollamiento $220/\sqrt{3} : 0,110/\sqrt{3}$ kV



- Tercer arrollamiento $220/\sqrt{3} : 0,110/\sqrt{3}$ kV
- Potencias y clase de precisión (de potencias simultáneas):
 - Arrollamiento de medida 25 VA Cl. 0,2
 - Arrollamiento protección 1 25 VA Cl. 3P
 - Arrollamiento protección 2 25 VA Cl.3P
 - Arrollamiento ferresonancia 50 VA Cl 3
- Tensión de ensayo a frecuencia industrial durante 1 min 460 kV
- Tensión de ensayo a impulso tipo rayo onda 1,2/50 μ s 1050 kV

El número total de transformadores de tensión inductivos a instalar es de nueve (9). Disponiendo seis (6) de ellos en posiciones de línea y tres (3) en barras principales.

6.2.4.1.5. Pararrayos autoválvula

Para proteger la instalación contra las sobretensiones de origen atmosférico, o las que por cualquier otra causa pudieran producirse, se ha proyectado el montaje de doce (12) pararrayos conectados en derivación, con contador de descargas.

- Tensión nominal pararrayos 220 kV
- Tensión de servicio continuo (Uc) 135 kV
- Tensión asignada(Ur) 170 kV
- Intensidad nominal de descarga (onda 8/20 μ s) 10 kA
- Clase de descarga 2

6.2.4.2. Transformadores de Potencia

Para la transformación de 30/220 kV se ha previsto el montaje de dos (2) transformadores de potencia, trifásicos en baño de aceite, tipo intemperie.

Las características técnicas y constructivas esenciales de cada transformador son:

- Tipo transformador Trifásico intemperie
- Relación de transformación 30.000/220.000 V
- Grupo de conexión YNd11
- Potencia nominal:
 - Potencia nominal TR1 30/40 MVA



- Potencia nominal TR2 33,75/45 MVA
- Refrigeración ONAN/ONAF
- Tipo de servicio Continuo exterior
- Frecuencia 50 Hz

Los transformadores van provistos de regulación de tensión en carga accionada por motor mediante varias tomas situadas en el devanado secundario (220 kV).

Las protecciones propias del transformador constan del siguiente equipamiento:

- Relé Buchholz (63B) de dos flotadores con contactos de alarma y disparo.
- Relé Buchholz Jansen (63RS) con contacto de disparo.
- Nivel de aceite del transformador (63NT) con dos contactos de alarma, máximo y mínimo.
- Nivel de aceite del regulador (63NR) con dos contactos de alarma, máximo y mínimo.
- Termostato con contacto de alarma de temperatura 1º nivel.
- Termómetro de contacto (26) indicador de temperatura del aceite del transformador con cuatro contactos ajustables, dos destinados al control de la refrigeración y otro a la alarma de temperatura 2º nivel.
- Sonda indicadora de temperatura del transformador tipo PT-100.
- Relé térmico (49).

6.2.4.2.1. Reactancia de puesta a tierra

En la salida de media tensión de cada transformador de potencia, para generar un neutro artificial por donde se derivará la corriente de defecto a tierra, se proyectará una reactancia de puesta a tierra con las siguientes características:

- Tipo Trifásico intemperie
- Refrigeración ONAN
- Conexión Zig-Zag
- Máxima corriente de falta a tierra (N) 500 A
- Duración máxima de falta a tierra 30 s
- Máxima corriente en régimen continuo 50 A



6.2.4.3. Sistema de 30 kV

Se instalarán dos conjuntos de celdas de 30kV formados por celdas encapsuladas bajo envoltente metálica con aislamiento en gas SF₆ y corte en vacío, de maniobra interior. Se ha adoptado una configuración de simple barra para la evacuación de la energía generada por los Parques Eólicos Graitas y La Media Villa.

Las celdas a instalar según su función son las siguientes:

- Dos (2) celdas para Transformadores de potencia TR1 y TR2.
- Cinco (5) celdas de Línea.
- Dos (2) celdas de medida.
- Una (1) celda para Transformador de SSAA.
- Una (1) celda de reserva.

6.2.4.3.1. Características generales

El sistema de 30 kV tiene una configuración de simple barra y está compuesto por celdas blindadas con aislamiento en SF₆ para instalación en interior formando un módulo de celdas.

En el sistema de celdas la aparamenta se dispone bajo una envoltente metálica blindada con aislamiento en SF₆, tecnología que confiere al sistema una serie de ventajas tales como dimensiones reducidas, insensibilidad contra la contaminación atmosférica y el polvo, además de presentar una alta fiabilidad y disponibilidad.

Las celdas se instalarán agrupadas constituyendo dos conjuntos interconectados pertenecientes a la evacuación de los Parques Eólicos Graitas y La Media Villa. Dichos módulos se ubican en una sala independiente para obtener una sectorización entre las demás estancias del edificio, en aras de prevenir que incidentes en el módulo afecten a otros equipos o zonas de trabajo.

En el Documento 03 "Planos" puede verse la disposición prevista de las celdas en la Subestación.

Las celdas son del tipo "fases agrupadas" y baja presión de trabajo (0,4 bar de presión relativa). Están dotadas de interruptores automáticos y las diferentes funciones de cada circuito están compartimentadas para minimizar la extensión ante cualquier incidente interno, aparte de permitir realizar de forma segura trabajos de mantenimiento sin perturbar el servicio.

Las características eléctricas principales de estas celdas son las siguientes:

- Tensión de aislamiento asignada 36 kV
- Tensión de servicio nominal 30 kV



- Frecuencia 50 Hz
- Intensidad asignada de servicio continuo 2.000 A
- Intensidad de cortocircuito asignado 31,5 kA
- Tensión de ensayo 1 minuto 50 Hz 70 kV
- Tensión de ensayo a impulso tipo rayo onda 1,2/50 μ s 170 kV

Las características constructivas de cada celda son análogas, variando únicamente el aparellaje instalado en cada una de ellas de acuerdo con las necesidades para cada tipo de servicio.

La aparamenta con la que va dotada cada tipo de celda es el siguiente:

- Celda de transformador de potencia (2):
 - Embarrado de 2.000 A.
 - Un interruptor automático SF6 de 2.000 A, 31,5 kA.
 - Un seccionador tripolar de aislamiento barras de tres posiciones, abierto, cerrado y puesta a tierra 2.000 A, 31,5 kA.
 - Tres transformadores de intensidad 500-1.000/5-5-5 A.
- Celda de línea (2):
 - Embarrado de 2.000 A.
 - Un interruptor automático SF6 de 630 A, 31,5 kA.
 - Un seccionador tripolar de aislamiento barras de tres posiciones, abierto, cerrado y puesta a tierra 630 A, 31,5 kA.
 - Tres transformadores de intensidad 300-600/5-5 A.
- Celda de línea (2):
 - Embarrado de 2.000 A.
 - Un interruptor automático SF6 de 400 A, 31,5 kA.
 - Un seccionador tripolar de aislamiento barras de tres posiciones, abierto, cerrado y puesta a tierra 400 A, 31,5 kA.
 - Tres transformadores de intensidad 150-300/5-5 A.
- Celda de línea (1):
 - Embarrado de 2.000 A.
 - Un interruptor automático SF6 de 400 A, 31,5 kA.
 - Un seccionador tripolar de aislamiento barras de tres posiciones, abierto, cerrado y



puesta a tierra 400 A, 31,5 kA.

- Tres transformadores de intensidad 100-200/5-5 A.
- Celda de medida (2):
 - Embarrado de 2.000 A.
 - Tres transformadores de tensión de barras.
 - Tres transformadores de intensidad 500-1.000/5-5-5 A.
- Celda de servicios auxiliares (1):
 - Embarrado de 2.000 A.
 - Un interruptor-seccionador SF6 con fusibles asociados.

6.2.4.3.2. Interruptores

Las características eléctricas de los interruptores que incorporan las celdas son:

- Tensión de aislamiento asignada 36 kV
- Tensión de servicio nominal 30 kV
- Frecuencia 50 Hz
- Intensidad asignada de servicio continuo
 - Derivación celdas de línea L1, L1' 630 A
 - Derivación celdas de línea L2, L2', L3' 400 A
 - Derivación celdas de transformador 2.000 A
- Intensidad de cortocircuito asignado 31,5 kA
- Tensión de ensayo 1 minuto 50 Hz 70 kV
- Tensión de ensayo a impulso tipo rayo onda 1,2/50 μ s 170 kV

6.2.4.3.3. Seccionadores

Las características eléctricas de los seccionadores que incorporan las celdas son:

- Tensión de aislamiento asignada 36 kV
- Tensión de servicio nominal 30 kV
- Intensidad asignada de servicio continuo
 - Derivación celdas de línea L1, L1' 630 A



- Derivación celdas de línea L2, L2', L3' 400 A
- Derivación celda de transformador 2.000 A
- Intensidad de cortocircuito asignado 31,5 kA
- Tensión de ensayo 1 minuto 50 Hz 70 kV
- Tensión de ensayo a impulso tipo rayo onda 1,2/50 μ s 170 kV

6.2.4.3.4. Transformadores de intensidad

Las características eléctricas de los transformadores de intensidad que incorporan las celdas son:

- Tensión de aislamiento asignada 36 kV
- Tensión de servicio nominal 30 kV
- Relación de transformación
 - Derivación celdas de línea L1, L1' 300-600 A
 - Derivación celdas de línea L2, L2' 150-300 A
 - Derivación celdas de línea L3' 100-200 A
 - Derivación celda de medida 500-1.000 A
 - Derivación celda de transformador 500-1.000 A
- Potencias y Clases de precisión

Celda de línea:

- Secundario 1 (medida fiscal) 10 VA cl. 0,5
- Secundario 2 (protección) 10 VA cl. 5P20

Celda de medida y Celda de transformador:

- Secundario 1 (medida fiscal) 15 VA cl. 0,2s
- Secundario 2 (protección) 30 VA cl. 5P20
- Secundario 3 (protección) 30 VA cl. 5P20

6.2.4.3.5. Transformadores de tensión

Las características eléctricas de los transformadores de tensión que incorporan las celdas son:

- Tensión de aislamiento asignada 36 kV
- Tensión de servicio nominal 30 kV



- Frecuencia 50 Hz
- Relación de transformación
 - Primer arrollamiento $\sqrt{3} : 0,110/\sqrt{3}$ kV
 - Segundo arrollamiento $\sqrt{3} : 0,110/\sqrt{3}$ kV
 - Tercer arrollamiento $\sqrt{3} : 0,110/\sqrt{3}$ kV
- Potencias y Clases de precisión
 - Secundario 1 (medida fiscal) 25 VA cl. 0,2
 - Secundario 2 (protección) 25 VA cl. 3P
 - Secundario 3 (protección) 25 VA cl. 3P

6.2.4.3.6. Pararrayos autoválvula

Para proteger la instalación contra las sobretensiones de origen atmosférico, o las que por cualquier otra causa pudieran producirse, en las posiciones de transformador se dispondrá el montaje de un juego de tres pararrayos conectados en derivación de la conexión de 30 kV al transformador, lo más cerca posible a las bornas de los transformadores de potencia. Los pararrayos a utilizar serán de óxidos metálicos sin explosores con envolvente polimérica. Las características principales de estos pararrayos son las siguientes:

- Tensión nominal pararrayos 30 kV
- Tensión de servicio continuo 36 kV
- Tensión asignada 45 kV
- Intensidad nominal de descarga (onda 8/20 μ s) 10 kA
- Clase de descarga 1

Los pararrayos utilizados serán de óxidos metálicos sin explosores, con envolvente de porcelana vidriada de color marrón, o aislador formado por silicona gris vulcanizada a alta temperatura (sin contenido de EPR). Se instalarán seis (6) pararrayos de 30 kV.



6.3. Red de Tierras

6.3.1. Red de Tierras Inferiores

Se realizará el dimensionamiento de la red de tierras desde el punto de vista térmico con el fin de determinar la sección de los conductores y desde el punto de vista de la elevación de tensión en el terreno, tensiones que deben ser inferiores a las que marca el "Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión" y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

Para la instalación de puesta a tierra se ha diseñado una malla de tierra inferior enterrada a 0,80 m de profundidad sobre la cota de explanación. La malla de tierra está compuesta por conductor de cobre de 120 mm² y con una separación media entre los conductores que la forman calculada de forma que se garantice que, en caso de intensidad drenada en el terreno por el hecho de una falta, no se supere en ningún punto de la instalación las tensiones de paso y de contacto admitidas por el Reglamento (ITC - RAT 13), reduciéndolas a niveles que anulen el peligro de electrocución del personal que transite tanto por el interior como por el exterior de la instalación.

Cumplimentando la Instrucción Técnica Complementaria ITC – RAT 13, se conectarán a la tierra de protección todas las partes metálicas no sometidas a tensión normalmente, pero que pudieran estarlo como consecuencia de averías, sobretensiones por descarga atmosféricas o tensiones inductivas. Por este motivo, se unen a la malla: estructuras metálicas, bases de aparamenta, puertas metálicas de edificios, cerramientos metálicos, etc.

Estas conexiones se fijarán a la estructura y carcasas de la aparamenta mediante tornillos y grapas especiales de aleación de cobre, que permitan no superar la temperatura de 200 °C en las uniones y que aseguren la permanencia de la unión.

Se hará uso de soldaduras aluminotérmicas de alto poder de fusión, para las uniones bajo tierra, ya que sus propiedades son altamente resistentes a la corrosión galvánica.

En el Anexo 01 "Cálculos Justificativos" se adjunta el cálculo de la malla de puesta a tierra.

En el Documento 03 "Planos" del presente proyecto puede verse un plano con la red de tierras.

6.3.2. Red de Tierras Superiores

Con el objeto de proteger los equipos frente a descargas atmosféricas directas, la subestación está dotada con 2 puntas Franklin para la captación del rayo, ubicadas sobre la estructura del pórtico de la línea de salida y sobre mástil autoportante respectivamente.

Estos dispositivos estarán conectados a la malla de tierra de la instalación garantizando la protección frente a descargas atmosféricas de toda la instalación.



En el Anexo 01 "Cálculos Justificativos" se adjunta el diseño de las tierras superiores.

6.4. Estructuras Metálicas

6.4.1. Características generales estructura metálica

Los embarrados serán elegidos de forma que las temperaturas máximas previstas no provoquen calentamientos por encima de 40° C sobre la temperatura ambiente. Asimismo, soportarán los esfuerzos electrodinámicos y térmicos de las corrientes de cortocircuito previstas, sin que se produzcan deformaciones permanentes.

Para el desarrollo y ejecución de la instalación proyectada es necesario el montaje de una estructura metálica que sirva de apoyo y soporte de la apartamta de intemperie y los embarrados, así como para el amarre de las líneas.

Tanto la estructura de los pórticos como los soportes de la apartamta se realizarán en base a perfiles de acero de alma llena de acero normalizados, soldados y/o atornillados, sobre los que se aplicará un tratamiento anticorrosión por galvanizado por inmersión en caliente.

Estas estructuras se completan con herrajes y tornillería auxiliares para fijación de cajas de centralización, sujeción de cables y otros elementos accesorios.

Las cimentaciones necesarias para el anclaje de las estructuras se proyectarán teniendo en cuenta los esfuerzos aplicados, para asegurar la estabilidad al vuelco en las peores condiciones.

Los tipos de acero empleados para la construcción de estructuras metálicas se establecen en función de sus características mecánicas y se identifican mediante un número que indica el valor mínimo garantizado del límite elástico expresado en N/mm².

La estructura metálica empleada estará constituida por perfiles de alma llena del tipo S-275-JR.

La designación de los aceros laminados en caliente para perfiles estructurales de uso general se indica en la Norma UNE-EN 10025.

Mediante certificación se verificará el cumplimiento de las características siguientes:

- Composición química, conforme a la Norma UNE-EN 10025.
- Características mecánicas (límite elástico, resistencia a tracción y alargamiento derotura), conforme a la Norma UNE-EN 10025.
- Resiliencia, conforme a la Norma UNE-EN 10025.
- Características geométricas, dimensionales, de forma y peso, conforme a la norma de producto correspondiente en cada caso.



6.4.2. Estructura metálica necesaria en la instalación

En concreto la estructura metálica necesaria de la instalación consta en esencia de:

- Tres (3) columnas con forma de "V" destinadas a formar los pórticos (de altura 15 m) de amarre de las líneas.
- Dos (2) vigas de amarre para los pórticos (de altura 15 m) de amarre de las líneas.
- Doce (12) soportes para montaje de pararrayos autoválvulas.
- Nueve (9) soportes para montaje de transformadores de tensión inductivos.
- Dos (2) soportes para montaje de seccionador tripolar con cuchillas de PaT.
- Cuatro (4) soportes para montaje de seccionador para conexión de barras.
- Doce (12) soportes para montaje de transformadores de intensidad.
- Doce (12) soportes para montaje de interruptor automático unipolar de corte en SF₆.
- Dos (2) soportes para reactancia de puesta a tierra.
- Tres (3) soportes para montaje de vanos del embarrado.
- Cuatro (4) Soporte para montaje de aisladores C10-1050 de tipo columna.

6.5. Sistemas de Control y Protección

6.5.1. Sistema de Control

Se ha previsto la instalación de un sistema integrado de protecciones y control, que englobará las siguientes funciones:

- Control local de la instalación.
- Registro de alarmas y oscilografía.
- Adquisición de datos para el telemando (alarmas, estados, órdenes).
- Remota de telemando.

El mando y control de la subestación, así como los equipos de protección y automatismo, se instalarán en armarios ubicados en la sala de control del edificio.



El Sistema Integrado de Protecciones y Control será de tipo digital y de configuración distribuida, estando formado por los siguientes elementos:

- Unidad de Control de Subestación (UCS) dispuesta en un armario de chapa de acero, en el que se ubicarán, además de la unidad de control propiamente dicha, una pantalla y un teclado en el frente, un reloj de sincronización GPS, una unidad de control para la adquisición de las señales de los servicios auxiliares y una bandeja para la instalación de los módem de comunicación tanto con el Telemando como con las consolas remotas y puesto de adquisición de protecciones a través de RTC (Red Telefónica Conmutada).
- Una Unidad de Control de Posición (UCP) por cada posición. Estas UCPs tendrán funciones de control y medida, están constituidas por un rack de 19" y van alojadas en armarios en la sala de control del edificio.
- Una Unidad de Control de Servicios Generales (UCP) incorporada en la UCS en la que se centralizan y recogen las señales de tipo general de la subestación y las asociadas a los cuadros de servicios auxiliares y equipos rectificador-batería.

Las comunicaciones entre las diferentes UCP's y la UCS correspondiente se realizará a través de una estrella óptica con fibra de cristal multimodo de 62,5/125 μm .

Desde cada UCP se podrá controlar y actuar localmente sobre la posición asociada, y desde la UCS se podrá controlar cualquiera de las posiciones, así como disponer de información relativa a medidas, alarmas y estado del sistema en general.

Los armarios a instalar en la sala de control y protecciones son:

- Unidad de control de subestación UCS y mesa para consolas de control.
- Cinco armarios de protecciones, control y medida, uno para cada posición de 220 kV de intemperie.

Los armarios de control y protección estarán compuestos por chasis contruidos con perfiles metálicos, cerrados por paneles laterales fijos, acceso anterior con chasis pivotante y puerta frontal de cristal o policarbonato ignífugo, lo cual permite una gran visibilidad, protección contra polvo y suciedad, y fácil manejo y acceso a los aparatos instalados.

Las interconexiones entre la aparamenta y los armarios de protección, control y medida que componen la instalación, se realizarán con cables aislados de control sin halógenos.

En el Documento 03 "Planos" puede verse la disposición de armarios prevista en la sala de control.



6.5.2. Sistema de Protecciones**6.5.3. Sistema 30 kV**

- Protección principal:

50/50N	Protección de sobreintensidad a tiempo independiente
51/51N	Protección de sobreintensidad a tiempo dependiente
67/67N	Protección de sobreintensidad direccional
50S 52	Protección de fallo de interruptor
27	Protección de mínima tensión
59	Disparo retardado
81 M/m	Protección de frecuencia
3	Reenganche
SOFT	Cierre sobre falta
LOC	Localizador de faltas
OSC	Oscilografía

- Protección secundaria:

50/50N	Protección de sobreintensidad a tiempo independiente
51/51N	Protección de sobreintensidad a tiempo dependiente
67/67N	Protección de sobreintensidad direccional
50S 52	Protección de fallo de interruptor
27	Protección de mínima tensión
59	Disparo retardado
81 M/m	Protección de frecuencia
3	Reenganche
SOFT	Cierre sobre falta
LOC	Localizador de faltas
OSC	Oscilografía
UCP	Unidad de control de posición



6.5.4. Transformador de potencia

- Protección principal:

87T	Protección diferencial de transformador
50/50N	Protección de sobreintensidad a tiempo independiente
51/51N	Protección de sobreintensidad a tiempo dependiente
67/67N	Protección de sobreintensidad direccional
50S 52	Protección de fallo de interruptor
3	Reenganche
86	Enclavamiento
OSC	Oscilografía

- Protección secundaria:

87T	Protección diferencial de transformador
50/50N	Protección de sobreintensidad a tiempo independiente
51/51N	Protección de sobreintensidad a tiempo dependiente
67/67N	Protección de sobreintensidad direccional
50S 52	Protección de fallo de interruptor
3	Reenganche
86	Enclavamiento
OSC	Oscilografía
UCP	Unidad de control de posición

6.5.5. Línea 220 kV

- Protección principal:

87L	Protección diferencial de línea
21	Protección de distancia o impedancia
67N	Sobreintensidad direccional de neutro
25	Sincronismo
3	Reenganche
59	Protección contra sobretensiones
27	Protección de mínima tensión
SOFT	Cierre sobre falta
LOC	Localizador de faltas
OSC	Localizador de faltas



- Protección secundaria:

87L	Protección diferencial de línea
21	Protección de distancia o impedancia
67N	Sobreintensidad direccional de neutro
25	Sincronismo
3	Reenganche
59	Protección contra sobretensiones
27	Protección de mínima tensión
SOFT	Cierre sobre falta
LOC	Localizador de faltas
OSC	Oscilografía
UCP	Unidad de control de posición

6.6. Servicios Auxiliares

6.6.1. Servicios Auxiliares de Corriente Alterna

En la subestación se instalará un transformador trifásico de características nominales 100 kVA, 30/0,4 kV y regulación de tensión en vacío en primario con un grupo de conexión Dyn11. La acometida al transformador se realiza por la parte inferior mediante cable aislado.

La refrigeración prevista del transformador es de tipo natural al aire (AN). El transformador dispone de sensores térmicos para su protección y dispositivos de detección de presencia de tensión.

Se ha previsto dieléctrico seco (clase térmica F) con bobinados encapsulados y moldeados en vacío en resina epoxi de tipo ignífugo, que le proporciona una inalterabilidad ante los agentes atmosféricos, químicos y contra el fuego, sin producción de gases tóxicos, ni humos.

6.6.2. Servicios Auxiliares de Corriente Continua

Para los servicios auxiliares de c.c. se ha proyectado la instalación de dos equipos compactos rectificador - batería de 125 Vcc. En condiciones normales ambos equipos funcionarán de forma separada alimentando cada uno, una parte de los servicios de control, fuerza y protecciones según reparto de cargas establecido.

Los equipos rectificador – batería de 125 Vcc. funcionan ininterrumpida e individualmente. Ambos equipos estarán diseñados y calculados para que en el caso de que uno de ellos esté fuera de servicio, el otro sea capaz de suministrar la totalidad de los consumos de la instalación. Durante el proceso de carga y flotación su funcionamiento responde a un sistema prefijado que actúa automáticamente sin necesitar de ningún tipo de vigilancia o control, lo cual da mayor seguridad en el mantenimiento de un servicio permanente.



Desde estos equipos se alimentarán las barras del armario de distribución de servicios auxiliares de c.c. situado en la sala de control del edificio, donde se alojan los interruptores automáticos de las diversas salidas para servicios auxiliares de corriente continua a la subestación.

Adicionalmente la instalación incorpora la siguiente infraestructura de alimentaciones para los servicios y equipos de telecomunicaciones:

- Un equipo rectificador - batería 48 Vcc.
- Convertidores 125/48 Vcc .

Un cuadro eléctrico de tipo mural independiente para los servicios de telecomunicaciones: 48 Vcc.

6.6.3. Grupo electrógeno

Se proyecta la instalación de un grupo electrógeno de exterior (100 kVA) como alimentación de reserva, y con potencia suficiente para realizar la operación normal de subestación.

6.7. Sistema de Telecomunicaciones

Se ha previsto instalar una red de telecomunicaciones con los equipos precisos que permitan asegurar el correcto funcionamiento del telecontrol y del telemando, de los sistemas de protección y de las necesidades de telegestión remota de los equipos de la instalación.

6.7.1. Telecomunicaciones para funciones de protección

Para la comunicación que requieren las funciones de protección se han previsto enlaces digitales y/o analógicos, facilitados por la red de equipos de transmisión SDH y PDH, que a su vez están soportados por la red de fibra óptica.

Las protecciones de distancia, interruptor y otras que requieran de la funcionalidad de teledisparo serán conectadas a teleprotecciones, equipadas con suficientes órdenes para satisfacer el servicio requerido.

6.7.2. Red de fibra óptica en la subestación

Se ha previsto una red de fibra óptica, en configuración de doble estrella con cables de fibra multimodo, desde el armario de fibra multimodo hasta las dependencias del edificio que requieren servicios de comunicación de protecciones, servicios de telecontrol, telegestión y sincronización horaria, dando con ello servicio a las distintas posiciones.



6.7.3. Telegestión de protecciones, sistemas de telecontrol y equipos de comunicaciones.

Todos los equipos de protecciones, telecontrol y comunicaciones serán telegestionados, por medio de su conexión a la red de servicios IP de la red distribuida por la subestación soportada por la red de fibra multimodo.

Se dotará a la subestación de un sistema de Telecontrol y Telemando, el cual se encargará de recoger las señales, alarmas y medidas de la instalación para su transmisión a los centros remotos de operación.

La información a transmitir será tratada y preparada por el sistema de control integrado y la transmisión se realizará por fibra óptica, instalada en la línea eléctrica.

A través de esta vía de comunicación se podrán transmitir señales de teledisparo y realizar telemedida.

6.8. Medida de Energía

Para el sistema de medidas de energía de la subestación debe cumplirse lo indicado en el Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

En la tabla adjunta se indican las variables que se medirán en función de la posición:

Posición	VLin	VBarr	A	P	Q	Wh	Varh
Línea 220 kV	X		X	X	X		
Barras 220 kV		X	X	X	X		

Se cumplirá con lo establecido en la Orden TEC/1281/2019 (BOE-A-2020-2), de 19 de diciembre, Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

6.9. Obra Civil

La obra civil de la subestación comprende todos aquellos trabajos y ejecución de obras que sean precisos para la recepción y posterior montaje de toda la aparamenta y equipos que componen la subestación, así como de todos los sistemas complementarios que se integran en el mismo.

6.9.1. Movimiento de Tierras

El movimiento de tierras de esta instalación se indica en el apartado de movimiento de tierras dentro del proyecto del Parque Eólico Graitas.



6.9.2. Urbanización

Se llevará a cabo en primer lugar el desbroce de la capa vegetal y retirada a vertedero de la capa superficial del terreno, hasta alcanzar una profundidad aproximada de 30 cm en toda la superficie.

Se procederá a la explanación, relleno y nivelación del terreno, a la cota definitiva de explanación. Se terminará la explanada con una capa superficial de 60 cm de suelo adecuado o seleccionado procedente de préstamo, hasta alcanzar el nivel teórico de explanación (NTE).

El extendido y compactación se podrá realizar en varias tongadas, siempre de espesor inferior a 30 cm, hasta lograr una compactación del 96% del Proctor modificado (P.M.).

Antes de realizar la coronación se tenderá la red inferior de tierras de la subestación.

Las tierras sobrantes procedentes de la excavación serán retiradas y trasladadas a un vertedero autorizado.

Sobre la explanada, una vez nivelada, se procederá a realizar los trabajos de excavación y movimiento de tierras necesarios para ejecutar las cimentaciones, las canalizaciones de drenaje y eléctricas, los viales interiores, etc.

Si fuese necesario, se aportará un relleno de préstamo, de zahorra compactada en capas de 30 cm hasta alcanzar la cota definitiva.

6.9.3. Accesos y Viales

El acceso a la subestación se realiza desde un nuevo vial que comunica con la carretera nacional A-121, a través de dos caminos, uno comienza en las coordenadas aproximadas X: 634.568,55, Y: 4.603.930,57 (ETRS 89 HUSO 30) y el otro comienza en las coordenadas aproximadas X: 634.571,21, Y: 4.603.873,62 (ETRS 89 HUSO 30), Término Municipal de Épila, provincia de Zaragoza

En el interior de la subestación existirá un vial de hormigón armado de 5 m de ancho. El acabado del hormigón será rugoso.

Este vial tendrá una inclinación del 1% desde el eje del mismo.

El vial contará con un bordillo de hormigón prefabricado y una cuneta formada por una cama de hormigón en masa HM-20/B/20 cubierta por grava.

El vial tendrá una resistencia de deslizamiento que cumpla lo indicado en el Documento Básico SUA del Código Técnico de la Edificación.



6.9.4. Edificio de Control

La Subestación contará con un edificio prefabricado definido por formas rectas que reflejan un sistema constructivo industrializado, denominado Edificio de Sistemas y Control. El edificio estará ocupado por la sala de protección y control, sala de celdas, oficina parque, sala de reuniones, oficina supervisor, oficina, vestuarios, aseos y almacén.

El edificio será objeto de un Proyecto Parcial Específico debidamente visado, a desarrollar por el fabricante del mismo.

Para el diseño de la solución constructiva del edificio se han tenido en cuenta varios condicionantes tales como el aspecto visual y formal que debe soportar el conjunto de la instalación, la rapidez de montaje y desarrollo atendiendo consideraciones de prefabricación, la funcionalidad dimensional y espacial, el carácter de edificio con bajo mantenimiento, y una adecuada integración en el entorno a través de las formas y acabados.

Los materiales empleados, sistemas de iluminación, ventilación, acabados, así como la dimensión y puesta en obra de todo el conjunto se han planteado desde un punto de vista bajo mantenimiento.

Los acabados exteriores del edificio cumplirán la legislación urbanística del Ayuntamiento, vigente en el momento de la ejecución de la obra, de tal manera que se mimetice con las edificaciones del entorno, pudiendo modificar dicho acabado exterior para ajustarse a tales requerimientos.

La disposición y dimensiones en planta y alzado están definidas en los planos incluidos en el Documento 03 "Planos".

6.9.4.1. Características generales

Cimentación y Estructura:

Se realizarán las cimentaciones necesarias para soportar el edificio, teniendo en cuenta el estudio geotécnico del terreno. Las cimentaciones serán prefabricadas. En el nivel superior de la cimentación apoyaran los paneles del cerramiento del edificio.

Cerramiento y cubierta:

Todas las juntas de paneles irán perfectamente selladas contra la entrada de humedad. Asimismo, se impermeabilizará correctamente la cubierta del edificio que será plana, con ligera pendiente hacia los sumideros y del tipo invertida.



Carpintería exterior:

Toda la carpintería metálica y perfilaría exterior será de acero S275 JR y tendrá un tratamiento de galvanizado por inmersión en caliente.

Las puertas de acceso serán de chapa de acero lisa con aislamiento interior de lana de roca. Serán de apertura hacia el exterior con dos hojas abatibles y tendrán unas dimensiones de 2,55 x 2 m (alto x ancho). La ventilación se realiza a través de rejillas incluidas en las propias puertas o en los paneles del edificio.

Carpintería interior:

Las puertas interiores serán puertas simples y tendrán unas dimensiones 2,55 x 0,9 m (alto x ancho) o similar y acabado semejante al de la puerta exterior. Así mismo, serán cortafuegos con una resistencia al fuego correspondiente al sector de incendio donde se instalen. El sentido de apertura será el de evacuación.

Acabados:

A la carpintería metálica, rejillas, canalones, bajantes y perfilaría exterior se le aplicará un tratamiento de pintura sobre el galvanizado, aplicando una pintura de imprimación epoxídica y posteriormente una pintura de acabado de poliuretano.

Revestimientos, alicatados y pintura interior:

Los interiores de las dependencias se pintarán con una pintura al plástico liso y en el suelo de las salas se instalará suelo técnico. En todas las estructuras metálicas se aplicará una imprimación al esmalte sintético o ignífugo.

6.9.4.2. Descripción de salas

El Edificio de Control tendrá una superficie aproximada de 335 m² y su distribución interior albergará ocho (8) estancias, convenientemente separadas mediante tabiques intermedios, habilitadas como:

- Una (1) sala de celdas.
- Una (1) sala de control y protección.
- Una (1) oficina parque.
- Una (1) sala de reuniones.
- Una (1) oficina supervisor.
- Una (1) oficina.
- Una (1) zona de vestuarios y aseo.
- Una (1) sala de almacén/taller.



La disposición en planta de todos los elementos puede verse en el *Documento 03 "Planos"*.

Sala de celdas:

La entrada se realizará a través de una puerta doble que permite el acceso desde el exterior.

La sala de celdas tendrá una superficie de 48,07 m² y una altura libre mínima de 3,00 m.

La sobrecarga de uso del forjado de las salas será de 800 kg/m².

Sala de control y protecciones:

La entrada se realizará a través de una puerta doble que permite el acceso desde el exterior o desde el interior a través de una puerta simple que comunica con la sala de celdas.

La sala de protección y control tendrá una superficie de 61,77 m² y una altura libre mínima de 3,00 m.

La sobrecarga de uso del forjado de la sala será de 800 kg/m².

Oficina parque:

La entrada se realizará a través de una puerta interior de una hoja desde la sala de control y protecciones.

La oficina parque tendrá una superficie de 20,80 m² y una altura libre mínima de 3,00 m.

La sobrecarga de uso del forjado de la sala será de 800 kg/m².

Sala de reuniones:

La entrada se realizará a través de una puerta interior de una hoja desde el distribuidor.

La sala de reuniones tendrá una superficie de 14,07 m² y una altura libre mínima de 3,00 m.

La sobrecarga de uso del forjado de la sala será de 800 kg/m².

Oficina supervisor:

La entrada se realizará a través de una puerta interior de una hoja desde el distribuidor.

La oficina supervisor tendrá una superficie de 13,40 m² y una altura libre mínima de 3,00 m.

La sobrecarga de uso del forjado será de 800 kg/m².

Oficina:

La entrada se realizará a través de una puerta interior de una hoja desde el distribuidor.



La oficina tendrá una superficie de 12,05 m² y una altura libre mínima de 3,00 m.

La sobrecarga de uso del forjado de la sala será de 800 kg/m².

Vestuario y aseo:

La entrada a estas salas se realizará desde el distribuidor a través de puertas simples.

Los dos vestuarios y el aseo tendrán una superficie de 6,43, 6,43 y 11,30 m² respectivamente y una altura libre mínima de 3,00 m.

La sobrecarga de uso del forjado será de 800 kg/m².

Almacén y taller:

La entrada se realizará a través de sendas puertas dobles que permiten el acceso desde el exterior.

El almacén/taller tendrá una superficie de 107,09 m² y una altura libre mínima de 3,00 m.

La sobrecarga de uso del forjado de la sala será de 800 kg/m².

6.9.4.3. Instalación de abastecimiento de agua y fontanería.

El abastecimiento de agua al edificio se realizará desde un depósito previsto para tal fin dotado del grupo de presión adecuado que conducirá el agua hacia las salas húmedas.

En el depósito se instalarán las sondas necesarias para la detección de los niveles de agua, y la instalación de bombeo contará con un sistema de monitorización. Se instalará un sistema completo para la desinfección del agua por cloración con depósito de hipoclorito sódico.

El depósito será de tipo enterrado, y se ubicará en el perímetro de la subestación para permitir el suministro de agua para su llenado desde el exterior y será alimentado por un camión cisterna, por lo que no captará agua procedente de las conducciones públicas.

Del sistema de impulsión se derivará el conducto principal de la red de fontanería que se dividirá, a su vez, en el número de ramales necesarios para conducir el agua hasta los diversos puntos de consumo. Los conductos y accesorios serán de polipropileno.

El agua caliente sanitaria se producirá mediante un calentador tipo acumulador eléctrico de 50 litros de capacidad.



6.9.4.4. Instalación de saneamiento

La instalación de saneamiento se encargará de la evacuación de aguas residuales generadas en las salas húmedas mediante canalizaciones enterradas de polipropileno sanitario de varios diámetros y dispuestos con una pendiente mínima del 2% para conseguir una circulación natural por gravedad.

Su trazado será lo más sencillo posible, con unas distancias que faciliten la evacuación de los residuos y que permitan la autolimpieza. Se evitará la retención de aguas en el interior de los tubos.

Se realizará un sistema separativo para cada tipo de agua residual generada:

- Aguas fecales. Se generará en los inodoros instalados en los aseos del edificio y se conducirán directamente a la fosa séptica enterrada. Este sistema combinará, mediante un filtro biológico, la acción de las bacterias anaerobias y la de las bacterias aerobias, degradando la materia orgánica contaminante. Los lodos resultantes se vaciarán según la frecuencia de ocupación y el uso del sistema sanitario.
- Aguas grises. Este tipo de aguas residuales, generadas por los lavabos y las duchas, se conducirán a un depósito enterrado para reutilizarse, posteriormente, en el llenado de los tanques de los inodoros. Para eso se construirá un sistema de tipo by-pass que permita dicho llenado, de forma alternativa, por este medio o por la instalación de fontanería. El depósito dispondrá de rebosadero y previo a su entrada se instalará un filtro registrable.

Para cada una de estas canalizaciones se dispondrá una arqueta de registro, ubicada en el exterior del edificio.

6.9.4.5. Ventilación y aire acondicionado

La instalación de aire acondicionado y ventilación se ha previsto con los siguientes criterios.

En las salas de celdas y de protección y control principal se prevé la instalación de un sistema de aire acondicionado. Es imprescindible que ante un corte de corriente (conmutación de servicios auxiliares, etc.) los equipos continúen funcionando, sin necesidad de reconexión manual. Se incluirá un automatismo de control y alarma de los grupos refrigeradores.

En el almacén se prevé la instalación de extractores.

6.9.5. Cimentaciones del Aparellaje Eléctrico de la Subestación

Se realizarán las cimentaciones necesarias para la sustentación de los pórticos y las estructuras soporte de los diferentes equipos.



Se ejecutarán con hormigón armado en dos fases, vertido directamente sobre el terreno. Se embeberán en dicha cimentación los pernos de anclaje de la estructura soporte.

Los materiales utilizados en las cimentaciones correspondientes son:

- Hormigón:HM-20.
- Acero: B 500 S (para los cercos de atado de los pernos).

En caso de que las condiciones geotécnicas así lo recomienden, podrá haber cimentaciones que se realicen con hormigón armado, en este caso los materiales a utilizar serán los siguientes:

- Hormigón: HA-25.
- Acero: B 500 S (armaduras y cercos de atado de pernos).

6.9.6. Bancada de los Transformadores de Potencia

Cada transformador de potencia se dispondrá sobre una bancada de hormigón armado ejecutada "in-situ", compuesta por una cimentación de apoyo y una cubeta solidaria con dicha cimentación para recogida del aceite del transformador en caso de derrame del mismo.

En el hipotético caso de una fuga del material dieléctrico del autotransformador, se diseñará una bancada que deberá tener capacidad suficiente para contener el 125% del volumen total del dieléctrico del transformador instalado en la subestación, en caso de pérdidas o escapes.

Se construirá a la cota $\pm 0,00$ al igual que los viales.

Cada bancada dispondrá sobre la cimentación de apoyo carriles de rodadura para la disposición del transformador con ruedas y fijación del mismo en la bancada. Así mismo la bancada incorpora en su diseño un sistema compuesto por dos parrillas de framex separadas 30 cm, colocando entre ellas grava de aproximadamente 40/60 mm de diámetro, en aras de posibilitar el drenaje del aceite a la cubeta que forma parte de la bancada y evitar así su pérdida y eliminar el peligro de incendio por combustión y la consiguiente propagación de las llamas.

6.9.7. Red de Drenaje

A lo largo de toda la subestación se ha dispuesto una **canalización de pluviales** que se encarga de recoger el agua por medio de sumideros o bien mediante tubo DREN.

En la plataforma se han previsto los tubos drenantes necesarios para evacuar las aguas en un tiempo razonable, de forma que no se produzca acumulación de agua en la instalación y se consiga la máxima difusión posible de las aguas de lluvia, estando conectados a la playa de grava instalada en el exterior para su desalajo.



La **recogida de las aguas residuales** se ha previsto con depósito estanco de poliéster reforzado con fibra de vidrio capaz de retener por un periodo determinado de tiempo las aguas servidas domésticas y equipado con tapa de aspiración y vaciado.

6.9.8. Canalizaciones y Canales de Cables

Se construirán todas las canalizaciones eléctricas necesarias para el tendido de los correspondientes cables de potencia y control. Estas canalizaciones estarán formadas canales, arquetas y tubos, enlazando los distintos elementos de la instalación para su correcto control y funcionamiento.

Las canalizaciones para conducción de cables a instalar son de dos tipos:

- Prefabricadas, o canalizaciones principales, constituidas por un canal prefabricado con tapas de hormigón accesibles desde la superficie, dotando al trazado de la canalización de un sistema inferior de drenajes para la evacuación de aguas procedentes de lluvias. Esta canalización está comunicada con el edificio de control.
- Tubos, o canalizaciones secundarias, realizadas con tubo de plástico de doble pared, lisa la interna y corrugada la externa, de diámetro exterior de 200 mm para la recogida de cables de los equipos y conexión con las canalizaciones principales.

El empleo de canalización bajo tubo hormigonada será prioritario en los siguientes casos:

- Cruces o tendidos a lo largo de viales.
- Cruzamientos, paralelismos y casos especiales, cuando la normativa lo exija.

6.9.8.1. Otras canalizaciones

Canalización para el alumbrado exterior de la subestación

Las canalizaciones para el alumbrado exterior de la subestación cumplirán la ITC-BT-09 y se realizarán bajo tubo sin hormigonar excepto en el paso por vial que debe ser bajo tubo hormigonado.

Las principales características de la canalización son las siguientes:

- Los tubos se colocarán a una profundidad mínima de 0,4 m. del nivel del suelo medidos desde la cota inferior del tubo.
- A continuación, se rellenará toda la zanja con tierra procedente de la misma excavación, si esta reúne las condiciones exigidas por las normas, reglamentos y ordenanzas municipales correspondientes, o bien con tierra de aportación en caso contrario. Se compactará esta tierra en tongadas de 30 cm, hasta lograr una compactación, como mínimo, al 95% del Proctor modificado (P.M.).



6.9.9. Cierre Perimetral

En función del emplazamiento de la subestación y su entorno y la valoración de riesgos asociados para garantizar la seguridad patrimonial de la instalación y proteger así contra la entrada de personas y vehículos no autorizados a la subestación se contempla la siguiente opción para el cerramiento exterior y puertas de acceso a la subestación:

Se colocará un cerramiento exterior con tela metálica de simple torsión de alambre de acero dulce o de plástico polipropileno de alto impacto.

En ambos casos habrá un zócalo visto en todo el acceso de perímetro de la subestación de mínimo 30 cm donde ira embutido el cerramiento exterior. La altura mínima del cerramiento exterior será 2,20 m medida desde el exterior y los vallados a realizar estarán provistos de señales de advertencia de peligro por alta tensión en cada una de sus orientaciones, con objeto de advertir sobre el peligro de acceso al recinto a las personas ajenas al servicio, colocadas cada 10 m aproximadamente.

La puerta de acceso de vehículos será de 5 m de anchura, de tipo corredera, motorizada con cremallera y automatismo de cierre y apertura a distancia. Para su instalación, se precisa tener un pilar a cada lado de hormigón para garantizar el amarre.

La estructura de la hoja corredera está fabricada con perfiles estructurales de tubo cuadrado de acero galvanizado S-275-JOH. Dispone de una zona inferior opaca, realizada mediante chapa de acero S235JR pre-galvanizada con pliegues diagonales. En la parte inmediatamente superior a esta zona opaca, se colocan un entramado de tirantes verticales de tubo cuadrado de acero galvanizado S-275-JOH.

Los pilares son de tubo de acero galvanizado S-275-JOH. Están preparados para recibir la siguiente malla continuando así el trazado del vallado. En este caso los pilares siempre se colocarán empotrados.

La hoja de la puerta está formada con perfiles de acero galvanizado. Dispone de una zona inferior opaca, realizada mediante chapa de acero S235JR pre-galvanizada. En la parte inmediatamente superior a esta zona opaca, se coloca un entramado de malla de las mismas características que el resto de la valla.

En el perímetro exterior de la subestación se esparcirá una capa de grava de 1 metro de ancho alrededor de toda la subestación.



6.10. Instalación de Alumbrado y Fuerza

6.10.1. Alumbrado

6.10.1.1. Alumbrado Exterior

El recinto correspondiente al parque de intemperie, acceso y exteriores de los edificios, irán dotados de iluminación normal adoptando criterios de uniformidad y evitando los deslumbramientos hacia el exterior, habiéndose adoptado los tipos de proyectores y farolas considerados más idóneos.

El sistema de iluminación de exterior se compone de:

- Alumbrado general del parque de intemperie, mediante proyectores orientables de aluminio anodizado, cerrados, que alojarán lámparas LED, colocados sobre columnas de acero galvanizado. Serán de haz semi-extensivo, para que con el apuntamiento adecuado se puedan obtener 50 lux en cualquier zona del parque de intemperie.
- Alumbrado del vial principal con luminarias montadas sobre báculos, para un nivel de iluminación de 5 lux.
- Alumbrado de acceso y cerramiento mediante farolas con difusor prismático de bajo deslumbramiento y lámpara tipo Led. Las farolas se dispondrán junto al cerramiento cada 20 m. Este alumbrado se considera de tipo ornamental.
- Alumbrado exterior del edificio sobre las puertas de acceso, mediante plafones de aplique con lámparas tipo Led para la iluminación de las puertas. Este alumbrado se considera de tipo ornamental.
- Alumbrado de la puerta de acceso de la instalación mediante dos luminarias tipo Led. Este alumbrado se considera de tipo ornamental.
- Alumbrado de emergencia compuesto por luminarias adicionales que se instalarán en el mismo báculo o soporte del alumbrado general.

El encendido del alumbrado definido como de tipo ornamental funcionará en manual o en automático, incorporándose un reloj astronómico que controlará el encendido – apagado en automático.

El alumbrado del parque de intemperie permanecerá en condiciones normales apagado a efectos de reducir la contaminación lumínica. Se encenderá con la acción voluntaria de un operador actuando en el cuadro de distribución de alumbrado ubicado en la sala de control.

El alumbrado de emergencia, compuesto por unidades autónomas que se incorporan en los soportes, se encenderá de forma automática ante falta de c.a. a efectos de señalar vías de escape y tendrá una autonomía mínima de una hora.



En cualquier caso, se cumplirá con lo establecido en el RD 1890/2008, "Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07", así como con la legislación autonómica aplicable referente a contaminación lumínica y protección del ambiente nocturno.

6.10.1.2. Alumbrado Interior

El sistema de iluminación de interior para el edificio se compondrá de:

- Alumbrado general mediante pantallas de LED. Se instalarán en todas las salas y su ubicación y número será el resultante del cálculo luminotécnico. Los niveles de iluminación en las distintas áreas serán de 500 lux y de 300 lux en el almacén/taller.
- Alumbrado de emergencia de identificación de puertas de salida y vías de escape mediante equipos autónomos. Estos elementos, ante la falta de alimentación, se encenderán automáticamente, con autonomía de una 1 hora.
- Alumbrado de emergencia general, realizado por las mismas pantallas LED del alumbrado general, con una autonomía mínima de una hora de funcionamiento y que permite realizar el encendido/apagado de uno de sus tubos mediante un kit emergencia ante la falta de corriente alterna de alimentación. El nivel de iluminación será el 50% del normal, por lo que no puede considerarse un alumbrado de trabajo.

6.10.2. Fuerza

Se instalarán tomas de fuerza combinadas de 3P+T (32 A) y 2P+T (16 A) en cuadros de intemperie anclados a pilares próximos a los viales, de forma que cubran el parque considerando cada conjunto con un radio de cobertura de 25 m.

6.11. Sistema Contraincendios y Antiintrusismo

6.11.1. Sistema Contraincendios

El sistema de protección contra incendios se ajustará a las exigencias de la ITC14 del RAT, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La posibilidad de propagación del incendio a otras partes de la instalación.
- La posibilidad de propagación del incendio al exterior de la instalación, por lo que respecta a daños a terceros.
- La ausencia de personal de servicio permanente en la instalación.
- La naturaleza y resistencia al fuego de la estructura soporte del edificio y de sus cubiertas.



- La disponibilidad de medios públicos de lucha contra incendios.

6.11.1.1. Detección y sistema de alarma

Se instalará un sistema de detección de incendios en todo el edificio, que requerirá conectar el panel de detección a una centralita de alarmas de incendio.

El sistema debe incluir al menos los siguientes elementos:

- Centro de detección.
- Detectores de humo ópticos.
- Detectores térmicos.
- Botones de alarma, interruptores de vidrio.
- Alarmas.
- Módulos de aislamiento, módulos de salida.
- Fuentes de energía auxiliares.

Los detectores de humo ópticos se instalarán en todo el edificio. Los botones de alarma contra incendios estarán separados por no más de 25 metros a lo largo de un recorrido de evacuación. Se instalarán a una distancia de entre 1.2 y 1.5 metros del suelo. Además, se usarán dispositivos de alarma acústica.

6.11.1.2. Señalización de evacuación y métodos de protección

El edificio tendrá señales de evacuación, de acuerdo con los siguientes criterios:

- Las salidas llevarán un letrero con la palabra "SALIDA".
- Estos se ubicarán, siempre que sea posible, en los dinteles de la salida indicados o, si esto no es posible, lo más cerca posible.
- La altura del borde inferior de los letreros deberá estar preferiblemente entre 2 m y 2.50 m de altura, pudiendo esta ser alterada por razones justificadas.
- Los letreros deben estar visibles, incluso en caso de fallo del suministro de iluminación normal, para un periodo de tiempo que cumpla con lo establecido en la normativa vigente en esta materia.

6.11.1.3. Extintores

Deben instalarse extintores de polvo ABC, con una eficiencia mínima de 21A-113B distribuidos a través de las áreas utilizables en el edificio, cumpliendo con que la distancia desde cualquier punto del mismo al extintor más cercano debe ser inferior a 15 m.



En áreas de riesgo eléctrico, se instalarán extintores de CO2 de 5 kg con una eficiencia mínima de 89-B.

Los extintores deberán estar ubicados de manera que sean fácilmente visibles y accesibles, estén ubicados cerca de los puntos donde existe la mayor posibilidad de que se inicie un incendio, cerca de salidas de emergencia y preferiblemente en montajes unidos a particiones verticales, de modo que la parte superior del extintor permanezca a un máximo de 1.70 metros sobre el suelo.

6.11.2. Sistema Antiintrusismo

La instalación estará dotada de un sistema de seguridad para la detección de intrusos con las funcionalidades que se detallan a continuación:

- Detectar la intrusión de personas no autorizadas.
- Comunicar las incidencias programadas a la Central Receptora de Alarmas, vía teléfono.
- Ser activado/desactivado localmente por personal autorizado.
- Auto-supervisión del sistema, con alarma de avería, activación del zumbador de la consola y la transmisión de la anomalía a la Central Receptora de Alarmas.
- Capacidad de respuesta hasta 4 h después de fallo de la alimentación C.A.
- Posibilidad de temporizar la duración de la alarma acústica entre 5 y 60 minutos.
- Posibilidad de comprobación manual de la operación de la sirena.
- Disponer de función pre-alarma, programable por entrada, con aviso en zumbador de la consola.

Los equipos que componen los sistemas de seguridad electrónica para la detección de intrusos son los siguientes:

- Central de alarmas: Será la encargada de gestionar y controlar los equipos detectores y de almacenar y/o transmitir las señales generadas en consecuencia.
- Consola de mando y programación: Se instalará en el distribuidor del edificio. A través de la misma podrá programarse la Central de Alarmas.
- Contactos magnéticos: Se instalarán en todas las puertas y ventanas exteriores de los edificios.
- Sensor volumétrico dual (infrarrojo/microondas): Se instalará en todas las salas del edificio con puertas o ventanas al exterior.
- Sirena acústica con lanzadestellos: Se instalará en la zona visible, en la parte alta del edificio.



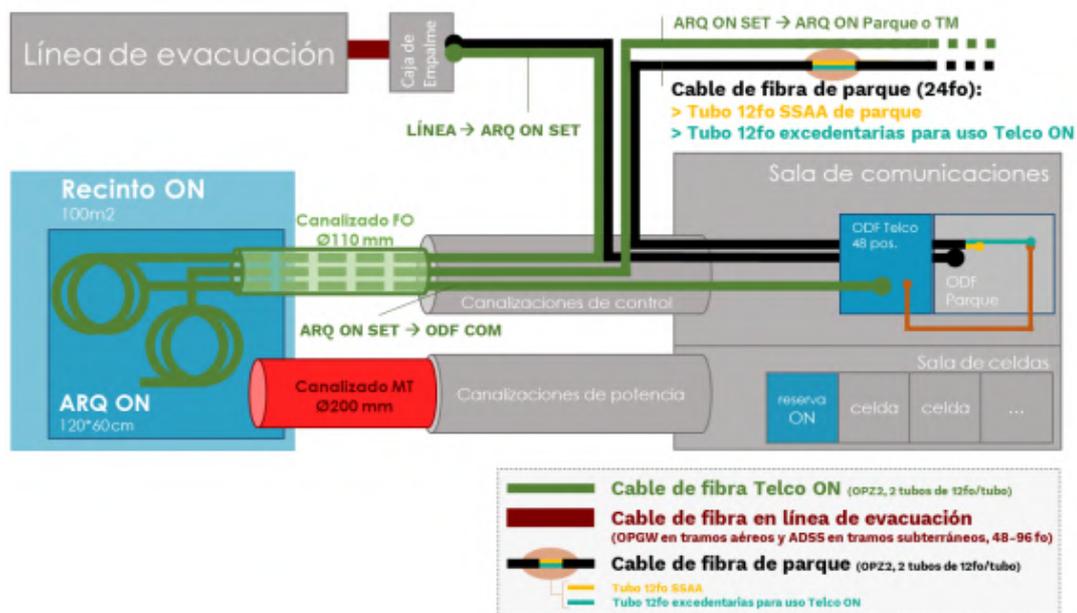
6.12. Recinto ON

Se reservará y adecuará un espacio ("Recinto ON") en las cercanías de la subestación para futuros usos.

Contará con vallado y acceso independiente.

En el interior del Recinto ON, se construirá una arqueta registrable de 120 cm x 60 cm, desde la cual realizarán dos canalizaciones para la conexión de la SET con el Recinto ON:

- Canalización MT: tubo mandrilado ($\varnothing 200$ mm) de color rojo, hasta sala de celdas o hasta una canalización MT de la propia SET.
- Canalización BT/FO: tubos mandrilados ($\varnothing 110$ mm) de color verde, hasta la sala de control o hasta una canalización BT de la propia SET.



7. PLAZO DE EJECUCIÓN Y CRONOGRAMA

La ejecución de la obra a realizar se estima en un plazo de **7 meses** a partir del comienzo de la misma.

DESCRIPCIÓN	MES	1º MES				2º MES				3º MES				4º MES				5º MES				6º MES				7º MES							
	SEMANA	1ª	2ª	3ª	4ª																												
OBRAS PRELIMINARES		X	X	X	X	X	X	X	X																								
LIMPIEZA DE TERRENO		X	X	X	X	X	X	X	X																								
TRAZADO Y REPLANTEO		X	X	X	X	X	X	X	X																								
MOVIMIENTO DE TIERRAS					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																
ZANJA PARA RED DE TIERRAS					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																
TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																
RED DE TIERRAS						X	X	X	X	X	X	X	X																				
TENDIDO Y CONEXIONADO DE LA MALLA DE TIERRAS						X	X	X	X	X	X	X	X																				
OBRA CIVIL				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X								
EXCAVACIÓN DE CIMENTACIONES						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X												
REALIZACIÓN DE BANCADA										X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X								
ARMADO Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS METÁLICAS								X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X								
MONTAJE DE APARELLAJE									X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X								
CONEXIÓN DE TIERRAS Y EQUIPOS										X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X								
MONTAJE DEL EDIFICIO DE CONTROL						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X												
MONTAJE DE CELDAS							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																
CONEXIONADO DE EQUIPOS										X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X								
MONTAJE DE TRANSFORMADORES														X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X								
CONEXIONES GENERALES										X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X								
PRUEBAS															X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PUESTA EN MARCHA																		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ENTRADA EN FUNCIONAMIENTO DE LA INSTALACION																																	X

8. CONCLUSIÓN

Con lo anteriormente expuesto, se consideran suficientemente descritos los elementos constitutivos y las actuaciones constructivas derivadas de la instalación y funcionamiento de la **Subestación Eléctrica SET GRAITAS 30/220 kV**, con el fin de informar a los organismos oficiales competentes y obtener de ellos la **Autorización Administrativa Previa y la Autorización Administrativa de Construcción**.

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS
Habilitación Profesional
Col. nº 06551 JULIAN GARCIA SANCHEZ

25
2025

VISADO : 202501012

Validar cogitpa.e-gestion.es [FVSD0823UKMSS3MM]



SET GRAITAS 30/220 kV

Anexo 01: Cálculos Justificativos
Enero 2025



VISADO : 202501012

Validar cogitpa.e-gestion.es [FVSD0823UKMSS3MM]

2/5
2025

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

Habilitación Profesional

Col. nº 06551 JULIAN GARCIA SANCHEZ



ÍNDICE

1. CÁLCULO DE EMBARRADOS Y CONDUCTORES	3
1.1. HIPÓTESIS DE DISEÑO.....	3
1.2. CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN.....	3
1.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y EQUIPOS A INSTALAR.....	3
1.3.1. CONDUCTOR RÍGIDO.....	3
1.3.2. CONDICIONES DEL VANO.....	3
1.3.3. TUBO 150/134 (EMBARRADO PRINCIPAL).....	3
1.3.4. CARACTERÍSTICAS DE LOS AISLADORES SOPORTE.....	4
1.4. CÁLCULO MECÁNICO DEL EMBARRADO PRINCIPAL.....	4
1.4.1. CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO.....	4
1.4.2. TENSIÓN EN EL TUBO.....	5
1.4.3. REACCIONES SOBRE AISLADORES SOPORTE.....	9
1.4.4. FLECHA EN EL TUBO.....	11
1.4.5. ELONGACIÓN DEL EMBARRADO.....	11
1.4.6. ESFUERZO TÉRMICO EN CORTOCIRCUITO.....	12
1.4.7. INTENSIDAD NOMINAL DE LAS BARRAS.....	12
1.5. CÁLCULO DEL CONDUCTOR FLEXIBLE DE INTERCONEXIÓN ENTRE APARAMENTA 220 KV.....	13
1.5.1. INTENSIDAD SISTEMA 220 KV.....	13
1.5.2. CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR A INSTALAR.....	13
1.5.3. ELECCIÓN DEL CONDUCTOR.....	14
1.6. CÁLCULO DEL EMBARRADO RÍGIDO DE 30 KV.....	15
1.6.1. INTENSIDAD SISTEMA 30 KV.....	15
1.6.2. CARACTERÍSTICAS DEL TUBO A INSTALAR.....	15
1.6.3. ELECCIÓN DEL TUBO.....	15
1.7. CÁLCULO DEL CONDUCTOR DE INTERCONEXIÓN CELDA DE TRANSFORMADOR 30 KV – TRANSFORMADOR 30/220 KV.....	16
1.7.1. INTENSIDAD SISTEMA 30 KV.....	16



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS
Habilitación Profesional
Col. nº 06551 JULIAN GARCIA SANCHEZ

25
2025

VISADO : 202501012
Validar cogitpa.e-gestion.es [FVSD0823UKMSS3MM]



1.7.2.	CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR A INSTALAR.....	16
1.7.3.	ELECCIÓN DEL CONDUCTOR.....	17
1.8.	CÁLCULO DE EFECTO CORONA.....	18
2.	ESTIMACIÓN DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.....	20
3.	RED DE TIERRAS.....	23
3.1.	RED DE TIERRAS INFERIORES.....	23
3.1.1.	RESISTIVIDAD DEL TERRENO.....	23
3.1.2.	CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR.....	23
3.1.3.	TENSIONES DE PASO Y CONTACTO MÁXIMAS ADMISIBLES.....	24
3.1.4.	CÁLCULO DE LA RED DE TIERRAS.....	25
3.1.4.1.	RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA:.....	25
3.1.4.2.	INTENSIDAD DE DEFECTO A TIERRA:.....	26
3.1.4.3.	EVALUACIÓN DE TENSIONES DE PASO Y CONTACTO:.....	26
3.2.	RED DE TIERRAS SUPERIORES.....	28
3.3.	RED DE TIERRAS SUPERIORES CON DISPOSITIVO DE PUNTA FRANKLIN.....	28
3.4.	ZONA DE CAPTURA.....	29



1. CÁLCULO DE EMBARRADOS Y CONDUCTORES

1.1. Hipótesis de diseño

Se adoptan los siguientes valores de diseño:

- I_{cc} (simétrica) = 40 kA
- R/X (sistema) = 0,085
- Duración del cortocircuito; 0,5 s.

1.2. Condiciones de la instalación

La subestación se encuentra a +430,84 m sobre el nivel del mar (Zona A según RLAT). Por lo tanto, se consideran las siguientes condiciones climatológicas:

- Viento: Presión de viento a 140 km/h = 95,3 DaN/m²

1.3. Características de los materiales y equipos a instalar

1.3.1. Conductor rígido.

Se van a realizar interconexiones con un tipo de tubo de Al:

- Tubo 150/134 mm Ø en barras principales

1.3.2. Condiciones del vano.

La geometría y condiciones de anclaje en los extremos de los vanos considerados como más desfavorables son las siguientes:

- Vano A - Barras principales con las siguientes condiciones:
 - Longitud de vano: 13,5 m
 - Distancia entre fases: 4 m
 - Anclajes: Fijo – Elástico

1.3.3. Tubo 150/134 (Embarrado principal).

- Aleación E-AlMgSi0,5, F22
- Diámetro exterior (D) interior (d) 150/134 mm
- Espesor de la pared (e) 8 mm
- Peso propio unitario (P_{pu}) 9,64 kg/m
- Sección (A) 3.569 mm²



• Carga de rotura del material (a_R)	195 N/mm ²
• Momento de inercia (I)	902 cm ⁴
• Momento resistente (W)	120 cm ³
• Módulo de elasticidad (Young) (E)	70.000 N/mm ²
• Límite de fluencia mínimo del material ($R_{p0,2}$)	160 N/mm ²
• Coeficiente de dilatación lineal (s)	0,023 mm/m°C
• Intensidad máxima	3.250 A

1.3.4. Características de los aisladores soporte

Se instalan aisladores C10-1050, de las siguientes características mecánicas:

• Carga de rotura a flexión	10.000 N
• Carga de rotura a torsión	4.000 N
• Altura del aislador	2.300 mm
• Altura de la pieza soporte	170 mm

1.4. Cálculo mecánico del embarrado principal

1.4.1. Corriente de cortocircuito

Según lo descrito en el apartado 1.1, la intensidad simétrica de cortocircuito trifásico (I_{cc}) a efectos de diseño es de 40 kA.

La intensidad de cresta (S/ CEI 909) se calcula según:

$$I_p = X \cdot \sqrt{2} \cdot I_{cc}$$

Siendo:

$$X = 1,02 + 0,98 \cdot e^{-3R/X}$$

R/X es la relación de impedancias equivalentes del sistema en el punto de cortocircuito que se considerará con valor 0,085 para este nivel de tensión.

Resultando: $X = 1,780$ con lo que $I_p = 100,7$ kA. para $I_{cc} = 40$ kA.



1.4.2. Tensión en el tubo

- Esfuerzos por viento**

Vienen dados por la siguiente ecuación:

$$F_v = p_v \cdot D$$

Siendo

$P_v = 952,8 \text{ N/m}^2$, presión del viento a 140 km/h.

$D = 0,150 \text{ m}$, diámetro exterior del tubo.

Por tanto,

$$F_v = 142,92 \text{ N/m}$$

- Esfuerzos por peso propio**

Serán la suma del esfuerzo producido por el propio peso y el cable amortiguador:

$$F_p = F_{pp} + \text{Cable amortiguador}$$

Donde

$$F_{pp} = P_{pu} \cdot g$$

Siendo

$P_{pu} = 9,64 \text{ kg/m}$, peso propio unitario.

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$, gravedad.

Cable amortiguador (RAIL) con peso de 15,68 N/m, en 4/3 del vano, equivalentes a 20,91 N/m.

Sustituyendo se obtiene que

$$F_p = 115,48 \text{ N/m}$$

- Esfuerzos por cortocircuito**

La fuerza estática por unidad de longitud entre dos conductores paralelos recorridos por una intensidad se obtiene de la expresión:

$$F_s = 0,866 \cdot \frac{\mu_0 \cdot I_p^2}{2 \cdot \pi \cdot a}$$

Siendo

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2$, permeabilidad magnética del vacío.



$I_p = 100,7$ kA, intensidad de cresta de cortocircuito trifásico.

$a = 4$ m, distancia entre fases.

Sustituyendo valores se obtiene:

$$F_s = 439,01 \text{ N/m}$$

Los esfuerzos dinámicos dependen a su vez de la frecuencia de vibración propia del tubo, que permite calcular dos coeficientes que determinan el esfuerzo dinámico en cortocircuito:

- V_σ = Factor que tiene en cuenta el defecto dinámico.
- V_r = factor que tiene en cuenta el reenganche.

La frecuencia de vibración de un tubo es (CEI 865):

$$f_v = \frac{\gamma}{l^2} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I}{m}}$$

Siendo

$I = 902$ cm⁴, inercia de la sección.

$m = 11,77$ kg/m, masa unitaria del tubo, incluido cable amortiguador.

$E = 70.000$ N/mm², módulo de Young del material.

$l = 13,5$ m, longitud del vano.

$\gamma = 1,57$, coeficiente del tubo y los apoyos. Sustituyendo se obtiene:

$$f_v = 2,00 \text{ Hz}$$

La relación entre frecuencia de vibración y frecuencia nominal del sistema es:

$$f_v/f = 0,040$$

En estas condiciones y según la norma CEI 865 se establecen los valores:

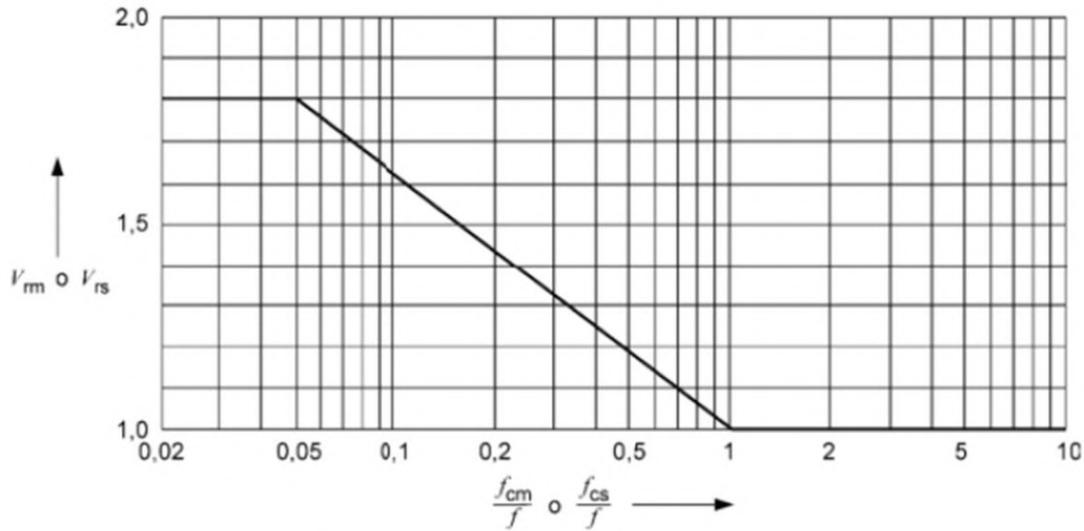
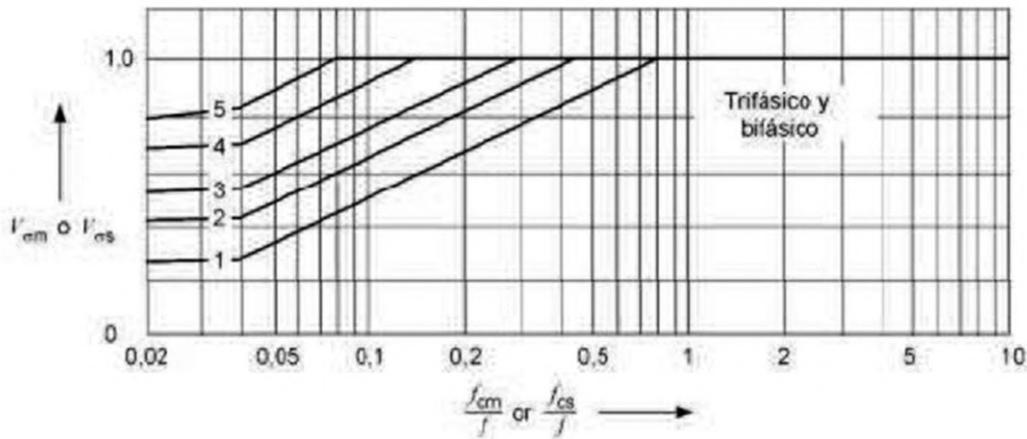


Figura 1. Relación con Vr.



Leyenda		
1 $\kappa \geq 1,60$	2 $\kappa = 1,40$	3 $\kappa = 1,25$
4 $\kappa = 1,10$	5 $\kappa = 1,00$	

Figura 2. Relación con Vσ y K.

- $V_{\sigma} = 0,756 + 4,49 \cdot e^{-1,68 \cdot K} + 0,54 \cdot \log \frac{f_v}{f} = 0,306$
- $V_r = 1 - 0,615 \cdot \log \frac{f_v}{f} = 1,86$

La tensión de trabajo en el tubo por esfuerzo dinámico de cortocircuito, vale:

$$\sigma_m = V_{\sigma} \cdot V_r \cdot \beta \cdot \frac{F_s \cdot I^2}{8 \cdot W}$$

Siendo

$\beta = 1$, CEI 865.



$W = 120 \text{ cm}^3$, momento resistente de la sección del tubo.

Sustituyendo valores en la ecuación se obtiene:

$$\sigma_m = 47,44 \text{ N/mm}^2$$

La tensión de trabajo total en el tubo vendrá dada por la suma geométrica de las tensiones producidas por los distintos esfuerzos, que se acumulan en sus direcciones respectivas, a la calculada de cortocircuito. En este caso, y considerando todas las cargas uniformemente repartidas:

$$\sigma = \frac{1}{8} \cdot \frac{P \cdot l^2}{W}$$

Siendo

P = Carga repartida que produce el esfuerzo.

Se obtiene:

- Por viento:

$$\sigma_v = \frac{1}{8} \cdot \frac{142,92 \cdot 13,5^2}{120} = 54,26 \text{ N/mm}^2$$

- Por peso propio:

$$\sigma_p = \frac{1}{8} \cdot \frac{115,48 \cdot 13,5^2}{120} = 43,84 \text{ N/mm}^2$$

- Tensión máxima:

$$\sigma_t = \sqrt{(\sigma_v + \sigma_m)^2 + (\sigma_p + \sigma_h)^2} = 110,75 \text{ N/mm}^2$$

El coeficiente de seguridad del tubo frente al límite de fluencia vale: $160/\sigma_t = 1,44$

En cuanto al esfuerzo en cortocircuito, la norma CEI 865 establece que el tubo soporta los esfuerzos si se cumple que:

$$\sigma_t \leq q \cdot R_{p0,2}$$

Siendo

$q = 1,344 \text{ } \varnothing 150/134$, factor de resistencia.

$R_{p0,2} = 160 \text{ N/mm}^2$, límite de fluencia mínimo del material.



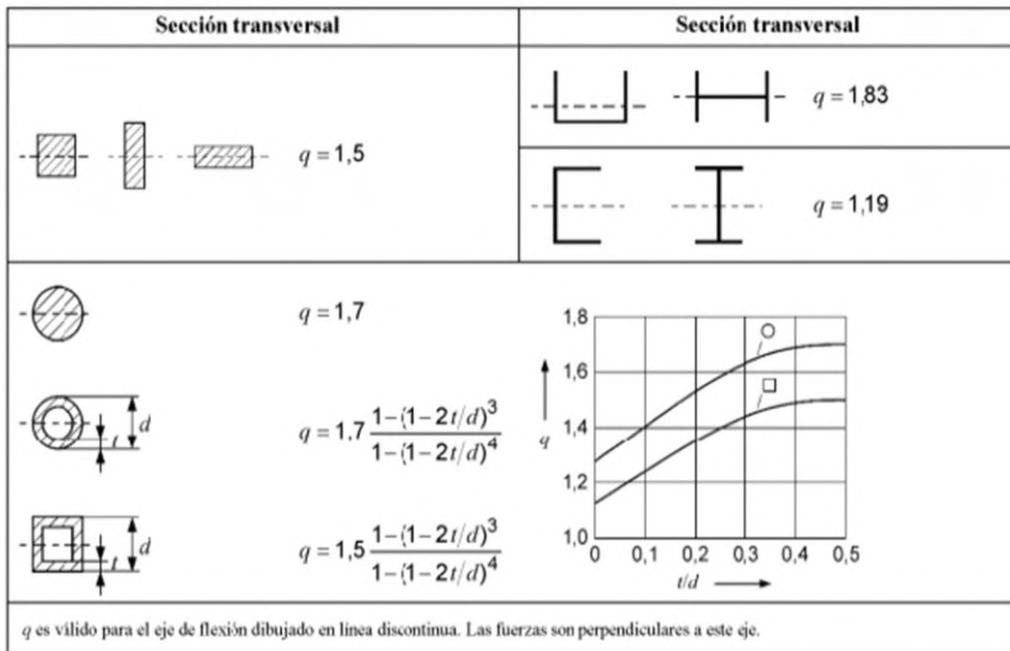


Figura 3. Factor q .

Por tanto, se verifica que

$$\sigma_t \leq 1,334 \cdot 160 = 215,04 \text{ N/mm}^2$$

Se observa que el tubo está lejos del límite para esfuerzos de cortocircuito.

1.4.3. Reacciones sobre aisladores soporte

El máximo esfuerzo se producirá en los aisladores intermedios, considerando dos veces el esfuerzo producido en el extremo de un vano, según CEI 865.

Las acciones a considerar en este caso son solo horizontales. Por tanto:

- Viento sobre el tubo

$$F_v = p_v \cdot D = 142,92 \text{ N/m}$$

- Esfuerzo en cortocircuito

Según la norma de referencia, el valor de esfuerzo sobre los soportes tiene la expresión:

$$F_s = 0,866 \cdot V_f \cdot V_r \cdot \frac{\mu_0 \cdot I_p^2}{2 \cdot \pi \cdot a}$$

Siendo

$V_f = 0,35$, factor de carga dependiente de $f_v/f = 0,040$



$V_r = 1,86$

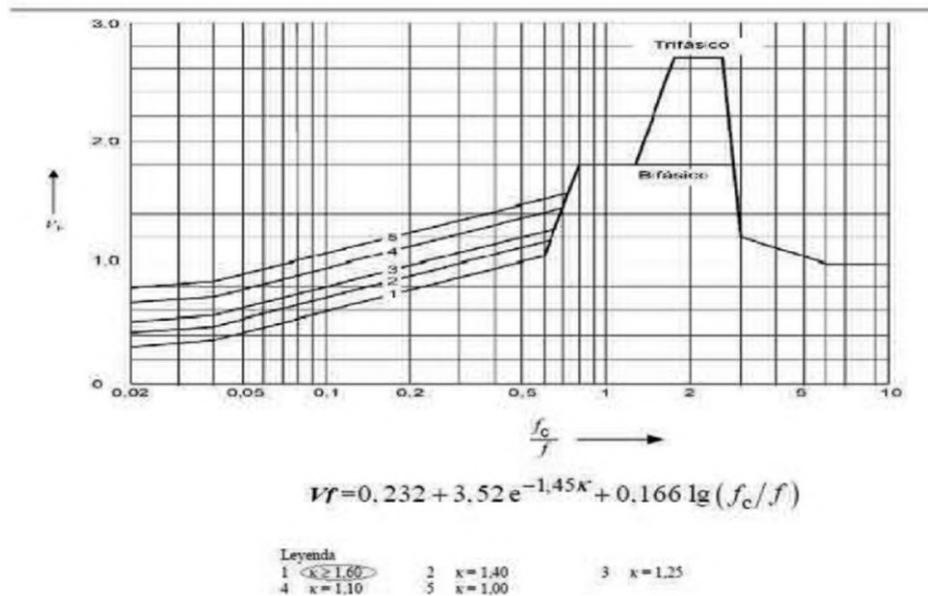


Figura 4. Relación f_v/f con V_f .

Sustituyendo valores se obtiene:

$$F_s = 282,34 \text{ N/m}$$

La suma de esfuerzos sobre el soporte central entre dos vanos será:

$$F_t = 2 \cdot (F_v + F_s) \cdot l \cdot \alpha$$

Siendo

$\alpha = 0,5$, coeficiente de reparto para el soporte crítico en ambos vanos (CEI 865). Sustituyendo valores se obtiene:

$$F_t = 5.740,92 \text{ N}$$

Este esfuerzo se produce sobre el eje del tubo, que está situado 170 mm por encima de la cabeza del aislador, punto sobre el que el fabricante garantiza el esfuerzo. Por lo tanto:

$$F'_t = F_t \cdot \frac{2300 (\text{altura aislador}) + 170 (\text{pieza soporte})}{2300 (\text{altura aislador})} = 6165,24 \text{ N}$$

El aislador trabajará, en las peores condiciones, con un coeficiente de seguridad frente a la carga inferior de rotura de:

$$10000 (\text{carga rotura flexión aislador}) / F'_t = 1,62$$



1.4.4. Flecha en el tubo

La flecha máxima para un vano se obtiene de la expresión:

$$f = \alpha_f \cdot \frac{P \cdot l^4}{E \cdot I}$$

Siendo

P = Fuerza vertical por unidad de longitud ($F_p + F_h$).

$\alpha_f = 1,3$, factor dependiente del tipo de apoyo.

$l = 13,5$ m, longitud del vano.

$E = 70.000$ N/mm², módulo de Young del material.

$I = 902$ cm⁴, inercia de la sección.

Sustituyendo valores se obtiene:

$$f = 7,90 \text{ cm}$$

1.4.5. Elongación del embarrado

El tubo que forma el embarrado, por efectos térmicos se dilatará, de acuerdo con la expresión:

$$\Delta l = l_0 \cdot \alpha \cdot \Delta \theta$$

Siendo

l_0 = Longitud inicial del tubo.

$\alpha = 0,023$ mm/m°C, coeficiente de dilatación lineal del tubo.

$\Delta \theta$ = Incremento de temperatura entre montaje (35°C) y servicio (80°C).

Sustituyendo valores se obtiene:

$$\Delta l = 13,97 \text{ mm}$$

Se instarán piezas que permitan absorber esta dilatación.



1.4.6. Esfuerzo térmico en cortocircuito.

La intensidad térmica en cortocircuito viene dada según CEI 865 por la expresión:

$$I_{\theta} = I_{cc} \cdot \sqrt{(m + n)}$$

Siendo

m y n coeficientes térmicos de disipación, que valen 0,097 y 0,758 respectivamente según norma de referencia.

Sustituyendo valores se obtiene:

$$I_{\theta} = 93,11 \text{ kA}$$

Este valor debe ser menor que la capacidad térmica del tubo, con densidad de corriente en cortocircuito

$\rho = 116 \text{ A/mm}^2$ (proceso adiabático).

La capacidad térmica del tubo es (siendo S la sección del tubo):

$$S \cdot \rho = 3.569 \cdot 116 = 414 \text{ kA}$$

Se observa un valor muy superior a la corriente térmica de cortocircuito de la instalación.

1.4.7. Intensidad nominal de las barras.

La intensidad nominal teórica del tubo elegido, según fabricante es de 3.250 (para tubo 150/134 mm) con 30 °C de temperatura ambiente y 65 °C de temperatura de trabajo del tubo.

Según DIN 43670, esta intensidad debe ser corregida con distintos factores en función de la composición del tubo, la altitud, la temperatura máxima de trabajo (según RAT).

Deben tenerse en cuenta los siguientes factores:

$k_1 = 0,925$ por la aleación elegida

$k_2 = 1,25$ para temperatura final de 80 °C

$k_3 = 1$ por ser tubo

$k_4 = 0,98$ para instalación a menos de 1000 msnm según la citada norma:

$$I_{max} = I_n \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4$$



Sustituyendo valores se obtiene:

$$I_{max} = 3.682,66 \text{ A}$$

1.5. Cálculo del conductor flexible de interconexión entre apartamento 220 kV

1.5.1. Intensidad sistema 220 kV

La intensidad en una línea viene dada por la expresión:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos(\varphi)}$$

Donde:

S: Potencia de la línea en kVA

V: Tensión de alimentación en kV

I: Intensidad en A

cos(φ): Factor de potencia = 0,95

La intensidad en las posiciones de línea será, por tanto:

$$I_{220L} = \frac{66.770}{\sqrt{3} \cdot 220} = 184,45 \text{ A}$$

Considerando una sobrecarga del 10% de la intensidad máxima esperada, se tiene:

$$I_{220L} = 202,89 \text{ A}$$

1.5.2. Características del conductor a instalar

• Designación	337-AL1/44-ST1A (GULL)
• Sección total	381 mm ²
• Número de alambres	54 AL1+7 ST1A
• Diámetro de alambres	2,82 / 2,82 mm
• Diámetro alma	8,46 mm
• Diámetro conductor	25,38 mm
• Masa lineal	1.275 Kg/Km
• Carga de rotura	10.650 daN



• Resistencia en cc	0,0857 Ω /Km
• Módulo de elasticidad	6.900 daN/mm ²
• Coeficiente de dilatación lineal	19,3 $^{\circ}\text{C} \cdot 10^{-6}$
• Densidad de corriente	1,87 A/ mm ²
• Intensidad de corriente	712 A
• Distancia entre fases	4 m

1.5.3. Elección del conductor

Los criterios seguidos para la elección del conductor son:

- **Intensidad máxima admisible**

La situación de máxima intensidad se corresponde a la línea a plena carga y la corriente máxima admisible que puede transportar el cable, según RAT, se calcula mediante la expresión:

$$I_{adm} = D \cdot S \cdot K$$

Donde:

D: Densidad de corriente reglamentaria admisible según sección en A/mm²

S: Sección del conductor en mm²

K: Coeficiente dependiente de la composición del cable, 0,95 para 54+7 según RAT

Sustituyendo se obtiene:

$$I_{adm} = 676,85 \text{ A} > I_{220 L}$$

Se verifica que la intensidad máxima admisible del conductor es superior a la corriente máxima de la instalación.

- **Intensidad de cortocircuito máxima admisible**

La corriente máxima de cortocircuito admisible por un cable se calcula mediante la expresión:

$$I_{cc adm} = \frac{K \cdot S}{\sqrt{t}}$$

Donde:

K: Coeficiente dependiente del tipo de conductor, 93 para Aluminio

S: Sección del conductor en mm²



t: Duración del cortocircuito en segundos

Sustituyendo se obtiene:

$$I_{cc adm} = 50,11 \text{ kA} > 40 \text{ kA}$$

Se verifica que la intensidad máxima de cortocircuito a soportar es superior a la de diseño del sistema.

1.6. Cálculo del embarrado rígido de 30 kV

1.6.1. Intensidad sistema 30 kV

La intensidad en el lado de 30 kV de los transformadores TR1 y TR2 será:

$$I_{30 TR1} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V} = \frac{40.000}{\sqrt{3} \cdot 30} = 769,80 \text{ A}$$

$$I_{30 TR2} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V} = \frac{45.000}{\sqrt{3} \cdot 30} = 866,03 \text{ A}$$

1.6.2. Características del tubo a instalar

• Aleación	E-ALMgSi0,5, F22
• Diámetro exterior (D) interior (d)	80/70 mm
• Espesor de la pared	5 mm
• Peso propio unitario	3.181 kg/km
• Sección	1.178 mm ²
• Momento de inercia	87,80 cm ⁴
• Momento de elasticidad	21,20 cm ³
• Intensidad máxima (en rango de T.O. hasta 85°C)	2.077 A

1.6.3. Elección del tubo

Los criterios seguidos para la elección del tubo son:

- **Intensidad máxima admisible**

El embarrado de salida de las bornas de 30 kV del transformador se realizará con tubo de 80 mm de diámetro exterior y 70 mm de diámetro interior (1.178 mm² de sección), que, al aire, admite una intensidad de 2.077 A en servicio continuo y en un rango de temperatura operativa de hasta 85°C.

$$I_{30 TR1} = 769,80 \text{ A} < 2.077 \text{ A}$$

$$I_{30 TR2} = 866,03 \text{ A} < 2.077 \text{ A}$$



- Intensidad de cortocircuito máxima admisible**

La corriente máxima de cortocircuito admisible se calcula mediante la expresión:

$$I_{cc adm} = \frac{K \cdot S}{\sqrt{t}}$$

Donde:

K: Coeficiente dependiente del tipo de conductor, 93 para Aluminio

S: Sección del conductor en mm²

t: Duración del cortocircuito en segundos

Sustituyendo se obtiene:

$$I_{cc adm} = 155 \text{ kA} > 40 \text{ kA}$$

Se verifica que la intensidad máxima de cortocircuito a soportar es superior a la de diseño del sistema.

1.7. Cálculo del conductor de interconexión Celda de Transformador 30 kV – Transformador 30/220 kV

1.7.1. Intensidad sistema 30 kV

La intensidad en el lado de 30 kV de los transformadores TR-1 y TR-2 será:

$$I_{30 TR1} = 769,80 \text{ A}$$

$$I_{30 TR2} = 866,03 \text{ A}$$

1.7.2. Características del conductor a instalar

- | | |
|---|---------------------------------|
| • Designación | RHZ1-OL 1x630 K Al+H16 18/30 kV |
| • Sección | 630 mm ² |
| • Diámetro sección | 30,5 mm |
| • Diámetro aislamiento | 47,5 mm |
| • Diámetro exterior | 60,0 mm |
| • Peso | 3.470 Kg/Km |
| • X (a 50 Hz) | 0,16 Ω/Km |
| • C (a 50 Hz) | 0,3 μF/Km |
| • Intensidad máxima (enterrado a 25 °C) | 575 A |



1.7.3. Elección del conductor

Los criterios seguidos para la elección del conductor son:

- **Intensidad máxima admisible**

La intensidad máxima admisible para el cable RHZ1 18/30 kV 1x630 mm² Cu, instalado en agrupación de dos ternas en canal prefabricado de hormigón para la conexión con el trafo TR1 y de tres ternas para la conexión con el trafo TR2, separadas entre sí una distancia de 0,2 m y a una profundidad de 1 m, viene dada por la expresión:

$$I_{adm} = n \cdot I_{cond} \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot C_3$$

Donde:

n: Número de conductores en paralelo, 2

I_{cond}: Intensidad máxima admisible de cable unipolar aislado 18/30 kV, según fabricante, 575 A

C₁: Coeficiente de corrección por agrupación de ternas con una separación de 0,2 m, 0,82 (ITC-RAT-06)

C₂: Coeficiente de corrección para profundidad de instalación de 1 m, 1 (ITC-RAT-06)

C₃: Coeficiente de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 K·m/W, 1 (ITC-RAT-06)

Sustituyendo se obtiene:

$$I_{adm} = 943,00 \text{ A} > I_{30TR1}$$

Donde:

n: Número de conductores en paralelo, 3

I_{cond}: Intensidad máxima admisible de cable unipolar aislado 18/30 kV, según fabricante, 575 A

C₁: Coeficiente de corrección por agrupación de ternas con una separación de 0,2 m, 0,73 (ITC-RAT-06)

C₂: Coeficiente de corrección para profundidad de instalación de 1 m, 1 (ITC-RAT-06)

C₃: Coeficiente de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 K·m/W, 1 (ITC-RAT-06)

Sustituyendo se obtiene:

$$I_{adm} = 1.259,25 \text{ A} > I_{30TR2}$$



- Intensidad de cortocircuito máxima admisible**

La corriente máxima de cortocircuito admisible por un cable se calcula mediante la expresión:

$$I_{cc adm} = \frac{K \cdot S}{\sqrt{t}}$$

Donde:

K: Coeficiente dependiente del tipo de conductor, 143 para cobre

S: Sección del conductor en mm²

t: Duración del cortocircuito en segundos

Sustituyendo se obtiene:

$$I_{cc adm} = 83 \text{ kA} > 40 \text{ kA}$$

Se verifica que la intensidad máxima de cortocircuito a soportar es superior a la de diseño del sistema.

1.8. Cálculo de efecto corona

Para evitar que se produzca el efecto corona, la tensión del conductor ha de ser inferior a la tensión disruptiva del aire.

El cálculo del campo eléctrico crítico (E_c) para el caso de conductores cilíndricos paralelos se rige por la fórmula de Peek, considerando el gradiente crítico disruptivo del aire igual a 30 kV/cm:

$$E_0 = 30 \cdot m_0 \cdot \delta \cdot \left(1 + \frac{0,301}{\sqrt{r \cdot \delta}} \right)$$

Siendo:

$m_0 = 1$, coeficiente de irregularidad del conductor que toma el valor de 1 para tubo cilíndrico y liso.

δ = densidad relativa del aire.

r = radio exterior del conductor en cm;

La Subestación SET GRAITAS 30/220 kV se encuentra a una altura sobre el nivel del mar de 430,84 m, por lo que se consideran 722 mm Hg de presión. Sustituyendo se obtiene $\delta=0,93$.

Se obtiene un valor máximo de campo de

$$\text{Embarrado: } E_0 = 31,21 \text{ kV/cm}$$

$$\text{GULL Símplex: } E_0 = 28,61 \text{ kV/cm}$$



Siendo el valor eficaz:

$$\text{Embarrado: } E_{0f} = \frac{E_0}{\sqrt{2}} = 22,07 \text{ kV/cm}$$

$$\text{GULL Símplex: } E_{0f} = 20,23 \text{ kV/cm}$$

El gradiente de tensión superficial del conductor se calcula mediante la siguiente expresión:

$$g = \frac{V_{f-t}}{R \cdot n \cdot \ln(DMG/RMG)}$$

Siendo

V_{f-t} = tensión del conductor entre fase y tierra

n = número de conductores por fase

DMG = distancia media geométrica entre conductores en cm.

RMG = radio medio geométrico del conductor en cm. Para el caso de líneas símplex o tubos, será igual a su radio. Para el caso de dúplex, será igual a $\sqrt{r \cdot s}$, siendo r el radio de un conductor y s la separación del dúplex.

Se obtiene para cada caso:

$$\text{Embarrado: } g = 4,02 \text{ kV/cm}$$

$$\text{GULL Símplex: } g = 16,73 \text{ kV/cm}$$

El efecto corona no se producirá si $E_{0f} > g$; cumpliéndose esta relación para todos los casos estudiados.

Los cálculos anteriores se hicieron en base a un tiempo seco en la subestación. Para evaluar el caso de un tiempo húmedo, se multiplicarán los valores obtenidos anteriormente por un coeficiente meteorológico igual a 0,8. Según esto, se obtienen los siguientes valores:

$$\text{Embarrado: } E'_{0f} = 0,8 \frac{E_0}{\sqrt{2}} = 17,65 \text{ kV/cm}$$

$$\text{GULL Símplex: } E'_{0f} = 16,19 \text{ kV/cm}$$

Se comprueba que, aun así, que los valores están por encima del gradiente de tensión superficial.



2. ESTIMACIÓN DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

Parámetros de red (REE):

Obtenidos a partir del documento público facilitado por REE "Informe Anual de la Corriente de Cortocircuito en la red de transporte del Sistema Eléctrico Peninsular en el año 2023" para el nudo de la Subestación SET AMPLIACIÓN PRE-RUEDA PROMOTORES 400/220 kV:

- | | |
|--|-----------|
| • Potencia de cortocircuito trifásica | 9.618 MVA |
| • Intensidad de cortocircuito trifásica | 13,9 kA |
| • Potencia de cortocircuito monofásica | 7.244 MVA |
| • Intensidad de cortocircuito monofásica | 10,5 kA |

Parámetros de Línea LAAT 400 kV SET PRERUEDA PROMOTORES 400/220 kV – SET RUEDA DE JALÓN 400 kV

(REE):

- | | |
|-------------------------------|-------------------------|
| • Potencia a transportar (MW) | 249,3 |
| • Conductor | SC Dúplex LA-380 (GULL) |
| • Longitud (km) | 0,376 |
| • Impedancia línea aérea | 0,0166+0,0568j |

Parámetros de Línea LAAT 220 kV SET GRAITAS – SET AMPLIACIÓN PRE-RUEDA PROMOTORES 400/220 kV:

- | | |
|-------------------------------|----------------------------------|
| • Potencia a transportar (MW) | 66,77 |
| • Conductor | 85-AL1/63-ST1A (LA-545) - Dúplex |
| • Longitud (km) | 12,12 |
| • Impedancia línea aérea | 0,52 + 3,82j |

Para obtener las intensidades de cortocircuito en cabecera de SET GRAITAS 30/220 kV (punto más desfavorable de la instalación) se tendrán en consideración la impedancia de red y de línea.

Se considerarán los siguientes tipos de cortocircuitos en SET GRAITAS 30/220 kV:

- Trifásico
- Monofásico (Fase a tierra)

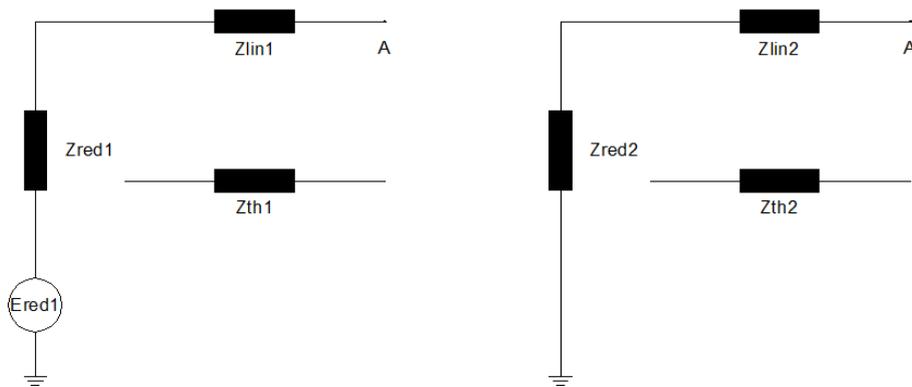
Las hipótesis de cálculo para el estudio de cortocircuitos basado en el método de las componentes simétricas son:

- El sistema eléctrico previo a la falta responde con un sistema trifásico equilibrado.



- Durante el cortocircuito no habrá cambio en el tipo de cortocircuito.
- Todos los cortocircuitos serán francos y se ignorarán las resistencias de arco.
- Se despreciará la susceptancia de la línea.
- Se despreciará la impedancia de las barras.
- Se considerarán las tensiones nominales a efectos de cálculo de las impedancias equivalentes.

Para obtener las intensidades de cortocircuito en cabecera de SE GRAITAS 30/220 kV (punto más desfavorable de la instalación) se tendrán en consideración la impedancia de red y de línea.



Así pues, el equivalente de Thevenin para la secuencia directa (1) e inversa (2) se puede obtener según la siguiente ecuación:

$$Z_{TH1} = Z_{TH2} = Z_{red1} + Z_{lin1}, \text{ donde:}$$

$$Z_{red1} = C \cdot j U^2 / S_{cc} = 1,1 \cdot j 220^2 / 9618 = 5,54 \Omega$$

$$X_{red1} = Z_{red1} \cdot j0,995 = 5,51j$$

$$R_{red1} = Z_{red1} \cdot 0,1 = 0,55$$

$$Z_{red1} = 0,55 + 5,51j \Omega$$

Sustituyendo se obtiene

$$Z_{TH1} = Z_{TH2} = 1,08 + 9,33j \Omega$$

La intensidad de cortocircuito trifásico en el punto A será, por tanto:

$$I_{cc3} = C \cdot \frac{U_N}{\sqrt{3} \cdot |Z_{TH1}|} = 1,1 \cdot \frac{220}{\sqrt{3} \cdot 9,39} = 14,88 \text{ kA}$$



Para el cálculo de la impedancia homopolar se debe considerar que:

- Impedancias homopolares de líneas aéreas AT se corresponden con un valor igual al triple del valor de sus impedancias en secuencia directa.
- La impedancia de la red en secuencia homopolar es cero.

Por tanto, el equivalente en secuencia homopolar sabiendo que $Z_{TH0} = 3 \cdot Z_{TH}$ será:

$$Z_{TH0} = 3,23 + 27,99j \Omega$$

La intensidad de cortocircuito monofásico será, por tanto:

$$I_{cc0} = C \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot U_N}{|2 \cdot Z_{TH1} + Z_{TH0}|} = 1,1 \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot 220}{46,96} = 8,93 \text{ kA}$$

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS
Habilitación Profesional
Col. nº 06551 JULIAN GARCIA SANCHEZ

25
2025

VISADO : 202501012
Validar cogitpa.e-gestion.es [FVSD0823UKMSS3MM]



3. RED DE TIERRAS

3.1. RED DE TIERRAS INFERIORES

Para el cálculo de la red de tierras se tendrán en cuenta los valores máximos de tensiones de paso contacto que establece el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, en su artículo ITC-RAT 13, así como la norma IEEE-80-2013: "IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding".

La tensión máxima de contacto aplicada, en voltios, que se puede aceptar sobre un cuerpo humano, se determina en función del tiempo de duración del defecto, según la expresión:

$$V = \frac{k}{t^n}$$

Siendo

$k = 72$ y $n=1$, para tiempo $\leq 0,9$ s.

$t = 0,5$ s, tiempo de despeje de falta.

Las máximas tensiones de paso y contacto admisibles en la instalación se obtienen mediante las ecuaciones:

- Tensión de paso:

$$V_p = 10U_{ca} \cdot \left(1 + \frac{2R_{a1} \cdot 6 \cdot \rho_s}{1000}\right)$$

- Tensión de contacto:

$$V_c = U_{ca} \cdot \left(1 + \frac{R_{a1} \cdot 1,5 \cdot \rho_s}{1000}\right)$$

3.1.1. Resistividad del terreno

El terreno se ha modelado como terreno monocapa de $200 \Omega \cdot m$ de resistividad. La parcela se terminará con una capa de grava uniforme de 15 cm de espesor y resistividad superficial de $3000 \Omega \cdot m$.

3.1.2. Características del conductor

El conductor de tierra a instalar será cable desnudo de Cu de 120 mm^2 , formando una retícula enterrada a 0,8 m por debajo del nivel de explanación.



Las conexiones entre los conductores de la malla se realizarán con soldadura aluminotérmica con alto poder de fusión.

3.1.3. Tensiones de Paso y Contacto Máximas Admisibles

Datos de cálculo utilizados:

- Tiempo de despeje de falta (t) 0,5 s
- Intensidad monofásica a tierra 8,93 kA
- Resistividad de la capa superficial de grava (ρ_s) 3000 $\Omega \cdot m$
- Resistividad del terreno (ρ) 200 $\Omega \cdot m$
- Coeficiente reductor (C_s) 0,756

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

- Espesor de la capa de grava (h_s) 15 cm
- Tensión de contacto aplicada admisible (U_{ca}) 204 V
- Resistencia equivalente del calzado (R_{a1}) 2000 Ω

Sustituyendo valores en las ecuaciones dadas por RAT:

$$V_p = 10 \cdot 204 \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot 2000 + 6 \cdot 0,756 \cdot 3000}{1000} \right) = 37972 \text{ V}$$

$$V_c = 204 \cdot \left(1 + \frac{\frac{2000}{2} + 1,5 \cdot 0,756 \cdot 3000}{1000} \right) = 978 \text{ V}$$

Según IEEE-80 dichos valores son (para una persona de 70 kg):

- Tensión de paso:

$$E_p = (1000 + 6 \cdot C_s \cdot \rho_s) \cdot \frac{0,157}{\sqrt{t_s}} = 3245 \text{ V}$$

- Tensión de contacto:

$$E_c = (1000 + 1,5 \cdot C_s \cdot \rho_s) \cdot \frac{0,157}{\sqrt{t_s}} = 978 \text{ V}$$



3.1.4. Cálculo de la Red de Tierras

3.1.4.1. Resistencia de Puesta a Tierra:

El valor de falta monofásica se ha estimado de 8,93 kA.

Para el dimensionado del conductor empleado en la red de puesta a tierra, se ha considerado la intensidad de falta máxima. Considerando una duración de defecto de 1 s, resulta una sección de:

$$S = \frac{8930}{160 \cdot 1,2} = 46,49 \text{ mm}^2$$

Siendo

160 A/mm², por ser conductor de cobre.

1,2, por considerar sin riesgo de incendio.

Teniendo en cuenta que la corriente en la malla, por conductor, es la mitad de la estimada, dado que se conduce al menos por dos conductores, sería válida una sección de ½ de la calculada.

No obstante, se proyecta conductor de 120 mm² normalizado, a pesar de tratarse de una sección sensiblemente mayor a la necesaria, permitiendo así la previsible evolución de los niveles de falta del sistema.

Según IEEE 80, la resistencia de la red se calcula como:

$$R_g = \rho \cdot \left(\frac{1}{L_M} + \frac{1}{\sqrt{20A}} \cdot \left(1 + \frac{1}{1 + H\sqrt{20/A}} \right) \right)$$

Siendo

$\rho = 200 \text{ } \Omega \cdot \text{m}$, resistividad del terreno.

$L_M = 3965 \text{ m}$, longitud de conductor enterrado.

$H = 0,8 \text{ m}$, profundidad de enterramiento.

$A = 9958 \text{ m}^2$, superficie ocupada por la malla.



Sustituyendo los valores en la expresión se obtiene:

$$R_g = 0,93 \Omega$$

Para una malla compuesta por cable de Cu de 120 mm² de sección y un diámetro de 0,014 m.

3.1.4.2. Intensidad de Defecto a Tierra:

Se considera a efectos de tensiones aplicadas de paso y contacto, el 70% de la intensidad de corriente de diseño de puesta a tierra para una tensión de 220 kV y un incremento del 3% debido a la asimetría de la falta, según ITC-RAT-13.

$$I_g = 8,93 \cdot 0,7 \cdot 1,03 = 6,44 \text{ kA}$$

3.1.4.3. Evaluación de Tensiones de Paso y Contacto:

Datos de cálculo:

• Resistividad del terreno (ρ)	200 $\Omega \cdot \text{m}$
• Espaciado medio entre conductores (D)	5 m
• Profundidad de enterramiento del conductor (h)	0,8 m
• Diámetro del conductor (d)	0,014 m
• Longitud del conductor enterrado (L)	3965 m
• Intensidad de defecto (I_g)	6,44 kA

Según las fórmulas desarrolladas en el estándar IEEE 80, se obtienen los siguientes valores:

- Factor de corrección por profundidad de enterramiento de la malla:

$$K_h = \sqrt{1 + h} = 1,34$$

- Factor de corrección por geometría de la malla:

$$K_i = 0,644 + 0,148 \cdot n$$

Donde

$$n = n_a \cdot n_b \cdot n_c \cdot n_d$$

$$n_a = \frac{2L_c}{L_p}; n_b = \sqrt{\frac{L_p}{4\sqrt{A}}}; n_c = \left(\frac{L_x L_y}{A}\right)^{\frac{0,7A}{L_x L_y}}; n_d = \frac{D_m}{\sqrt{L_x^2 + L_y^2}}$$



Siendo

$L_c = 3965$ m, longitud del conductor de la malla (sin picas).

$L_p = 432$ m, longitud del perímetro de la malla.

$A = 9958$ m², superficie ocupada por la malla.

$L_x = 98,1$ m, longitud máxima del conductor en el eje X.

$L_y = 106,7$ m, longitud máxima del conductor en el eje Y.

$D_m = 142,8$ m, máxima distancia entre dos puntos. Se obtiene:

$$n_a = 18,36; n_b = 1,04; n_c = 1,03; n_d = 0,99$$

Por tanto:

$$n = 19,45$$

$$K_i = 3,52$$

- Factor de corrección por ubicación de electrodos tipo varilla:

$$K_{ii} = 1$$

- Factor de espaciamento para tensión de malla:

$$K_m = \frac{1}{2\pi} \cdot \left[\ln \left(\frac{D^2}{16hd} + \frac{(D+2h)^2}{8Dd} - \frac{h}{4d} \right) + \frac{K_{ii}}{K_h} \ln \left(\frac{8}{\pi(2n-1)} \right) \right] = 0,53$$

- Factor de espaciamento para tensión de paso:

$$K_s = \frac{1}{\pi} \cdot \left[\frac{1}{2h} + \frac{1}{D+h} + \frac{1}{D} \cdot (1 - 0,5^{n-2}) \right] = 0,32$$

De acuerdo con la IEEE-80, la fórmula que permite obtener los valores de las tensiones de paso y contacto son:

$$E_p = \rho \cdot K_s \cdot K_i \cdot \frac{I_g}{L_c} = 363 \text{ V} < 3245 \text{ V}$$

$$E_c = \rho \cdot K_m \cdot K_i \cdot \frac{I_g}{L_c} = 601 \text{ V} < 978 \text{ V}$$

Se observa que los valores obtenidos son menores a los máximos admisibles por IEEE-80 y RAT.



3.2. RED DE TIERRAS SUPERIORES

Se justifican a continuación las soluciones adoptadas contra las descargas atmosféricas empleadas para la protección de la subestación.

Los cálculos realizados cumplen con la normativa vigente en España referente a este tipo de instalaciones y está basado en las siguientes Normas y Reglamentos:

- Norma UNE EN 60865-1: "Corrientes de cortocircuito, cálculo de efectos. Parte 1: Definiciones y métodos de cálculo".
- Norma UNE 60909: "Cálculo de corrientes de cortocircuito en redes de corriente alterna trifásica".
- Norma IEEE Std 998-1996 (R2002).

Si al aplicar las normas y reglamentos anteriores se obtuviesen valores que discrepasen con los que pudieran obtenerse con otras normas o métodos de cálculo vigentes, se considerará siempre el resultado más desfavorable, con objeto de estar siempre del lado de la seguridad.

3.3. Red de tierras superiores con dispositivo de Punta Franklin

El cometido del sistema de tierras superiores es la captación de las descargas atmosféricas y su conducción a la malla enterrada para que sean disipadas a tierra sin que se ponga en peligro la seguridad del personal y de los equipos de la subestación.

El sistema de tierras superiores consiste en un conjunto puntas Franklin sobre mástiles. Estos elementos están unidos a la malla de tierra de la instalación a través de la estructura metálica que los soporta, que garantiza una unión eléctrica suficiente con la malla.

Para el diseño del sistema de protección de tierras superiores se ha adoptado el modelo electrogeométrico de las descargas atmosféricas y que es generalmente aceptado para este propósito.

El criterio de seguridad que se establece es el de apantallamiento total de los embarrados y de los equipos que componen el aparellaje, siendo este criterio el que establece que todas las descargas atmosféricas que puedan originar tensiones peligrosas y que sean superiores al nivel del aislamiento de la instalación, deben ser captadas por los dispositivos captadores.

Este apantallamiento se consigue mediante una disposición que asegura que la zona de captación de descargas peligrosas de las puntas Franklin, contiene totalmente a la correspondiente a las partes bajo tensión.



3.4. Zona de captura

La zona de protección creada por una punta Franklin situada a una determinada altura h , teniendo en cuenta el radio de captación de la punta Franklin R_g y la altura de captación a tierra y_g .

Si se observa la *figura 1*, las zonas de captación del rayo se determinan gráficamente trazando un casquete esférico de radio R_g con centro situado en el extremo de la punta Franklin F hasta la circunferencia A' de corte con el plano horizontal situado a la altura R_g y el plano H situado a la altura y_g .

Los rayos que accedan al casquete esférico C serán capturados y lo que accedan al plano horizontal H impactarán a tierra. Los rayos que accedan a las generatrices $A-A'$ del cilindro vertical también serán captados por la punta F .

Según la norma IEEE-998, la zona de captura se establece a partir del radio de captación R_g y la altura de captación directa a tierra y_g y que vienen dados por las siguientes expresiones:

$$R_g = 1,2 \cdot 8 \cdot I^{0,65}$$

$$y_g = 8 \cdot I^{0,65}$$

Sustituyendo se obtiene:

$$R_g = 1,2 \cdot 8 \cdot 10^{0,65} = 42,88 \text{ m}$$

$$y_g = 8 \cdot 10^{0,65} = 35,73 \text{ m}$$

Para determinar la envolvente de la zona de protección se deben trazar arcos de circunferencia de radio R_c ($R_c=R_g$) con centro en cada punto de la circunferencia A' , tangentes al mástil de la punta Franklin, F , y tangentes también al plano de tierra.

Por tanto, la envolvente de la zona de protección vendrá definida por una figura de revolución cuyas generatrices son arcos de circunferencia. Teniendo en cuenta la *figura 1* es posible establecer la expresión analítica de una generatriz genérica de la envolvente de la zona de protección, en función de los parámetros h , R_c y R_g , obteniéndose las siguientes ecuaciones:

$$D_g - x = \sqrt{R_c^2 - (R_g - y)^2}$$

$$D_g = \sqrt{R_g^2 - (R_g - h)^2}$$

$$x = \sqrt{R_g^2 - (R_g - h)^2} - \sqrt{R_c^2 - (R_g - y)^2}$$



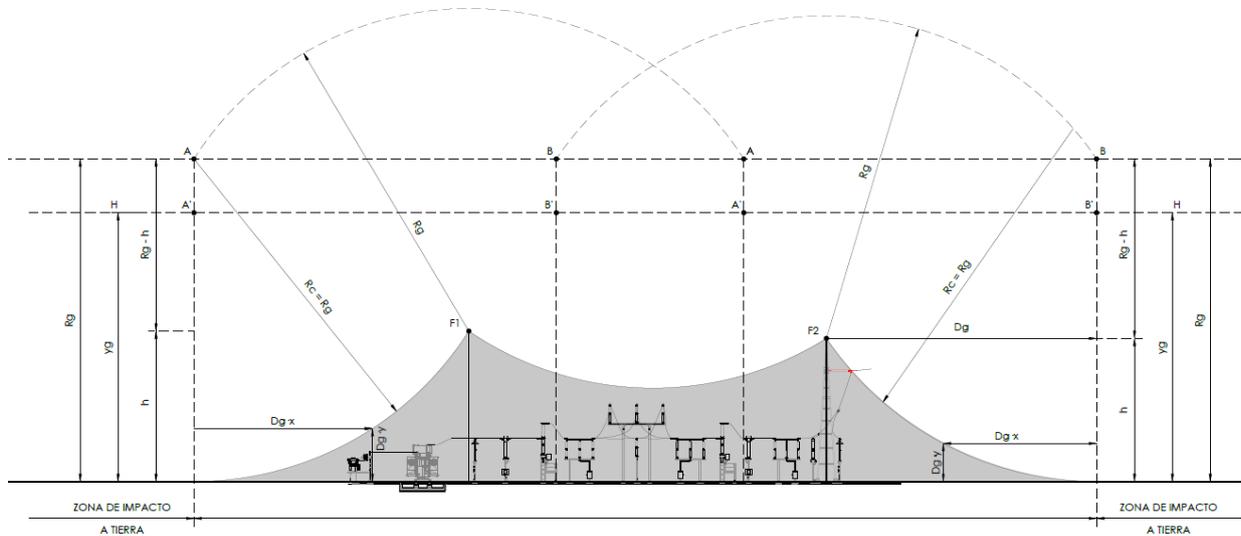


Figura 1. Volumen protegido.

Con la solución adoptada de una punta Franklin sobre el soporte de pórtico y otra sobre mástil autoportante se obtiene el apantallamiento total de la instalación frente a descargas atmosféricas. No se producirán descargas atmosféricas que produzcan sobretensiones peligrosas ni en las barras principales ni en la aparamenta según se observa en la figura 1.

SET GRAITAS 30/220 kV

Anexo 02: Estudio Gestión de Residuos
Enero 2025



VISADO : 202501012

Validar cogitpa.e-gestion.es [FVSD0823UKMSS3MM]

2/5
2025

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

Habilitación Profesional

Col. nº 06551 JULIAN GARCIA SANCHEZ



ÍNDICE

1. ANTECEDENTES.....	2
2. OBJETO.....	3
3. SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	3
4. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS TRABAJOS.....	3
5. ESTIMACIÓN DE RESIDUOS A GENERAR.....	4
6. MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS.....	5
7. MEDIDAS DE SEPARACIÓN, MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS.....	7
7.1. SEGREGACIÓN.....	8
7.2. ALMACENAMIENTO.....	9
7.3. TRASLADO.....	10
8. DESTINOS FINALES DE LOS RESIDUOS GENERADOS.....	12
8.1. RESIDUOS NO PELIGROSOS.....	12
8.2. RESIDUOS PELIGROSOS.....	13
9. VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE GESTIÓN.....	15
9.1. PRESUPUESTO DETALLADO.....	16

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS
Habilitación Profesional
Col. nº 06551 JULIAN GARCIA SANCHEZ

25
2025

VISADO : 202501012

Validar cogitpa.e-gestion.es [FVSD0823UKMSS3MM]



1. ANTECEDENTES

EMPECINADO I ENERGY S.L.U. como productor de residuos lleva a cabo el presente Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición de acuerdo a lo establecido en el artículo 4 del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición. Según dicha normativa el contenido mínimo del estudio ha de ser:

- Una estimación de la cantidad, expresada en toneladas y metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra bajo la codificación de la Ley 7/2022.
- Las medidas para la prevención de residuos.
- Las operaciones de reutilización, valorización o eliminación.
- Las medidas para la separación de los residuos en obra, considerando básicamente las fracciones:
 - Hormigón.
 - Ladrillos, tejas, cerámicos.
 - Metal.
 - Madera.
 - Vidrio.
 - Plástico.
 - Papel y cartón.
- Planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación de los residuos.
- Las disposiciones del pliego de prescripciones técnicas en relación al almacenamiento, manejo, separación y en su caso, otras operaciones de gestión dentro de la obra.
- Valoración del coste previsto para la gestión de los residuos de construcción y demolición.

Según el **Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero**, tiene por objeto establecer el régimen jurídico de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, con el fin de fomentar, por este orden, su prevención, reutilización, reciclado y otras formas de valorización, asegurando que los destinados a operaciones de eliminación reciban un tratamiento adecuado, y contribuir a un desarrollo sostenible de la actividad de construcción.

Los residuos de construcción y demolición (RCD) se clasifican en:

- RCD de Nivel I: Residuos de construcción y demolición excedentes de la excavación y los movimientos de tierras de las obras cuando están constituidos por tierras y materiales pétreos no contaminados.



- RCD de Nivel II: Residuos de construcción y demolición no incluidos en los de nivel I, generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios.

2. OBJETO

El presente Estudio de Gestión de Residuos tiene como objeto establecer las directrices generales para la gestión de los residuos de construcción y demolición generados en la obra a la que se refiere.

Este Estudio se ha elaborado en cumplimiento del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de la construcción y demolición.

3. SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Las características generales de la obra para la SET GRAITAS 30/220 kV son:

Localización: La nueva SET GRAITAS 30/220 kV estará ubicada en el **Término Municipal de Épila**, provincia de Zaragoza, tal como se indica en el plano de situación y emplazamiento.

Promotor: El titular y promotor de la actuación es EMPECINADO I ENERGY S.L.U., CIF B-88442652, con domicilio en Paseo Club Deportivo 1, edificio 13 28223 Pozuelo de Alarcón, Madrid (España).

Tipo de obra: Ejecución de nueva Subestación, con configuración simple barra, dos posiciones de trafo, dos posiciones de línea y embarrado en parque de intemperie de 220 kV.

Existencia o no de demolición: No.

Superficie de la obra: La obra proyectada se realiza dentro de los terrenos de la propia Subestación. La superficie donde se llevará a cabo la obra es de unos **23.817 m²**.

Tiempo estimado: **7 meses**.

4. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS TRABAJOS

En la parcela se procederá a la realización de los trabajos necesarios para la instalación de una nueva subestación. En resumen, se procederá a la realización de las siguientes actuaciones:)

- Obra civil, bancada y cimentaciones necesarias para la sustentación de la aparamenta a instalar.
- Ejecución de movimiento de tierras para la explanación de la parcela (incluidos en el proyecto del parque eólico Graitas).
- Instalación de nuevo edificio control.
- Ejecución de red de tierras inferiores.



- Ejecución de red de drenajes.
- Ejecución de cerramientos perimetrales.
- Ejecución de viales.
- Ejecución de bancadas para transformadores.

A continuación, se resumen los trabajos y materiales a considerar en función de la generación de residuos:

- Instalaciones de acceso y seguridad.
- Ejecución de instalaciones de alumbrado, fuerza, seguridad, contra incendios...
- Instalación de armarios y equipos de control.
- Instalación de transformador de servicios auxiliares.
- Instalación de reactancias de puesta a tierra.
- Cimentación de aparamenta.
- Cimentación de bancadas de transformadores.
- Instalación de transformadores 30/220 kV.
- Instalación de aparamenta de intemperie de 220 kV.
- Instalación del sistema de control y protección necesario.
- Canalizaciones eléctricas de potencia y control.

5. ESTIMACIÓN DE RESIDUOS A GENERAR

Según la Lista Europea de Residuos (LER) (Ley 7/2022), los residuos se clasifican mediante códigos de seis cifras denominados códigos LER. A continuación, se enumeran los residuos con su código LER que se pueden generar en la obra de una Subestación:

- RCD Nivel I: Tierras limpias y materiales pétreos. 17.05.04
Procedentes del movimiento de tierras necesario para realizar las zanjas, las cimentaciones, nivelaciones de terreno, etc.
- RCD Nivel II
 - RCD de naturaleza pétreo:
 - 17.01.01. Hormigón.
 - 17.01.02. Ladrillos.
 - 17.09.04. Residuos mezclados de construcción que no contengan sustancias peligrosas.



- RCD de naturaleza no pétreo:
 - 17.02.01 Madera. Incluye los restos de corte, de encofrado, etc.
 - 17.02.02 Vidrio.
 - 17.02.03 Plásticos.
 - 17.04.05. Hierro y acero. Incluye las armaduras de acero o restos de estructuras metálicas, restos de paneles de encofrado, etc.
 - 17.04.01. Cobre, bronce y latón.
 - 17.04.11. Cables que no contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla u otras sustancias peligrosas.
 - 17.03.02. Mezclas bituminosas sin alquitrán o hulla.
 - 16 02 14 Equipos desechados distintos a los de las categorías 16 02 09 a 16 02 13
- Otros residuos:
 - Residuos peligrosos:
 - 15.02.02* Absorbentes contaminados. Principalmente serán trapos de limpieza contaminados.
 - 15.01.01* Aerosoles
 - 15.01.10* Envases vacíos de metal o plástico contaminados.
 - 20.01.01. Papel y cartón. Incluye restos de embalajes, etc.
 - 20.01.39. Plásticos. Material plástico procedente de envases y embalajes de equipos.
 - 20.03.01. Residuos sólidos urbanos (RSU) o asimilables a urbanos. Principalmente son los generados por la actividad en vestuarios, casetas de obra, etc.

6. MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS

Las medidas de prevención de residuos en la obra están basadas en fomentar, en ese orden, su prevención, reutilización, reciclado y otras formas de valorización, asegurando que los destinados a operaciones de eliminación reciban un tratamiento adecuado, y contribuir a un desarrollo sostenible de la actividad de construcción. Se van a establecer medidas aplicables en las siguientes actividades de la obra:

- Adquisición de materiales.
- Comienzo de la obra.
- Puesta en obra.
- Almacenamiento en obra.



A continuación, se describen cada una de estas medidas:

- Medidas de minimización en la adquisición de materiales.
 - La adquisición de materiales se realizará ajustando la cantidad a las mediciones reales de obra, ajustando lo máximo las mismas, para evitar la aparición de excedentes de material al final de la obra.
 - Se requerirá a las empresas suministradoras a que reduzcan al máximo la cantidad y volumen de embalajes. Se solicitará a los proveedores que el suministro en obra se realice con la menor cantidad de embalaje posible, renunciando a los aspectos decorativos superfluos.
 - Se primará la adquisición de materiales reciclables frente a otros de mismas prestaciones, pero de difícil o imposible reciclado.
 - El suministro de los elementos metálicos y sus aleaciones se realizará con las cantidades mínimas y estrictamente necesarias para la ejecución de la fase de la obra correspondiente.
 - Los suministros se adquirirán en el momento que la obra los requiera, de este modo, y con unas buenas condiciones de almacenamiento, se evitará que se estropeen y se conviertan en residuos.
- Medidas de minimización en el comienzo de las obras.
 - Se realizará una planificación previa a las excavaciones y movimiento de tierras para minimizar la cantidad de sobrantes por excavación y posibilitar la reutilización de la tierra en la propia obra o emplazamientos cercanos.
- Medidas de minimización en la puesta en obra.
 - En caso de ser necesario excavaciones, éstas se ajustarán a las dimensiones específicas del proyecto, atendiendo a las cotas marcadas en los planos constructivos.



7. MEDIDAS DE SEPARACIÓN, MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS

A continuación, se describe cuál va a ser la gestión de los residuos que pueden generarse en una obra dentro de una Subestación eléctrica, se muestra una tabla con los destinos y tratamiento de cada uno de ellos:

Código LER	Residuo	Tratamiento	Destino
RESIDUOS NO PELIGROSOS			
17 01 01	Hormigón	Reciclado / vertedero	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 01 02	Ladrillos	Reciclado / vertedero	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	Sin tratamiento específico	Restauración / vertedero
17 04 05	Metales: hierro y acero	Valorización	Reciclaje o recuperación de metales y de compuestos metálicos
17 09 04	Residuos mezclados de construcción / demolición que no contengan sustancias peligrosas	Reciclado / vertedero	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 02 01	Madera	Reciclado / Valorización	Planta de reciclaje/Planta de valorización energética
17 02 02	Vidrio	Reciclado / Valorización	Planta de reciclaje/Planta de valorización energética
17 02 03	Plástico	Reciclado / Valorización	Planta de reciclaje RCD / vertedero RCD
17 04 11	Cables que no contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla u otras sustancias peligrosas	Reciclado	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
16 02 14	Equipos desechados distintos a los de las categorías 16 02 09 a 16 02 13	Valorización/eliminación	Planta de tratamiento/Vertedero
15 01 02	Envases de plástico	Recogida mediante sistema integrado de gestión (SIG)	Planta de reciclaje
15 01 01	Envases de papel y cartón	Recogida mediante sistema integrado de gestión (SIG)	Planta de reciclaje
20 03 01	Mezcla de residuos municipales	Valorización / eliminación	Planta de tratamiento / vertedero



Código LER	Residuo	Tratamiento	Destino
RESIDUOS PELIGROSOS			
15 02 02*	Absorbentes contaminados	Tratamiento/Eliminación en vertedero de RP	Planta de tratamiento/vertedero de residuos peligrosos
15 01 01*	Aerosoles vacíos	Tratamiento/Eliminación en vertedero de RP	Planta de tratamiento/vertedero de residuos peligrosos
15 01 10*	Envases vacíos de metal o plástico contaminado	Tratamiento/Eliminación en vertedero de RP	Planta de tratamiento/vertedero de residuos peligrosos

7.1. Segregación

El Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, en su artículo 5 establece que se realizará una segregación por fracciones, en caso de que dichas fracciones de forma individualizada superen las siguientes cantidades:

- Hormigón: 80 t
- Ladrillos, tejas y materiales cerámicos: 40 t
- Metales (incluidas sus aleaciones): 2 t
- Madera: 1 t
- Vidrio: 1 t
- Plástico: 0,5 t
- Papel y cartón: 0,5 t

Dicha segregación se realizará dentro de la propia obra, en caso de no haber espacio físico suficiente, se podrá realizar la segregación por un gestor autorizado en una instalación exterior, disponiendo entonces de una documentación acreditativa.

En caso de no alcanzar **las cantidades mínimas de cada fracción**, dichos residuos se pueden almacenar conjuntamente pero siempre de forma señalizada y dentro de los espacios preparados para ello.

La segregación de los residuos es obligatoria en ciertos casos.

- En el caso de Residuos Peligrosos (RP), siempre es obligatorio la separación en origen. No mezclar ni diluir residuos peligrosos con otras categorías de residuos peligrosos ni con otros residuos, sustancias o materiales.
- En el caso de Residuos de Construcción y Demolición (RCD), y según el RD 105/2008, de 1 de febrero, la segregación ha de realizarse siempre que las siguientes fracciones, de forma individualizada para cada fracción, supere las siguientes cantidades:



- Hormigón: 80 t
- Ladrillos, tejas, cerámico: 40 t
- Metal: 2 t
- Madera: 1 t
- Vidrio: 1 t
- Plástico: 0,5 t
- Papel y cartón: 0,5 t

Dicha segregación se realizará dentro de la propia obra, en caso de no haber espacio físico suficiente, se podrá realizar la segregación por un gestor autorizado en una instalación exterior, siempre que el gestor obtenga la **Documentación Acreditativa** de haber cumplido en nombre del productor con su obligación de segregación.

En caso de no alcanzar **las cantidades mínimas de cada fracción**, dichos residuos se pueden almacenar conjuntamente pero siempre de forma señalizada y dentro de los espacios preparados para ello.

Los residuos valorizables siempre se van a segregar, y se realizará en contenedores o en acopios que estarán correctamente señalizados para que se puedan almacenar de un modo adecuado.

El responsable de la obra adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la propia obra, igualmente deberá impedir la mezcla de residuos valorizables con aquellos que no lo son.

Los contenedores o los sacos industriales para almacenamiento de residuos han de estar en buenas condiciones. En los mismos deberá figurar, de forma visible y legible, la razón social, CIF, teléfono y número de inscripción en el registro de transportistas de residuos.

Los residuos generados en las casetas de obra producidos en tareas de oficina, vestuarios, comedores, etc. tendrán la consideración de Residuos Sólidos Urbanos y se gestionarán como tal según estipule la normativa reguladora de dichos residuos en el área de obra.

7.2. Almacenamiento

Cada residuo será almacenado en la obra en un lugar habilitado y destinado a tal fin, según se vayan generando.

Los residuos no peligrosos e inertes (RNP) se almacenarán temporalmente en contenedores metálicos o sacos industriales según el volumen generado previsto, en una ubicación previamente designada y conocida por el personal de obra (ver plano adjunto).

También se depositarán en contenedores o en sacos independientes los residuos valorizables como metales o maderas para facilitar su posterior gestión.



Todos los contenedores o sacos industriales que se utilicen en las obras tendrán que estar identificados según el tipo de residuo que van a contener. Estos contenedores tendrán que estar marcados además con el titular del contenedor, su razón social y su código de identificación fiscal, además del número de inscripción en el registro de transportistas de residuos. El responsable de la obra adoptará medidas para evitar que se depositen residuos ajenos a la propia obra.

Los residuos sólidos urbanos (RSU) se recogerán en contenedores específicos para ello, se ubicarán donde determine la normativa municipal. Se puede solicitar permiso para el uso de contenedores cercanos o contratar el servicio de recogida con una empresa autorizada por el ayuntamiento.

Los residuos cuyo destino sea el depósito en vertedero autorizado deberán ser trasladados y gestionados según marca la legislación.

Los residuos peligrosos (RP) que se generen en la obra se almacenarán en recipientes cerrados y señalizados, bajo cubierto. El almacenamiento se realizará siguiendo la normativa específica de residuos peligrosos, es decir, se almacenarán en envases convenientemente identificados especificando en su etiquetado el nombre del residuo, código LER, nombre y dirección del productor y pictograma de peligro. Serán gestionados posteriormente mediante gestor autorizado.

El almacenamiento, envasado y etiquetado de los residuos peligrosos se hará en el lugar de producción antes de su recogida y transporte con arreglo a la legislación vigente.

Se deberá tener constancia de las autorizaciones de los gestores de los residuos, de los transportistas y de los vertederos.

7.3. Traslado

Con carácter previo al inicio de un traslado se debe disponer de un contrato de tratamiento. Este, deberá establecer al menos las especificaciones de los residuos, las condiciones del traslado y las obligaciones de las partes cuando se presenten incidencias. El contrato de tratamiento contendrá, al menos, los siguientes aspectos:

- Cantidad estimada de residuos que se va a trasladar.
- Identificación de los residuos mediante su codificación LER.
- Periodicidad estimada de los traslados.
- Cualquier otra información que sea relevante para el adecuado tratamiento de los residuos.
- Tratamiento al que se van a someter los residuos, de conformidad con la Ley 7/2022.
- Obligaciones de las partes en relación con la posibilidad de rechazo de los residuos por parte del destinatario.



Los residuos deberán ir acompañados del **documento de identificación** desde el origen hasta su recepción en la instalación de destino. El documento de identificación deberá incluir el contenido establecido en el ANEXO I del RD 553/2020.

- 1. Número de documento de identificación.
- 2. Número de notificación previa.
- 3. Fecha de inicio del traslado.
- 4. Información relativa al operador del traslado.
- 5. Información relativa al origen del traslado.
- 6. Información relativa al destino del traslado.
- 7. Características del residuo que se traslada.
- 8. Información relativa a los transportistas que intervienen en el traslado.
- 9. Otras informaciones.

Además de ello, se establecen los siguientes condicionantes:

- Antes de iniciar un traslado de residuos el operador cumplimentará el documento de identificación, con el contenido del anexo I, que entregará al transportista.
- Una vez efectuado el traslado, el transportista entregará el documento de identificación al destinatario de los residuos. Tanto el transportista como el destinatario incorporarán la información a su archivo cronológico y conservarán una copia del documento de identificación firmada por el destinatario en el que conste la entrega de los residuos.
- El destinatario dispondrá de un plazo de treinta días desde la recepción de los residuos para efectuar las comprobaciones necesarias y para remitir al operador el documento de identificación, indicando la aceptación o rechazo de los residuos, de conformidad con lo previsto en el contrato de tratamiento.
- En el caso de residuos sometidos a notificación previa, el destinatario del traslado de residuos remitirá, en el plazo de treinta días desde la entrega de los residuos, el documento de identificación al órgano competente de la comunidad autónoma de origen y de destino.
- En el caso de traslados de residuos no sometidos al procedimiento de notificación previa podrá hacer la función de documento de identificación un albarán, una factura u otra documentación prevista en la legislación aplicable.

Notificación de traslado. Además de los requisitos generales de traslado, quedan sometidos al requisito de **Notificación Previa** los traslados de residuos destinados a eliminación, residuos destinados a instalaciones de incineración clasificadas como valorización cuando superen los 20kg y los residuos destinados a valorización identificados con el código LER 20 03 01.



Antes de realizar un envío se deberá notificar con 10 días de antelación a las Autoridades Competentes (Consejería si el transporte se realiza dentro del territorio de esta Comunidad, y también al Ministerio de Medio Ambiente si el transporte afecta a más de una Comunidad Autónoma).

En el caso de realizarse la obra en la Comunidad de Madrid, en dicha comunidad existe la Hoja de control de Pequeñas cantidad de residuos (según la Orden 2029/2000, de 26 de mayo) para la entrega de pequeñas cantidades del mismo tipo de residuo a un transportista, para su traslado a las instalaciones de otro gestor, siempre que se realice por un mínimo de dos productores.

DOCUMENTACIÓN QUE SE GENERARÁ EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS:

Fase	Documentación	Legislación
Inicio de obra	Plan de Gestión de Residuos	
	Comunicación previa al inicio de la actividad (NIMA)	Ley 7/2022
Fase de obra	Datos Gestor de Residuos Peligrosos	
	Datos transportista de Residuos Peligrosos	
	Archivo cronológico (*)	Ley 7/2022
	Contrato de tratamiento	RD 553/2020
	Documento de identificación	RD 553/2020
	Comunicación traslado de RP de una comunidad a otra	Ley 7/2022
	Hoja de control de Pequeñas cantidad de residuos (solo en la Comunidad de Madrid)	Orden 2029/2000

(*) Se deben guardar durante al menos tres años.

8. DESTINOS FINALES DE LOS RESIDUOS GENERADOS

8.1. Residuos no peligrosos

Según requiere la normativa, se prohíbe el depósito en vertedero de residuos de construcción y demolición que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento previo.

El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentre en su poder, a mantenerlos en las condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

Se debe asegurar que los transportistas o gestores autorizados que se contraten estén autorizados correctamente dentro de la/s comunidad/es autónoma/s de actuación. Se realizará un estricto control documental de modo que los transportistas y los gestores deberán aportar la documentación de cada retirada y entrega en destino final. Toda esta documentación será recopilada por el poseedor del residuo (contratista) y entregada al productor (promotor) al final de la obra.



Las tierras que puedan tener un uso posterior para jardinería o recuperación de suelos degradados serán retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible, en condiciones de altura no superior a 2 metros.

El depósito temporal de residuos se realizará en contenedores, sacos o bidones adecuados a la naturaleza y al riesgo de los residuos generados.

La duración del almacenamiento de los residuos no peligrosos en el lugar de producción será inferior a 2 años cuando se destinen a valorización y a 1 año cuando se destinen a eliminación.

8.2. Residuos peligrosos

Cualquier persona física o jurídica cuya industria o actividad produzca residuos peligrosos ha de presentar una **Comunicación previa** al inicio de la actividad según la Ley 7/2022. Si la comunicación reúne los requisitos establecidos, la comunidad autónoma procederá a su inscripción en el registro, no emitiendo resolución alguna. Se les asignará un NIMA (Número de Identificación Medioambiental).

Los residuos peligrosos siempre se separarán en origen.

Los residuos peligrosos se **almacenarán temporalmente** siguiendo las siguientes condiciones: Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos (RD 656/2017), de 23 de junio, y sus Instrucciones Complementarias MIE APQ 0 a 10.

Definir una zona específica.

No superar los **6 meses** de almacenamiento (en supuestos excepcionales, el órgano competente de las Comunidades Autónomas donde se lleve a cabo dicho almacenamiento, por causas debidamente justificadas y siempre que se garantice la protección de la salud humana y el medio ambiente, podrá modificar este plazo).

- ¿Dónde situarlo?
 - En el exterior bajo cubierta,
 - Dentro de la nave,
 - O en intemperie en envases herméticamente cerrados.
- Condicionantes de la zona de almacenamiento temporal:
 - Suelo impermeabilizado: cemento u hormigón.
 - Cubierto (que evite la entrada de agua de la lluvia).
 - Sobre un cubeto o bordillo en caso de residuos líquidos o fluidos.
 - Alejado de la red de saneamiento.



- Traslado de RP para almacenarlos en otro lugar: Está prohibido transportar los RP fuera de la obra para almacenarlos en otra instalación, aunque sea propia.

Los residuos peligrosos se **envasarán** con las siguientes condiciones:

- 1 recipiente/cada tipo de residuo.
- Cada recipiente identificado con etiquetas y adecuado para cada residuo.
- Recomendación en caso de duda: utilizar recipiente proporcionados por el gestor de cada tipo de residuo.

En las **etiquetas** identificativas de los residuos peligrosos aparecerá la siguiente información (art. 14.2 de RD 833/88, que ha sido modificado: El código y la descripción del residuos de acuerdo con la lista establecida en la Decisión 2014/955/UE y el código y la descripción de la característica de peligrosidad de acuerdo con la Ley 7/2022:

Nombre, dirección y teléfono de productor o poseedor de los residuos

- Fechas de envasado.
- La naturaleza de los riesgos que presentan los residuos se indicará mediante los pictogramas descritos en el Reglamento (CE) No 1272/2008 del Parlamento y del Consejo de 16 de diciembre de 2008 sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, y por el que se modifican y derogan las Directivas 67/548/CEE y 1999/45/CE y se modifica el Reglamento (CE) no 1907/2006.
- Cuando se asigne a un residuo envasado más de un indicador de un pictograma se tendrán en cuenta los criterios establecidos en el artículo 26 del Reglamento (CE) nº1272/2008.
- La etiqueta debe ser firmemente fijada sobre el envase, debiendo ser anuladas, si fuera necesario, indicaciones o etiquetas anteriores de forma que no induzcan a error o desconocimiento del origen y contenido del envase en ninguna operación posterior del residuo. El tamaño de la etiqueta debe tener como mínimo las dimensiones de 10 × 10 cm.
- No será necesaria una etiqueta cuando sobre el envase aparezcan marcadas de forma clara las inscripciones indicadas, siempre y cuando estén conformes con los requisitos exigidos
- Se rellenará la fecha de inicio del almacenamiento en la etiqueta.

Se dispondrá de un archivo físico o telemático donde se recoja por orden cronológico la cantidad, naturaleza, origen, destino y método de tratamiento de los residuos; cuando proceda se inscribirá también, el medio de transporte y la frecuencia de recogida. En el Archivo cronológico se incorporará la información contenida en la acreditación documental de las operaciones de producción y gestión de residuos.



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

Col. nº 06551 JULIAN GARCIA SANCHEZ

Habilitación Profesional

25
2025

VISADO : 202501012

Validar cogitpa.e-gestion.es [FVSD0823UKMSS3MM]



9. VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE GESTIÓN

Los subtotales del coste de gestión de los residuos de la obra SET GRAITAS 30/220 kV se recogen en la siguiente tabla:

Tipo de residuo	Coste (€)
Tipo III. Residuos de naturaleza pétreo resultantes de la ejecución de la obra (ni tierras, ni pétreos de la excavación)	
Coste gestión	392,61 €
Tipo IV. Residuos de naturaleza no pétreo resultantes de la ejecución de la obra	
Coste gestión	1.492,72 €
Tipo V. Residuos Potencialmente peligrosos y otros	
Coste gestión	2.068,29 €
Total coste gestión residuos en obra nueva	3.953,62 €

El presupuesto para la **gestión de residuos del proyecto SET GRAITAS 30/220 kV** asciende a la cantidad de **TRES MIL NOVECIENTOS CINCUENTA Y TRES EUROS CON SESENTA Y DOS CÉNTIMOS (3.953,62 €)**.



9.1. Presupuesto detallado

Tipo III. Residuos de naturaleza pétreo resultantes de la ejecución de la obra (ni tierras, ni pétreos de la excavación).

Código	Residuo	Cantidad (t)	Densidad (t/m ³)	Volumen (m ³)	P. Unitario (€/t)	Importe (€)
01 04 08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07.	29,86	1,5	19,90	3,5	104,50
17 01 01	Hormigón,	11,01	1,5	7,34	13	143,13
17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17 01 06.	1,88	1,5	1,25	16	30,05
17 01 02	Ladrillos,	4,75	1,25	3,80	20	94,99
17 05 04	Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03.	5,70	1,5	3,80	3,5	19,95
TOTAL				36,10		392,61

Tipo IV. Residuos de naturaleza no pétreo resultantes de la ejecución de la obra.

Código	Residuo	Cantidad (t)	Densidad (t/m ³)	Volumen (m ³)	P. Unitario (€/t)	Importe (€)
17 03 02	Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17 03 01.	123,31	1	123,31	5	616,56
17 02 01	Madera.	4,27	1,5	2,85	15	64,12
17 04 01	Cobre, bronce, latón.	4,27	1,5	2,85	33,5	143,19
17 04 02	Aluminio.	1,42	1,5	0,95	33,5	47,73
17 04 03	Plomo.	0,35	2	0,17	33,5	11,57
17 04 04	Zinc.	0,39	1,5	0,26	33,5	13,02
17 04 05	Hierro y acero.	2,85	1,5	1,90	33,5	95,46
17 04 06	Estaño.	0,95	2	0,47	33,5	31,82
17 04 07	Metales mezclados.	0,71	1,5	0,47	33,5	23,87
17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10.	1,42	1,5	0,95	33,5	47,73
20 01 01	Papel y cartón.	7,12	1,5	4,75	28	199,47
17 02 03	Plástico	9,91	1,5	6,61	20	198,18
TOTAL				145,55		1492,72



Tipo V. Residuos Potencialmente peligrosos y otros.

Código	Residuo	Cantidad (t)	Densidad (t/m ³)	Volumen (m ³)	P. Unitario (€/t)	Importe (€)
20 03 01	Mezclas de residuos municipales.	3,80	0,8	4,75	300	1139,85
17 05 03*	Tierra y piedras que contienen sustancias peligrosas.	1,14	1,2	0,95	180	205,17
13 08 99*	Residuos no especificados en otra categoría.	0,05	0,6	0,09	351	18,19
15 01 10*	Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o estén contaminados por ellas	0,62	0,6	1,04	351	218,23
15 02 02*	Absorbentes, materiales de filtración (incluidos los filtros de aceite no especificados en otra categoría), trapos de limpieza y ropas protectoras contaminados por sustancias peligrosas	0,62	0,9	0,69	180	111,91
16 06 03*	Pilas que contienen mercurio.	0,026	0,6	0,04	20	0,52
17 01 06*	Mezclas o fracciones separadas, de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, que contienen sustancias peligrosas	0,08	0,9	0,09	351	27,28
17 02 04*	Vidrio, plástico y madera que contienen sustancias peligrosas o estén contaminados por ellas.	0,08	0,9	0,09	20	1,55
08 01 11*	Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas.	0,08	0,6	0,13	20	1,55
17 09 03*	Otros residuos de construcción y demolición (incluidos los residuos mezclados) que contienen sustancias peligrosas.	1,14	0,6	1,90	300	341,96
07 07 01*	Líquidos de limpieza y licores madre acuosos,	0,10	0,6	0,17	20	2,07
TOTAL				9,93		2068,29

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS
Habilitación Profesional
Col. nº 06551 JULIAN GARCIA SANCHEZ

2/5
2025

VISADO : 202501012
Validar cogitpa.e-gestion.es [FVSD0823UKMSS3MM]



SET GRAITAS 30/220 kV

Anexo 03: Estudio de Campos Magnéticos
Enero 2025



VISADO : 202501012

Validar cogitpa.e-gestion.es [FVSD0823UKMSS3MM]

2/5
2025

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

Habilitación Profesional

Col. nº 06551 JULIAN GARCIA SANCHEZ



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	2
2. LIMITACIÓN DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS	2
3. CONDICIONES DE DISEÑO DE LA INSTALACIÓN	3
4. CONCLUSIONES OBTENIDAS Y MEDIDAS ADOPTADAS.....	3

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS
Habilitación Profesional
Col. nº 06551 JULIAN GARCIA SANCHEZ

25
2025

VISADO : 202501012
Validar cogitpa.e-gestion.es [FVSD0823UKMSS3MM]



1. INTRODUCCIÓN

El objeto de este anexo es el análisis de las emisiones magnéticas en el entorno exterior inmediato de la Subestación Eléctrica SET GRAITAS 30/220 kV, con el propósito de comprobar el cumplimiento de los límites establecidos por la normativa vigente.

El estudio comprende el cálculo de los niveles máximos del campo magnético que, por razón de la actividad de la subestación, puedan alcanzarse en su entorno, y su evaluación comparativa con los límites establecidos en la normativa vigente en términos de límites técnicos en relación a las condiciones de protección a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria establecidas en dicha normativa.

2. LIMITACIÓN DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS

En el RD 1066/2001, se han establecido en el punto 3.1 *Niveles de Campo*, los niveles de referencia para campos eléctricos y magnéticos, según cuadro adjunto.

Gama de frecuencia	Intensidad de campo E (V/m)	Intensidad de campo H (A/m)	Campo B (μT)	Densidad de potencia equivalente de onda plana (W/m²)
0-1 Hz		$3,2 \times 10^4$	4×10^4	
1-8 Hz	10.000	$3,2 \times 10^4/f^2$	$4 \times 10^4/f^2$	
8-25 Hz	10.000	$4.000/f$	$5.000/f$	
0,025-0,8 kHz	$250/f$	$4/f$	$5/f$	
0,8-3 kHz	$250/f$	5	6,25	
3-150 kHz	87	5	6,25	
0,15-1 MHz	87	$0,73/f$	$0,92/f$	
1-10 MHz	$87/f^{1/2}$	$0,73/f$	$0,92/f$	
10-400 MHz	28	0,073	0,092	2
400-2.000 MHz	$1,375 f^{1/2}$	$0,0037 f^{1/2}$	$0,0046 f^{1/2}$	$f/200$
2-300 GHz	61	0,16	0,20	10

Tabla 1. Niveles de referencia para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos

Niveles de Referencia:

Rango de Frecuencia
0,025-0,8 kHz

Campo B
5/f (μT)

Por lo tanto, $\frac{5}{f} = \frac{5}{0,05kHz} = 100 \mu T$ (Nivel de Referencia)

Para el campo magnético generado a la frecuencia industrial de 50 Hz, el nivel de referencia establecido es 100 μT.



3. CONDICIONES DE DISEÑO DE LA INSTALACIÓN

La instalación objeto de estudio es una Subestación Eléctrica Elevadora 30/220 kV de intemperie.

De acuerdo con el Real Decreto 1066/2001 en el que se aconseja tomar medidas que limitan las radiaciones de campo eléctrico y magnético, describimos aquellos criterios a tener en cuenta para minimizar la emisión de campos electromagnéticos y poder así cumplir los límites establecidos en el mismo.

- Los cables subterráneos que poseen una pantalla metálica atenúan el campo eléctrico.
- Además, si son distribuidos en ternas, de tal forma que se compensa el campo magnético que genera cada cable, lo que supone un eficaz método de reducir las emisiones magnéticas.
- Zanjas y atarjeas de cables se diseñan retranqueadas del cerramiento para minimizar las emisiones de campos magnéticos de las mismas.

4. CONCLUSIONES OBTENIDAS Y MEDIDAS ADOPTADAS

El 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, establece unos límites de exposición máximos que se deberán de cumplir en las zonas en las que puedan permanecer habitualmente las personas.

En cualquier caso, los circuitos eléctricos objeto de proyecto que generarán valores de campo magnético mayores serán los que circule por ellos una mayor intensidad, siendo éstos los conductores y embarrados de los diferentes niveles de tensión de la subestación.

Para calcular el valor eficaz del campo magnético en un punto cuando no existe ningún apantallamiento magnético se puede emplear la ley de Biot-Savart:

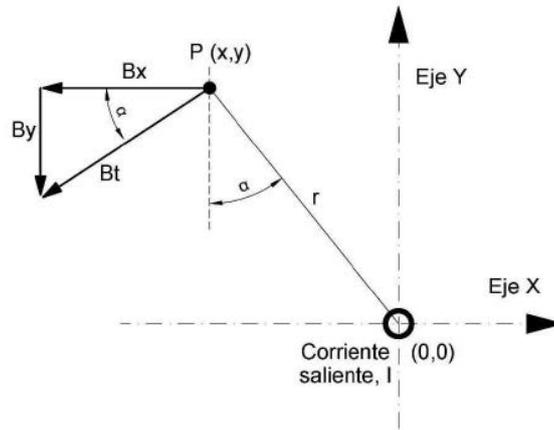
$$B = \mu_0 \cdot H = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I}{2 \cdot \pi \cdot r} \text{ (T)}$$

Donde:

I = Corriente que circula por el conductor, a 50 Hz (A).

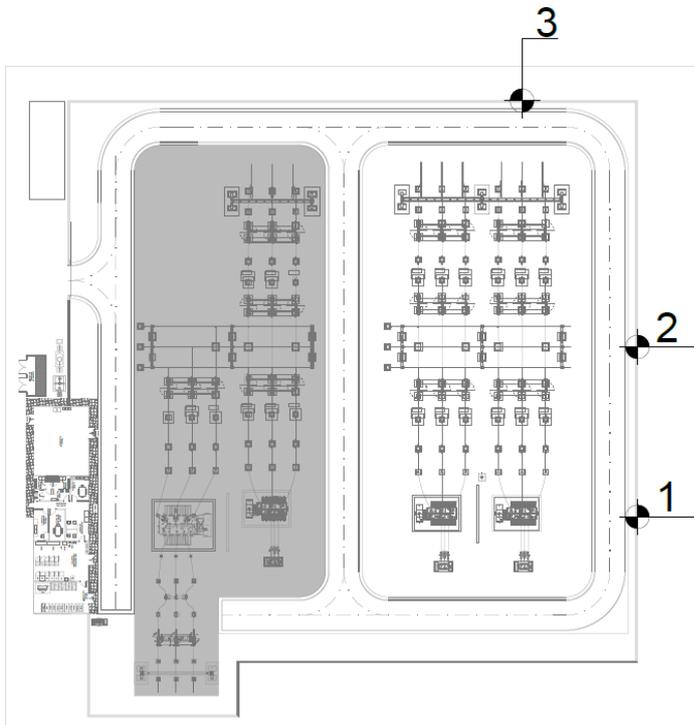
r = Distancia del emisor al punto donde se calcula el campo magnético (m).





Se procede a aplicar esta ley en los siguientes supuestos:

- **Punto 1:** Punto exterior de la subestación más próximo al primario del transformador TR2 30/220 kV.
- **Punto 2:** Punto exterior de la subestación más próximo al embarrado principal de 220 kV.
- **Punto 3:** Punto exterior de la subestación más próximo a la posición de línea L2 de 220 kV.



- CAMPOS MAGNÉTICOS EN EL PUNTO 1**

Para el punto 1 se estudia el valor absoluto (criterio más desfavorable) de todos los elementos considerados que crean campo magnético en dicho punto.

Posición	Intensidad (A)	Distancia (m)	Campo Magnético (μT)
Primario del transformador TR2 30/220 kV	866,03	18,47	9,38
Embarrado principal de 220 kV	184,45	27,70	1,33
Línea L2 de 220 kV	184,45	59,25	0,62

- CAMPOS MAGNÉTICOS EN EL PUNTO 2**

Para el punto 2 se estudia el valor absoluto (criterio más desfavorable) de todos los elementos considerados que crean campo magnético en dicho punto.

Posición	Intensidad (A)	Distancia (m)	Campo Magnético (μT)
Primario del transformador TR2 30/220 kV	866,03	34,28	5,05
Embarrado principal de 220 kV	184,45	11,26	3,28
Línea L2 de 220 kV	184,45	32,40	1,14

- CAMPOS MAGNÉTICOS EN EL PUNTO 3**

Para el punto 3 se estudia el valor absoluto (criterio más desfavorable) de todos los elementos considerados que crean campo magnético en dicho punto.

Posición	Intensidad (A)	Distancia (m)	Campo Magnético (μT)
Primario del transformador TR2 30/220 kV	866,03	70,74	2,45
Embarrado principal de 220 kV	184,45	38,29	0,96
Línea L2 de 220 kV	184,45	13,69	2,69

Se muestran a continuación los resultados totales obtenidos en los 3 puntos de estudio:

Punto de estudio	Campo Magnético (μT)
1	11,33
2	9,47
3	6,11

En todos los casos estudiados, estos valores están muy por debajo de los 100 μT establecidos por el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, como nivel máximo de referencia.



Estos cálculos se han realizado con criterios muy conservadores, por lo que es de esperar que en la realidad sean aún inferiores, teniendo en cuenta que los cables no son infinitos. El efecto de apantallamiento reduce considerablemente el valor del campo magnético.

Por lo tanto, se puede afirmar que la Subestación objeto de proyecto cumple la recomendación europea, y que el público no estará expuesto a campos magnéticos por encima de los recomendados en sitios donde pueda permanecer mucho tiempo.

No obstante, se recomienda realizar las mediciones oportunas una vez ejecutada la reforma, para comprobar que, efectivamente, se cumple lo establecido en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre.



SET GRAITAS 30/220 kV

Anexo 04: Relación de Bienes y Derechos
Afectados
Enero 2025



VISADO : 202501012

Validar cogitpa.e-gestion.es [FVSD0823UKMSS3MM]

2/5
2025

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

Habilitación
Profesional

Col. nº 06551 JULIAN GARCIA SANCHEZ



ÍNDICE

1. BIENES Y DERECHOS AFECTADOS..... 2

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS
Habilitación Profesional
Col. nº 06551 JULIAN GARCIA SANCHEZ

25
2025

VISADO : 202501012
Validar cogitpa.e-gestion.es [FVSD08Z3UKMSS3MMW]



1. BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

Las afecciones a bienes y derechos, motivadas por la construcción de la **Subestación SET GRAITAS 30/220 kV** objeto del presente **Proyecto**, quedan recogidos en el proyecto del PE GRAITAS.

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS
Habilitación Profesional
Col. nº 06551 JULIAN GARCIA SANCHEZ

25
2025

VISADO : 202501012
Validar cogitpa.e-gestion.es [FVSD0823UKMSS3MM]



SET GRAITAS 30/220 kV

Documento 02: Presupuesto
Enero 2025



VISADO : 202501012

Validar cogitpa.e-gestion.es [FVSD0823UKMSS3MM]

2/5
2025

Habilitación
Profesional

Col. nº 06551 JULIAN GARCIA SANCHEZ

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS



ÍNDICE

1. MATERIALES	2
2. CONSTRUCCIÓN	5
3. GESTIÓN DE RESIDUOS.....	7
4. SEGURIDAD Y SALUD LABORAL.....	7
5. PRESUPUESTO TOTAL	8

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS
Habilitación Profesional
Col. nº 06551 JULIAN GARCIA SANCHEZ

25
2025

VISADO : 202501012

Validar cogitpa.e-gestion.es [FVSD0823UKMSS3MM]



1. MATERIALES

1. MATERIALES					3.191.822,39 €
1.1 Aparata y Materiales de Alta Tensión					
REF	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO	IMPORTE	
1.1.1	Ud. Interruptor automático unipolar de SF6 245 kV 2000 A 40 kA	12	23.920,00 €	287.040,00 €	
1.1.2	Ud. Seccionador tripolar de 245 kV 2000 A con cuchillas de PaT	2	15.465,00 €	30.930,00 €	
1.1.3	Ud. Seccionador tripolar de 245 kV 2000 A	4	13.968,00 €	55.872,00 €	
1.1.4	Ud. Transformador de tensión inductivo relación 220/ $\sqrt{3}$: 0,110/ $\sqrt{3}$ - 0,110/ $\sqrt{3}$ - 0,110/ $\sqrt{3}$ - 0,110/ $\sqrt{3}$ kV	9	11.835,00 €	106.515,00 €	
1.1.5	Ud. Transformador de intensidad 245 kV relación 150-300/5-5-5-5 A	6	10.245,00 €	61.470,00 €	
1.1.6	Ud. Transformador de intensidad 245 kV relación 100-200/5-5-5-5 A	6	10.245,00 €	61.470,00 €	
1.1.7	Ud. Pararrayos de protección 245 kV	12	2.050,00 €	24.600,00 €	
1.1.8	ml. Cable aluminio con alma de acero tipo GULL	330	8,49 €	2.801,70 €	
1.1.9	ml. Tubo aluminio 150/134 mm Ø	89	38,00 €	3.382,00 €	
1.1.10	Ud. Aislador soporte de tipo columna para exterior C10-1050	13	810,00 €	10.530,00 €	
1.1.11	Ud. Suministro de Piezas de Conexión y derivación	142	13,82 €	1.962,44 €	
1.1.12	Ud. Transformador de Potencia 30/220 kV, 40 MVA	1	755.000,00 €	755.000,00 €	
1.1.13	Ud. Transformador de Potencia 30/220 kV, 45 MVA	1	760.000,00 €	760.000,00 €	
1.1.14	Ud. Celda blindada (aislamiento en SF6) de protección de transformador, de 36 kV, en armario metálico prefabricado, normalizado y homologado, con embarrado, interruptor automático de corte en SF6, 31,5 kA, seccionador (con puesta a tierra), transformadores de intensidad, transformadores de tensión en embarrado, relés de protección y todos los elementos necesarios para su funcionamiento.	2	37.751,00 €	75.502,00 €	
1.1.15	Ud. Celda blindada (aislamiento en SF6) de línea, de 36 kV, en armario metálico prefabricado, normalizado y homologado, con embarrado, interruptor automático de corte en SF6, 31,5 kA, seccionador (con puesta a tierra), transformadores de intensidad, transformadores de tensión en embarrado, relés de protección y todos los elementos necesarios para su funcionamiento.	5	33.453,00 €	167.265,00 €	
1.1.16	Ud. Celda blindada de medida, de 36 kV, en armario metálico prefabricado, normalizado y homologado, con embarrado.	2	13.700,00 €	27.400,00 €	
1.1.17	Ud. Celda blindada para protección de transformador de SSAA, 36 kV, en armario metálico prefabricado normalizado y homologado, con embarrado, interruptor-seccionador SF6 con fusibles asociados y todos los elementos necesarios para su funcionamiento.	2	12.789,00 €	25.578,00 €	
1.1.18	ml. Cable conexión trafo y celdas de protección, tipo RHZ1 Al 18/30 kV 3x1x630mm ²	420	25,00 €	10.500,00 €	
1.1.19	Ud. Reactancia de puesta a tierra 36kV, 500 A.	2	25.400,00 €	50.800,00 €	
1.1.20	Ud. Seccionador de Reactancia de puesta a tierra 36kV	2	650,00 €	1.300,00 €	
1.1.21	Ud. Pararrayos de protección 36 kV	6	385,00 €	2.310,00 €	
Total Subcapítulo 1.1				2.522.228,14 €	



1. MATERIALES					3.191.822,39 €
1.2 Protecciones, Control y Comunicaciones					
REF	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO	IMPORTE	
1.2.1	Ud. Suministro de Armario de Control de Subestación (UCS)	1	25.345,00 €	25.345,00 €	
1.2.2	Ud. Suministro de Armario de Protección y Control de Posición de Línea 220 kV (UCP)	2	28.750,00 €	57.500,00 €	
1.2.3	Ud. Suministro de Armario de Protección y Control de Posición de Barras 220 kV (UCP)	1	25.500,00 €	25.500,00 €	
1.2.4	Ud. Suministro de Armario de Protección y Control de Posición de Transformador 220 kV (UCP)	2	35.500,00 €	71.000,00 €	
1.2.5	Ud. Suministro de Armario de Medida	1	15.800,00 €	15.800,00 €	
1.2.6	Ud. Suministro de Armario Comunicaciones	1	40.500,00 €	40.500,00 €	
1.2.7	Ud. Suministro de Armario RTU	1	7.650,00 €	7.650,00 €	
1.2.8	Ud. Suministro de Cajas de Centralización de Circuitos	1	4.050,00 €	4.050,00 €	
1.2.9	Ud. Suministro de Armario General de SSAA de Distribución de CA	1	32.350,00 €	32.350,00 €	
1.2.10	Ud. Suministro de Armario General de SSAA de Distribución de CC	1	21.200,00 €	21.200,00 €	
1.2.11	Ud. Suministro de Armario Cuadro de Distribución Fuerza	1	4.500,00 €	4.500,00 €	
1.2.12	Ud. Suministro de Armario Cuadro de Distribución Alumbrado	1	3.250,00 €	3.250,00 €	
1.2.13	Ud. Suministro de Equipo Cargador batería 125 Vcc	2	9.500,00 €	19.000,00 €	
1.2.14	Ud. Suministro de Equipo Cargador batería 48 Vcc	1	5.300,00 €	5.300,00 €	
1.2.15	Ud. Trafo de SSAA 220/0,4 kV 100 kVA	1	5.850,00 €	5.850,00 €	
1.2.16	Ud. Suministro Circuito de Alumbrado de Emergencia.	1	7.040,00 €	7.040,00 €	
1.2.17	Ud. Suministro Circuito de Alumbrado y Fuerza exterior	1	12.770,50 €	12.770,50 €	
1.2.18	Ud. Suministro de Alumbrado y Fuerza interior	1	14.025,00 €	14.025,00 €	
1.2.19	ml. Suministro de Cable de Control y Fuerza 0,6/1 kV de diversas composiciones	1200	2,90 €	3.480,00 €	
1.2.20	ml. Suministro de latiguillos Cable de FO de diversas composiciones	350	3,10 €	1.085,00 €	
1.2.21	Ud. Suministro de Climatización de Edificio	1	25.345,00 €	25.345,00 €	
Total Subcapítulo 1.2				402.540,50 €	

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS
Habilitación Profesional
Col. nº 06651 JULIAN GARCIA SANCHEZ

2/5
2025

VISADO : 202501012
Validar cogitpa.e-gestion.es [FVSD0823UKMSS3MM]



1. MATERIALES					3.191.822,39 €
1.3 Estructura Metálica					
REF	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO	IMPORTE	
1.3.1	Ud. Suministro de Columna Pórtico de Línea 220 kV	3	10.800,00 €	32.400,00 €	
1.3.2	Ud. Suministro de Viga Pórtico de Línea 220 kV	2	6.300,00 €	12.600,00 €	
1.3.3	Ud. Suministro Soporte Interruptor 220 kV	12	5.400,00 €	64.800,00 €	
1.3.4	Ud. Suministro Soporte Seccionador 220 kV sin PaT	4	3.250,00 €	13.000,00 €	
1.3.5	Ud. Suministro Soporte Seccionador 220 kV con PaT	2	3.250,00 €	6.500,00 €	
1.3.6	Ud. Suministro Soporte Transformador de Tensión 220 kV	9	1.450,00 €	13.050,00 €	
1.3.7	Ud. Suministro Soporte Transformador de Intensidad 220 kV	12	1.450,00 €	17.400,00 €	
1.3.8	Ud. Suministro Soporte Autoválvula Unipolar de 220 kV	12	1.450,00 €	17.400,00 €	
1.3.9	Ud. Suministro Soporte Autoválvula Unipolar de 30 kV	6	750,00 €	4.500,00 €	
1.3.10	Ud. Suministro Soporte Reactancia de Puesta a Tierra	2	720,00 €	1.440,00 €	
1.3.11	Ud. Suministro Soporte Aislador C10-1050	4	1.200,00 €	4.800,00 €	
1.3.12	Ud. Suministro Soporte Barras 220 kV	3	1.350,00 €	4.050,00 €	
Total Subcapítulo 1.3				191.940,00 €	

1. MATERIALES					3.191.822,39 €
1.4 Red de Tierras					
REF	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO	IMPORTE	
1.4.1	ml. Suministro de Conductor Cu de 120 mm2	3965	12,75 €	50.553,75 €	
1.4.2	Ud. Suministro de Piezas de Conexión de Puesta a Tierra	170	15,50 €	2.635,00 €	
1.4.3	Ud. Soldadura Cadweld	429	15,00 €	6.435,00 €	
1.4.4	Ud. Punta Franklin sobre pórtico	1	500,00 €	500,00 €	
1.4.5	Ud. Punta Franklin sobre mástil autoportante	1	1.640,00 €	1.640,00 €	
Total Subcapítulo 1.4				61.763,75 €	

1. MATERIALES					3.191.822,39 €
1.5 Sistemas de Seguridad					
REF	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO	IMPORTE	
1.5.1	Ud. Sistema Contraincendios	1	8.600,00 €	8.600,00 €	
1.5.2	Ud. Sistema Antiintrusismo	1	4.750,00 €	4.750,00 €	
Total Subcapítulo 1.5				13.350,00 €	



2. CONSTRUCCIÓN

2. CONSTRUCCIÓN					682.562,69 €
2.1 Obra Civil de Parque					
REF	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO	IMPORTE	
2.1.1	ml. Construcción canalizaciones de cables, incluida excavación, tapas y drenaje	570,00	95,00 €	54.150,00 €	
2.1.2	Ud. Instalación del Sistema de drenaje completo de la subestación, incluyendo canales, tuberías de drenaje, arquetas y colectores.	1,00	7.500,00 €	7.500,00 €	
2.1.3	m3. Suministro de materiales y ejecución de capa de base en viales	66,90	16,36 €	1.094,48 €	
2.1.4	m3. Suministro de materiales y ejecución de capa de rodadura en viales	22,30	28,33 €	631,76 €	
2.1.5	m3. Acabado superficial de grava de 10 cm de espesor y granulometría 20/40, extendida en el parque de intemperie	1001,80	5,25 €	5.259,45 €	
2.1.6	m3. Ejecución de la cimentación de la aparamenta, incluyendo excavación y hormigonado	244,90	50,00 €	12.245,00 €	
2.1.7	m3. Ejecución de la cimentación de los pórticos, incluyendo excavación y hormigonado	48,84	50,00 €	2.442,00 €	
2.1.8	Ud. Ejecución de bancada del transformador de potencia	2,00	3.500,00 €	7.000,00 €	
2.1.9	ml. Suministro e instalación de Cerramiento Perimetral a 2,2 m de altura, incluyendo cimentación, postes metálicos, malla y accesorios	356,00	10,00 €	3.560,00 €	
2.1.10	Ud. Suministro e instalación de Puerta metálica corredera de 5 m	1,00	1.400,00 €	1.400,00 €	
2.1.11	ml. Ejecución de vial interior y bordillos perimetrales, de 5 m de ancho	446,00	180,00 €	80.280,00 €	
Total Subcapítulo 2.1					175.562,69 €

2. CONSTRUCCIÓN					682.562,69 €
2.2 Edificio					
REF	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO	IMPORTE	
2.2.1	m2. Edificio de Control y Comunicaciones, de una sola planta, mediante prefabricados, incluyendo cimentación, sistema de acometidas, etc. totalmente terminado	335,00	800,00 €	268.000,00 €	
2.2.2	m2. Edificio de almacenaje de residuos, de una sola planta, mediante prefabricados, incluyendo cimentación, totalmente terminado	20,00	800,00 €	16.000,00 €	
Total Subcapítulo 2.2					284.000,00 €

2. CONSTRUCCIÓN					682.562,69 €
2.3 Montaje Electromecánico					
REF	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO	IMPORTE	
2.3.1	Ud. Montaje de todos los equipos de la instalación, incluyendo conexiones, tendido de cables de control y potencia y conexión a la Red General de Tierras	1,00	160.000,00 €	160.000,00 €	
Total Subcapítulo 2.3					160.000,00 €



2. CONSTRUCCIÓN 682.562,69 €**2.4 Pruebas y Puesta en Servicio**

REF	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO	IMPORTE
2.4.1	Ud. Medición de tensiones de paso y contacto y resistencia de puesta a tierra, Verificación medidas fibra óptica y Pruebas y puesta en servicio incluso asistencia en pruebas conjuntas con terceros (compañía eléctrica, fabricantes, etc.).	1,00	35.500,00 €	35.500,00 €
Total Subcapítulo 2.4				35.500,00 €

2. CONSTRUCCIÓN 682.562,69 €**2.5 Servicios Diversos**

REF	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO	IMPORTE
2.5.1	Ud. Servicios Auxiliares de Obra	1,00	5.000,00 €	5.000,00 €
2.5.2	Ud. Supervisión de Construcción	1,00	5.000,00 €	5.000,00 €
2.5.3	Ud. Almacenamiento y Transporte	1,00	10.000,00 €	10.000,00 €
2.5.4	Ud. Seguridad y Vigilancia	1,00	7.500,00 €	7.500,00 €
Total Subcapítulo 2.5				27.500,00 €



3. GESTIÓN DE RESIDUOS

3. GESTIÓN DE RESIDUOS				3.953,62 €
REF	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO	IMPORTE
3	Ud. Gestión de Residuos	1	3.953,62 €	3.953,62 €
Total Subcapítulo 3				3.953,62 €

4. SEGURIDAD Y SALUD LABORAL

4. SEGURIDAD Y SALUD LABORAL				10.829,58 €
REF	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO	IMPORTE
4	Seguridad y Salud	1	10.829,58 €	10.829,58 €
Total Subcapítulo 4				10.829,58 €



5. PRESUPUESTO TOTAL

RESUMEN DEL PRESUPUESTO	
1. MATERIALES	3.191.822,39 €
1.1 Aparamenta y Materiales de Alta Tensión	2.522.228,14 €
1.2 Protecciones, Control y Comunicaciones	402.540,50 €
1.3 Estructura Metálica	191.940,00 €
1.4 Red de Tierras	61.763,75 €
1.5 Sistemas de Seguridad	13.350,00 €
2. CONSTRUCCIÓN	682.562,69 €
2.1 Obra Civil de Parque	175.562,69 €
2.2 Edificio	284.000,00 €
2.3 Montaje Electromecánico	160.000,00 €
2.4 Pruebas y Puesta en Servicio	35.500,00 €
2.5 Servicios Diversos	27.500,00 €
3. GESTIÓN DE RESIDUOS	3.953,62 €
4. SEGURIDAD Y SALUD LABORAL	10.829,58 €
TOTAL DE EJECUCIÓN MATERIAL	3.889.168,28 €
Gastos Generales -> 13%	505.591,88 €
Beneficio Industrial -> 6%	233.350,10 €
I.V.A. -> 21%	971.903,15 €
TOTAL PRESUPUESTO:	5.600.013,41 €



SET GRAITAS 30/220 kV

Documento 03: Planos
Enero 2025



VISADO : 202501012

Validar cogitpa.e-gestion.es [FVSD0823UKMSS3MM]

2/5
2025

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

Habilitación Profesional

Col. nº 06551 JULIAN GARCIA SANCHEZ



ÍNDICE

Generales

1. Situación y Emplazamiento
2. Implantación ortofoto y catastro
3. Explanación y Acceso

Subestación Eléctrica

4. Planta General Electromecánica
5. Alzado Electromecánico
6. Red General de Tierras
7. Planta Obra Civil

Edificio de Control

8. Planta
9. Alzados

Protección y Control

10. Esquema Unifilar Simplificado
11. Esquema Unifilar de Protecciones

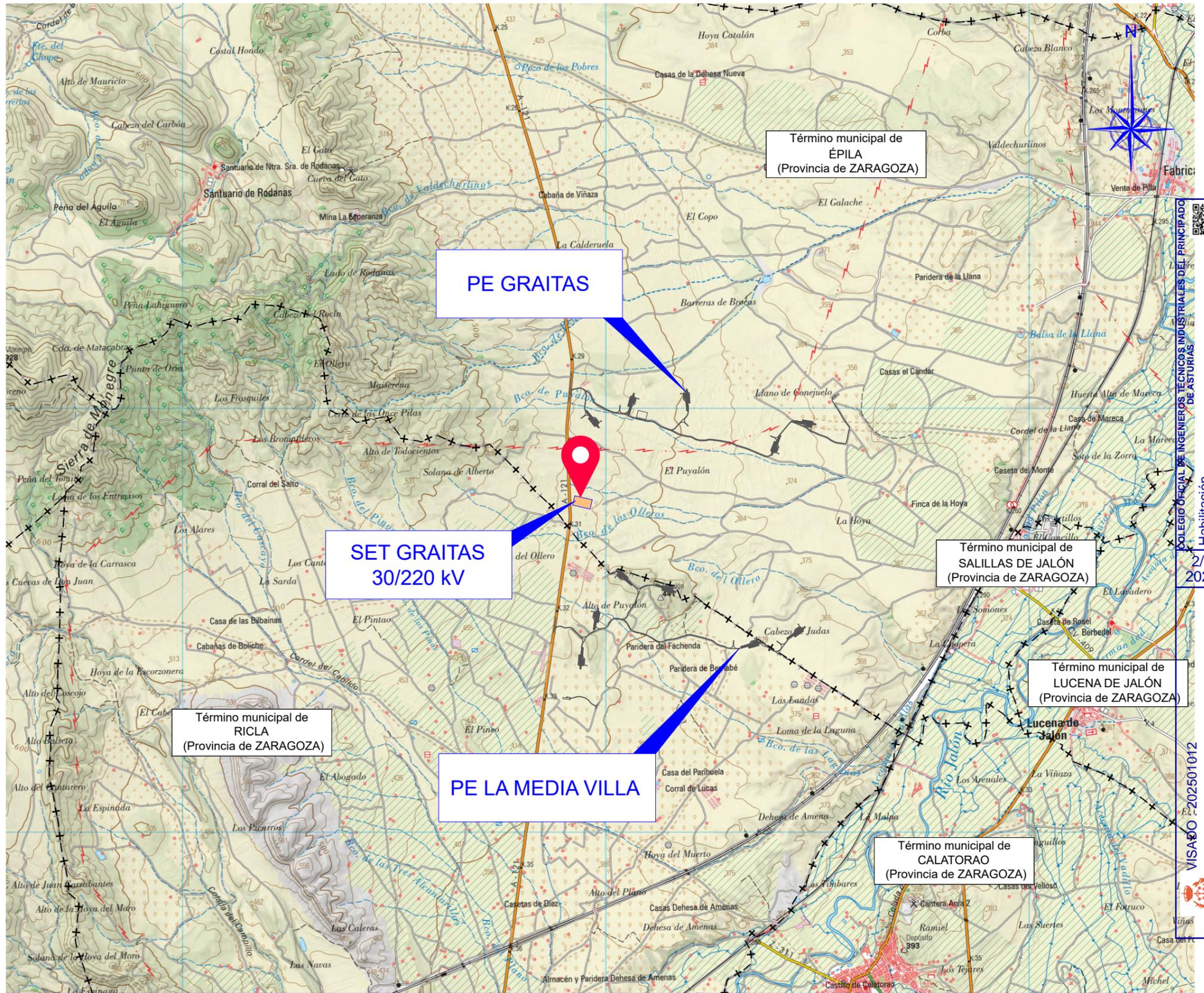
Esquema General de Evacuación

12. Esquema General de Evacuación





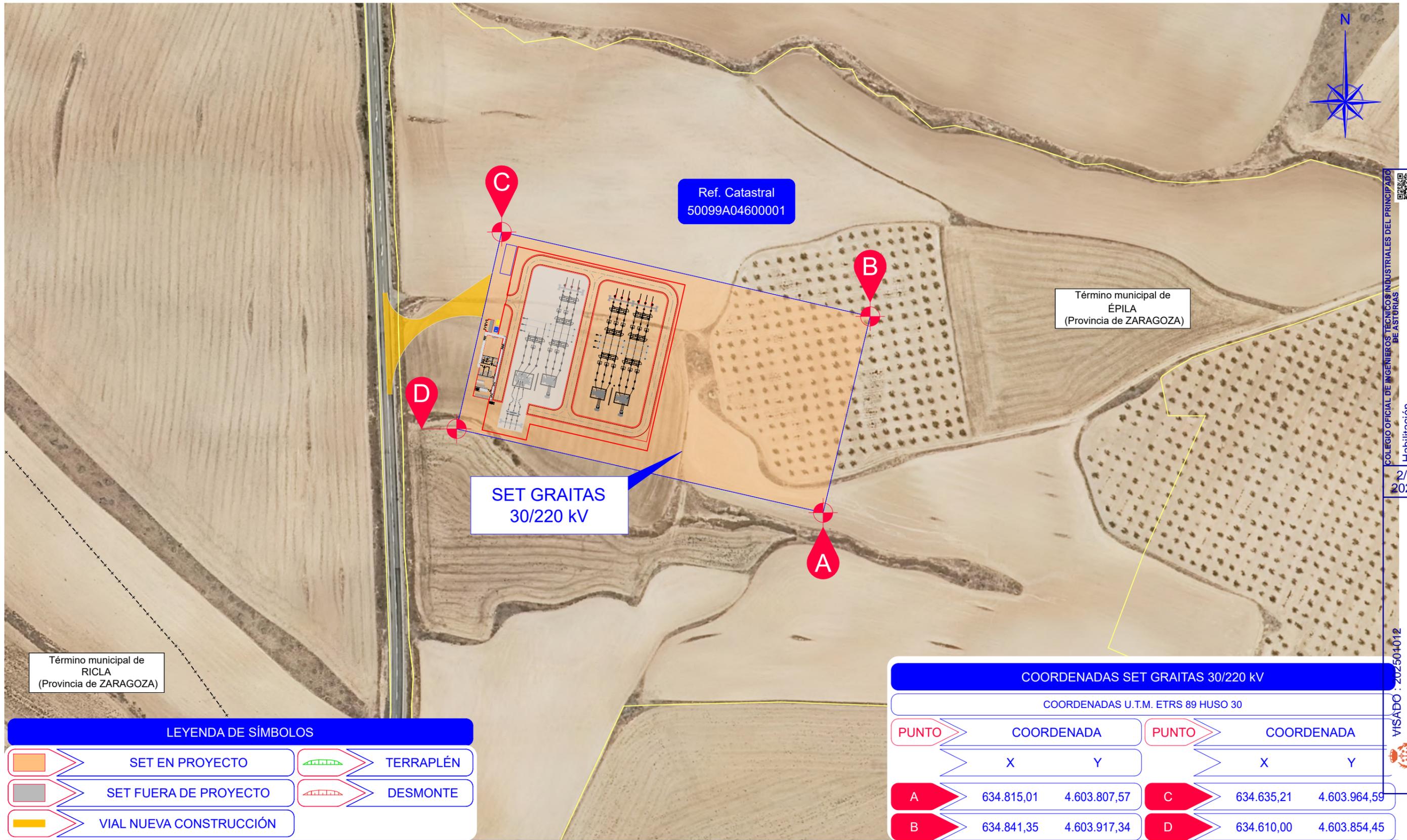
PROVINCIA DE ZARAGOZA Escala 1:200.000



ZARAGOZA - TÉRMINO MUNICIPAL DE ÉPILA Escala 1:50.000

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS
 Col. nº 06553 - JULIAN GARCIA SANCHEZ
 Profesional
 2/5
 2025
 VISA Nº 202501012
 Validar.cocytina.e-gestion.es/IFVSDPZ/UKWISSMVI

						FORMATO	ESCALA	DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN					
						A3	VARIAS	TITULO DEL PLANO: SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO					
						novotec		SET GRAITAS 30/220 KV			HOJA:	DE	Rev.
00	Enero 2025	Novotec	Novotec	Quantum	Quantum						1	1	00
Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado				PLANO Nº:	1			



Término municipal de RICLA (Provincia de ZARAGOZA)

Ref. Catastral 50099A04600001

Término municipal de ÉPILA (Provincia de ZARAGOZA)

SET GRAITAS 30/220 kV

LEYENDA DE SÍMBOLOS			
	SET EN PROYECTO		TERRAPLÉN
	SET FUERA DE PROYECTO		DESMONTE
	VIAL NUEVA CONSTRUCCIÓN		

COORDENADAS SET GRAITAS 30/220 kV					
COORDENADAS U.T.M. ETRS 89 HUSO 30					
PUNTO	COORDENADA		PUNTO	COORDENADA	
	X	Y		X	Y
A	634.815,01	4.603.807,57	C	634.635,21	4.603.964,59
B	634.841,35	4.603.917,34	D	634.610,00	4.603.854,45

IMPLANTACIÓN ORTOFOTO Y CATASTRO

Escala 1:2.000

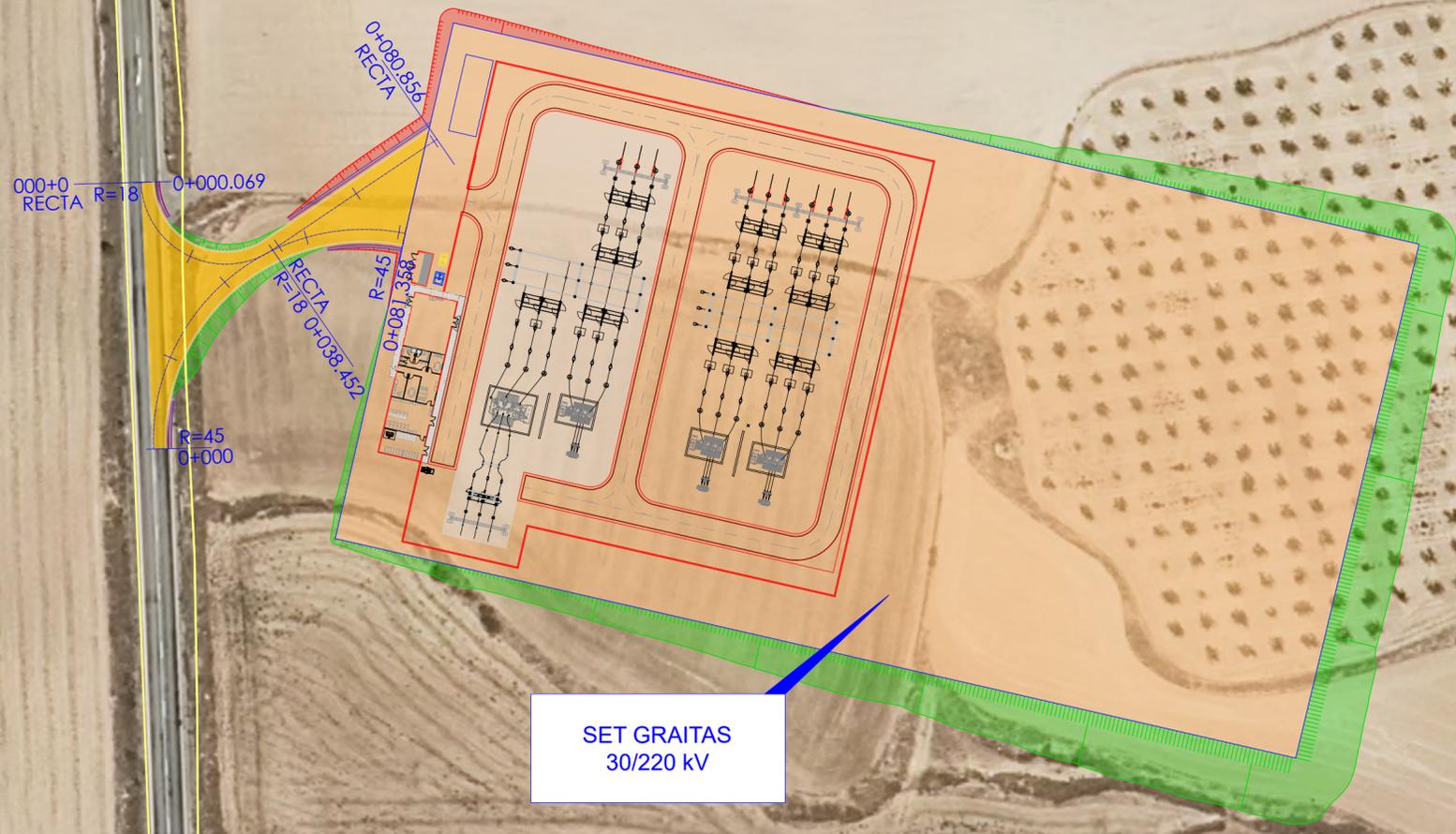
						FORMATO	ESCALA	DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN							
						A3	1:2.000	TITULO DEL PLANO: IMPLANTACIÓN ORTOFOTO Y CATASTRO							
						novotec	SET GRAITAS 30/220 kV			HOJA:	1	DE	1	Rev.	00
00	Enero 2025	Novotec	Novotec	Quantum	Quantum					PLANO Nº.:	2				
Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado										

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS
 Colección 06551 JULIAN GARCIA SANCHEZ
 Habilitación Profesional
 2/5 2025
 VISADO : 202504012
 Validar.ccoi.es/gestion/es/ESVSDPBZ3UKWISS3MVI



Término municipal de
ÉPILA
(Provincia de ZARAGOZA)

Ref. Catastral
50099A04600001

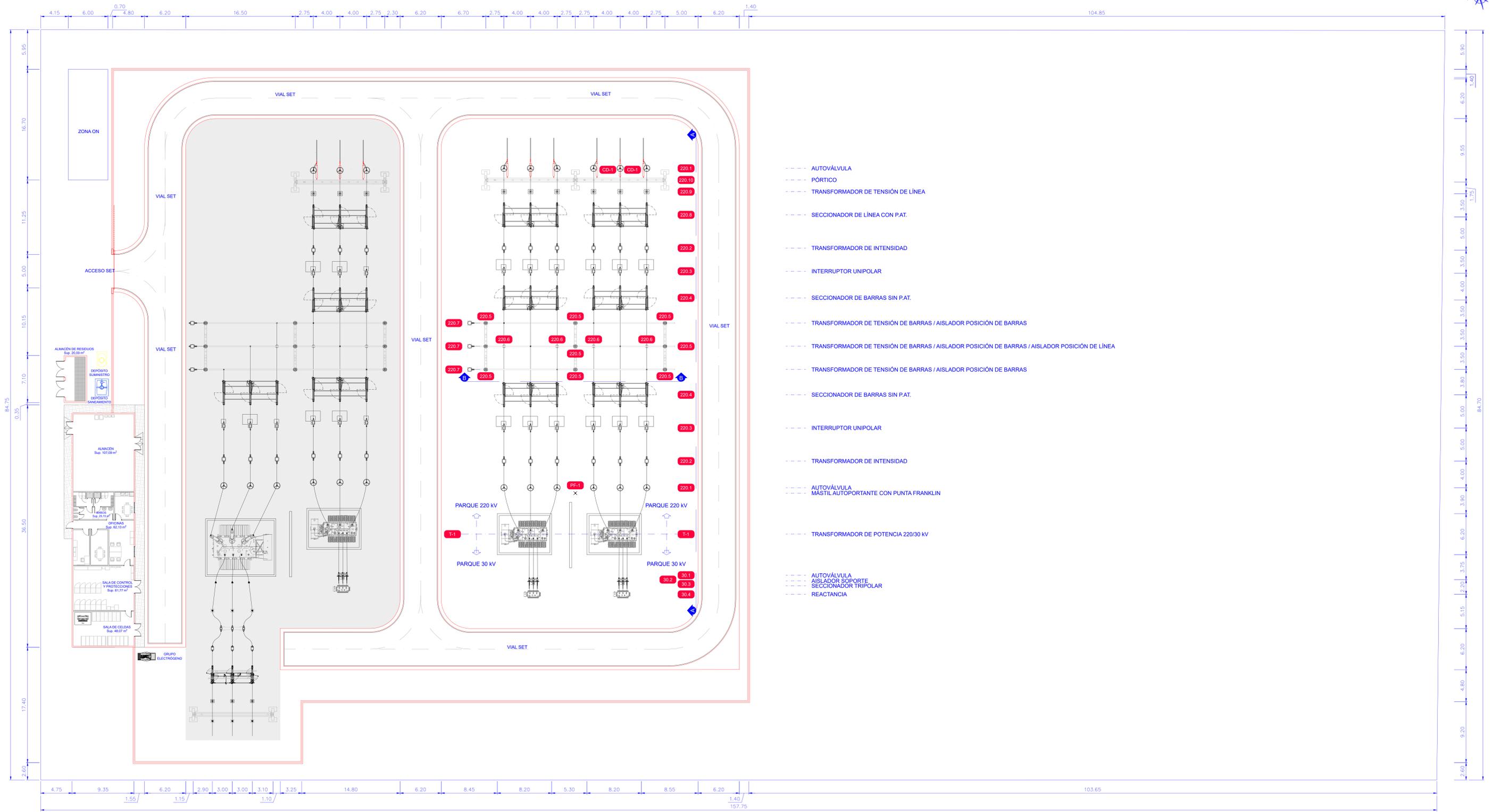


SET GRAITAS
30/220 kV

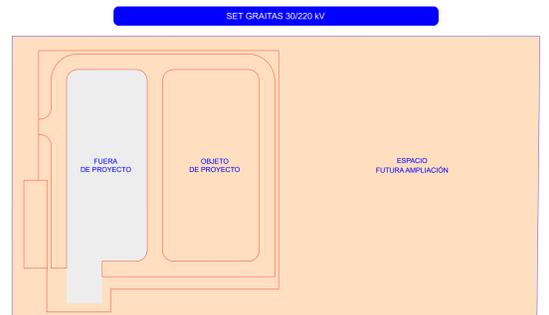
LEYENDA DE SÍMBOLOS			
	SET EN PROYECTO		TERRAPLÉN
	VIAL NUEVA CONSTRUCCIÓN		DESMONTE
	EXPLANADA VIAL		CUNETAS

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS
 Habilitación Col. nº 6662 LULIAN GARCÍA SÁNCHEZ
 PROFESIONISTA
 2/51
 2023
 VISADO - 202501012
 Validar.ccoiiba.es-question.es FEVS0823UKMSAMVI

						FORMATO A2	ESCALA 1:1.000	DENOMINACIÓN: PROYECTO DE EJECUCIÓN
						TÍTULO DEL PLANO: EXPLNACIÓN Y ACCESO MOVIENTO DE TIERRAS DE LA SET. PLANTA Y PERFILES		
00	Enero 2025	Novotec	Novotec	Quantum	Quantum	novotec		SET GRAITAS 30/220 kV
Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado			



- AUTOVÁLVULA
- PÓRTICO
- TRANSFORMADOR DE TENSIÓN DE LÍNEA
- SECCIONADOR DE LÍNEA CON PAT.
- TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD
- INTERRUPTOR UNIPOLAR
- SECCIONADOR DE BARRAS SIN PAT.
- TRANSFORMADOR DE TENSIÓN DE BARRAS / AISLADOR POSICIÓN DE BARRAS
- TRANSFORMADOR DE TENSIÓN DE BARRAS / AISLADOR POSICIÓN DE BARRAS / AISLADOR POSICIÓN DE LÍNEA
- TRANSFORMADOR DE TENSIÓN DE BARRAS / AISLADOR POSICIÓN DE BARRAS
- SECCIONADOR DE BARRAS SIN PAT.
- INTERRUPTOR UNIPOLAR
- TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD
- AUTOVÁLVULA
- MÁSTIL AUTOPORTANTE CON PUNTA FRANKLIN
- TRANSFORMADOR DE POTENCIA 220/30 kV
- AUTOVÁLVULA
- AISLADOR SOPORTE
- SECCIONADOR TRIPOLAR
- REACTANCIA

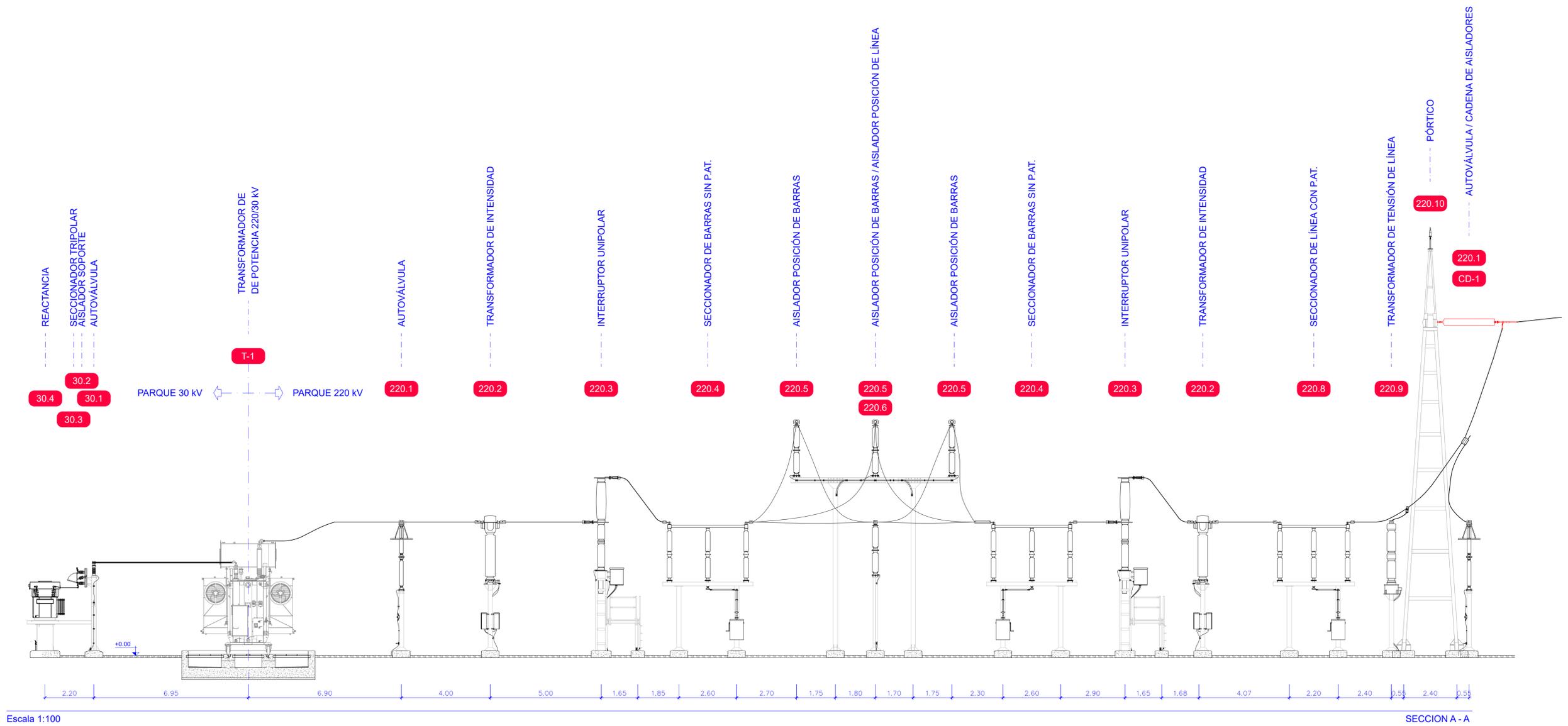


- LEYENDA DE SÍMBOLOS
- SET FUERA DE PROYECTO
 - SET OBJETO DE PROYECTO

CÓDIGO	CANTIDAD	DENOMINACIÓN
T-1	2	TRANSFORMADOR DE POTENCIA 30/220 kV
APARATURA 30 kV		
30.1	6	AUTOVÁLVULA
30.2	6	AISLADOR SOPORTE
30.3	2	SECCIONADOR TRIPOLAR
30.4	2	REACTANCIA

CÓDIGO	CANTIDAD	DENOMINACIÓN
APARATURA 220 kV		
220.1	12	AUTOVÁLVULA
220.2	12	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD
220.3	12	INTERRUPTOR UNIPOLAR
220.4	4	SECCIONADOR DE BARRAS SIN PAT.
220.5	9	AISLADOR POSICIÓN DE BARRAS
220.6	4	AISLADOR POSICIÓN DE LÍNEA
220.7	3	TRANSFORMADOR DE TENSIÓN DE BARRAS
220.8	2	SECCIONADOR DE LÍNEA CON PAT.
220.9	6	TRANSFORMADOR DE TENSIÓN DE LÍNEA
220.10	2	PÓRTICO
CD-1	6	CADENA DE AISLADORES
PF-1	1	MÁSTIL AUTOPORTANTE CON PUNTA FRANKLIN

FORMA: A0					ESCALA: 1:150				
PROYECTO DE EJECUCIÓN									
TÍTULO DEL PLANO: PLANTA GENERAL ELECTROMECÁNICA									
novotec									
SET GRAITAS 30/220 kV									
FOLIO: 4									



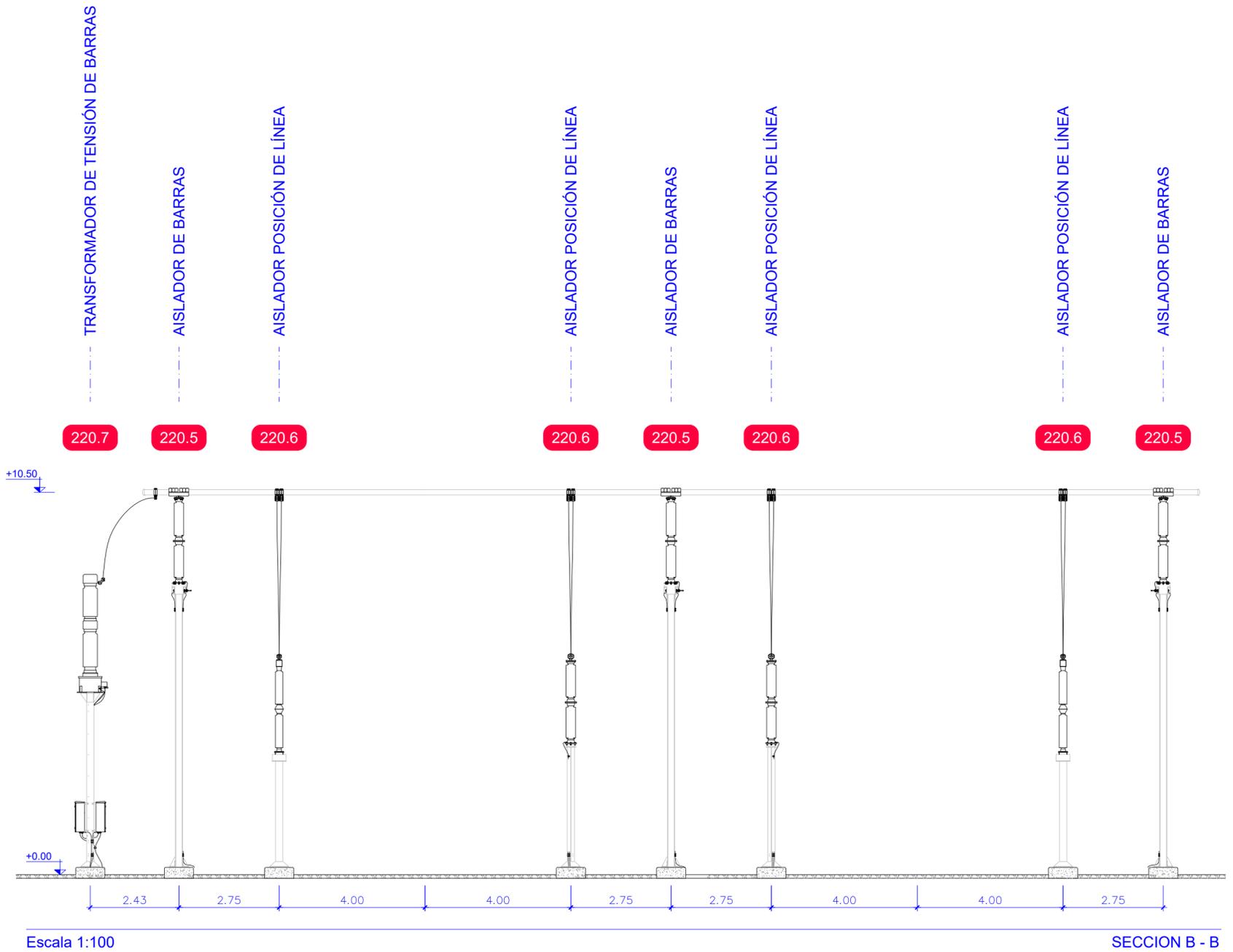
Escala 1:100

SECCION A - A

RELACIÓN DE APARAMENTA		
CÓDIGO	CANTIDAD	DENOMINACIÓN
APARAMENTA 30 kV		
30.1	6	AUTOVÁLVULA
30.2	6	AISLADOR SOPORTE
30.3	2	SECCIONADOR TRIPOLAR
30.4	2	REACTANCIA
APARAMENTA 220 kV		
220.1	12	AUTOVÁLVULA
220.2	12	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD
220.3	12	INTERRUPTOR UNIPOLAR
220.4	4	SECCIONADOR DE BARRAS SIN P.AT.
220.5	9	AISLADOR POSICIÓN DE BARRAS
220.6	4	AISLADOR POSICIÓN DE LÍNEA
220.7	3	TRANSFORMADOR DE TENSIÓN DE BARRAS
220.8	2	SECCIONADOR DE LÍNEA CON P.AT.
220.9	6	TRANSFORMADOR DE TENSIÓN DE LÍNEA
220.10	2	PÓRTICO
CD-1	6	CADENA DE AISLADORES
PF-1	1	MÁSTIL AUTOPORTANTE CON PUNTA FRANKLIN

RELACIÓN DE APARAMENTA		
CÓDIGO	CANTIDAD	DENOMINACIÓN
APARAMENTA 220 kV		
220.1	12	AUTOVÁLVULA
220.2	12	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD
220.3	12	INTERRUPTOR UNIPOLAR
220.4	4	SECCIONADOR DE BARRAS SIN P.AT.
220.5	9	AISLADOR POSICIÓN DE BARRAS
220.6	4	AISLADOR POSICIÓN DE LÍNEA
220.7	3	TRANSFORMADOR DE TENSIÓN DE BARRAS
220.8	2	SECCIONADOR DE LÍNEA CON P.AT.
220.9	6	TRANSFORMADOR DE TENSIÓN DE LÍNEA
220.10	2	PÓRTICO
CD-1	6	CADENA DE AISLADORES
PF-1	1	MÁSTIL AUTOPORTANTE CON PUNTA FRANKLIN

00	Enero 2025	Novotec	Novotec	Quantum	Quantum	FORMATO A1	ESCALA 1:100	DENOMINACIÓN: PROYECTO DE EJECUCIÓN
Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado	TÍTULO DEL PLANO: ALZADO ELECTROMECAÍNICO		HOJA: 1 DE 2
novotec								PLANO Nº: 5
SET GRAITAS 30/220 kV								Rev. 00



Escala 1:100

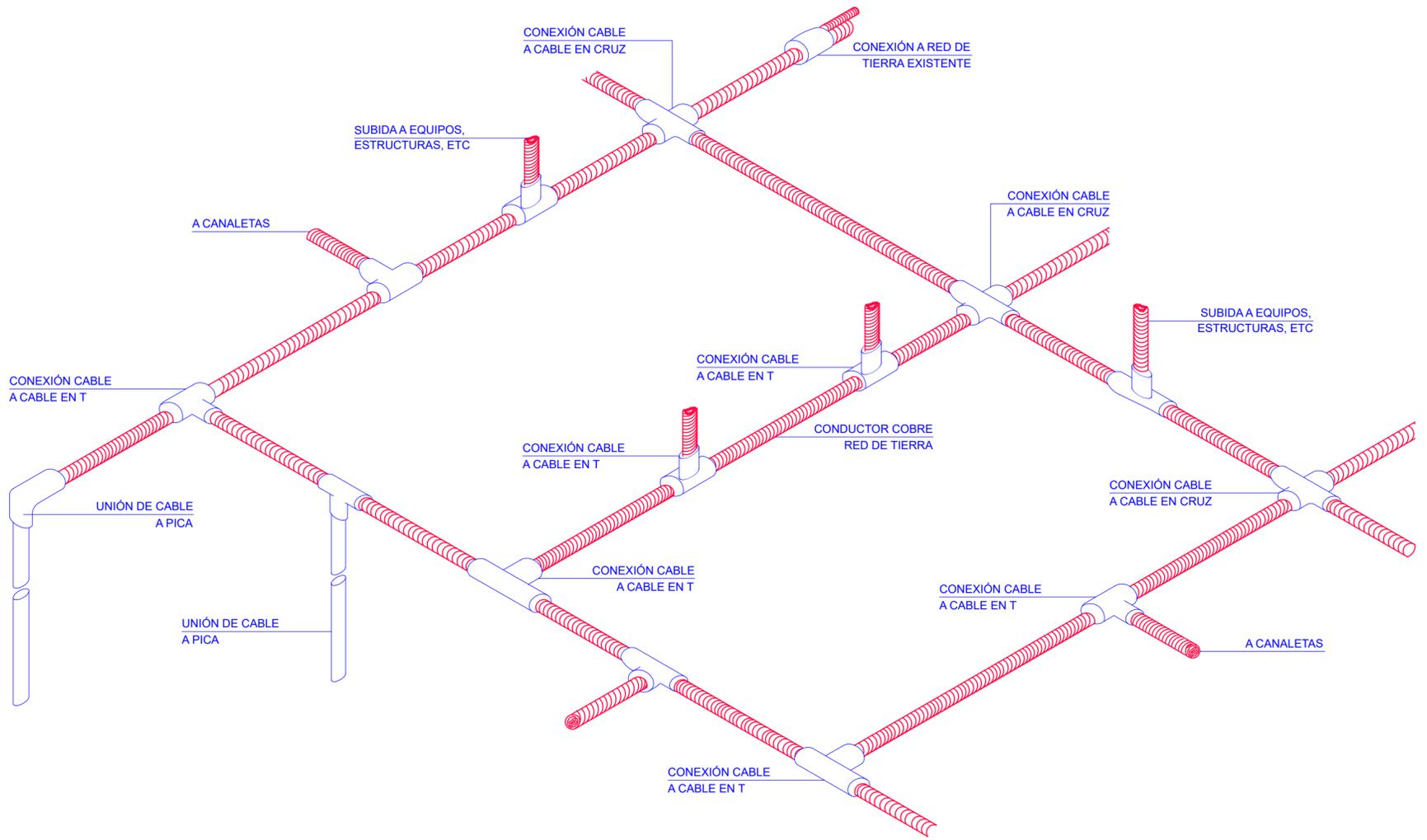
SECCION B - B

RELACIÓN DE APARAMENTA		
CÓDIGO	CANTIDAD	DENOMINACIÓN
APARAMENTA 30 kV		
T-1	2	TRANSFORMADOR DE POTENCIA 30/220 kV
30.1	6	AUTOVÁLVULA
30.2	6	AISLADOR SOPORTE
30.3	2	SECCIONADOR TRIPOLAR
30.4	2	REACTANCIA

RELACIÓN DE APARAMENTA		
CÓDIGO	CANTIDAD	DENOMINACIÓN
APARAMENTA 220 kV		
220.1	12	AUTOVÁLVULA
220.2	12	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD
220.3	12	INTERRUPTOR UNIPOLAR
220.4	4	SECCIONADOR DE BARRAS SIN P.AT.
220.5	9	AISLADOR POSICIÓN DE BARRAS
220.6	4	AISLADOR POSICIÓN DE LÍNEA
220.7	3	TRANSFORMADOR DE TENSIÓN DE BARRAS
220.8	2	SECCIONADOR DE LÍNEA CON P.AT.
220.9	6	TRANSFORMADOR DE TENSIÓN DE LÍNEA
220.10	2	PÓRTICO
CD-1	6	CADENA DE AISLADORES
PF-1	1	MÁSTIL AUTOPORTANTE CON PUNTA FRANKLIN

						FORMATO A2	ESCALA 1:100	DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN
						TITULO DEL PLANO: ALZADO ELECTROMECÁNICO		HOJA: 2 DE 2
00	Enero 2025	Novotec	Novotec	Quantum	Quantum			Rev. 00
Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado	SET GRITAS 30/220 kV		PLANO Nº.: 5

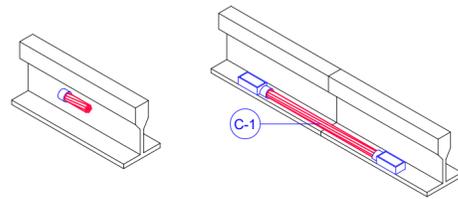
DETALLES DE SOLDADURAS A RED DE TIERRAS



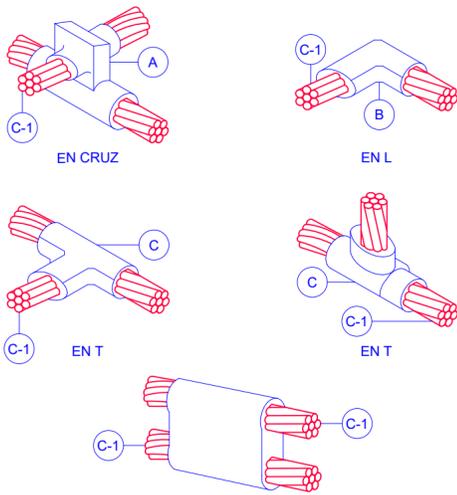
UNIÓN DE CABLE A PICA



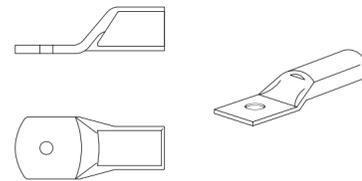
UNIÓN DE CABLE A RAIL



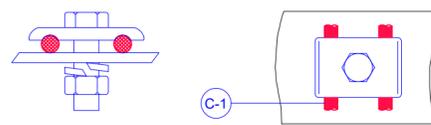
UNIÓN DE CABLE A CABLE



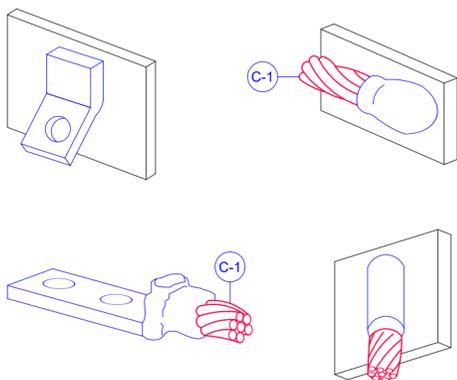
TERMINALES DE PRESIÓN



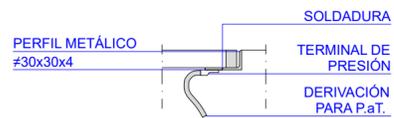
GRAPA DE ENLACE PARA ESTRUCTURA Y CABLES



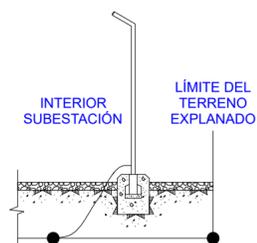
UNIÓN DE CABLE A ACERO



PUESTA A TIERRA PARA TAPAS METALICAS

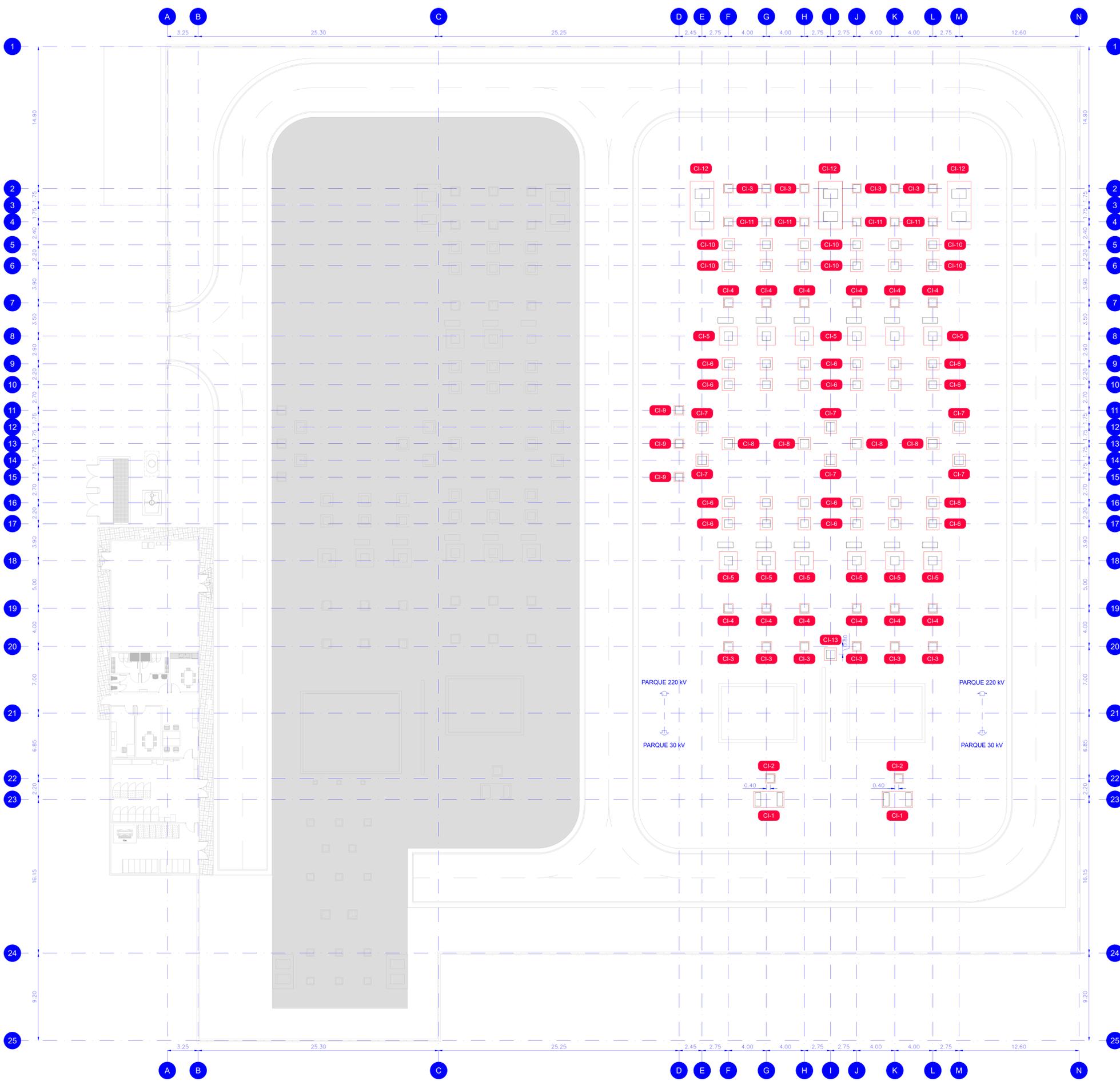


DETALLE P.a.T. DEL CERRAMIENTO

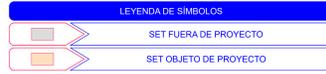
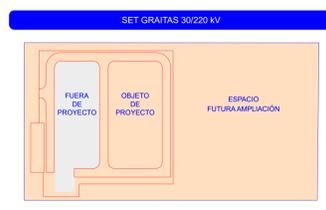


COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS
 Habilitación: Col. nº 46551 JULIAN GARCIA SANCHEZ
 PROFESIONISTA
 2/51
 2023
 VISADO : 202501012
 Validar.ccoillitas.e-coostion.es/FEVSDP0823UKMSS3MMV1

						FORMATO A2	ESCALA S/E	DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN
								TITULO DEL PLANO: RED GENERAL DE TIERRAS. DETALLES
00	Enero 2025	Novotec	Novotec	Quantum	Quantum	novotec SET GRITAS 30/220 kV		HOJA: 2 DE 2
Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado			PLANO Nº.: 6

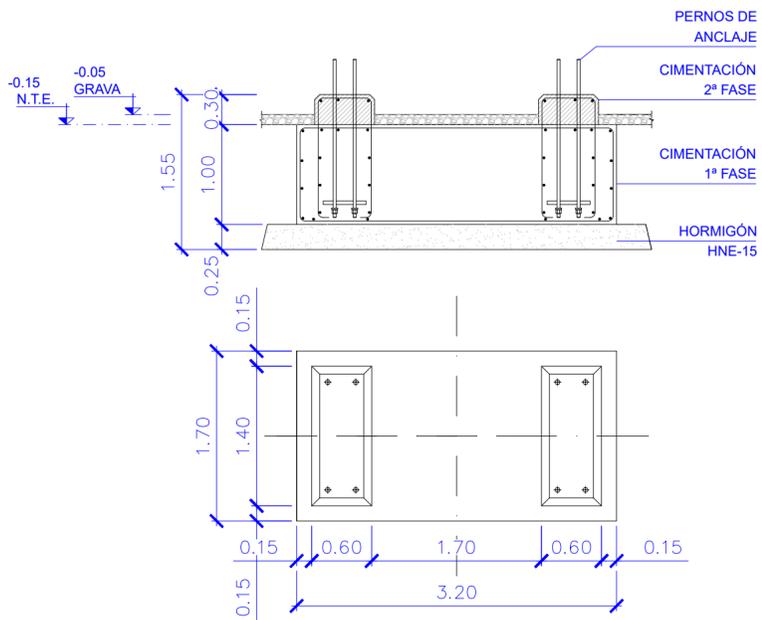


- 2 --- AUTOVÁLVULA
- 3 --- PÓRTICO
- 4 --- TRANSFORMADOR DE TENSION DE LINEA
- 5 --- SECCIONADOR DE LINEA CON PAT.
- 6 --- TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD
- 7 --- INTERRUPTOR UNIPOLAR
- 8 --- SECCIONADOR DE BARRAS SIN PAT.
- 9 --- TRANSFORMADOR DE TENSION DE BARRAS / AISLADOR POSICIÓN DE BARRAS
- 10 --- TRANSFORMADOR DE TENSION DE BARRAS / AISLADOR POSICIÓN DE BARRAS / AISLADOR POSICIÓN DE LINEA
- 11 --- TRANSFORMADOR DE TENSION DE BARRAS / AISLADOR POSICIÓN DE BARRAS
- 12 --- SECCIONADOR DE BARRAS SIN PAT.
- 13 --- INTERRUPTOR UNIPOLAR
- 14 --- TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD
- 15 --- AUTOVÁLVULA
- 16 --- TRANSFORMADOR DE POTENCIA 220/30 kV
- 17 --- AUTOVÁLVULA
- 18 --- AISLADOR SOPORTE
- 19 --- SECCIONADOR TRIPOLAR
- 20 --- REACTANCIA

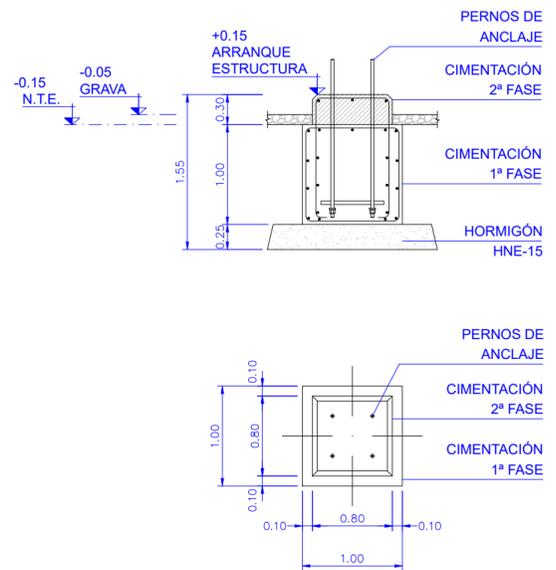


RELACION DE APARATURA		
CODIGO	CANTIDAD	DENOMINACION
APARATURA 30 kV		
CI-1	2	REACTANCIA
CI-2	2	AUTOVÁLVULA
CH-2	-	AISLADOR SOPORTE
CI-2	-	SECCIONADOR TRIPOLAR
APARATURA 220 kV		
CH-3	12	AUTOVÁLVULA
CI-4	12	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD
CI-5	12	INTERRUPTOR UNIPOLAR
CH-6	24	SECCIONADOR DE BARRAS SIN PAT.
CI-7	6	AISLADOR POSICIÓN DE BARRAS
CI-8	4	AISLADOR POSICIÓN DE LINEA
CH-9	3	TRANSFORMADOR DE TENSION DE BARRAS
CI-10	12	SECCIONADOR DE LINEA CON PAT.
CI-11	6	TRANSFORMADOR DE TENSION DE LINEA
CI-12	3	PÓRTICO
CI-13	1	MÁSTIL AUTOPORTANTE CON PUNTA FRANKLIN

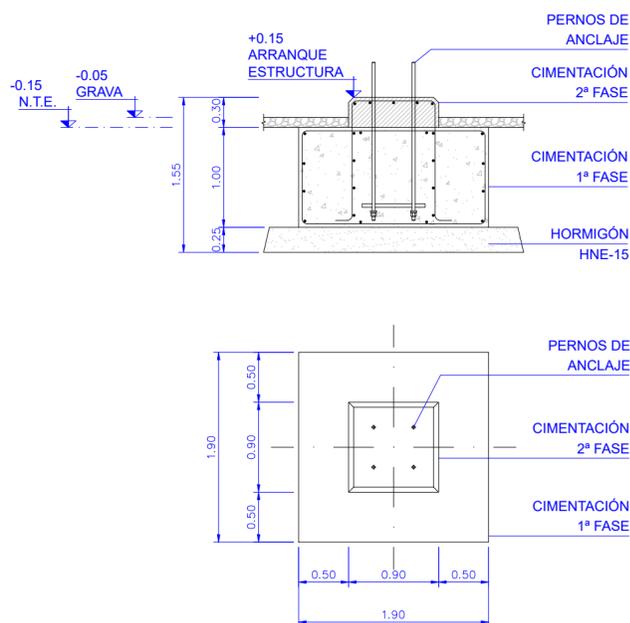
DETALLES TIPO CIMENTACIÓN APARAMENTA



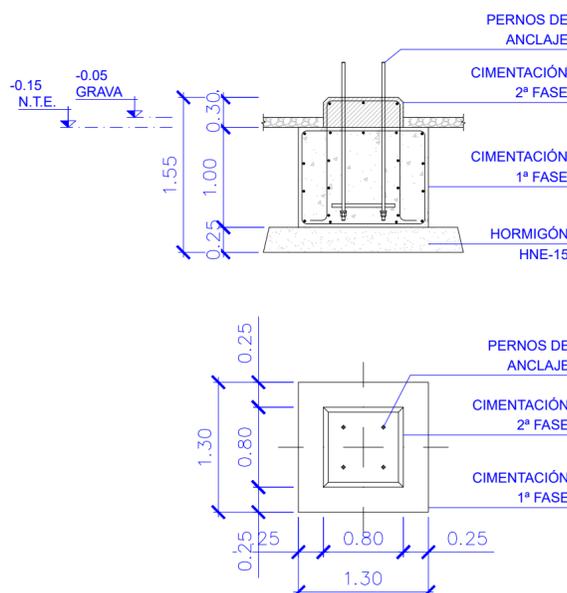
CI-1



CI-2 CI-3 CI-4
CI-9 CI-11

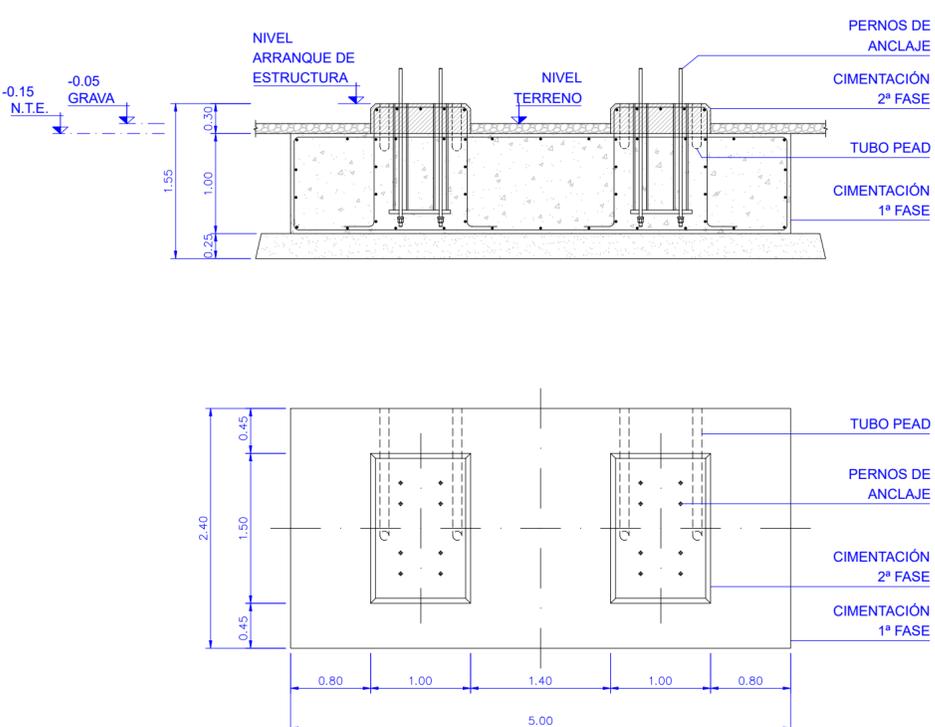


CI-5

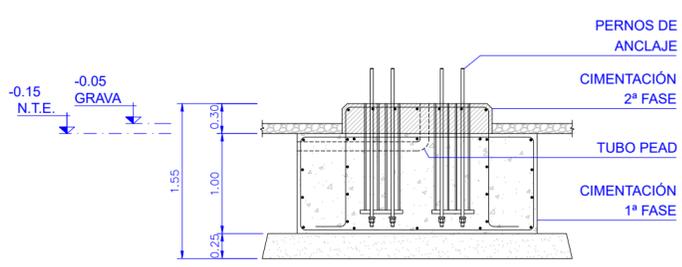


CI-6 CI-7 CI-8
CI-10 CI-13

DETALLE TIPO CIMENTACIÓN PÓRTICOS



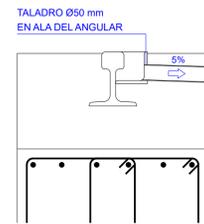
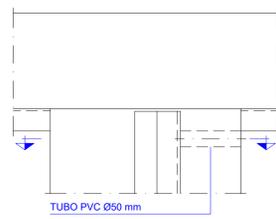
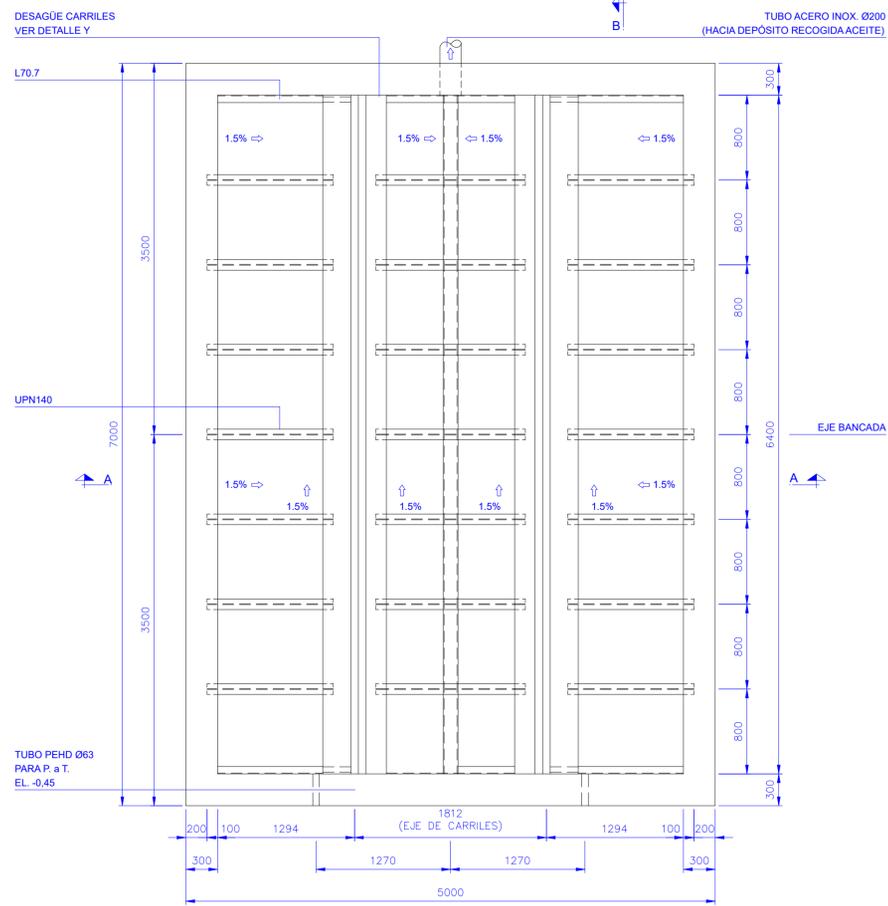
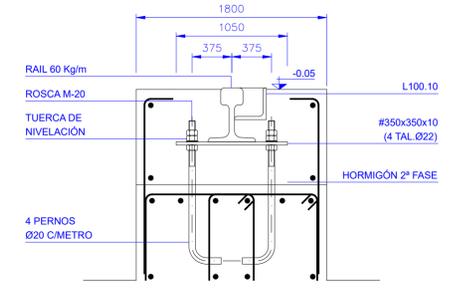
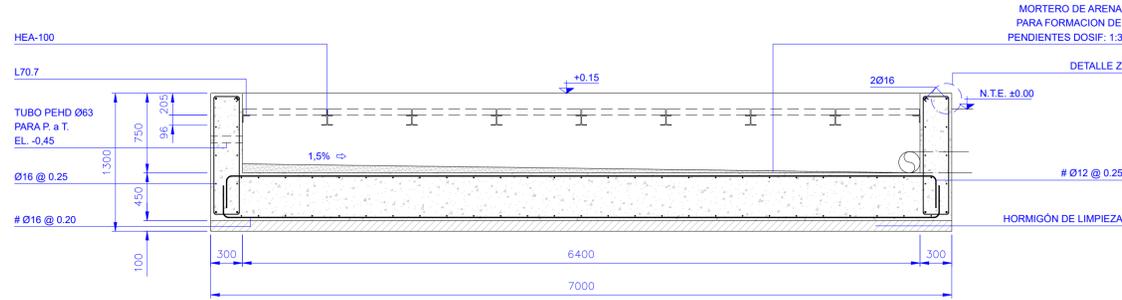
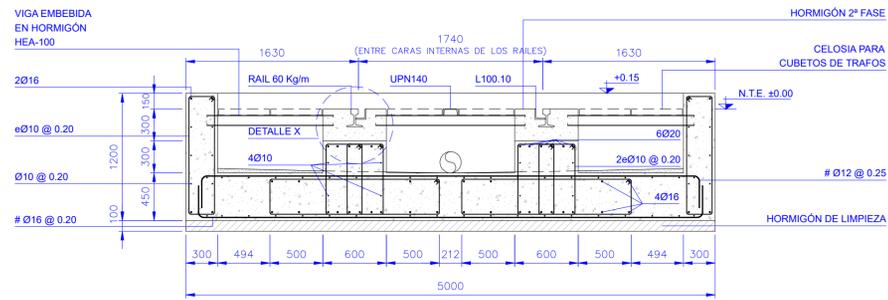
CI-12



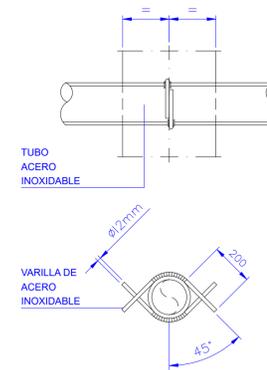
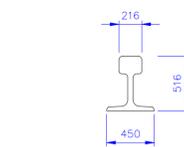
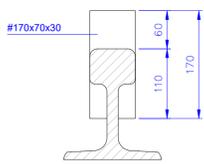
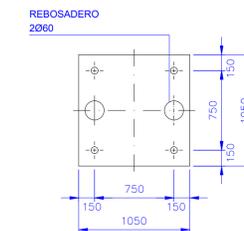
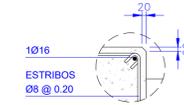
- LA GENERATRIZ DE LOS TUBOS EN LOS GIROS TENDRÁ UN RADIO DE GIRO AMPLIO QUE FACILITE EL PASO DE CABLES NUNCA GENERANDO CODOS A 90°.
- EN CASO DE SALIR EL/LOS TUBOS DE LA GEOMETRÍA DE LA ZAPATA O PEANA SE EJECUTARÁ UN DADO DE HORMIGÓN ALREDEDOR DEL TUBO VISTO CON UN RECUBRIMIENTO MÍNIMO DE EJE DE 5 cm.
- PREVIAMENTE A LA SEGUNDA FASE DE HORMIGÓN, SE REALIZARÁ EL LLENADO DE LAS CAMISAS DE LOS PERNOS MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE UN HORMIGÓN SIN RETRACCIÓN TIPO MASTERFLOW 952 O SIMILAR.
- LA VARILLA DE ACERO CORRUGADO Ø12 PARA LA P.a.T. IRÁ CONECTADA A LA RED DE TIERRAS MEDIANTE SOLDADURA ALUMINOTÉRMICA.

						FORMATO A2	ESCALA 1:20	DENOMINACIÓN: PROYECTO DE EJECUCIÓN
								TÍTULO DEL PLANO: PLANTA OBRA CIVIL. DETALLES DE CIMENTACIÓN
00	Enero 2025	Novotec	Novotec	Quantum	Quantum	novotec		HOJA: 2 DE 6
Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado			SET GRAITAS 30/220 kV
								PLANO Nº.: 7

BANCADA DE TRANSFORMADOR DE POTENCIA



DESAGÜE CARRILES (Y)
ESCALA 1:10



CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES, NIVELES DE CONTROL Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD ADOPTADOS

CUADRO DE CARACTERÍSTICAS SEGUN LA INSTRUCCIÓN "EHE"

HORMIGÓN ARMADO					
ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO DE HORMIGÓN	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE PARCIAL DE SEGURIDAD (γ _m)	RESISTENCIA DE CÁLCULO (N/mm ²)	RECUBRIMIENTO MÍNIMO (mm)
CIMENTACIÓN	HA-25/P/40/lla	ESTADÍSTICO	1.50	16.6	50
ESTRUCTURA	HA-25/B/20/lla	ESTADÍSTICO	1.50	16.6	35
ACERO					
ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO DE ACERO	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE PARCIAL DE SEGURIDAD (γ _m)	RESISTENCIA DE CÁLCULO (N/mm ²)	EL ACERO ESTARÁ GARANTIZADO POR LA MARCA AENOR
WHOLE WORK	B 500 S	NORMAL	1.15	434	
EJECUCIÓN					
TIPO DE ACCIÓN ESTRUCTURAL	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD (PARA E.L.U.)			
PERMANENTE	NORMAL	EFFECTO FAVORABLE		EFFECTO DESFAVORABLE	
PERMANENTE DE VALOR NO CONSTANTE	NORMAL	Y _g = 1.00		Y _g = 1.50	
VARIABLE	NORMAL	Y _g = 1.00		Y _g = 1.60	
		Y _o = 0.00		Y _o = 1.60	

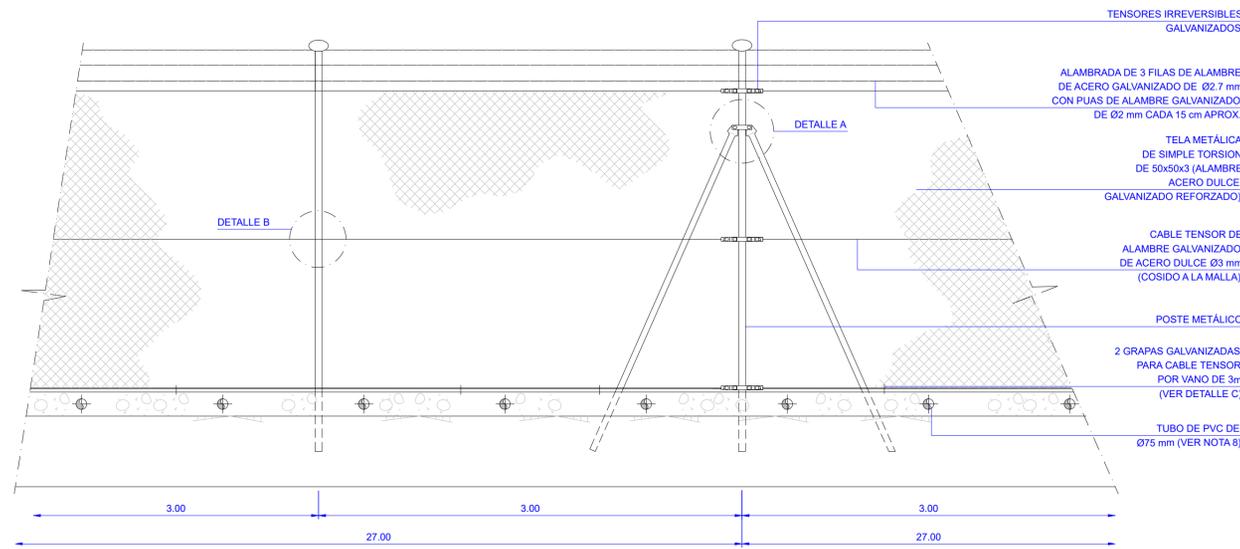
A REVISAR CONFORME NORMATIVA EN VIGOR

NOTAS

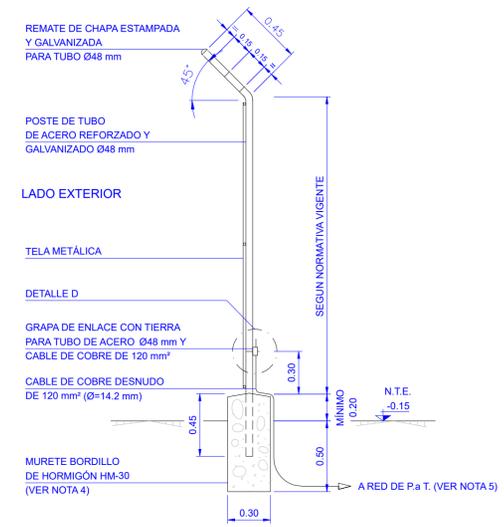
- PARA LA SITUACIÓN DE LOS TUBOS DE ACERO DE PASO DE CABLES A CAJAS DE CONTROL DE TRANSFORMADOR DEBERÁ TENERSE EN CUENTA LA SITUACIÓN DE LAS MISMAS EN EL TRANSFORMADOR.
 - DIMENSIONES: DIÁMETROS DE TUBOS Y REDONDOS EN mm. ELEVACIONES EN METROS.
 - TODAS LAS BARRAS SE ANCLARÁN COMO MÍNIMO UNA LONGITUD IGUAL A LA DEL ANCLAJE DEFINIDA EN ART. 69 EHE.
 - LOS EMPALMES POR SOLAPE SE REALIZARÁN DE ACUERDO CON ART. 69 EHE.
 - TODOS LOS PERFILES Y ELEMENTOS METÁLICOS SERÁN DE ACERO AE275-B.
 - TODOS LOS PERFILES Y ELEMENTOS METÁLICOS SERÁN DE ACERO AE275-B. INMERSIÓN: EL GALVANIZADO DETERIORADO POR SOLDADURAS SE REPARARÁ CON UNA TRIPLE MANO DE ZINC INORGÁNICO DESPUÉS DE LIMPIAR A METAL LIMPIO.
 - EL CARRIL SE SOLDARÁ A LA PLACA DE APOYO UNA VEZ QUE ESTE PERFECTAMENTE NIVELADO Y POSICIONADO. A CONTINUACIÓN SE REALIZARÁ EL HOMIGONADO DE 2ª FASE EVITANDO QUE QUEDEN COQUERAS BAJO CUALQUIER CIRCUNSTANCIA.
 - LAS JUNTAS DE HOMIGONADO SE TRATARÁN SEGUN LA NORMA EHE.
 - PARA QUE LAS RUEDAS DE LA MÁQUINA NO ROCEN EL HORMIGÓN, LA PARTE ALTA DEL CARRIL ESTARÁ 5 mm POR ENCIMA.
 - LOS RAILES ESTARÁN CONECTADOS A LA RED DE PUESTA A TIERRA.
- Art.69. PROCESOS DE ELABORACIÓN, ARMADO Y MONTAJE DE LAS ESTRUCTURAS PASIVAS.

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado	FORMATO A1	ESCALA VARIAS	DENOMINACIÓN: PROYECTO DE EJECUCIÓN	TÍTULO DEL PLANO: P. OBRA CIVIL. BANCADA DE TRANSFORMADOR TIPO		
00	Enero 2025	Novotec	Novotec	Quantum	Quantum	novotec	SET GRAITAS 30/220 kV	Hoja:	4	DE	6
								PLANO Nº:			

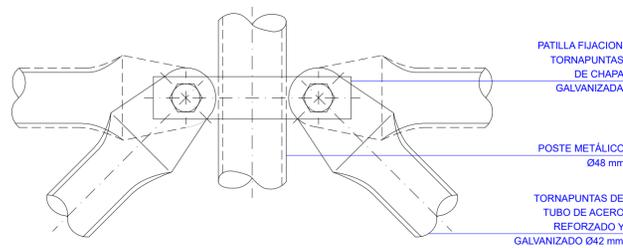
CERRAMIENTO EXTERIOR



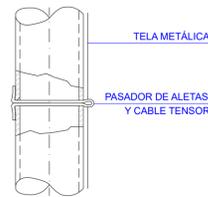
CERRAMIENTO EXTERIOR ALZADO TIPO
ESCALA 1:25



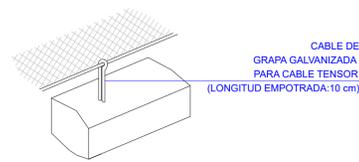
SECCIÓN TIPO
ESCALA 1:25



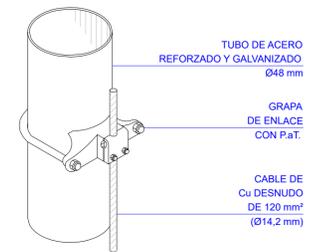
DETALLE A
ESCALA 1:2.5



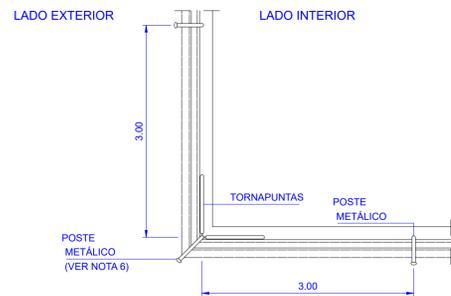
DETALLE B
ESCALA 1:2.5



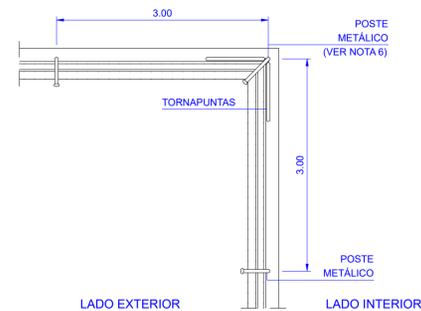
DETALLE C
SIN ESCALA



DETALLE D
ESCALA 1:2



ESQUINA EXTERIOR
ESCALA 1:50

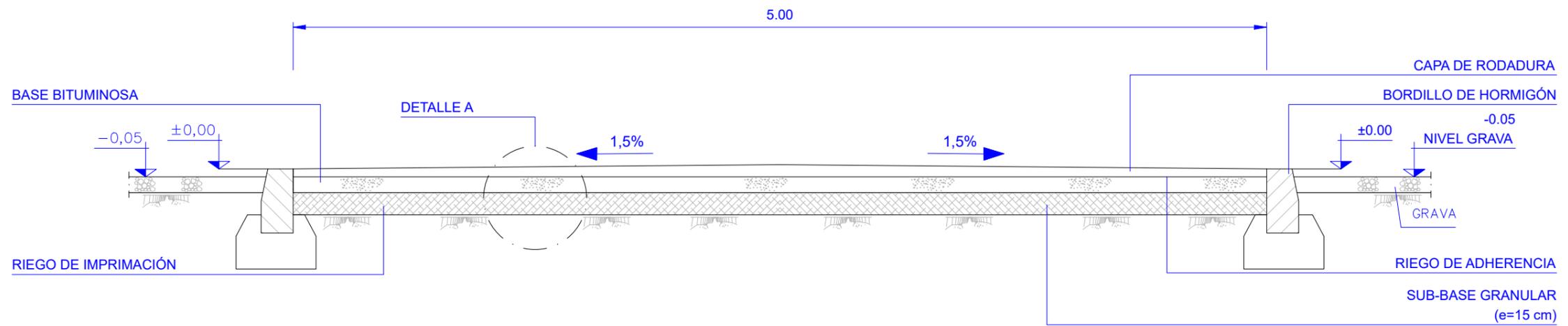


ESQUINA INTERIOR
ESCALA 1:50

NOTAS

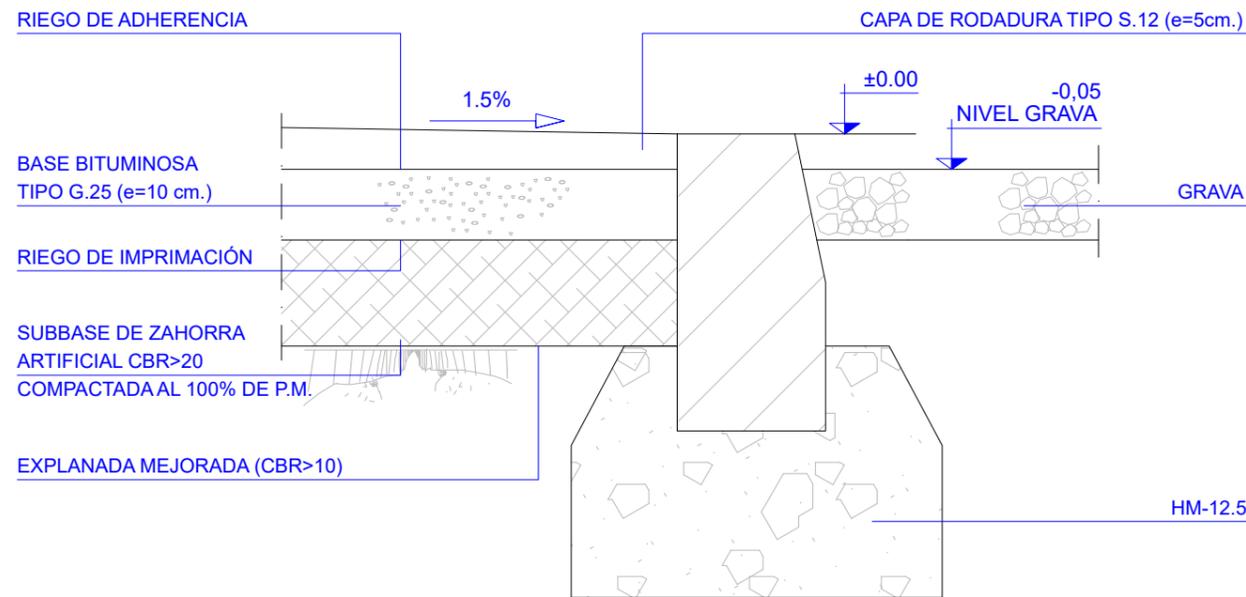
- 1- COTAS Y ELEVACIONES EN METROS, EXCEPTO LAS INDICADAS.
- 2- EN LOS TRAMOS LARGOS, CADA 27.00 METROS SE MONTARÁN TORNAPUNTAS DE ANCLAJE ADEMÁS DE TODAS LAS ESQUINAS O CAMBIO DE DIRECCIÓN.
- 3- LA JUNTA DE HORMIGONADO DEL MURETE SE REALIZARÁ ENTRE DOS POSTES, EVITANDO QUE COINCIDA CON LOS TORNAPUNTAS.
- 4- CUANDO LA ALTURA DEL MURETE DE HORMIGÓN SOBRE EL N.T.E. SEA SUPERIOR A 50 cm, SE DEBERÁ ARMAR CON UNA #Ø6/150x150mm, POR AMBAS CARAS (B-400 S).
- 5- PARA SITUACIÓN DE LOS PUNTOS DE PUESTA A TIERRA VER PLANO DE PLANTA GENERAL DE LA RED DE PUESTA A TIERRA.
- 6- EN LOS POSTES DE ESQUINA EL BRAZO PARA LA ALAMBRADA DE ESPINO SERÁ MÁS LARGO QUE EN LOS POSTES INTERMEDIOS. VER DETALLE DE ESQUINAS.
- 7- TODO EL MATERIAL SERÁ GALVANIZADO.
- 8- EN EL MURETE DEL CERRAMIENTO EN LAS ZONAS DE RELLENO, SE DISPONDRÁN DESAGÜES FORMADOS POR TUBOS DE PVC Ø75 mm CADA METRO, DE FORMA QUE EL NIVEL INFERIOR DE DICHS TUBOS COINCIDA CON EL NIVEL SUPERIOR DE LA CAPA DE GRAVA.
- 9- ACERO DE LOS POSTES: S275JR.

						FORMATO	ESCALA	DENOMINACION:	PROYECTO DE EJECUCIÓN		
						A1	VARIAS	TITULO DEL PLANO:	P. OBRA CIVIL. DETALLE CERRAMIENTO EXTERIOR		
00	Enero 2025	Novotec	Novotec	Quantum	Quantum	novotec			SET GRITAS 30/220 kV		HOUA: 5 DE 6 Rev: 00
Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado				PLANO Nº:		7



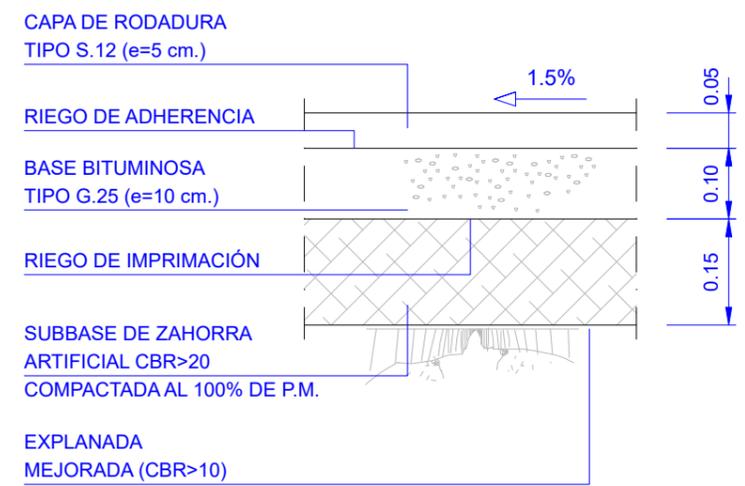
SECCIÓN VIAL INTERIOR TIPO

ESCALA 1:25



DETALLE

ESCALA 1:10

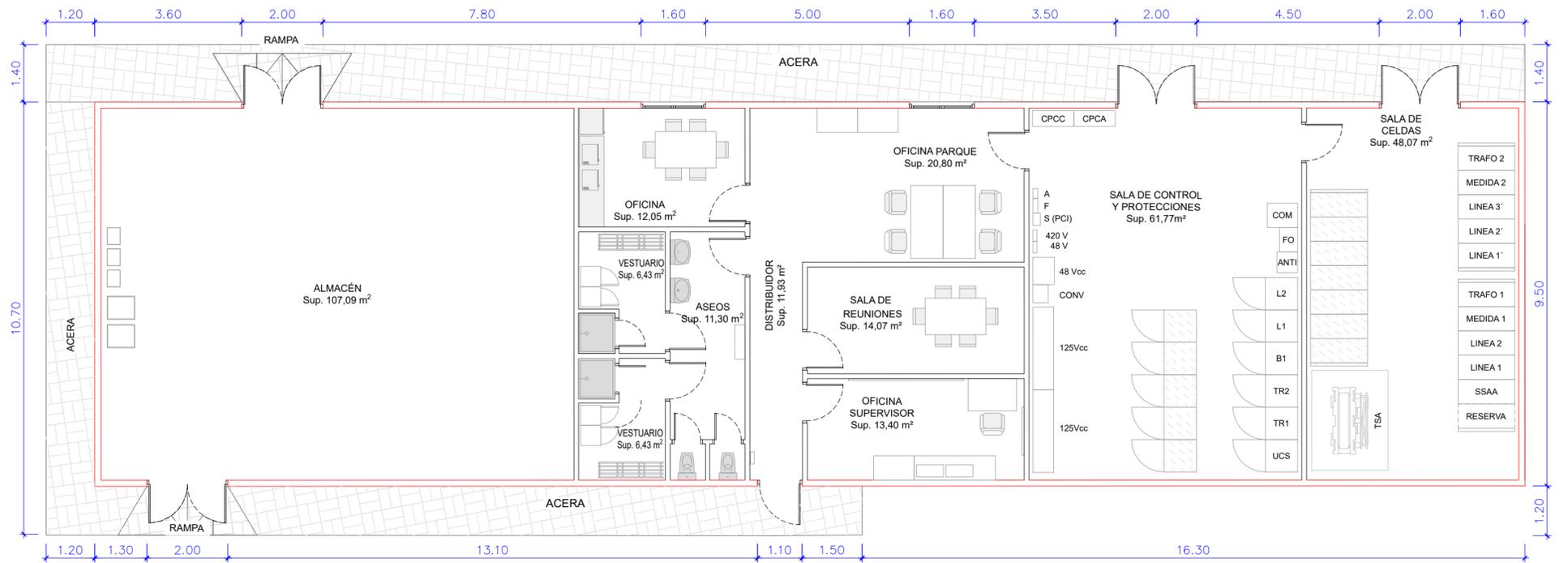


DETALLE A

ESCALA 1:10

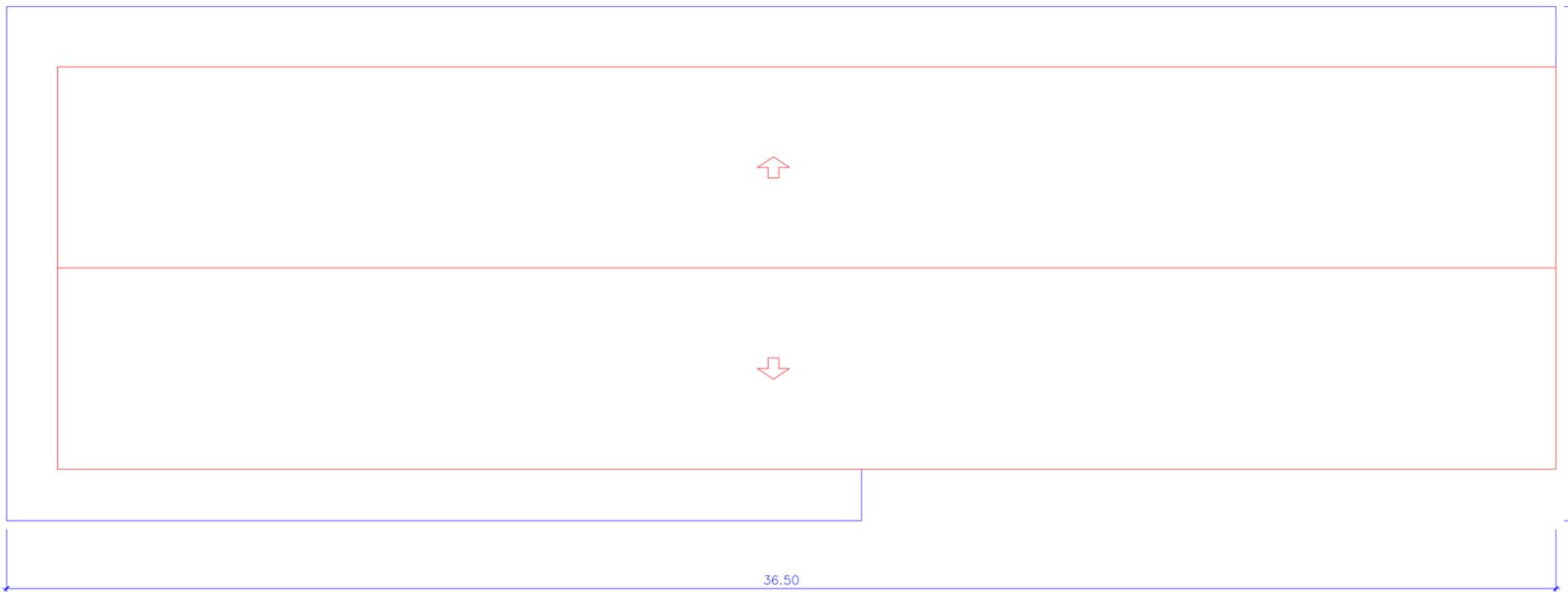
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS
 Habilitación Profesional
 Col. nº 06551 JULIAN GARCIA SANCHEZ
 VISADO : 202501012
 Validar.ccoitpa.e-gestion.es/ES/DO/23/UKWSS3MVI
 2/5 2025

						FORMATO	ESCALA	DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN				
						A3	VARIAS	TITULO DEL PLANO: P. OBRA CIVIL. VIAL INTERIOR TIPO				
						novotec			SET GRAITAS 30/220 kV		HOJA: 6 DE 6	Rev. 00
00	Enero 2025	Novotec	Novotec	Quantum	Quantum						PLANO Nº: 7	
Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado							



EDIFICIO DE CONTROL. PLANTA GENERAL

Escala 1:100

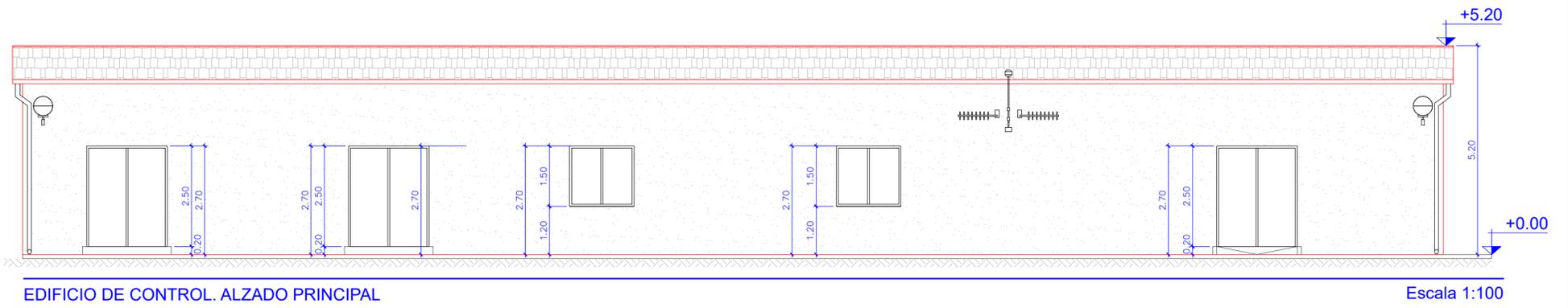


EDIFICIO DE CONTROL. CUBIERTA

Escala 1:100

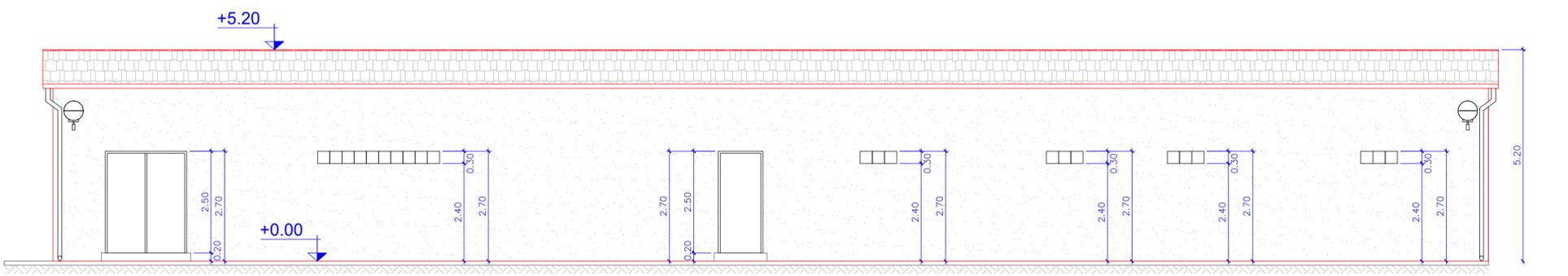
SUPERFICIES ÚTILES	
USO	SUP. (m²)
ALMACÉN	107,09
VESTUARIO	6,43
VESTUARIO	6,43
ASEOS	11,93
DISTRIBUIDOR	12,05
OFICINA	12,05
OFICINA PARQUE	20,80
SALA DE REUNIONES	14,07
OFICINA SUPERVISOR	13,40
SALA DE CONTROL	61,77
SALA DE CELDAS	48,07
SUPERFICIES CONSTRUIDA SOBRE RASANTE	
TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA	334,45

						FORMATO A2	ESCALA 1:100	DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN
						novotec		TITULO DEL PLANO: EDIFICIO DE CONTROL. PLANTA
00	Enero 2025	Novotec	Novotec	Quantum	Quantum			HOJA: 1 DE 1
Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado	SET GRITAS 30/220 kV		PLANO Nº.: 8



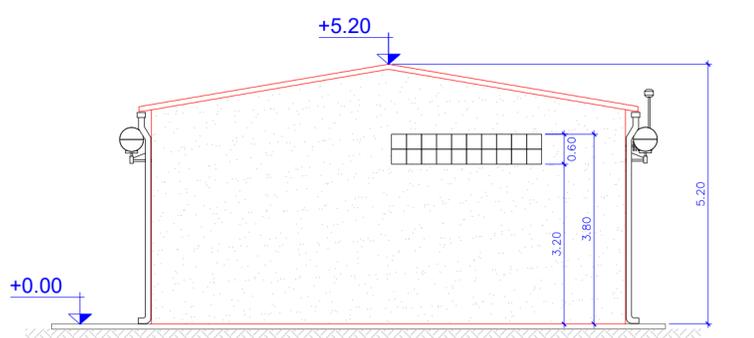
EDIFICIO DE CONTROL. ALZADO PRINCIPAL

Escala 1:100



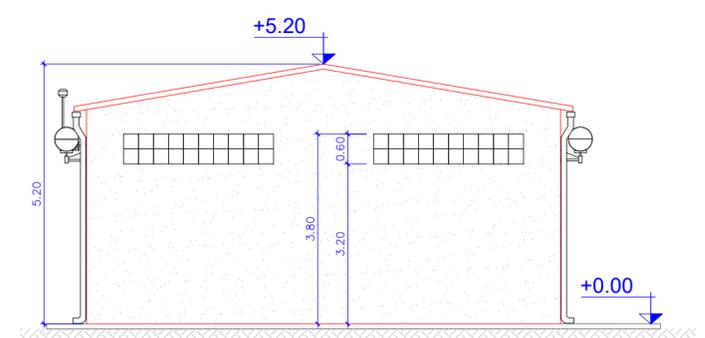
EDIFICIO DE CONTROL. ALZADO POSTERIOR

Escala 1:100



EDIFICIO DE CONTROL. ALZADO IZQUIERDO

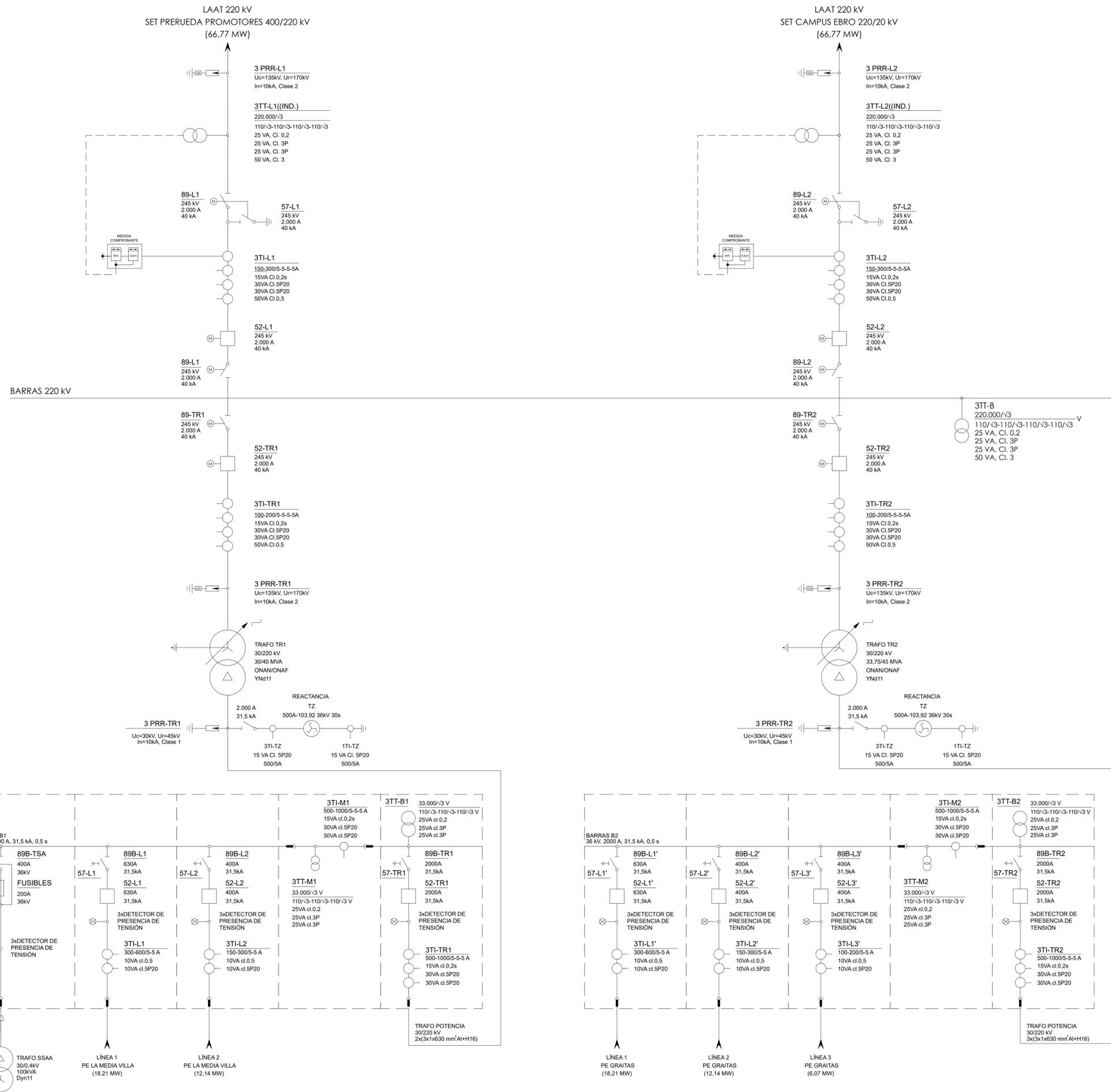
Escala 1:100



EDIFICIO DE CONTROL. ALZADO DERECHO

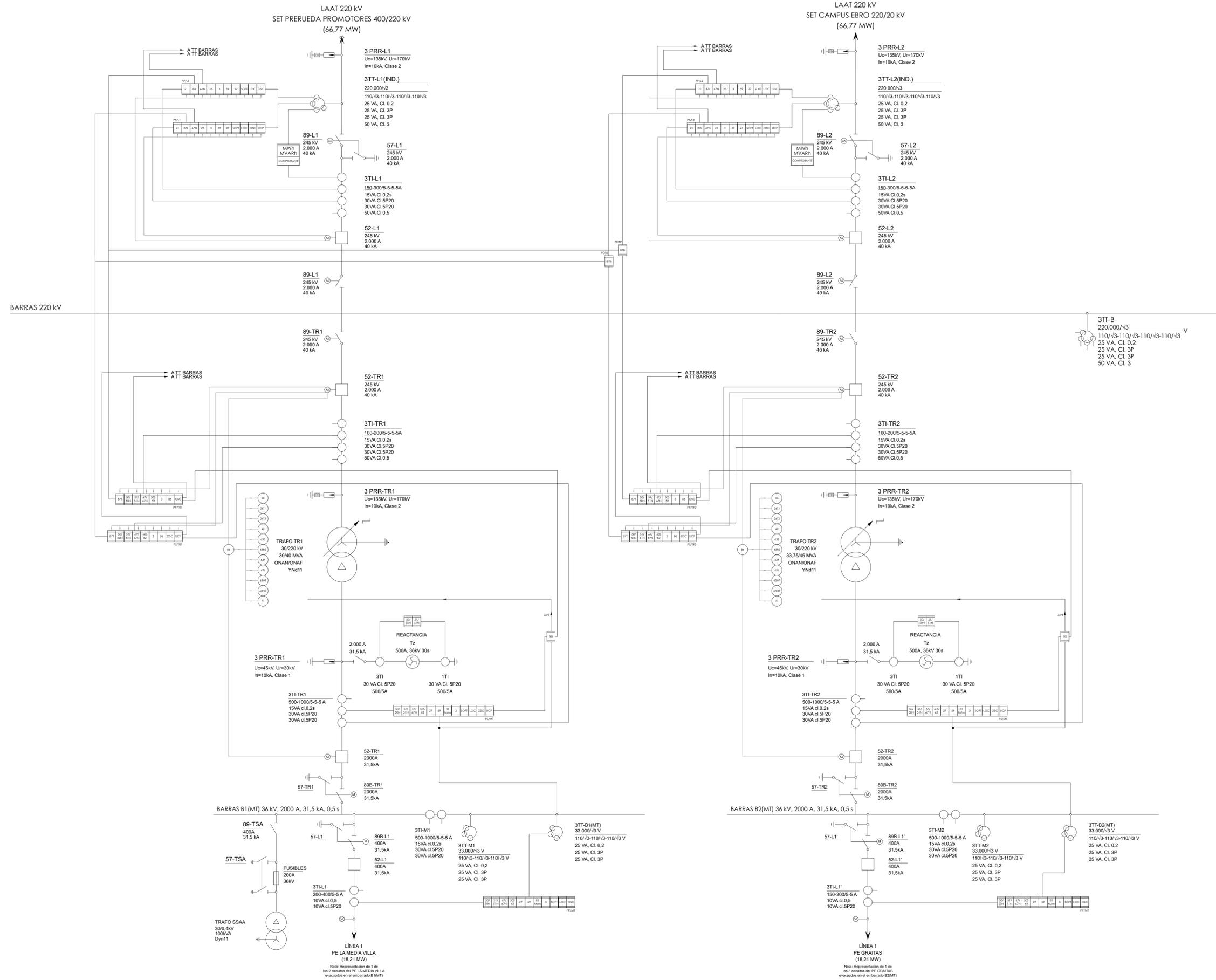
Escala 1:100

						FORMATO A2	ESCALA 1:100	DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN
								TITULO DEL PLANO: ALZADOS EDIFICIO DE CONTROL
00	Enero 2025	Novotec	Novotec	Quantum	Quantum			HOJA: 1 DE 1
Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado	SET GRITAS 30/220 kV		PLANO Nº.: 9



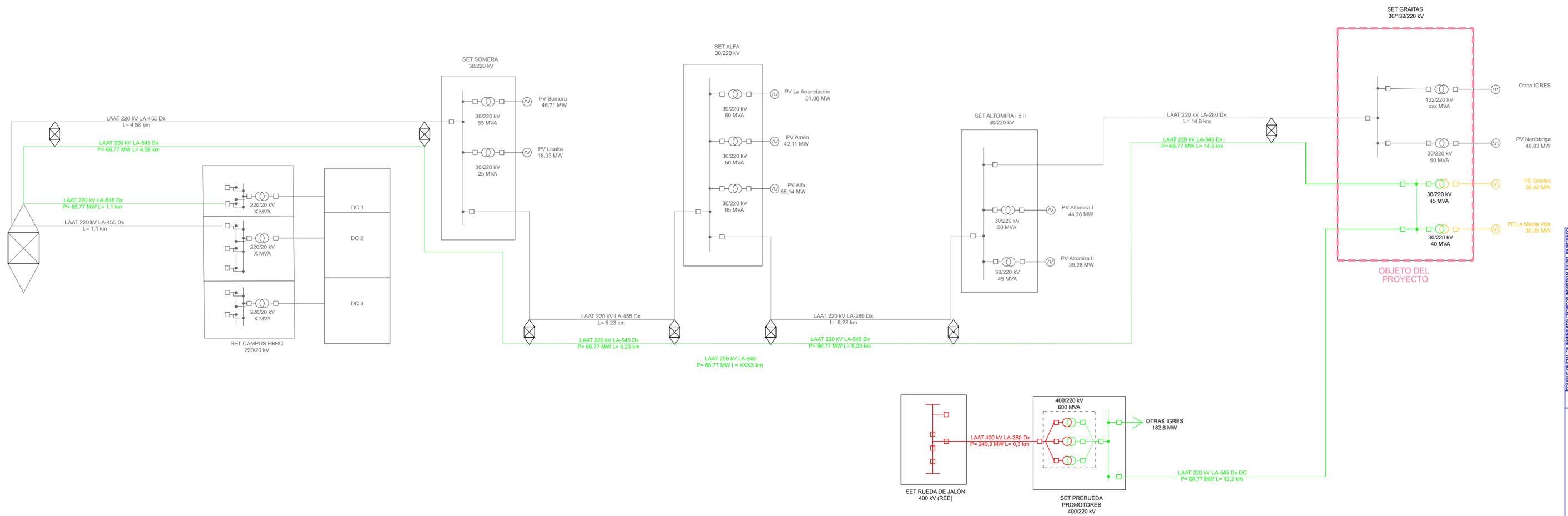
<table border="1"> <tr> <td>00</td> <td>Enero 2025</td> <td>Novotec</td> <td>Novotec</td> <td>Quantum</td> <td>Quantum</td> </tr> <tr> <td>Rev.</td> <td>Fecha</td> <td>Proyectado</td> <td>Dibujado</td> <td>Comprobado</td> <td>Aprobado</td> </tr> </table>						00	Enero 2025	Novotec	Novotec	Quantum	Quantum	Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado	FORMATO A1	ESCALA S/E	DENOMINACIÓN: PROYECTO DE EJECUCIÓN TÍTULO DEL PLANO: ESQUEMA UNIFILAR	HOJA 1 DE 1 Rev. 00
00	Enero 2025	Novotec	Novotec	Quantum	Quantum																
Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado																
novotec																					
SET GRAITAS 30/220 kV																					
PLANO Nº: 10																					

VISADO: 202501012
 Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales del Principado de Asturias
 Matrícula profesional: 15350/JUAN GARCÍA SANZ
 2/5 2025



FORMATO		ESCALA		DENOMINACION:		PROYECTO DE EJECUCION	
A1		S/E		TITULO DEL PLANO:		ESQUEMA UNIFILAR DE PROTECCIONES	
00		Enero 2025		Novotec		Novotec	
Rev.		Fecha		Proyectado		Dibujado	
				Quantum		Quantum	
				Comprobado		Aprobado	
				novotec		SET GRAITAS 30/220 kV	
				HOJA:		1 DE 1	
				PLANO N°:		11	

VISADO: 202501012
 Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Asturias
 Inhabilitación: María del Mar Luján García Sánchez



Instalaciones pertenecientes a la red de transporte
 SE Subestación conexión Red de Transporte

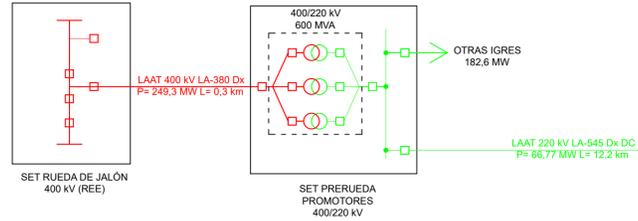
Instalaciones no transporte
 SC Subestación colectora G Generador
 LR Línea conexión a red LRP Línea parque
 TR Transformador de conexión a red TRP Transformador parque

Niveles de tensión:

400 kV 220 kV 132-110 kV 66-45 kV <45 kV

SE colectora Transformador de conexión Núcleo de conexión

Línea de conexión Generador



						FORMATO	ESCALA	DENOMINACIÓN:	PROYECTO DE EJECUCIÓN		
						A1	S/E	TÍTULO DEL PLANO:	ESQUEMA GENERAL DE EVACUACIÓN		
						novotec			SET GRAITAS 30/220 kV		
00	Enero 2025	Novotec	Novotec	Quantum	Quantum	HOJA			1	DE	1
Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado	PLANO Nº:			12		

VISADO: 202501012
 M.ª José Julián García Sánchez
 Colección Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales del Principado de Asturias
 2/5 2025

SET GRAITAS 30/220 kV

Documento 04: Estudio de Seguridad y Salud
Enero 2025



VISADO : 202501012

Validar cogitpa.e-gestion.es [FVSD0823UKMSS3MM]

2/5
2025

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

Habilitación Profesional
Col. nº 06551 JULIAN GARCIA SANCHEZ



ÍNDICE

1. OBJETO	4
2. DATOS GENERALES	4
2.1. TIPO DE TRABAJO	4
2.2. ACTIVIDADES PRINCIPALES.....	4
2.3. SITUACIÓN	5
2.4. PLAZO DE EJECUCIÓN	5
2.5. NÚMERO DE OPERARIOS	5
2.6. OFICIOS	5
2.7. MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES	6
2.8. INSTALACIONES PROVISIONALES DE OBRA	7
2.9. ANÁLISIS DE RIESGOS.....	7
2.10. RIESGOS GENERALES	8
2.11. RIESGOS ESPECÍFICOS	8
2.11.1. EXCAVACIONES.....	9
2.11.2. VOLADURAS	9
2.11.3. TRABAJO CON FERRALLA.....	9
2.11.4. TRABAJO DE ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	9
2.11.5. TRABAJOS CON HORMIGÓN.....	10
2.11.6. MANIPULACIÓN DE MATERIALES.....	10
2.11.7. TRANSPORTE DE MATERIALES Y EQUIPOS DENTRO DE LA OBRA	10
2.11.8. PREFABRICACIÓN Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS, CERRAMIENTOS Y EQUIPOS	10
2.11.9. MANIOBRA DE IZADO, SITUACIÓN EN OBRA Y MONTAJE DE EQUIPOS Y MATERIALES	11
2.11.10. MONTAJE DE INSTALACIONES. SUELOS Y ACABADOS	11
2.12. MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES	11
2.12.1. MÁQUINAS FIJAS Y HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS	11
2.12.2. MEDIOS DE ELEVACIÓN.....	12
2.12.3. ANDAMIOS, PLATAFORMAS Y ESCALERAS	12



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

Habilitación Profesional
Col. nº 06551 JULIAN GARCIA SANCHEZ

25
2025

VISADO : 202501012

Validar cogitpa.e-gestion.es [FVSD0823UKMSS3MM]



2.12.4.	EQUIPOS DE SOLDADURA ELÉCTRICA Y OXIACETILÉNICA.....	12
3.	MEDIDAS PREVENTIVAS	13
3.1.	PROTECCIONES COLECTIVAS	13
3.1.1.	RIESGOS GENERALES.....	13
3.1.2.	RIESGOS ESPECÍFICOS.....	14
3.2.	PROTECCIONES PERSONALES	20
3.3.	REVISIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD	21
4.	INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES	22
4.1.	RIESGOS PREVISIBLES	22
4.2.	MEDIDAS PREVENTIVAS	22
4.2.1.	CUADROS DE DISTRIBUCIÓN.....	22
4.2.2.	PROLONGADORES, CLAVIJAS, CONEXIONES Y CABLES	22
4.2.3.	HERRAMIENTAS Y ÚTILES ELÉCTRICOS PORTÁTILES	23
4.2.4.	MÁQUINAS Y EQUIPOS ELÉCTRICOS.....	23
4.2.5.	NORMAS DE CARÁCTER GENERAL	23
4.2.6.	REVISIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES.....	23
4.2.7.	MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	23
4.2.8.	REVISIONES PERIÓDICAS.....	24
4.3.	ALMACENAMIENTO Y USO DE GASES	24
4.3.1.	ALMACENAMIENTO.....	24
4.3.2.	USO DE BOTELLAS EN LOS TAJOS	24
4.4.	FORMACIÓN DEL PERSONAL	25
4.4.1.	CHARLA DE SEGURIDAD Y PRIMEROS AUXILIOS PARA PERSONAL DE INGRESO EN LA OBRA	25
4.4.2.	CHARLA SOBRE RIESGOS ESPECÍFICOS.....	25
4.5.	REUNIONES DE SEGURIDAD	26
4.6.	MEDICINA ASISTENCIAL.....	26
4.6.1.	CONTROL MÉDICO.....	26
4.6.2.	MEDIOS DE ACTUACIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS.....	26
4.6.3.	MEDICINA ASISTENCIAL EN INCAPACIDADES LABORALES TRANSITORIAS O PERMANENTES	27



4.7.	VESTUARIOS Y ASEOS.....	27
5.	PLIEGO DE CONDICIONES	27
5.1.	OBJETO	27
5.2.	DISPOSICIONES LEGALES REGLAMENTARIAS	27
5.3.	PROTECCIONES PERSONALES	29
5.4.	PROTECCIONES COLECTIVAS	29
5.5.	REVISIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD	30
6.	PLANOS.....	30
7.	MEDICIONES Y PRESUPUESTO ECONÓMICO	51
7.1.	OBJETO	51
7.2.	PRESUPUESTO PARCIAL	52
7.2.1.	CAPÍTULO 1: PROTECCIONES INDIVIDUALES	52
7.2.2.	CAPÍTULO 2: PROTECCIONES COLECTIVAS	53
7.2.3.	CAPÍTULO 3: PREVENCIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS	53
7.2.4.	CAPÍTULO 4: INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR	54
7.2.5.	CAPÍTULO 5: FORMACIÓN Y REUNIONES.....	54
8.	PRESUPUESTO GENERAL.....	55



1. OBJETO

Este Estudio de Seguridad y Salud establece, durante la construcción de esta obra, las previsiones respecto a la prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento, y las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

El "Estudio de Seguridad y Salud" se redacta de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se implanta la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud en el Trabajo en los proyectos de Construcción con una inversión superior a 450.759 €.

2. DATOS GENERALES

2.1. Tipo de trabajo

El trabajo a realizar por contratistas de distintas especialidades en la ejecución del presente Proyecto consiste básicamente en el desarrollo de las siguientes fases de construcción:

- Cimentaciones de las estructuras y bastidores metálicos.
- Bancadas de transformadores de potencia.
- Bancadas de reactancias.
- Canalizaciones para cables de potencia, control y conductores de tierra.

2.2. Actividades principales

Las actividades principales a ejecutar en el desarrollo de los trabajos son básicamente las siguientes:

- Conexión de la nueva aparamenta a la red de tierras.
- Medida de tensiones de paso y contacto.
- Montaje de estructuras y aparamenta eléctrica de intemperie.
- Maniobra de descarga mediante grúa hasta su bancada y montaje de transformadores de potencia.
- Colocación de embarrados y piezas de conexión para unión de la aparamenta.
- Montaje de equipos de protección, medida, control y comunicaciones en el edificio, así como la instalación de la parte de servicios auxiliares.
- Tendido y conexionado de los cables de potencia y demás elementos auxiliares.
- Tendido y conexionado de los cables de control, fuerza y comunicaciones, y demás elementos auxiliares.



- Pruebas funcionales.
- Puesta en servicio de la instalación.

2.3. Situación

La Subestación SET GRAITAS 30/220 kV estará ubicada en el **Término Municipal de Épila**, provincia de Zaragoza. Ocupa una superficie total aproximada de **23.817 m²** y las coordenadas aproximadas de los vértices del cerramiento son (ETRS 89 HUSO 30):

Vértice	Coordenada X	Coordenada Y
A	634.815,01	4.603.807,57
B	634.841,35	4.603.917,34
C	634.635,21	4.603.964,59
D	634.610,00	4.603.854,45

2.4. Plazo de ejecución

El periodo de tiempo estimado para la ejecución de las obras del citado Proyecto es de **7 meses**.

2.5. Número de operarios

Se considera una punta máxima de quince (15) trabajadores, con una media de seis (6) trabajadores en obra.

2.6. Oficios

La mano de obra directa prevista la compondrán trabajadores de los siguientes oficios:

- Jefes de Equipo, Mandos de Brigada
- Electricistas
- Encofradores
- Ferrallistas
- Albañiles
- Pintores
- Gruístas y maquinistas
- Especialistas de acabados diversos
- Ayudantes



La mano de obra indirecta estará compuesta por:

- Jefes de Obra
- Técnicos de ejecución/Control de Calidad/Seguridad
- Encargados
- Administrativos

2.7. Maquinaria y medios auxiliares

La maquinaria y los medios auxiliares más significativos que se prevé utilizar para la ejecución de los trabajos objeto del presente Estudio, son los que se relacionan a continuación:

- Equipo de soldadura eléctrica.
- Equipo de soldadura oxiacetilénica-oxicorte.
- Máquina eléctrica de roscar.
- Camión de transporte.
- Grúa móvil.
- Camión grúa.
- Pistolas de fijación.
- Taladradoras de mano.
- Cortatubos.
- Curvadoras de tubos.
- Radiales y esmeriladoras.
- Trácteles, poleas, aparejos, eslingas, grilletes, etc.
- Máquina de excavación con martillo hidráulico.
- Máquina retroexcavadora mixta.
- Hormigoneras autopropulsadas.
- Camión volquete.
- Máquina niveladora.
- Minirretroexcavadora
- Compactadora.
- Compresor.
- Martillo rompedor y picador, etc.



- Plataforma de elevación

Entre los medios auxiliares cabe mencionar los siguientes:

- Andamios metálicos modulares.
- Escaleras de mano.
- Escaleras de tijera.
- Cuadros eléctricos auxiliares.
- Instalaciones eléctricas provisionales.
- Herramientas de mano.
- Bancos de trabajo.

2.8. Instalaciones provisionales de obra

Para el suministro de energía a las máquinas y herramientas eléctricas propias de los trabajos objeto del presente Estudio, los contratistas instalarán cuadros de distribución con tomas de corriente alimentados desde las instalaciones de la propiedad o mediante grupos electrógenos.

Tanto los riesgos previsibles como las medidas preventivas a aplicar para los trabajos en instalaciones, elementos y máquinas eléctricas son analizados en los apartados siguientes.

2.9. Análisis de riesgos

Analizamos a continuación los riesgos previsibles inherentes a las actividades de ejecución previstas, así como las derivadas del uso de maquinaria, medios auxiliares y manipulación de instalaciones, máquinas o herramientas eléctricas.

Con el fin de no repetir innecesariamente la relación de riesgos analizaremos primero los riesgos generales, que pueden darse en cualquiera de las actividades, y después seguiremos con el análisis de los específicos de cada actividad.



2.10. Riesgos generales

Entendemos como riesgos generales aquéllos que pueden afectar a todos los trabajadores, independientemente de la actividad concreta que realicen. Se prevé que puedan darse los siguientes:

- Caídas de objetos o componentes sobre personas.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Proyecciones de partículas a los ojos.
- Conjuntivitis por arco de soldadura u otros.
- Heridas en manos o pies por manejo de materiales.
- Sobre esfuerzos.
- Golpes y cortes por manejo de herramientas.
- Golpes contra objetos.
- Atrapamientos entre objetos.
- Quemaduras por contactos térmicos.
- Exposición a descargas eléctricas.
- Incendios y explosiones.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas, vehículos o equipos.
- Atropellos o golpes por vehículos en movimiento.
- Lesiones por manipulación de productos químicos.
- Lesiones o enfermedades por factores atmosféricos que comprometan la seguridad o salud.
- Inhalación de productos tóxicos.

2.11. Riesgos específicos

Nos referimos aquí a los riesgos propios de actividades concretas que afectan sólo al personal que realiza trabajos en las mismas.

Este personal estará expuesto a los riesgos generales indicados en el punto 3.1, más los específicos de su actividad.

A tal fin analizamos a continuación las actividades más significativas.

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS



Habilitación Profesional Col. nº 06551 JULIAN GARCIA SANCHEZ

VISADO : 202501012
Validar cogitpa.e-gestion.es [FVSD0823UKMSS3MM]



2.11.1. Excavaciones

Además de los generales, pueden ser inherentes a las excavaciones los siguientes riesgos:

- Desprendimiento o deslizamiento de tierras.
- Atropellos y/o golpes por máquinas o vehículos.
- Colisiones y vuelcos de maquinaria.
- Riesgos a terceros ajenos al propio trabajo.

2.11.2. Voladuras

- Proyecciones de piedras
- Explosiones incontroladas por corrientes erráticas o manipulación incorrecta.
- Barrenos fallidos.
- Elevado nivel de ruido
- Riesgos a terceras personas.

2.11.3. Trabajo con ferralla

Los riesgos más comunes relativos a la manipulación y montaje de ferralla son:

- Cortes y heridas en el manejo de las barras o alambres.
- Atrapamientos en las operaciones de carga y descarga de paquetes de barras o en la colocación de las mismas.
- Torceduras de pies, tropiezos y caídas al mismo nivel al caminar sobre las armaduras.
- Roturas eventuales de barras durante el doblado.

2.11.4. Trabajo de encofrado y desencofrado

En esta actividad podemos destacar los siguientes:

- Desprendimiento de tableros.
- Pinchazos con objetos punzantes.
- Caída de materiales (tableros, tablones, puntales, etc.).
- Caída de elementos del encofrado durante las operaciones de desencofrado.
- Cortes y heridas en manos por manejo de herramientas (sierras, cepillos, etc.) y materiales.



2.11.5. Trabajos con hormigón

La exposición y manipulación del hormigón implica los siguientes riesgos:

- Salpicaduras de hormigón a los ojos.
- Hundimiento, rotura o caída de encofrados.
- Torceduras de pies, pinchazos, tropiezos y caídas al mismo y a distinto nivel, al moverse sobre las estructuras.
- Dermatitis en la piel.
- Aplastamiento o atrapamiento por fallo de entibaciones.
- Lesiones musculares por el manejo de vibradores.
- Electrocutación por ambientes húmedos.

2.11.6. Manipulación de materiales

Los riesgos propios de esta actividad están incluidos en la descripción de riesgos generales.

2.11.7. Transporte de materiales y equipos dentro de la obra

En esta actividad, además de los riesgos enumerados en el punto 3.1., son previsibles los siguientes:

- Desprendimiento o caída de la carga, o parte de la misma, por ser excesiva o estar mal sujeta.
- Golpes contra partes salientes de la carga.
- Atropellos de personas.
- Vuelcos.
- Choques contra otros vehículos o máquinas.
- Golpes o enganches de la carga con objetos, instalaciones o tendidos de cables.

2.11.8. Prefabricación y montaje de estructuras, cerramientos y equipos

De los específicos de este apartado cabe destacar:

- Caída de materiales por la mala ejecución de la maniobra de izado y acoplamiento de los mismos o fallo mecánico de equipos.
- Caída de personas desde altura por diversas causas.
- Atrapamiento de manos o pies en el manejo de los materiales o equipos.



- Caída de objetos o herramientas sueltas.
- Explosiones o incendios por el uso de gases o por proyecciones incandescentes.

2.11.9. Maniobra de izado, situación en obra y montaje de equipos y materiales

Como riesgos específicos de estas maniobras podemos citar los siguientes:

- Caída de materiales, equipos o componentes de los mismos por fallo de los medios de elevación o error en la maniobra.
- Caída de pequeños objetos o materiales sueltos (cantoneras, herramientas, etc.) sobre personas.
- Caída de personas desde altura en operaciones de estrobo o desestrobo de las piezas.
- Atrapamientos de manos o pies.
- Aprisionamiento/aplastamiento de personas por movimientos incontrolados de la carga.
- Golpes de equipos, en su izado y transporte, contra otras instalaciones (estructuras, líneas eléctricas, etc.) caída o vuelco de los medios de elevación.

2.11.10. Montaje de instalaciones. Suelos y acabados

Los riesgos inherentes a estas actividades podemos considerarlos incluidos dentro de los generales, al no ejecutarse a grandes alturas ni presentar aspectos relativamente peligrosos.

2.12. Maquinaria y medios auxiliares

Analizamos en este apartado los riesgos que además de los generales, pueden presentarse en el uso de maquinaria y de medios auxiliares relacionados en el apartado 6.2.7.

Diferenciamos estos riesgos clasificándolos en los siguientes grupos:

2.12.1. Máquinas fijas y herramientas eléctricas

Los riesgos más significativos son:

- Las características de trabajos en elementos con tensión eléctrica en los que pueden producirse accidentes por contactos, tanto directos como indirectos.
- Caídas de personal al mismo, o distinto nivel por desorden de mangueras.
- Lesiones por uso inadecuado, o malas condiciones de máquinas giratorias o de corte.
- Proyecciones de partículas.



2.12.2. Medios de elevación

Consideramos como riesgos específicos de estos medios, los siguientes:

- Caída de la carga por deficiente estrobo o maniobra.
- Rotura de cable, gancho, estrobo, grillete o cualquier otro medio auxiliar de elevación.
- Golpes o aplastamientos por movimientos incontrolados de la carga.
- Exceso de carga con la consiguiente rotura, o vuelco, del medio correspondiente.
- Fallo de elementos mecánicos o eléctricos.
- Caída de personas a distinto nivel durante las operaciones de movimiento de cargas.

2.12.3. Andamios, plataformas y escaleras

Son previsibles los siguientes riesgos:

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caída del andamio por vuelco.
- Vuelcos o deslizamientos de escaleras.
- Caída de materiales o herramientas desde el andamio.
- Los derivados de padecimiento de enfermedades no detectadas (epilepsia, vértigo, etc.).

2.12.4. Equipos de soldadura eléctrica y oxiacetilénica

Los riesgos previsibles propios del uso de estos equipos son los siguientes:

- Incendios.
- Quemaduras.
- Los derivados de la inhalación de vapores metálicos.
- Explosión de botellas de gases.
- Proyecciones incandescentes, o de cuerpos extraños.
- Contacto con la energía eléctrica.



3. MEDIDAS PREVENTIVAS

Para disminuir en lo posible los riesgos previstos en el apartado anterior, ha de actuarse sobre los factores que, por separado o en conjunto, determinan las causas que producen los accidentes. Nos estamos refiriendo al factor humano y al factor técnico.

La actuación sobre el factor humano se basará fundamentalmente en la formación, mentalización e información de todo el personal que participe en los trabajos del presente Estudio, así como en aspectos ergonómicos y condiciones ambientales.

Con respecto a la actuación sobre el factor técnico, se actuará básicamente en los siguientes aspectos.

- Protecciones colectivas.
- Protecciones personales.
- Controles y revisiones técnicas de seguridad.

En base a los riesgos previsibles enunciados en el punto anterior, analizamos a continuación las medidas previstas en cada uno de estos campos.

3.1. Protecciones colectivas

Siempre que sea posible se dará prioridad al uso de protecciones colectivas, ya que su efectividad es muy superior a la de las protecciones personales. Sin excluir el uso de estas últimas, las protecciones colectivas previstas, en función de los riesgos enunciados, son las siguientes:

3.1.1. Riesgos generales

Nos referimos aquí a las medidas de seguridad a adoptar para la protección de riesgos que consideramos comunes a todas las actividades, y que son las siguientes:

- Señalizaciones de acceso a obra y uso de elementos de protección personal.
- Acotamiento y señalización de zona donde exista riesgo de caída de objetos desde altura.
- Se montarán barandillas resistentes en los huecos por los que pudiera producirse caída de personas.
- En cada tajo de trabajo, se dispondrá de, al menos, un extintor portátil de polvo polivalente.
- Si algún puesto de trabajo generase riesgo de proyecciones (de partículas, o por arco de soldadura) a terceros se colocarán mamparas opacas de material ignífugo.
- Si se realizasen trabajos con proyecciones incandescentes en proximidad de materiales combustibles, se retirarán éstos o se protegerán con lona ignífuga.



- Se mantendrán ordenados los materiales, cables y mangueras para evitar el riesgo de golpes o caídas al mismo nivel por esta causa.
- Los restos de materiales generados por el trabajo se retirarán periódicamente para mantener limpias las zonas de trabajo.
- Los productos tóxicos y peligrosos se manipularán según lo establecido en las condiciones de uso específicas de cada producto.
- Respetar la señalización y limitaciones de velocidad fijadas para circulación de vehículos y maquinaria en el interior de la obra.
- Aplicar las medidas preventivas contra riesgos eléctricos que desarrollaremos más adelante.
- Todos los vehículos llevarán los indicadores ópticos y acústicos que exija la legislación vigente.
- Proteger a los trabajadores contra las inclemencias atmosféricas que puedan comprometer su seguridad y su salud.

3.1.2. Riesgos específicos

Las protecciones colectivas previstas para la prevención de estos riesgos, siguiendo el orden de los mismos establecido en el punto 3.2., son las siguientes:

En excavaciones

- Se entibarán o taludarán todas las excavaciones verticales de profundidad superior a 1,5 m
- Se señalizarán las excavaciones, como mínimo a 1 m de su borde.
- No se acopiarán tierras ni materiales a menos de 2 m del borde de la excavación.
- Las excavaciones de profundidad superior a 2 m, y en cuyas proximidades deban circular personas, se protegerán con barandillas resistentes de 90 cm de altura, las cuales se situarán, siempre que sea posible, a 2 m del borde de la excavación.
- Los accesos a las zanjas o trincheras se realizarán mediante escaleras sólidas que sobrepasan en 1 m el borde de éstas.
- Las máquinas excavadoras y camiones solo serán manejadas por personal capacitado, con el correspondiente permiso de conducir, que será responsable, así mismo, de la adecuada conservación de su máquina.



En voladuras

Las voladuras serán realizadas por una empresa especializada que elaborará el correspondiente plan de voladuras. En su ejecución, además de cumplir la legislación vigente sobre explosivos (R.D. 2114/78 B.O.E. 07.09.78), se tomarán, como mínimo, las siguientes medidas de seguridad:

- Acordonar la zona de "carga" y "pega" a la que, bajo ningún concepto, deben acceder personas ajenas a las mismas.
- Anunciar, con un toque de sirena 15 minutos antes, la proximidad de la voladura, con dos toques la inmediatez de la detonación y con tres el final de la voladura, permitiéndose la reanudación de la actividad en la zona.
- En el perímetro de la zona acordonada se colocarán señales de "prohibido el paso - Voladuras".
- Antes de la "pega", una persona recorrerá la zona comprobando que no queda nadie, y se pondrán vigilantes en lugares estratégicos de acceso a la zona para impedir la entrada de personas o vehículos.
- El responsable de la voladura y los artilleros comprobarán, cuando se hayan disipado los gases, que la "pega" ha sido completa y comprobará que no quedan terrenos inestables, saneando éstos si fuera necesario antes de iniciar los trabajos.

En trabajos en altura

Es evidente que el trabajo en altura se presenta dentro de muchas de las actividades que se realizan en la ejecución de este Proyecto y, como tal, las medidas preventivas relativas a las mismas deberán ser tratadas conjuntamente.

Sin embargo, dada la elevada gravedad de las consecuencias que, generalmente, se derivan de las caídas de altura, se considera oportuno y conveniente remarcar, en este apartado concreto, las medidas de prevención básicas y fundamentales que deben aplicarse para eliminar, en la medida de lo posible, los riesgos inherentes a los trabajos en altura.

Destacaremos, entre otras, las siguientes medidas:

Para evitar la caída de objetos:

- Coordinar los trabajos de forma que no se realicen trabajos superpuestos.
- Ante la necesidad de trabajos en la misma vertical, poner las oportunas protecciones (redes, marquesinas, etc.).
- Acotar y señalizar las zonas con riesgo de caída de objetos.
- Señalizar y controlar la zona donde se realicen maniobras con cargas suspendidas, hasta que éstas se encuentren totalmente apoyadas.



- Emplear cuerdas para el guiado de cargas suspendidas, que serán manejadas desde fuera de la zona de influencia de la carga, y acceder a esta zona sólo cuando la carga esté prácticamente arriada.

Para evitar la caída de personas:

- Se montarán barandillas resistentes en todo el perímetro o bordes de plataformas, forjados, etc. por los que pudieran producirse caídas de personas.
- Se protegerán con barandillas o tapas de suficiente resistencia los huecos existentes en forjados, así como en paramentos verticales si éstos son accesibles o están a menos de 1,5 m del suelo.
- Las barandillas que se quiten o huecos que se destapen para introducción de equipos, etc., se mantendrán perfectamente controlados y señalizados durante la maniobra, reponiéndose las correspondientes protecciones nada más finalizar éstas.
- Los andamios que se utilicen (modulares o tubulares) cumplirán los requerimientos y condiciones mínimas definidas en la O.G. S. H .T., destacando entre otras:
 - Superficie de apoyo horizontal y resistente.
 - Si son móviles, las ruedas estarán bloqueadas y no se trasladarán con personas sobre las mismas.
 - Arriostarlos a partir de cierta altura.
 - A partir de 2 m de altura se protegerá todo su perímetro con rodapiés y quitamiedos colocados a 45 y 90 cm del piso, el cual tendrá, como mínimo, una anchura de 60 cm.
 - No sobrecargar las plataformas de trabajo y mantenerlas limpias y libres de obstáculos.
 - En altura (más de 2 m) es obligatorio utilizar cinturón de seguridad, siempre que no existan protecciones (barandillas) que impidan la caída, el cual estará anclado a elementos, fijos, móviles, definitivos o provisionales, de suficiente resistencia.
 - Se instalarán cuerdas o cables fiadores para sujeción de los cinturones de seguridad en aquellos casos en que no sea posible montar barandillas de protección, o bien sea necesario el desplazamiento de los operarios sobre estructuras o cubiertas. En este caso se utilizarán cinturones de caída, con arnés provistos de absorción de energía.
- Las escaleras de mano cumplirán, como mínimo, las siguientes condiciones:
 - No tendrán largueros o peldaños rotos ni astillados.
 - Dispondrán de zapatas antideslizantes.
 - Las superficies de apoyo inferior y superior serán planas y resistentes.
 - Fijación o amarre por su cabeza en casos especiales y usar el cinturón de seguridad anclado a un elemento ajeno a ésta.



- Colocarla con la inclinación adecuada.
- Con las escaleras de tijera, ponerle tope o cadena para que no se abran, no usarlas plegadas y no ponerse a caballo en ellas.

En trabajos con ferralla

- Los paquetes de redondos se acopiarán en posición horizontal, separando las capas con durmientes de madera y evitando alturas de pilas superiores a 1,50 m.
- No se permitirá trepar por las armaduras.
- Se colocarán tableros para circular por las armaduras de ferralla.
- No se emplearán elementos o medios auxiliares (escaleras, ganchos, etc.) hechos con trozos de ferralla soldada.
- Diariamente se limpiará la zona de trabajo, recogiendo y retirando los recortes y alambres sobrantes del armado.

En trabajos de encofrado y desencofrado

- El ascenso y descenso a los encofrados se hará con escaleras de mano reglamentarias.
- No permanecerán operarios en la zona de influencia de las cargas durante las operaciones de izado y traslado de tableros, puntales, etc.
- Se sacarán o remacharán todos los clavos o puntas existentes en la madera usada.
- El desencofrado se realizará siempre desde el lado en que no puedan desprenderse los tableros y arrastrar al operario.
- Se acotará, mediante cinta de señalización, la zona en la que puedan caer elementos procedentes de las operaciones de encofrado o desencofrado.

En trabajos de hormigón

Vertidos mediante canaleta:

- Instalar topes de final de recorrido de los camiones hormigonera para evitar vuelcos.
- No situarse ningún operario detrás de los camiones hormigonera en las maniobras de retroceso.

Vertido mediante cubo con grúa:

- Señalizar con pintura el nivel máximo de llenado del cubo para no sobrepasar la carga admisible de la grúa.
- No permanecer ningún operario bajo la zona de influencia del cubo durante las operaciones de izado y transporte de éste con la grúa.



- La apertura del cubo para vertido se hará exclusivamente accionando la palanca prevista para ello. Para realizar tal operación se usarán, obligatoriamente, guantes, gafas y, cuando exista riesgo de caída, cinturón de seguridad.
- El guiado del cubo hasta su posición de vertido se hará siempre a través de cuerdas guía.

Para la manipulación de materiales:

- Informar a los trabajadores acerca de los riesgos más característicos de esta actividad, accidentes más habituales y forma de prevenirlos haciendo especialmente hincapié sobre los siguientes aspectos:
 - Manejo manual de materiales.
 - Acopio de materiales, según sus características.
 - Manejo/acopio de materiales tóxico/peligrosos.

Para el transporte de materiales y equipos dentro de la obra:

- Se cumplirán las normas de tráfico y límites de velocidad establecidas para circular por los viales de obra, las cuales estarán señalizadas y difundidas a los conductores.
- Se prohibirá que las plataformas y/o camiones transporten una carga superior a la identificada como máxima admisible.
- La carga se transportará amarrada con cables de acero, cuerdas o estrobos de suficiente resistencia.
- Se señalizarán con banderolas o luces rojas las partes salientes de la carga y, de producirse estos salientes, no excederán de 1,50 m.
- En las maniobras con riesgo de vuelco del vehículo, se colocarán topes y se ayudarán con un señalista.
- Cuando se tenga que circular o realizar maniobras en proximidad de líneas eléctricas, se instalarán gálibos o topes que eviten aproximarse a la zona de influencia de las líneas.
- No se permitirá el transporte de personas fuera de la cabina de los vehículos.
- No se transportarán, en ningún caso, cargas suspendidas por la pluma con grúas móviles.
- Se revisará periódicamente el estado de los vehículos de transporte y medios auxiliares correspondientes.

Para la prefabricación, izado y montaje de estructuras, cerramientos y equipos:

- Se señalizarán y acotarán las zonas en que haya riesgo de caída de materiales por manipulación, elevación y transporte de los mismos.
- No se permitirá, bajo ningún concepto, el acceso de cualquier persona a la zona señalizada y acotada en la que se realicen maniobras con cargas suspendidas.



- El guiado de cargas/equipos para su ubicación definitiva, se hará siempre mediante cuerdas guía manejadas desde lugares fuera de la zona de influencia de su posible caída, y no se accederá a dicha zona hasta el momento justo de efectuar su acople o posicionamiento.
- Se taparán o protegerán con barandillas resistentes o, según los casos, se señalizarán adecuadamente los huecos que se generen en el proceso de montaje.
- Se ensamblarán a nivel de suelo, en la medida que lo permita la zona de montaje y capacidad de las grúas, los módulos de estructuras con el fin de reducir en lo posible el número de horas de trabajo en altura y sus riesgos.
- Los puestos de trabajo de soldadura estarán suficientemente separados o se aislarán con pantallas divisorias.
- La zona de trabajo, sea de taller o de campo, se mantendrá siempre limpia y ordenada.
- Los equipos/estructuras permanecerán arriostradas, durante toda la fase de montajes hasta que no se efectúe la sujeción definitiva, para garantizar su estabilidad en las peores condiciones previsibles.
- Los andamios que se utilicen cumplirán los requerimientos y condiciones mínimas definidas en la O.G.S.H.T.
- Se instalarán cuerdas o cables fiadores para sujeción de los cinturones de seguridad en aquellos casos en que no sea posible montar plataformas de trabajo con barandilla, o sea necesario el desplazamiento de operarios sobre la estructura. En estos casos se utilizarán cinturones de caída, con arnés provistos de absorción de energía.

De cualquier forma, dado que estas operaciones y maniobras están muy condicionadas por el estado real de la obra en el momento de ejecutarlas, en el caso de detectarse una complejidad especial se elaborará un estudio de seguridad específico al efecto.

Para maniobras de izado y ubicación en obra de materiales y equipos

Las medidas de prevención a aplicar en relación con los riesgos inherentes a este tipo de trabajos, que ya se relacionaron, están contempladas y definidas en el punto anterior, destacando especialmente las correspondientes a:

- Señalizar y acotar las zonas de trabajo con cargas suspendidas.
- No permanecer persona alguna en la zona de influencia de la carga.
- Hacer el guiado de las cargas mediante cuerdas.
- Entrar en la zona de riesgo en el momento del acoplamiento.



En instalaciones de distribución de energía:

- Deberán verificarse y mantenerse con regularidad las instalaciones de distribución de energía presentes en la obra, en particular las que estén sometidas a factores externos.
- Las instalaciones existentes antes del comienzo de la obra deberán estar localizadas, verificadas y señalizadas claramente.
- Cuando existan líneas de tendidos eléctricos aéreos que pueda afectar a la seguridad en la obra será necesario desviarlas fuera del recinto de la obra o dejarlas sin tensión. Si esto no fuera posible, se colocarán barreras o avisos para que los vehículos y las instalaciones se mantengan alejados de las mismas. En caso de que vehículos de la obra tuvieran que circular bajo el tendido se utilizará una señalización de advertencia y una protección de delimitación de altura.

3.2. Protecciones personales

Como complemento de las protecciones colectivas será obligatorio el uso de las protecciones personales. Los mandos intermedios y el personal de seguridad vigilarán y controlarán la correcta utilización de estas prendas de protección.

Dado que la mayoría de los riesgos que obligan al uso de las protecciones personales son comunes a las actividades a realizar, relacionamos las prendas de protección previstas para el conjunto de los trabajos.

Se prevé el uso, en mayor o menor grado, de las siguientes protecciones personales:

- Casco.
- Pantalla facial transparente.
- Pantalla de soldador con visor abatible y cristal inactivado.
- Mascarillas faciales según necesidades.
- Mascarillas desechables de papel.
- Guantes de varios tipos (montador, soldador, aislante, goma, etc.)
- Cinturón de seguridad.
- Absorbedores de energía.
- Chaqueta, peto, manguitos y polainas de cuero.
- Gafas de varios tipos (contraimpactos, soopletero, etc.).
- Calzado de seguridad, adecuado a cada uno de los trabajos.
- Protecciones auditivas (cascos o tapones).
- Ropa de trabajo.



Todas las protecciones personales cumplirán la Normativa Europea (CE) relativa a Equipos de Protección Individual (EPI).

3.3. Revisiones técnicas de seguridad

Su finalidad es comprobar la correcta aplicación del Plan de Seguridad. Para ello, el Contratista velará por la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en dicho Plan.

Sin perjuicio de lo anterior, podrán realizarse visitas de inspección por técnicos asesores especialistas en seguridad.

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS
Habilitación Profesional
Col. nº 06551 JULIAN GARCIA SANCHEZ

25
2025

VISADO : 202501012
Validar cogitpa.e-gestion.es [FVSD08Z3UKMSS3MMW]



4. INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES

La acometida eléctrica general alimentará una serie de cuadros de distribución de los distintos contratistas, los cuales se colocarán estratégicamente para el suministro de corriente a sus correspondientes instalaciones, equipos y herramientas propias de los trabajos.

4.1. Riesgos previsibles

Los riesgos implícitos a estas instalaciones son los característicos de los trabajos y manipulación de elementos (cuadros, conductores, etc.) y herramientas eléctricas, que pueden producir accidentes por contactos tanto directos como indirectos.

4.2. Medidas preventivas

Las principales medidas preventivas a aplicar en instalaciones, elementos y equipos eléctricos serán las siguientes:

4.2.1. Cuadros de distribución

Serán estancos, permanecerán todas las partes bajo tensión inaccesibles al personal y estarán dotados de las siguientes protecciones:

- Interruptor general.
- Protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Diferencial de 300 mA.
- Toma de tierra de resistencia máxima 20 ohmios.
- Diferencial de 30 mA para las tomas monofásicas que alimentan herramientas o útiles portátiles.
- Tendrán señalizaciones de peligro eléctrico.
- Solamente podrá manipular en ellos el electricista.
- Los conductores aislados utilizados tanto para acometidas como para instalaciones, serán de 1.000 voltios de tensión nominal como mínimo.

4.2.2. Prolongadores, clavijas, conexiones y cables

- Los prolongadores, clavijas y conexiones serán de tipo intemperie con tapas de seguridad en tomas de corriente hembras y de características tales que aseguren el aislamiento, incluso en el momento de conectar y desconectar.
- Los cables eléctricos serán del tipo intemperie sin presentar fisuras y de suficiente resistencia a esfuerzos mecánicos.



- Los empalmes y aislamientos en cables se harán con manguitos y cintas aislantes vulcanizadas.
- Las zonas de paso se protegerán contra daños mecánicos.

4.2.3. Herramientas y útiles eléctricos portátiles

- Las lámparas eléctricas portátiles tendrán el mango aislante y un dispositivo protector de la lámpara de suficiente resistencia. En estructuras metálicas y otras zonas de alta conductividad eléctrica se utilizarán transformadores para tensiones de 24 V.
- Todas las herramientas, lámparas y útiles serán de doble aislamiento.
- Todas las herramientas, lámparas y útiles eléctricos portátiles, estarán protegidos por diferenciales de alta sensibilidad (30 mA).

4.2.4. Máquinas y equipos eléctricos

Además de estar protegidos por diferenciales de media sensibilidad (300 mA), irán conectados a una toma de tierra de 20 ohmios de resistencia máxima y llevarán incorporado a la manguera de alimentación el cable de tierra conectado al cuadro de distribución.

4.2.5. Normas de carácter general

- Bajo ningún concepto se dejarán elementos de tensión, como puntas de cables terminales, etc., sin aislar.
- Las operaciones que afecten a la instalación eléctrica, serán realizadas únicamente por el electricista.
- Cuando se realicen operaciones en cables, cuadros e instalaciones eléctricas, se harán sin tensión.

4.2.6. Revisión y mantenimiento de las instalaciones

Se realizará un adecuado mantenimiento y revisiones periódicas de las distintas instalaciones, equipos y herramientas eléctricas, para analizar y adoptar las medidas necesarias en función de los resultados de dichas revisiones.

4.2.7. Medidas de protección contra incendios

Cada contratista dispondrá en obra de extintores de polvo o gas en número suficiente para cubrir las necesidades de los riesgos de incendio que generen los trabajos que realiza, así como para la protección de sus instalaciones, oficinas, almacenes, vehículos, etc.



4.2.8. Revisiones periódicas

La persona designada al efecto por los distintos contratistas comprobará periódicamente el estado de los extintores y sustituirá los descargados o bajos de presión.

4.3. Almacenamiento y uso de gases

4.3.1. Almacenamiento

Las botellas de gases se almacenarán en un recinto acotado y exclusivo para ellas que cumplirá las siguientes condiciones:

- Se separará cada tipo de gas en compartimentos diferentes y, en cada caso, estará señalizado el contenido de las botellas.
- Se separarán las botellas llenas de las vacías.
- El recinto estará perfectamente ventilado, cubierto de los rayos del sol y en el acceso habrá algún extintor.

4.3.2. Uso de botellas en los tajos

El personal que maneje las botellas de gases o equipos de oxicorte estará adiestrado para estos trabajos y como mínimo cumplirá las siguientes normas básicas de Seguridad:

- La presión de trabajo del acetileno no será superior a dos atmósferas.
- Antes de encender el soplete por primera vez cada día, las mangueras se purgarán individualmente, así como al finalizar el trabajo.
- Verificar periódicamente el estado de las mangueras, juntas, etc., para detectar posibles fugas. Para ello se utilizará agua jabonosa, pero nunca llama.
- Se pondrán válvulas antirretroceso en las salidas de los manómetros y en las entradas del soplete.
- Durante el transporte o desplazamiento, las botellas incluso si están vacías, deben tener la válvula cerrada y la caperuza puesta.
- Está prohibido el arrastre, deslizamiento o rodadura de la botella en posición horizontal.
- No se colocarán, ni puntualmente, cerca de sustancias o líquidos fácilmente inflamables tales como aceite, gasolina, etc.
- Las botellas se mantendrán alejadas del punto de trabajo, lo suficiente para que no les lleguen las chispas o escorias, o bien se protegerán con mantas ignífugas.
- No se emplearán nunca los gases comprimidos para limpiar residuos, vestuarios, ni para ventilar personas.



- Las botellas estarán siempre, en obra o acopio, en posición vertical y colocadas en carros portabotellas o amarradas a puntos fijos para evitar su caída.

4.4. Formación del personal

Su objetivo es informar a los trabajadores de los riesgos propios de los trabajos que van a realizar, darles a conocer las técnicas preventivas y mantener el espíritu de seguridad de todo el personal.

Para la enseñanza de las Técnicas de Prevención, además de los sistemas de divulgación escrita, como Folletos, normas, etc., ocuparán un lugar primordial las charlas específicas de riesgos y actividades concretas.

4.4.1. Charla de seguridad y primeros auxilios para personal de ingreso en la obra

Todo el personal, antes de comenzar sus trabajos, asistirá a una charla en la que se le informará de los riesgos generales de la obra, de las medidas previstas para evitarlos, de las Normas de Seguridad de obligado cumplimiento y de aspectos generales de Primeros Auxilios.

Al inicio de la semana los encargados de cada uno de los grupos de trabajo impartirán unas charlas de seguridad sobre los trabajos a realizar en este periodo y las normas de seguridad a seguir.

4.4.2. Charla sobre riesgos específicos

Dirigidas a los grupos de trabajadores sujetos a riesgos concretos en función de las actividades que desarrollen. Serán impartidas por los Mandos directos de los trabajos, o bien por Técnicos de Seguridad de cada una de las empresas que participan en la ejecución de la obra.

Si, sobre la marcha de los trabajos, se detectasen situaciones de especial riesgo en determinadas profesiones o fases de trabajo, se programarían Charlas Específicas, impartidas por el Técnico de Seguridad encaminadas a divulgar las medidas de protección necesarias en las actividades a que se refieran.

Entre los temas más importantes a desarrollar en estas charlas estarán los siguientes:

- Riesgos eléctricos.
- Trabajos en altura.
- Riesgos de soldadura eléctrica y oxicorte.
- Uso de máquinas, manejo de herramientas.
- Manejo de cargas de forma manual y con medios mecánicos.
- Empleo de andamios, plataformas, escaleras y líneas de vida.



4.5. Reuniones de seguridad

Para que la política de mentalización, motivación y responsabilización de los mandos de obra en el campo de la prevención de accidentes sea realmente efectiva, son muy importantes las Reuniones de Seguridad en las que la Dirección de Obra, los Mandos responsables de la ejecución de los trabajos, los trabajadores y el personal de Seguridad analicen conjuntamente aspectos relacionados exclusivamente con la prevención de accidentes.

4.6. Medicina asistencial

Partiendo de la imposibilidad humana de conseguir el nivel de riesgo cero, es necesario prever las medidas que disminuyan las consecuencias de los accidentes que, inevitablemente puedan producirse. Esto se llevará a cabo a través de tres situaciones:

- Control médico de los empleados.
- La organización de medios de actuación rápida y primeros auxilios a accidentados.
- La medicina asistencial en caso de accidente o enfermedad profesional.

4.6.1. Control médico

Tal como establece la legislación Vigente, todos los trabajadores que intervengan en la construcción de las obras objeto de este Estudio, pasarán los reconocimientos médicos previstos en función del riesgo a que, por su oficio u ocupación, vayan a estar sometidos.

4.6.2. Medios de actuación y primeros auxilios

La primera asistencia médica a los posibles accidentados será realizada por los Servicios Médicos de la Mutua Laboral concertada por cada contratista o, cuando la gravedad o tipo de asistencia lo requiera por los Servicios de Urgencia de los Hospitales Públicos o Privados más próximos.

En la obra se dispondrá, en todo momento, de un vehículo para hacer una evacuación inmediata, de un medio de comunicación (teléfono) y de un Botiquín y, además, habrá personal con unos conocimientos básicos de Primeros Auxilios, con el fin de actuar en casos de urgente necesidad.

Así mismo se dispondrá, igualmente, en obra de una "nota" escrita, colocada en un lugar visible y de la que se informará y dará copia a todos los contratistas, que contendrá una relación con las direcciones y teléfonos de los Hospitales, ambulancias más cercanas, así como los médicos locales.



PRIMEROS AUXILIOS Y ASISTENCIA SANITARIA	
NIVEL DE ASISTENCIA	NOMBRE Y UBICACION
Primeros auxilios	Botiquín portátil en la obra
Hospital	Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa C. de San Juan Bosco, 15, 50009 Zaragoza. 976 76 57 00
Mutua de Accidentes	La del adjudicatario de la Obra.
PETICION DE AYUDA A PROTECCION CIVIL EN EL TELEFONO 112	

4.6.3. Medicina asistencial en incapacidades laborales transitorias o permanentes

El contratista acreditará que este servicio queda cubierto por la organización de la Mutua Laboral con la que debe tener contratada póliza de cobertura de incapacidad transitoria, permanente o muerte por accidente o enfermedad profesional.

4.7. Vestuarios y aseos

En la zona destinada a instalaciones de contratistas, éstos montarán casetas prefabricadas para aseos y vestuarios de su personal cumpliendo, en función del número de trabajadores que los utilicen en cada momento, las condiciones mínimas establecidas en el Capítulo III de la O.G.S.H.T., o bien usar, en su defecto y bajo las mismas condiciones las instalaciones definitivas. En cualquier caso, estas instalaciones se deberán mantener en unas adecuadas condiciones de limpieza e higiene.

5. PLIEGO DE CONDICIONES

5.1. Objeto

El objeto del siguiente Pliego de Condiciones es especificar las características y condiciones técnicas correspondientes a los medios de protección colectiva e individual previstos en la Memoria, así como las normas necesarias para su correcto mantenimiento, atendiendo a la Reglamentación Vigente.

No se especifican en este documento por estar claramente definidos en los diferentes artículos del RD 1627/1997, los aspectos relativos a las obligaciones del coordinador en materia de seguridad y de salud, a las obligaciones de los contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos y al uso del libro de incidencias. También son de aplicación fundamental los principios generales y disposiciones mínimas de seguridad y de salud que se recogen en el RD 1627/1997.

5.2. Disposiciones legales reglamentarias

Será de obligado cumplimiento, por parte de los contratistas, la normativa reseñada a continuación:

- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. de 9 de marzo de 1971), en los Capítulos y artículos no derogados por la Ley 31/95.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción (RD 1627/1997 de 24 de octubre)
- Reglamento de aparatos de elevación: grúas móviles autopropulsadas (RD 2370/1996, B.O.E. 24.12.96)
- Disposiciones de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas (RD 487/1997, B.O.E. 23.4.97)
- Disposiciones de seguridad y salud en los lugares de trabajo (RD 486/1997 de 14 de abril, B.O.E. 23.4.97)
- Señalización de seguridad y salud en el trabajo (RD 485/1997, B.O.E. 23.4.97)
- Ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo (OM 9.3.1971, B.O.E. 16.3.71)
- Reglamento de prevención de riesgos laborales (RD 39/1997, B.O.E. 31.1.97)
- Normas armonizadas en aplicación de la Directiva 89/392 sobre máquinas
- Directiva 89/392 de máquinas (RD 56/1995, B.O.E. 8.2.95)
- Reglamento de líneas aéreas de alta tensión (OM 28.11.68)
- Ordenanza de trabajo de la construcción, vidrio y cerámica (seguridad y salud en el trabajo) (OM 28.9.1970, B.O.E. 17.10.70)
- Limitación de potencia acústica en maquinaria de obras (RD 459/89, B.O.E.11.3.89 y 1.12.89)
- Protección de los trabajadores frente al ruido (RD 1316/89)
- Real Decreto 1367/2007, de 19 de Octubre por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre del ruido.
- Libro de incidencias en materia de seguridad (OM 20.9.86, B.O.E. 13.11.86)
- Ley General de la Seguridad Social (D.2065/74 de 30 de Mayo)
- Estatuto de los Trabajadores (Ley 8/80 de 1 de Marzo)
- Constitución, composición y funciones de los Comités de Seguridad y Salud Laboral (Ley 31/95).
- Ordenanza Laboral de la Construcción (O.M. 28.08.70)
- Ordenanza Laboral Industrias Siderometalúrgicas (O.M. 29.07.70)
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (D. 2413/73 de 20.9.73, y Ordenes Complementarias).
- Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres y Peligrosas (D. 2414/61 de 22 de Diciembre).
- Reglamento de Explosivos (R.D. 2114/78, B.O.E. 07.09.78).



- Reglamento de aparatos Elevadores para Obras (O.M. de 23 de Mayo de 1977, y Ordenes Complementarias).
- Reglamento de Seguridad en las Máquinas (R.D. 1495/86 de 26 de Mayo)
- Reglamento de Aparatos a Presión (R.D. 1244/79 de 4 de Abril).
- Almacenamiento de Productos Químicos (R.D. 668/80 de 8 de Febrero).
- Instrucción Técnica Reglamentaria sobre extintores de incendios (O.M. de 31 de Mayo de 1982).
- Normas sobre señalización (R.D. 1403/86 de 9 de Mayo).
- Notificación de accidentes de trabajo (O.M. de 16 de Diciembre de 1987).
- Normas Técnicas Reglamentarias para la Homologación de Equipos de Protección Individual E.P.I (R.D. 1407/92 de 20 de Noviembre y modificaciones posteriores).
- Homologación de medios de protección personal de los trabajadores (OM 17.5.94, B.O.E. 29.5.74)
- Convenios Colectivos Provinciales de la Construcción.

Serán también de obligado cumplimiento cualquiera otra disposición oficial, relativa a la Seguridad y Salud Laboral, que entre en vigor durante la ejecución de la obra y que pueda afectar a los trabajos en la misma.

5.3. Protecciones personales

Todos los Equipos de Protección Individual (EPI) cumplirán lo establecido en el R.D. 1407/92 de 20 de noviembre, y modificaciones posteriores, por el que se adoptan en España los criterios de la Normativa Europea (Directiva 89/656/CE).

Dispondrán del consiguiente certificado y contendrá de forma visible el sello (CE) correspondiente.

5.4. Protecciones colectivas

Consideramos como Protecciones Colectivas las siguientes:

- Andamios.
- Redes (según Norma UNE 81-650-80).
- Mamparas.
- Protecciones de la instalación eléctrica.
- Medios de protección contra incendios.
- Señalización.
- Barandillas.



- Plataformas.
- Líneas o cuerdas de vida, etc.

Algunas de éstas han sido ya descritas en la Memoria y otras son parte integrante de los propios equipos, medios o estructuras, por lo que omitiremos extendernos en sus características.

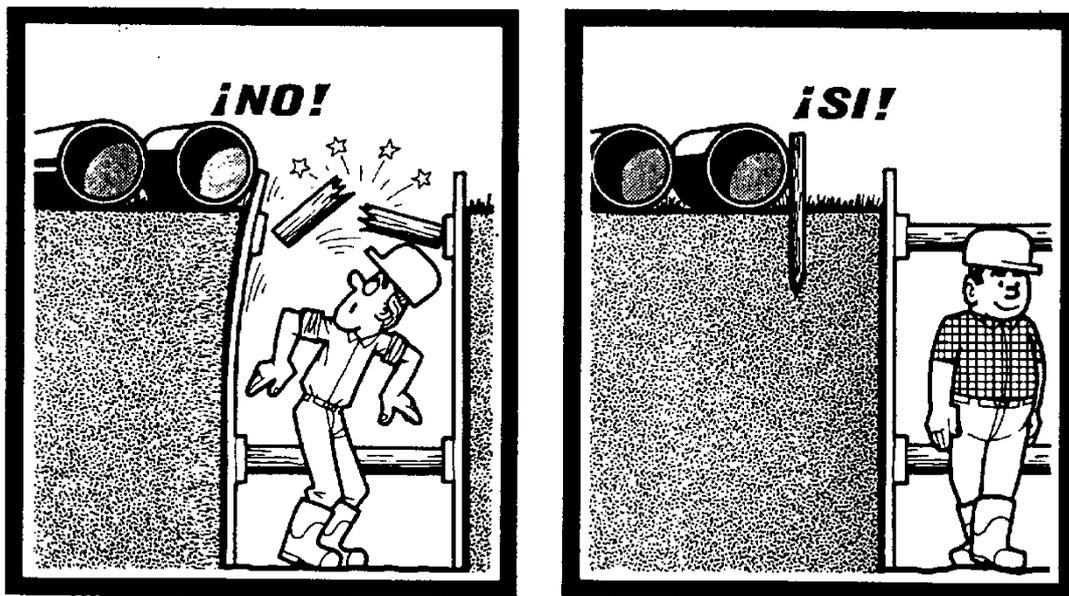
Por otra parte, los elementos y características de seguridad más significativos de los medios de protección colectiva que se prevé utilizar están descritos en los planos y dibujos que se adjuntan en el apartado 4 (PLANOS) del presente Estudio.

5.5. Revisiones técnicas de seguridad

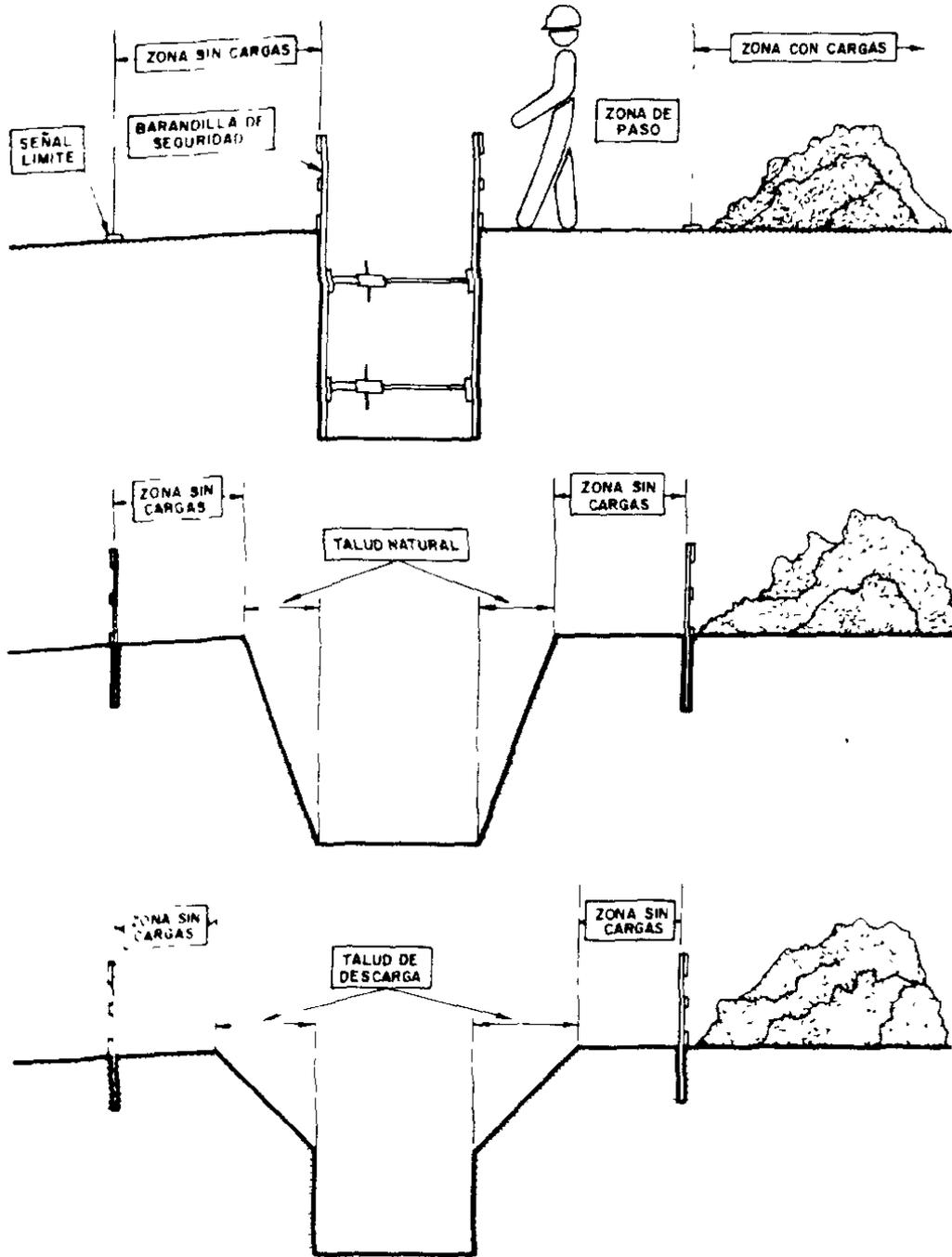
Tal como hemos indicado a lo largo del presente Estudio, se realizarán, con cierta periodicidad, las revisiones necesarias a los equipos, herramientas y medios auxiliares, con el fin de mantenerlos en perfectas condiciones de uso.

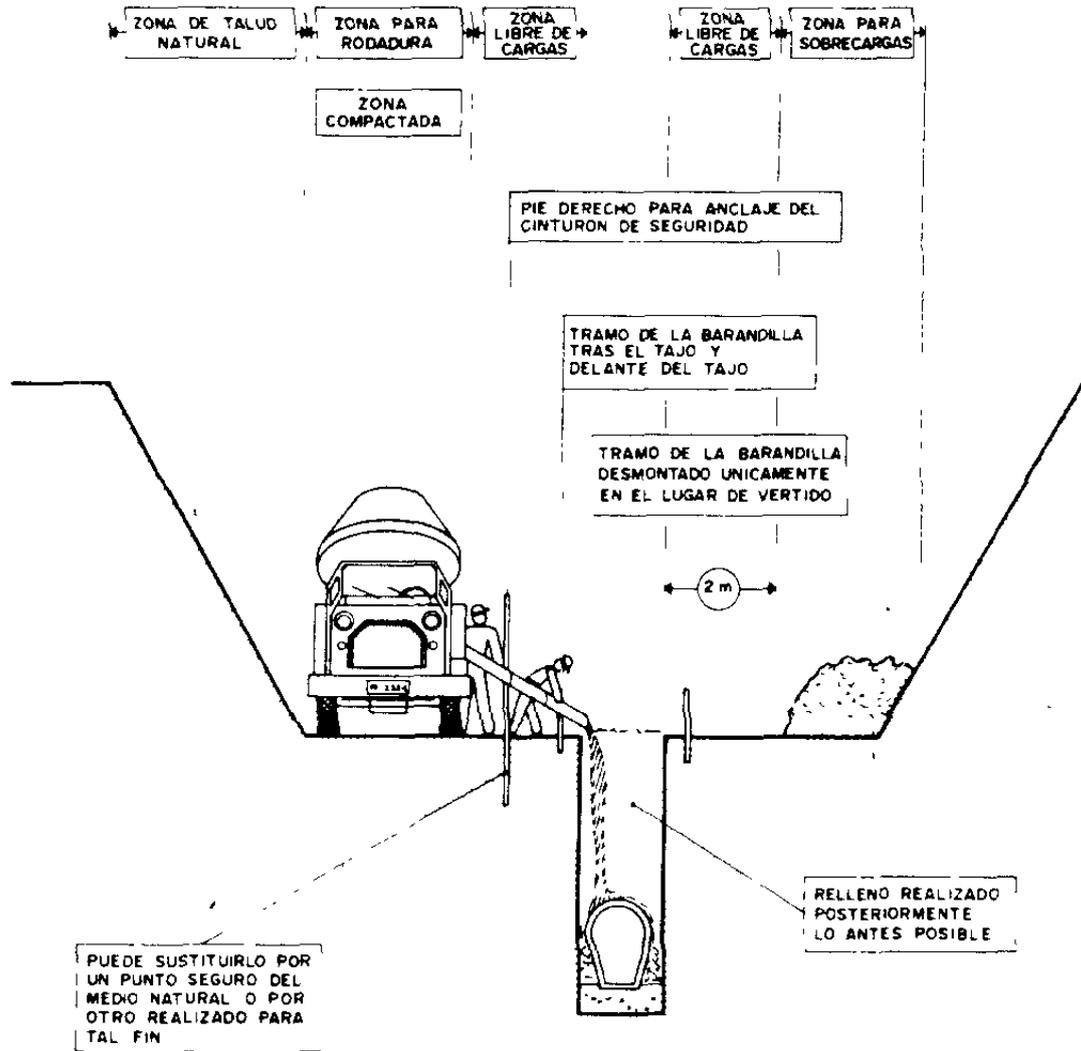
6. PLANOS

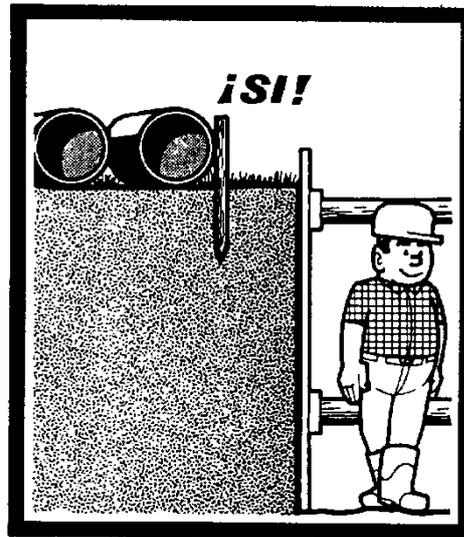
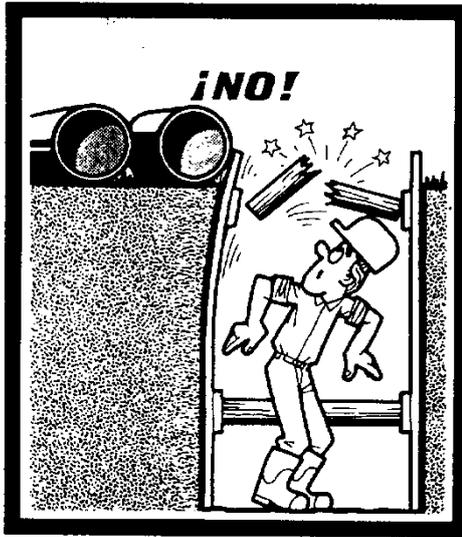
EXCAVACIÓN. APERTURA DE ZANJAS



Se debe reservar un espacio suficiente entre el borde de la zanja y los materiales.







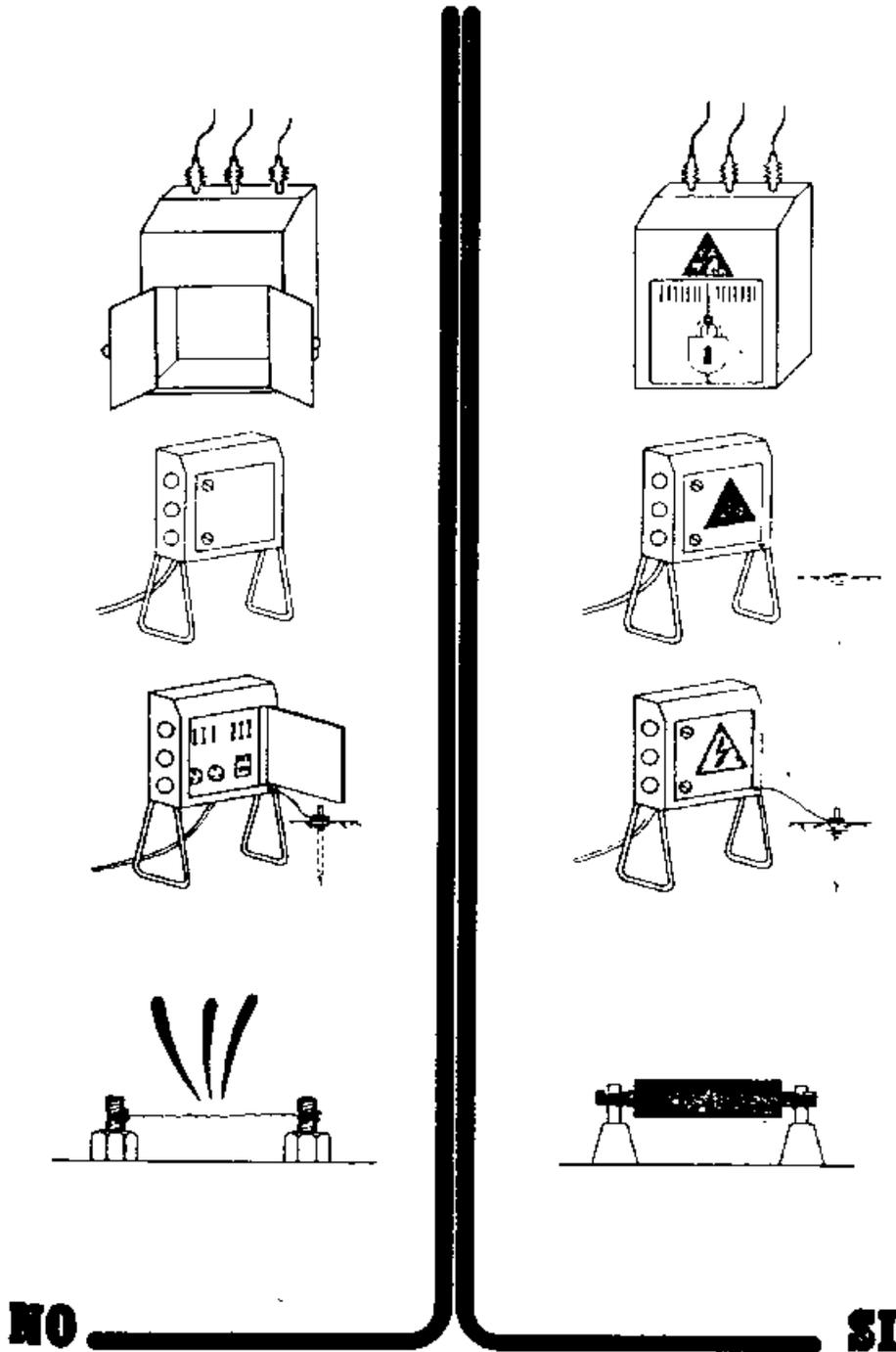
Se debe reservar un espacio suficiente entre el borde de la zanja y los materiales.

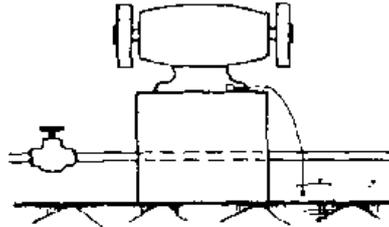
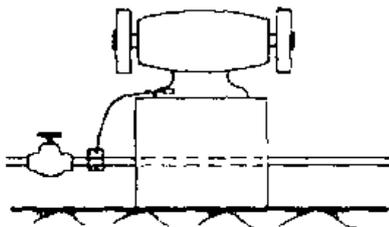
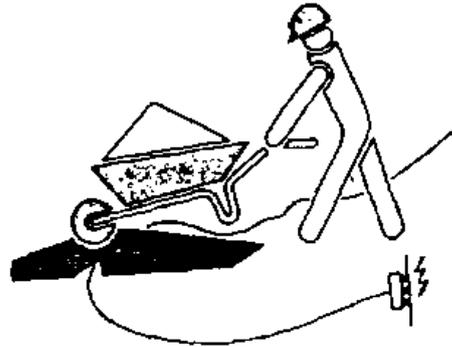
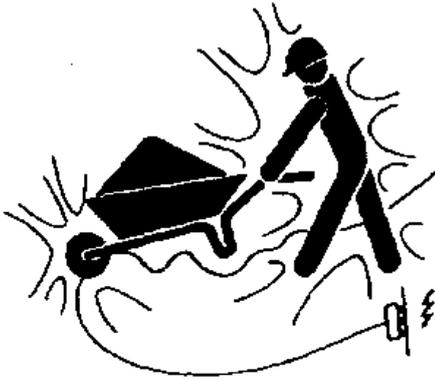
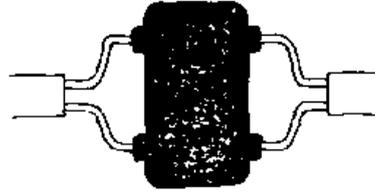
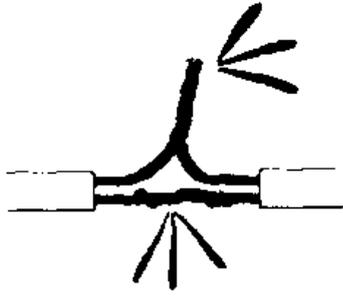
Las zanjas deben entibarse.



INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL DE OBRA

Profundidad de la zanja superior a 1,5 metros.

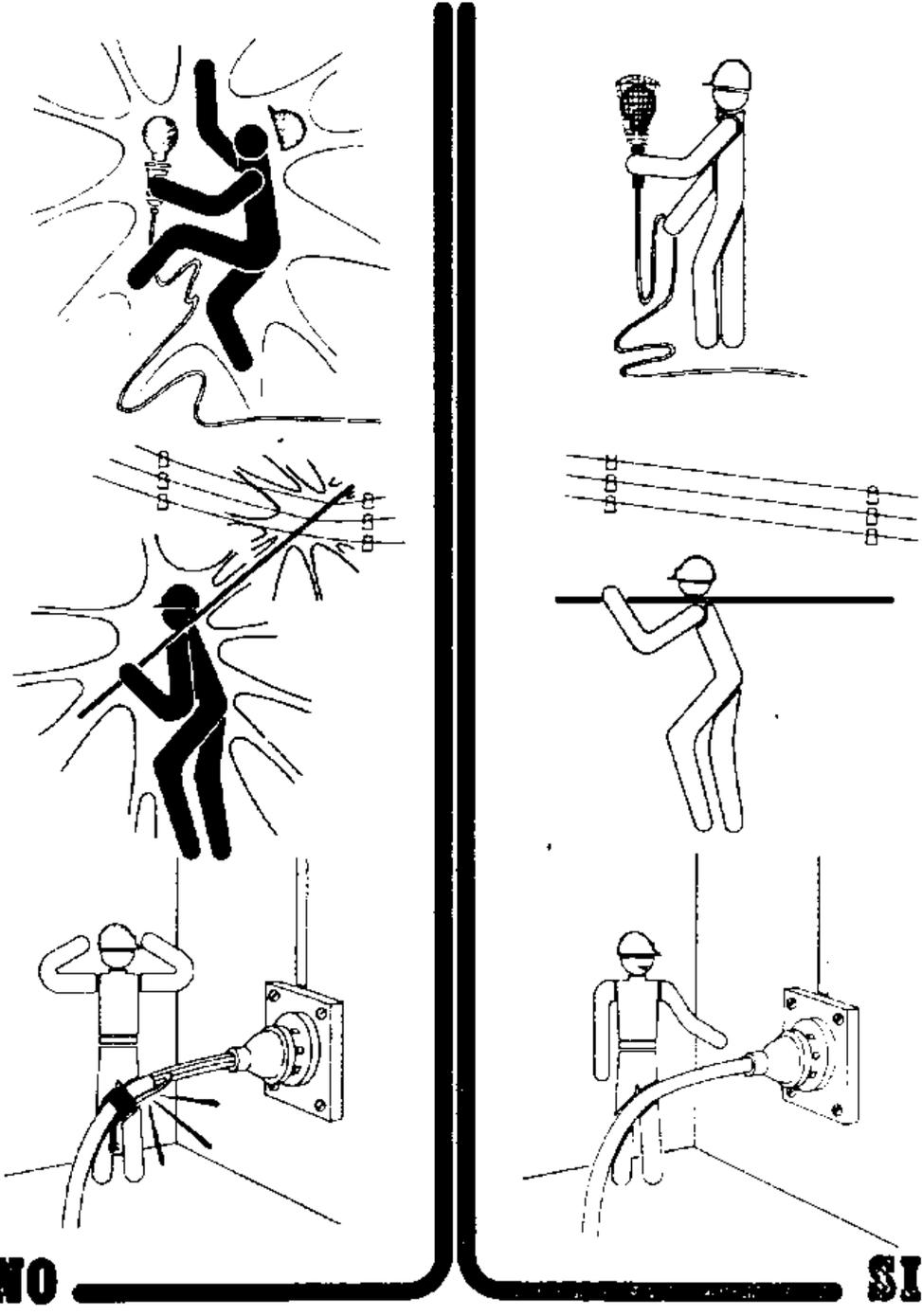




NO

SI





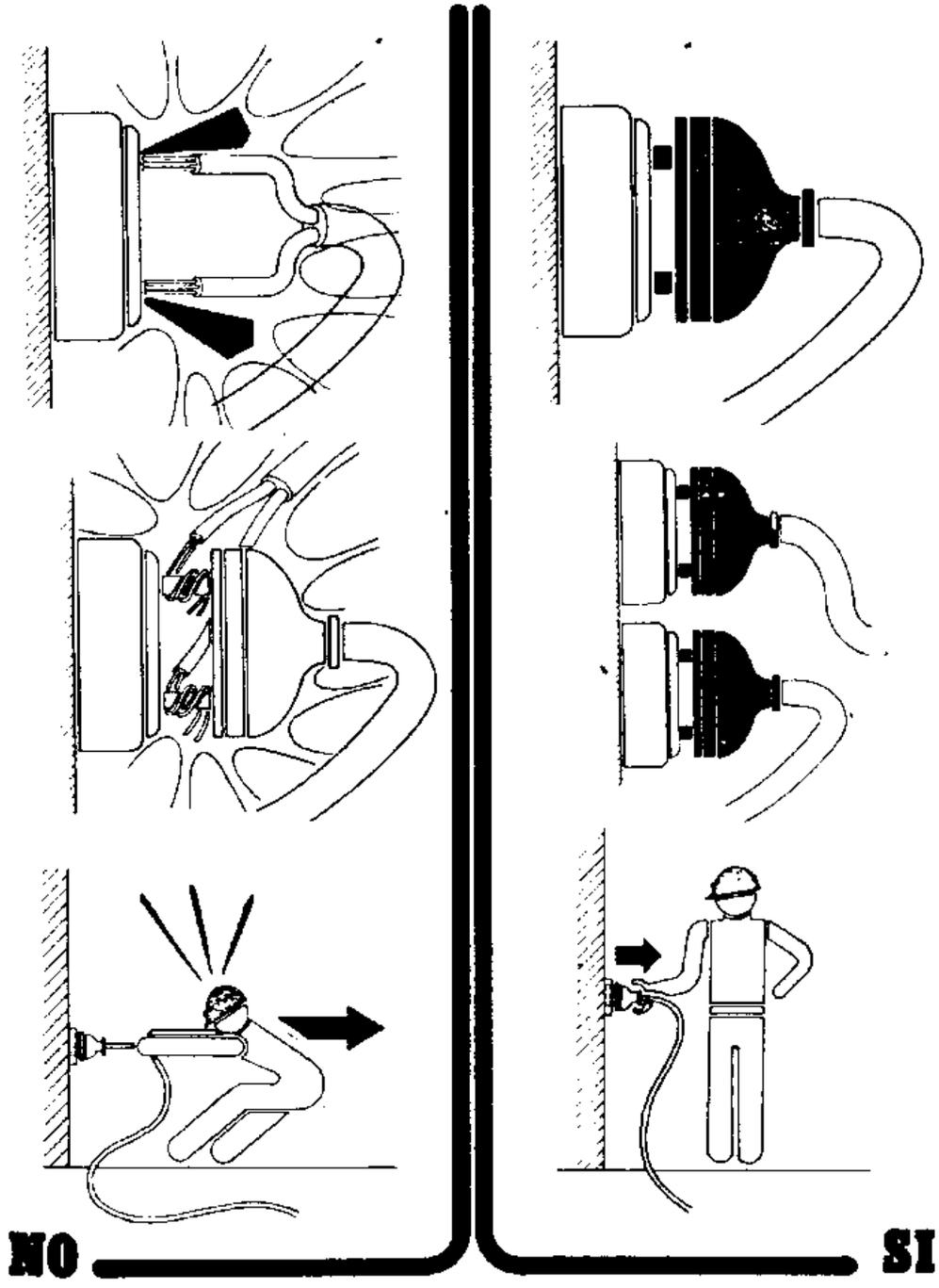
NO

SI



25
2025



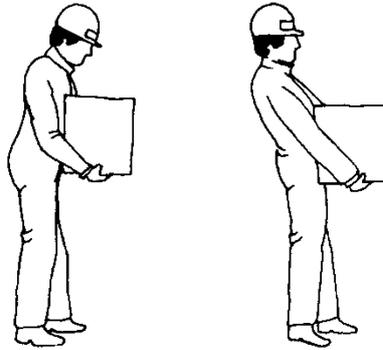
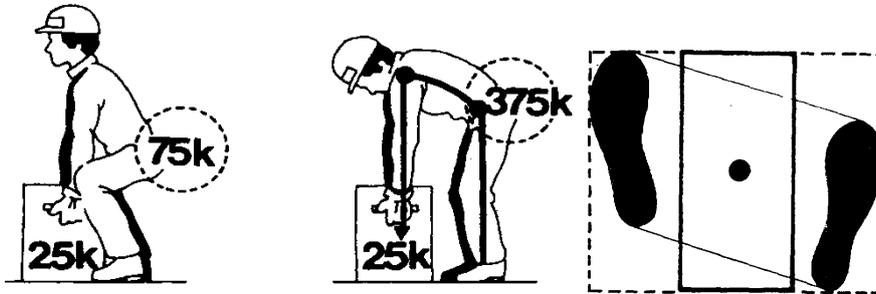


NO

SI

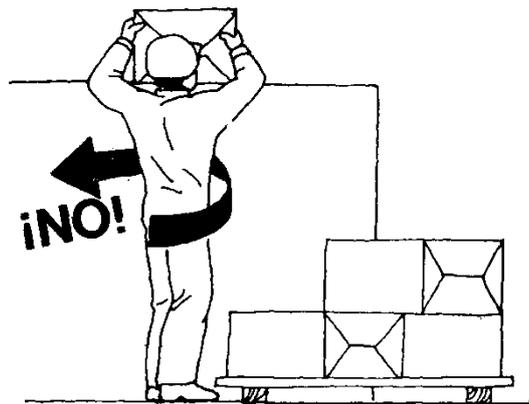


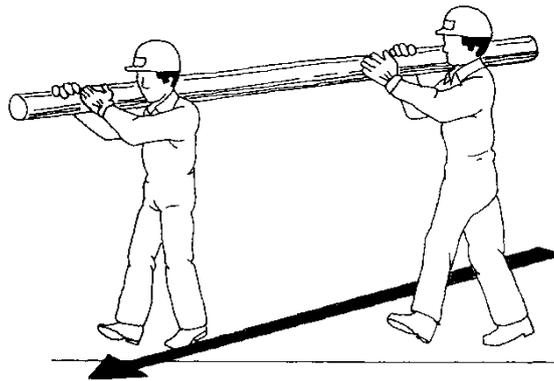
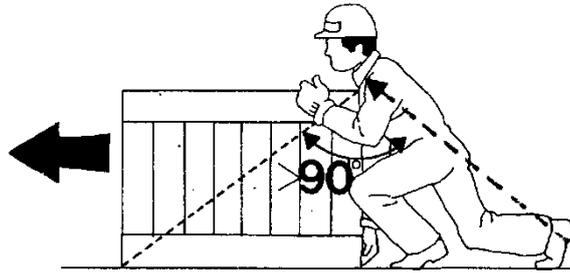
MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS



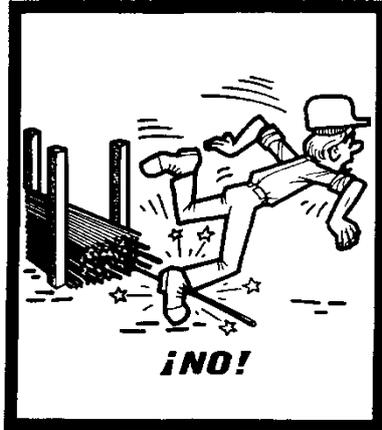
¡NO!

¡SI!

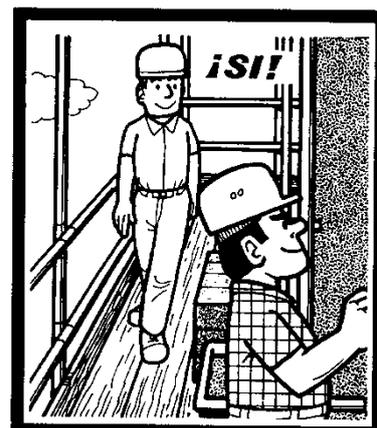




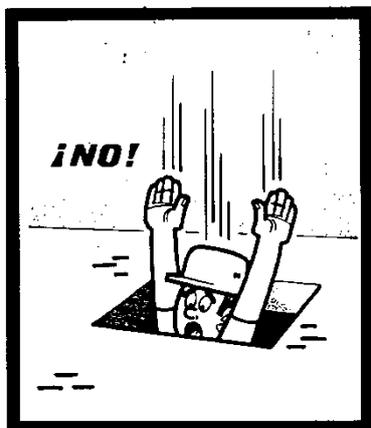
ORDEN Y LIMPIEZA



Almacenar los materiales correctamente para evitar todos los riesgos de accidentes debidos al paso de los trabajadores.

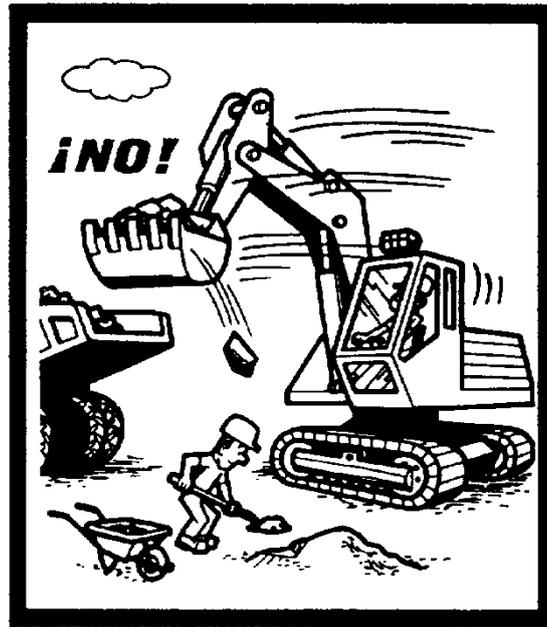


Mantener los puestos de trabajo en orden, los materiales ordenados, la circulación despejada, así se evitarán los resbalones y las caídas.

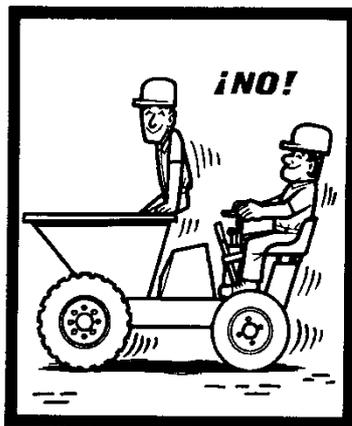


MAQUINARIA DE OBRA

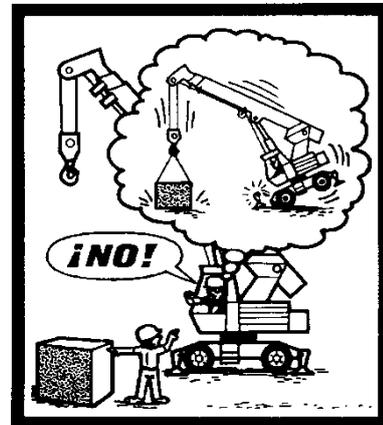




Permanecer fuera del radio de acción de la maquinaria de obra



Está formalmente prohibido transportar a personas por medio de los montacargas, grúas y demás aparatos destinados únicamente al transporte de cargas.



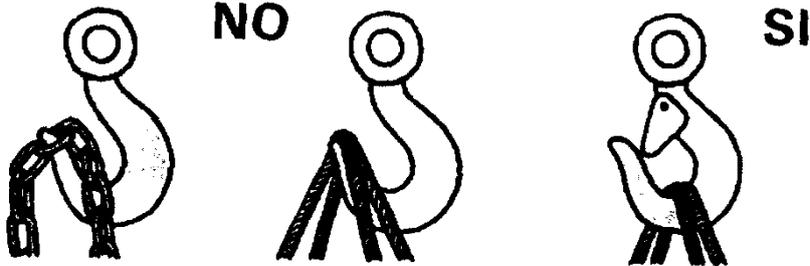
No sobrepasar la carga máxima de utilización, que debe estar bien visible, para los montacargas, grúas y demás aparatos de elevación.



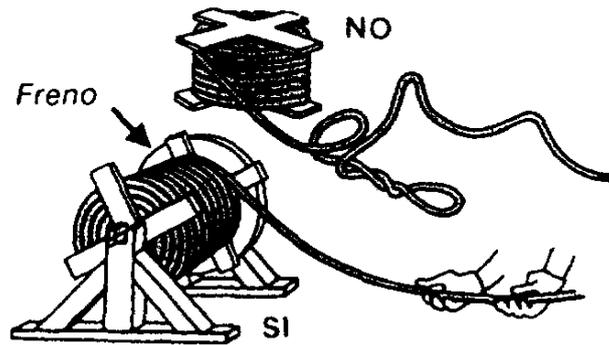
ELEMENTOS DE IZADO

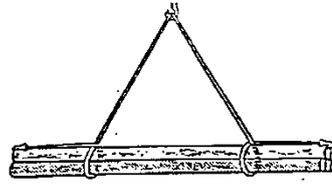


Aislar de las aristas vivas las eslingas, cadenas y cuerdas.

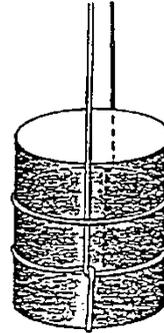


Esfuerzos soportados por asiento del gancho con pestillo de seguridad

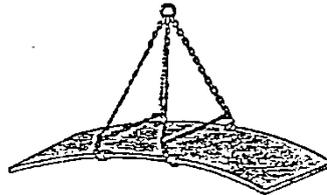




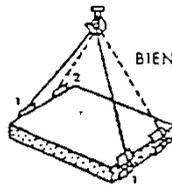
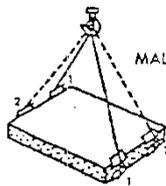
CARGA LARGA (DOS ESLINGAS)



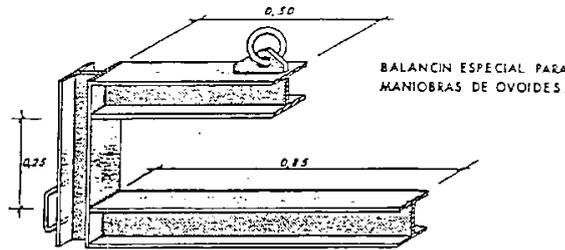
AMARRE DE BIDONES



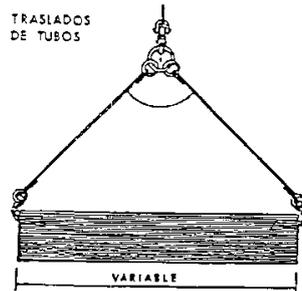
PLANCHA LARGA



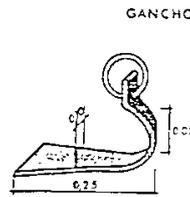
CARGA CON DOS ESLINGAS SIN FIN



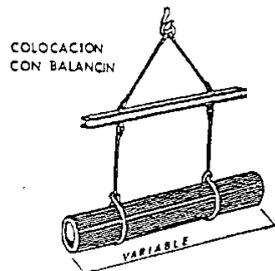
BALANCIN ESPECIAL PARA
MANIOBRAS DE OVIDES.



TRASLADOS
DE TUBOS



GANCHO



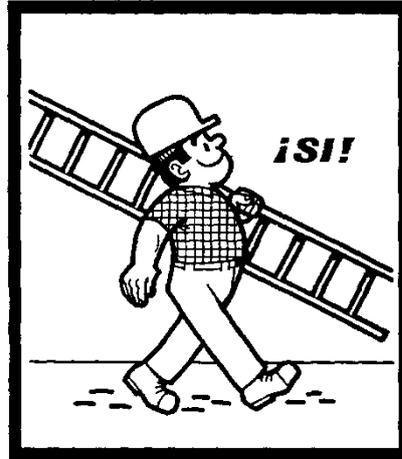
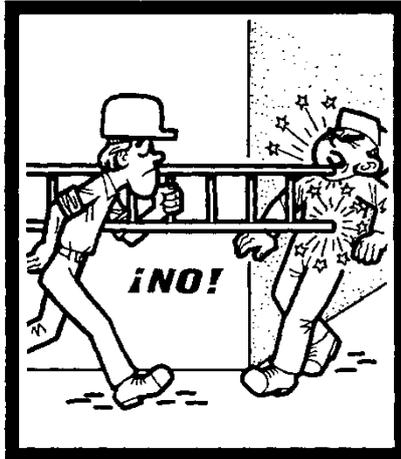
COLOCACION
CON BALANCIN



DETALLE DE
AMARRE

ESCALERAS

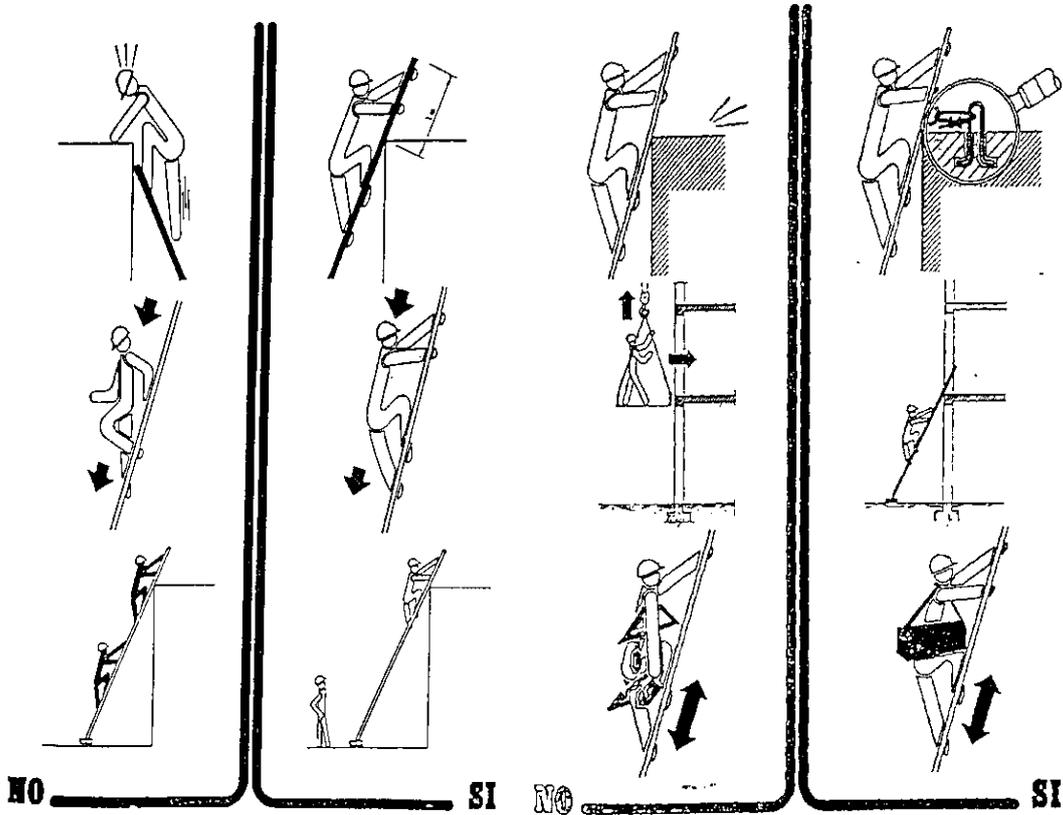




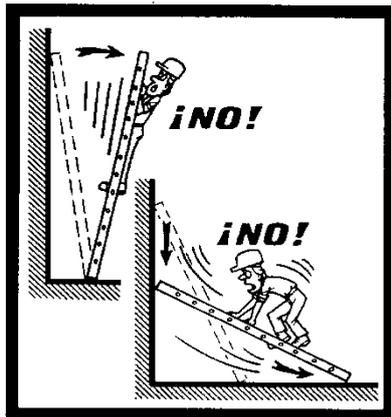
Instalar las escaleras sobre un suelo estable, contra una superficie sólida y fija, y de forma que no puedan resbalar, ni bascular.

Hacer traspasar las escaleras por lo menos un metro por encima del piso de trabajo al que dan paso.

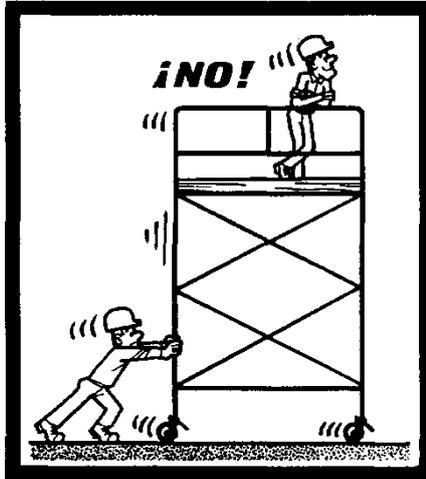




Vigilar que la separación del pie de escalera, de la superficie de apoyo, sea la correcta.



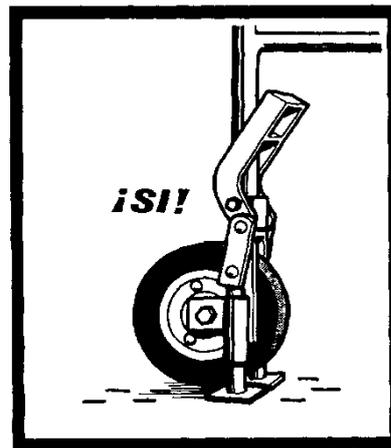
ANDAMIOS



Los andamios rodantes sólo deben ser desplazados lentamente, prefiriendo el sentido longitudinal, sobre suelos bien despejados.

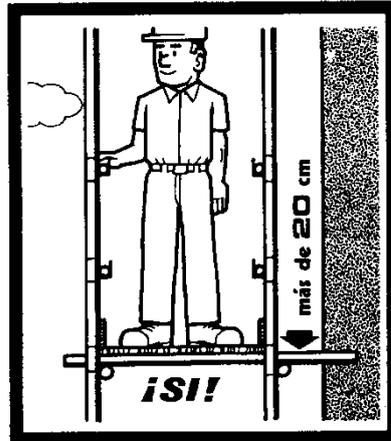
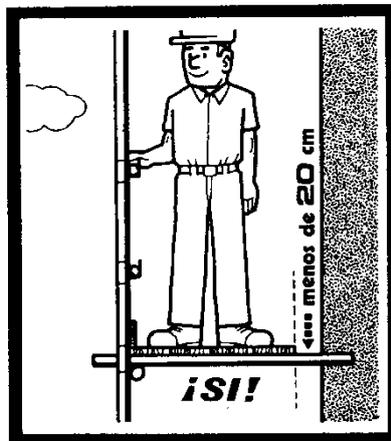
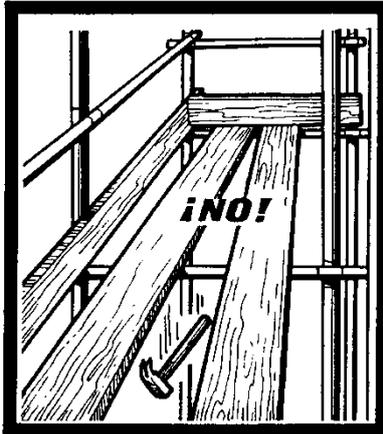
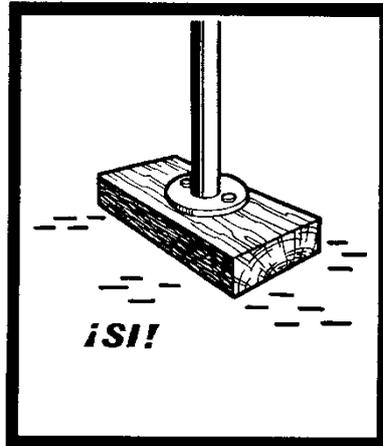
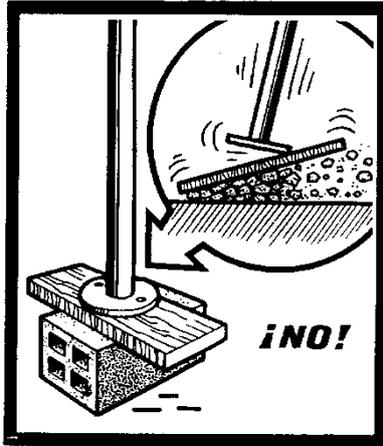
Nadie debe encontrarse en el andamio durante los desplazamientos.

Antes de cualquier desplazamiento, asegurarse de que no pueda caer ningún objeto.

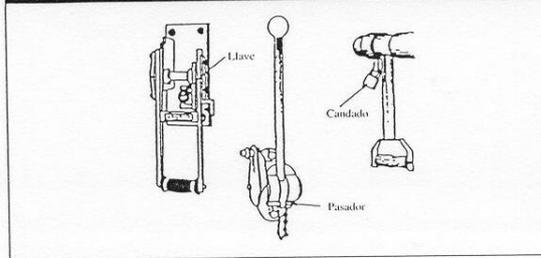


Antes de subir a un andamio rodante, bloquear las ruedas y si es necesario colocar los estabilizadores.

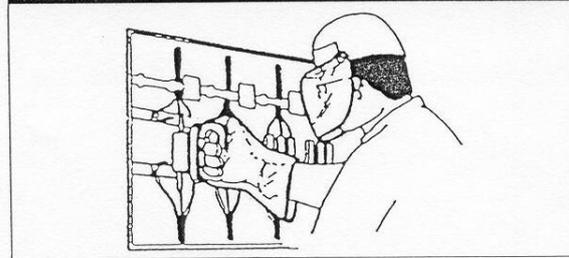




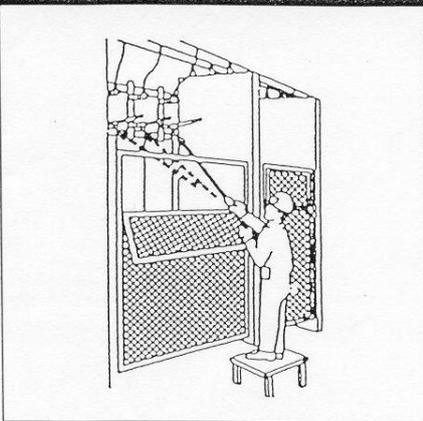
BLOQUEO MECANICO DE LOS DISPOSITIVOS DE MANDO



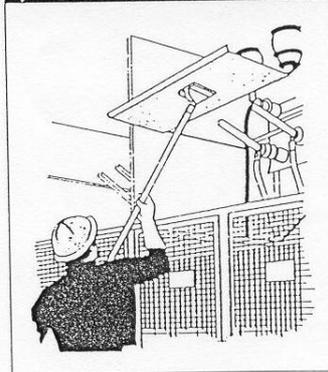
BLOQUEO ELECTRICO MEDIANTE RETIRADA DE FUSIBLES DE MANDO



COMPROBACION DE LA AUSENCIA DE TENSION



UTILIZACION DE PANTALLAS AISLANTES



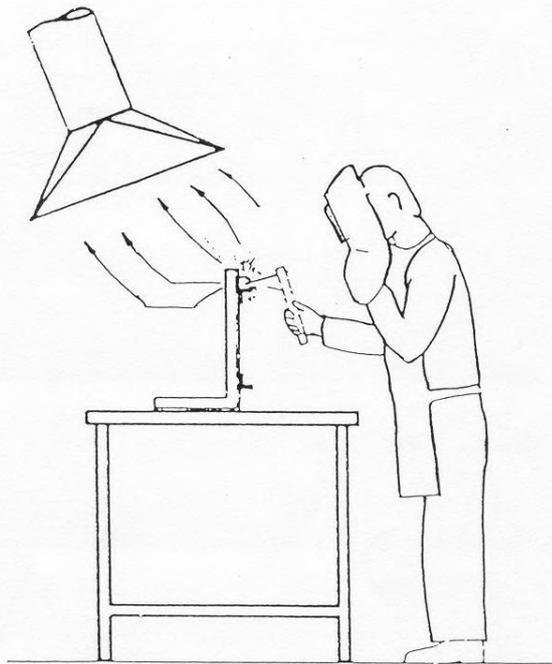
PREVENCIÓN DE RIESGOS ELECTRICOS





SEÑALIZACION DE RIESGOS ELECTRICOS





SOLDADURA ELECTRICA. PROTECCION



7. MEDICIONES Y PRESUPUESTO ECONÓMICO

7.1. Objeto

El objeto de este documento es valorar los gastos asignados según previsiones de desarrollo de este Estudio de Seguridad y Salud Laboral.

En relación a este capítulo se incluyen y valoran:

- Las protecciones personales
- Las protecciones colectivas no integradas en máquinas e instalaciones (no se incluyen los andamios, plataformas, escaleras, protecciones mecánicas o eléctricas de máquinas y cuadros, etc, por considerarlas elementos integrantes de los medios de producción).
- La Medicina Preventiva y Primeros Auxilios previstos para los trabajadores.
- Las horas de personal dedicadas a formación, vigilancia y reuniones de seguridad.
- Los costos, incluyendo limpieza y mantenimiento, de las instalaciones de Higiene y Bienestar.



7.2. Presupuesto parcial

7.2.1. Capítulo 1: protecciones individuales

CAPÍTULO 1: PROTECCIONES INDIVIDUALES				
Ud	Denominación	Ud	€/ Ud	Total (€)
Ud.	Casco de seguridad homologado	15	3,61	54,15
Ud.	Gafa antipolvo y anti-impactos	15	5,41	81,15
Ud.	Mascarilla antipolvo	15	10,09	151,35
Ud.	Filtro para mascarilla antipolvo	30	0,43	12,90
Ud.	Protector auditivo	15	12,26	183,90
Ud.	Cinturón de seguridad	6	19,84	119,04
Ud.	Cinturón antivibratorio	6	17,30	103,80
Ud.	Mono o buzo de trabajo	15	13,70	205,50
Ud.	Impermeable	15	12,98	194,70
Ud.	Guantes dieléctricos	8	25,25	202,00
Ud.	Guantes de goma finos	15	1,80	27,00
Ud.	Guantes de cuero	6	2,52	15,12
Ud.	Botas impermeables al agua y a la humedad	8	9,37	74,96
Ud.	Botas de seguridad de lona	15	20,20	303,00
Ud.	Botas de seguridad de cuero	2	23,08	46,16
Ud.	Botas dieléctricas	2	28,85	57,70
Ud.	Chaleco reflectante	15	18,04	270,60
Ud.	Muñequera	2	2,88	5,76
Ud.	Casco para AT homologado	6	2,82	16,92
Ud.	Pértiga para AT	1	86,30	86,30
Ud.	Banqueta aislante de maniobra exterior AT	1	103,62	103,62
Ud.	Cinturón de seguridad para caídas homol.	3	135,00	405,00
Ud.	Aparato de freno de paracaídas, homolog.	3	73,78	221,34
Ud.	Cubierta de poliamida para freno de parac.	3	6,30	18,90
Ud.	Amarre regulable(1.10-1.80m), argolla revestida de P.V.C., homologado	3	17,92	53,76
Ud.	Dispositivo anticaída	3	96,40	289,20
TOTAL PROTECCIONES INDIVIDUALES				3.303,83 €



7.2.2. Capítulo 2: protecciones colectivas

CAPÍTULO 2: PROTECCIONES COLECTIVAS				
Ud	Denominación	Ud	€ / Ud	Total (€)
Ud.	Cartel indicativo de riesgo con soporte metálico, incluida la colocación	1	28,98	28,98
m	Cordón de balizamiento reflectante, incluidos soportes, colocación y desmontaje	100	0,47	47,00
m	Cinta plástica de balizamiento en colores blanco y rojo	100	0,47	47,00
Ud.	Valla autónoma metálica de contención peatones	2	9,52	19,04
Ud.	Jalón de señalización, incluida la colocación	4	1,08	4,32
h	Camión de riego, incluido el conductor	2	17,66	35,32
h	Mano de obra de señalización	3	7,81	23,43
h	Mano de obra de brigada de seguridad empleada en mantenimiento y reposición de protecciones	2	14,42	28,84
Ud.	Teléfono móvil disponible en obra, incluida conexión y utilización	1	901,52	901,52
Ud.	Extintor de polvo polivalente, incluido el soporte	2	75,18	150,36
Ud.	Aparato de doble comunicación para organizar el tráfico	1	399,18	399,18
Ud.	Instalación de puesta a tierra, compuesta por cable de cobre, electrodo conectado a tierra en masas metálicas, etc.	1	41,06	41,06
Ud.	Interruptor diferencial de media sensibilidad (300mA)	2	25,45	50,90
Ud.	Interruptor diferencial de alta sensibilidad (30mA)	2	30,40	60,80
TOTAL PROTECCIONES COLECTIVAS				1.837,75 €

7.2.3. Capítulo 3: prevención y primeros auxilios

CAPÍTULO 3: PREVENCIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS				
Ud	Denominación	Ud	€ / Ud	Total (€)
Ud.	Botiquín de obra instalado	2	25,66	51,32
Ud.	Reposición de material de botiquín de obra	4	30,47	121,88
Ud.	Reconocimiento médico obligatorio	15	51,78	776,70
TOTAL PREVENCIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS				949,90 €



7.2.4. Capítulo 4: instalaciones de higiene y bienestar.

CAPÍTULO 4: INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR				
Ud	Denominación	Ud	€ / Ud	Total (€)
Ud.	Mes de alquiler de caseta prefabricada para usos varios de obra de 6x2.35m, incluida instalación de fuerza y alumbrado	7	108,00	756,00
Ud.	Mes de alquiler de caseta prefabricada para vestuarios de obra de 6x2.35m, incluida instalación de fuerza y alumbrado	7	108,00	756,00
Ud.	Mes de alquiler de caseta prefabricada para comedor de obra de 3.25x1.90m, incluida instalación de fuerza y alumbrado, material sanitario y termo agua caliente	7	108,00	756,00
Ud.	Acometida provisional de electricidad a casetas de obra	2	30,41	60,82
Ud.	Acometida provisional de fontanería a casetas de obra	1	36,25	36,25
Ud.	Acometida provisional de saneamiento a casetas de obra	1	42,58	42,58
Ud.	Pileta corrida construida en obra y dotada de tres grifos	1	30,47	30,47
Ud.	Mesa metálica para comedor, capacidad 10 personas, colocada	1	24,23	24,23
Ud.	Banco de polipropileno para cinco personas con soportes metálicos	2	22,42	44,84
Ud.	Calienta comidas para 50 servicios	1	47,46	47,46
Ud.	Depósito de basuras de 800l	2	6,66	13,32
Ud.	Equipo de limpieza y conservación de las instalaciones	30	25,38	761,40
Ud.	Taquilla metálica individual con llave	15	9,92	148,80
TOTAL INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR				3.478,17 €

7.2.5. Capítulo 5: Formación y reuniones

CAPÍTULO 5: FORMACIÓN Y REUNIONES				
Ud	Denominación	Ud	€ / Ud	Total (€)
h	Formación de seguridad e higiene en el trabajo, considerando una hora a la semana realizado por un encargo	18	4,07	73,26
h	Comité de seguridad	2	27,91	55,82
h	Horas reuniones de Seguridad	11	15,93	175,23
h	Meses de control y asesoramiento de Seguridad (Visitas Téc. Seguridad)	3	318,54	955,62
TOTAL FORMACIÓN Y REUNIONES				1.259,93 €



8. PRESUPUESTO GENERAL

CAPITULO 1: PROTECCIONES INDIVIDUALES	3.303,83 €
CAPITULO 2: PROTECCIONES COLECTIVAS	1.837,75 €
CAPÍTULO 3: PREVENCIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS	949,90 €
CAPITULO 4: INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR	3.478,17 €
CAPÍTULO 5: FORMACIÓN Y REUNIONES	1.259,93 €
TOTAL SEGURIDAD Y SALUD	10.829,58 €

Asciende el presente presupuesto a la cantidad de:

DIEZ MIL OCHOCIENTOS VEINTINUEVE EUROS CON CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS (10.829,58 €).



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

Habilitación Profesional
Col. nº 06551 JULIAN GARCIA SANCHEZ

25
2025

VISADO : 202501012

Validar cogitpa.e-gestion.es [FVSD0823UKMSS3MM]



SET GRAITAS 30/220 kV

Documento 05: Pliego de Condiciones Técnicas
Enero 2025



VISADO : 202501012

Validar cogitpa.e-gestion.es [FVSD0823UKMSS3MM]

2/5
2025

Habilitación
Profesional

Col. nº 06551 JULIAN GARCIA SANCHEZ

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS



ÍNDICE

1. OBJETO	3
2. ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA.....	3
3. NORMAS Y REGLAMENTOS GENERALES APLICABLES	3
3.1. EQUIPAMIENTO Y MONTAJE.....	4
3.2. OBRA CIVIL.....	5
3.2.1. ESTRUCTURAS.....	5
3.2.1.1. ACCIONES EN LA EDIFICACIÓN	5
3.2.1.2. ACERO	5
3.2.1.3. FÁBRICA DE LADRILLO	5
3.2.1.4. HORMIGÓN.....	5
3.2.1.5. FORJADOS.....	5
3.2.2. INSTALACIONES.....	6
3.2.2.1. CALEFACCIÓN Y CLIMATIZACIÓN	6
3.2.2.2. ELECTRICIDAD.....	6
3.2.2.3. INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	6
3.2.3. PROTECCIÓN.....	6
3.2.3.1. AISLAMIENTO ACÚSTICO.....	6
3.2.3.2. AISLAMIENTO TÉRMICO	6
3.2.3.3. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	6
3.3. VARIOS.....	6
4. DISPOSICIONES GENERALES.....	7
4.1. SEGURIDAD EN EL TRABAJO	7
4.2. GESTIÓN AMBIENTAL	8
4.3. CÓDIGOS Y NORMAS	8
4.4. CONDICIONES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	8
5. CRITERIOS DE DISEÑO.....	8
5.1. GENERALIDADES E HIPÓTESIS DE DISEÑO	8



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

Habilitación Profesional
Col. nº 06551 JULIAN GARCIA SANCHEZ

25
2025

VISADO : 202501012

Validar cogitpa.e-gestion.es [FVSD0823UKMSS3MM]



5.1.1.	CONDICIONES AMBIENTALES	8
5.1.2.	DATOS DE CORTOCIRCUITO	8
5.1.3.	MAGNITUDES ELÉCTRICAS Y DISTANCIAS	9
5.2.	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS CRITERIOS APLICABLES A LOS TRABAJOS DE OBRA CIVIL Y MONTAJE	9
5.2.1.	LANZAMIENTO DE OBRA. REUNIÓN DE LANZAMIENTO	9
5.2.2.	PLANIFICACIÓN DE LOS TRABAJOS. PROGRAMA DE OBRA	10
5.2.3.	ACTIVIDADES DE OBRA CIVIL Y MONTAJE ELECTROMECAÁNICO	11
5.2.3.1.	RECEPCIÓN DE EQUIPOS Y MATERIALES EN OBRA	11
5.2.3.2.	SUPERVISIÓN DE OBRA CIVIL Y MONTAJE ELECTROMECAÁNICO	12
5.2.3.3.	CONTROL POR EL TÉCNICO RESPONSABLE DE CONSTRUCCIÓN.	13
5.2.3.4.	RESOLUCIÓN DE ANOMALÍAS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN	13
5.2.3.5.	IDENTIFICACIÓN Y TRAZABILIDAD	13
5.2.3.6.	MANIPULACIÓN, ALMACENAMIENTO Y CONSERVACIÓN	13
5.2.3.7.	MANTENIMIENTO DE ÚTILES Y HERRAMIENTAS	14
5.2.4.	GESTIÓN DE RESIDUOS	14
5.2.5.	PRUEBAS EN LA INSTALACIÓN	14
5.2.5.1.	PRUEBAS EN VACÍO	14
5.2.5.2.	PRUEBAS EN TENSIÓN	14
5.2.5.3.	FINALIZACIÓN DE LA OBRA	15
5.2.5.4.	CONTROL DE LA DOCUMENTACIÓN	15



1. OBJETO

El objeto del presente Pliego de condiciones es establecer los requisitos a los que se debe ajustar la ejecución de las obras del proyecto, así como las condiciones técnicas y control de calidad que han de cumplir los materiales utilizados en el mismo.

Las condiciones técnicas y operaciones a realizar que se indican no tienen carácter limitativo, teniendo que efectuar, además de las indicadas, todas las necesarias para la ejecución correcta del trabajo.

2. ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA

PGCT	Pliego General de Condiciones Técnicas de Obra Civil
MIE	Ministerio de Industria y Energía
IEC	Internacional Electrotechnical Commission
UNE	Una Norma Española
MOPT	Ministerio de Obras Públicas y Transportes
NTE	Normas Tecnológicas de la Edificación
NLT	Normas de Ensayo del Laboratorio del Transporte y mecánica del suelo
NBE	Normas Básicas de Edificación
MAT	Muy Alta Tensión
AT	Alta Tensión
MT	Media Tensión
BT	Baja Tensión
ET	Especificación/es Técnica/s
IT	Instrucción/es Técnica/s
EHE	Instrucción de Hormigón Estructural
BOE	Boletín Oficial del Estado
PG3	Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes

3. NORMAS Y REGLAMENTOS GENERALES APLICABLES

Se aplicarán por el orden en que se relacionan, cuando no existan contradicciones legales, las siguientes normas:

- Normativa Europea EN.
- Normativa CENELEC.
- Normativa CEI.
- Normativa UNE.
- Otras normas y recomendaciones (IEEE, MF, ACI, CIGRE, ANSI, AISC, etc).



3.1. Equipamiento y montaje

El presente Proyecto ha sido redactado basándose en los anteriores Reglamentos y Normas, y más concretamente, en los siguientes, que serán de obligado cumplimiento:

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-RAT 01 a 23. R.D. 337/2014, 9 de mayo, B.O.E.: 09/06/14. En especial las ITC siguientes:
 - ITC-RAT-09: "PROTECCIONES".
 - ITC-RAT-12: "AISLAMIENTO".
 - ITC-RAT-13: "INSTALACION DE PUESTA A TIERRA".
 - ITC-RAT-15: "INSTALACIONES ELECTRICAS DE EXTERIOR".
- Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión e instrucciones técnicas complementarias, Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, B. O. E.: 19/03/08.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, "REBT", Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, del Ministerio de Ciencia y Tecnología B.O.E.: 18/09/02, e Instrucciones Técnicas Complementarias y sus modificaciones posteriores.
- Recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT-T) que le afecten Ley 31/95 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 614/01 de 8 de junio sobre Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 1215/97 de 18 de julio sobre EQUIPOS DE TRABAJO.
- Real Decreto 486/97 de 14 de abril sobre Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/97 de 14 de abril sobre Manipulación manual de cargas.
- Real Decreto 773/97 de 30 de mayo sobre Utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Ley 32/2006 de 18 de octubre Reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.
- Prescripciones de seguridad para trabajos y maniobras en Instalaciones Eléctricas, de la Comisión Técnica Permanente de la Asociación de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA.
- Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios, Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad B.O.E.: 12/06/2017.
- Normas Básicas de la edificación "NBE", del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.



- Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE) tanto en cuanto a la ejecución de los trabajos, como en lo relativo a mediciones.
- Instrucciones técnicas de los fabricantes y suministradores de equipos.

En el caso de discrepancias entre las diversas normas se seguirá siempre el criterio más restrictivo.

3.2. Obra civil

3.2.1. Estructuras

3.2.1.1. Acciones en la edificación

- Documento Básico de Seguridad Estructural SE-AE "Acciones en la Edificación" del Código Técnico de la Edificación. Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, del Ministerio de la Vivienda.
- Norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (NCSR-02). Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre, del Ministerio de Fomento B. O. E.: 11/10/02., por el que se aprueba la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSR-02).

3.2.1.2. Acero

- Documento Básico de Seguridad Estructural SE-A "Acero" del Código Técnico de la Edificación. Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, del Ministerio de la Vivienda.

3.2.1.3. Fábrica de ladrillo

- Documento Básico de Seguridad Estructural SE-F "Fábrica" del Código Técnico de la Edificación. Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, del Ministerio de la Vivienda.

3.2.1.4. Hormigón

- Instrucción de Hormigón Estructural "EHE-08". Real Decreto 1247/2008, 18 de julio, del Ministerio de la Presidencia B.O.E.: 22/08/08.

3.2.1.5. Forjados

- Actualización de las fichas de autorización de uso de sistemas de forjados. Resolución de 30 de enero de 1997, del Ministerio de Fomento, B. O. E.: 06/03/97.
- Real Decreto 642/2002 de 5 de julio, por el que se aprueba la " Instrucción para el proyecto y la ejecución de forjados unidireccionales de hormigón estructural realizados con elementos prefabricados (EFHE)"



3.2.2. Instalaciones

3.2.2.1. Calefacción y Climatización

- Documento Básico de Salubridad HS "Salubridad" del Código Técnico de la Edificación. Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, del Ministerio de la Vivienda.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE) y se crea la Comisión Asesora para Instalaciones Térmicas de los Edificios. Real Decreto 1027/2007 de 20 de julio, Ministerio de la Presidencia B.O.E.: 29/08/07.

3.2.2.2. Electricidad

- Reglamento electrotécnico para baja tensión "REBT" e instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT01 a BT51. Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, del Ministerio de Industria y Energía B.O.E.: 18/09/02.

3.2.2.3. Instalaciones de Protección Contra Incendios

- Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios, Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad B.O.E.: 12/06/2017.
- Documento Básico SI "Seguridad en caso de Incendio" del Código Técnico de la Edificación. Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, del Ministerio de la Vivienda.

3.2.3. Protección

3.2.3.1. Aislamiento acústico

- Norma Básica de la edificación "NBE-CA-88" condiciones acústicas de los edificios. Orden de 29/09/88, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, B. O. E.: 8/10/88.

3.2.3.2. Aislamiento térmico

- Documento Básico HE "Ahorro de energía" del Código Técnico de la Edificación. Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, del Ministerio de la Vivienda.

3.2.3.3. Protección contra incendios

- Documento Básico SI "Seguridad en caso de incendio" del Código Técnico de la Edificación. Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, del Ministerio de la Vivienda.

3.3. Varios

- Código Técnico de la Edificación. Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, del Ministerio de la Vivienda.



- Normas tecnológicas de la edificación. Decreto del Ministerio de la Vivienda Nº 3565/72, de 23 de diciembre, B. O. E. 15/01/73.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-RAT 01 a 23. R.D. 337/2014, 9 de mayo, B.O.E.: 09/06/14
- Instrucciones Técnicas Complementarias en Subestaciones. Real Decreto n ° 842/02 de 2 de agosto, B.O.E.: 18/09/02.
- Recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT-T) que le afecten.
- Ley 31/95 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 614/01 de 8 de junio sobre Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 1215/97 de 18 de julio sobre EQUIPOS DE TRABAJO.
- Real Decreto 486/97 de 14 de abril sobre Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/97 de 14 de abril sobre Manipulación manual de cargas.
- Real Decreto 773/97 de 30 de mayo sobre Utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Ley 32/2006 de 18 de octubre Reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.
- Prescripciones de seguridad para trabajos y maniobras en Instalaciones Eléctricas, de la Comisión Técnica Permanente de la Asociación de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA.
- Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE) tanto en cuanto a la ejecución de los trabajos, como en lo relativo a mediciones.
- Instrucciones técnicas de los fabricantes y suministradores de equipos.
- En el caso de discrepancias entre las diversas normas se seguirá siempre el criterio más restrictivo.

4. DISPOSICIONES GENERALES

4.1. Seguridad en el trabajo

Conforme a lo dispuesto en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción, al amparo de la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, se incluye en el presente proyecto, el Estudio de Seguridad y Salud correspondiente para su ejecución, en base al cual cada contratista elaborará un Plan que deberá ser aprobado por el Coordinador en materia de seguridad y salud nombrado al efecto por el promotor, previo al inicio de las obras.



4.2. Gestión ambiental

Todas las obras del proyecto se ejecutarán garantizando el cumplimiento de la legislación y reglamentación medioambiental aplicable.

Asimismo, el conjunto de medidas, planes y acciones se detallan en el estudio de impacto medioambiental realizado.

4.3. Códigos y normas

Todas las obras del proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se ejecutarán cumpliendo las normas y recomendaciones en su última edición o revisión que les sean de aplicación y estén vigentes en el momento del inicio de las mismas.

4.4. Condiciones para la ejecución de las obras

La contrata está obligada al cumplimiento de la reglamentación del trabajo correspondiente, la contratación del seguro obligatorio, subsidio familiar y de vejez, seguro de enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten.

5. CRITERIOS DE DISEÑO

5.1. Generalidades e hipótesis de diseño

5.1.1. Condiciones ambientales

Las condiciones ambientales del emplazamiento son las siguientes:

- Altura media sobre el nivel del mar: +430,84 msnm
- Tipo de Zona: A (Según R. L. A. T.)
- Temperaturas extremas: -2°C /+37°C
- Contaminación ambiental: II Fuerte.
- Nivel de aislamiento: 25 mm/kV

Para el cálculo de la sobrecarga del viento, se considerará viento horizontal con velocidad de 140 km/h.

Se adoptarán sobrecargas correspondientes a Zona A, según RAT.

5.1.2. Datos de cortocircuito

A efectos de cálculo de esfuerzos térmicos y dinámicos de cortocircuito, se considerará una intensidad de cortocircuito de 40 kA, con una duración máxima de 0,5 segundos para 220 kV.



5.1.3. Magnitudes eléctricas y distancias

Como criterios básicos de diseño se han adoptado las siguientes magnitudes eléctricas para 220 kV:

Tensión nominal	220 kV
Tensión más elevada para el material (Ve)	245 kV
Neutro	Rígido a tierra
Intensidad de cortocircuito trifásico (valor eficaz)	40 kA
Tiempo de extinción de la falta	0,5 s
Frecuencia nominal	50 Hz

Como criterios básicos para la determinación de alturas y distancias que se deben mantener en la instalación proyectada, se ha tenido en cuenta lo especificado en:

- Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 12, 14 y 15.
- Normas UNE.21.062.80 (II), 20-100 y 21-139.
- Normas CEI.72-1 y 72-2.

5.2. Descripción general de los criterios aplicables a los trabajos de obra civil y montaje

A continuación, se exponen los criterios técnicos, organizativos, de medio ambiente y de calidad, aplicables a la actividad de construcción de subestaciones eléctricas de AT, que se deben cumplir.

5.2.1. Lanzamiento de obra. Reunión de lanzamiento

El técnico responsable de construcción, de conformidad con el director de proyecto, procederá a convocar una reunión de lanzamiento de obra, en la que por la naturaleza y características de los trabajos previstos estarán representadas las partes implicadas en los mismos.

Al menos asistirán a la citada reunión:

- Técnico responsable de construcción.
- Supervisor de obra.
- Contratistas adjudicatarios, cuando proceda.
- Coordinador de seguridad y salud asignado.
- Técnico de la demarcación, cuando proceda.

Los trabajos se realizarán bajo una dirección facultativa compuesta por el director técnico, el supervisor de obra y el coordinador de seguridad y salud.



Asimismo, se convocará a la reunión de lanzamiento al departamento de seguridad y salud laboral y al departamento de medio ambiente, que decidirán sobre su asistencia en función de los condicionantes de seguridad y medioambientales de la obra y a la normativa específica que sea de aplicación.

Durante la reunión de lanzamiento el técnico responsable de construcción realizará una presentación del alcance de los trabajos incluidos en el "Proyecto de ejecución" y del programa de obra previsto, revisando conjuntamente los requisitos a satisfacer con el objeto de asegurar que:

- Son claros y completos.
- Se dispone por parte de los responsables de los trabajos en campo de la documentación y normativa técnica necesaria para dar inicio a los mismos.
- Han sido definidos, contractualmente cuando proceda, los requisitos de cualificación técnica y de seguridad exigibles al personal operativo y que las personas que van a realizar los trabajos satisfacen dichos requisitos.
- Se dispone, conforme al programa previsto, de los materiales y equipos necesarios para la ejecución de los trabajos, y que éstos últimos cuentan con los certificados y declaraciones de compatibilidad respecto a la legislación de seguridad y salud aplicable.

Si existieran requisitos ambiguos o incompletos serán resueltos por los técnicos competentes presentes, si ello fuera posible, en caso contrario se solicitarán las oportunas aclaraciones al director de proyecto.

No se dará comienzo a los trabajos sin que hayan sido convenientemente revisados y aclarados los objetivos y requisitos técnicos y/o contractuales a satisfacer en las actividades de montaje y construcción.

Del desarrollo de la reunión y de las decisiones adoptadas quedará constancia en "Acta de reunión de lanzamiento de obra".

El "Acta de la reunión de lanzamiento de obra", será enviada por el técnico responsable de construcción al director de proyecto para su distribución.

5.2.2. Planificación de los trabajos. Programa de obra

El técnico responsable de construcción elaborará un programa de obra en el que se planificarán las actividades de construcción desde la reunión de lanzamiento de obra hasta la finalización de los trabajos. Dicho programa respetará la planificación básica incluida en el proyecto de ejecución, actualizándola en lo que corresponda según los plazos previos ya transcurridos.

Si se considera adecuado se incluirán diagramas o gráficos que faciliten su comprensión, identificando la fecha prevista de inicio y final de las diferentes actividades.

El nivel de detalle de la planificación se corresponderá con la envergadura y características del proyecto que se acometa.



El "Programa de Obra", se distribuirá junto con el acta de lanzamiento de la obra por el Técnico Responsable de Construcción al Director de Proyecto y a las Unidades Organizativas participantes en el proyecto para su información, así como sus actualizaciones cuando procedan.

5.2.3. Actividades de obra civil y montaje electromecánico

5.2.3.1. Recepción de equipos y materiales en obra

El Supervisor de Obra será responsable de la recepción de los materiales, componentes y equipos que lleguen a la misma, a fin de evitar la utilización de aquéllos que no cumplan los requisitos especificados.

El control de recepción de materiales y componentes conllevará:

- Cuando el material venga embalado en cajas se comprobará el buen estado de las mismas y la documentación suministrada.
- Cuando el material se recibe unitariamente, se comprobará conforme a los datos especificados y a la documentación recibida que:
 - La cantidad o número de unidades es correcto.
 - La referencia, tipo o marca es conforme a lo especificado.
 - Su estado general es adecuado, no presenta golpes, deterioros, oxidaciones, etc.

El estado de inspección podrá ser:

- ACEPTADO: Quedan habilitados para su utilización en obra.
- PENDIENTE: Los que por cualquier circunstancia no hayan sido inspeccionados, se identificarán adecuadamente segregándolos en una zona de materiales pendientes, no siendo utilizados hasta su revisión.
- RECHAZADOS: Los que no superen satisfactoriamente el resultado de la inspección, emprendiendo seguidamente las acciones oportunas para su devolución al proveedor o al Almacén General, siendo segregados del resto hasta que se haga efectiva dicha devolución.

Se dejará constancia del control de recepción mediante una anotación sobre el albarán de entrega, reflejando el resultado del control, fecha y firma del responsable. En caso de rechazo se indicará el motivo.

Las incidencias surgidas durante la recepción serán resueltas y documentadas mediante el correspondiente registro de anomalía.



5.2.3.2. Supervisión de obra civil y montaje electromecánico

Durante la realización de los trabajos, el responsable de estos se asegurará que se cumplen todos los requisitos establecidos y que se realizan todas las actividades de control (verificaciones, inspecciones, pruebas, etc.), establecidas en la normativa técnica, de medio ambiente y de seguridad aplicable.

En los trabajos realizados por contratistas, los Supervisores verificarán que las actividades de control se realizan según lo establecido en la normativa técnica, de medio ambiente y de seguridad aplicable.

El control durante los trabajos de obra civil y montaje electromecánico se realizará teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

Supervisión de los trabajos

El control de las operaciones unitarias de obra civil y montaje electromecánico se basará en el control del propio operario que realiza el trabajo, según lo establecido en los "Programas de Puntos de Inspección", aplicables:

- Montaje Electromecánico.
- Obra Civil.
- Control y Telecomunicaciones.

El "Programa de Puntos de Inspección" dispondrá de la secuencia de operaciones unitarias a supervisar de entre las que componen un trabajo o actividad, así como los criterios de aceptación que deben observarse.

El Supervisor de Obra velará por el cumplimiento de la normativa técnica, de medio ambiente y de seguridad aplicable, realizando inspecciones sistemáticas o al azar de las distintas etapas del proceso de obra civil y montaje, comprobando la realización de los controles programados.

La verificación realizada por el Supervisor de Obra quedará registrada en el formato de "Programa de Puntos de Inspección", aplicable, mediante la referencia "Correcto" o "Incorrecto".

El Supervisor de Obra mantendrá a disposición del Técnico Responsable de Construcción un Libro Diario de Obra.

El Supervisor de Obra emitirá al Técnico Responsable de Construcción informes sobre la marcha de los trabajos cuya periodicidad será fijada por el Técnico Responsable de Construcción atendiendo a las características de cada proyecto.

El Coordinador en materia de seguridad y salud controlará la aplicación coherente y responsable de los principios de acción preventiva conforme a la legislación y normativa técnica de seguridad aplicable.



Cualquier incidencia durante la realización de los trabajos deberá ser resuelta y documentada conforme se indica en el apartado de "Resolución de anomalías durante la construcción".

5.2.3.3. Control por el técnico responsable de construcción.

El Técnico Responsable de Construcción podrá realizar, cuando lo estime conveniente, controles para comprobar la buena marcha de los trabajos programados, lo que documentará en el Informe Final de Obra que trasladará al Director de Proyecto.

5.2.3.4. Resolución de anomalías durante la construcción

El Supervisor de Obra detectará y comunicará al Técnico Responsable de Construcción, cualquier anomalía o deficiencia que detecte en el transcurso de los trabajos.

El Técnico Responsable de Construcción determinará, en cada caso, el tratamiento que corresponde según la naturaleza de la anomalía o deficiencia comunicada.

- Anomalías que pueden ser solventadas en obra.

En el caso que la anomalía pueda resolverse de manera simple e inmediata a través de las prácticas habituales de trabajo, se procederá a su resolución, dejando constancia del problema y su resolución en el registro del "Programa de Puntos de Inspección" o informe de obra, dependiendo del tipo de actuación.

- Anomalías que dan lugar a un informe de no conformidad.

Si la anomalía no puede resolverse de manera simple o inmediata y/o exige la intervención de un área diferente de la Unidad Organizativa responsable de Construcción, sin implicar todo ello una modificación en el diseño de la instalación, en este caso deberá ser resuelta y documentada.

5.2.3.5. Identificación y trazabilidad

La identificación de la documentación técnica, materiales, instalaciones y equipos implicados en el desarrollo de un proyecto será trazable respecto a dicho proyecto.

5.2.3.6. Manipulación, almacenamiento y conservación

El Supervisor de Obra establecerá documentalmente las condiciones de manejo, almacenamiento y conservación que estime adecuadas para aquellos materiales o equipos que por sus condiciones especiales así lo requieran.



5.2.3.7. Mantenimiento de útiles y herramientas

El Supervisor de Obra comprobará que:

- Se realizan los oportunos trabajos de mantenimiento, correctivo y/o preventivo, de los útiles y herramientas, utilizados para el desarrollo de los trabajos de construcción y que se encuentran dentro del periodo de mantenibilidad.
- El material de seguridad se encuentra en buen estado y se le han realizado los controles requeridos en la normativa aplicable.
- Los equipos de inspección, medición y ensayo utilizados en el control de los trabajos, así como en las pruebas finales de la instalación, son gestionados de acuerdo a lo establecido en los procedimientos aplicables.

Los mismos requisitos se harán extensivos a los equipos, útiles y herramientas propiedad de contratistas externos.

5.2.4. Gestión de residuos

El Supervisor de Obra comprobará que se aplica el procedimiento de gestión de los residuos generados en las instalaciones. En particular definirá las áreas de almacenamiento de residuos y al finalizar la obra verificará que todos los residuos han sido adecuadamente gestionados.

5.2.5. Pruebas en la instalación

5.2.5.1. Pruebas en vacío

Una vez finalizados los trabajos de obra civil y montaje electromecánico se procederá, bajo la coordinación del Director de Proyecto, a la realización de las Pruebas en Vacío de la Instalación de acuerdo con las instrucciones técnicas correspondientes.

5.2.5.2. Pruebas en tensión

Las Pruebas en Tensión tendrán por objeto comprobar la adecuación al uso de la instalación conforme a los criterios funcionales establecidos en el Proyecto.

Los protocolos de las pruebas a realizar, así como los criterios para su ejecución serán redactados conforme a lo especificado en la documentación técnica aplicable.



5.2.5.3. Finalización de la obra

Finalizados los trabajos de construcción, el Supervisor de Obra remitirá al Técnico Responsable de Construcción, en función de la tipología de control de la documentación adoptada:

- General: Libro de Obra y Programas de puntos de Inspección cumplimentados.
- Simplificado: Informe de obra.

Una vez revisados y aprobados por el Técnico de Construcción la documentación recibida, éste remitirá al Director de Proyecto el Informe/ Comunicación de Final de Obra.

5.2.5.4. Control de la documentación

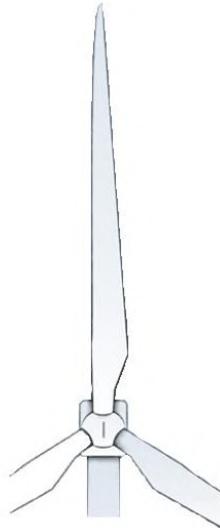
El control de la documentación generada según la tipología de proyecto aplicable se adaptará a lo indicado en el control de documentos del sistema de gestión de ingeniería y construcción de subestaciones.



SET GRAITAS 30/220 KV

EMPECINADO I ENERGY S.L.U.

Paseo Club Deportivo 1, edificio 13,
28223 Pozuelo de Alarcón, Madrid (España)



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

Habilitación Profesional
Col. nº 06551 JULIAN GARCIA SANCHEZ

2/5
2025

VISADO : 202501012
Validar cogitpa.e-gestion.es [FVSD08Z3UKMSS3MM]

