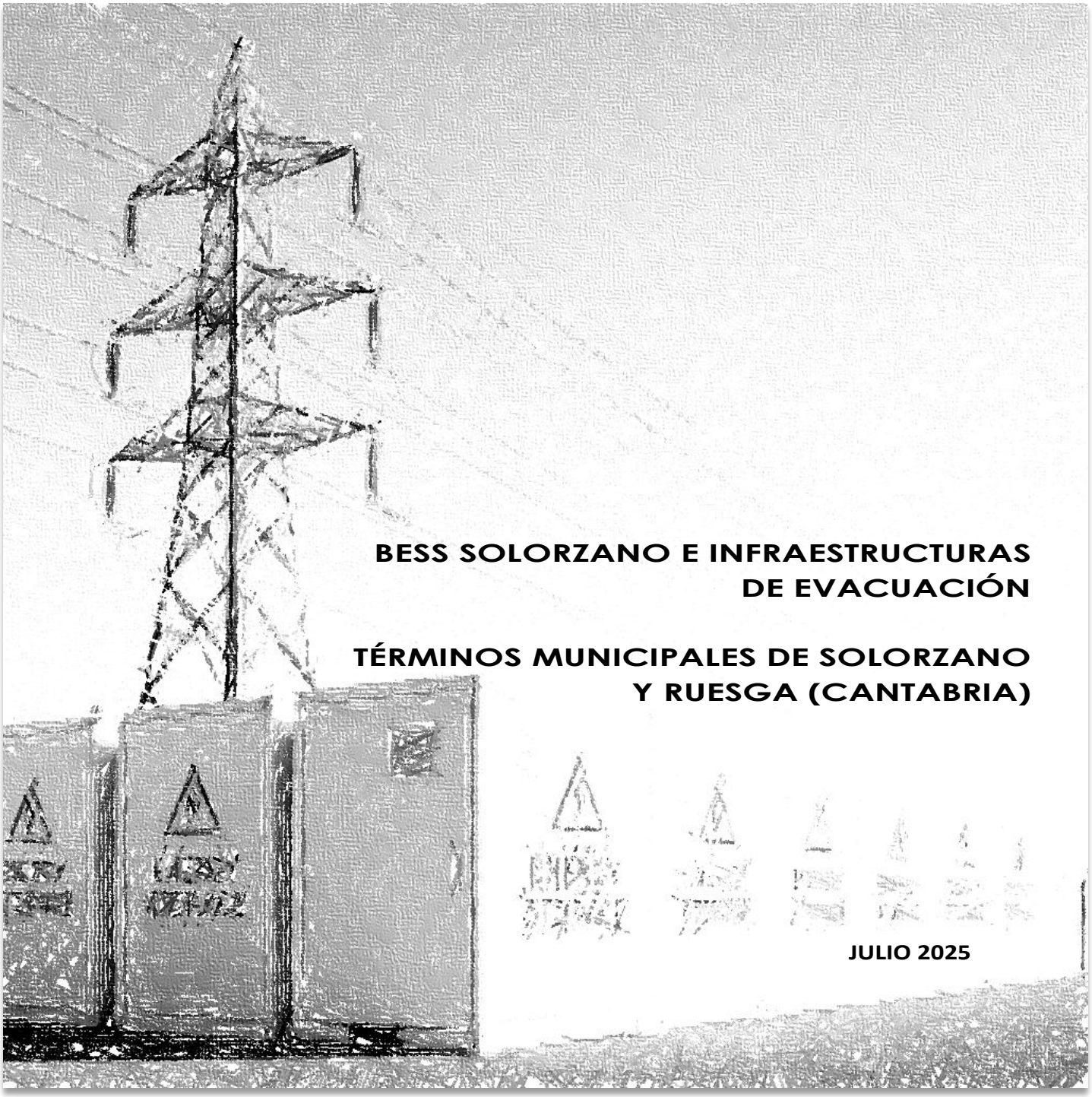
novotec



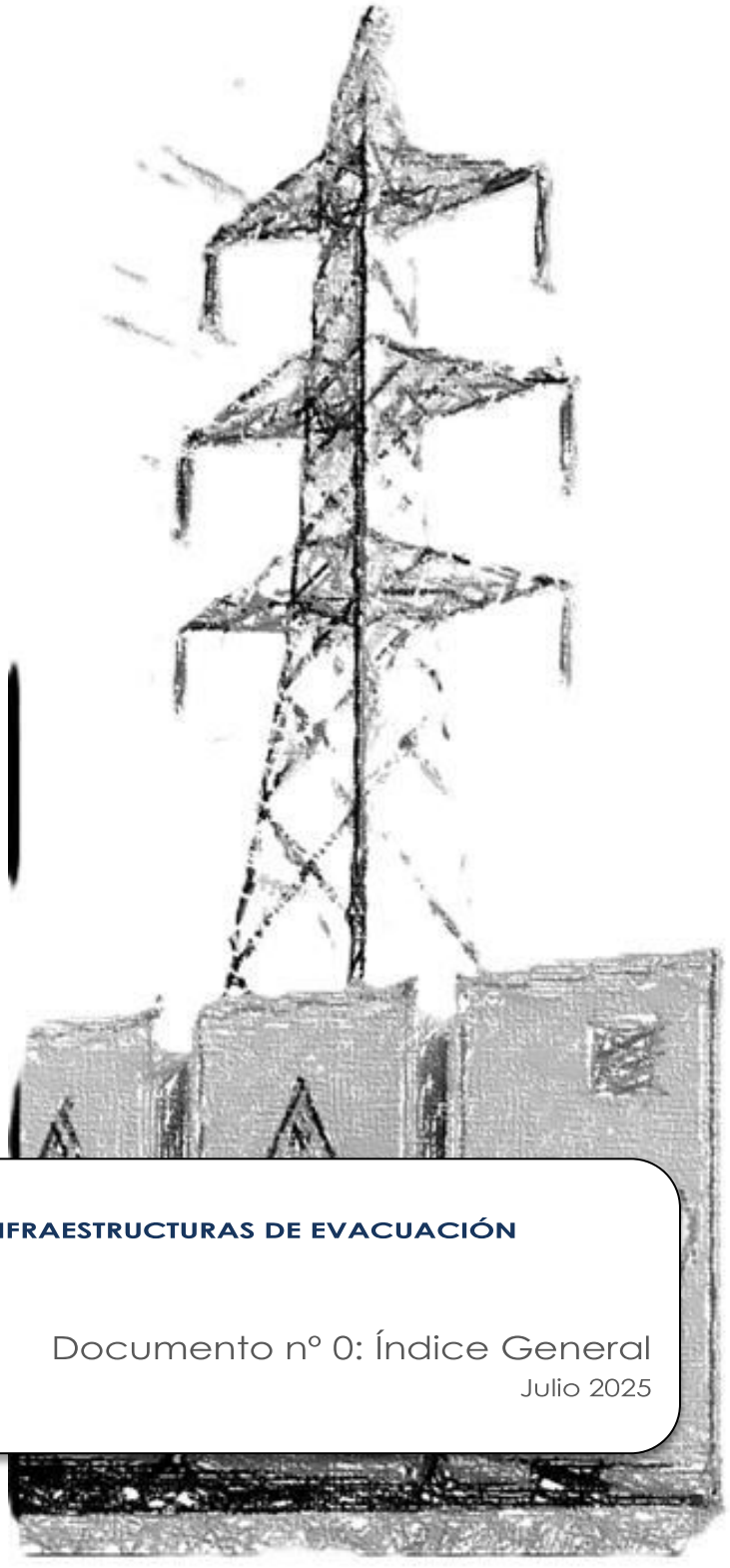
BESS SOLORZANO E INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

TÉRMINOS MUNICIPALES DE SOLORZANO Y RUESGA (CANTABRIA)

JULIO 2025

BENBROS

novotec



BESS SOLORZANO E INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

Documento nº 0: Índice General

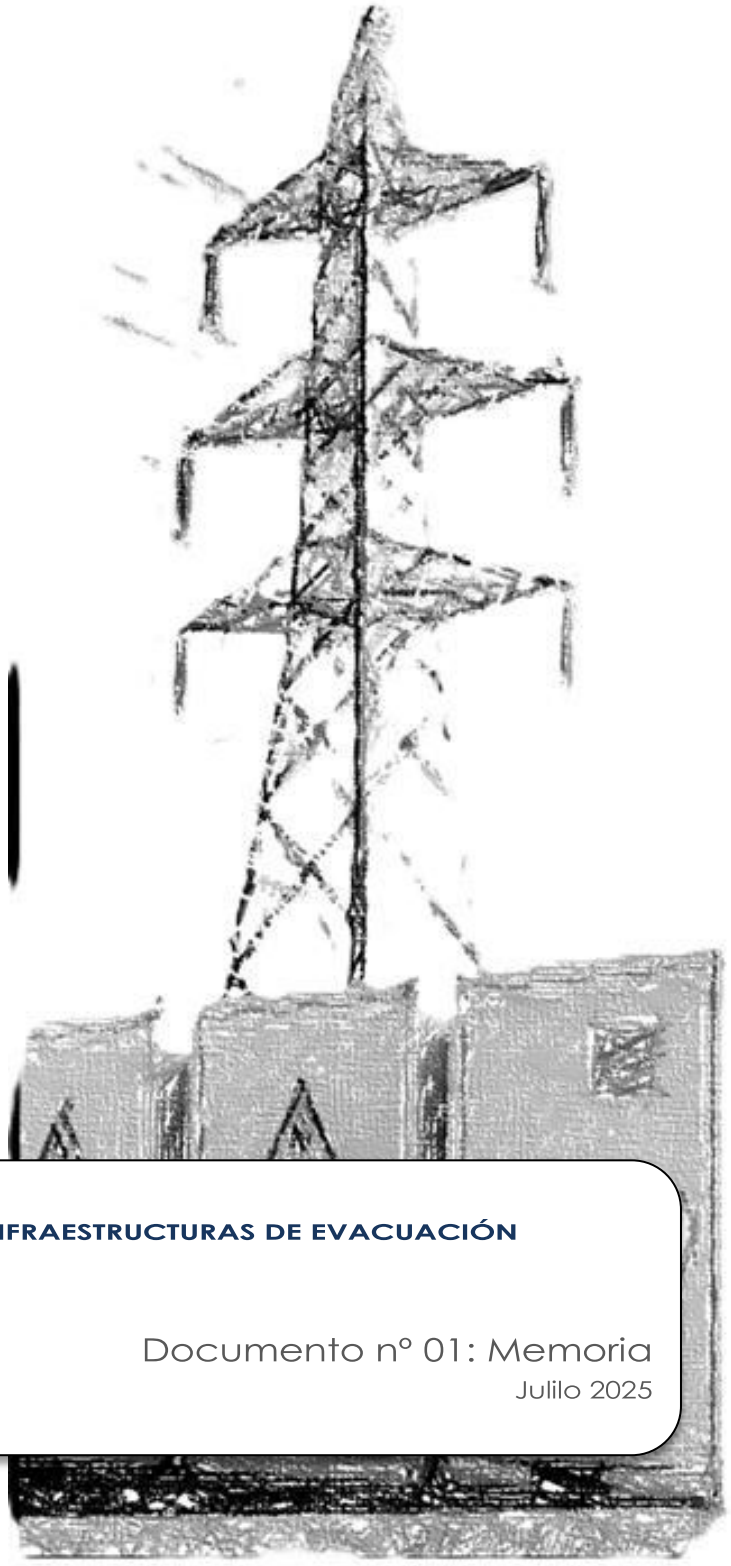
Julio 2025

BENBROS

ÍNDICE GENERAL

- **DOCUMENTO Nº 01: MEMORIA**
- **DOCUMENTO Nº 02: PRESUPUESTO**
- **DOCUMENTO Nº 03: PLANOS**
- **DOCUMENTO Nº 04: RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS (RBDA)**
- **DOCUMENTO Nº 05: ÍNDICE ANEXOS**

novotec



BESS SOLORZANO E INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

Documento nº 01: Memoria

Julilo 2025

BENBROS

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES Y FINALIDAD DE LA INSTALACIÓN 2

2. OBJETO 3

3. PROMOTOR Y PETICIONARIO 4

4. CONCLUSIÓN 5

1. ANTECEDENTES Y FINALIDAD DE LA INSTALACIÓN

El modelo energético actual enfrenta desafíos significativos, como la insostenibilidad ambiental y la creciente demanda. El Sistema de Almacenamiento de Energía por Baterías representa una alternativa viable para abordar estos problemas al permitir la gestión eficiente de la energía generada a partir de fuentes renovables. En los últimos años, se ha observado un aumento significativo en la implementación de sistemas de almacenamiento de energía en las redes eléctricas. Estos sistemas desempeñan un papel fundamental en la integración de fuentes de energía renovable en la red, al tiempo que proporcionan funciones esenciales de estabilización, incluyendo el mantenimiento de la frecuencia y la tensión. Un sistema de Almacenamiento de Energía permite almacenar el exceso de energía generado durante los periodos de alta producción y liberarlo en momentos de baja generación, ayudando así a estabilizar la red eléctrica. En consecuencia, la implementación de un Sistema de Almacenamiento de Energía por Baterías no solo proporciona beneficios a nivel económico y operativo, sino que también promueve la sostenibilidad ambiental y contribuye a la construcción de una infraestructura energética más resiliente y eficiente.

Con fecha 25 de septiembre de 2023, la Sociedad recibió, por parte del Ayuntamiento de Solórzano, el Informe de Compatibilidad Urbanística favorable para el Proyecto.

Con fecha 29 de mayo de 2025, la Sociedad recibió, por parte de la Dirección General de Medio Ambiente y Cambio Climático, la resolución favorable del Informe de Impacto Ambiental del Proyecto, con número de expediente EIA-SIMP.013.2024.

2. OBJETO

El objeto del presente Proyecto es establecer y justificar los datos constructivos que permitan la ejecución de la instalación de almacenamiento energético BESS SOLORZANO y la infraestructura de evacuación asociada hasta el punto de conexión (SET SOLÓRZANO 220 kV de REE) y exponer, ante los Organismos Competentes, que la planta de almacenamiento reúne las condiciones y garantías exigidas por la reglamentación aplicable.

La Finalidad de la "Instalación de Almacenamiento" será almacenar y, en su caso, verter la energía almacenada al punto de conexión ubicado en la Subestación SET SOLÓRZANO 220 kV (REE) a través de una línea subterránea de 220 kV, incluida en el presente proyecto.

Se redacta, por tanto, el proyecto con la finalidad de obtener las autorizaciones pertinentes.

3. PROMOTOR Y PETICIONARIO

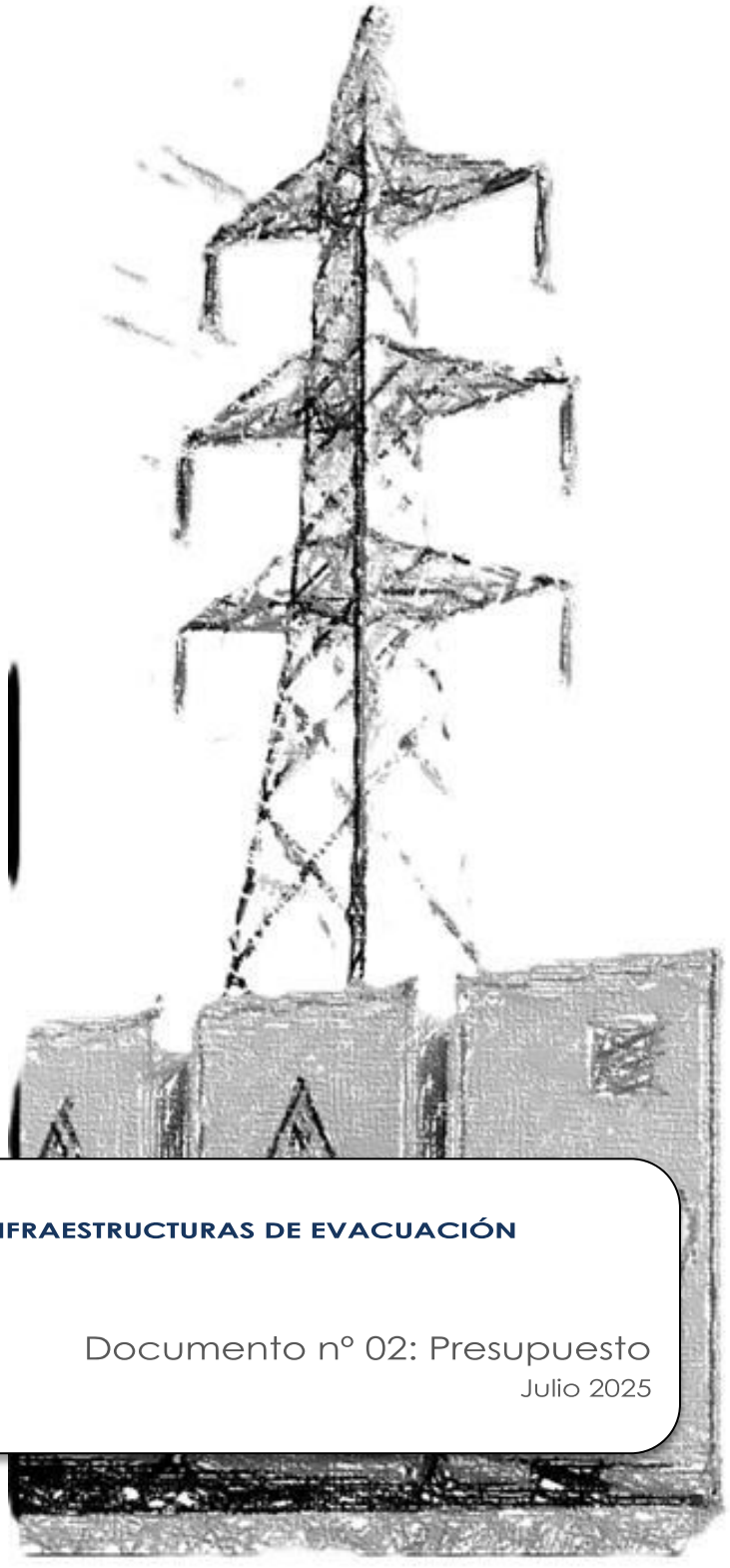
El promotor de las instalaciones es:

- **BESS DEVELOPMENT 6, S.L**
- C.I.F.: B-56216922
- Domicilio a efecto de notificaciones: Calle Castelló, 128, Planta 5 izquierda, 28006, Madrid
- Persona de contacto a efecto de notificaciones: Belén Amunátegui
    - Teléfono de contacto: 680810375
    - Correo para notificaciones: belen.amunategui@benbros.es

4. CONCLUSIÓN

Con lo anteriormente expuesto, se consideran suficientemente descritos los elementos constitutivos y las actuaciones constructivas derivadas de la instalación y funcionamiento de la **BESS SOLORZANO E INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN**, con el fin de informar a los organismos oficiales competentes y obtener de ellos la **Autorización Administrativa de Construcción y la Declaración de Utilidad Pública**.

novotec



BESS SOLORZANO E INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

Documento nº 02: Presupuesto

Julio 2025

BENBROS

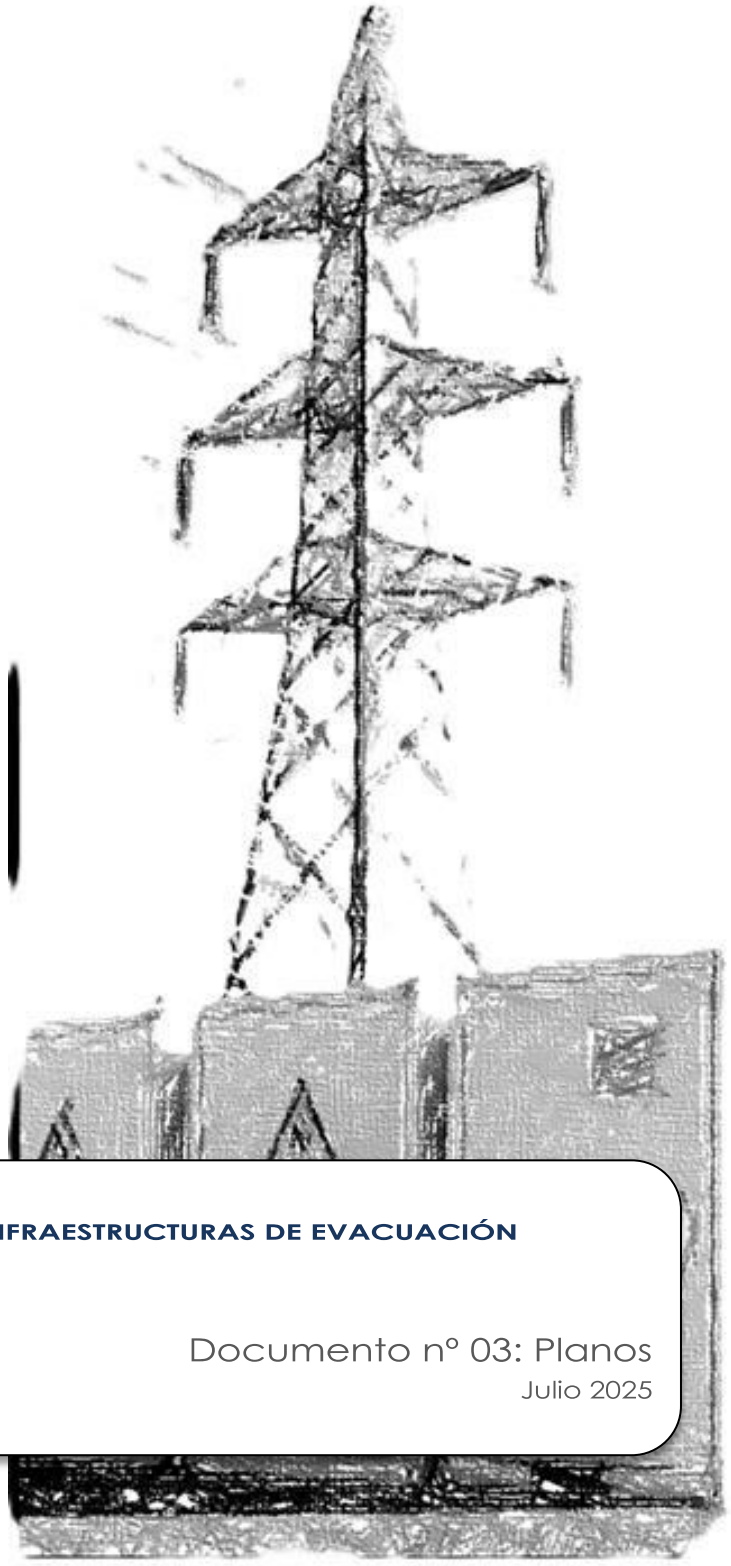
ÍNDICE

1. **PRESUPUESTO TOTAL** **2**

1. PRESUPUESTO TOTAL

RESUMEN DEL PRESUPUESTO. BESS SOLORZANO E INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN	
ANEXO I. SISTEMA DE ALMACENAMIENTO ENERGÉTICO "BESS SOLORZANO"	35.436.866,87 €
ANEXO II. SET COLECTORA SOLORZANO 220 kV PRESUPUESTO	1.326.425,92 €
ANEXO II. SET COLECTORA SOLORZANO 220 kV PRESUPUESTO ASOCIADO A PROMOTOR BESS DEVELOPMENT	2.189.290,80 €
ANEXO III. LSAT 220 kV SET COLECTORA SOLORZANO - SET SOLORZANO (REE)	295.319,37 €
PLAN DE RESTAURACIÓN AMBIENTAL E INTEGRACIÓN PAISAJÍSTICA	22.324,86 €
TOTAL DE EJECUCIÓN MATERIAL	39.270.227,82 €
Gastos Generales -> 13%	5.105.129,62 €
Beneficio Industrial -> 6%	2.356.213,67 €
I.V.A. -> 21%	9.813.629,93 €
TOTAL PRESUPUESTO:	**56.545.201,04 €**

novotec



BESS SOLORZANO E INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

Documento nº 03: Planos

Julio 2025

BENBROS

ÍNDICE

Generales

1. Situación y Emplazamiento
2. Localización
3. Localización sobre Ortofoto

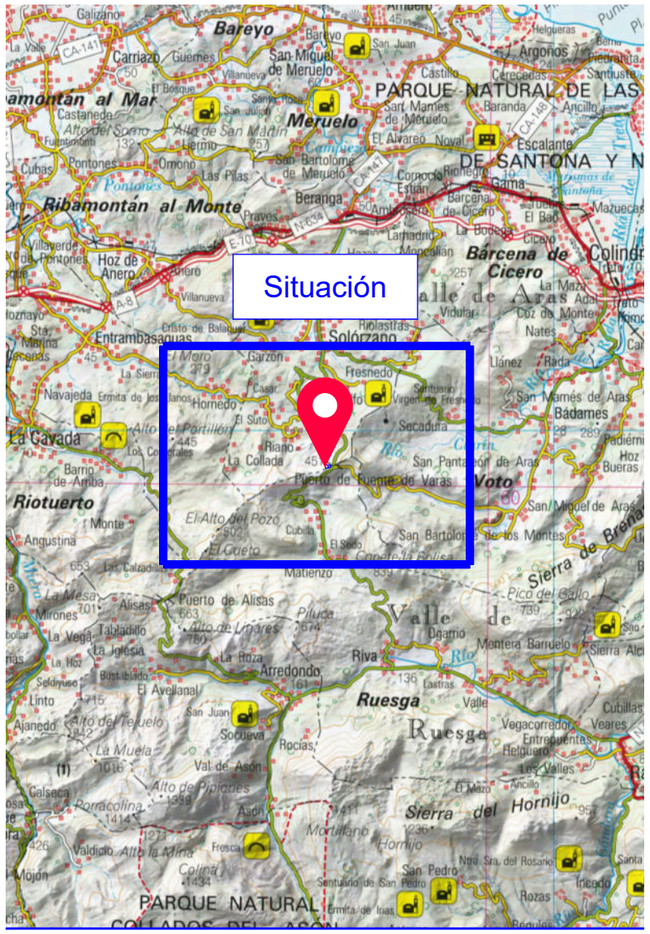
Plano Restitución Paisajística

4. Plano Restitución Paisajística

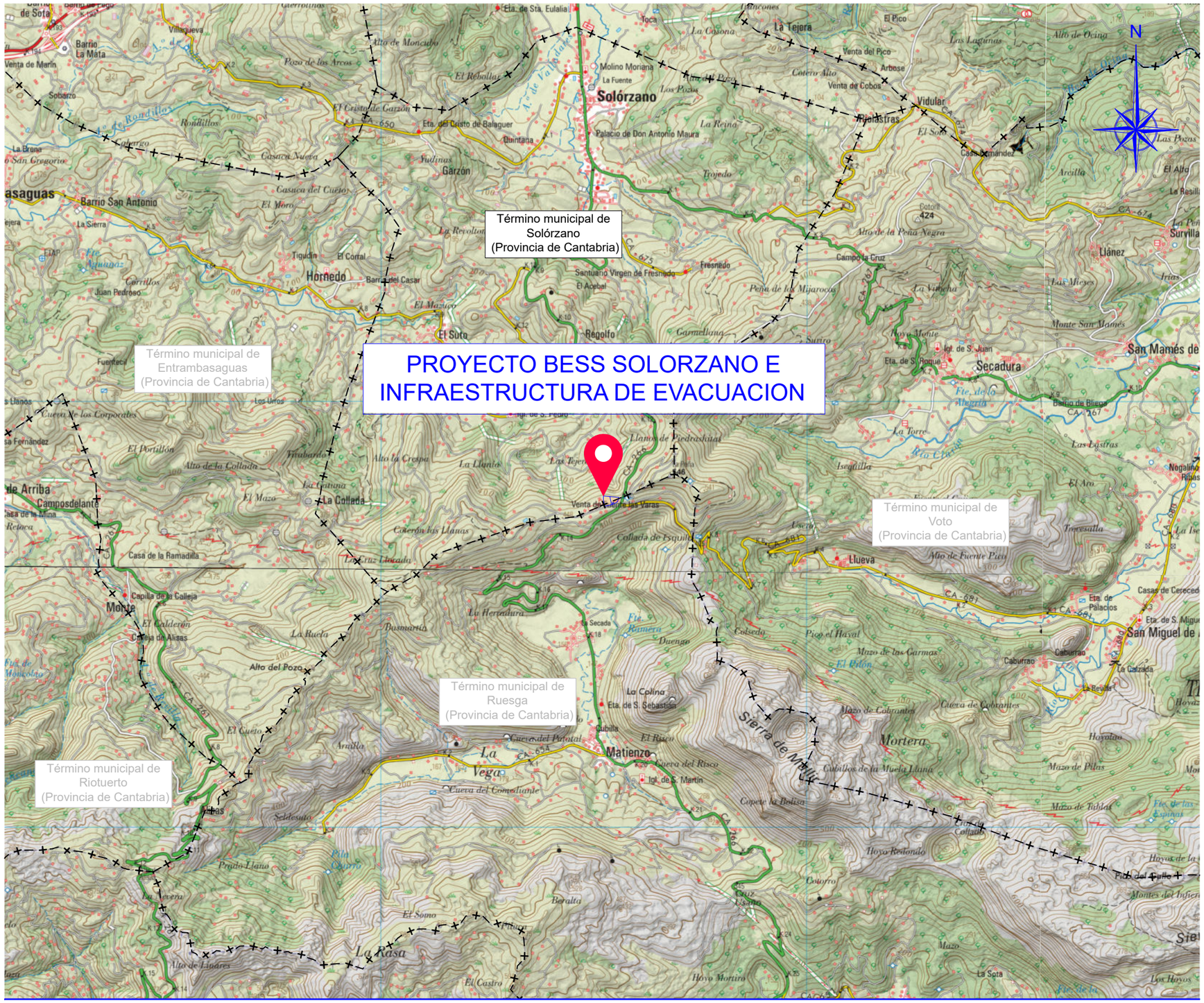
Relación de Bienes y Derechos Afectados

5. RBDA





PROVINCIA DE CANTABRIA Escala 1:200.000



CANTABRIA - TERMINO MUNICIPAL DE SOLORZANO Escala 1:50.000

BENBROS

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
00	Agosto 2025	Novotec	Novotec	BENBROS	BENBROS

FORMATO A3 | ESCALA VARIAS

novotec

DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN

TITULO DEL PLANO: **SITUACION Y EMPLAZAMIENTO**

BESS SOLORZANO E INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN

HOJA: 1 DE 1 | Rev. 00

PLANO Nº.: 1

ANEXO I. SISTEMA DE ALMACENAMIENTO ENERGÉTICO "BESS SOLORZANO"

ANEXO II. SET COLECTORA SOLORZANO 220 kV

LINEA EXISTENTE A SOTERRAR

Término municipal de SOLÓRZANO

N

BESS-01
BESS-02
BESS-03
BESS-04
BESS-05
BESS-06
BESS-07
SET-01
SET-02
SET-03
SET-04
SET-05
SET-06
SET-07
SET-08

COORDENADAS ANEXO I. SISTEMA DE ALMACENAMIENTO ENERGETICO "BESS SOLORZANO"

COORDENADAS U.T.M. ETRS 89 HUSO 30

PUNTO	COORDENADA X	COORDENADA Y
BESS-01	452.617,199	4.798.887,084
BESS-02	452.693,309	4.798.879,383
BESS-03	452.708,190	4.798.813,450
BESS-04	452.700,449	4.798.811,774
BESS-05	452.706,685	4.798.782,878
BESS-06	452.632,413	4.798.766,84
BESS-07	452.617,093	4.798.841,80

COORDENADAS SET COLECTORA SOLORZANO 220 KV

COORDENADAS U.T.M. ETRS 89 HUSO 30

PUNTO	COORDENADA X	COORDENADA Y
SET-01	452.749,770	4.798.796,520
SET-02	452.731,530	4.798.810,680
SET-03	452.720,649	4.798.800,029
SET-04	452.735,262	4.798.789,045
SET-05	452.714,814	4.798.784,585
SET-06	452.693,310	4.798.879,380
SET-07	452.800,390	4.798.868,550
SET-08	452.782,600	4.798.819,360

LOCALIZACION - TERMINO MUNICIPAL DE SOLORZANO

Escala 1:1.000

BENBROS

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
00	Agosto 2025	Novotec	Novotec	BENBROS	BENBROS

FORMATO: A3
ESCALA: 1:1.000

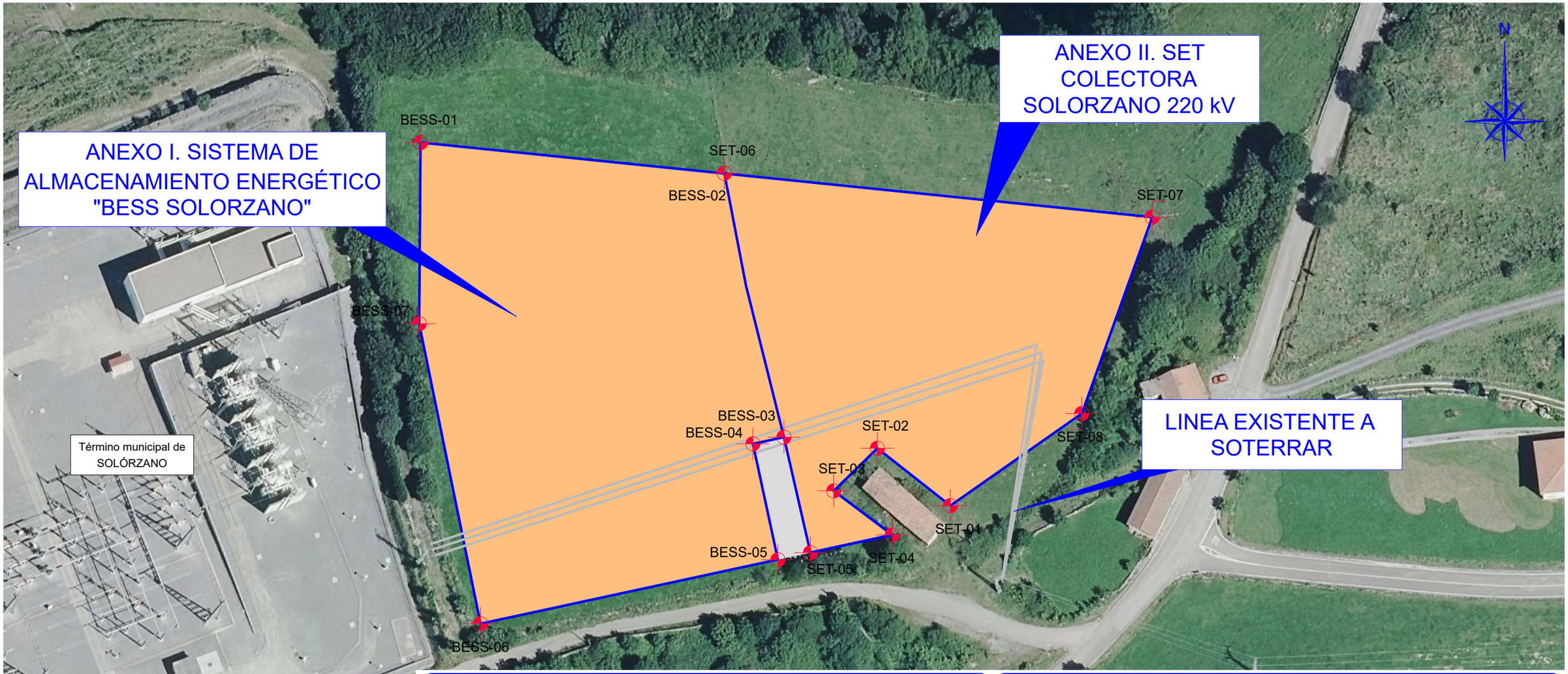
novotec

DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN

TITULO DEL PLANO: **LOCALIZACIÓN**

BESS SOLORZANO E INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN

HOJA: 1 DE 1
Rev. 00
PLANO Nº.: 2



LOCALIZACION - TERMINO MUNICIPAL DE SOLORZANO

Escala 1:1.000

COORDENADAS ANEXO I. SISTEMA DE ALMACENAMIENTO ENERGETICO "BESS SOLORZANO"

COORDENADAS U.T.M. ETRS 89 HUSO 30

PUNTO	COORDENADA X	COORDENADA Y	PUNTO	COORDENADA X	COORDENADA Y
BESS-01	452.617,199	4.798.887,084	BESS-05	452.706,685	4.798.782,878
BESS-02	452.693,309	4.798.879,383	BESS-06	452.632,413	4.798.766,84
BESS-03	452.708,190	4.798.813,450	BESS-07	452.617,093	4.798.841,80
BESS-04	452.700,449	4.798.811,774			

COORDENADAS SET COLECTORA SOLORZANO 220 KV

COORDENADAS U.T.M. ETRS 89 HUSO 30

PUNTO	COORDENADA X	COORDENADA Y	PUNTO	COORDENADA X	COORDENADA Y
SET-01	452.749,770	4.798.796,520	SET-05	452.714,814	4.798.784,585
SET-02	452.731,530	4.798.810,680	SET-06	452.693,310	4.798.879,380
SET-03	452.720,649	4.798.800,029	SET-07	452.800,390	4.798.868,550
SET-04	452.735,262	4.798.789,045	SET-08	452.782,600	4.798.819,360

BENBROS

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
00	Agosto 2025	Novotec	Novotec	BENBROS	BENBROS

FORMATO: A3 | ESCALA: 1:1.000

novotec

DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN

TITULO DEL PLANO: **LOCALIZACION SOBRE ORTOFOTO**

BESS SOLORZANO E INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN

HOJA: 1 DE 1 | Rev. 00

PLANO Nº.: 3



ESPECIFICACIONES:

1. REVEGETACION DE TALUDES: roble (Quercus robur), haya (Fagus sylvatica), castaño (Castanea sativa).coexistiendo con especies arbustivas como el espino albar (Crataegus monogyna), avellano silvestre (Corylus avellana), acebo (Ilex aquifolium)
2. SETOS PERIMETRALES: Crataegus monogyna (espino albar), Corylus avellana (avellano silvestre) Ilex aquifolium (acebo), Fraxinus (fresno), Quercus robur (roble), Quercus ilex (encina).
3. NUEVO ARBOLADO: robles, encinas fresnos, que proporcionan estructura y sombra, y arbustos como majuelos, zarzas, retamas o lavandas, que aportan densidad y diversidad al sotobosque.
4. PANTALLAS ACUSTICAS: la hiedra (Hedera helix) o la madreselva (Lonicera periclymenum),

NOTAS:

1. distancias en metros
2. sistema de coordenadas: etrs89 / utm zone 30n
3. la subestacion y linea de evacuacion son objeto de los anexos ii y iii del presente proyecto, por lo que no estan dentro del alcance del anexo i

FUENTE DE DATOS:

- Plan de restauración ambiental y paisajística realizado por Ambium Consultores, S.L.

LEYENDA DE SIMBOLOS

- VEGETACION DE TALUDES
- SETOS PERIMETRALES
- ARBUSTOS LINDE
- NUEVO ARBOLADO
- PANTALLA ACUSTICA

BENBROS

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
00	Agosto 2025	Novotec	Novotec	BENBROS	BENBROS

FORMATO: A1 | ESCALA: 1:300

novotec

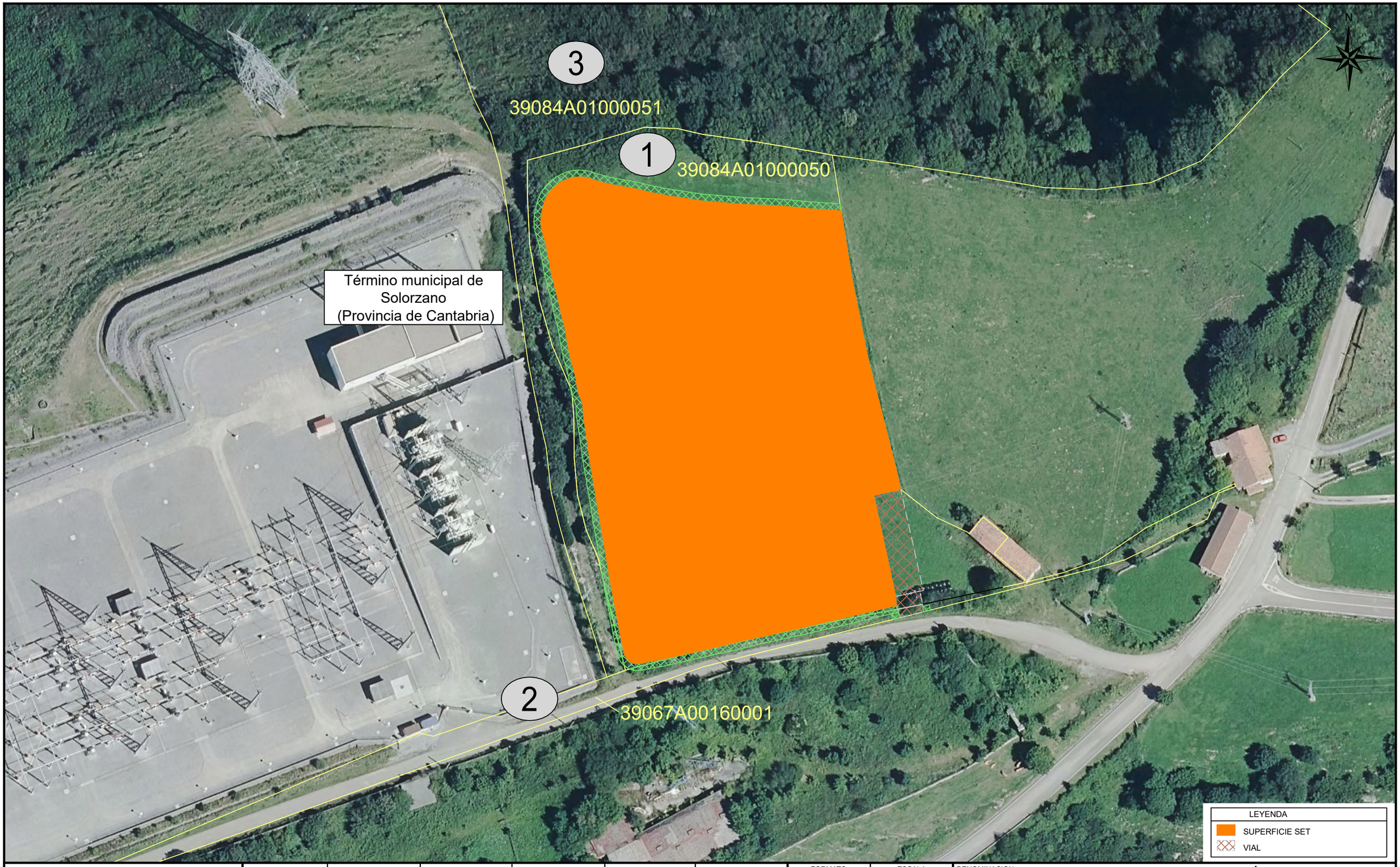
DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN

TITULO DEL PLANO: **PLANO RESTITUCION PAISAJISTA**

BESS SOLORZANO E INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN

HOJA: 1 DE 1 | Rev. 00

PLANO Nº.: 4



BENBROS

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
00	Agosto 2025	Novotec	Novotec	BENBROS	BENBROS

FORMATO: A3

ESCALA: 1:1.000

novotec

DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN

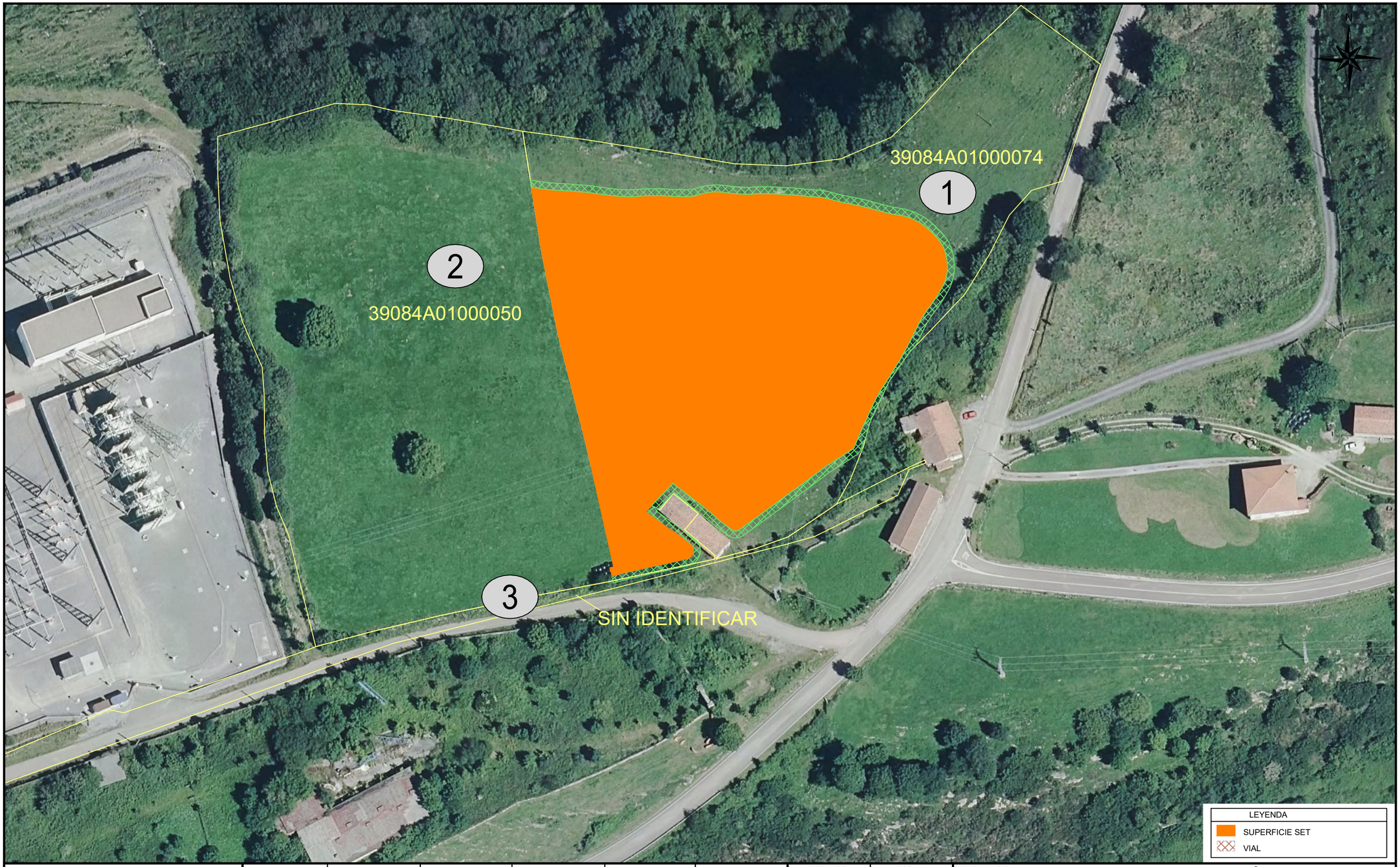
TITULO DEL PLANO: **RBDA. ANEXO I. SISTEMA DE ALMACENAMIENTO ENERGÉTICO "BESS SOLORZANO"**

BESS SOLORZANO E INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN

HOJA: 1 DE 3

Rev. 00

PLANO Nº.: 5



BENBROS

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
00	Agosto 2025	Novotec	Novotec	BENBROS	BENBROS

FORMATO: A3

ESCALA: 1:1.000

novotec

DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN

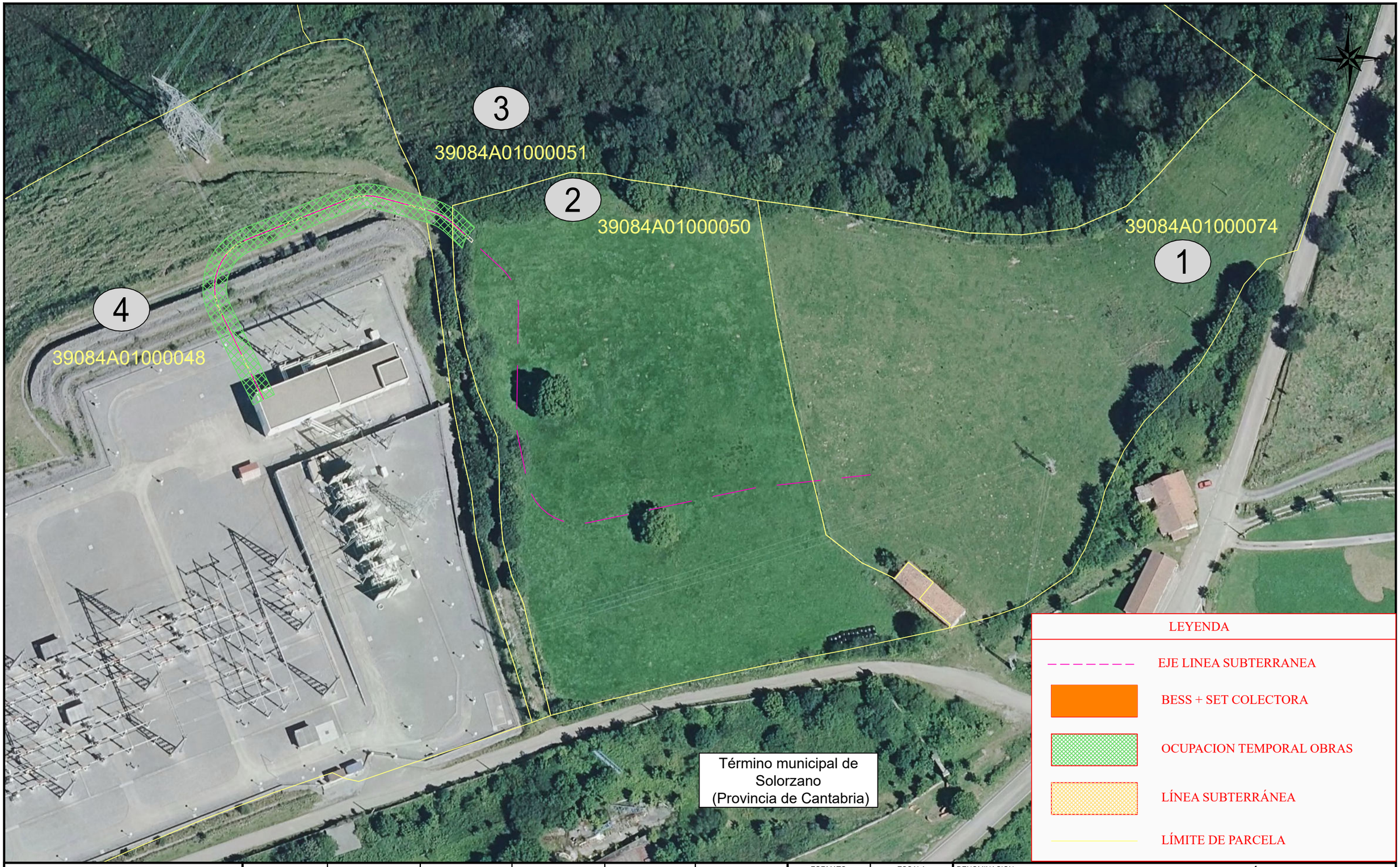
TITULO DEL PLANO: **RBDA. ANEXO I. SISTEMA DE ALMACENAMIENTO ENERGÉTICO "BESS SOLORZANO"**

BESS SOLORZANO E INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN

HOJA: 2 DE 3

Rev. 00

PLANO Nº.: 5



BENBROS

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
00	Agosto 2025	Novotec	Novotec	BENBROS	BENBROS

FORMATO: A3

ESCALA: 1:1.000

novotec

DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN

TITULO DEL PLANO: **RBDA. ANEXO I. SISTEMA DE ALMACENAMIENTO ENERGÉTICO "BESS SOLORZANO"**

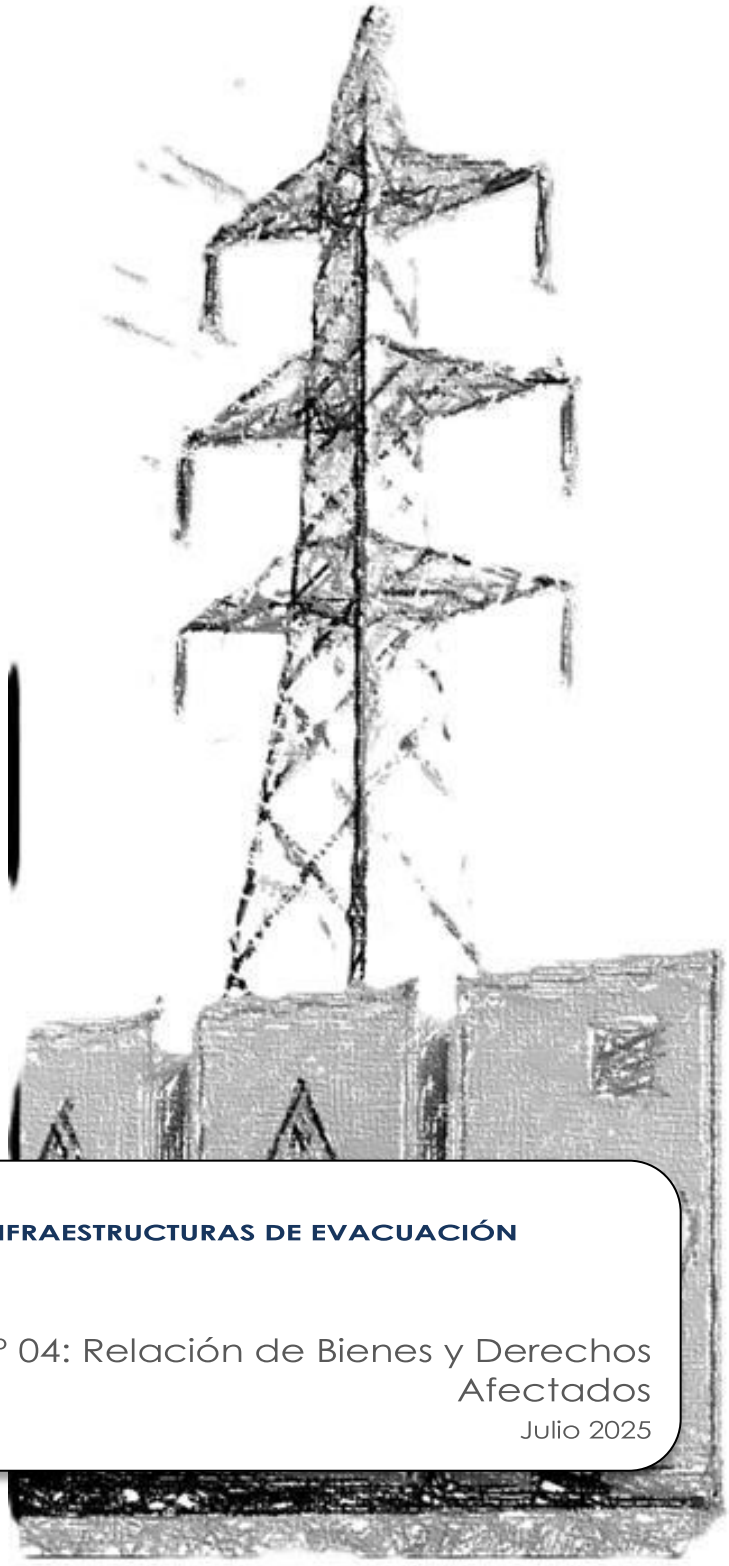
BESS SOLORZANO E INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN

HOJA: 3 DE 3

Rev. 00

PLANO Nº.: 5

novotec



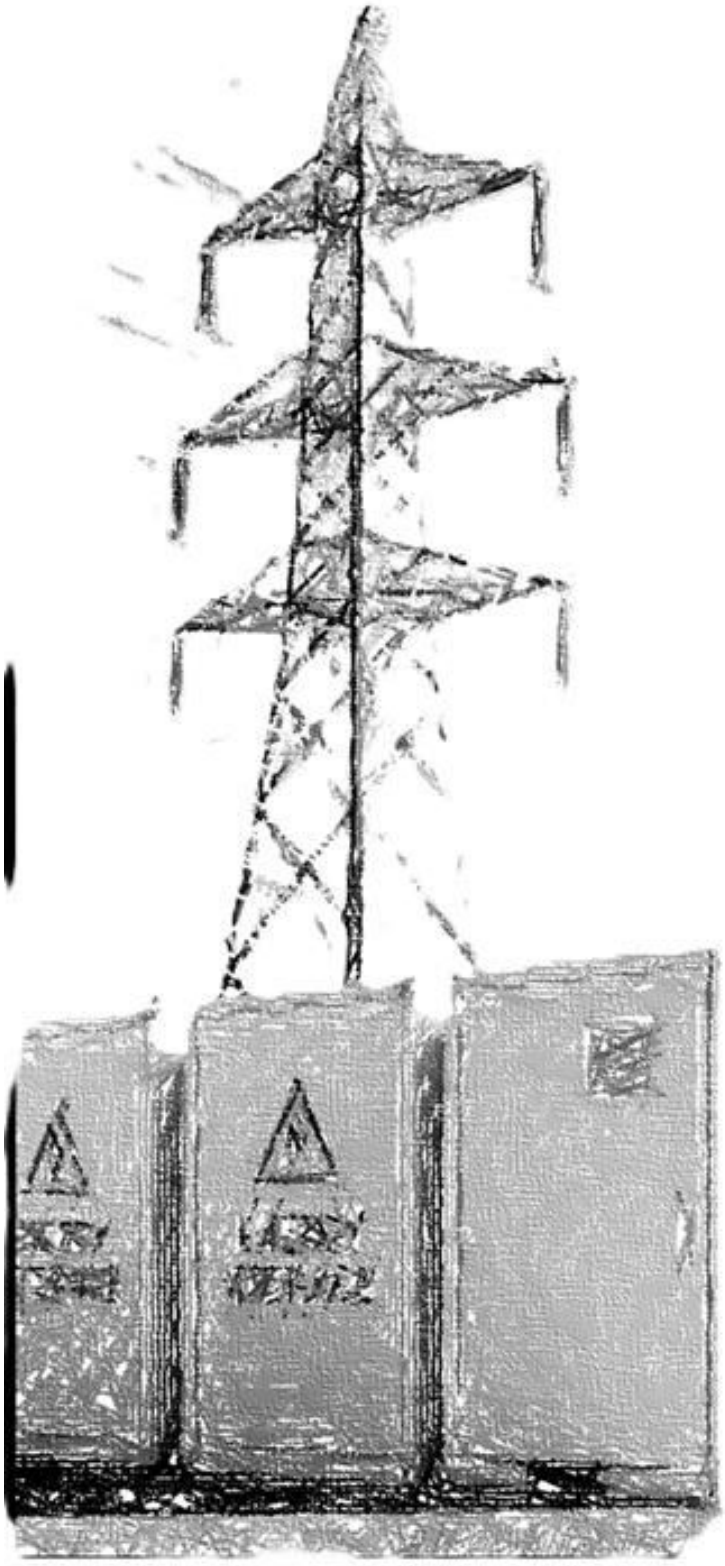
BESS SOLORZANO E INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

Documento nº 04: Relación de Bienes y Derechos Afectados

Julio 2025

BENBROS

novotec



BENBROS

ÍNDICE

1. BIENES Y DERECHOS AFECTADOS 2

1.1. ANEXO I. BESS SOLORZANO 2

1.2. ANEXO II. SET COLECTORA SOLORZANO 220 KV 3

1.3. ANEXO III. LSAT 220 KV SET COLECTORA SOLORZANO - SET SOLORZANO (REE) 4

1. BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

Las afecciones a bienes y derechos, motivadas por la construcción de la **BESS SOLORZANO E INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN** objeto del presente **Proyecto**, quedan recogidos en la siguiente tabla:

1.1. ANEXO I. BESS SOLORZANO

Nº PARCELA PROYECTO	DATOS CATASTRALES						PLATAFORMA BESS		ACCESO		ACCESO COMÚN SET Y BESS
	POLÍGONO	PARCELA	TÉRMINO MUNICIPAL	PROVINCIA	ÁREA (ha)	REFERENCIA CATASTRAL	OCUPACION PERMANENTE (m^2)	OCUPACION TEMPORAL (m^2)	OCUPACION PERMANENTE ACCESO(m^2)	OCUPACION TEMPORAL ACCESO(m^2)	SUPERFICIE (m^2)
1	010	00050	SOLORZANO	CANTABRIA	13419	39084A01000050	10.658,43	461,41	27,51		239,05
2	ENT	FICAR	SOLORZANO	CANTABRIA	1870	SIN IDENTIFICAR	1,46	133,77	16,74	6,5	
3	010	00051	SOLORZANO	CANTABRIA	58838	39084A01000051		17,43			

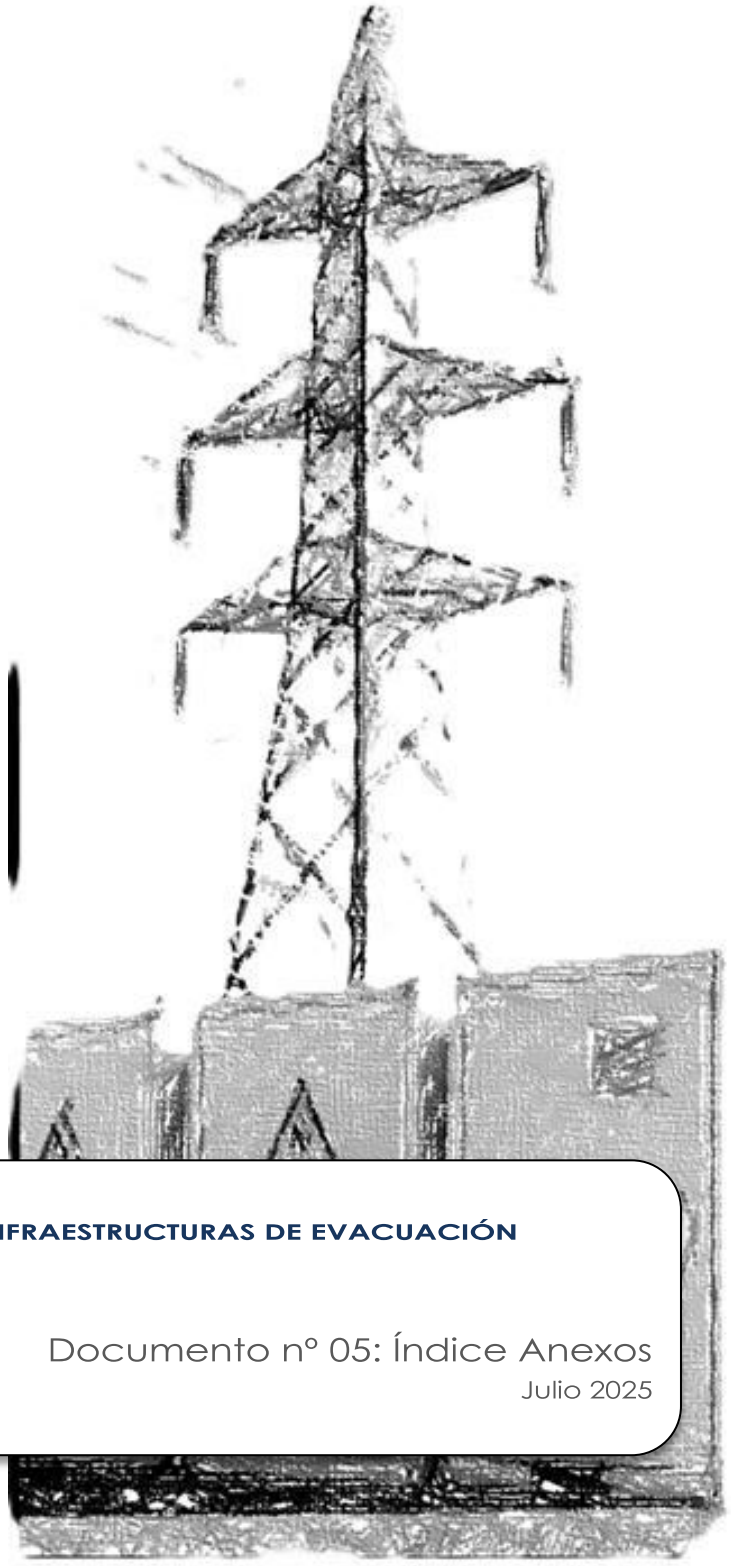
1.2. ANEXO II. SET COLECTORA SOLORZANO 220 kV

Nº PARCELA PROYECTO	DATOS CATASTRALES						PLATAFORMA SET	
	POLÍGONO	PARCELA	TÉRMINO MUNICIPAL	PROVINCIA	ÁREA (ha)	REFERENCIA CATASTRAL	OCUPACION PERMANENTE (m^2)	OCUPACION TEMPORAL (m^2)
1	010	00074	SOLORZANO	CANTABRIA	12930	39084A01000074	8275,32	501,78
2	010	00050	SOLORZANO	CANTABRIA	13419	39084A01000050	417,47	84,13
3	ENT	FICAR	SOLORZANO	CANTABRIA	1870	SIN IDENTIFICAR		8,18

1.3. ANEXO III. LSAT 220 kV SET COLECTORA SOLORZANO - SET SOLORZANO (REE)

Nº PARCELA PROYECTO	DATOS CATASTRALES						LINEA SUBTERRANEA		
	POLÍGONO	PARCELA	TÉRMINO MUNICIPAL	PROVINCIA	ÁREA (ha)	REFERENCIA CATASTRAL	OCUPACIÓN PERMANENTE (m²)	OCUPACIÓN TEMPORAL (m²)	LONGITUD (m)
2	010	00050	SOLORZANO	CANTABRIA	13419	39084A01000050	6,17	34,93	171,26
3	010	00051	SOLORZANO	CANTABRIA	58838	39084A01000051	7,34	55,86	9,17
4	010	00048	SOLORZANO	CANTABRIA	42311	39084A01000048	85,54	640,78	106,92
1	010	00074	SOLORZANO	CANTABRIA	12930	39084A01000074			16,61

novotec



BESS SOLORZANO E INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

Documento nº 05: Índice Anexos

Julio 2025

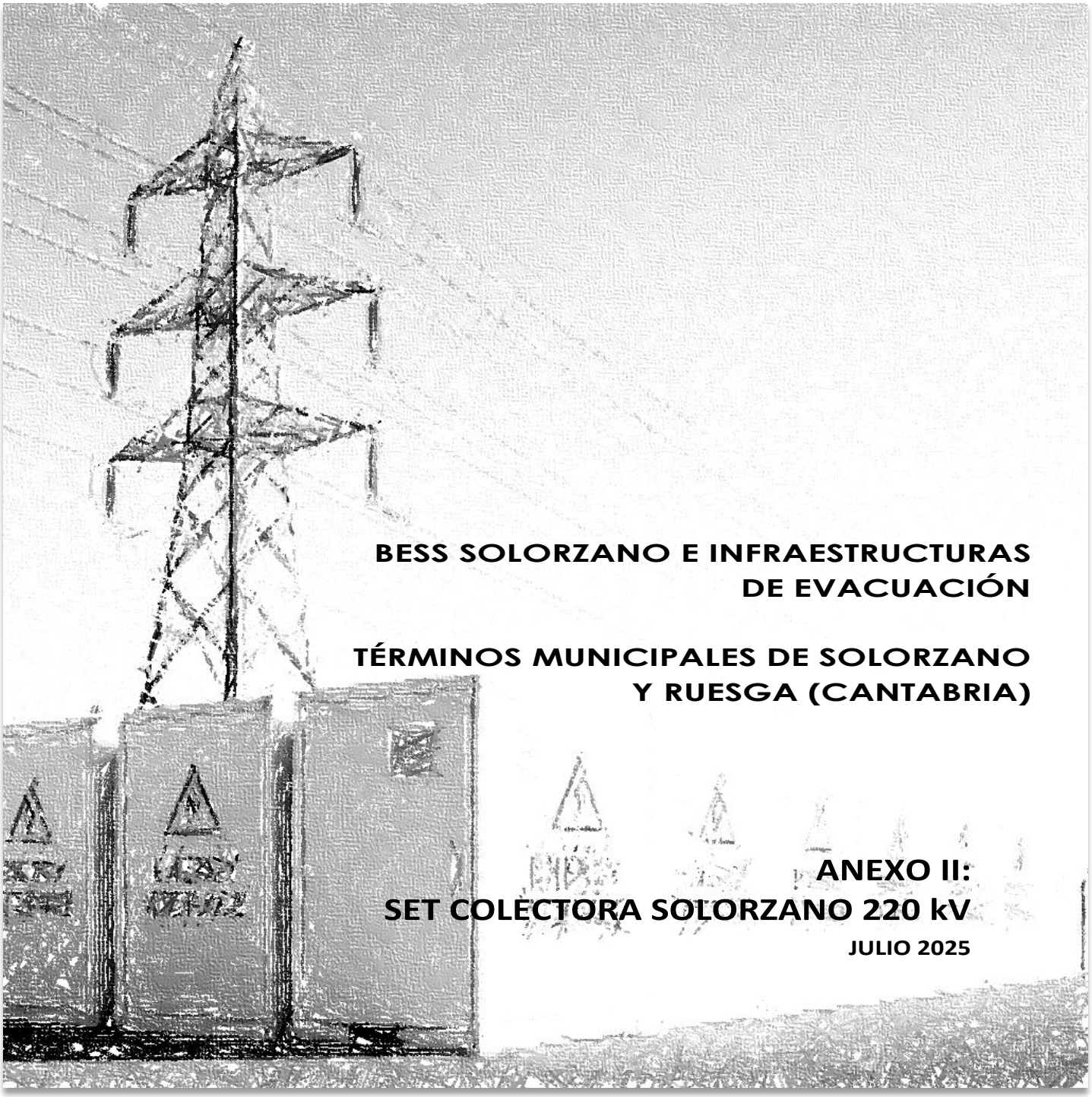
BENBROS

ÍNDICE ANEXOS

BESS SOLORZANO E INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN:

- **ANEXO I. SISTEMA DE ALMACENAMIENTO ENERGÉTICO "BESS SOLORZANO"**
- **ANEXO II. SET COLECTORA SOLORZANO 220 kV**
- **ANEXO III. LSAT 220 kV SET COLECTORA SOLORZANO - SET SOLORZANO (REE)**

novotec



BESS SOLORZANO E INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

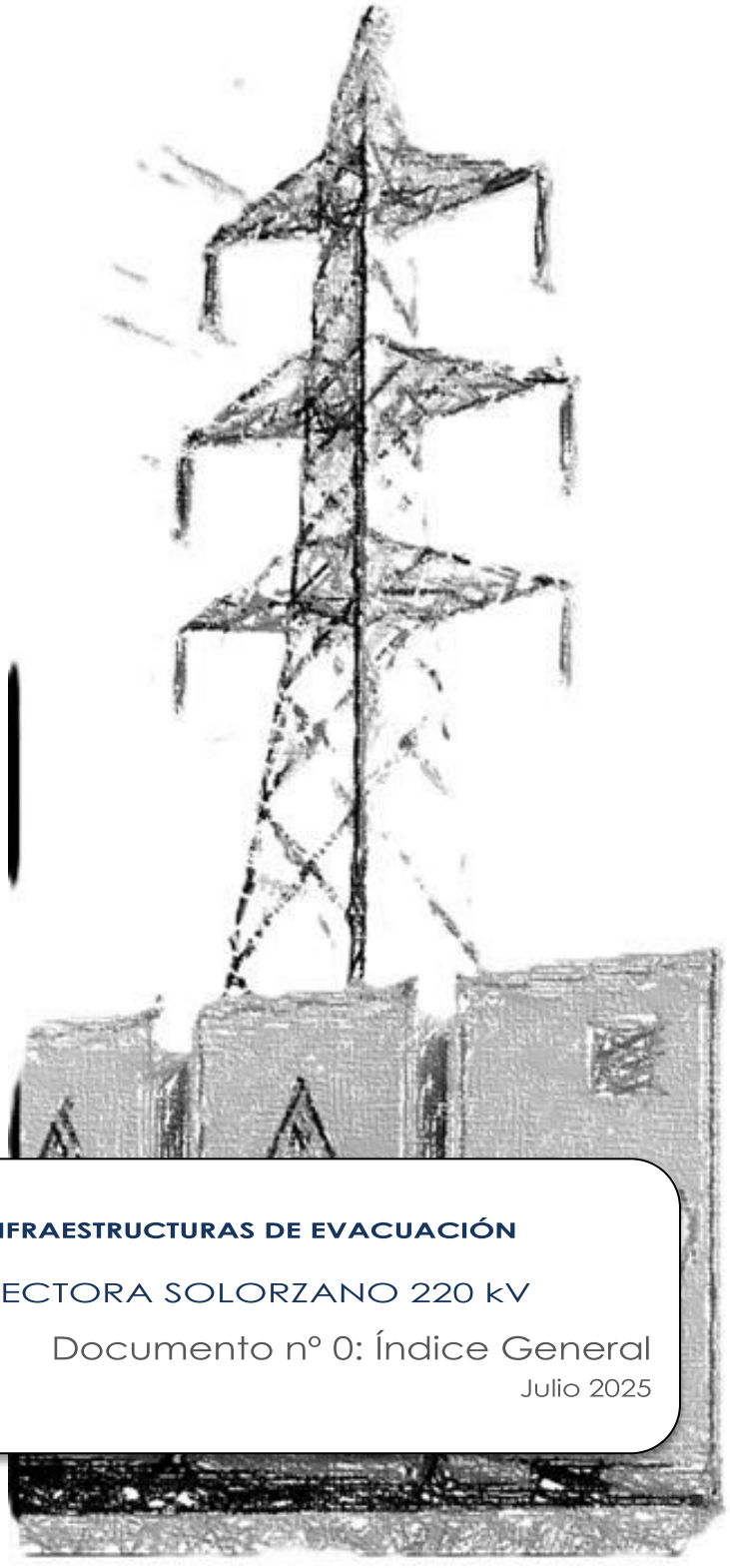
TÉRMINOS MUNICIPALES DE SOLORZANO Y RUESGA (CANTABRIA)

ANEXO II:
SET COLECTORA SOLORZANO 220 kV

JULIO 2025

BENBROS

novotec



BESS SOLORZANO E INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

ANEXO II. SET COLECTORA SOLORZANO 220 kV

Documento nº 0: Índice General

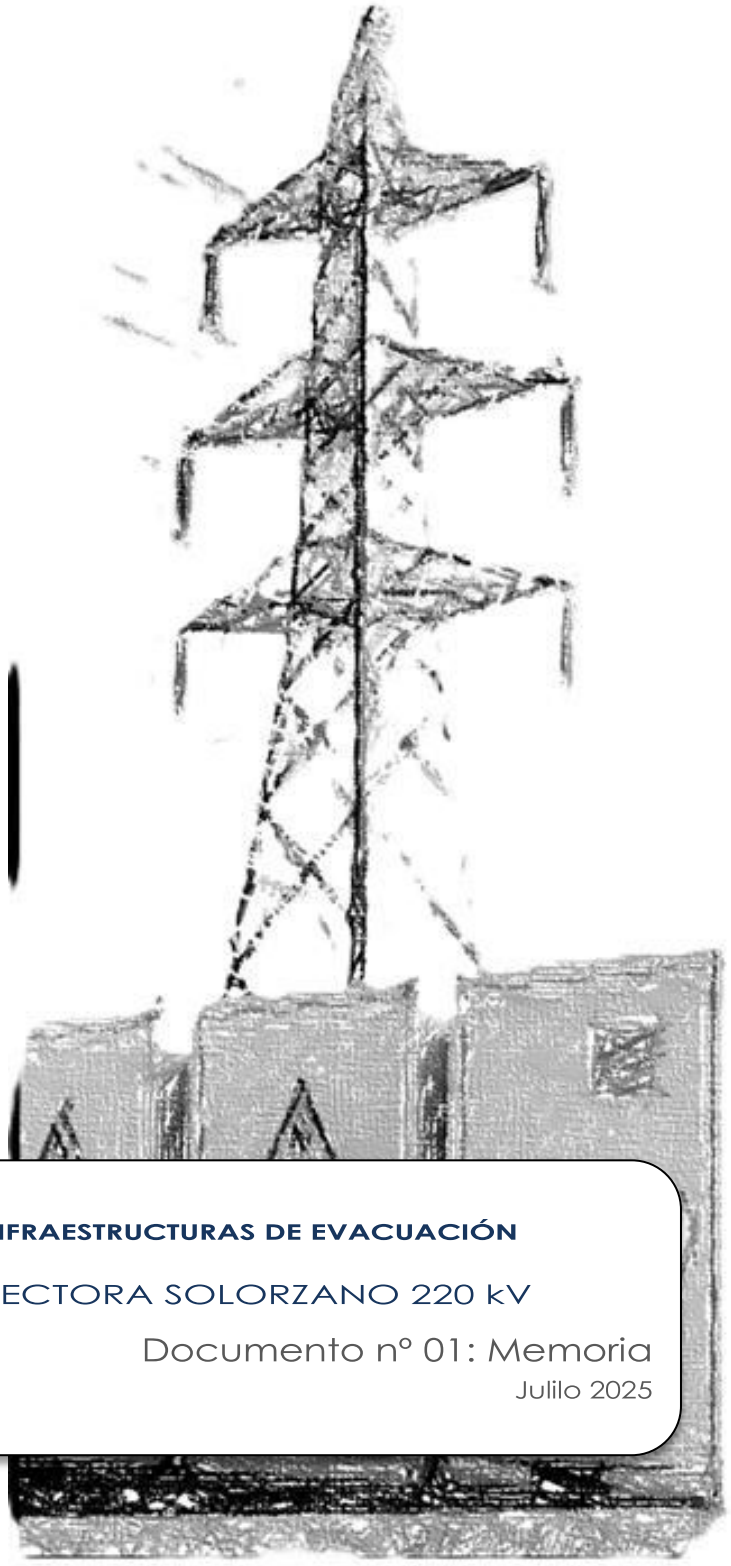
Julio 2025

BENBROS

ÍNDICE GENERAL

- **DOCUMENTO Nº 01: MEMORIA**
- **DOCUMENTO Nº 02: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS**
- **DOCUMENTO Nº 03: ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS**
- **DOCUMENTO Nº 04: PRESUPUESTO**
- **DOCUMENTO Nº 05: PLANOS**
- **DOCUMENTO Nº 06: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**
- **DOCUMENTO Nº 07: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS**
- **DOCUMENTO Nº 08: PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS**

novotec



BESS SOLORZANO E INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

ANEXO II. SET COLECTORA SOLORZANO 220 kV

Documento nº 01: Memoria

Julilo 2025

BENBROS

ÍNDICE

1. LEGISLACIÓN Y NORMATIVA APLICABLE 4

1.1. NORMATIVA ESTATAL 4

1.2. NORMATIVA AUTONÓMICA Y LOCAL 5

1.3. CÓDIGOS Y NORMAS 5

2. EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN 6

3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN 7

3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN 7

3.2. SISTEMA ELÉCTRICO 7

3.2.1. MAGNITUDES ELÉCTRICAS 7

3.2.2. DISTANCIAS DE SEGURIDAD 8

3.2.3. TENDIDOS DE POSICIÓN 10

3.2.3.1. PIEZAS DE CONEXIÓN 10

3.2.4. CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA 11

3.2.4.1. SISTEMA DE 220 KV 11

3.2.4.1.1. INTERRUPTOR AUTOMÁTICO 12

3.2.4.1.2. SECCIONADOR TRIPOLAR 12

3.2.4.1.3. TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD 13

3.2.4.1.4. TRANSFORMADORES DE TENSIÓN 14

3.2.4.1.5. PARARRAYOS AUTOVÁLVULA 15

3.2.4.1.6. TERMINALES 15

3.2.4.2. TRANSFORMADORES DE POTENCIA 16

3.2.4.2.1. REACTANCIA DE PUESTA A TIERRA 17

3.2.4.3. SISTEMA DE 30 KV 17

3.2.4.3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES 17

3.2.4.3.2. INTERRUPTORES 19

3.2.4.3.3. SECCIONADORES 19

3.2.4.3.4. TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD 20

3.2.4.3.5. TRANSFORMADORES DE TENSIÓN 20

3.2.4.3.6. PARARRAYOS AUTOVÁLVULA 21
3.3. RED DE TIERRAS 21
3.3.1. RED DE TIERRAS INFERIORES 21
3.3.2. RED DE TIERRAS SUPERIORES 22
3.4. ESTRUCTURAS METÁLICAS 23
3.4.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES ESTRUCTURA METÁLICA 23
3.4.2. ESTRUCTURA METÁLICA NECESARIA EN LA INSTALACIÓN 24
3.5. SISTEMAS DE CONTROL Y PROTECCIÓN 24
3.5.1. SISTEMA DE CONTROL 24
3.5.2. SISTEMA DE PROTECCIONES 26
3.5.3. SISTEMA 30 KV 26
3.5.4. TRANSFORMADOR DE POTENCIA 27
3.5.5. LÍNEA 220 KV 27
3.6. SERVICIOS AUXILIARES 28
3.6.1. SERVICIOS AUXILIARES DE CORRIENTE ALTERNA 28
3.6.2. SERVICIOS AUXILIARES DE CORRIENTE CONTINUA 28
3.6.3. GRUPO ELECTRÓGENO 29
3.7. SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES 29
3.7.1. TELECOMUNICACIONES PARA FUNCIONES DE PROTECCIÓN 29
3.7.2. RED DE FIBRA ÓPTICA EN LA SUBESTACIÓN 29
3.7.3. TELEGESTIÓN DE PROTECCIONES, SISTEMAS DE TELECONTROL Y EQUIPOS DE COMUNICACIONES. 29
3.8. MEDIDA DE ENERGÍA 30
3.8.1. MEDIDA FISCAL 30
3.9. OBRA CIVIL 31
3.9.1. MOVIMIENTO DE TIERRAS 31
3.9.2. URBANIZACIÓN 32
3.9.3. ACCESOS Y VIALES 32
3.9.4. EDIFICIO DE CONTROL 33
3.9.4.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES 33

3.9.4.2. DESCRIPCIÓN DE SALAS 34
3.9.4.3. VENTILACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO 35
3.9.5. CIMENTACIONES DEL APARELLAJE ELÉCTRICO DE LA SUBESTACIÓN 35
3.9.6. BANCADA DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA 36
3.9.7. RED DE DRENAJE 36
3.9.8. CANALIZACIONES Y CANALES DE CABLES 36
3.9.8.1. OTRAS CANALIZACIONES 37
3.9.9. CIERRE PERIMETRAL 37
3.10. INSTALACIÓN DE ALUMBRADO Y FUERZA 38
3.10.1. ALUMBRADO 38
3.10.1.1. ALUMBRADO EXTERIOR 38
3.10.1.2. ALUMBRADO INTERIOR 39
3.10.2. FUERZA 40
3.11. SISTEMA CONTRAINCENDIOS Y ANTIINTRUSISMO 40
3.11.1. SISTEMA CONTRAINCENDIOS 40
3.11.1.1. DETECCIÓN Y SISTEMA DE ALARMA 40
3.11.1.2. SEÑALIZACIÓN DE EVACUACIÓN Y MÉTODOS DE PROTECCIÓN 41
3.11.1.3. EXTINTORES 41
3.11.2. SISTEMA ANTIINTRUSISMO 41
4. PLAZO DE EJECUCIÓN Y CRONOGRAMA 43
5. ORGANISMOS AFECTADOS 44

1. LEGISLACIÓN Y NORMATIVA APLICABLE

El Proyecto Técnico Administrativo ha sido redactado de acuerdo a lo preceptuado en lasiguiente Normativa y Reglamentación de Instalaciones de Alta Tensión:

1.1. 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.

- 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.

1.2. NORMATIVA AUTONÓMICA Y LOCAL

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

1.3. CÓDIGOS Y NORMAS

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

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

2. EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN

La **Subestación SET COLECTORA SOLORZANO 220 kV** estará ubicada en el **Término Municipal de Solórzano**, provincia de Cantabria. Ocupa una superficie total aproximada de **6.271 m²** y las coordenadas aproximadas de los vértices del cerramiento son (ETRS 89 HUSO 30):

Vértice	Coordenada X	Coordenada Y
SET-01	452.749,770	4.798.796,520
SET-02	452.731,530	4.798.810,680
SET-03	452.720,649	4.798.800,029
SET-04	452.735,262	4.798.789,045
SET-05	452.714,814	4.798.784,585
SET-06	452.693,310	4.798.879,380
SET-07	452.800,390	4.798.868,550
SET-08	452.782,600	4.798.819,360

El acceso a la subestación se realizará mediante un camino interno. Dicho acceso tendrá su origen en la intersección de las carreteras de acceso CA-266 y CA-681, continuando a través de un camino de dominio público, hasta entroncar con el nuevo vial de acceso común a la BESS SOLORZANO y a la SET COLECTORA SOLORZANO 220 kV, en las coordenadas (ETRS 89 HUSO 30) X: 452.711,8301, Y: 4.798.775,8776.

El emplazamiento y acceso de la instalación quedan recogidos en los planos de situación y ubicación adjuntos, en el *Documento 05 "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.

3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La nueva Subestación SET COLECTORA SOLORZANO 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 05 "Planos"* del presente proyecto.

3.1. Características Generales de la Instalación

La subestación SET COLECTORA SOLORZANO 220 kV está situada en el Término Municipal de Solórzano, provincia de Cantabria.

Atendiendo a las características ambientales del emplazamiento seleccionado, esta instalación se realiza con tecnología convencional con aislamiento en hexafluoruro de azufre, con una configuración simple barra con una posición de transformador, una posición de barras y una posición de línea.

Las condiciones ambientales del emplazamiento son las siguientes:

- Altura media sobre el nivel del mar: +447 msnm
- Tipo de Zona: A (Según R. L. A. T.)
- Temperaturas extremas: 0°C /+26°C
- Contaminación ambiental: II Fuerte.
- Nivel de aislamiento: 31 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.

3.2. Sistema Eléctrico

3.2.1. 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 7595 mm (31 mm/kV)

3.2.2. 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 asilamiento 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

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 +447 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 tablas1, 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 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 operacionesde 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 cm

Distancia que se cumple, según puede verse en el plano de Implantación y Secciones incluido en el *Documento 05 "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:

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

3.2.3. 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 3,5 m, en formación dúplex con las siguientes características:

El cable será tipo GULL (337-AL1/44-ST1A), de 25,38 mm de diámetro, equivalente a 381 mm^2 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.

3.2.3.1. 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.

3.2.4. Características de la Aparamenta

3.2.4.1. Sistema de 220 kV

Aparellaje:

El aparellaje de intemperie con que se equipa la subestación con configuración simple barra es el siguiente:

- Seis (6) transformadores de intensidad.
- Seis (6) interruptores automáticos unipolares de corte en SF_6.
- Un (1) seccionador tripolar con cuchillas de puesta a tierra.
- Dos (2) seccionadores tripolares sin puesta a tierra.
- Seis (6) transformadores de tensión inductivos.
- Seis (6) pararrayos autoválvulas.
- Tres (3) botellas terminales.

A continuación, se desglosan las distintas posiciones existentes en la subestación objeto del proyecto citando la aparamenta perteneciente a cada una de ellas individualmente:

- Posición de transformador (1):
  - Tres (3) pararrayos autoválvulas.
  - Tres (3) interruptores automáticos unipolares de corte en SF_6.
  - 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 (1):
  - Un (1) seccionador tripolar de conexión de barras.
  - Tres (3) transformadores de intensidad.
  - Tres (3) interruptores automáticos unipolares de corte en SF_6.
  - Un (1) seccionador tripolar con cuchillas de puesta a tierra para conexión a línea.
  - Tres (3) transformadores de tensión inductivos.
  - Tres (3) pararrayos autoválvulas.

3.2.4.1.1. 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 SF_6, de servicio exterior. Se instalarán seis (6) 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 µs 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 SF_6 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 SF_6, compensado en temperatura.

3.2.4.1.2. 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 que tenga puesta a tierra 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 telemandado 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 μs 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 μs 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 instalará un (1) seccionador tripolar rotativo de tres columnas con cuchillas de puesta a tierra en posición de línea y dos (2) seccionadores tripolares de conexión de barras.

3.2.4.1.3. 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:
  - Posición de trafo 150-300/5-5-5-5 A

- Posición de línea 600-1000/5-5-5-5 A

- Potencias y clases de precisión:
  - Posición de trafo:
    - Arrollamiento de medida fiscal 10 VA Cl.0,2s Fs≤5
    - Arrollamiento de protección 1 50 VA Cl.5P20
    - Arrollamiento de protección 2 50 VA Cl.5P20
    - Arrollamiento de medida local 20 VA Cl.0,5 Fs≤5
  - Posición de línea:
    - Arrollamiento de medida fiscal 10 VA Cl.0,2s Fs≤5
    - Arrollamiento de protección 1 50 VA Cl.5P30
    - Arrollamiento de protección 2 50 VA Cl.5P30
    - Arrollamiento de medida local 50 VA Cl.5P30
    - Arrollamiento de medida local 20 VA Cl.0,5 Fs≤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 µs 1050 kV (val. cresta)
- Intensidad límite térmica nominal 1,2 x In primaria

En total se instalarán seis (6) transformadores de intensidad de relación 150-300/5-5-5-5 A y tres (3) transformadores de intensidad de relación 600-1000/5-5-5-5 A.

3.2.4.1.4. 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:
  - Posición de barras:
    - Primer arrollamiento 220/√3 : 0,110/√3 kV
    - Segundo arrollamiento 220/√3 : 0,110/√3 kV
    - Tercer arrollamiento 220/√3 : 0,110/√3 kV
    - Cuarto arrollamiento 220/√3 : 0,110/√3 kV

- Posición de línea:
  - Primer arrollamiento 220/√3 : 0,110/√3 kV
  - Segundo arrollamiento 220/√3 : 0,110/√3 kV
  - Tercer arrollamiento 220/√3 : 0,110/√3 kV

- Potencias y clase de precisión (de potencias simultáneas):
  - Posición de barras:
  - Arrollamiento de medida 25 VA Cl. 0,2
  - Arrollamiento protección 1 25 VA Cl. 3P
  - Arrollamiento protección 2 25 VA Cl.3P
  - Arrollamiento ferroresonancia 50 VA Cl. 3
  - Posición de línea:
  - Arrollamiento de medida 10 VA, Cl. 0,2
  - Arrollamiento protección 1 50 VA, Cl. 0,5-3P
  - Arrollamiento protección 2 50 VA, Cl. 0,5-3P
- Tensión de ensayo a frecuencia industrial durante 1 min 460 kV
- Tensión de ensayo a impulso tipo rayo onda 1,2/50 µs 1050 kV

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

3.2.4.1.5. 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 seis (6) pararrayos conectados en derivación, con contador de descargas.

- Tensión nominal pararrayos 220 kV
- Tensión de servicio continuo (Uc) 154 kV
- Tensión asignada (Ur) 192 kV
- Intensidad nominal de descarga (onda 8/20 µs) 10 kA
- Clase de descarga 2

3.2.4.1.6. Terminales

Se dispondrán tres (3) botellas terminales para la tensión nominal de 220 kV.

3.2.4.2. Transformadores de Potencia

Para la transformación de 30/220 kV se ha previsto el montaje de un (1) transformador 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 56/70 MVA
- Refrigeración ONAN/ONAF
- Tipo de servicio Continuo exterior
- Frecuencia 50 Hz

El transformador va provisto 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).

3.2.4.2.1. 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

3.2.4.3. Sistema de 30 kV

Se instalará un sistema de celdas de 30 kV formado por celdas encapsuladas bajo envolvente 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 de las BESS SOLORZANO y BESS CANTABRIA 1.

Las celdas a instalar según su función son las siguientes:

- Una (1) celda para Transformador de potencia TR-1.
- Tres (3) celdas de Línea.
- Una (1) celda/S para Transformador de SSAA.

3.2.4.3.1. Características generales

El sistema de 30 kV tiene una configuración de simple barra y está compuesto por celdas blindadas con aislamiento en SF_6 para instalación en interior formando un módulo de celdas.

En el sistema de celdas la aparamenta se dispone bajo una envolvente metálica blindada con aislamiento en SF_6, 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 un conjunto interconectado perteneciente la evacuación de la energía de las BESS SOLORZANO y BESS CANTABRIA 1. 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 05 "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 25 kA
- Tensión de ensayo 1 minuto 50 Hz 70 kV
- Tensión de ensayo a impulso tipo rayo onda 1,2/50 µs 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 (1):
    - Embarrado de 2.000 A.
    - Un interruptor automático SF_6 de 2.000 A, 25 kA.
    - Un seccionador tripolar de aislamiento barras de tres posiciones, abierto, cerrado y puesta a tierra 2.000 A, 25 kA.
    - Tres transformadores de intensidad 1.200-1.800/5-5-5 A.
- Celda de línea L1, L2 (2):
    - Embarrado de 630 A.
    - Un interruptor automático SF_6 de 630 A, 25 kA.
    - Un seccionador tripolar de aislamiento barras de tres posiciones, abierto, cerrado y puesta a tierra 630 A, 25 kA.
    - Tres transformadores de intensidad 300-600/5-5 A.

- Celda de línea L3 (1):
    - Embarrado de 630 A.
    - Un interruptor automático SF_6 de 630 A, 25 kA.
    - Un seccionador tripolar de aislamiento barras de tres posiciones, abierto, cerrado y puesta a tierra 630 A, 25 kA.
    - Tres transformadores de intensidad 200-400/5-5 A.

3.2.4.3.2. 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 L2 630 A
    - Derivación celdas de línea L3 400 A
    - Derivación celdas de transformador 2.000 A
- Intensidad de cortocircuito asignado 25 kA
- Tensión de ensayo 1 minuto 50 Hz 70 kV
- Tensión de ensayo a impulso tipo rayo onda 1,2/50 µs 170 kV

3.2.4.3.3. 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 630 A
    - Derivación celda de transformador 2.000 A
- Intensidad de cortocircuito asignado 25 kA
- Tensión de ensayo 1 minuto 50 Hz 70 kV
- Tensión de ensayo a impulso tipo rayo onda 1,2/50 µs 170 kV

3.2.4.3.4. 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, L2 300-600 A
    - Derivación celdas de línea L3 200-400 A
    - TIs acoplados directamente en barras 600-1200 A
    - Derivación celda de transformador 1.200-1.800 A
- Potencias y Clases de precisión
    - Derivación celdas de línea:
        - Secundario 1 (medida fiscal) 15 VA cl.0,5 Fs≤5
        - Secundario 2 (protección) 15 VA cl.5P20
    - TIs acoplados directamente en barras:
        - Secundario 1 (medida fiscal) 15 VA cl.0,5 Fs≤5
        - Secundario 2 (medida fiscal) 15 VA cl.0,5 Fs≤5
    - Derivación celda de transformador:
        - Secundario 1 (medida fiscal) 15 VA cl.0,2s Fs≤5
        - Secundario 2 (protección) 20 VA cl.5P20
        - Secundario 3 (protección) 20 VA cl.5P20

3.2.4.3.5. 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 /√3 : 0,110/√3 kV
    - Segundo arrollamiento /√3 : 0,110/√3 kV

- Tercer arrollamiento /√3 : 0,110/√3 kV

- Potencias y Clases de precisión
  - Secundario 1 (medida fiscal) 25VA cl.0,2
  - Secundario 2 (medida fiscal) 25VA cl.0,2
  - Secundario 3 (protección) 25 VA, Cl. 0,5-3P
  - Secundario 4 (protección) 50 VA, Cl. 3P

3.2.4.3.6. 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 24 kV
- Tensión asignada 30 kV
- Intensidad nominal de descarga (onda 8/20 µs) 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 tres (3) pararrayos de 30 kV.

3.3. Red de Tierras

3.3.1. 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 mm^2 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 ºC 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 Documento 02 "Cálculos Justificativos" se adjunta el cálculo de la malla de puesta a tierra.

En el Documento 05 "Planos" del presente proyecto puede verse un plano con la red detierras.

3.3.2. Red de Tierras Superiores

Con el objeto de proteger los equipos frente a descargas atmosféricas directas, la subestación está dotada con 4 puntas Franklin para la captación del rayo, ubicadas sobre mástiles autoportantes.

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 Documento 02 "Cálculos Justificativos" se adjunta el diseño de las tierras superiores.

3.4. Estructuras Metálicas

3.4.1. Características generales estructura metálica

Los embarrados serán elegidos de forma que las temperaturas máximas previstas no provoquen calentamientos por encima de 40º 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 aparamenta de intemperie y los embarrados, así como para el amarre de las líneas.

Los soportes de la aparamenta 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/mm^2.

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.

3.4.2. Estructura metálica necesaria en la instalación

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

- Seis (6) soportes para montaje de pararrayos autoválvulas.
- Seis (6) soportes para montaje de transformadores de tensión inductivos y tres (3) soportes para montaje de transformadores PVT.
- Un (1) soporte para montaje de seccionador tripolar con cuchillas de PaT y dos (2) soportes para montaje de seccionador tripolar sin cuchillas de PaT.
- Seis (6) soportes para montaje de transformadores de intensidad.
- Seis (6) soportes para montaje de interruptor automático unipolar de corte en SF_6.
- Tres (3) soportes para montaje de vanos del embarrado.
- Tres (3) soportes para montaje de aisladores C10-1050 de tipo columna.
- Tres (3) soportes para montaje de botellas terminales.
- Un (1) soporte para reactancia de puesta a tierra.

3.5. Sistemas de Control y Protección

3.5.1. 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 deRTC (Red Telefónica Conmutada).
- Una Unidad de Control de Posición (UCP) por cada posición. Estas UCPs tendrán funciones de control ymedida, 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.
- Tres 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 construidos 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 05 "Planos"* puede verse la disposición de armarios prevista en la sala de control.

3.5.2. Sistema de Protecciones

3.5.3. 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

3.5.4. 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
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
OSC	Oscilografía

3.5.5. Línea 220 kV

- Protección principal:

87L	Protección diferencial de línea
87B	Protección diferencial de barra
21	Protección de distancia o impedancia
67N	Sobreintensidad direccional de neutro
50C	Relé instantáneo de sobreintensidad
79	Reenganche
94TD	Disparo retardado
LOC	Localizador de faltas
OSC	Oscilografía

- Protección secundaria:

87L	Protección diferencial de línea
87B	Protección diferencial de barra
21	Protección de distancia o impedancia
67N	Sobreintensidad direccional de neutro
50C	Relé instantáneo de sobreintensidad
79	Reenganche
59	Protección contra sobretensiones
94TD	Disparo retardado
LOC	Localizador de faltas
OSC	Oscilografía

3.6. Servicios Auxiliares

3.6.1. Servicios Auxiliares de Corriente Alterna

Transformador de Tensión inductivo, aislado en aceite, monofásico, para suministro de potencia directamente de circuito primario de alta tensión a circuito secundario de baja tensión para alimentación de servicios auxiliares.

Transformador SSAA	
Relación de transformación (kV)	220:√3/0,400:0,110
Tensión nominal primaria (kV)	220:√3
Tensión nominal secundaria (kV) N1 (L-L + convertidor CA/CC:CC/CA) N2 (L-N)	 0,400 0,110
Potencia (kVA)	60

3.6.2. 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.

3.6.3. Grupo electrógeno

Se proyecta la instalación de un grupo electrógeno de exterior (125 kW) como alimentación de reserva, y con potencia suficiente para realizar la operación normal de subestación.

3.7. 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.

3.7.1. 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.

3.7.2. 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.

3.7.3. 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.

3.8. Medida de Energía

La medida de la posición de 220 kV se recibirá en los equipos de control (UCPs) desde los transformadores de medida, bien de forma directa o a través de convertidores de medida.

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	x	x
Barras 220 kV		X	X	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.

3.8.1. Medida fiscal

En cuanto los equipos contadores-registradores, se instalará total de cuatro (4) equipos de medida, una medida principal y una medida redundante en la línea de salida de 220 kV y dos medidas comprobante asociadas a la evacuación de la energía de BESS SOLORZANO y BESS CANTABRIA 1, cumpliendo con lo especificado en el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico y más concretamente en las instrucciones técnicas complementarias (punto 4.5), se instalarán contadores de energía activa de clase 0,2s y reactiva de clase 0,2 para medida principal y redundante.

El equipamiento necesario que se ha previsto para el consumo de energía será el siguiente:

- Transformadores de tensión e intensidad.
- Contadores de energía activa que, en el caso de los estáticos, deberán contar con el correspondiente certificado de conformidad a las normas UNE-EN 60,687 y UNE-EN 61,036 para su clase de precisión, simple tarifa, conexión a 4 hilos, clase de precisión ≤ 0,2S.
- El registro de energía activa será realizado en todos los sentidos en los que sea posible la circulación de la energía.

- Contadores de energía reactiva que, en el caso de los estáticos, deberán contar con el correspondiente certificado de conformidad a las normas UNE-EN 61,268 para su clase de precisión, 4 hilos, clase de precisión ≤ 0,5. El registro de energía reactiva será realizado en todos los cuadrantes en la que sea posible la circulación de la energía.
- El registro de energía reactiva será realizado en todos los cuadrantes en los que sea posible la circulación de la energía,
- Registrador-discriminador tarifario, destinado al almacenamiento de las medidas procedentes de los contadores y dar apoyo a la teletransmisión, podrá tener la función de maxímetro y de acumulación de curvas de carga.
- Podrá almacenar la información de uno o más equipos de medida.
- El período de integración deberá ser de 15 minutos, aunque deberá ser posible parametrizar valores inferiores.
- Dispondrá de un módem para red telefónica conmutada, compatible con el puesto central de telemedida.

Estos equipos irán alojados en un armario normalizado, alojado en la sala de medida de la subestación eléctrica.

3.9. 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.

3.9.1. Movimiento de Tierras

La siguiente tabla muestra el volumen total del movimiento de tierras estimado para plataforma de la SET, desglosado en volúmenes de movimientos de tierras de desmonte, terraplén y tierra vegetal.

VOLUMEN TOTAL DEL MOVIMIENTO DE TIERRAS	
Desmonte (m³)	5.554,82
Terraplén (m³)	9.902,62
Tierra vegetal (m³)	1.824,20

La siguiente tabla muestra el cincuenta por ciento del volumen total del movimiento de tierras estimado para vial de acceso común a BESS y SET, desglosado en volúmenes de movimientos de tierras de desmonte, terraplén y tierra vegetal.

VOLUMEN TOTAL DEL MOVIMIENTO DE TIERRAS	
Desmonte (m^3)	148,175
Terraplén (m^3)	193,835
Tierra vegetal (m^3)	50,675

3.9.2. 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.

3.9.3. Accesos y Viales

El acceso a la subestación se realizará mediante un camino interno. Dicho acceso tendrá su origen en la intersección de las carreteras de acceso CA-266 y CA-681, continuando a través de un camino de dominio público, hasta entroncar con el nuevo vial de acceso común a la BESS SOLORZANO y a la SET COLECTORA SOLORZANO 220 kV, en las coordenadas (ETRS 89 HUSO 30) X: 452.711,8301, Y: 4.798.775,8776.

En el interior de la subestación existirá un vial de hormigón armado de 5 m de ancho en su mayoría y también con tramos de 3 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.

3.9.4. 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 control y sala de celdas.

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 05 "Planos"*.

3.9.4.1. 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 perfilería 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.

Acabados:

A la carpintería metálica, rejillas, canalones, bajantes y perfilería 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.

3.9.4.2. Descripción de salas

El Edificio de Control tendrá una superficie aproximada de 108 m^2 y su distribución interior albergará dos (2) estancias, convenientemente separadas mediante tabiques intermedios, habilitadas como:

- Una (1) sala de control.
- Una (1) sala de celdas.

La disposición en planta de todos los elementos puede verse en el *Documento 05 "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 aproximada de 24 m^2 y una altura libre mínima de 3,00 m.

La sobrecarga de uso del forjado de las salas será de 800 kg/m^2.

Sala de protección y control:

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

La sala de protección y control tendrá una superficie aproximada de 33 m^2 y una altura libre mínima de 3,00 m.

La sobrecarga de uso del forjado de la sala será de 800 kg/m^2.

mediante un calentador tipo acumulador eléctrico de 50 litros de capacidad.

3.9.4.3. Ventilación y aire acondicionado

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

En las salas de celdas y sala de 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.

3.9.5. Cimentaciones del Aparellaje Eléctrico de la Subestación

Se realizarán las cimentaciones necesarias para la sustentación de 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).

3.9.6. Bancada del Transformador de Potencia

El 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 ±0,00 al igual que los viales.

La 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 tramex 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 perdida y eliminar el peligro de incendio por combustión y la consiguiente propagación de las llamas.

3.9.7. 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 desalojo.

3.9.8. 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.

3.9.8.1. 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.).

3.9.9. 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 dos hojas abatibles, 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.

Junto a la puerta de acceso a vehículos se colocará una puerta de hombre para el acceso de personas.

La puerta de hombre será del tipo batiente y 1 m de paso. Están formadas por una hoja batiente y los pilares que la sustentan.

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. Sobre el pilar que separa la puerta de hombre de la puerta corredera se situará el accionamiento del rearme del sistema de intrusismo y el interruptor del alumbrado exterior intensivo.

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

3.10. Instalación de Alumbrado y Fuerza

3.10.1. Alumbrado

3.10.1.1. 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 señalizar 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.

3.10.1.2. 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.

3.10.2. 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.

3.11. Sistema Contraincendios y Antiintrusismo

3.11.1. 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.

3.11.1.1. 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.

3.11.1.2. 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.

3.11.1.3. Extintores

Deben instalarse extintores de polvo ABC, con una eficiencia minima 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.

3.11.2. 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.

4. PLAZO DE EJECUCIÓN Y CRONOGRAMA

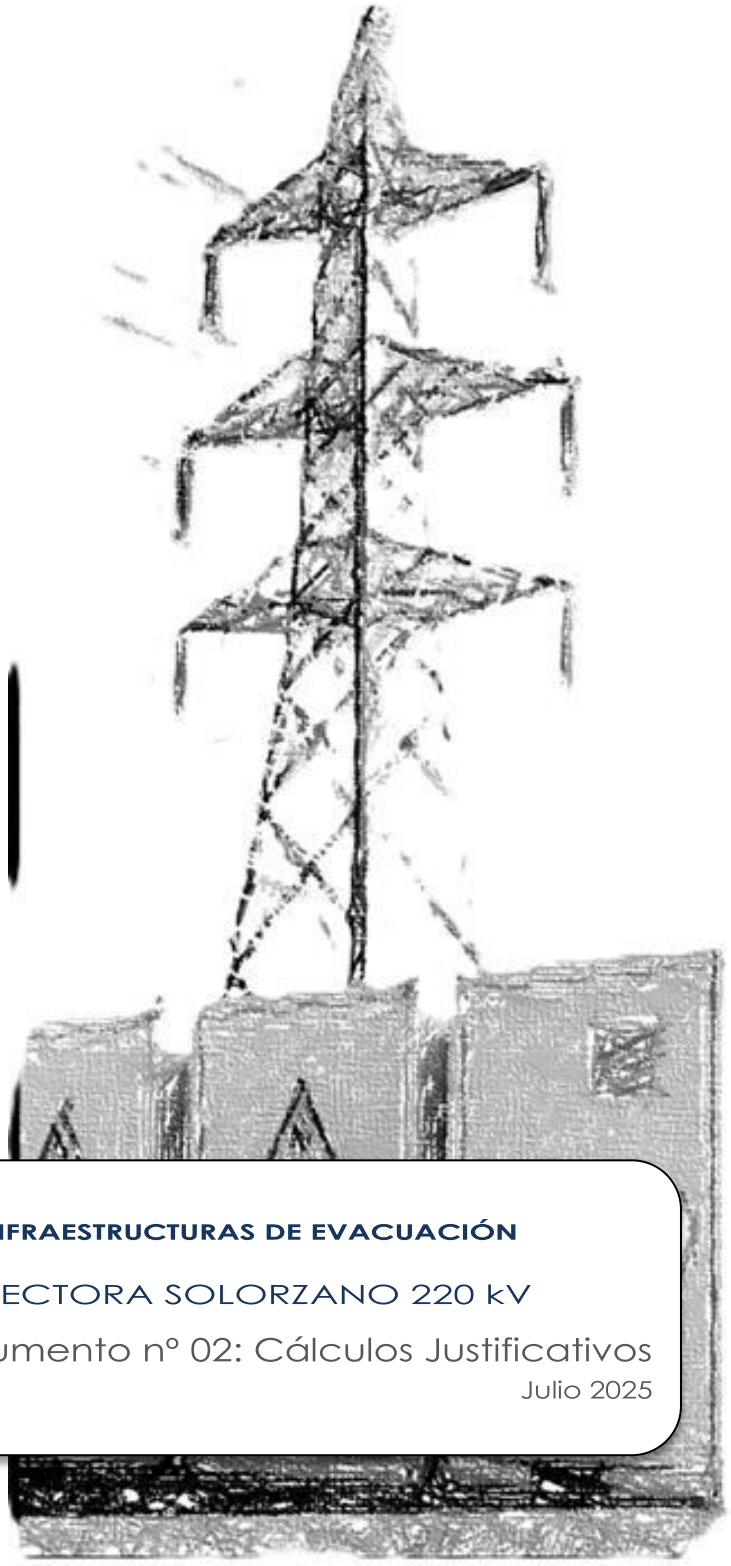
La ejecución de la obra a realizar se estima en un plazo de **6 meses** a partir del comienzo de la misma.

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

5. ORGANISMOS AFECTADOS

- Ayuntamiento de Solórzano
- Consejería de Fomento, Ordenación del Territorio y Medio Ambiente
- Comisión regional de Ordenación del Territorio y Urbanismo del Gobierno de Cantabria
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico
- Red Eléctrica Española
- Viesgo Distribución
- Dirección General de Cultura y Patrimonio Histórico de la Consejería de Cultura, Turismo y Deporte

novotec



BESS SOLORZANO E INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

ANEXO II. SET COLECTORA SOLORZANO 220 kV

Documento nº 02: Cálculos Justificativos

Julio 2025

BENBROS

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 16

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

1.7.2. CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR A INSTALAR 17

1.7.3. ELECCIÓN DEL CONDUCTOR 17

1.8. CÁLCULO DE EFECTO CORONA 18

2. ESTIMACIÓN DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO 21

3. RED DE TIERRAS 24

3.1. RED DE TIERRAS INFERIORES 24

3.1.1. RESISTIVIDAD DEL TERRENO 24

3.1.2. CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR 24

3.1.3. TENSIONES DE PASO Y CONTACTO MÁXIMAS ADMISIBLES 25

3.1.4. CÁLCULO DE LA RED DE TIERRAS 26

3.1.4.1. RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA 26

3.1.4.2. INTENSIDAD DE DEFECTO A TIERRA 27

3.1.4.3. EVALUACIÓN DE TENSIONES DE PASO Y CONTACTO 27

3.1.4.4. SECCIÓN MÍNIMA DEL CONDUCTOR 29

3.2. RED DE TIERRAS SUPERIORES 29

3.3. RED DE TIERRAS SUPERIORES CON DISPOSITIVO DE PUNTA FRANKLIN 29

3.4. ZONA DE CAPTURA 30

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) = 0,037
- Duración del cortocircuito; 0,5 s.

1.2. Condiciones de la instalación

La subestación se encuentra a +447,00 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/m^2

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 m
  - Distancia entre fases: 3.5 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 mm^2

- 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/mºC
- 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:

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

Siendo:

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

R/X es la relación de impedancias equivalentes del sistema en el punto de cortocircuito que se considerará con valor 0.037 para este nivel de tensión.

Resultando: χ = 1,898 con lo que I_p = 107,4 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:

Pv = 952,8 N/m^2, presión del viento a 140 km/h.

D = 0,150 m, diámetro exterior del tubo.

Por tanto,

$$F_v = 142{,}9 \text{ N/m}$$

- **Esfuerzos por peso propio**

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

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

Donde:

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

Siendo:

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

g = 9,81 m/s^2, gravedad.

Cable amortiguador (RAIL) con peso de 15,68 N/m, en 4/3 del vano, equivalentes a 20,93 N/m.

Sustituyendo se obtiene que

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

- **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:

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

I_p = 107,4 kA, intensidad de cresta de cortocircuito trifásico.

a = 3,5 m, distancia entre fases.

Sustituyendo valores se obtiene:

$$F_s = 570{,}46\ N/m$$

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 cm^4, inercia de la sección.

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

E = 70.000 N/mm^2, módulo de Young del material.

l = 13 m, longitud del vano.

ϒ = 1,57, coeficiente del tubo y los apoyos. Sustituyendo se obtiene:

$$f_v = 2.15\ Hz$$

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

$$f_v / f = 0{,}043$$

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

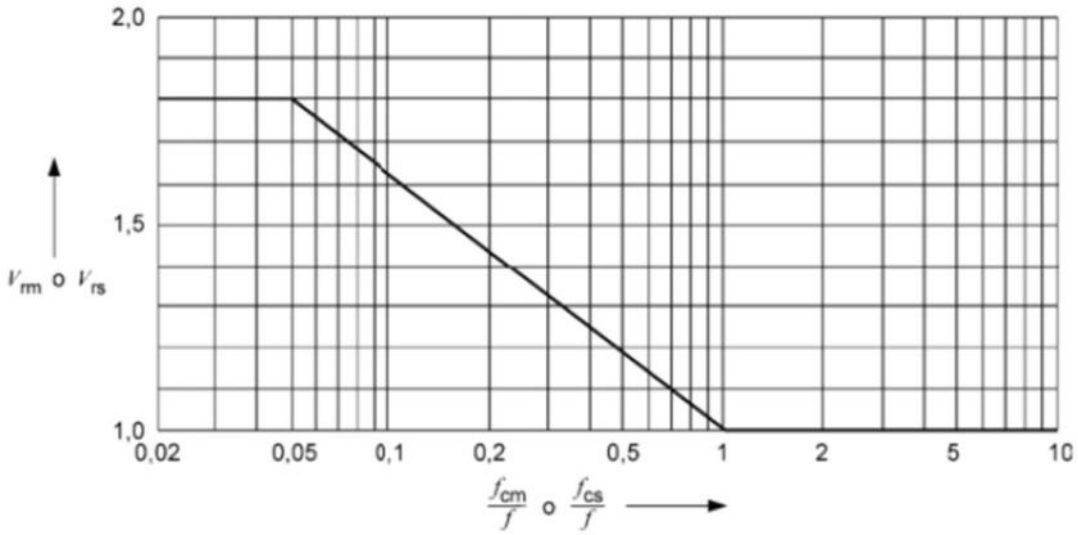


Figura 1. Relación con Vr.

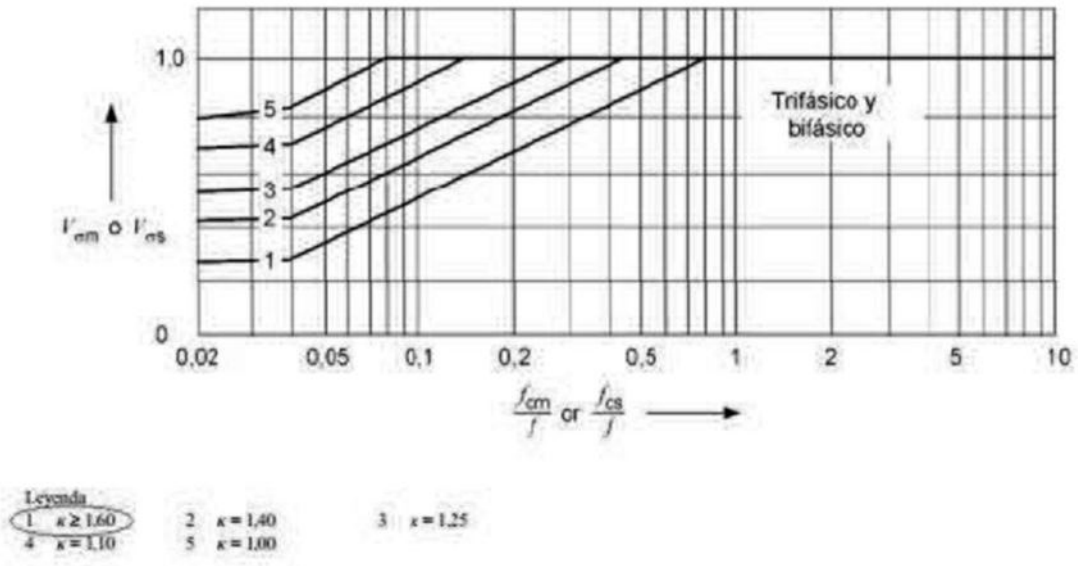


Figura 2. Relación con Vσ y K.

- $V_\sigma = 0{,}756 + 4.49 \cdot e^{-1{,}68 \cdot K} + 0{,}54 \cdot \log \frac{f_v}{f} = 0{,}324$
- $V_r = 1 - 0{,}615 \cdot \log \frac{f_v}{f} = 1{,}84$

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:

β = 1, CEI 865.

W = 120 cm^3, momento resistente de la sección del tubo.

Sustituyendo valores en la ecuación se obtiene:

$$\sigma_m = 59.81\ N/mm^2$$

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:

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

Siendo:

P = Carga repartida que produce el esfuerzo.

Se obtiene:

- Por viento:

$$\sigma_v = \frac{1}{8} \cdot \frac{142{,}92 \cdot 13^2}{120} = 25{,}16\ N/mm^2$$

- Por peso propio:

$$\sigma_p = \frac{1}{8} \cdot \frac{115{,}48 \cdot 13^2}{120} = 20{,}33 N/mm^2$$

- Tensión máxima:

$$\sigma_t = \sqrt{(\sigma_v + \sigma_m)^2 + \left(\sigma_p + \sigma_h\right)^2} = 87{,}37\ N/mm^2$$

El coeficiente de seguridad del tubo frente al límite de fluencia vale: $160/\sigma_t$ =1,83

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 = 1,334 Ø 150/134, factor de resistencia.

$R_{p0,2}$ = 160 N/mm², límite de fluencia mínimo del material.

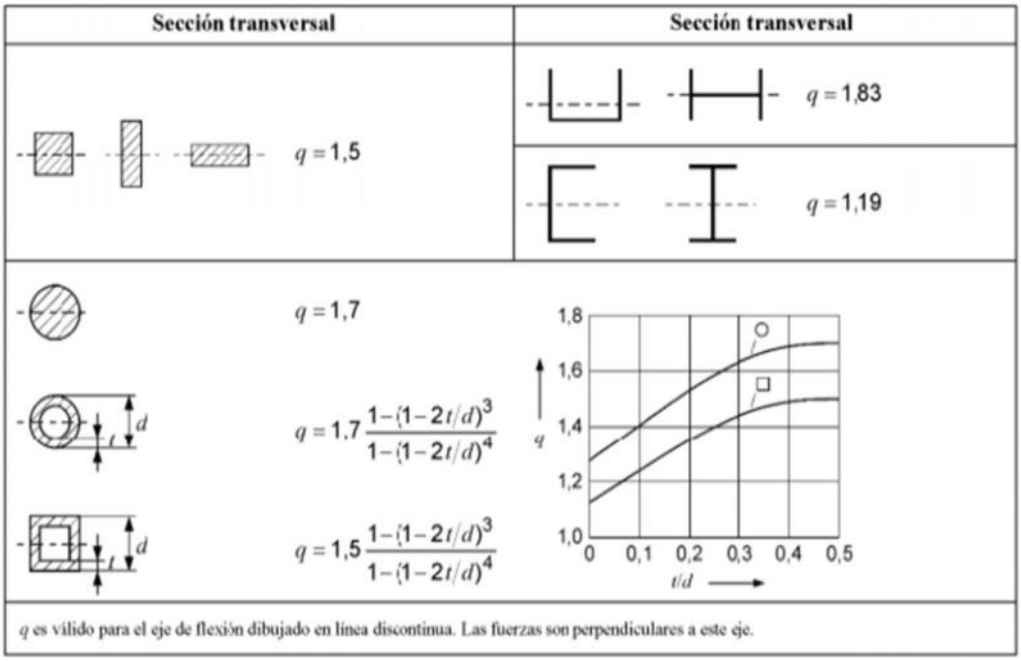


Figura 3. Factor q.

Por tanto, se verifica que:

$$\sigma_t \leq 1{,}344 \cdot 160 = 215{,}04\ N/mm^2$$

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

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

- 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 fv/f = 0,043

V_r = 1,84

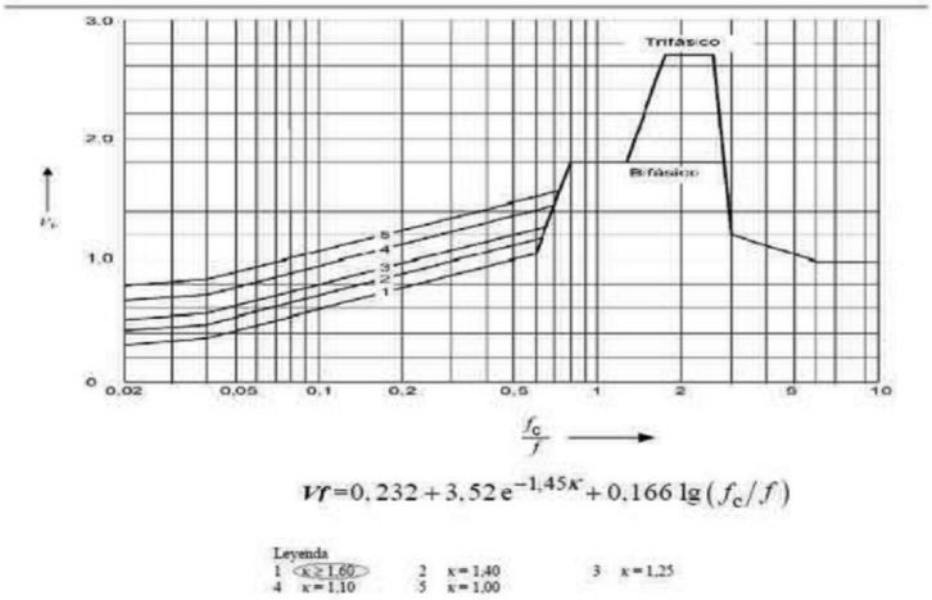


Figura 4. Relación fv/f con Vf.

Sustituyendo valores se obtiene:

$$F_s = 368{,}61\ N/m$$

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:

a = 0,5, coeficiente de reparto para el soporte crítico en ambos vanos (CEI 865).

Sustituyendo valores se obtiene:

$$F_t = 6.649{,}87\ N$$

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:

$$F_t' = F_t \cdot \frac{2.300\ (altura\ aislador) + 170\ (pieza\ soporte)}{2.300\ (altura\ aislador)} = 7.141{,}39\ N$$

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

$$10.000\ (carga\ rotura\ fleción\ aislador) \Big/ F_t' = 1{,}40$$

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).

a_f = 1,3, factor dependiente del tipo de apoyo.

l = 13 m, longitud del vano.

E = 70.000 N/mm^2, módulo de Young del material.

I = 902 cm^4, inercia de la sección.

Sustituyendo valores se obtiene:

$$f = 6{,}79\ cm$$

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.

a =0,023 mm/mºC, coeficiente de dilatación lineal del tubo.

△θ = Incremento de temperatura entre montaje (35ºC) y servicio (80ºC).

Sustituyendo valores se obtiene:

$$\Delta l = 13{,}455\ mm$$

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:

$$I_\theta = 99.28\ kA$$

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

ρ= 116 A/mm^2 (proceso adiabático).

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

$$S \cdot \rho = 3.569 \cdot 116 = 414\ kA$$

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:

k1 = 0,925 por la aleación elegida

k2 = 1,25 para temperatura final de 80 °C

k3 = 1 por ser tubo

k4 = 0,98 para instalación a menos de 1000 msnm según la citada norma:

$$I_{max} = I_n \cdot k1 \cdot k2 \cdot k3 \cdot k4$$

Sustituyendo valores se obtiene:

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

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

1.5.1. Intensidad sistema 220 kV

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

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

Donde:

S: Potencia del transformador en kVA

V: Tensión de alimentación en kV

I: Intensidad en A

La intensidad en el lado de 220 kV del transformador (posición de transformador) será, por tanto:

$$I_{220\,TR} = \frac{70.000}{\sqrt{3} \cdot 220} = 183{,}70\ A$$

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

$$I_{220\,TR} = 202{,}07\ A$$

La intensidad en posición de línea será, respectivamente:

$$I_{220\,L} = \frac{233.000}{\sqrt{3} \cdot 220} = 643.65\ A$$

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

$$I_{220\,L} = 708.01\ A$$

1.5.2. Características del conductor a instalar

El cable de interconexión en la posición de trafo de 220 kV, en formación símplex, y en la posición de línea de 220 kV, en formación dúplex, tiene las siguientes características:

- Designación 337-AL1/44-ST1A (GULL)
- Sección total 381 mm^2

- Número de alambres 54 AL1+7 ST1A
- Sección Aluminio 337,3 mm^2
- Sección Acero 43,7 mm^2
- 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 °C·10^{-6}
- Densidad de corriente 1,87 A/ mm^2
- Intensidad de corriente 712 A
- Distancia entre fases 3.5m

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 al transformador 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/mm^2

S: Sección del conductor en mm^2

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

Sustituyendo se obtiene para la posición de transformador (GULL símplex) a 220 kV:

$$I_{adm\,TR} = 676{,}85\ A > 202{,}07\ A$$

Sustituyendo se obtiene para la posición de línea (GULL dúplex) a 220 kV:

$$I_{adm\,L} = 1.353{,}69\ A > 643{,}65\ A$$

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 mm^2

t: Duración del cortocircuito en segundos

Sustituyendo se obtiene para la posición de transformador (GULL símplex) a 220 kV:

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

Sustituyendo se obtiene para la posición de línea (GULL dúplex) a 220 kV:

$$I_{cc\ adm\ L} = 100{,}22\ kA > 40\ kA$$

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 del transformador será:

$$\mathrm{I}_{30} = \frac{\mathrm{S}}{\sqrt{3} \cdot \mathrm{V}} = \frac{70.000}{\sqrt{3} \cdot 30} = 1.347{,}15\ A$$

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 — 84,4 cm^4

- Momento de elasticidad 21,2 cm^3
- Intensidad máxima (en rango de T.O. hasta 85ºC) 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 mm^2 de sección), que, al aire, admite una intensidad de 2.077 A en servicio continuo y en un rango de temperatura operativa de hasta 85ºC.

$$I_{30} = 1.347{,}15\ A < 2.077\ A$$

- **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 mm^2

t: Duración del cortocircuito en segundos

Sustituyendo se obtiene:

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

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 del transformador será:

$$I_{30} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V} = \frac{70.000}{\sqrt{3} \cdot 30} = 1.347{,}15\ A$$

1.7.2. Características del conductor a instalar

- Designación — RHZ1-OL 1x630K Al+H16 18/30 kV
- Sección — 630 mm^2
- Diámetro sección — 30,5 mm
- Diámetro aislamiento — 47,5 mm
- Diámetro exterior — 60 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-OL 1x630K Al+H16 18/30 kV, instalado en agrupación de cuatro ternas en canal prefabricado de hormigón, separadas entre sí una distancia de 0,4 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, 4

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

C_1: Coeficiente de corrección por agrupación de ternas con una separación de 0,2 m, 0,7 (ITC-RAT-06)

C_2: Coeficiente de corrección para profundidad de instalación de 1 m, 1 (ITC-RAT-06)

C_3: Coeficiente de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 K·m/W, 1 (ITC-RAT-06)

Sustituyendo se obtiene:

$$I_{adm} = 1.610\ A > I_{30}$$

- **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 mm^2

t: Duración del cortocircuito en segundos

Sustituyendo se obtiene:

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

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 COLECTORA SOLÓRZANO se encuentra a una altura sobre el nivel del mar de 447 m, por lo que se consideran 720 mm Hg de presión. Sustituyendo se obtiene δ=0,93.

Se obtiene un valor máximo de campo de:

$$Embarrado\colon\ E_0 = 31{,}15\ kV/cm$$

$$GULL\ Símplex\colon\ E_0 = 28{,}56\ kV/cm$$

$$GULL\ Dúplex:\ E_0 = 28{,}56\ kV/cm$$

Siendo el valor eficaz:

$$Embarrado:\ E_{0f} = \frac{E_0}{\sqrt{2}} = 22{,}02\ kV/cm$$

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

$$GULL\ Dúplex:\ E_{0f} = 20{,}20\ kV/cm$$

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

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

Siendo:

$V_{f\text{-}t}$= 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:

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

$$GULL\ Símplex: g = 17{,}11\ kV/cm$$

$$GULL\ Dúplex: g = 11{,}19\ kV/cm$$

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:

$$Embarrado:\ E'_{0f} = 0{,}8\frac{E_0}{\sqrt{2}} = 16{,}16\ kV/cm$$

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

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

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 SE SOLÓRZANO 220 kV:

- Potencia de cortocircuito trifásica 3.325 MVA
- Intensidad de cortocircuito trifásica 8,7 kA
- Potencia de cortocircuito monofásica 3.383MVA
- Intensidad de cortocircuito monofásica 8,9 kA

Parámetros de Línea LSAT 220 kV SET COLECTORA SOLORZANO - SET SOLORZANO (REE):

- Potencia a transportar (MW) 233
- Conductor RHE-RA+2OL 127/220kV 1x2000M+T375Al
- Longitud (km) 0,35
- Impedancia línea aérea 0,0058 + 0,0588j

Para obtener las intensidades de cortocircuito en cabecera de SET COLECTORA SOLORZANO (punto más desfavorable de la instalación) se tendrán en consideración la impedancia de red y de línea.

No contando con los datos de las instalaciones SET Colectora Solorzano 220 kV y la línea de conexión entre dicha subestación y SE Solorzano 220 kV de REE, se realizará el equivalente teniendo en cuenta únicamente los datos de cabecera de ésta última y de la línea de conexión entre SE Solorzano 220 kV de REE y SET COLECTORA SOLORZANO. Este equivalente resultará más desfavorable que las condiciones reales.

Se considerarán los siguientes tipos de cortocircuitos en SET COLECTORA SOLORZANO

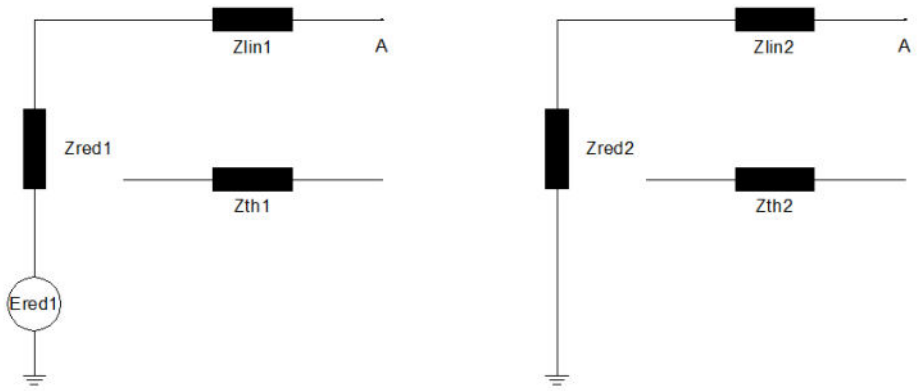
- Trifásico
- Monofásico (Fase a tierra)

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 considerarán las tensiones nominales a efectos de cálculo de las impedancias equivalentes.

Para obtener las intensidades de cortocircuito en cabecera de SET COLECTORA SOLORZANO (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:

$Z_{TH1} = Z_{TH2} = Z_{red1} + Zl_{in1}$, donde:

$Z_{red1} = C \cdot j\, U^2 / S_{cc} = 1{,}1 \cdot j\, 220^2 / 3325 = 16{,}01\ \Omega$

$X_{red1} = Z_{red1} \cdot j0{,}995 = 16{,}01j$

$R_{red1} = Z_{red1} \cdot 0{,}1 = 1{,}6$

$Z_{red1} = 1{,}6 + 16{,}01\Omega$

Sustituyendo se obtiene

$Z_{TH1} = Z_{TH2} = 1{,}61 + 15{,}99j\ \Omega$

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

$$I_{cc3} = C \cdot \frac{U_N}{\sqrt{3} \cdot |Z_{TH1}|} = 1{,}1 \cdot \frac{220}{\sqrt{3} \cdot 16{,}07} = 8{,}69\ kA$$

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} = 4,82+47,97j Ω

La intensidad de cortocircuito monofásico será, por tanto:

$$I_{cc0} = C \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot U_N}{|2 \cdot Z_{TH1} + Z_{TH0}|} = 1{,}1 \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot 220}{80{,}36} = 5{,}22\ kA$$

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 ≤ 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:

$$V_c = U_{ca} \cdot \left(1 + \frac{\frac{R_{a1}}{2} \cdot 1{,}5 \cdot \rho_s}{1000}\right)$$

3.1.1. Resistividad del terreno

El terreno se ha modelado como terreno monocapa de 200 Ω·m de resistividad. La parcela se terminará con una capa de grava uniforme de 15 cm de espesor y resistividad superficial de 3000 Ω·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 5,22 kA
- Resistividad de la capa superficial de grava (ρ_s) 3000 Ω·m
- Resistividad del terreno (ρ) 200 Ω·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:

$$V_p = 10 \cdot 204 \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot 2000 + 6 \cdot 0{,}756 \cdot 3000}{1000}\right) = 37960\ V$$

$$V_c = 204 \cdot \left(1 + \frac{\frac{2000}{2} + 1{,}5 \cdot 0{,}756 \cdot 3000}{1000}\right) = 1102\ V$$

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

- Tensión de paso:

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

- Tensión de contacto:

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

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 5,22 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:

$$S = \frac{5220}{160 \cdot 1{,}2} = 27{,}17\ mm^2$$

Siendo:

160 A/mm^2, 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 mm^2 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:

ρ =200 Ω·m, resistividad del terreno.

L_M = 2108 m, longitud de conductor enterrado.

H = 0,8 m, profundidad de enterramiento.

A = 5786 m^2, superficie ocupada por la malla.

Sustituyendo los valores en la expresión se obtiene:

$$R_g = 1{,}24\ \Omega$$

Para una malla compuesta por cable de Cu de 120 mm^2 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.

$$I_g = 5{,}22 \cdot 0{,}7 \cdot 1{,}03 = 3{,}76\ kA$$

3.1.4.3. Evaluación de Tensiones de Paso y Contacto

Datos de cálculo:

- Resistividad del terreno (ρ) 200 Ω·m
- Espaciado medio entre conductores (D) 6 m
- Profundidad de enterramiento del conductor (h) 0,8 m
- Diámetro del conductor (d) 0,014 m
- Longitud del conductor enterrado (L) 2108 m
- Intensidad de defecto (I_g) 3,76 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 = 2108 m, longitud del conductor de la malla (sin picas).

L_p = 316 m, longitud del perímetro de la malla.

A = 5786 m^2, superficie ocupada por la malla.

L_x = 103 m, longitud máxima del conductor en el eje X.

L_y = 86 m, longitud máxima del conductor en el eje Y.

D_m = 106 m, máxima distancia entre dos puntos. Se obtiene:

$$n_a = 13.34;\ n_b = 1,02;\ n_c = 1,21;\ n_d = 0,79$$

Por tanto:

$$n = 13,05$$

$$K_{\text{i}} = 2,58$$

- Factor de corrección por ubicación de electrodos tipo varilla:

$$K_{\text{ii}} = 1$$

- Factor de espaciamiento para tensión de malla:

$$K_m = \frac{1}{2\pi} \cdot \left[\ln\left(\frac{D^2}{16hd} + \frac{(D+2h)^2}{8Dd} - \frac{h}{4d}\right) + \frac{K_{ii}}{K_h}\ln\left(\frac{8}{\pi(2n-1)}\right)\right] = 0,62$$

- Factor de espaciamiento para tensión de paso:

$$K_s = \frac{1}{\pi} \cdot \left[\frac{1}{2h} + \frac{1}{D+h} + \frac{1}{D} \cdot (1 - 0,5^{n-2})\right] = 0,3$$

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

$$E_p = \rho \cdot K_s \cdot K_i \cdot \frac{I_g}{L_c} = 275\ V < 3245\ V$$

$$E_c = \rho \cdot K_m \cdot K_i \cdot \frac{I_g}{L_c} = 571\ V < 978\ V$$

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

3.1.4.4. Sección mínima del conductor

La sección del conductor que constituye la malla de tierra debe ser tal que soporte la mitad de la intensidad (en cada punto de p. a t. llegan al menos dos conductores de la malla) sin superar la temperatura máxima de 300 °C y con una duración de 1 segundo. Esto supone unas densidades de corriente máximas admisibles, según ITC−RAT−13, de:

- 192 A/mm^2 para el cobre.

Con estos criterios la máxima intensidad de falta a tierra admisible con una sección de conductor de 120 mm^2 es de:

$$I_{adm} = 2 \cdot (120 \cdot 192) = 46\ kA$$

Se observa que este valor es superior al máximo de diseño de 40 kA.

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 observan las *Figuras 1, 2 y 3* 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:

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

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

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 *Figuras 1, 2 y 3* 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:

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

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

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

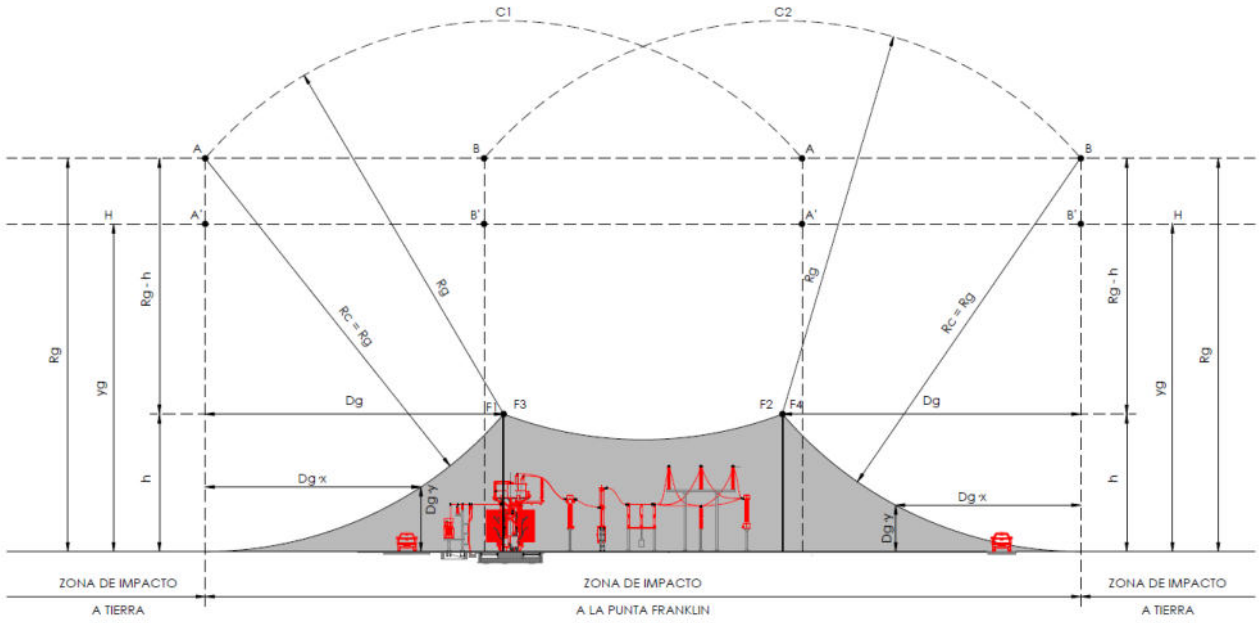


Figura 1. Volumen protegido.

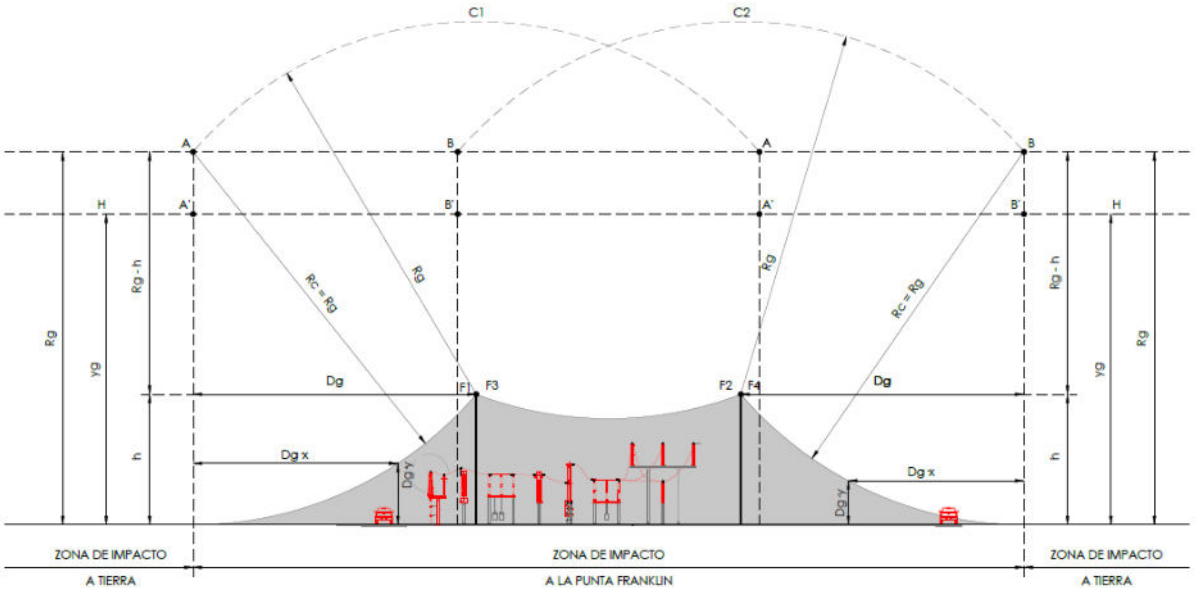


Figura 2. Volumen protegido.

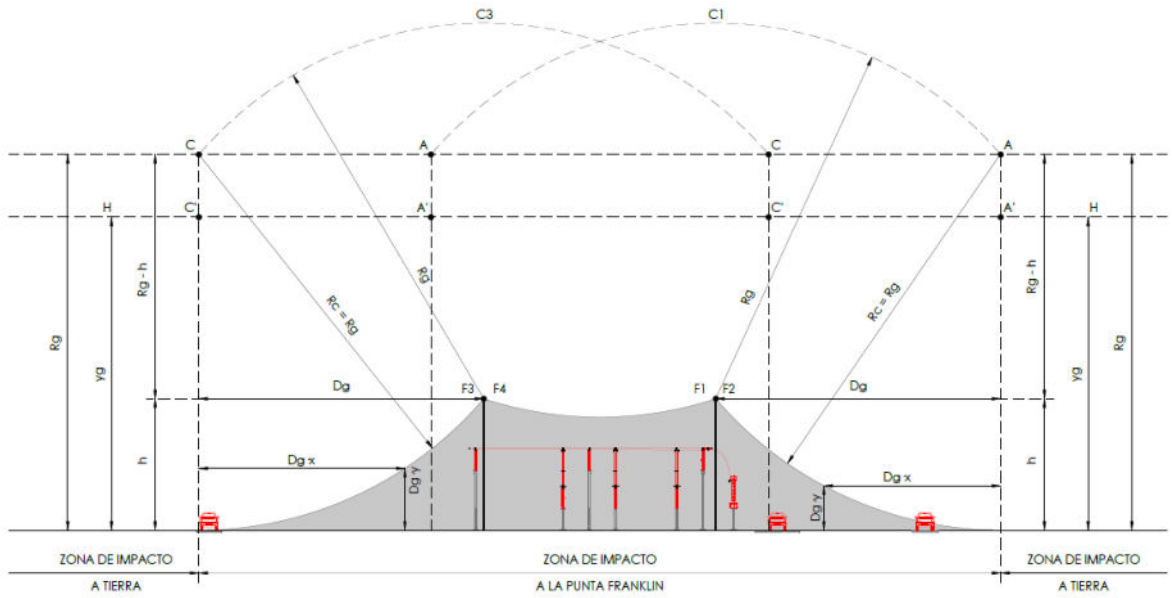
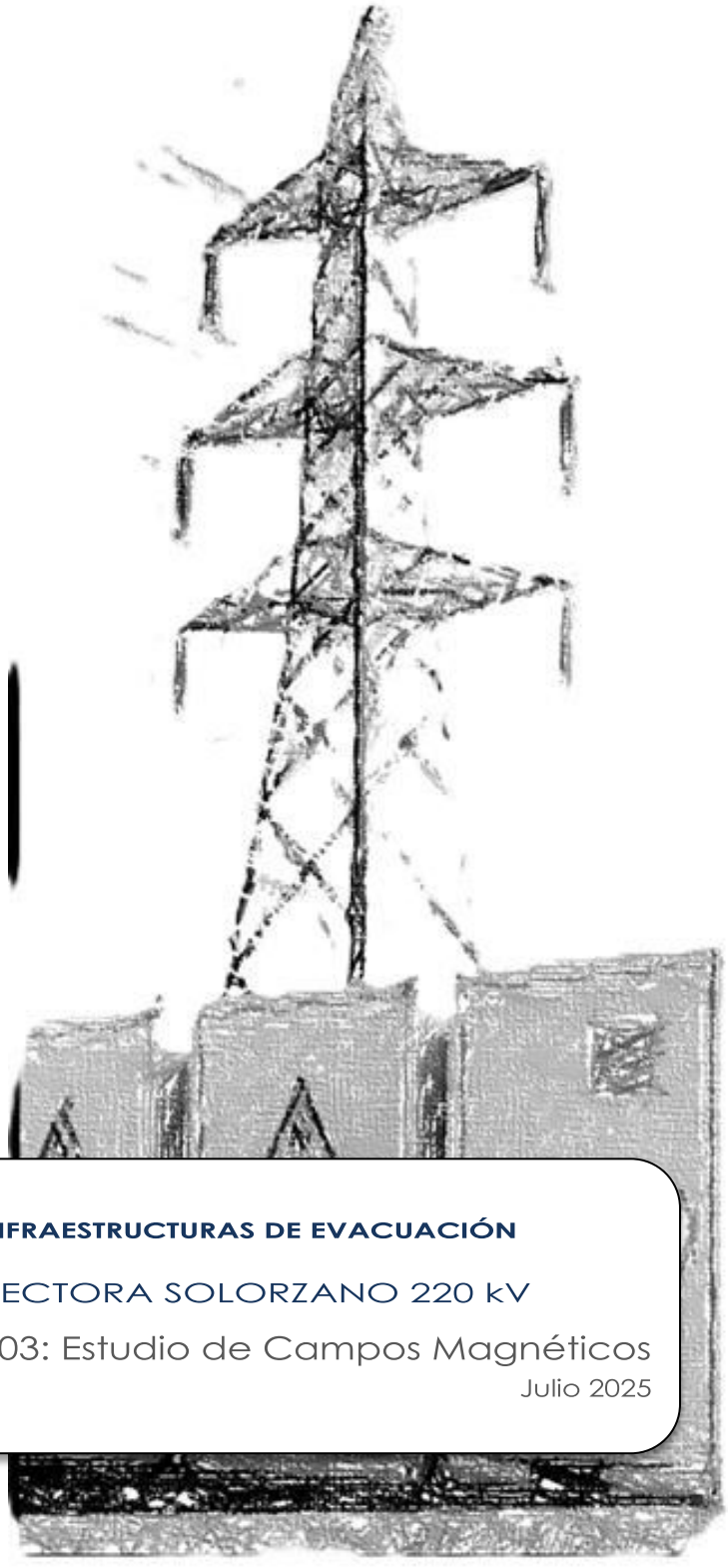


Figura 3. Volumen protegido.

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 las *Figuras 1, 2 y 3*.

novotec



BESS SOLORZANO E INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

ANEXO II. SET COLECTORA SOLORZANO 220 kV

Documento nº 03: Estudio de Campos Magnéticos

Julio 2025

BENBROS

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

1. INTRODUCCIÓN

El objeto de este anexo es el análisis de las emisiones magnéticas en el entorno exterior inmediato de la Subestación Eléctrica SET COLECTORA SOLORZANO 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/m^2)
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	Campo B
0,025-0,8 kHz	5/f (μT)

Por lo tanto, $\frac{5}{f} = \frac{5}{0,05kHz} = 100 \propto T$ (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.

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.

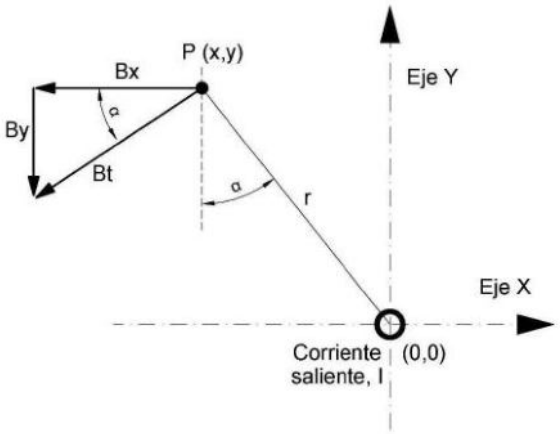
Para calcular el valor eficaz del campo magnético en un punto cuando no existe ningún apantallamiento magnético se puede emplear la ley de Biot-Savart:

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

Donde:

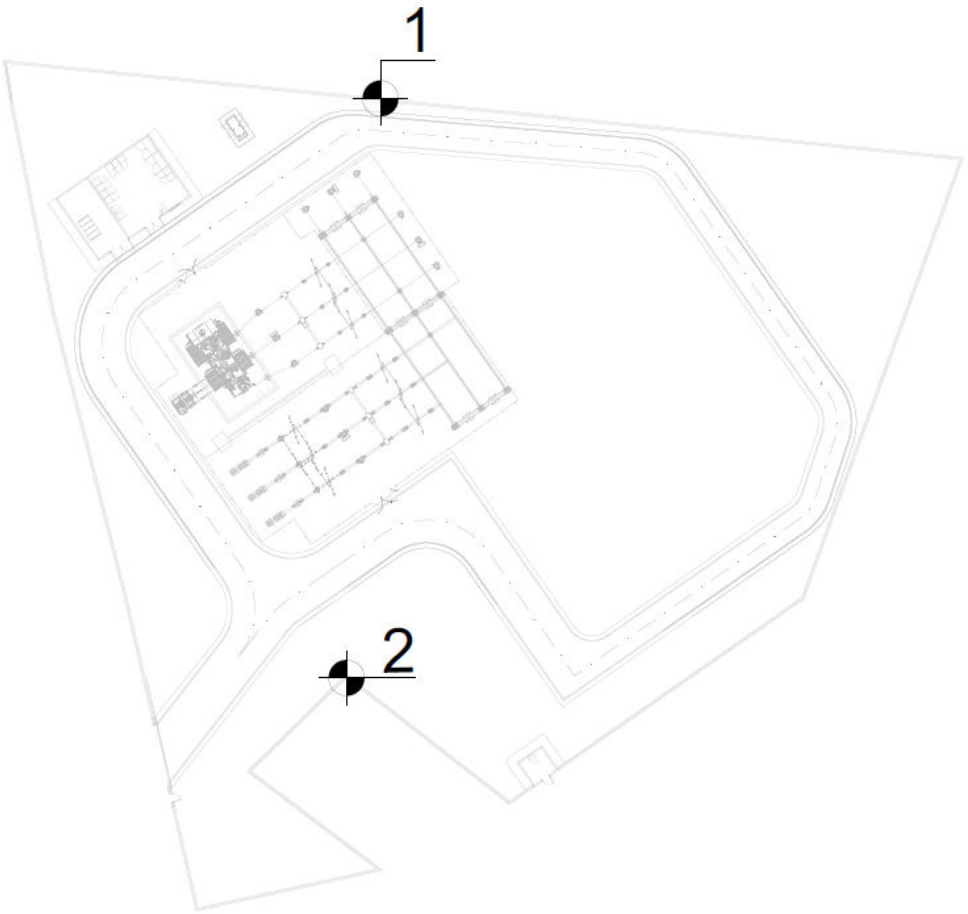
I =Corriente que circula por el conductor, a 50 Hz (A).

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 y a la línea de salida de 220 kV.
- **Punto 2**: Punto exterior de la subestación más próximo al embarrado principal 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	1.347,15	35,01	7,70
Embarrado principal de 220 kV	643,65	30,15	4,27
Línea de 220 kV	643,65	19,34	6,66

- **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	1.347,15	35,58	7,57
Embarrado principal de 220 kV	643,65	10,71	12,02
Línea de 220 kV	643,65	44,83	2,87

Se muestran a continuación los resultados totales obtenidos en los 2 puntos de estudio:

Punto de estudio	Campo Magnético (μT)
1	18,62
2	22,46

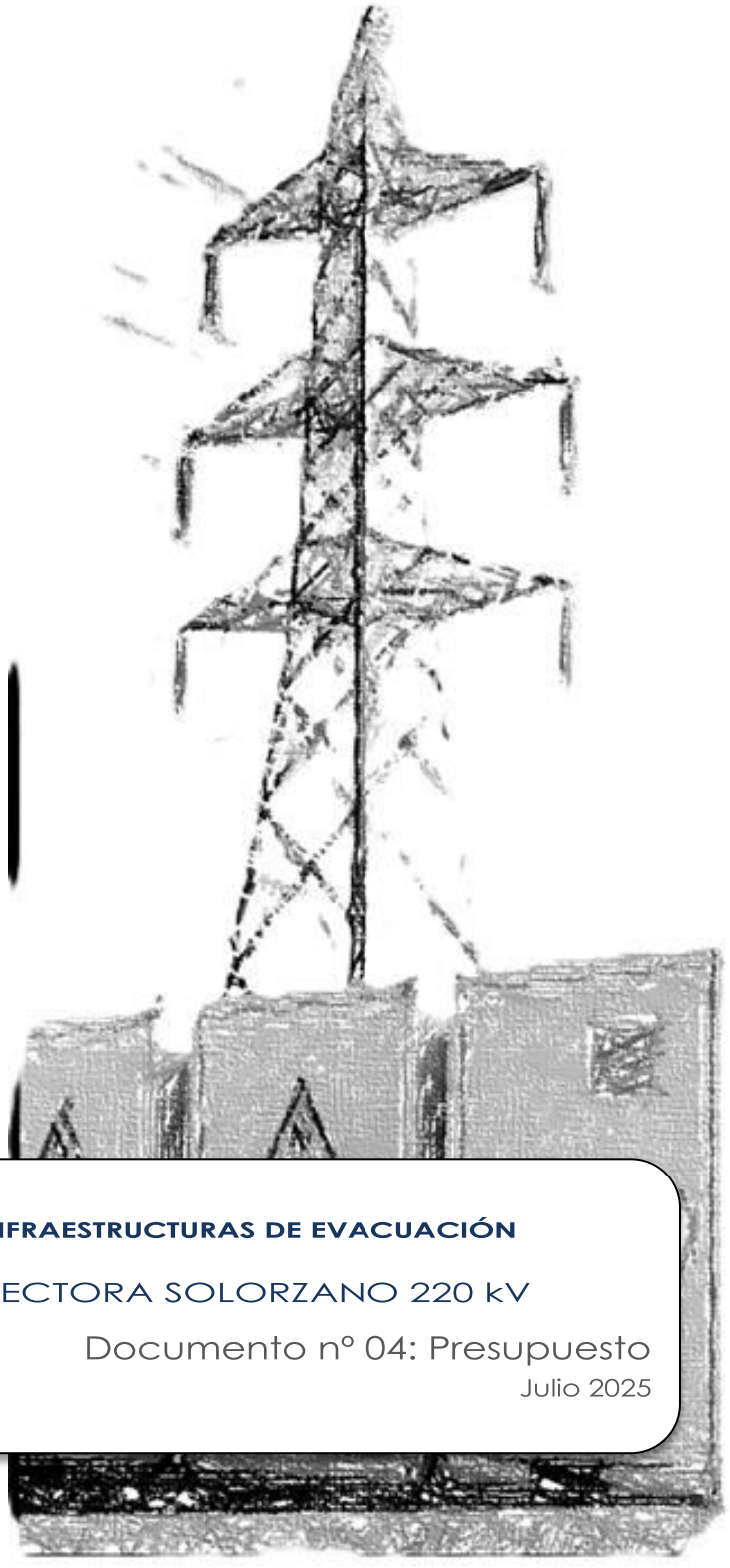
En todos los casos estudiados, estos valores están muy por debajo de los 100 μT establecidos por el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, como nivel máximo de referencia.

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.

novotec



BESS SOLORZANO E INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

ANEXO II. SET COLECTORA SOLORZANO 220 kV

Documento nº 04: Presupuesto

Julio 2025

BENBROS

ÍNDICE

1. PRESUPUESTO SET COLECTORA SOLORZANO 220 kV 2

1.1. MATERIALES 2
1.2. CONSTRUCCIÓN 5
1.3. GESTIÓN DE RESIDUOS 7
1.4. SEGURIDAD Y SALUD LABORAL 7
1.5. PRESUPUESTO TOTAL SET COLECTORA SOLORZANO 220 KV 8

2. PRESUPUESTO ASOCIADO A PROMOTOR BESS DEVELOPMENT 9

2.1. MATERIALES 9
2.2. CONSTRUCCIÓN 10
2.3. PRESUPUESTO TOTAL ASOCIADO A PROMOTOR BESS DEVELOPMENT 11

1. PRESUPUESTO SET COLECTORA SOLORZANO 220 kV

1.1. MATERIALES

1. MATERIALES				**907.089,08 €**
1.1 Aparamenta y Materiales de Alta Tensión				
REF	**DESCRIPCIÓN**	**MEDICIÓN**	**PRECIO**	**IMPORTE**
1.1.1	**ml. Tubo aluminio 150/134 mm Ø**	80	38,00 €	3.040,00 €
1.1.2	**Ud. Aislador soporte de tipo columna para exterior C10-1050**	3	810,00 €	2.430,00 €
1.1.3	**Ud. Sumninistro de Piezas de Conexión y derivación**	84	13,82 €	1.160,88 €
1.1.4	**Ud. Interruptor automático unipolar** de SF_6 245 kV 2000 A 40 kA	6	23.920,00 €	143.520,00 €
1.1.5	**Ud. Seccionador tripolar** de 245 kV 2000 A con cuchillas de PaT	1	15.465,00 €	15.465,00 €
1.1.6	**Ud. Seccionador tripolar** de 245 kV 2000 A	2	13.968,00 €	27.936,00 €
1.1.7	**Ud. Transformador de tensión inductivo** relación 220/√3 : 0,110/√3 - 0,110/√3 – 0,110/√3 – 0,110/√3	3	11.835,00 €	35.505,00 €
1.1.8	**Ud. Transformador de tensión inductivo** relación 220/√3 : 0,110/√3 - 0,110/√3 – 0,110/√3	3	11.835,00 €	35.505,00 €
1.1.9	**Ud. Transformador de intensidad** 245 kV relación 150-300/5-5-5-5 A	3	10.245,00 €	30.735,00 €
1.1.10	**Ud. Transformador de intensidad** 245 kV relación 600-1000/5-5-5-5-5 A	3	10.245,00 €	30.735,00 €
1.1.11	**Ud. Pararrayos de protección** 245 kV	6	2.050,00 €	12.300,00 €
1.1.12	**Ud. Botella terminal** 245 kV	3	5.800,00 €	17.400,00 €
1.1.13	**ml. Cable aluminio con alma de acero tipo GULL**	196	8,49 €	1.664,04 €
Total Subcapítulo 1.1				**357.395,92 €**

1. MATERIALES				907.089,08 €
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)**	1	28.750,00 €	28.750,00 €
1.2.3	**Ud. Suministro de Armario de Protección y Control de Posición de Transformador 220 kV (UCP)**	1	35.500,00 €	35.500,00 €
1.2.4	**Ud. Suministro de Armario de Protección y Control de Posición de Barras 220 kV (UCP)**	1	25.500,00 €	25.500,00 €
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**	2	4.050,00 €	8.100,00 €
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. Grupo electrógeno 125 kW**	1	19.500,00 €	19.500,00 €
1.2.16	**Ud. Trafo de SSAA PVT 220/0,4 kV 60 kVA**	1	17.082,16 €	17.082,16 €
1.2.17	**Ud. Suministro Circuito de Alumbrado de Emergencia.**	1	7.040,00 €	7.040,00 €
1.2.18	**Ud. Suministro Circuito de Alumbrado y Fuerza exterior**	1	12.770,50 €	12.770,50 €
1.2.19	**Ud. Suministro de Alumbrado y Fuerza interior**	1	14.025,00 €	14.025,00 €
1.2.20	**ml. Suministro de Cable de Control y Fuerza 0,6/1 kV de diversas composiciones**	2000	2,90 €	5.800,00 €
1.2.21	**ml. Suministro de latiguillos Cable de FO de diversas composiciones**	250	3,10 €	775,00 €
Total Subcapítulo 1.2				**349.737,66 €**

1. MATERIALES				907.089,08 €
1.3 Estructura Metálica				
REF	**DESCRIPCIÓN**	**MEDICIÓN**	**PRECIO**	**IMPORTE**
1.3.1	**Ud. Suministro Soporte Interruptor 220 kV**	6	5.600,00 €	33.600,00 €
1.3.2	**Ud. Suministro Soporte Seccionador 220 kV sin PaT**	12	3.250,00 €	39.000,00 €
1.3.3	**Ud. Suministro Soporte Seccionador 220 kV con PaT**	6	3.250,00 €	19.500,00 €
1.3.4	**Ud. Suministro Soporte Transformador de Tensión 220 kV**	6	1.450,00 €	8.700,00 €
1.3.5	**Ud. Suministro Soporte PVT 220 kV**	3	1.450,00 €	4.350,00 €
1.3.6	**Ud. Suministro Soporte Transformador de Intensidad 220 kV**	6	1.450,00 €	8.700,00 €
1.3.7	**Ud. Suministro Soporte Barras de 220 kV**	6	2.800,00 €	16.800,00 €
1.3.8	**Ud. Suministro Soporte Aislador Soporte de 220 kV**	3	1.200,00 €	3.600,00 €
1.3.9	**Ud. Suministro Soporte Botella Terminal de 220 kV**	3	1.450,00 €	4.350,00 €
1.3.10	**Ud. Suministro Soporte Autoválvula Unipolar de 220 kV**	6	1.450,00 €	8.700,00 €
Total Subcapítulo 1.3				**147.300,00 €**

1. MATERIALES				907.089,08 €
1.4 Red de Tierras				
REF	**DESCRIPCIÓN**	**MEDICIÓN**	**PRECIO**	**IMPORTE**
1.4.1	**ml. Suministro de Conductor Cu de 120 mm2**	2108	12,75 €	26.877,00 €
1.4.2	**Ud. Suministro de Piezas de Conexión de Puesta a Tierra**	107	15,50 €	1.658,50 €
1.4.3	**Ud. Soldadura Cadweld**	214	15,00 €	3.210,00 €
1.4.4	**Ud. Punta Franklin**	4	250,00 €	1.000,00 €
1.4.5	**Ud. Mástil autoportante para Punta Franklin**	4	1.640,00 €	6.560,00 €
Total Subcapítulo 1.4				**39.305,50 €**

1. MATERIALES				907.089,08 €
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 €**

1.2. CONSTRUCCIÓN

2. CONSTRUCCIÓN				411.267,31 €
2.1 Movimiento de Tierras				
REF	**DESCRIPCIÓN**	**MEDICIÓN**	**PRECIO**	**IMPORTE**
2.1.1	**m2. Limpieza y desbroce del terreno por medios mecánicos**	6080,67	0,57 €	3.465,98 €
2.1.2	**m3. Retirada de tierra vegetal (desmonte)**	5554,82	3,90 €	21.663,80 €
2.1.3	**m3. Suministro de material y ejecución de relleno y compactación (terraplenado)** con material procedente de la excavación o de préstamo	9902,62	2,00 €	19.805,24 €
2.1.4	**m3. Suministro de materiales y ejecución de capa de base en viales**	159,00	16,36 €	2.601,24 €
2.1.5	**m3. Suministro de materiales y ejecución de capa de rodadura en viales**	53,00	28,33 €	1.501,49 €
2.1.6	**m3. Acabado superficial de grava de 10 cm de espesor y granulometría 20/40**, extendida en el parque de intemperie	5759,08	5,25 €	30.235,17 €
Total Subcapítulo 2.1				**79.272,92 €**

2. CONSTRUCCIÓN				411.267,31 €
2.2 Obra Civil de Parque				
REF	**DESCRIPCIÓN**	**MEDICIÓN**	**PRECIO**	**IMPORTE**
2.2.1	**ml. Construcción canalizaciones de cables,** incluida excavación, tapas y drenaje	139,00	95,00 €	13.205,00 €
2.2.2	**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 €
2.2.3	**m3. Ejecución de la cimentación de la aparamenta**, incluyendo excavación y hormigonado	206,81	50,00 €	10.340,50 €
2.2.4	**ml. Suministro e instalación de Cerramiento Perimetral** a 2.2 m de altura, incluyendo cimentación, postes metálicos, malla y accesorios	365,00	10,00 €	3.650,00 €
2.2.5	**Ud. Suministro e instalación de Puerta metálica abatible de dos hojas de 2,5 x 2,2 m**	1,00	1.750,00 €	1.750,00 €
2.2.6	**Ud. Suministro e instalación de Puerta metálica abatible de una hoja de 1 x 2,2 m**	1,00	500,00 €	500,00 €
2.2.7	**ml. Ejecución de vial interior y bordillos perimetrales**, de 3 m de ancho	110,00	160,00 €	17.600,00 €
2.2.8	**ml. Ejecución de vial interior, y la mitad del acceso común, con bordillos perimetrales y nuevo vial de acceso**, ambos de 5 m de ancho	146,00	200,00 €	29.200,00 €
2.2.9	**PA. Ejecución del nuevo vial de acceso común a BESS y SET, con bordillos perimetrales y de 5 m de ancho**. Incluído movimiento de tierras, suministro de materiales y ejecución de capas de base y rodadura. 50% del importe.	1,00	6.448,89 €	6.448,89 €
Total Subcapítulo 2.2				**90.194,39 €**

2. CONSTRUCCIÓN				411.267,31 €
2.3 Edificio				
REF	**DESCRIPCIÓN**	**MEDICIÓN**	**PRECIO**	**IMPORTE**
2.3.1	**m2. Sala medida fiscal**	11,00	800,00 €	8.800,00 €
Total Subcapítulo 2.3				**8.800,00 €**

2. CONSTRUCCIÓN				411.267,31 €
2.4 Montaje Electromecánico				
REF	**DESCRIPCIÓN**	**MEDICIÓN**	**PRECIO**	**IMPORTE**
2.4.1	**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	170.000,00 €	170.000,00 €
Total Subcapítulo 2.4				**170.000,00 €**

2. CONSTRUCCIÓN				411.267,31 €
2.5 Pruebas y Puesta en Servicio				
REF	**DESCRIPCIÓN**	**MEDICIÓN**	**PRECIO**	**IMPORTE**
2.5.1	**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 2.5				**35.500,00 €**

2. CONSTRUCCIÓN				411.267,31 €
2.6 Servicios Diversos				
REF	**DESCRIPCIÓN**	**MEDICIÓN**	**PRECIO**	**IMPORTE**
2.6.1	**Ud. Servicios Auxiliares de Obra**	1,00	5.000,00 €	5.000,00 €
2.6.2	**Ud. Supervisión de Construcción**	1,00	5.000,00 €	5.000,00 €
2.6.3	**Ud. Almacenamiento y Transporte**	1,00	10.000,00 €	10.000,00 €
2.6.4	**Ud. Seguridad y Vigilancia**	1,00	7.500,00 €	7.500,00 €
Total Subcapítulo 2.6				**27.500,00 €**

1.3. GESTIÓN DE RESIDUOS

3. GESTIÓN DE RESIDUOS				2.622,22 €
REF	**DESCRIPCIÓN**	**MEDICIÓN**	**PRECIO**	**IMPORTE**
3	Ud. Gestión de Residuos	1	2.622,22 €	2.622,22 €
Total Subcapítulo 3				**2.622,22 €**

1.4. SEGURIDAD Y SALUD LABORAL

4. SEGURIDAD Y SALUD LABORAL				10.447,30 €
REF	**DESCRIPCIÓN**	**MEDICIÓN**	**PRECIO**	**IMPORTE**
4	Seguridad y Salud	1	10.447,30 €	10.447,30 €
Total Subcapítulo 4				**10.447,30 €**

1.5. PRESUPUESTO TOTAL SET COLECTORA SOLORZANO 220 kV

RESUMEN DEL PRESUPUESTO	
1. MATERIALES	907.089,08 €
1.1 Aparamenta y Materiales de Alta Tensión	357.395,92 €
1.2 Protecciones, Control y Comunicaciones	349.737,66 €
1.3 Estructura Metálica	147.300,00 €
1.4 Red de Tierras	39.305,50 €
1.5 Sistemas de Seguridad	13.350,00 €
2. CONSTRUCCIÓN	411.267,31 €
2.1 Movimiento de Tierras	79.272,92 €
2.2 Obra Civil de Parque	90.194,39 €
2.3 Edificio	8.800,00 €
2.4 Montaje Electromecánico	170.000,00 €
2.5 Pruebas y Puesta en Servicio	35.500,00 €
2.6 Servicios Diversos	27.500,00 €
3. GESTIÓN DE RESIDUOS	2.622,22 €
4. SEGURIDAD Y SALUD LABORAL	10.447,30 €
TOTAL DE EJECUCIÓN MATERIAL	1.331.425,91 €

2. PRESUPUESTO ASOCIADO A PROMOTOR BESS DEVELOPMENT

2.1. MATERIALES

1. MATERIALES				2.069.032,30 €
1.1 Aparamenta y Materiales de Alta Tensión				
REF	**DESCRIPCIÓN**	**MEDICIÓN**	**PRECIO**	**IMPORTE**
1.1.1	**Ud. Sumninistro de Piezas de Conexión y derivación**	15	13,82 €	207,30 €
1.1.2	**Ud. Transformador de Potencia 30/220 kV, 70 MVA**	1	1.899.000,00 €	1.899.000,00 €
1.1.3	**ml. Cable conexión trafo y celdas de protección,** tipo RHZ1 Al 18/30 kV 3x1x630mm^2	92	25,00 €	2.300,00 €
1.1.4	**Ud. Reactancia de puesta a tierra** 36kV, 500 A.	1	25.400,00 €	25.400,00 €
1.1.5	**Ud. Seccionador de Reactancia de puesta a tierra** 36kV	1	650,00 €	650,00 €
1.1.6	**Ud. Pararrayos de protección** 36 kV	3	385,00 €	1.155,00 €
1.1.7	**Ud. Celda blindada (aislamiento en SF_6) de protección de transformador**, de 36 kV, en armario metálico prefabricado, normalizado y homologado, con embarrado de 2.000 A, interruptor automático de corte en SF_6, 25 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.	1	37.750,00 €	37.750,00 €
1.1.8	**Ud. Celda blindada (aislamiento en SF_6) de línea**, de 36 kV, en armario metálico prefabricado, normalizado y homologado, con embarrado de 2.000 A, interruptor automático de corte en SF_6, 25 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.	3	33.450,00 €	100.350,00 €
Total Subcapítulo 1.1				**2.066.812,30 €**

1. MATERIALES				2.069.032,30 €
1.2 Estructura Metálica				
REF	**DESCRIPCIÓN**	**MEDICIÓN**	**PRECIO**	**IMPORTE**
1.2.1	**Ud. Suministro Soporte Autoválvula Unipolar de 30 kV**	3	500,00 €	1.500,00 €
1.2.2	**Ud. Suministro Soporte Reactancia de Puesta a Tierra**	1	720,00 €	720,00 €
Total Subcapítulo 1.2				**2.220,00 €**

2.2. CONSTRUCCIÓN

2. CONSTRUCCIÓN				120.258,50 €
2.1 Obra Civil de Parque				
REF	**DESCRIPCIÓN**	**MEDICIÓN**	**PRECIO**	**IMPORTE**
2.1.1	**m3. Ejecución de la cimentación de la aparamenta**, incluyendo excavación y hormigonado	7,17	50,00 €	358,50 €
2.1.2	**Ud. Ejecución de bancada del transformador de potencia**	1,00	3.500,00 €	3.500,00 €
Total Subcapítulo 2.1				**3.858,50 €**

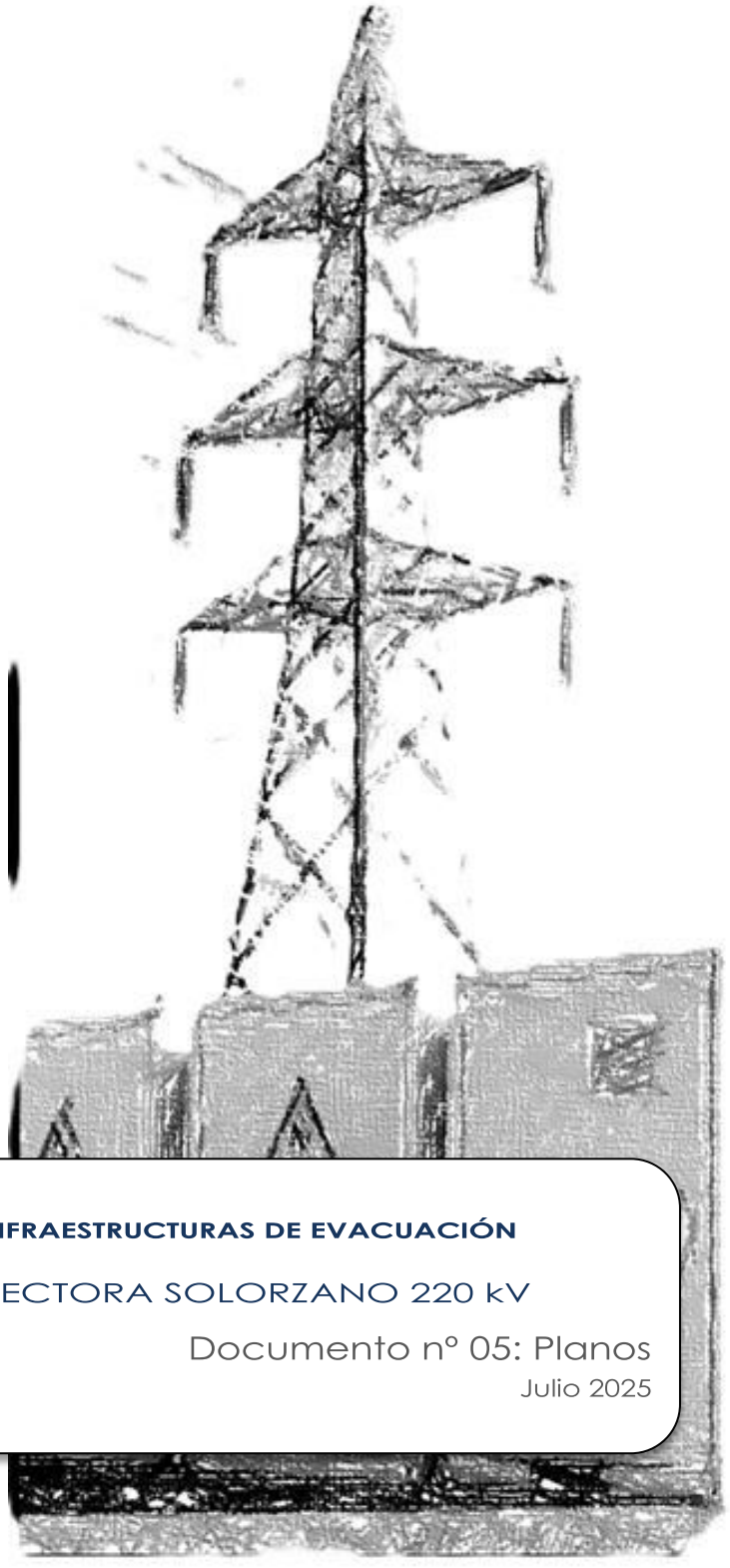
2. CONSTRUCCIÓN				120.258,50 €
2.2 Edificio				
REF	**DESCRIPCIÓN**	**MEDICIÓN**	**PRECIO**	**IMPORTE**
2.2.1	**m2. Edificio de Control y Comunicaciones**, de una sola planta, mediante prefabricados, incluyendo cimentación, sistema de acometidas, etc. totalmente terminado	108,00	800,00 €	86.400,00 €
Total Subcapítulo 2.2				**86.400,00 €**

2. CONSTRUCCIÓN				120.258,50 €
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	30.000,00 €	30.000,00 €
Total Subcapítulo 2.3				**30.000,00 €**

2.3. PRESUPUESTO TOTAL ASOCIADO A PROMOTOR BESS DEVELOPMENT

RESUMEN DEL PRESUPUESTO	
1. MATERIALES	2.069.032,30 €
1.1 Aparamenta y Materiales de Alta Tensión	2.066.812,30 €
1.2 Estructura Metálica	2.220,00 €
2. CONSTRUCCIÓN	120.258,50 €
2.1 Obra Civil de Parque	3.858,50 €
2.2 Edificio	86.400,00 €
2.3 Montaje Electromecánico	30.000,00 €
TOTAL DE EJECUCIÓN MATERIAL	2.189.290,80 €

novotec



BESS SOLORZANO E INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

ANEXO II. SET COLECTORA SOLORZANO 220 kV

Documento nº 05: Planos

Julio 2025

BENBROS

ÍNDICE

Generales

1. Planta General
2. Explanación y Acceso

Subestación Eléctrica

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

Edificio de Control

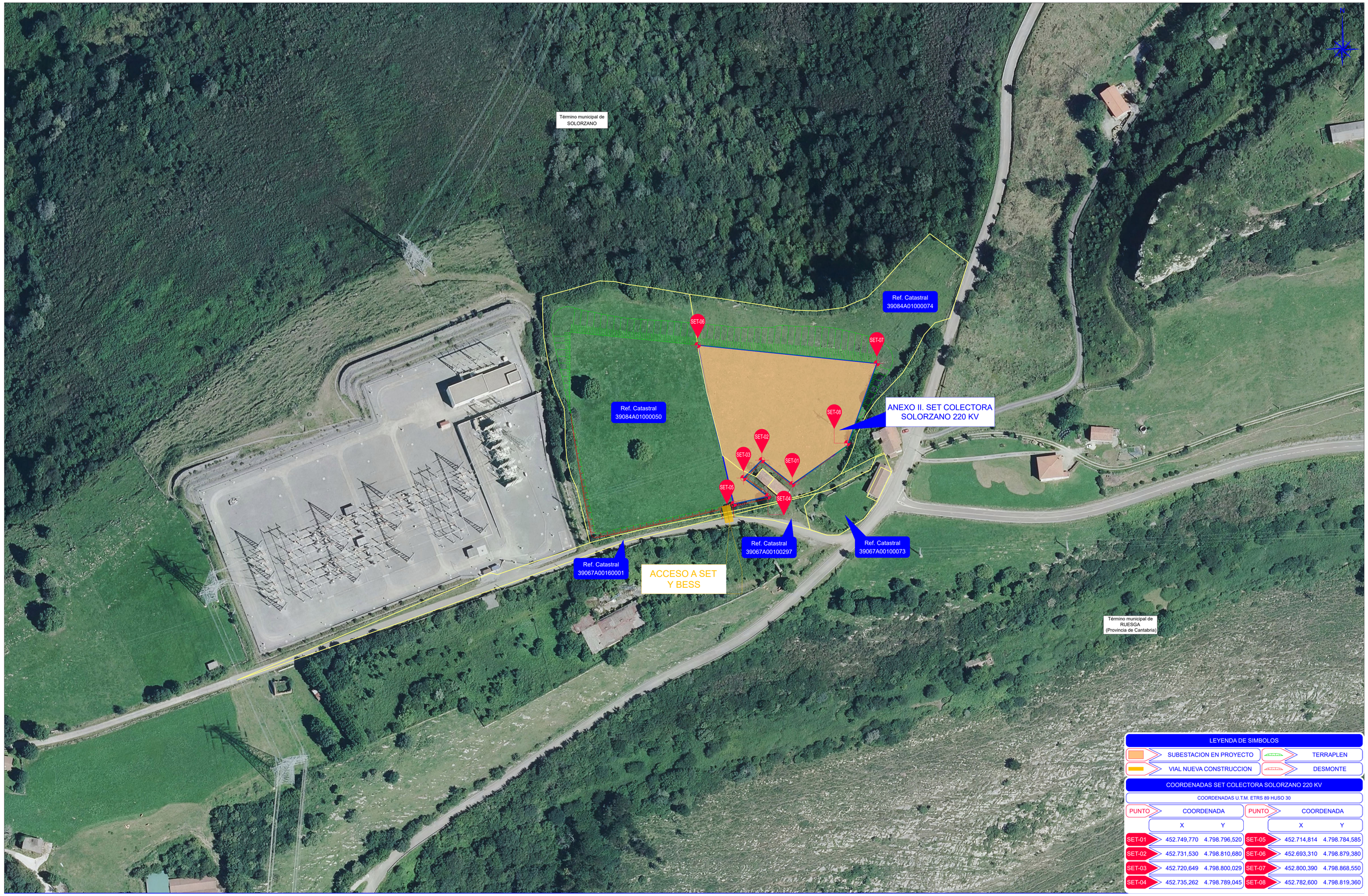
8. Planta
9. Alzados

Sala Medida Fiscal

10. Planta
11. Alzados

Protección y Control

12. Unifilar General Simplificado
13. Unifilar de Protecciones



LEYENDA DE SIMBOLOS

SUBESTACION EN PROYECTO	TERRAPLEN
VIAL NUEVA CONSTRUCCION	DESMONTE

COORDENADAS SET COLECTORA SOLORZANO 220 KV

COORDENADAS U.T.M. ETRS 89 HUSO 30

PUNTO	COORDENADA X	COORDENADA Y	PUNTO	COORDENADA X	COORDENADA Y
SET-01	452.749,770	4.798.796,520	SET-05	452.714,814	4.798.784,585
SET-02	452.731,530	4.798.810,680	SET-06	452.693,310	4.798.879,380
SET-03	452.720,649	4.798.800,029	SET-07	452.800,390	4.798.868,550
SET-04	452.735,262	4.798.789,045	SET-08	452.782,600	4.798.819,360

PLANTA GENERAL

Escala 1:1.000

BENBROS

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
00	Agosto 2025	Novotec	Novotec	BENBROS	BENBROS

FORMATO A1 | ESCALA 1:1.000

novotec

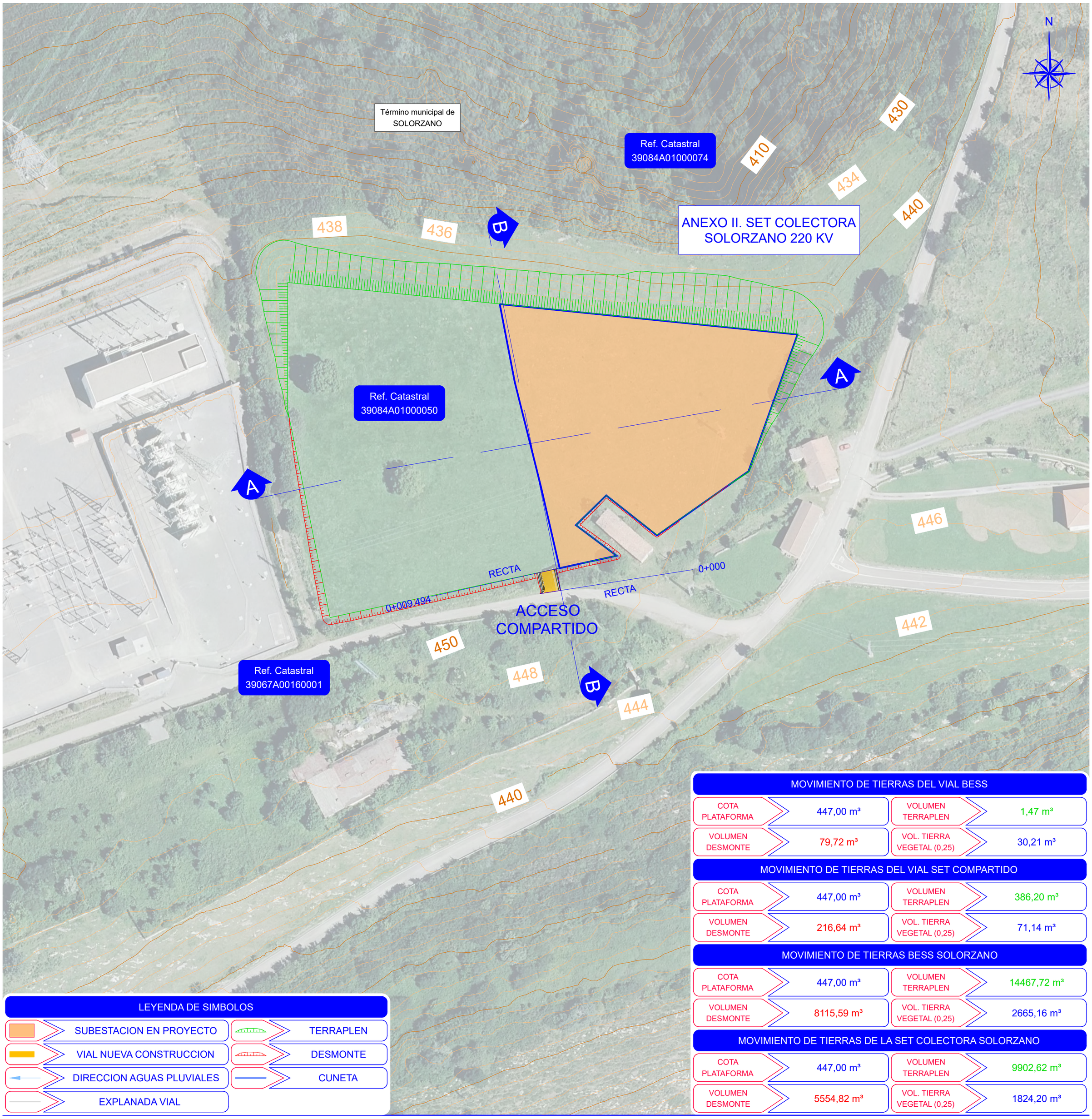
DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN

TITULO DEL PLANO: **PLANTA GENERAL**

ANEXO II
SET COLECTORA SOLORZANO 220 kV

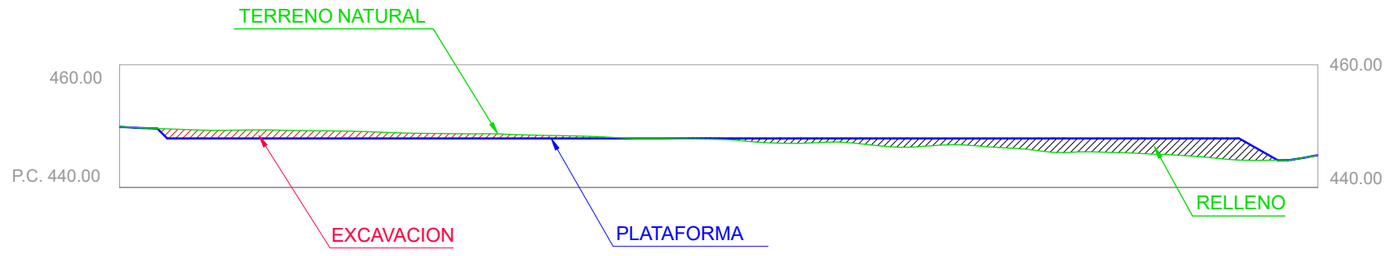
HOJA: 1 DE 1 | Rev. 00

PLANO Nº.: 1



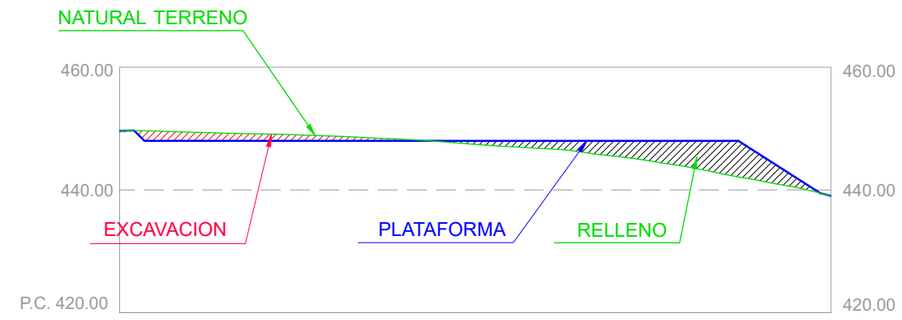
MOVIMIENTO DE TIERRAS DE LA SET. PLANTA

Escala 1:300



SECCION A-A

Escala H: 1:1.000



SECCION B-B

Escala H: 1:1.000

V: 1:1000

MOVIENTO DE TIERRAS DE LA SET. PERFILES PLATAFORMA

BENBROS

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
00	Agosto 2025	Novotec	Novotec	BENBROS	BENBROS

FORMATO A2 | ESCALA VARIAS

novotec

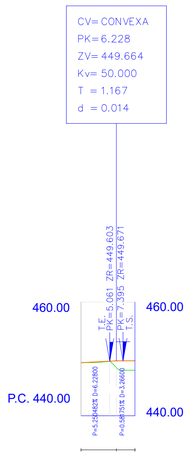
DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN

TITULO DEL PLANO: **EXPLANACION Y ACCESO MOVIMIENTO DE TIERRAS DE LA SET. PLANTA Y PERFILES**

ANEXO II
SET COLECTORA SOLORZANO 220 kV

HOJA: 1 DE 2 | Rev. 00

PLANO Nº.: 2



Pendientes

Cotas Rojas Desmonte

Cotas Rojas Terraplen

0.047
1.557
1.671
1.683

Cotas de Rasante

449.337
449.603
449.670
449.671
449.683

Cotas de Terreno

449.337
449.556
449.108
448.988
448.000

Distancias a Origen

0.000
5.061
6.228
7.395
9.494

Distancias Parciales

0.000
5.061
1.167
1.167
2.099

Numeracion de Perfiles

1 2 3 4 5

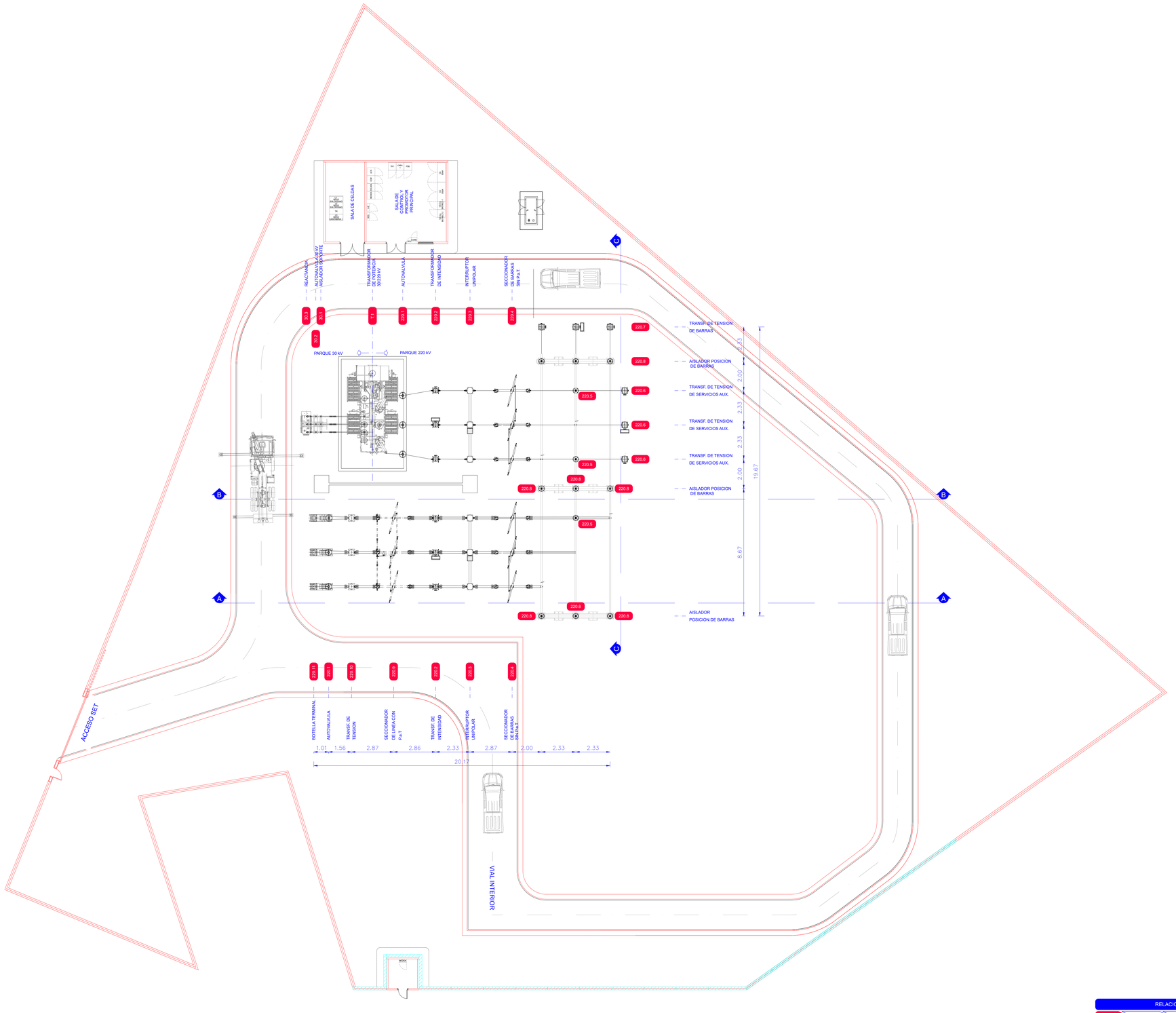
Diagrama de Curvatura

0.000
9.494
L=9.494

MOVIMIENTO DE TIERRAS DEL VIAL. PERFIL LONGITUDINAL

Escala H: 1:1.000
V: 1:1.000

BENBROS							FORMATO A1	ESCALA VARIAS	DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN
									TITULO DEL PLANO: EXPLANACION Y ACCESO MOVIMIENTO DE TIERRAS DEL VIAL. PERFIL LONGITUDINAL
00	Agosto 2025	Novotec	Novotec	BENBROS	BENBROS		novotec		ANEXO II SET COLECTORA SOLORZANO 220 kV
Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado				HOJA: 2 DE 2 Rev. 00 PLANO Nº.: 2



LEYENDA DE SIMBOLOS

BARRERAS ACUSTICAS

RELACION DE APARAMENTA

CODIGO	CANTIDAD	DENOMINACION
APARAMENTA 30 kV		
30.1	1	AISLADOR SOPORTE
30.2	1	AUTOVALVULA 30 kV
30.3	1	REACTANCIA
APARAMENTA 220 kV		
220.1	6	AUTOVALVULA
220.2	6	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD
220.3	6	INTERRUPTOR UNIPOLAR
220.4	2	SECCIONADOR DE BARRAS SIN P.a.T.
220.5	3	AISLADOR POSICION DE LINEA
220.6	3	TRANSF. DE TENSION DE SERV. AUXILIARES

CODIGO	CANTIDAD	DENOMINACION
T-1	1	TRANSFORMADOR DE POTENCIA 30/220 kV
APARAMENTA 220 kV		
220.7	3	TRANSF. DE TENSION DE BARRAS
220.8	9	AISLADOR POSICION DE BARRAS
220.9	1	SECCIONADOR DE LINEA CON P.a.T.
220.10	3	TRANSFORMADOR DE TENSION DE LINEA
220.11	3	BOTELLA TERMINAL

BENBROS							FORMATO: A0	ESCALA: 1:100
	00	Agosto 2025	Novotec	Novotec	BENBROS	BENBROS	novotec	
	Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado		

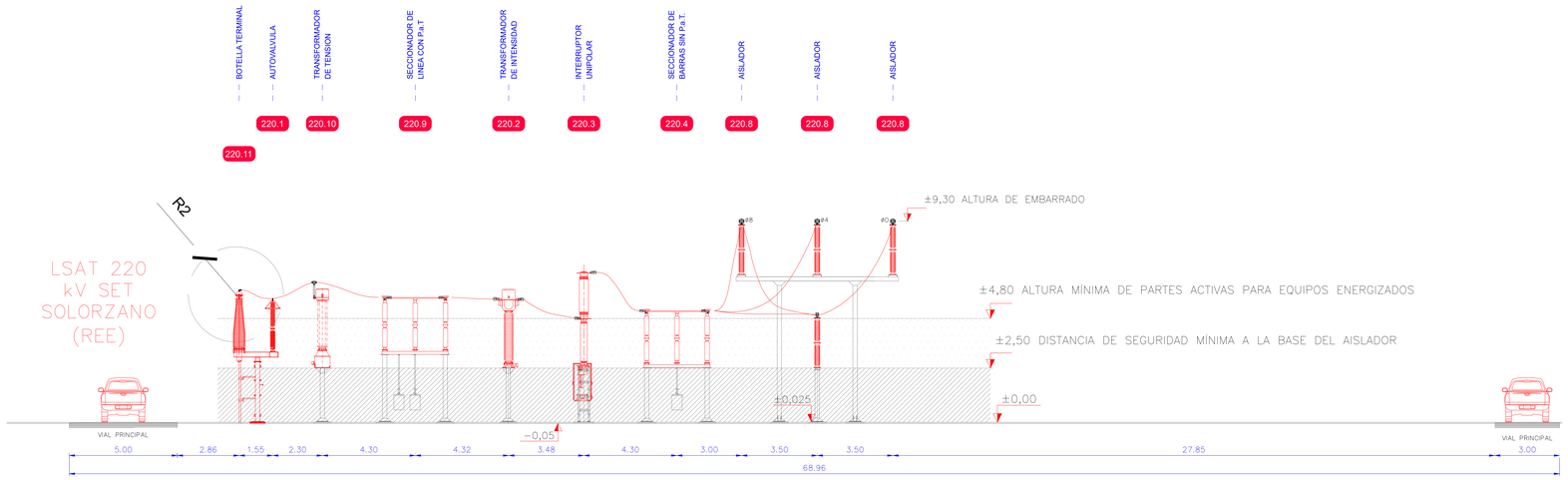
DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN

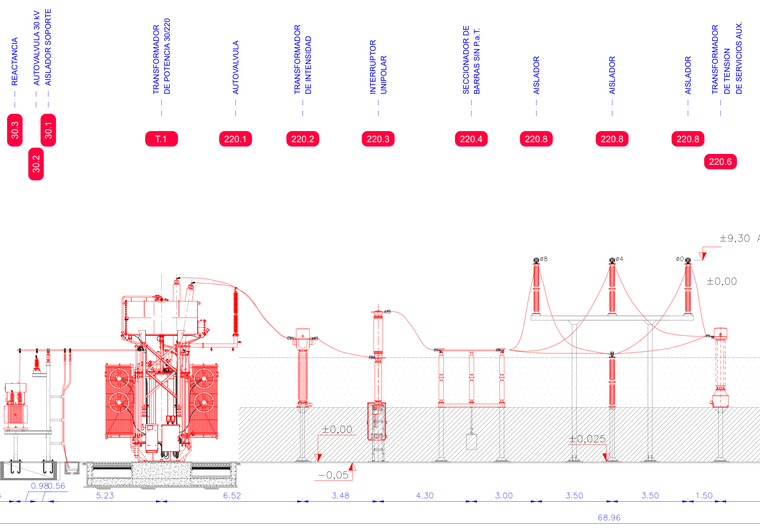
TITULO DEL PLANO: **PLANTA GENERAL ELECTROMECANICA**

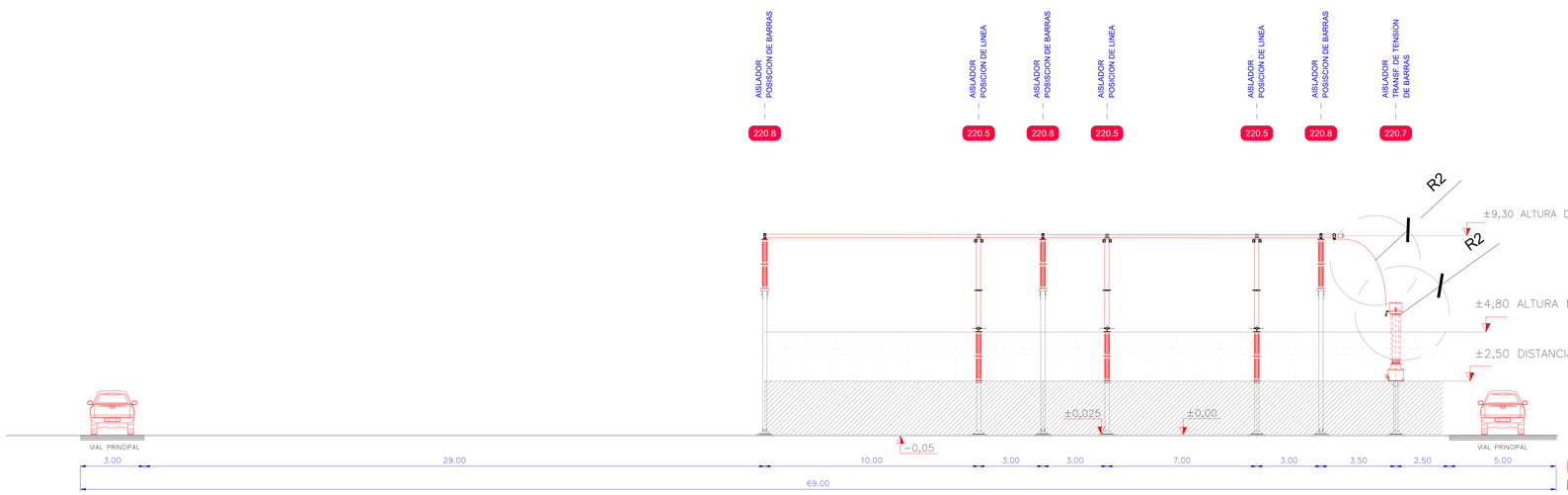
ANEXO II
SET COLECTORA SOLORZANO 220 kV

HOJA 1 DE 1 | Rev. 00

PLANO Nº: 3







RELACION DE APARAMENTA

CODIGO	CANTIDAD	DENOMINACION
APARAMENTA 30 kV		
30.1	1	AISLADOR SOPORTE
30.2	1	AUTOVALVULA 30 kV
30.3	1	REACTANCIA

CODIGO	CANTIDAD	DENOMINACION
APARAMENTA 220 kV		
220.1	6	AUTOVALVULA
220.2	6	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD
220.3	6	INTERRUPTOR UNIPOLAR
220.4	2	SECCIONADOR DE BARRAS SIN P.a.T.
220.5	3	AISLADOR POSICION DE LINEA
220.6	3	TRANSF. DE TENSION DE SERV. AUXILIARES

CODIGO	CANTIDAD	DENOMINACION
T-1	1	TRANSFORMADOR DE POTENCIA 30/220 kV
APARAMENTA 220 kV		
220.7	3	TRANSF. DE TENSION DE BARRAS
220.8	9	AISLADOR POSICION DE BARRAS
220.9	1	SECCIONADOR DE LINEA CON P.a.T.
220.10	3	TRANSFORMADOR DE TENSION DE LINEA
220.11	3	BOTELLA TERMINAL

BENBROS

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
00	Agosto 2025	Novotec	Novotec	BENBROS	BENBROS

FORMATO: A0 | ESCALA: 1:100

novotec

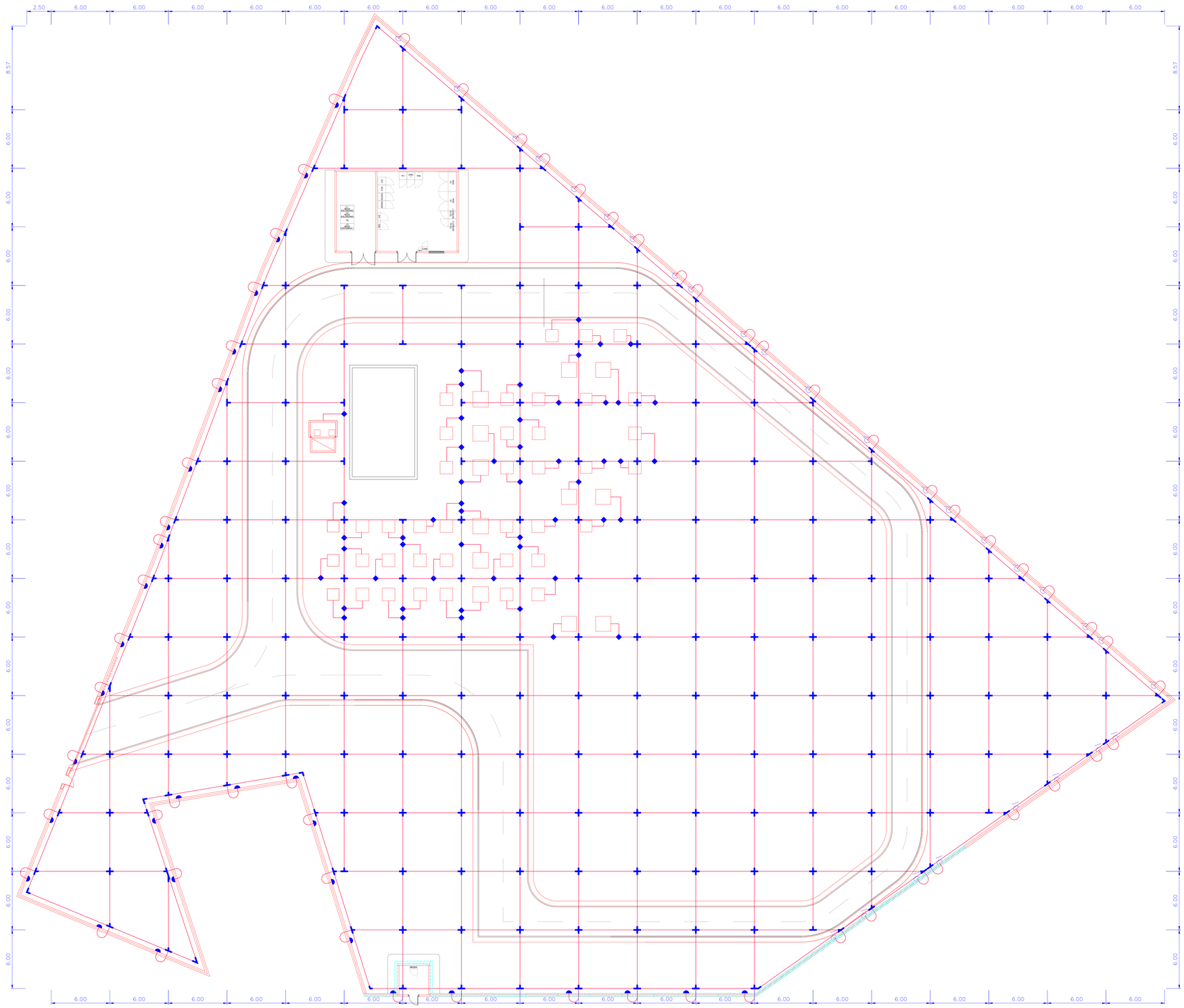
DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN

TITULO DEL PLANO: **ALZADO ELECTROMECANICO**

ANEXO II
SET COLECTORA SOLORZANO 220 kV

HOJA 1 DE 1 | Rev. 00

PLANO Nº: 4



NOTAS

- COTAS Y ELEVACIONES EN METROS.
- EL CABLE DE LA MALLA DE PUESTA A TIERRA SERA DE Cu DESNUDO C-120 mm².
- TODO PASO DE CABLE DE P. a T. A TRAVES DEL HORMIGON DEBERA IR EMBEBIDO EN TUBOS DE PVC.
- LA POSICION DE LA MALLA DE PUESTA A TIERRA ES APROXIMADA, LA SITUACION EXACTA SE DETERMINARA SOBRE EL TERRENO.
- LOS ELEMENTOS RELACIONADOS A CONTINUACION SERAN CONECTADOS A LA RED DE PUESTA A TIERRA DE LOS ELEMENTOS ELECTRICOS DEL ANILLO INTERIOR DEL EDIFICIO.
  - ELEMENTOS MECANICOS:

    ESTRUCTURA, CARCASAS, TUBERIAS Y BARANDILLAS.
  - ELEMENTOS ELECTRICOS:

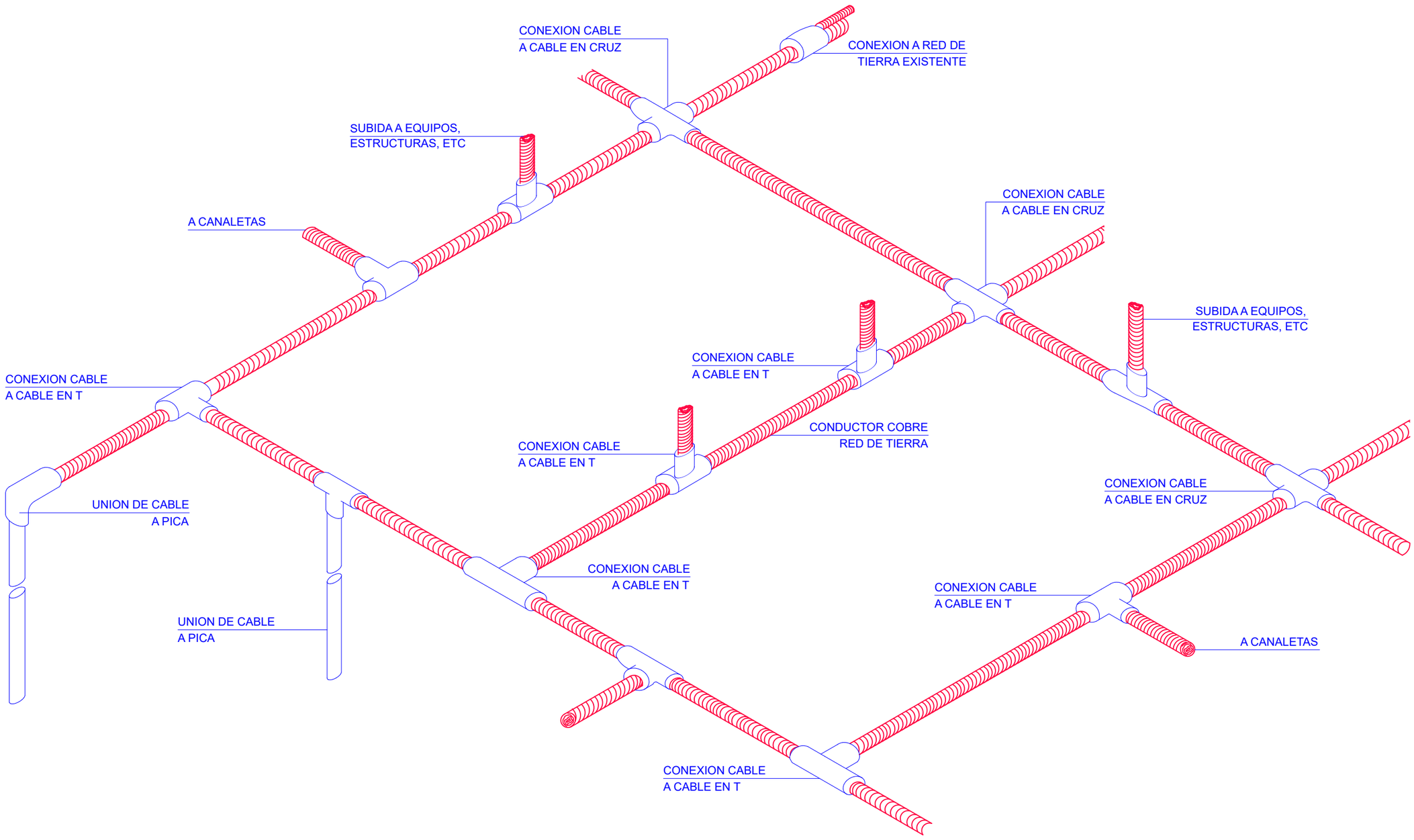
    ARMARIOS ELECTRICOS, ALUMBRADO, TOMAS DE CORRIENTE, SISTEMAS DE CONTROL, BANDEJAS, SOPORTES DE CABLES, ARMADURAS DE CABLES Y CON CARACTER GENERAL CUALQUIER ELEMENTO METALICO.

RELACION DE MATERIALES PARA EL MONTAJE DE P.a T.

- CABLE DE TIERRA DESNUDO Cu 120 mm² ENTERRADO A 0.80 Mts. DE PROFUNDIDAD (C-1)
- CABLE DE TIERRA DESNUDO Cu 120 mm² ENTERRADO A 0.80 Mts. POR DEBAJO DE LOS EDIFICIOS
- SOLDADURA "CADWELD" PARA UNION EN "CRUZ" DE CABLE Cu 120 mm² (A)
- SOLDADURA "CADWELD" PARA UNION EN "L" DE CABLE Cu 120 mm² (B)
- SOLDADURA "CADWELD" PARA UNION EN "T" DE CABLE Cu 120 mm² (C)
- SOLDADURA PARA UNION DE P.a T.A CIMENTACIONES DE CABLE Cu 120 mm² (M)
- SOLDADURA PARA UNION DE P.a T.A PERFILERIA DEL CERRAMIENTO EXTERIOR DE CABLE Cu 120 mm² (M)

BENBROS							FORMATO: A0	ESCALA: 1:100
							DENOMINACION:	PROYECTO DE EJECUCIÓN
							TITULO DEL PLANO:	**RED GENERAL DE TIERRAS**
	00	Agosto 2025	Novotec	Novotec	BENBROS	BENBROS	novotec	**ANEXO II** **SET COLECTORA SOLORZANO 220 kV**
	Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado		HOJA 1 DE 2 Rev. 00
								PLANO Nº: 5

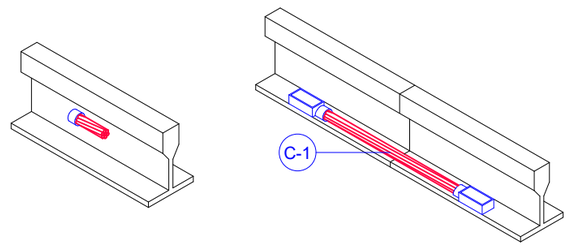
DETALLES DE SOLDADURAS A RED DE TIERRAS



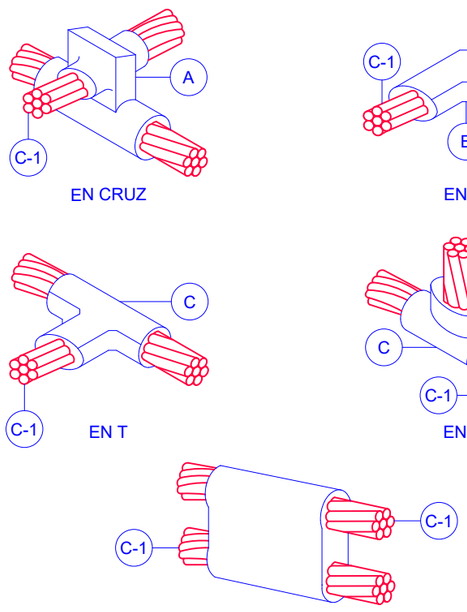
UNION DE CABLE A PICA



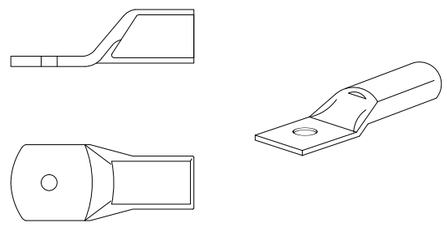
UNION DE CABLE A RAIL



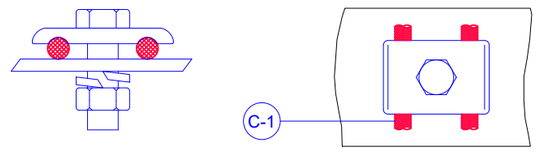
UNION DE CABLE A CABLE



TERMINALES DE PRESION

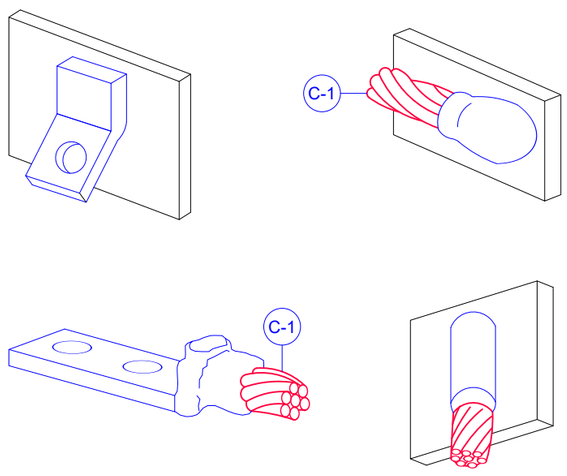


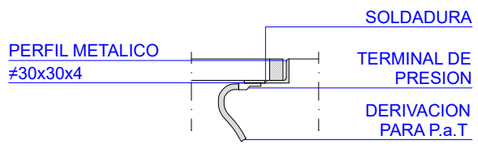
GRAPA DE ENLACE PARA ESTRUCTURA Y CABLES



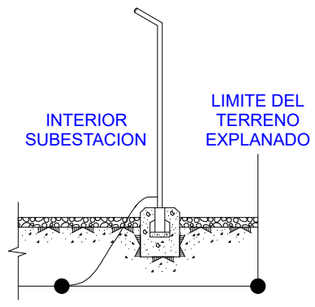
PUESTA A TIERRA PARA TAPAS METALICAS

UNION DE CABLE A ACERO





DETALLE P.a.T DEL CERRAMIENTO



00	Agosto 2025	Novotec	Novotec	BENBROS	BENBROS
Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado

BENBROS

FORMATO: A2 | ESCALA: S/E

novotec

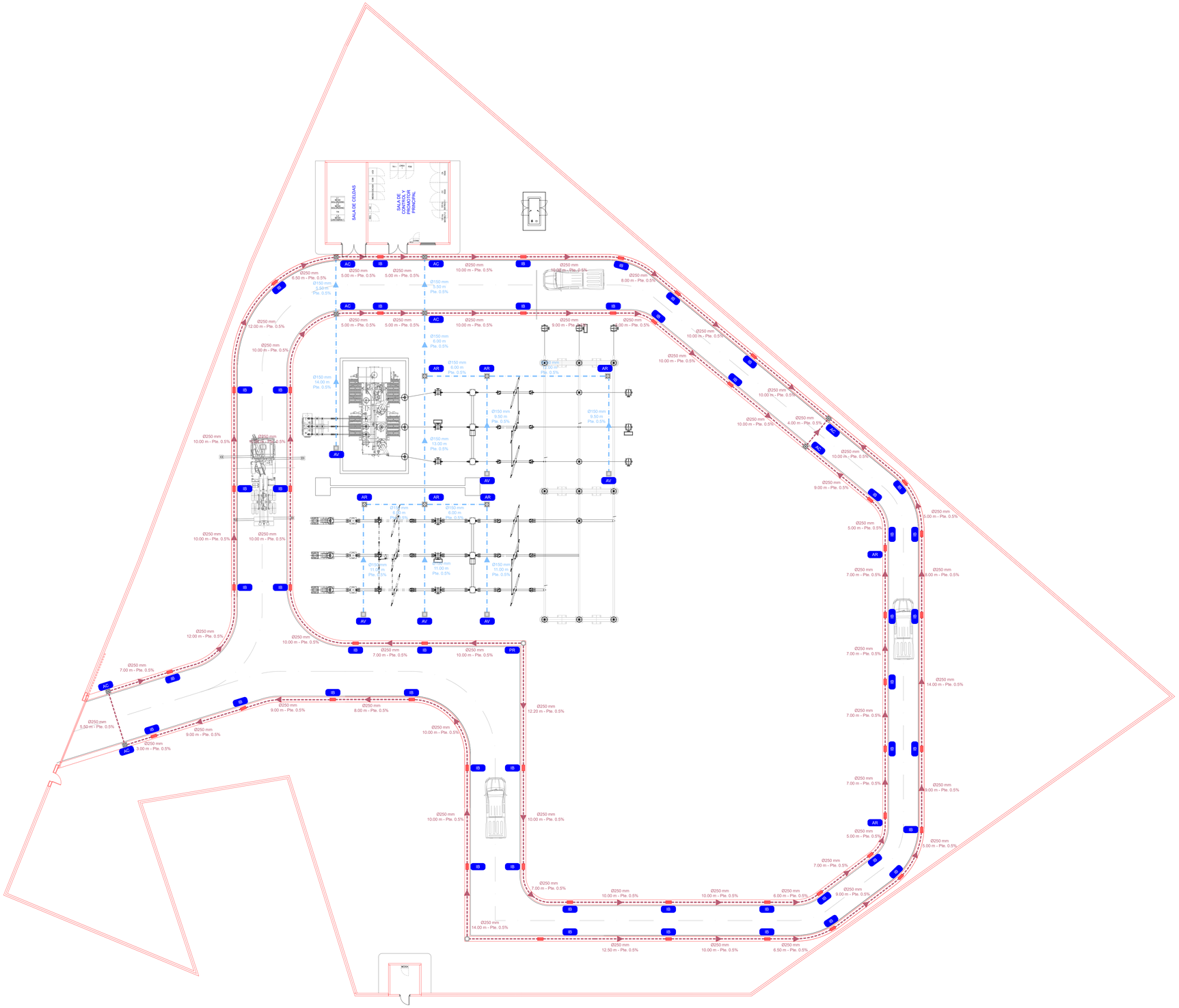
DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN

TITULO DEL PLANO: **RED GENERAL DE TIERRAS. DETALLES**

ANEXO II
SET COLECTORA SOLORZANO 220 kV

HOJA: 2 DE 2 | Rev. 00

PLANO Nº.: 5



LEYENDA DE SIMBOLOS

TUBO COLECTOR PEAD Ø400	ARQUETA DE VENTILACION (AV)
TUBO COLECTOR PEAD Ø250	ARQUETA DE REGISTRO (AR)
TUBO COLECTOR PEAD Ø110	ARQUETA ENTRE CUNETAS (AC)
TUBO DREN RANURADO (Ø150)	ARQUETA BAJANTE (AB)
POZO DE REGISTRO (PR)	IMBORNAL (IB)

BENBROS

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
00	Agosto 2025	Novotec	Novotec	BENBROS	BENBROS

FORMATO A0 | ESCALA 1:100

novotec

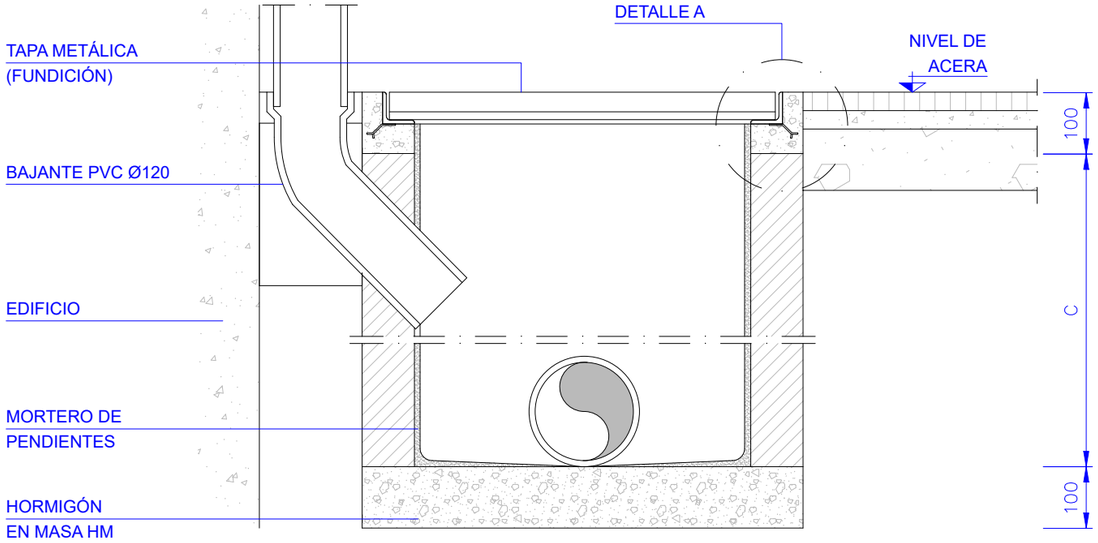
DENOMINACIÓN: PROYECTO DE EJECUCIÓN

TITULO DEL PLANO: **PLANTA DRENAJES**

ANEXO II
SET COLECTORA SOLORZANO 220 kV

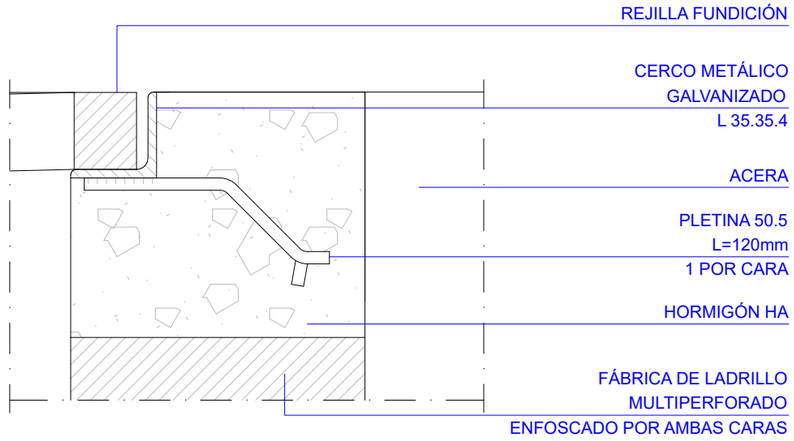
HOJA 1 DE 5 | Rev. 00

PLANO Nº: 6



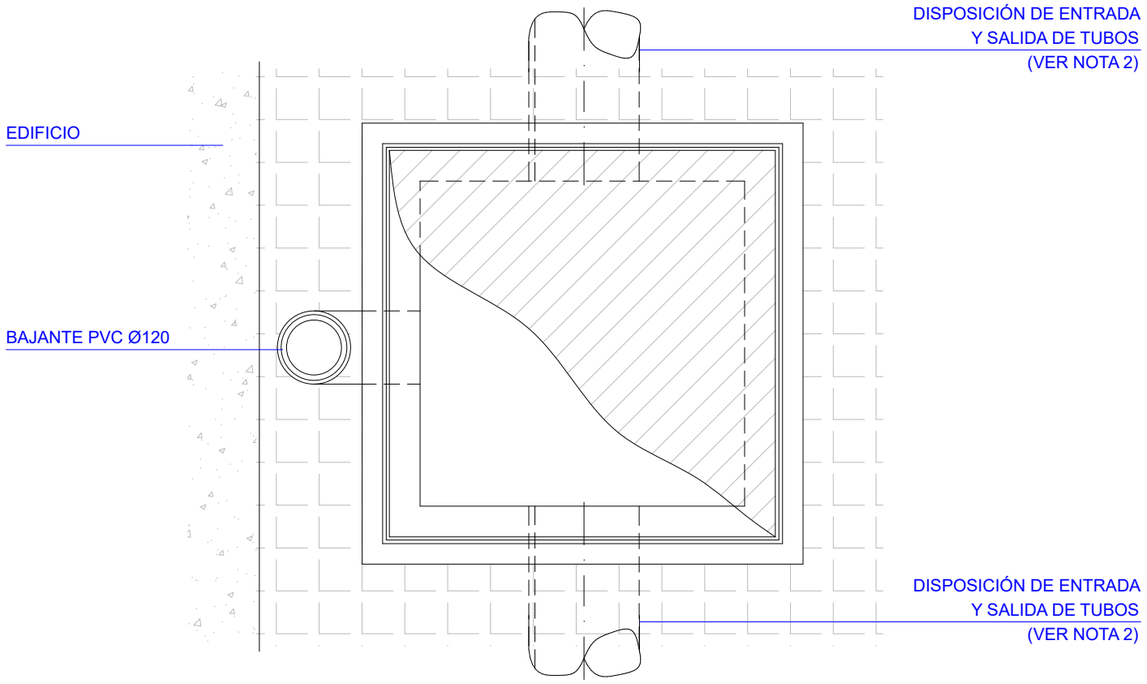
ALZADO-SECCIÓN

ESCALA 1:10



DETALLE A

ESCALA 1:2.5



PLANTA

ESCALA 1:10

NOTAS

1.- LA TAPA DE FUNDICIÓN B125 Y SU CERCO DE APOYO SON MERAMENTE REPRESENTATIVAS. EL CONSTRUCTOR PODRÁ MODIFICAR LIGERAMENTE EL DETALLE CORRESPONDIENTE EN BASE A LOS ELEMENTOS NORMALIZADOS FÁCILMENTE ADQUIRIBLES EN LA ZONA.

2.- LAS DISPOSICIONES DE ENTRADA Y SALIDA DE TUBOS SON GENÉRICAS, VER PLANO DE PLANTA.

3.- COTAS Y ELEVACIONES EN METROS, EXCEPTO LAS INDICADAS.

4.- LA TAPA DE FUNDICIÓN TENDRÁ UN PESO MENOR O IGUAL A 25 kg.

BENBROS

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
00	Agosto 2025	Novotec	Novotec	BENBROS	BENBROS

FORMATO	ESCALA
A3	1:50

novotec

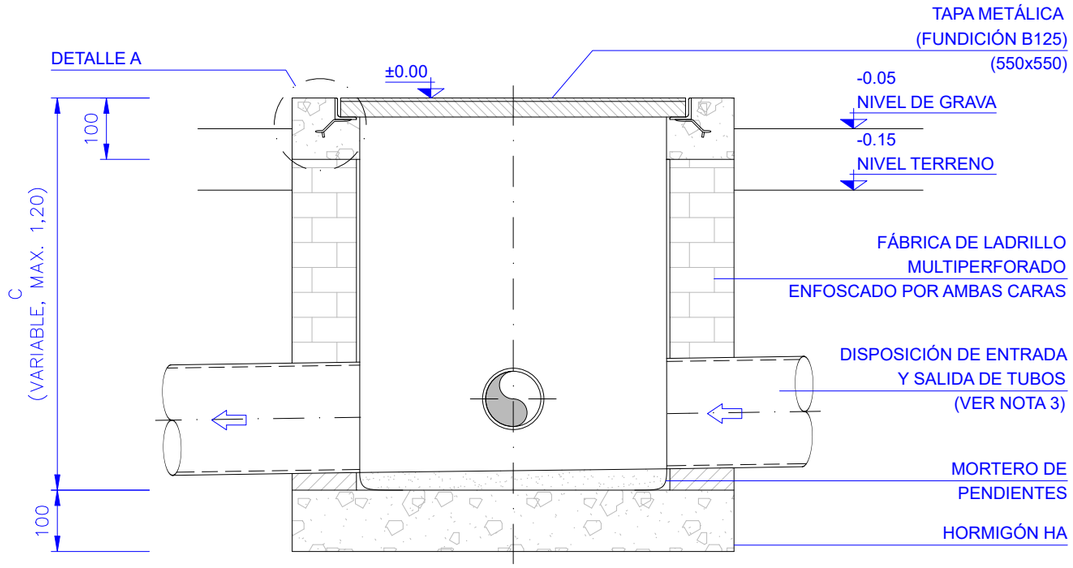
DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN

TITULO DEL PLANO: **DRENAJES. ARQUETA A PIE BAJANTE (AB)**

ANEXO II
SET COLECTORA SOLORZANO 220 kV

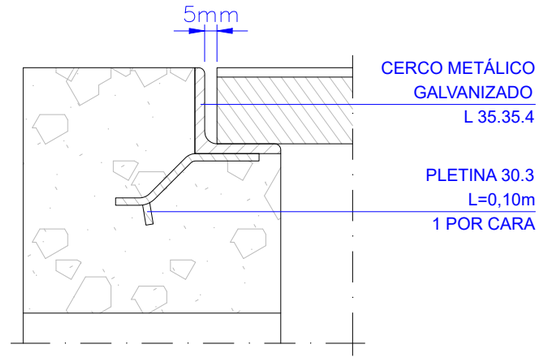
HOJA: 2 DE 5 | Rev. 00

PLANO Nº.: 6



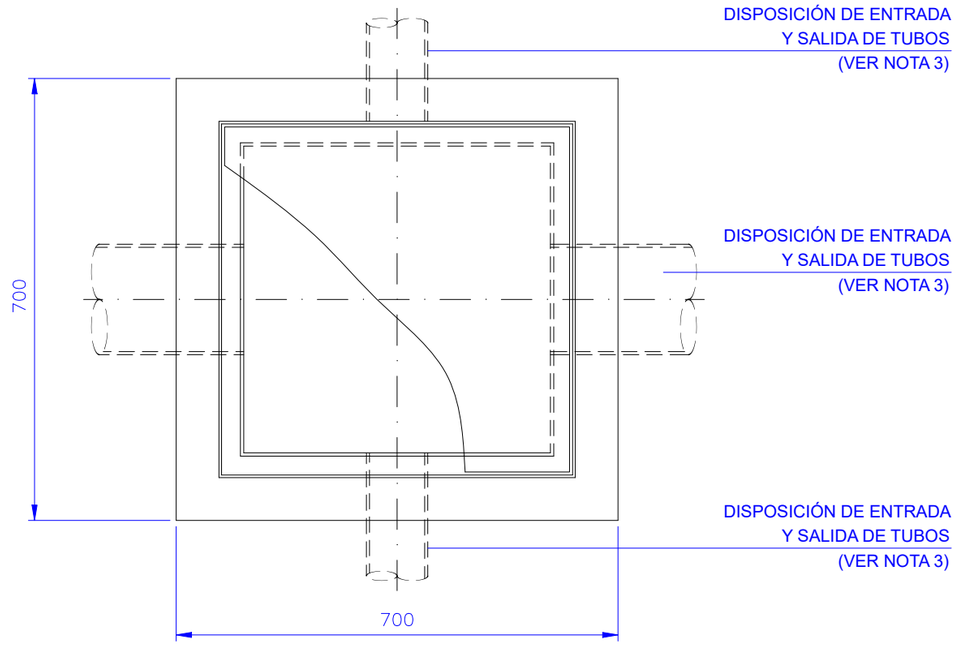
ALZADO-SECCIÓN

ESCALA 1:10



DETALLE A

ESCALA 1:2.5



PLANTA

ESCALA 1:10

NOTAS

1.- PARA SITUACIÓN VER PLANO DE PLANTA GENERAL DE DRENAJES.

2.- COTAS EN MILÍMETROS Y ELEVACIONES EN METROS, EXCEPTO LAS INDICADAS.

3.- PARA DISPOSICIÓN DE TUBOS VER PLANO DE PLANTA GENERAL DE DRENAJES.

4.- TAPA METÁLICA DE FUNDICIÓN B125 (0,50x0,50).

5.- LA ARQUETA DENOMINADA AR-1 TENDRÁ UNAS DIMENSIONES EXTERIORES DE 0.75x0.75 Y UNA TAPA METÁLICA DE FUNDICIÓN B125 (0,55x0,55)

BENBROS

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
00	Agosto 2025	Novotec	Novotec	BENBROS	BENBROS

FORMATO: A3 | ESCALA: 1:50

novotec

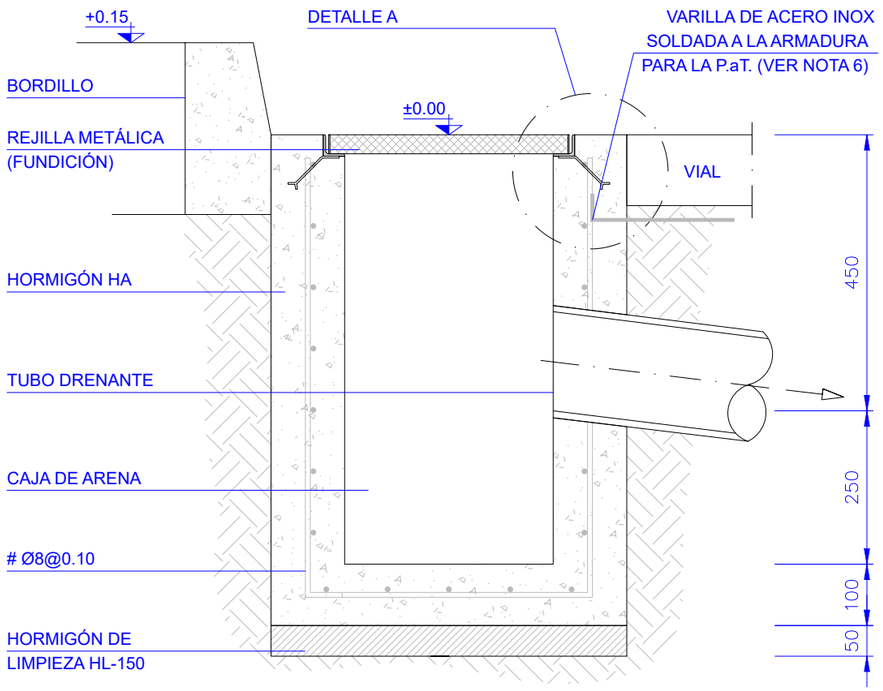
DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN

TITULO DEL PLANO: **DRENAJES. ARQUETA DE REGISTRO (AR)**

ANEXO II
SET COLECTORA SOLORZANO 220 kV

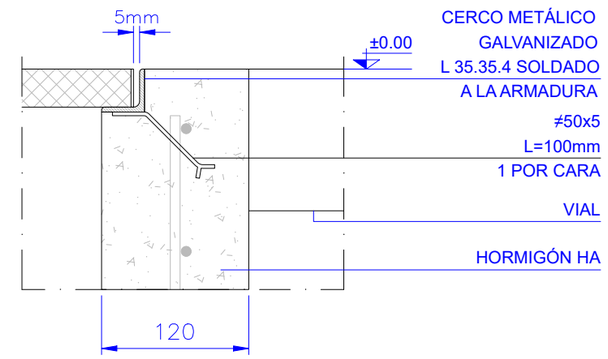
HOJA: 3 DE 5 | Rev. 00

PLANO Nº.: 6



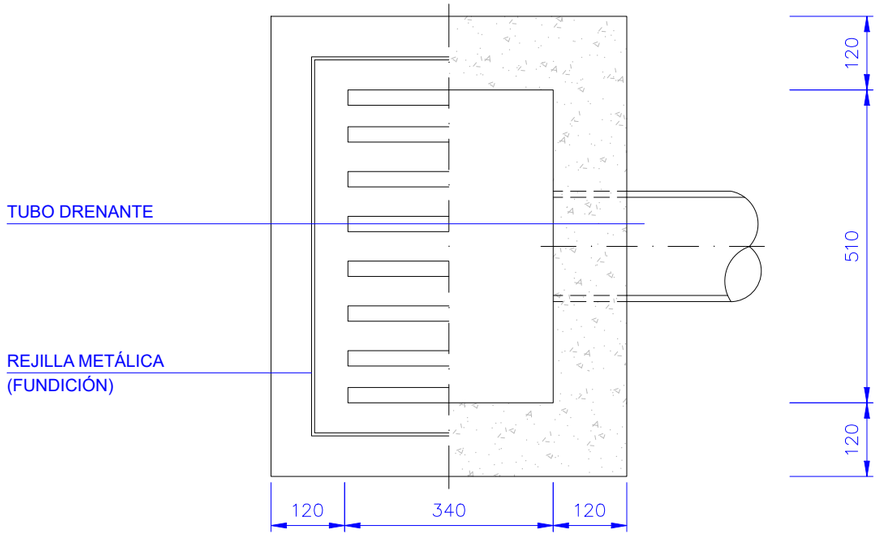
ALZADO-SECCIÓN

ESCALA 1:10



DETALLE A

ESCALA 1:5



PLANTA

ESCALA 1:10

NOTAS

1.- PARA SITUACIÓN VER PLANO DE PLANTA GENERAL DE DRENAJES.

2.- COTAS EN MILÍMETROS Y ELEVACIONES EN METROS, EXCEPTO LAS INDICADAS.

3.- PARA DISPOSICIÓN DE TUBOS VER PLANO DE PLANTA GENERAL DE DRENAJES.

4.- LA PROFUNDIDAD DEL TUBO DE DRENAJE SERÁ LA MENOR POSIBLE, HABIDA CUENTA (SI PROCEDE) DE LAS DIMENSIONES DEL CANAL DE CABLES QUE PUEDA EXISTIR AGUAS ABAJO.

5.- LA REJILLA DE FUNDICIÓN Y SU CERCO DE APOYO SON MERAMENTE REPRESENTATIVAS. EL CONSTRUCTOR PODRÁ MODIFICAR LIGERAMENTE EL DETALLE CORRESPONDIENTE EN BASE A LOS ELEMENTOS NORMALIZADOS FÁCILMENTE ADQUIRIBLES EN LA ZONA.

6.- LA VARILLA DE INOX PARA LA P.aT.. IRÁ CONECTADA A LA RED DE TIERRAS MEDIANTE SOLDADURA ALUMINOTÉRMICA

BENBROS

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
00	Agosto 2025	Novotec	Novotec	BENBROS	BENBROS

FORMATO: A3 | ESCALA: 1:50

novotec

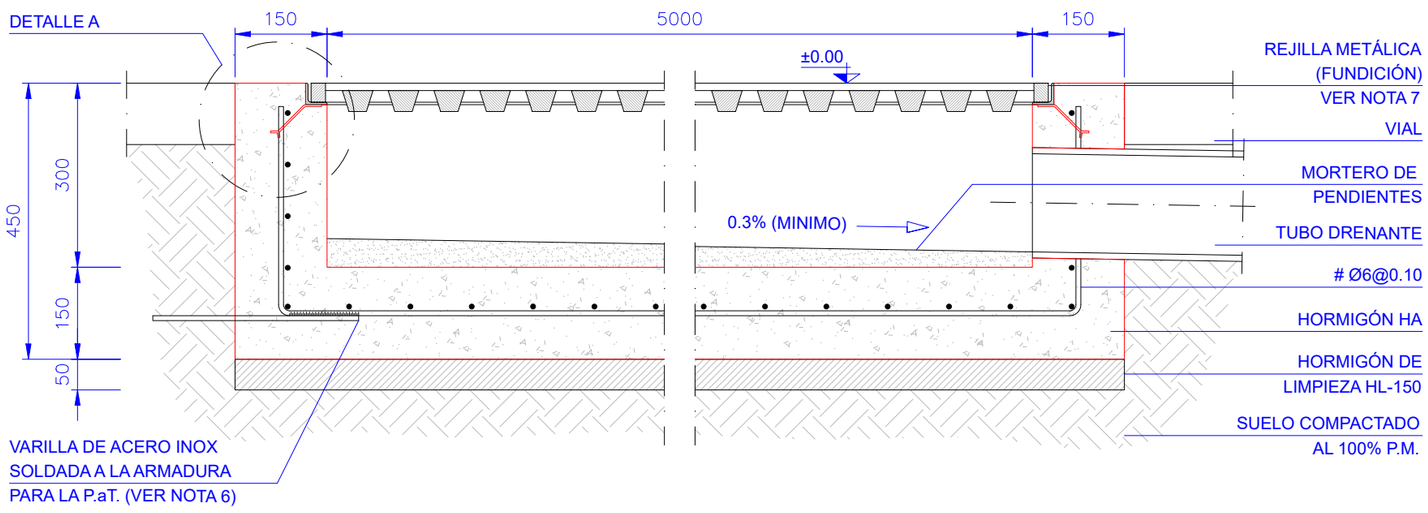
DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN

TITULO DEL PLANO: **DRENAJES. IMBORNAL DE HORMIGÓN (IB)**

ANEXO II
SET COLECTORA SOLORZANO 220 kV

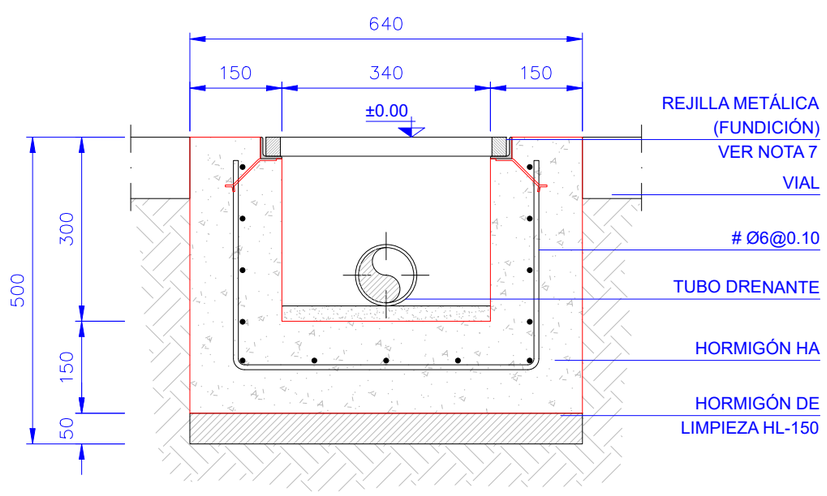
HOJA: 4 DE 5 | Rev.: 00

PLANO Nº.: 6



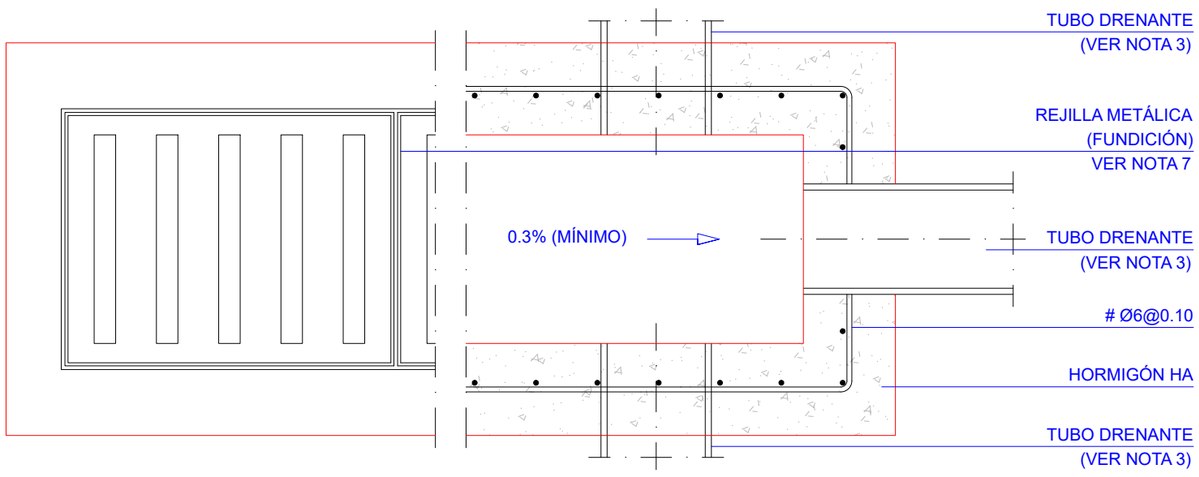
ALZADO SECCIÓN LONGITUDINAL

ESCALA 1:10



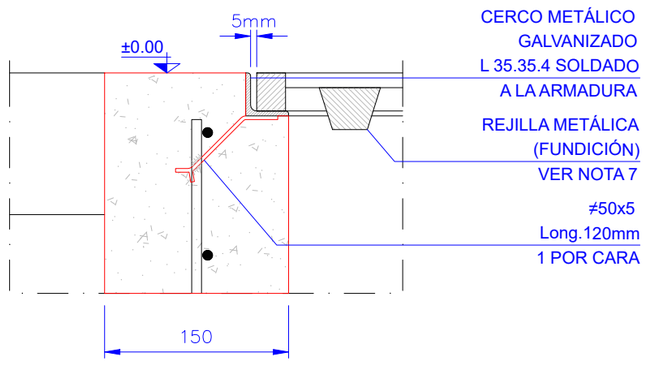
ALZADO SECCIÓN TRANSVERSAL

ESCALA 1:10



PLANTA

ESCALA 1:10



PLANTA

ESCALA 1:5

NOTAS

1- PARA SITUACIÓN VER PLANO DE PLANTA GENERAL DE DRENAJES.

2- COTAS EN MILÍMETROS Y ELEVACIONES EN METROS, EXCEPTO LAS INDICADAS.

3- PARA DISPOSICIÓN DE TUBOS VER PLANO DE PLANTA GENERAL DE DRENAJES.

4- LA CLASE RESISTENTE DE LA REJILLA METÁLICA DE FUNDICIÓN ESTARÁ EN FUNCION DE SU UBICACIÓN.

5- LA REJILLA DE FUNDICIÓN Y SU CERCO DE APOYO SON REPRESENTATIVAS. EL CONSTRUCTOR PODRÁ MODIFICAR LIGERAMENTE EL DETALLE CORRESPONDIENTE EN BASE A LOS ELEMENTOS NORMALIZADOS FÁCILMENTE ADQUIRIBLES EN LA ZONA.

6- LA VARILLA DE INOX PARA LA P.aT.. IRA CONECTADA A LA RED DE TIERRAS MEDIANTE SOLDADURA ALUMINOTERMICA

7- SE REALIZARÁ EN TANTAS PIEZAS INDEPENDIENTES COMO LAS NECESARIAS PARA SU FÁCILIZADO POR UNA PERSONA.

BENBROS

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
00	Agosto 2025	Novotec	Novotec	BENBROS	BENBROS

FORMATO A2 | ESCALA VARIAS

novotec

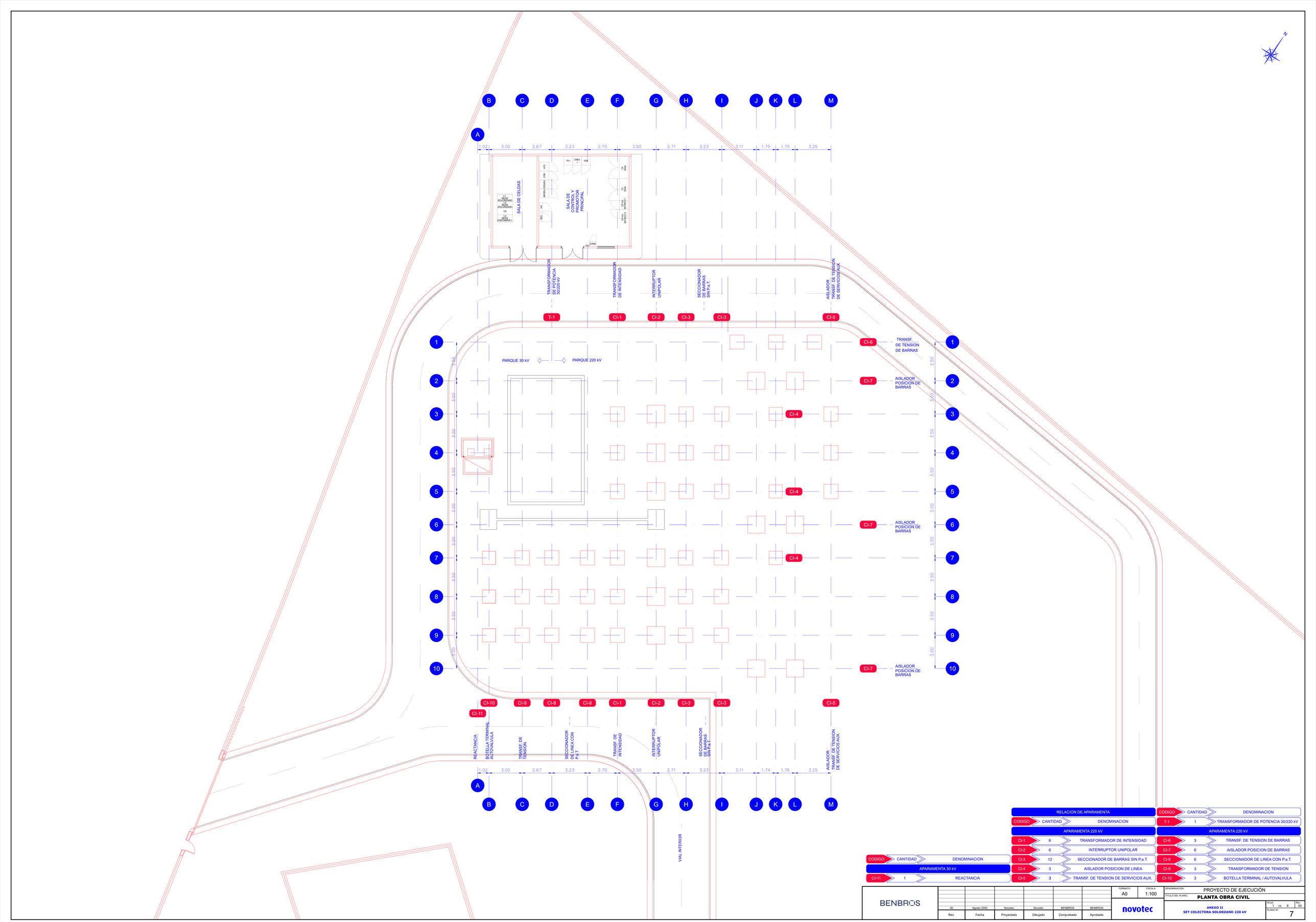
DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN

TITULO DEL PLANO: **DRENAJES. REJILLA DE DRENAJE**

ANEXO II
SET COLECTORA SOLORZANO 220 kV

HOJA: 5 DE 5 | Rev. 00

PLANO Nº.: 6



RELACION DE APARAMENTA		
CODIGO	CANTIDAD	DENOMINACION
APARAMENTA 220 kV		
CI-1	6	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD
CI-2	6	INTERRUPTOR UNIPOLAR
CI-3	12	SECCIONADOR DE BARRAS SIN P.a.T.
CI-4	3	AISLADOR POSICION DE LINEA
CI-5	3	TRANSF. DE TENSION DE SERVICIOS AUX.

CODIGO	CANTIDAD	DENOMINACION
T-1	1	TRANSFORMADOR DE POTENCIA 30/220 kV
APARAMENTA 220 kV		
CI-6	3	TRANSF. DE TENSION DE BARRAS
CI-7	6	AISLADOR POSICION DE BARRAS
CI-8	6	SECCIONADOR DE LINEA CON P.a.T.
CI-9	3	TRANSFORMADOR DE TENSION
CI-10	3	BOTELLA TERMINAL / AUTOVALVULA

CODIGO	CANTIDAD	DENOMINACION
APARAMENTA 30 kV		
CI-11	1	REACTANCIA

BENBROS

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
00	Agosto 2025	Novotec	Novotec	BENBROS	BENBROS

FORMATO A0 | ESCALA 1:100

novotec

DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN

TITULO DEL PLANO: **PLANTA OBRA CIVIL**

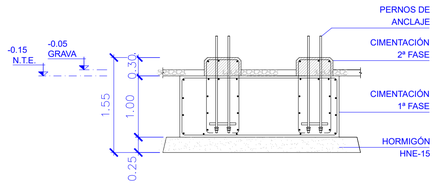
ANEXO II
SET COLECTORA SOLORZANO 220 kV

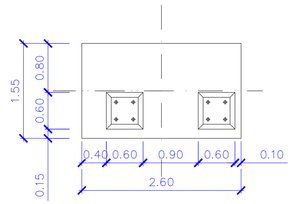
HOJA DE 8 | Rev. 00

PLANO Nº: 7

CIMENTACION APARAMENTA 30 kV

DETALLES TIPO CIMENTACION APARAMENTA

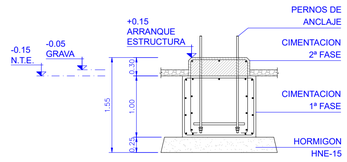


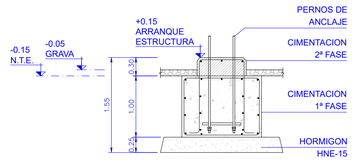


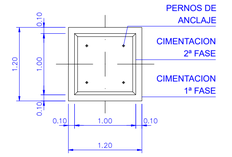
CI-11

CIMENTACION APARAMENTA 220 kV

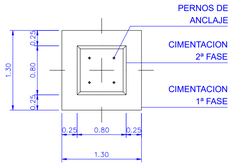
DETALLES TIPO CIMENTACION APARAMENTA







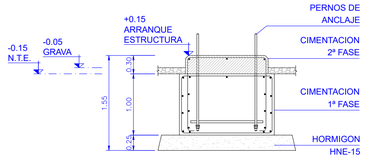
CI-10 CI-4

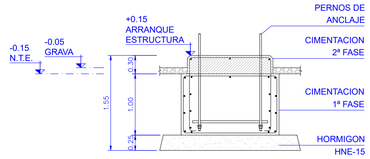


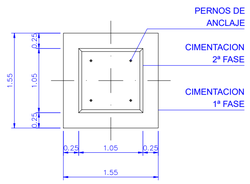
CI-1 CI-3 CI-5 CI-6 CI-8 CI-9

DETALLES TIPO CIMENTACION APARAMENTA

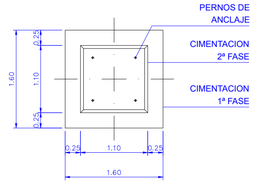
DETALLES TIPO CIMENTACION APARAMENTA







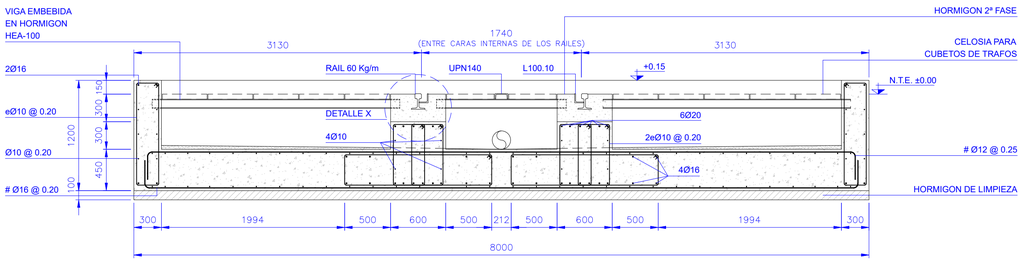
CI-7



CI-2

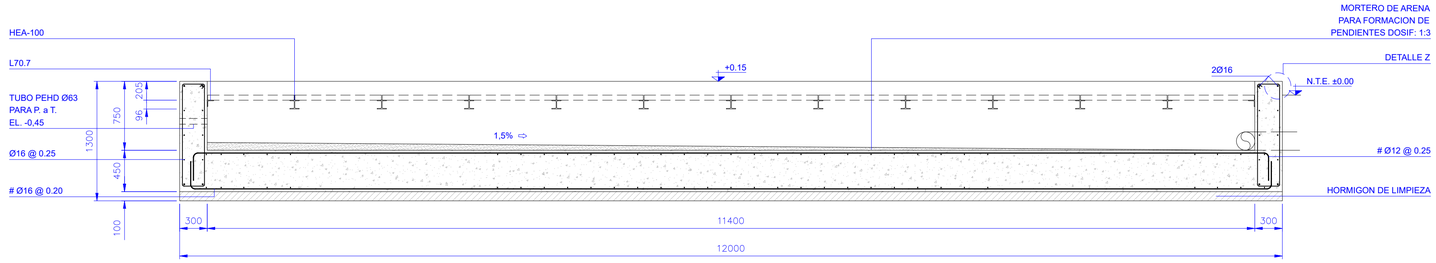
BENBROS							FORMATO A1	ESCALA 1:20	DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN
									TITULO DEL PLANO: **PLANTA OBRA CIVIL. DETALLES DE CIMENTACION**
							novotec		**ANEXO II** **SET COLECTORA SOLORZANO 220 kV**
00	Agosto 2025	Novotec	Novotec	BENBROS	BENBROS				HOJA: 2 DE 8 Rev. 00
Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado				PLANO Nº.: 7

BANCADA DE TRANSFORMADOR DE POTENCIA



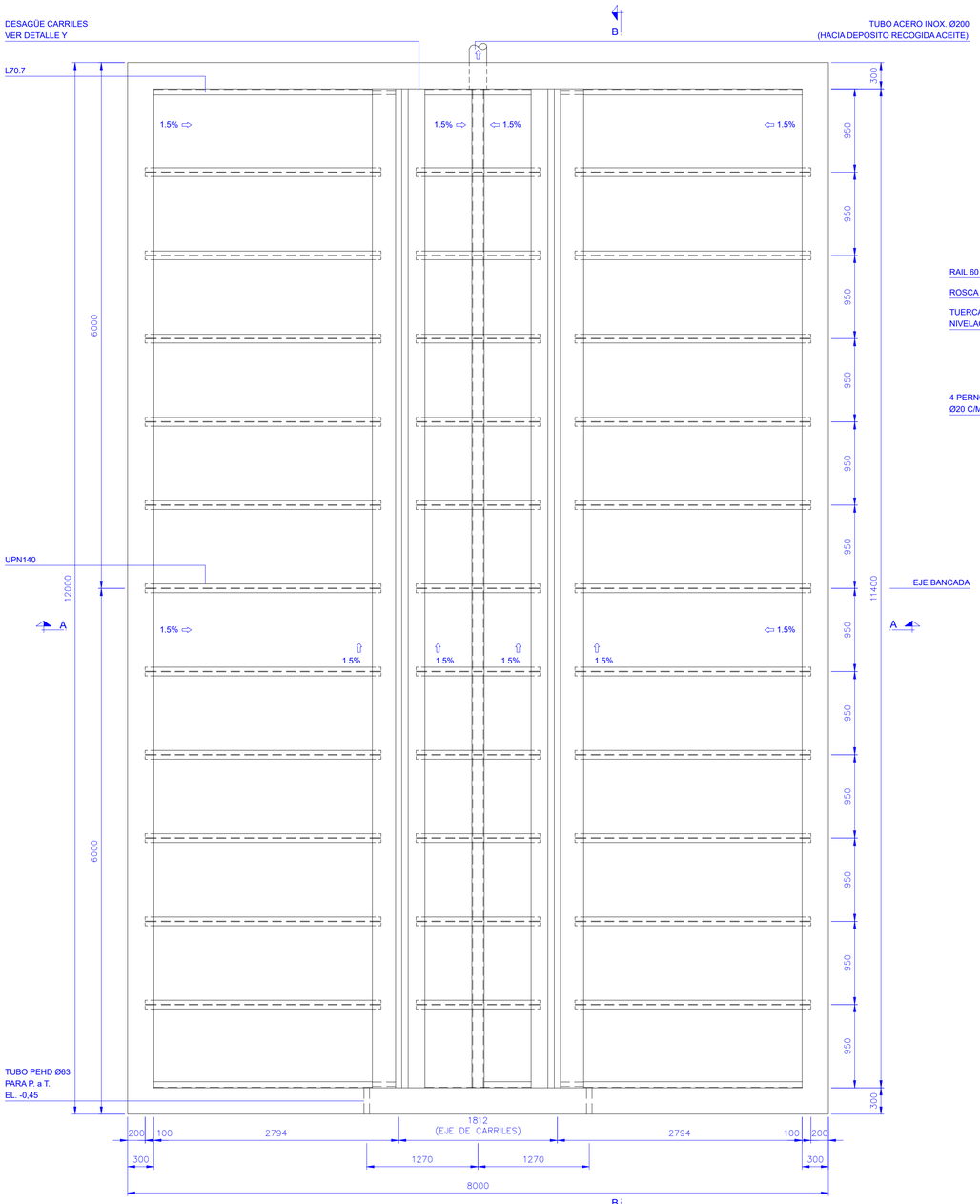
SECCION A-A

ESCALA 1:30



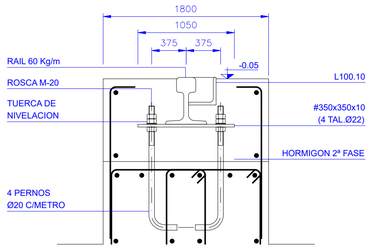
SECCION B-B

ESCALA 1:30



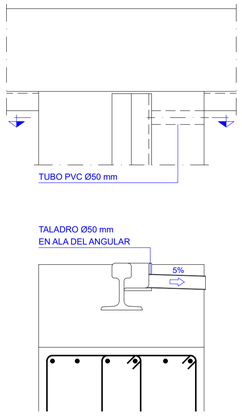
PLANTA

ESCALA 1:30



DETALLE X

ESCALA 1:10



DESAGÜE CARRILES (Y)

ESCALA 1:10

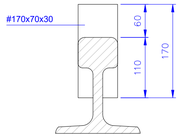


PLACA APOYO DE CARRIL

ESCALA 1:10

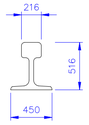
DETALLE DE BERENJENO (Z)

ESCALA 1:15



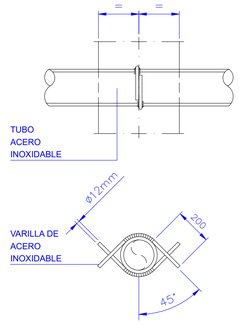
DETALLE TOPE DE CARRIL

ESCALA 1:5



DETALLE CARRIL 60 Kg/m.

ESCALA 1:10



ANCLAJE DE TUBERIAS

ESCALA 1:5

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

CUADRO DE CARACTERISTICAS SEGUN LA INSTRUCCION "EHE"

HORMIGON ARMADO

ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO DE HORMIGON	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE PARCIAL DE SEGURIDAD (Yn)	RESISTENCIA DE CALCULO (N/mm2)	RECUBRIMIENTO MINIMO (mm)
CIMENTACION	HA-25/P/40/IIa	ESTADISTICO	1.50	16.6	50
ESTRUCTURA	HA-25/B/20/IIa	ESTADISTICO	1.50	16.6	35

ACERO

ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO DE ACERO	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE PARCIAL DE SEGURIDAD (Yn)	RESISTENCIA DE CALCULO (N/mm2)	EL ACERO ESTARA GARANTIZADO POR LA MARCA AENOR
WHOLE WORK	B 500 S	NORMAL	1.15	434	

EJECUCION

TIPO DE ACCION ESTRUCTURAL	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD (PARA E.L.U.)	
		EFECTO FAVORABLE	EFECTO DESFAVORABLE
PERMANENTE	NORMAL	Yg=1.00	Yg=1.50
PERMANENTE DE VALOR NO CONSTANTE	NORMAL	Yg* =1.00	Yg* =1.60
VARIABLE	NORMAL	Yo=0.00	Yo=1.60

A REVISAR CONFORME NORMATIVA EN VIGOR

NOTAS

1.- PARA LA SITUACION DE LOS TUBOS DE ACERO DE PASO DE CABLES A CAJAS DE CONTROL DE TRANSFORMADOR DEBERA TENERSE EN CUENTA LA SITUACION DE LAS MISMAS EN EL TRANSFORMADOR.

2.- DIMENSIONES: DIAMETROS DE TUBOS Y REDONDOS EN mm. ELEVACIONES EN METROS.

3.- TODAS LAS BARRAS SE ANCLARAN COMO MINIMO UNA LONGITUD IGUAL A LA DEL ANCLAJE DEFINIDA EN ART. 69 EHE.

4.- LOS EMPALMES POR SOLAPE SE REALIZARAN DE ACUERDO CON ART. 69 EHE.

5.- TODOS LOS PERFILES Y ELEMENTOS METALICOS SERAN DE ACERO AE275-B.

6.- TODOS LOS PERFILES Y ELEMENTOS METALICOS SERAN DE ACERO AE275-B. INMERSION. EL GALVANIZADO DETERIORADO POR SOLDADURAS SE REPARARA CON UNA TRIPLE MANO DE ZINC INORGANICO DESPUES DE LIMPIAR A METAL LIMPIO.

7.- EL CARRIL SE SOLDARA A LA PLACA DE APOYO UNA VEZ QUE ESTE PERFECTAMENTE NIVELADO Y POSICIONADO, A CONTINUACION SE REALIZARA EL HORMIGONADO DE 2ª FASE EVITANDO QUE QUEDEN COQUERAS BAJO CUALQUIER CIRCUNSTANCIA.

8.- LAS JUNTAS DE HORMIGONADO SE TRATARAN SEGUN LA NORMA EHE.

9.- PARA QUE LAS RUEDAS DE LA MAQUINA NO ROCEN EL HORMIGON, LA PARTE ALTA DEL CARRIL ESTARA 5 mm POR ENCIMA.

10.- LOS RAILES ESTARAN CONECTADOS A LA RED DE PUESTA A TIERRA.

Art.69: PROCESOS DE ELABORACION, ARMADO Y MONTAJE DE LAS ESTRUCTURAS PASIVAS.

BENBROS

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
00	Agosto 2025	Novotec	Novotec	BENBROS	BENBROS

FORMATO A1 | ESCALA VARIAS

novotec

DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN

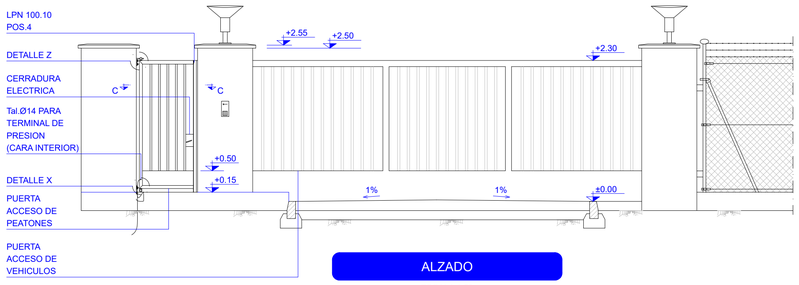
TITULO DEL PLANO: **P. OBRA CIVIL. BANCADA DE TRANSFORMADOR TIPO**

ANEXO II
SET COLECTORA SOLORZANO 220 kV

HOJA: 3 DE 8 | Rev. 00

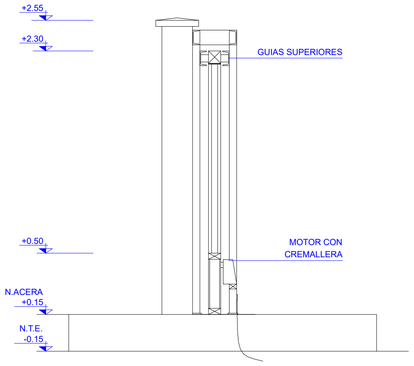
PLANO Nº.: 7

PUERTA DE ACCESO A SUBESTACION



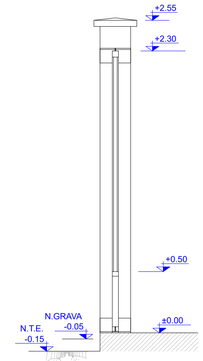
ALZADO

ESCALA 1:50



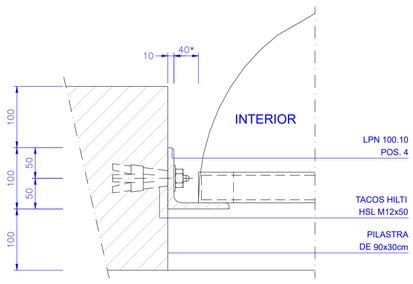
SECCION A - A

ESCALA 1:25



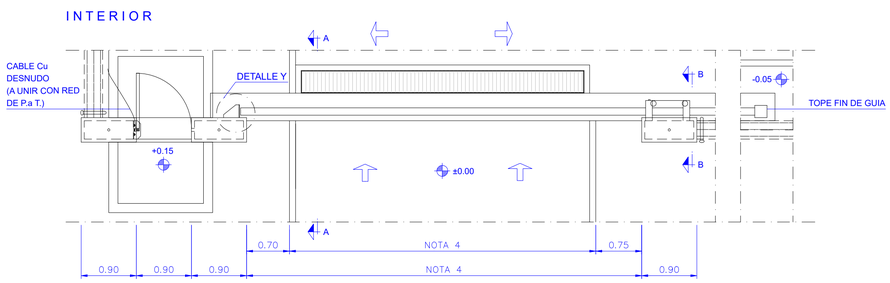
SECCION B - B

ESCALA 1:25



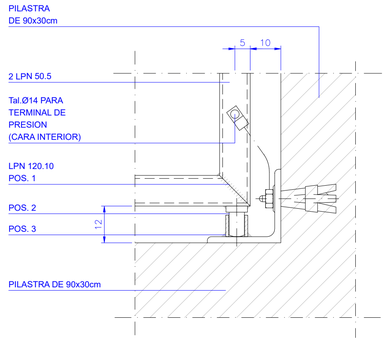
SECCION C - C

ESCALA 1:25



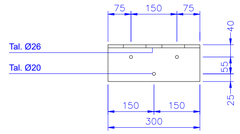
PLANTA

ESCALA 1:50

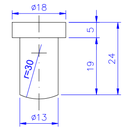


DETALLE X

ESCALA 1:5

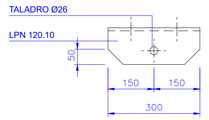


ALZADO POS 1



POSICION 2

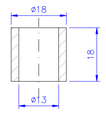
ESCALA 1:2



PLANTA POS 1

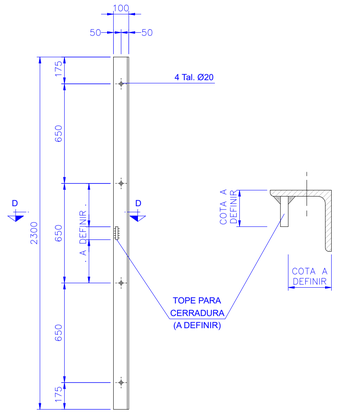
POSICION 1

ESCALA 1:10



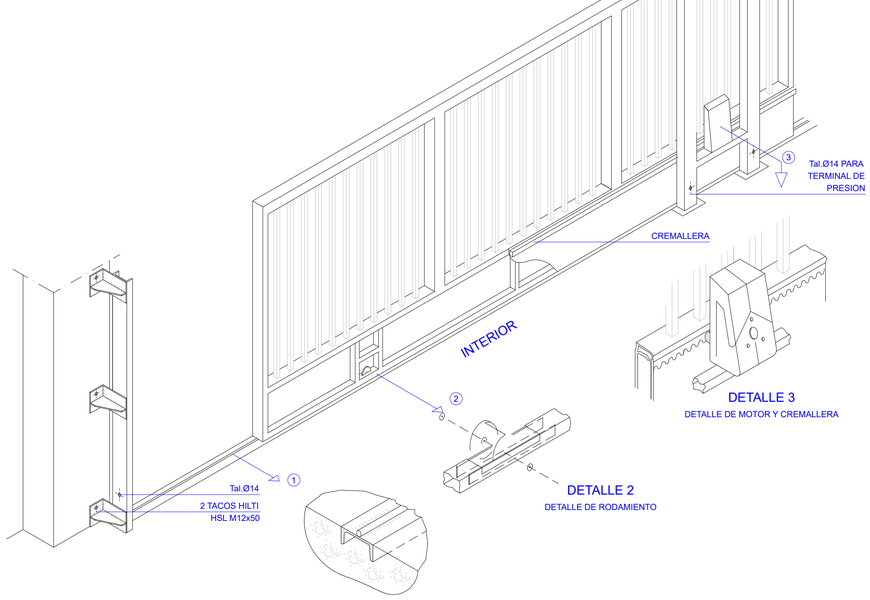
POSICION 3

ESCALA 1:2



SECCION D - D

ESCALA 1:5



DETALLE 1

DETALLE DE GUIA

DETALLE 2

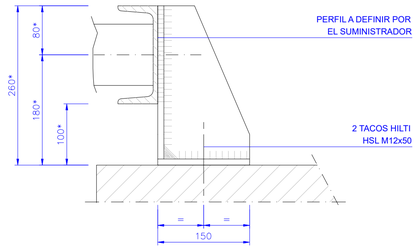
DETALLE DE RODAMIENTO

DETALLE 3

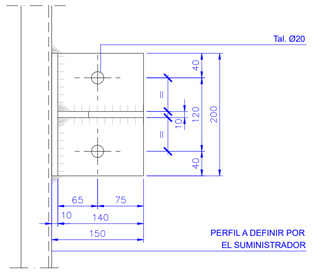
DETALLE DE MOTOR Y CREMALLERA

PERSPECTIVA PUERTA ACCESO VEHICULOS

ESCALA 1:30 (VISTA INTERIOR)



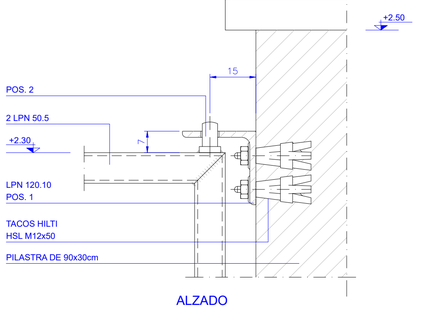
ALZADO



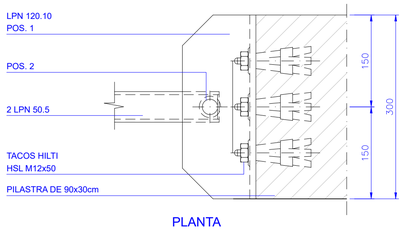
PLANTA

DETALLE Y

ESCALA 1:5



ALZADO



PLANTA

DETALLE Z

ESCALA 1:5

NOTAS

1- LA GARGANTA DE LOS CORDONES DE SOLDADURA SERA EL 0.7 DEL ESPESOR MINIMO DE LAS PIEZAS A SOLDAR.

2.- LAS COTAS INDICADAS CON (*) SON ORIENTATIVAS. LA COTA DEFINITIVA SERA DEFINIDA POR EL SUMINISTRADOR DE ACUERDO CON EL MODELO DE PUERTA.

3.- EL SUMINISTRADOR DEFINIRA TODOS LOS PERFILES DE LAS PUERTAS PARA PERMITIR UNAS PERFECTAS MANIOBRAS DE APERTURA Y CIERRE SIN DEFORMACIONES NI ALABEOS DE LAS LOS REPRESENTADOS SON ORIENTATIVOS.

4.- LAS DIMENSIONES DEL ACCESO PARA VEHICULOS, ASI COMO LA UBICACION DEL ACCESO PEATONAL, VARIARAN SEGUN PLANO DE PLANTA GENERAL.

BENBROS

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
00	Agosto 2025	Novotec	Novotec	BENBROS	BENBROS

FORMATO: A1 | ESCALA: VARIAS

novotec

DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN

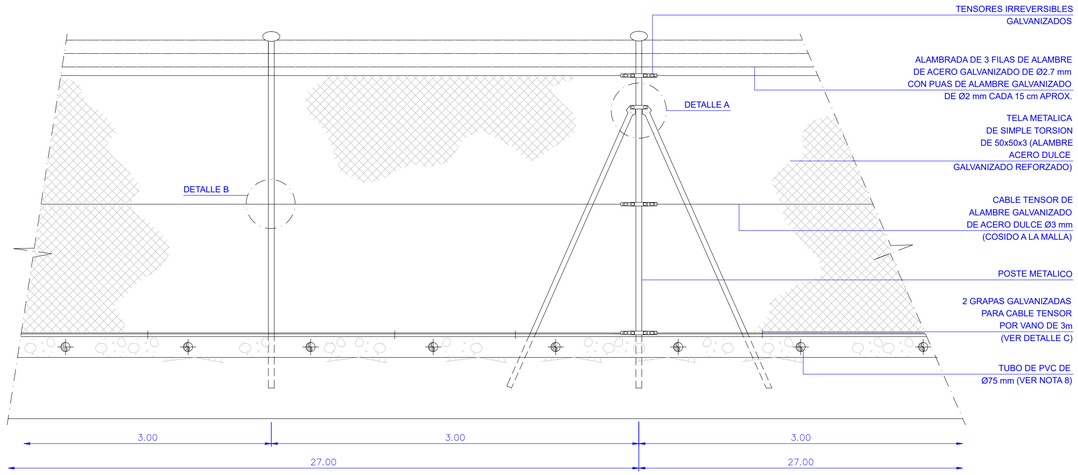
TITULO DEL PLANO: **P. OBRA CIVIL. PUERTA DE ACCESO A SUBESTACION**

ANEXO II
SET COLECTORA SOLORZANO 220 kV

HOJA: 4 DE 8 | Rev: 00

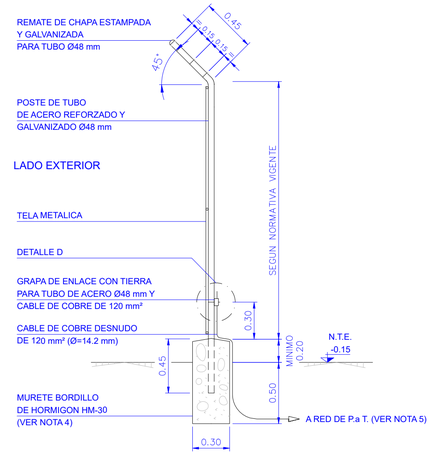
PLANO Nº: 7

CERRAMIENTO EXTERIOR



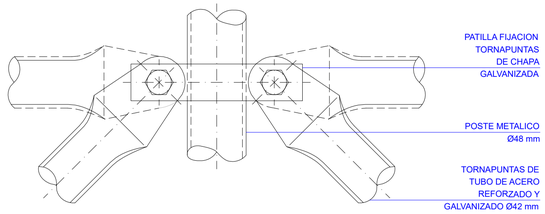
CERRAMIENTO EXTERIOR ALZADO TIPO

ESCALA 1:25



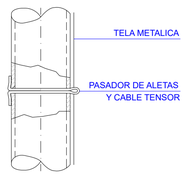
SECCION TIPO

ESCALA 1:25



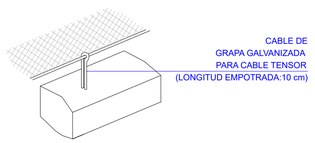
DETALLE A

ESCALA 1:2.5



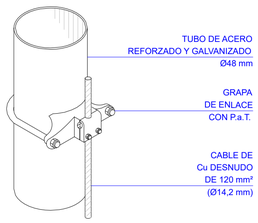
DETALLE B

ESCALA 1:2.5



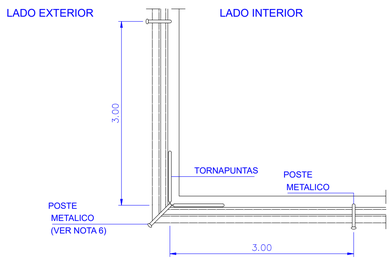
DETALLE C

SIN ESCALA



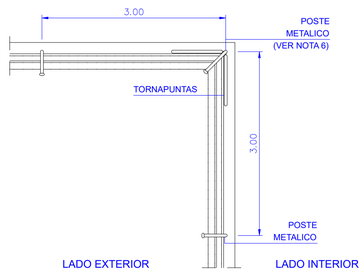
DETALLE D

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 MONTARAN TORNAPUNTAS DE ANCLAJE ADEMAS DE TODAS LAS ESQUINAS O CAMBIO DE DIRECCION.

3- LA JUNTA DE HORMIGONADO DEL MURETE SE REALIZARA ENTRE DOS POSTES, EVITANDO QUE COINCIDA CON LOS TORNAPUNTAS.

4- CUANDO LA ALTURA DEL MURETE DE HORMIGON SOBRE EL N.T.E. SEA SUPERIOR A 50 cm, SE DEBERA ARMAR CON UNA #Ø6/150x150mm. POR AMBAS CARAS (B-400 S).

5- PARA SITUACION 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 SERA MAS LARGO QUE EN LOS POSTES INTERMEDIOS. VER DETALLE DE ESQUINAS.

7- TODO EL MATERIAL SERA GALVANIZADO.

8- EN EL MURETE DEL CERRAMIENTO EN LAS ZONAS DE RELLENO, SE DISPONDRAN DESAGÜES FORMADOS POR TUBOS DE PVC Ø75 mm CADA METRO, DE FORMA QUE EL NIVEL INFERIOR DE DICHOS TUBOS COINCIDA CON EL NIVEL SUPERIOR DE LA CAPA DE GRAVA.

9- ACERO DE LOS POSTES: S275JR.

BENBROS

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
00	Agosto 2025	Novotec	Novotec	BENBROS	BENBROS

FORMATO A1 | ESCALA 1:200

novotec

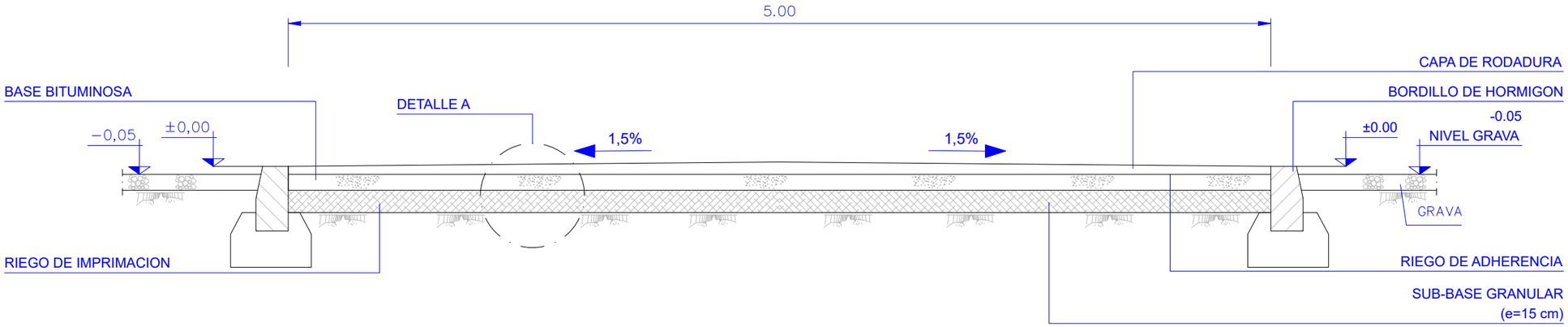
DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN

TITULO DEL PLANO: **P. OBRA CIVIL. DETALLE CERRAMIENTO EXTERIOR**

ANEXO II
SET COLECTORA SOLORZANO 220 kV

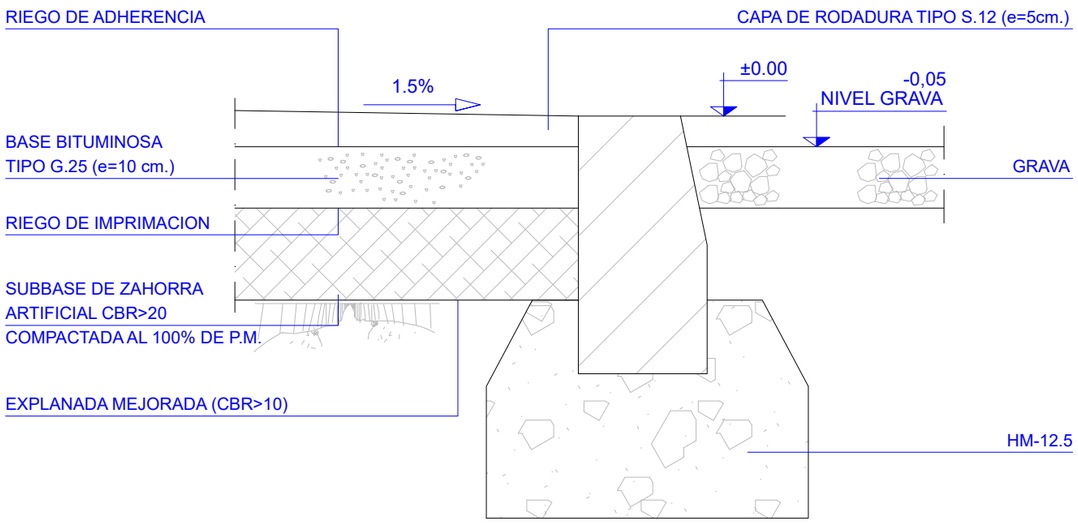
HOJA: 5 DE 8 | Rev. 00

PLANO Nº.: 7



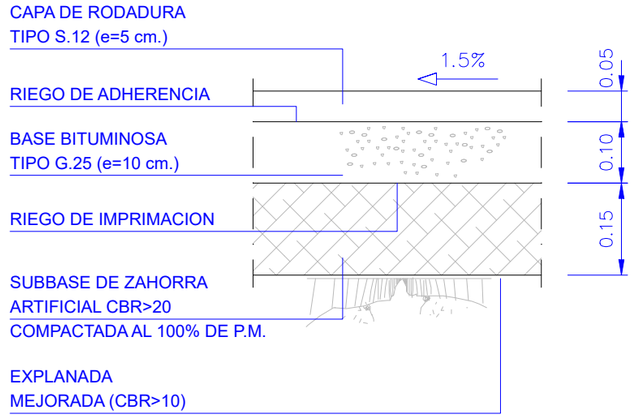
SECCION VIAL INTERIOR TIPO

ESCALA 1:25



DETALLE

ESCALA 1:10



DETALLE A

ESCALA 1:10

00	Agosto 2025	Novotec	Novotec	BENBROS	BENBROS
Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado

BENBROS

FORMATO: A3 | ESCALA: 1:50

novotec

DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN

TITULO DEL PLANO: **P. OBRA CIVIL. VIAL INTERIOR TIPO**

ANEXO II
SET COLECTORA SOLORZANO 220 kV

HOJA: 6 DE 8 | Rev. 00

PLANO Nº.: 7

N

SALA DE CELDAS

SALA DE CONTROL Y PROMOTOR PRINCIPAL

REACTANCIA

AUTOVALVULA 30 kV

AISLADOR SOPORTE

CANAL DE CABLEADO REFORZADO

TRANSFORMADOR DE POTENCIA

AUTOVALVULA

CANAL DE CABLEADO REFORZADO

TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD

INTERRUPTOR UNIPOLAR

SECCIONADOR DE BARRAS SW.A.T.

PARQUE 30 kV

PARQUE 220 kV

1.99

26.16

CANAL DE CABLEADO

1.85

0.67

8.62

0.90

8.30

5.77

1.92

0.04

0.42

3.71

9.63

5.66

TRANSF. DE TENSION DE BARRAS

AISLADOR POSICION DE BARRAS

TRANSF. DE TENSION DE SERVICIOS AUX.

TRANSF. DE TENSION DE SERVICIOS AUX.

TRANSF. DE TENSION DE SERVICIOS AUX.

AISLADOR POSICION DE BARRAS

AISLADOR POSICION DE BARRAS

AISLADOR POSICION DE BARRAS

BOTELLA TERMINAL-

AUTOVALVULA

TRANSF. DE TENSION

SECCIONADOR DE LINEA CON P.a.T

TRANSF. DE INTENSIDAD

INTERRUPTOR UNIPOLAR

SECCIONADOR DE BARRAS SW.A.T.

VIAL INTERIOR

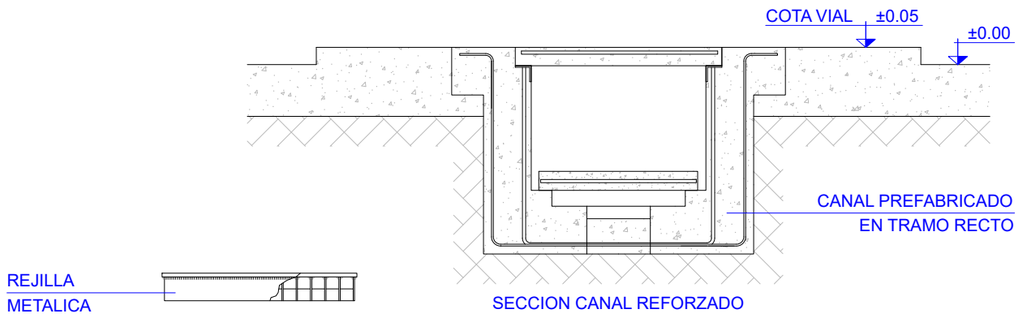
LEYENDA DE SIMBOLOS

CANAL DE CABLEADO

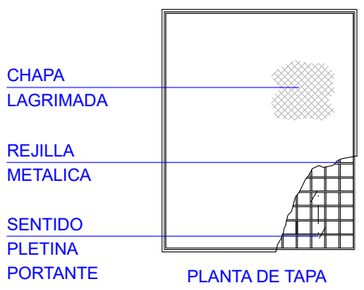
CANAL DE CABLEADO REFORZADO

BENBROS							FORMATO A0	ESCALA 1:100	DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN
									TITULO DEL PLANO: **P. OBRA CIVIL. DISP. GENERAL DE LA CANALIZACION**
	00	Agosto 2025	Novotec	Novotec	BENBROS	BENBROS	novotec		**ANEXO II SET COLECTORA SOLORZANO 220 kV**
	Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado			HOJA 7 DE 8 — PLANO Nº: 7 — Rev. 00

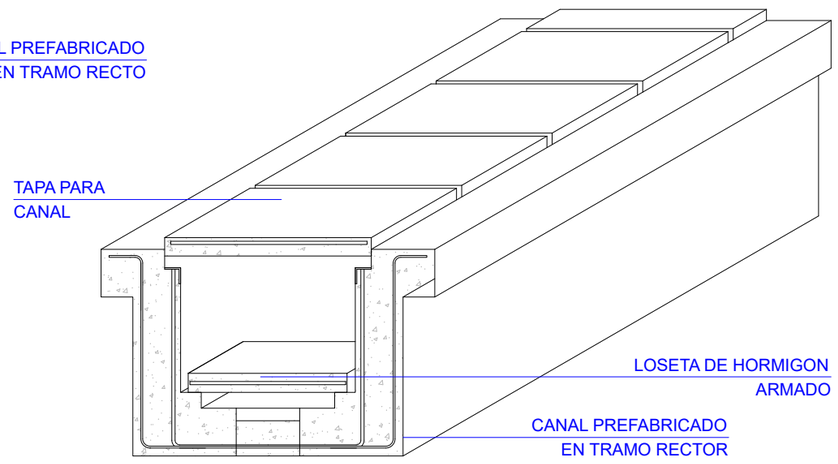
DETALLES CANAL DE CABLEADO REFORZADO



SECCION CANAL REFORZADO

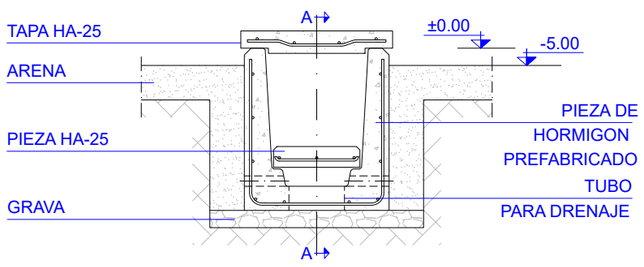


PLANTA DE TAPA

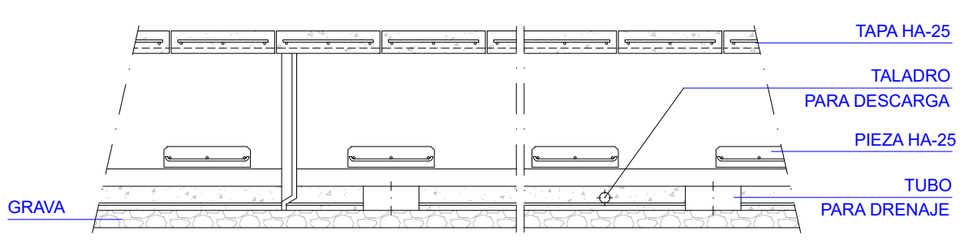


VISTA CANAL REFORZADO

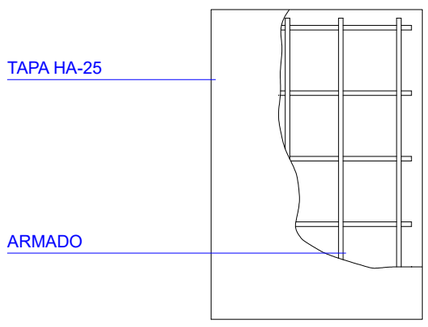
DETALLES CANAL DE CABLEADO



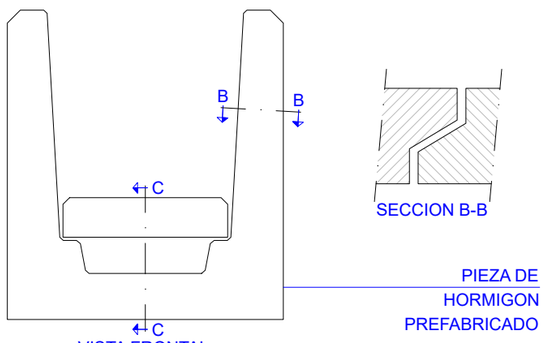
SECCION TRANSVERSAL



SECCION LONGITUDINAL (A-A)

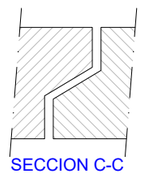


PLANTA DE TAPA



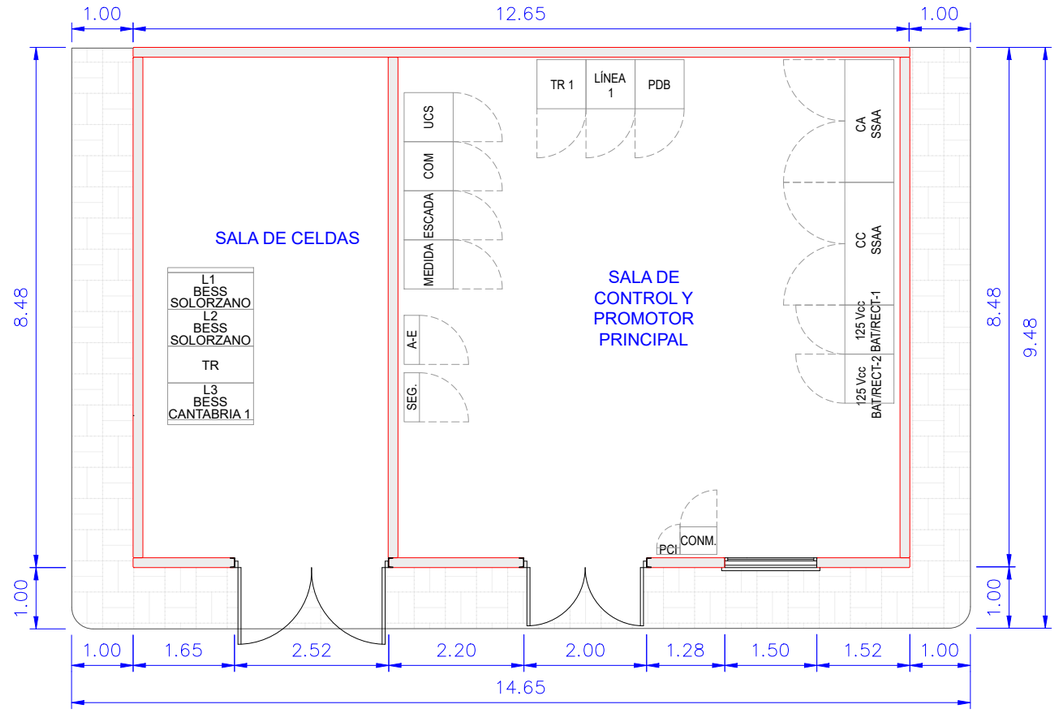
VISTA FRONTAL

SECCION B-B

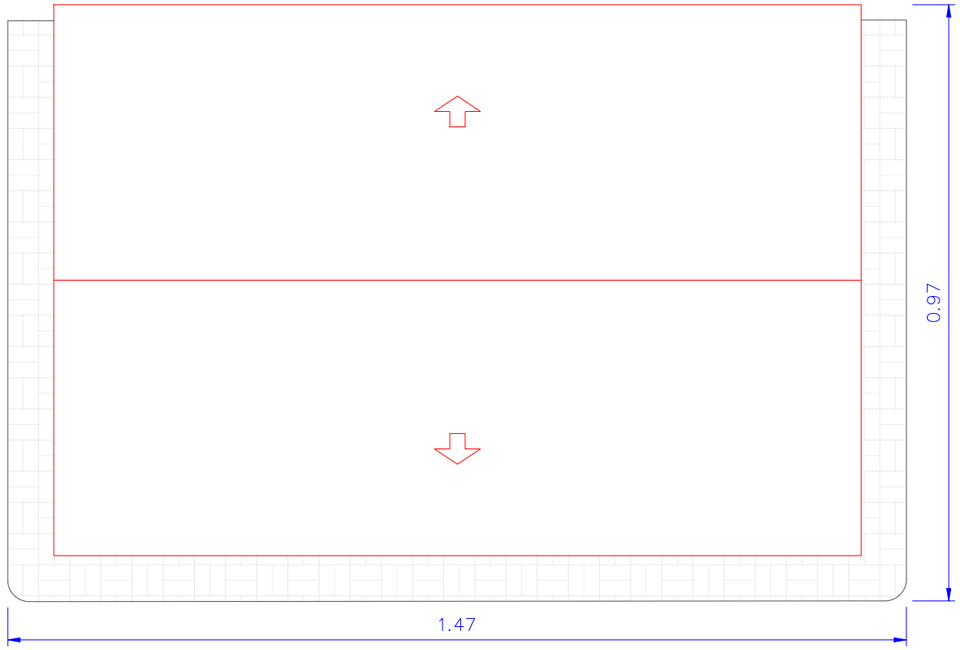


SECCION C-C

BENBROS	00	Agosto 2025	Novotec	Novotec	BENBROS	BENBROS	FORMATO A2 / ESCALA VARIAS	DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN
	Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado	novotec	TITULO DEL PLANO: **PLANTA OBRA CIVIL. DETALLES DE CANALIZACION**
								ANEXO II **SET COLECTORA SOLORZANO 220 kV**
								HOJA: 8 DE 8 / Rev. 00
								PLANO Nº.: 7



EDIFICIO DE CONTROL. PLANTA GENERAL — Escala 1:100



EDIFICIO DE CONTROL. PLANTA CUBIERTA — Escala 1:100

SUPERFICIES UTILES	
USO	SUP. (m²)
SALA DE CONTROL Y PROMOTOR PRINCIPAL	66.79
SALA DE CELDAS	32.63
TOTAL SUPERFICIE UTIL	99.42

BENBROS

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
00	Agosto 2025	Novotec	Novotec	BENBROS	BENBROS

FORMATO: A3 | ESCALA: 1:100

novotec

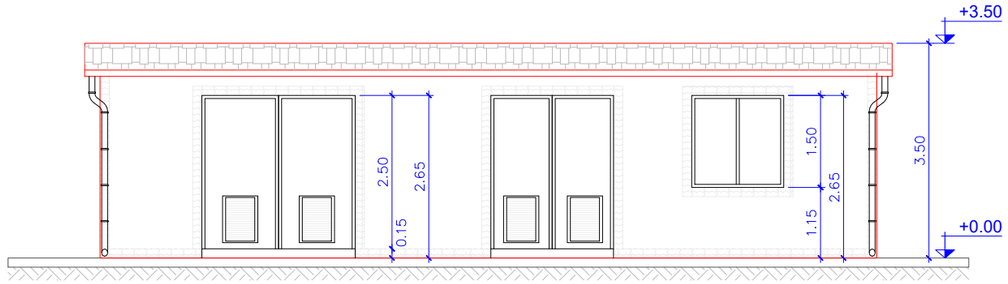
DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN

TITULO DEL PLANO: **EDIFICIO DE CONTROL. PLANTA**

ANEXO II
SET COLECTORA SOLORZANO 220 kV

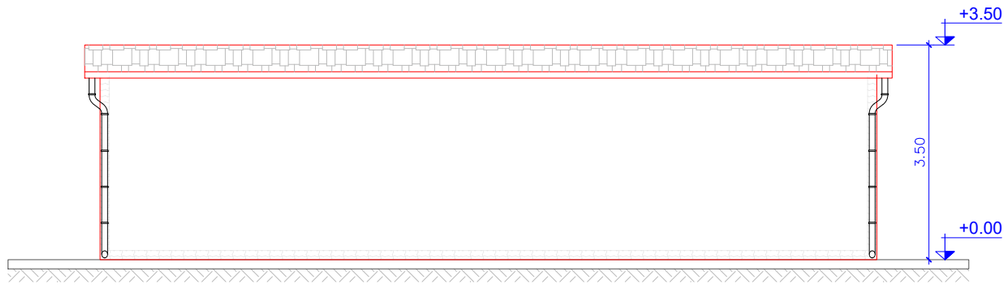
HOJA: 1 DE 1 | Rev. 00

PLANO Nº.: 8



EDIFICIO DE CONTROL. ALZADO PRINCIPAL

Escala 1:100



EDIFICIO DE CONTROL. ALZADO POSTERIOR

Escala 1:100

BENBROS

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
00	Agosto 2025	Novotec	Novotec	BENBROS	BENBROS

FORMATO A3 | ESCALA 1:100

novotec

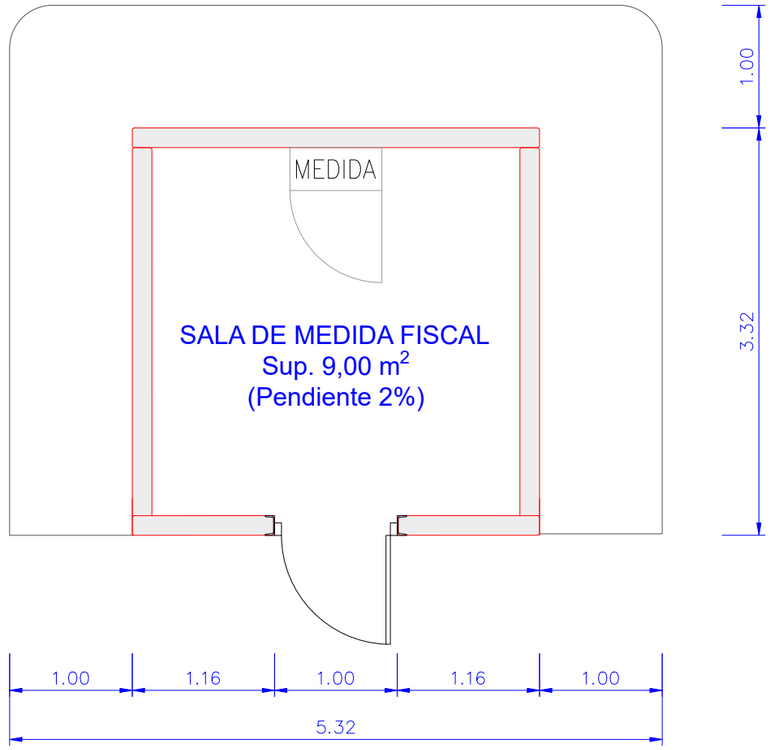
DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN

TITULO DEL PLANO: **ALZADOS EDIFICIO DE CONTROL**

ANEXO II
SET COLECTORA SOLORZANO 220 kV

HOJA: 1 DE 1 | Rev. 00

PLANO Nº.: 9



BENBROS

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
00	Agosto 2025	Novotec	Novotec	BENBROS	BENBROS

FORMATO	ESCALA
A3	1:50

novotec

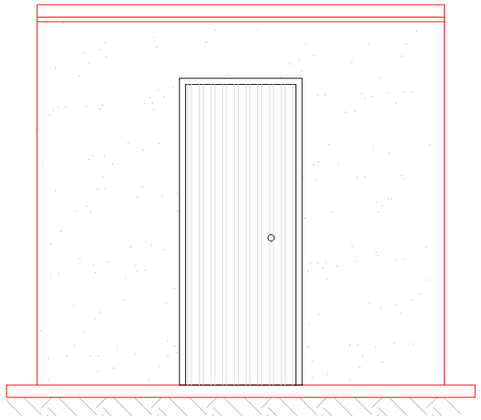
DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN

TITULO DEL PLANO: **SALA DE MEDIDA FISCAL. PLANTA**

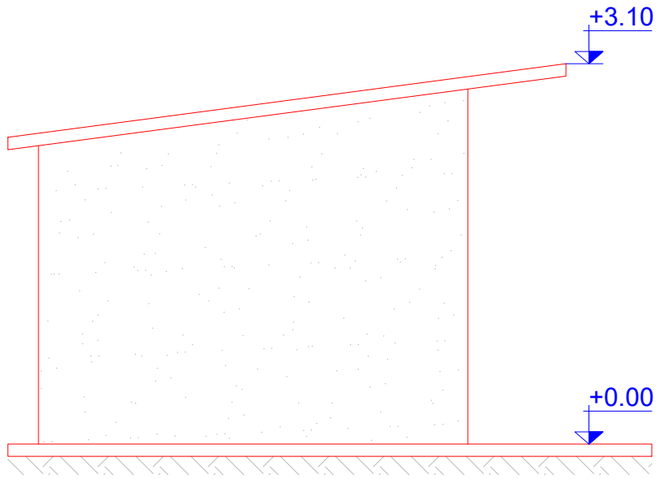
ANEXO II
SET COLECTORA SOLORZANO 220 kV

HOJA: 1 DE 1 | Rev. 00

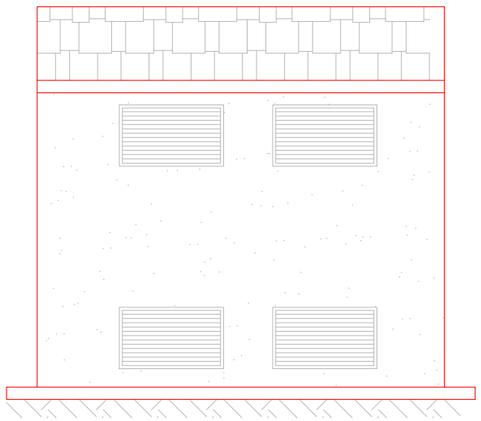
PLANO Nº.: 10



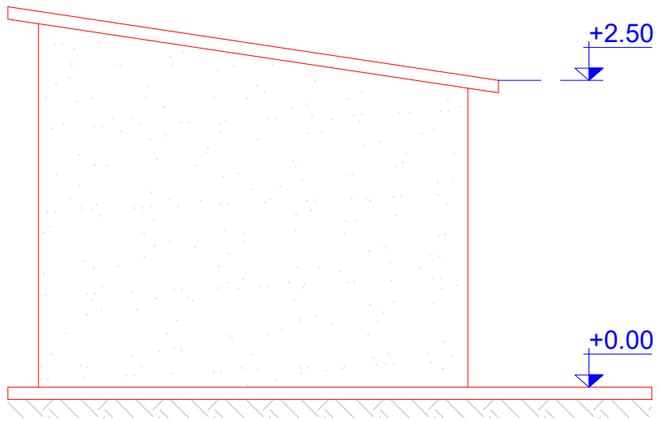
SALA DE RESIDUOS. ALZADO FRONTAL Escala 1:50



SALA DE RESIDUOS. ALZADO LATERAL Escala 1:50



SALA DE RESIDUOS. ALZADO POSTERIOR Escala 1:50



SALA DE RESIDUOS. ALZADO LATERAL Escala 1:50

BENBROS

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
00	Agosto 2025	Novotec	Novotec	BENBROS	BENBROS

FORMATO A3 | ESCALA 1:50

novotec

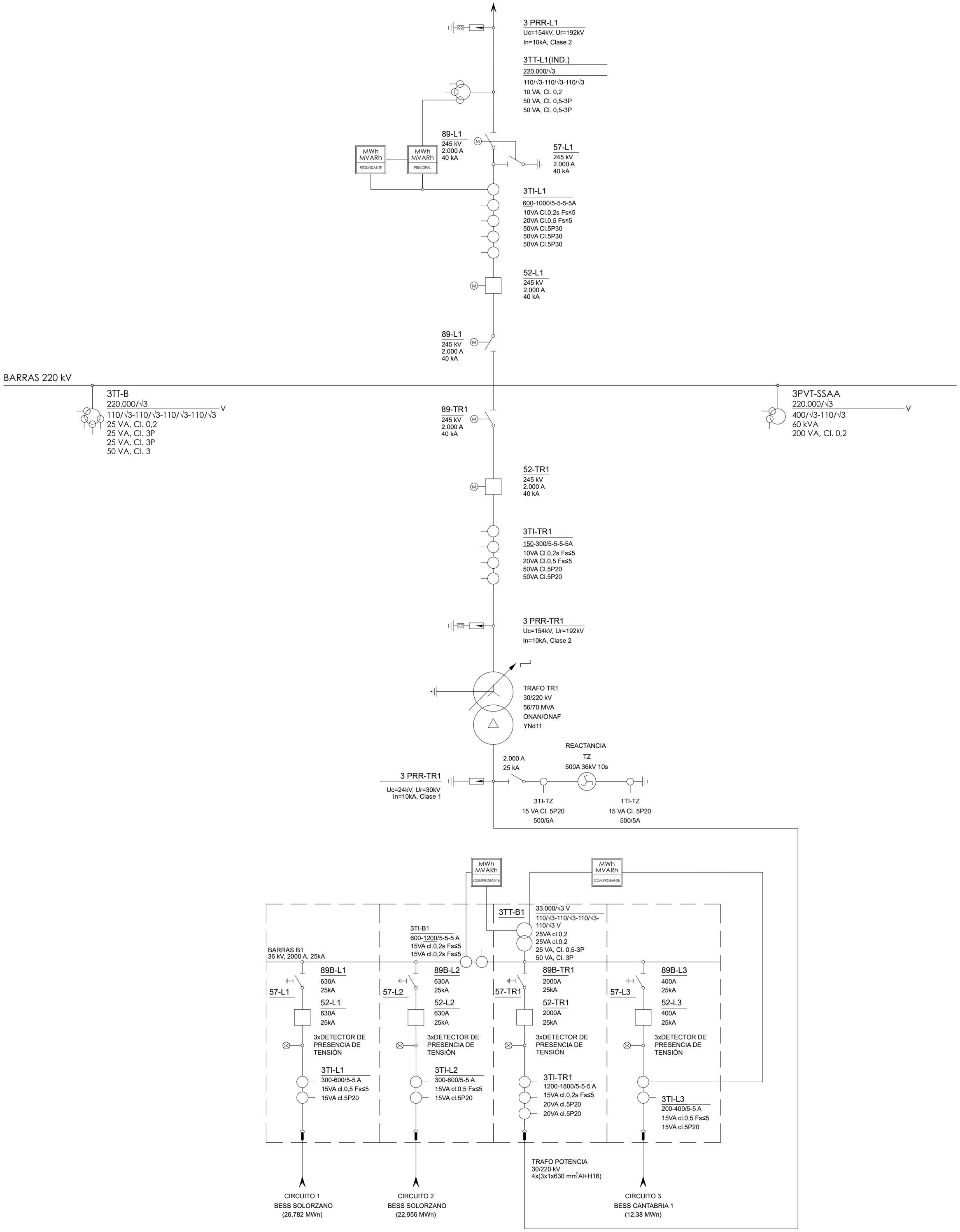
DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN

TITULO DEL PLANO: **SALA DE RESIDUOS. ALZADOS**

ANEXO II
SET COLECTORA SOLORZANO 220 kV

HOJA: 1 DE 1 | Rev. 00

PLANO Nº.: 11



00	Agosto 2025	Novotec	Novotec	BENBROS	BENBROS
Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado

BENBROS

FORMATO: A2 | ESCALA: S/E

novotec

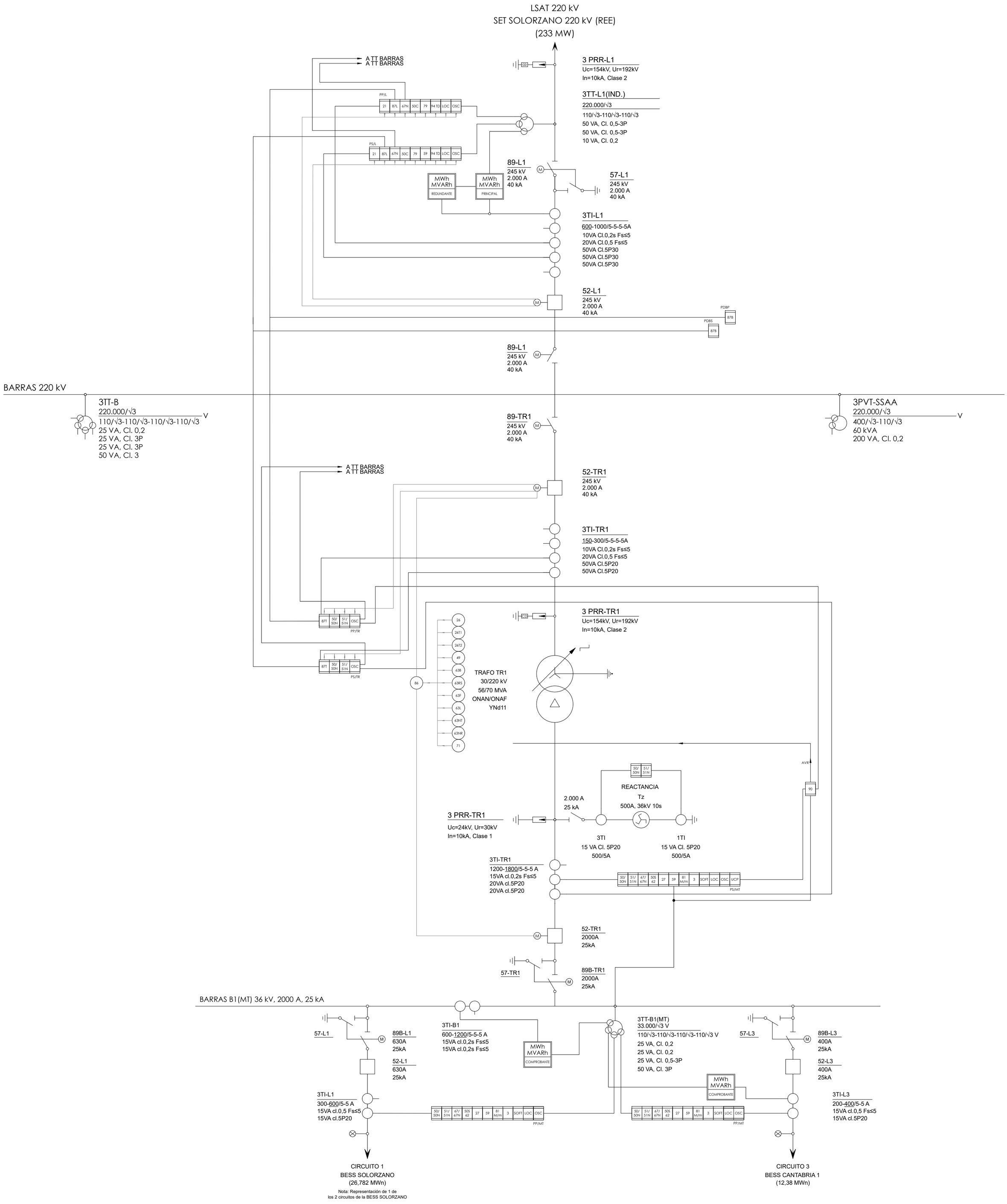
DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN

TITULO DEL PLANO: **ESQUEMA UNIFILAR**

ANEXO II
SET COLECTORA SOLORZANO 220 kV

HOJA: 1 DE 1 | Rev. 00

PLANO Nº.: 12



00	Agosto 2025	Novotec	Novotec	BENBROS	BENBROS
Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado

BENBROS

novotec

FORMATO: A2 | ESCALA: S/E

DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN

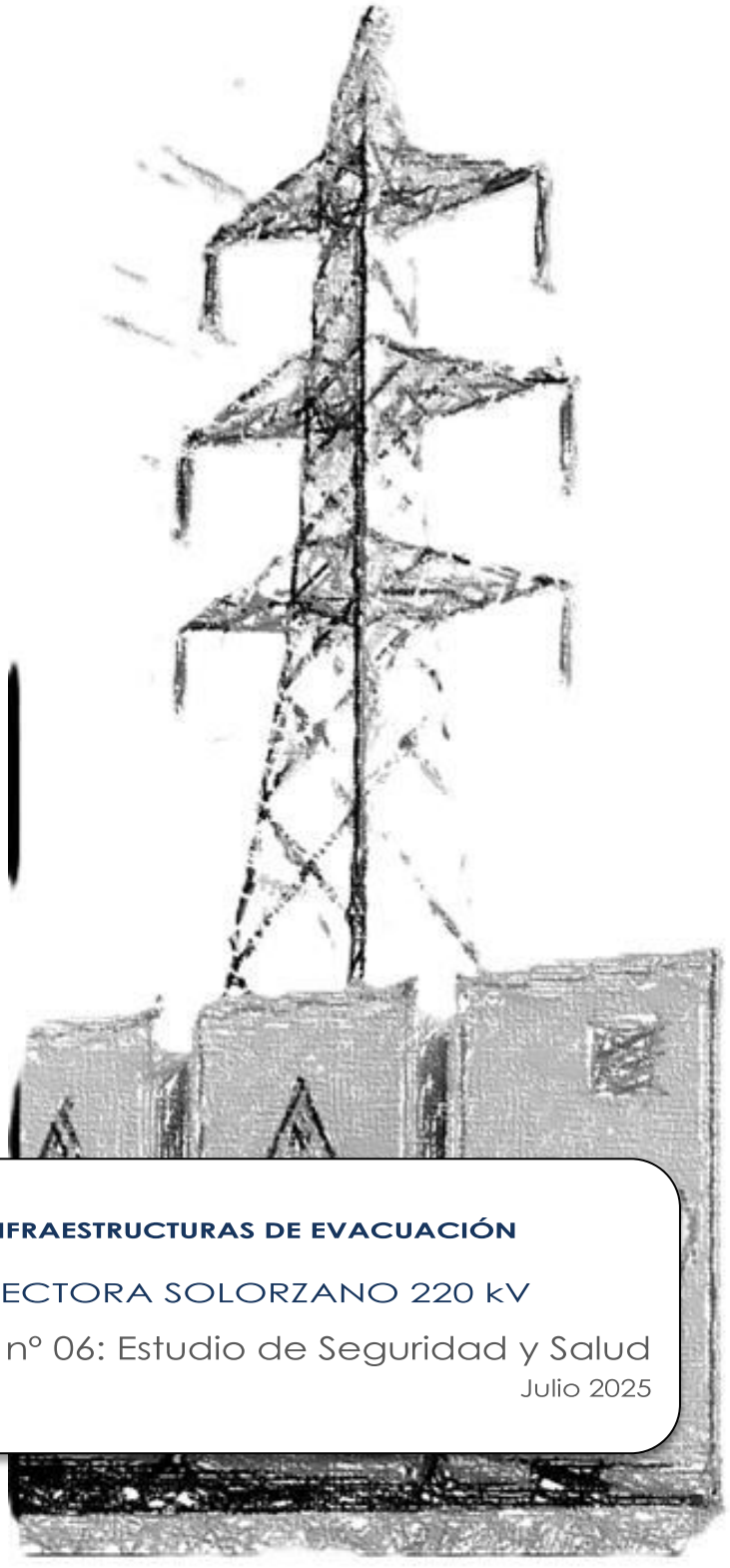
TITULO DEL PLANO: **ESQUEMA UNIFILAR DE PROTECCIONES**

ANEXO II
SET COLECTORA SOLORZANO 220 kV

HOJA: 1 DE 1 | Rev. 00

PLANO Nº.: 13

novotec



BESS SOLORZANO E INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

ANEXO II. SET COLECTORA SOLORZANO 220 kV

Documento nº 06: Estudio de Seguridad y Salud

Julio 2025

BENBROS

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

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 28

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.
- Bancada de transformador de potencia.
- Bancada de reactancia.
- 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 transformador 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 COLECTORA SOLORZANO 220 kV estará ubicada en el Término Municipal de Solórzano, provincia de Cantabria**.** Ocupa una superficie total aproximada de **6.271 m²** y las coordenadas aproximadas de los vértices del cerramiento son (ETRS 89 HUSO 30):

Vértice	Coordenada X	Coordenada Y
SET-01	452.749,770	4.798.796,520
SET-02	452.731,530	4.798.810,680
SET-03	452.720,649	4.798.800,029
SET-04	452.735,262	4.798.789,045
SET-05	452.714,814	4.798.784,585
SET-06	452.693,310	4.798.879,380
SET-07	452.800,390	4.798.868,550
SET-08	452.782,600	4.798.819,360

2.4. Plazo de ejecución

El periodo de tiempo estimado para la ejecución de las obras del citado Proyecto es de **6 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.

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.
- Electrocución 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 estrobado o desestrobado 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 estrobado 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.
  - Arriostrarlos 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 inactínico.
- 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, sopletero, 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.

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 Comarcal de Laredo Av. Derechos Humanos, 40, 39770 Laredo, Cantabria. 942638500
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.

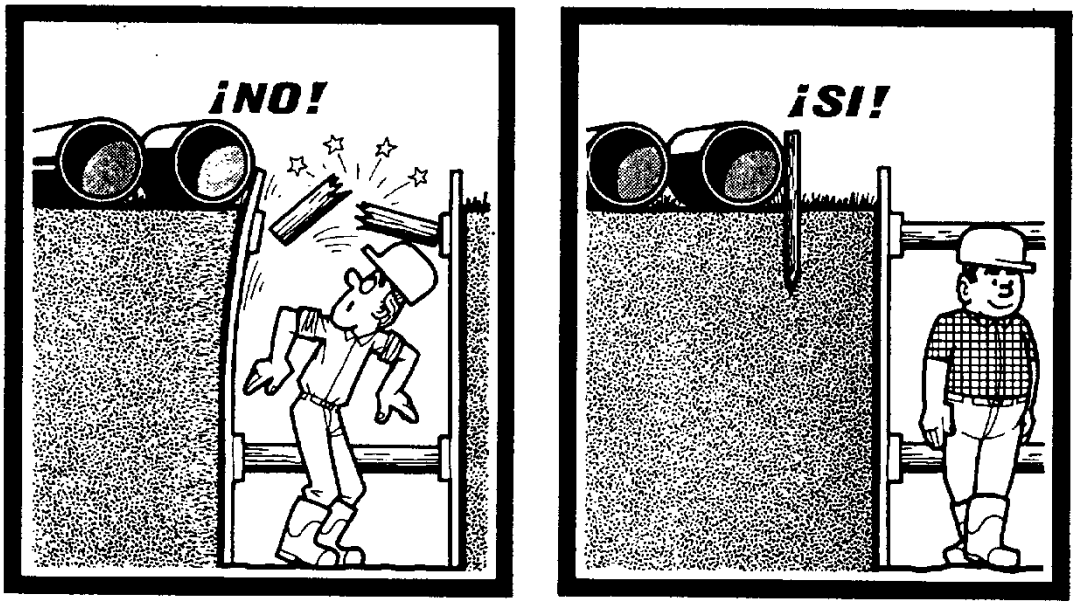
Por otra parte, los elementos y características de seguridad más significativos de los medios de protección colectiva que se prevé utilizar están descritos en los planos y dibujos que se adjuntan en el apartado 4 (PLANOS) del presente Estudio.

5.5. Revisiones técnicas de seguridad

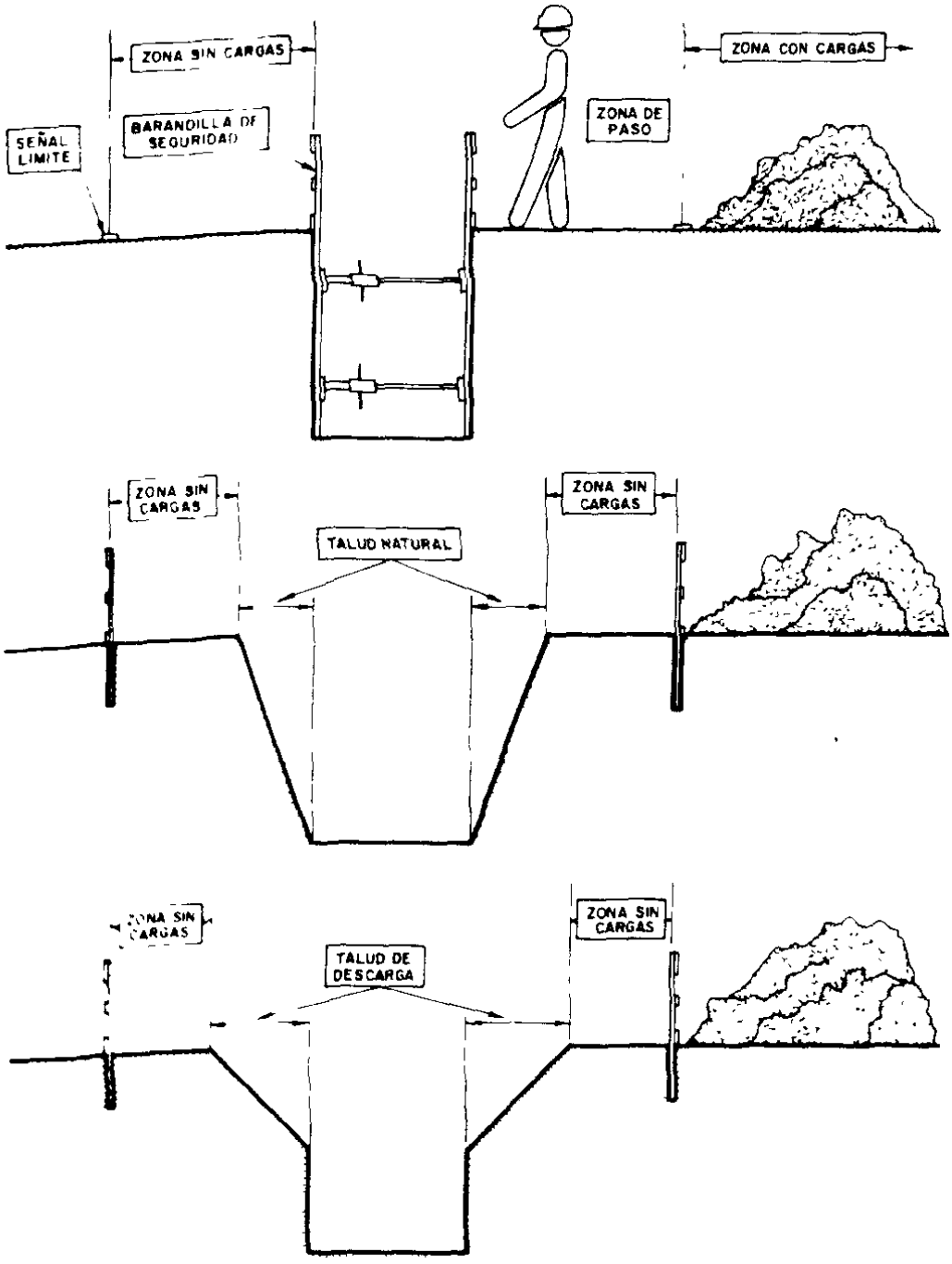
Tal como hemos indicado a lo largo del presente Estudio, se realizarán, con cierta periodicidad, las revisiones necesarias a los equipos, herramientas y medios auxiliares, con el fin de mantenerlos en perfectas condiciones de uso.

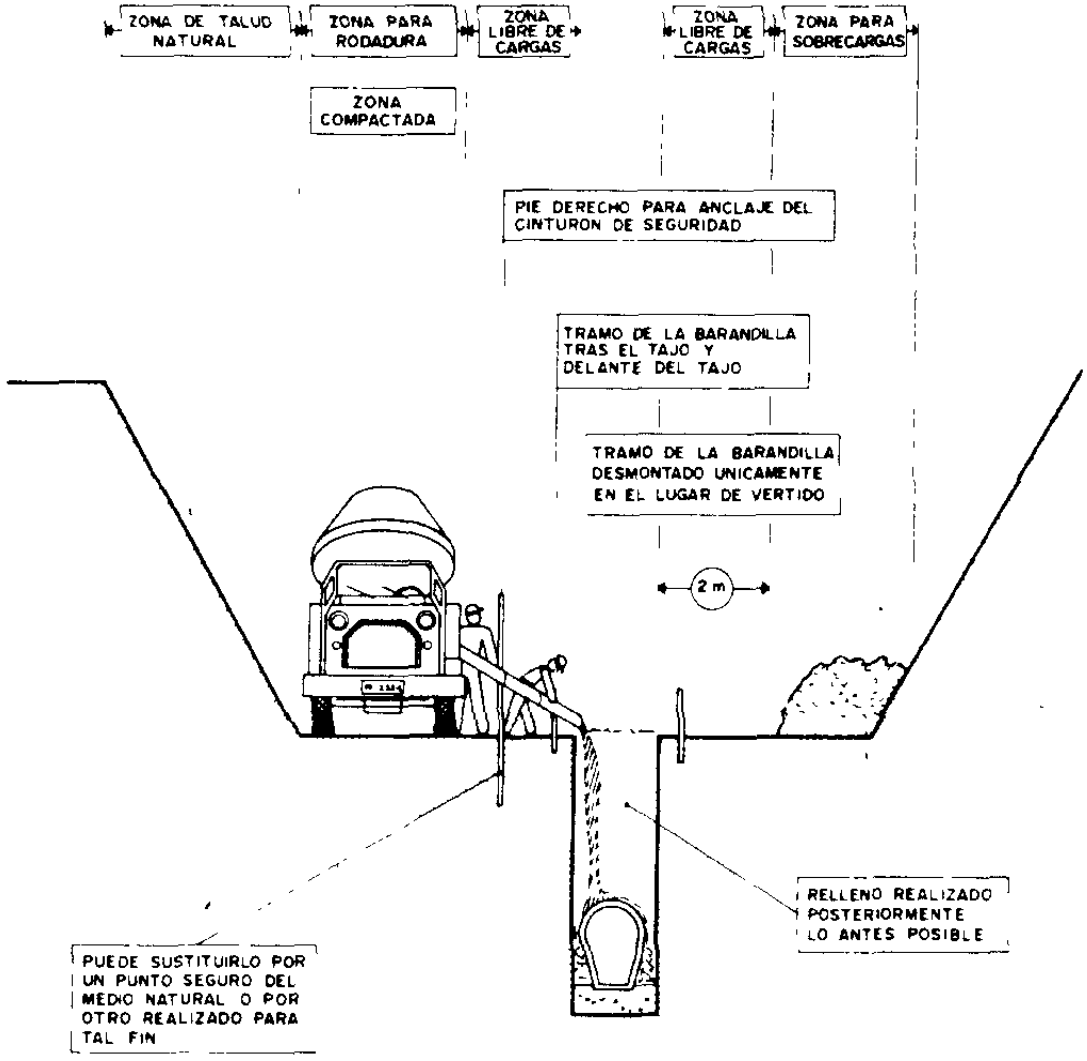
6. PLANOS

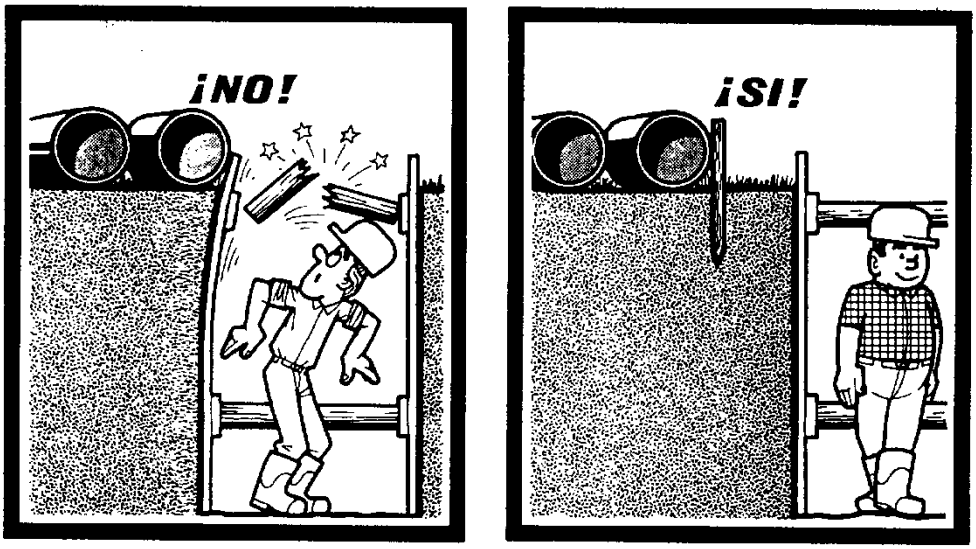
EXCAVACIÓN. APERTURA DE ZANJAS



Se debe reservar un espacio suficiente entre el borde de la zanja y los materiales.


ZONA SIN CARGAS
BARANDILLA DE SEGURIDAD
SEÑAL LIMITE
ZONA DE PASO
ZONA CON CARGAS
ZONA SIN CARGAS
TALUD NATURAL
ZONA SIN CARGAS
ZONA SIN CARGAS
TALUD DE DESCARGA
ZONA SIN CARGAS


ZONA DE TALUD NATURAL
ZONA PARA RODADURA
ZONA LIBRE DE CARGAS
ZONA LIBRE DE CARGAS
ZONA PARA SOBRECARGAS
ZONA COMPACTADA
PIE DERECHO PARA ANCLAJE DEL CINTURON DE SEGURIDAD
TRAMO DE LA BARANDILLA TRAS EL TAJO Y DELANTE DEL TAJO
TRAMO DE LA BARANDILLA DESMONTADO UNICAMENTE EN EL LUGAR DE VERTIDO
2 m
RELLENO REALIZADO POSTERIORMENTE LO ANTES POSIBLE
PUEDE SUSTITUIRLO POR UN PUNTO SEGURO DEL MEDIO NATURAL O POR OTRO REALIZADO PARA TAL FIN



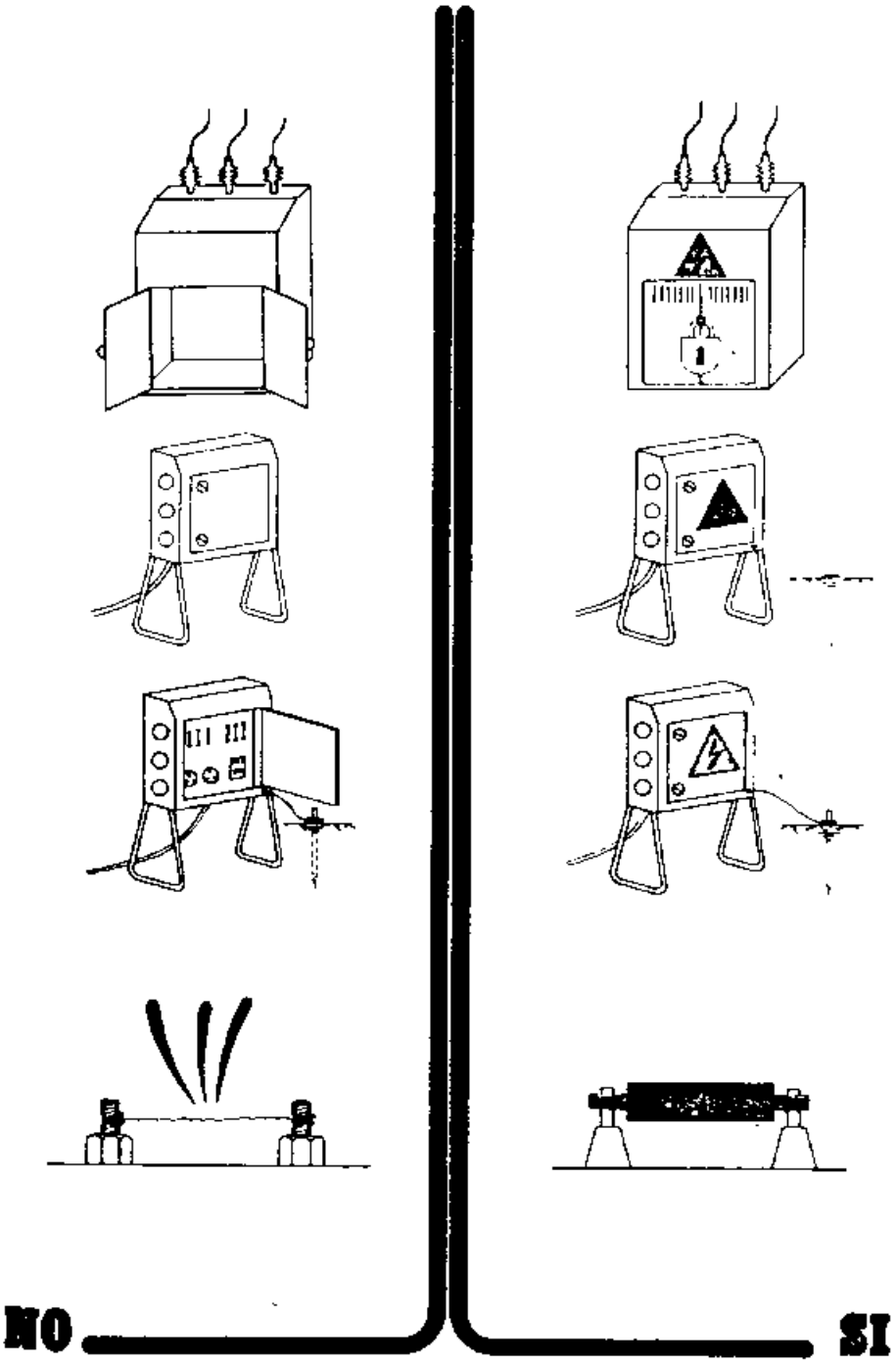
Se debe reservar un espacio suficiente entre el borde de la zanja y los materiales.

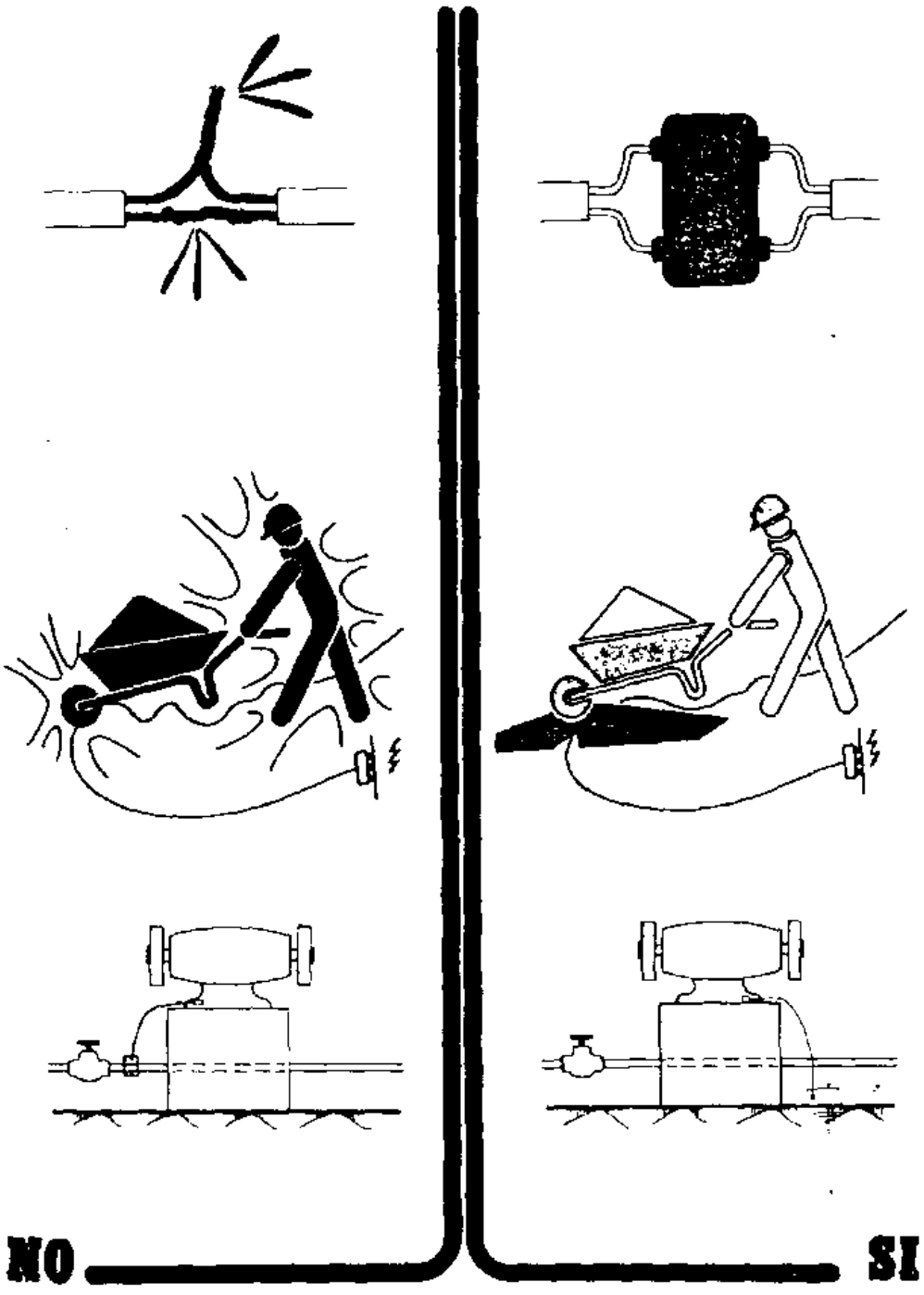
Las zanjas deben entibarse.

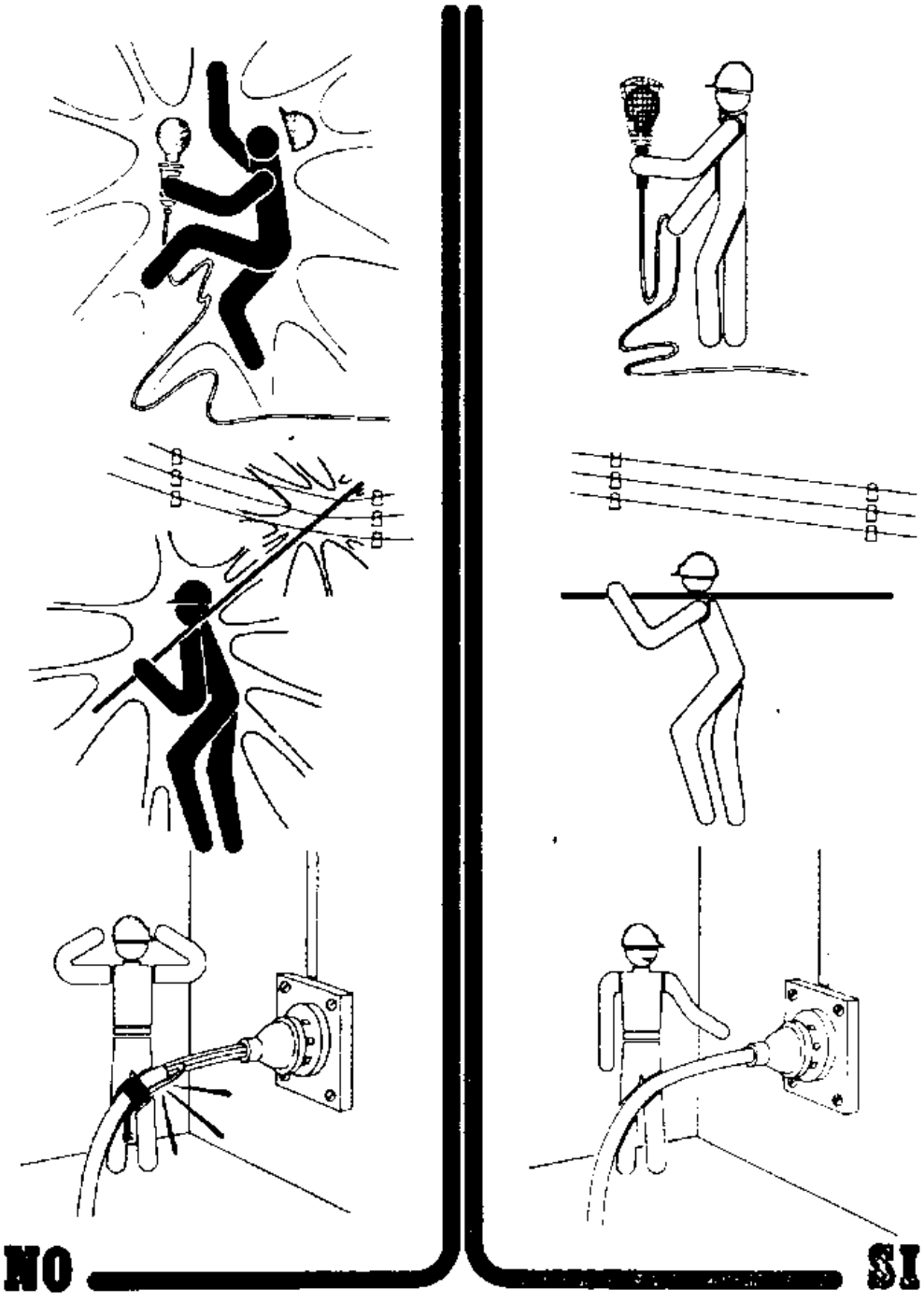


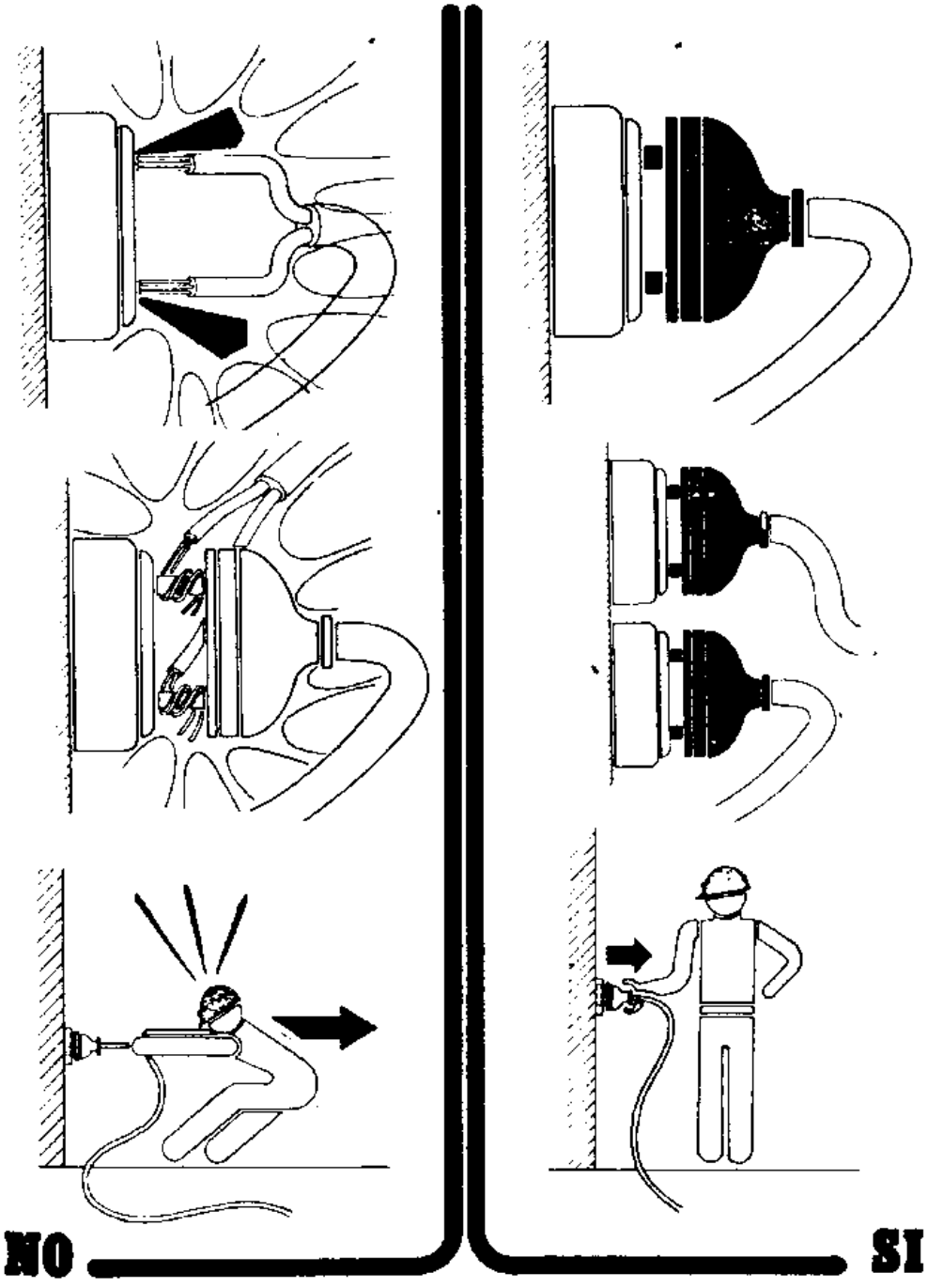
INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL DE OBRA

Profundidad de la zanja superior a 1,5 metros.

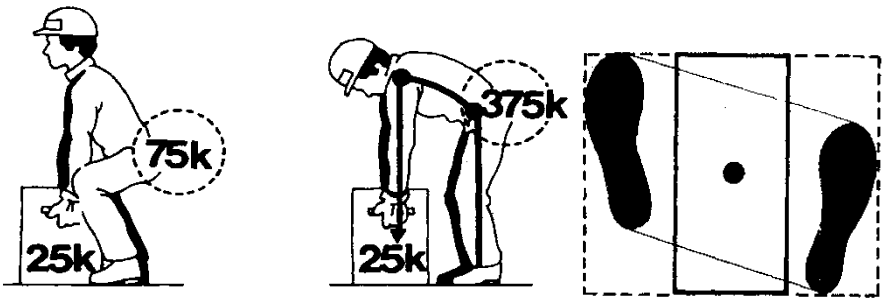


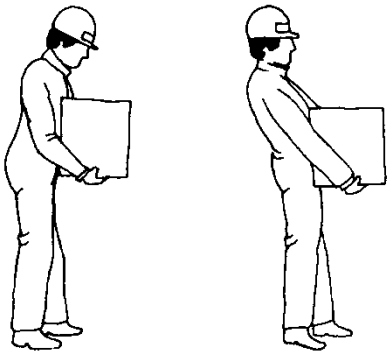

NO
SI


NO
SI

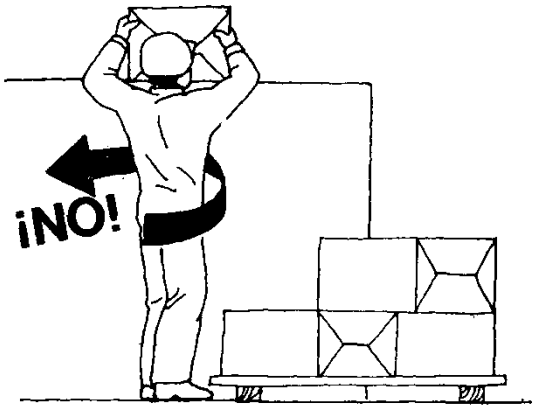

NO
SI

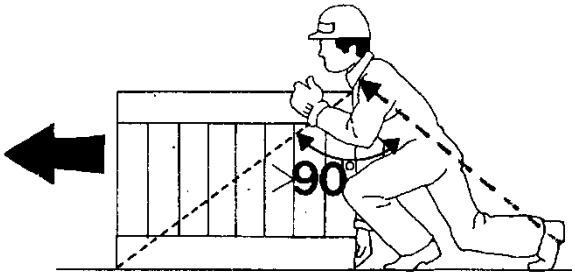
MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS

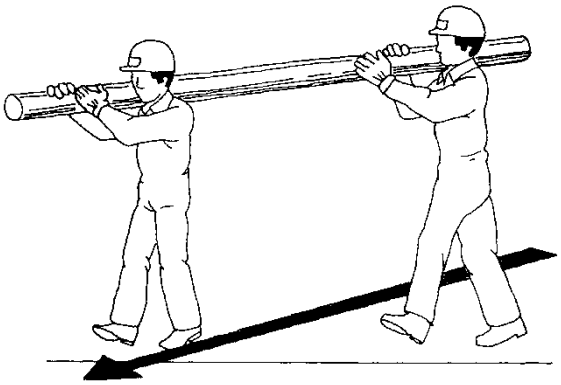




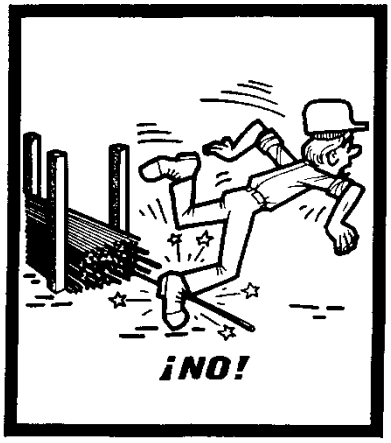
¡NO! ¡Si!




90°



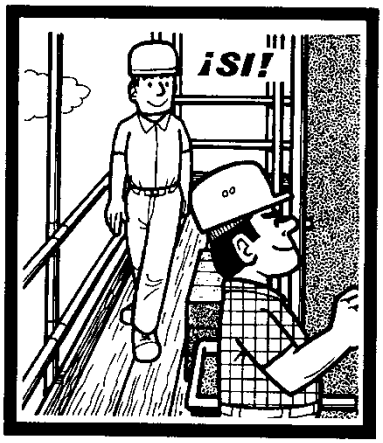
ORDEN Y LIMPIEZA



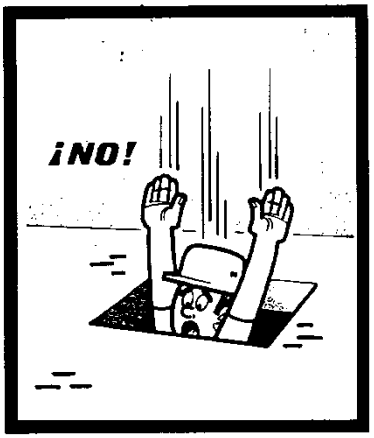


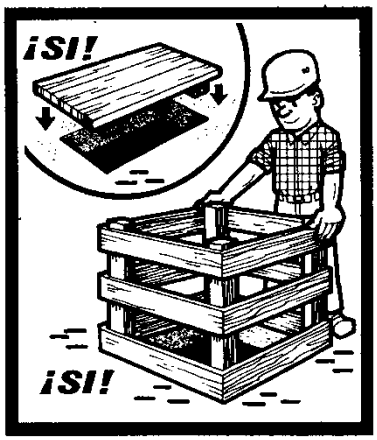
Almacenar los materiales correctamente para evitar todos los riesgos de accidentes debidos al paso de los trabajadores.

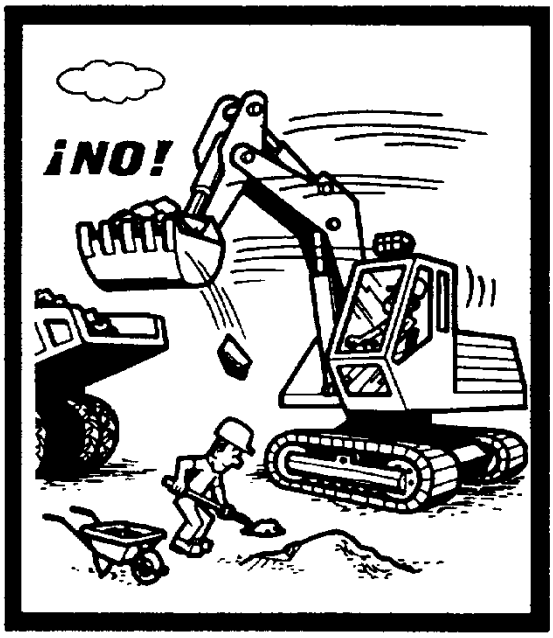




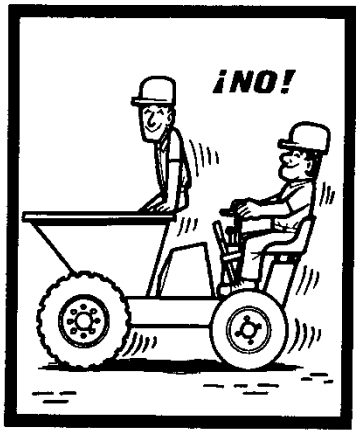
Mantener los puestos de trabajo en orden, los materiales ordenados, la circulación despejada, así se evitarán los resbalones y las caídas.



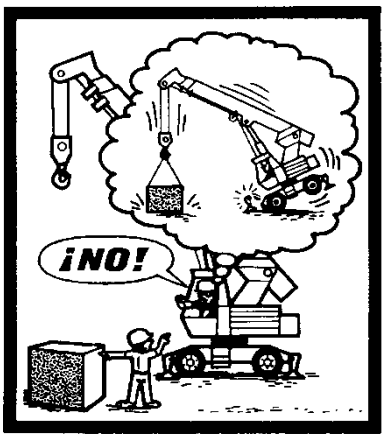




Permanecer fuera del radio de acción de la maquinaria de obra



Está formalmente prohibido transportar a personas por medio de los montacargas, grúas y demás aparatos destinados únicamente al transporte de cargas.

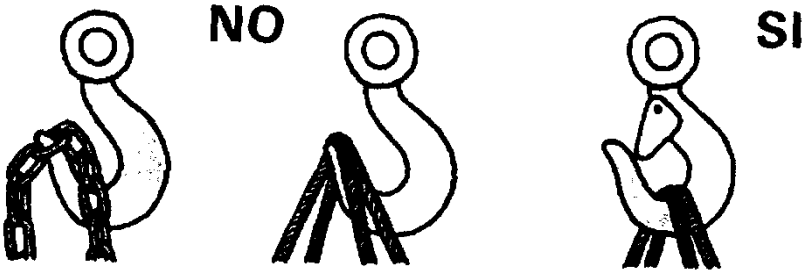


No sobrepasar la carga máxima de utilización, que debe estar bien visible, para los montacargas, grúas y demás aparatos de elevación.

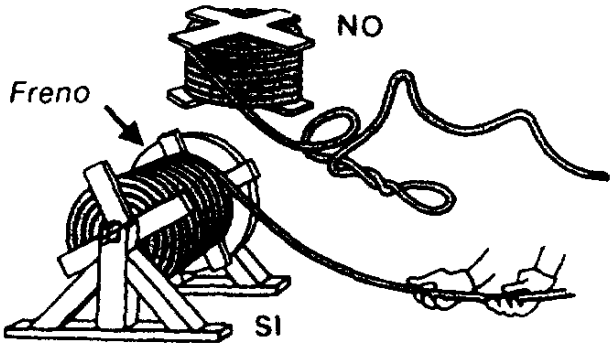
ELEMENTOS DE IZADO

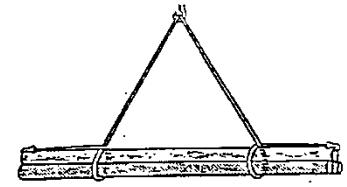


Aislar de las aristas vivas las eslingas, cadenas y cuerdas.

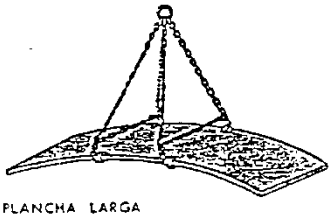


Esfuerzos soportados por asiento del gancho con pestillo de seguridad

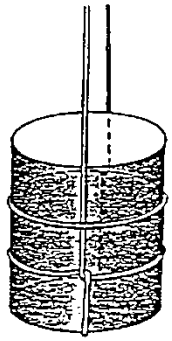




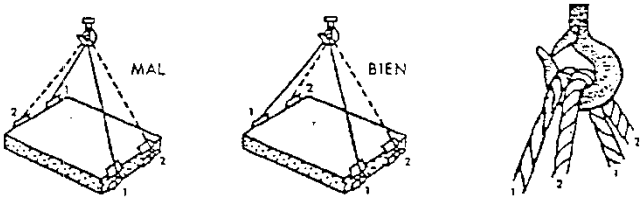
CARGA LARGA(DOS ESLINGAS)



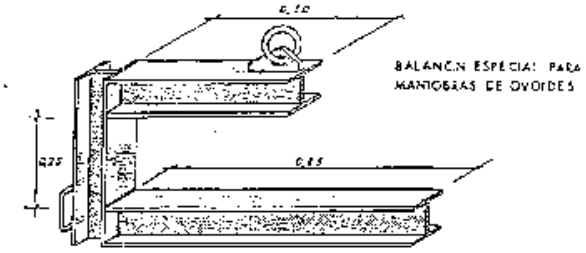
PLANCHA LARGA



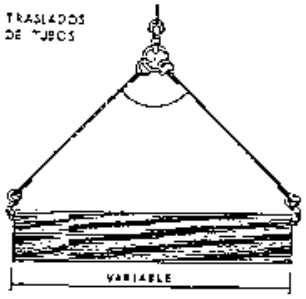
AMARRE DE BIDONES

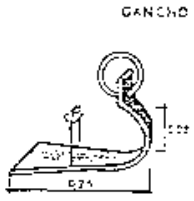


CARGA CON DOS ESLINGAS SIN FIN

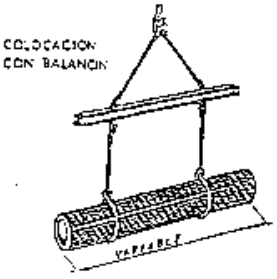


BALANCIN ESPECIAL PARA MANIOBRAS DE OVOIDES





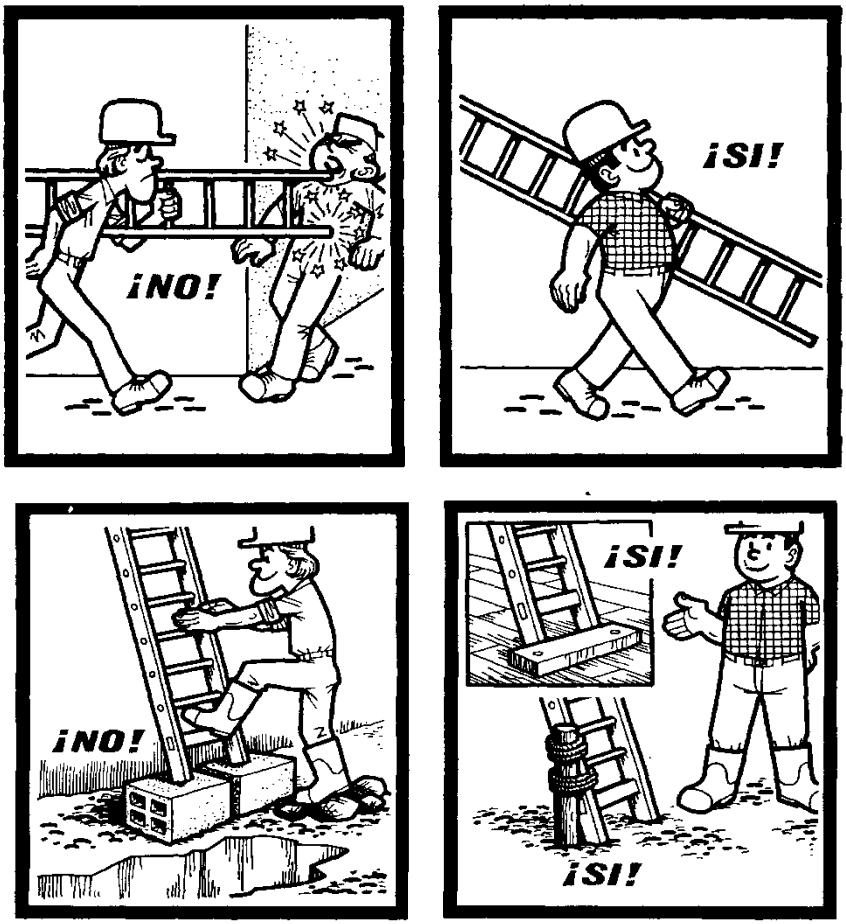
GANCHO





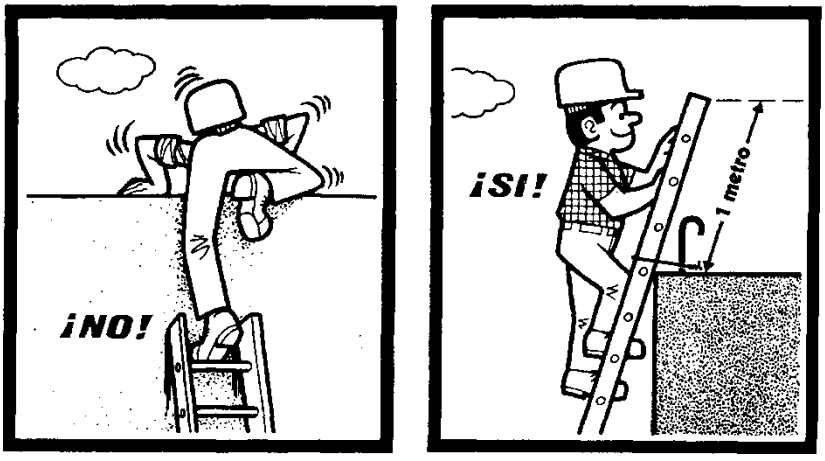
DETALLE DE AMARRE

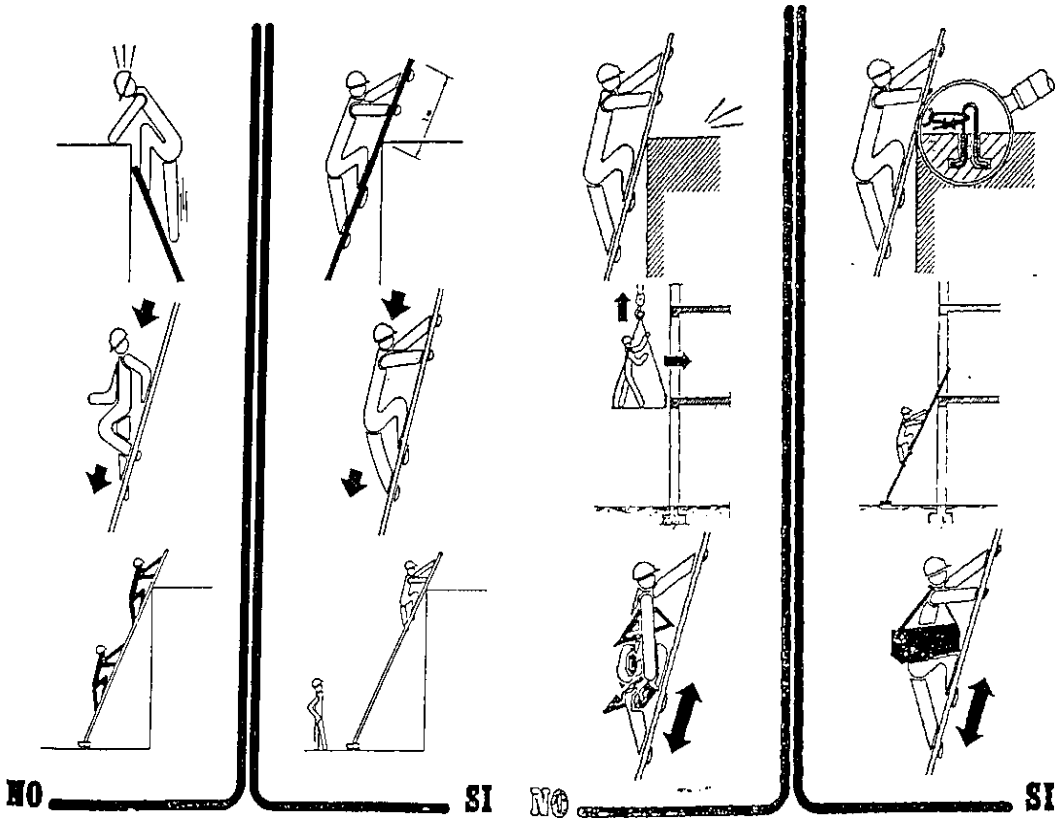
ESCALERAS



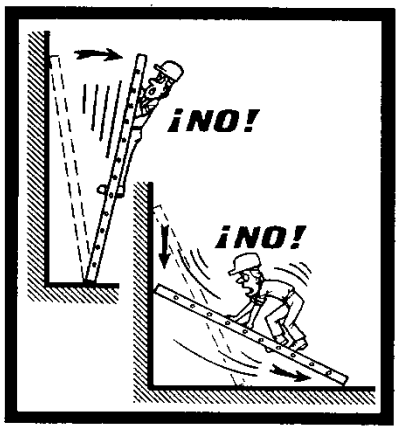
Instalar las escaleras sobre un suelo estable, contra una superficie sólida y fija, y de forma que no puedan resbalar, ni bascular.

Hacer traspasar las escaleras por lo menos un metro por encima del piso de trabajo al que dan paso.



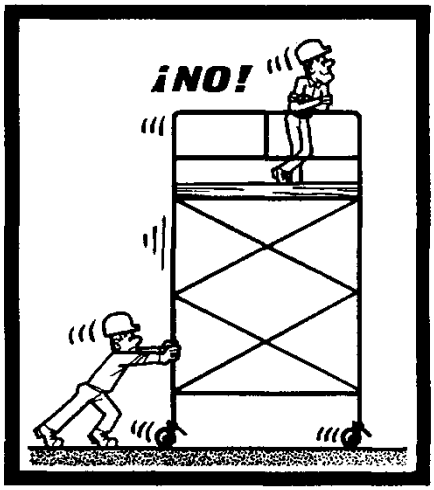


Vigilar que la separación del pié de escalera, de la superficie de apoyo, sea la correcta.





ANDAMIOS

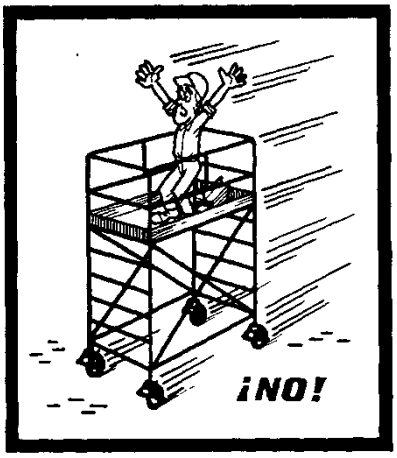


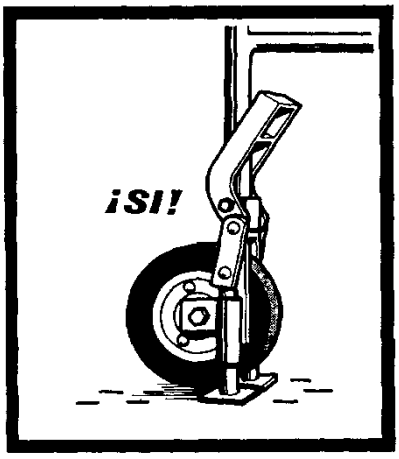


Los andamios rodantes sólo deben ser desplazados lentamente, prefiriendo el sentido longitudinal, sobre suelos bien despejados.

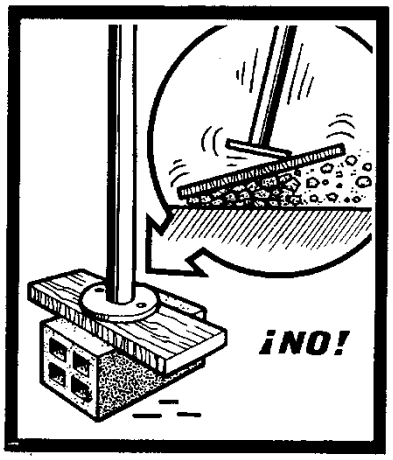
Nadie debe encontrarse en el andamio durante los desplazamientos.

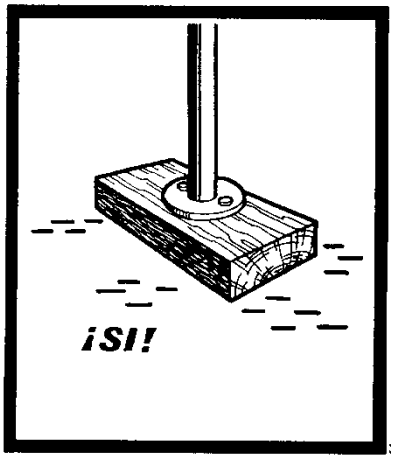
Antes de cualquier desplazamiento, asegurarse de que no pueda caer ningún objeto.

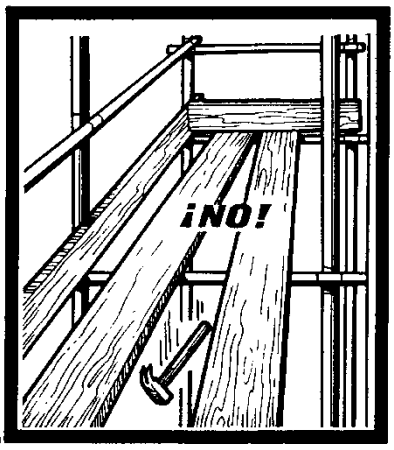




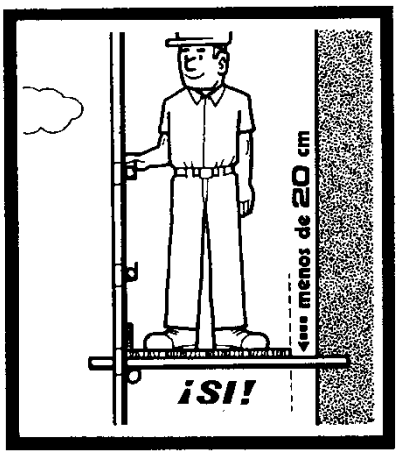
Antes de subir a un andamio rodante, bloquear las ruedas y si es necesario colocar los estabilizadores.

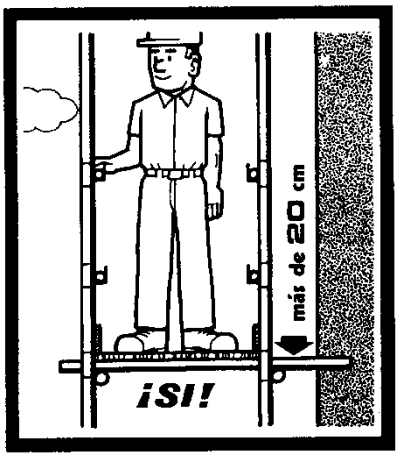

¡NO!

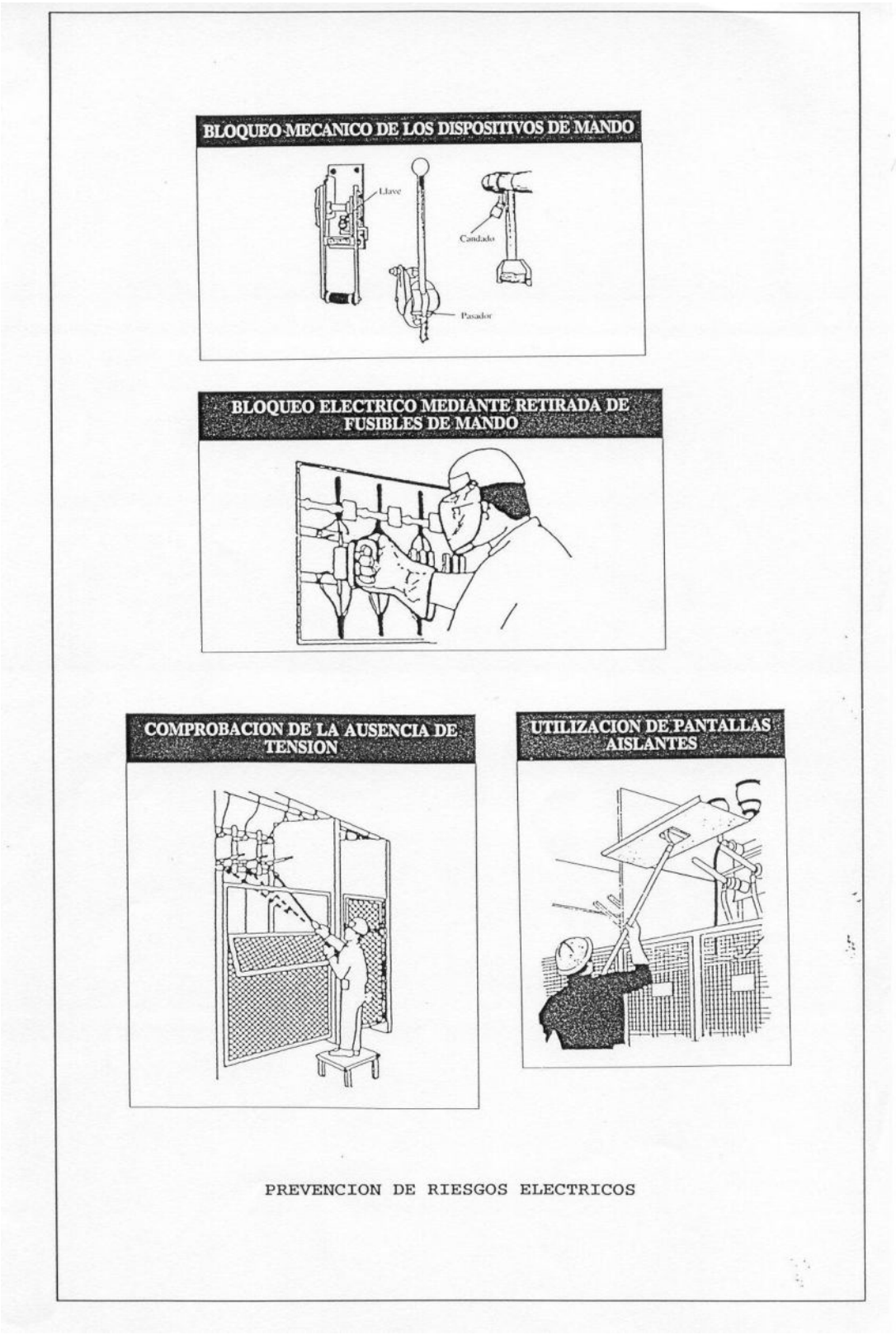

¡SI!


¡NO!


¡SI!


menos de 20 cm
¡SI!


más de 20 cm
¡SI!

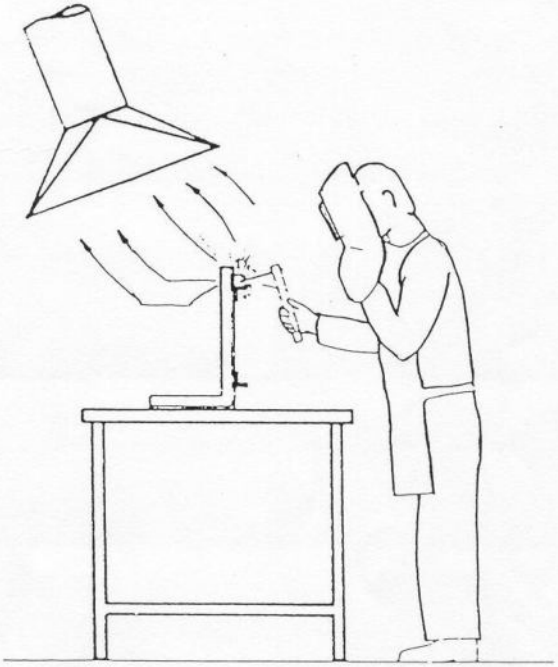

BLOQUEO MECANICO DE LOS DISPOSITIVOS DE MANDO
Llave
Candado
Pasador
BLOQUEO ELECTRICO MEDIANTE RETIRADA DE FUSIBLES DE MANDO
COMPROBACION DE LA AUSENCIA DE TENSION
UTILIZACION DE PANTALLAS AISLANTES
PREVENCION DE RIESGOS ELECTRICOS







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	38	0,47	17,86
m	Cinta plástica de balizamiento en colores blanco y rojo	38	0,47	17,86
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				**1.779,47 €**

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	6	108,00	648,00
Ud.	Mes de alquiler de caseta prefabricada para vestuarios de obra de 6x2.35m, incluida instalación de fuerza y alumbrado	6	108,00	648,00
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	6	108,00	648,00
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				**3.154,17 €**

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 Técn. Seguridad)	3	318,54	955,62
TOTAL FORMACIÓN Y REUNIONES				**1.259,93 €**

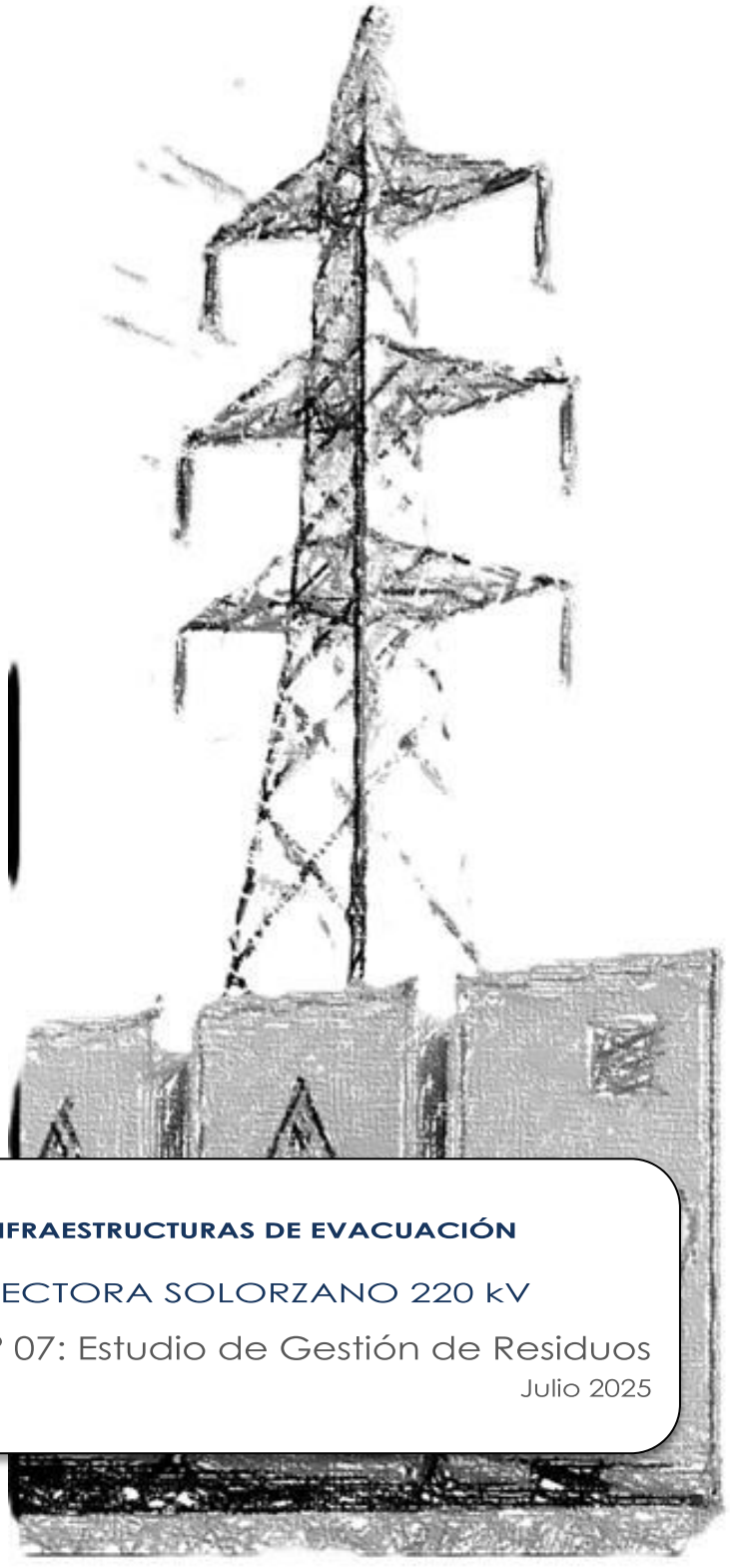
8. PRESUPUESTO GENERAL

CAPITULO 1: PROTECCIONES INDIVIDUALES	3.303,83 €
CAPITULO 2: PROTECCIONES COLECTIVAS	1.779,47 €
CAPÍTULO 3: PREVENCIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS	949,90 €
CAPITULO 4: INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR	3.154,17 €
CAPÍTULO 5: FORMACIÓN Y REUNIONES	1.259,93 €
TOTAL SEGURIDAD Y SALUD	**10.447,30 €**

Asciende el presente presupuesto a la cantidad de:

DIEZ MIL CUATROCIENTOS CUARENTA Y SIETE EUROS CON TREINTA CÉNTIMOS (10.447,30 €).

novotec



BESS SOLORZANO E INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

ANEXO II. SET COLECTORA SOLORZANO 220 kV

Documento nº 07: Estudio de Gestión de Residuos

Julio 2025

BENBROS

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

1. ANTECEDENTES

El 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 COLECTORA SOLORZANO 220 kV son:

Localización: La nueva SET COLECTORA SOLORZANO 220 kV estará ubicada en el **Término Municipal de Solórzano**, provincia de Cantabria, tal como se indica en el plano de situación y emplazamiento.

Promotor: El titular y promotor de la actuación es BESS DEVELOPMENT 6, S.L, CIF B-56216922, con domicilio en Calle Castelló, 128, Planta 5 izquierda, 28006, Madrid.

Tipo de obra: Ejecución de nueva Subestación, con configuración simple barra con una posición de trafo, una posición 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 **6.271 m²**.

Tiempo estimado: **6 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.
- 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 bancada para transformador.

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, contraincendios...
- Instalación de armarios y equipos de control.
- Instalación de transformador de servicios auxiliares.
- Instalación de reactancia de puesta a tierra.
- Cimentación de aparamenta.
- Cimentación de bancada de transformador.
- Instalación de transformador 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 pétrea:
    - 17.01.01. Hormigón.
    - 17.01.02. Ladrillos.
    - 17.09.04. Residuos mezclados de construcción que no contengan sustancias peligrosas.

- RCD de naturaleza no pétrea:
    - 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 residuo 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.

9. VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE GESTIÓN

Los subtotales del coste de gestión de los residuos de la obra SET COLECTORA SOLORZANO 220 kV se recogen en la siguiente tabla:

Tipo de residuo	Coste (€)
Tipo I. Residuos vegetales procedentes del desbroce del terreno	
Coste gestión	187,12 €
Tipo II. Tierras y pétreos de la excavación	
Coste gestión	450,00 €
Tipo III. Residuos de naturaleza pétrea resultantes de la ejecución de la obra (ni tierras, ni pétreos de la excavación)	
Coste gestión	197,13 €
Tipo IV. Residuos de naturaleza no pétrea resultantes de la ejecución de la obra	
Coste gestión	749,49 €
Tipo V. Residuos Potencialmente peligrosos y otros	
Coste gestión	1.038,48 €
Total coste gestión residuos en obra nueva	**2.622,22 €**

El presupuesto para la **gestión de residuos del proyecto SET COLECTORA SOLORZANO 220 kV** asciende a la cantidad de **DOS MIL SEISCIENTOS VEINTIDOS EUROS CON VEINTIDOS CÉNTIMOS (2.622,22 €).**

9.1. Presupuesto detallado

Tipo I. Residuos vegetales procedentes del desbroce del terreno.

Código	Residuo	Cantidad (t)	Densidad (t/m³)	Volumen (m³)	P. Unitario (€/t)	Importe (€)
02 01 07	Residuos de la silvicultura, 02 01 07.	18,04	0,02	901,89	10	**180,38**

Tipo II. Tierras y pétreos de la excavación.

Código	Residuo	Cantidad (t)	Densidad (t/m³)	Volumen (m³)	P. Unitario (€/t)	Importe (€)
17 05 04	Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03.	150,00	1,5	100,00	3	**450,00**

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

Código	Residuo	Cantidad (t)	Densidad (t/m³)	Volumen (m³)	P. Unitario (€/t)	Importe (€)
01 04 08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07.	14,45	1,5	9,63	3,5	50,58
17 01 01	Hormigón.	5,33	1,5	3,55	13	69,28
17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17 01 06.	0,91	1,5	0,61	16	14,54
17 01 02	Ladrillos.	2,30	1,25	1,84	20	45,98
17 05 04	Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03.	2,76	1,5	1,84	3,5	9,65
TOTAL				**17,47**		**190,03**

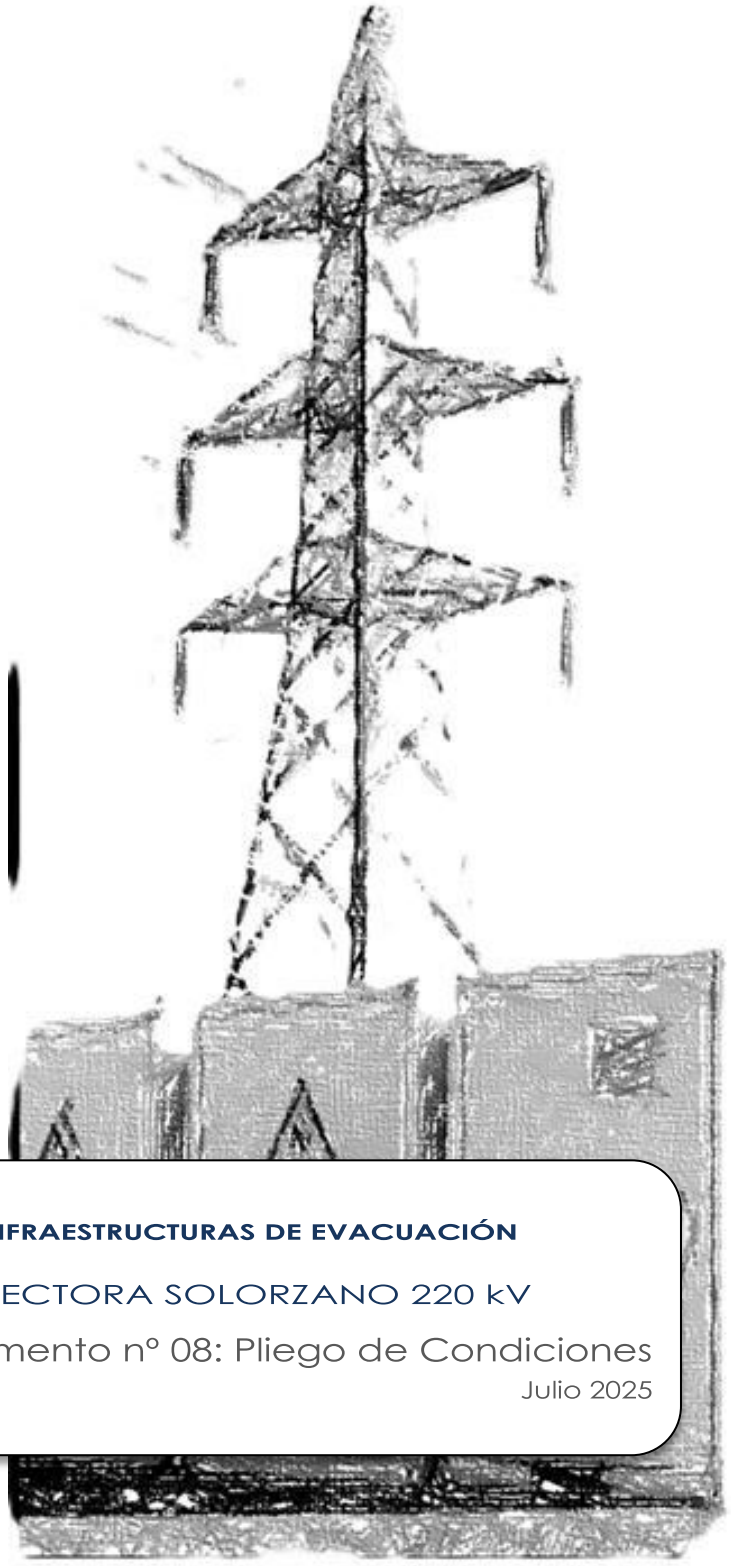
Tipo IV. Residuos de naturaleza no pétrea resultantes de la ejecución de la obra.

Código	Residuo	Cantidad (t)	Densidad (t/m³)	Volumen (m³)	P. Unitario (€/t)	Importe (€)
17 03 02	Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17 03 01.	59,68	1	59,68	5	298,42
17 02 01	Madera.	2,07	1,5	1,38	15	31,03
17 04 01	Cobre, bronce, latón.	2,07	1,5	1,38	33,5	69,31
17 04 02	Aluminio.	0,69	1,5	0,46	33,5	23,10
17 04 03	Plomo.	0,17	2	0,08	33,5	5,60
17 04 04	Zinc.	0,19	1,5	0,13	33,5	6,30
17 04 05	Hierro y acero.	1,38	1,5	0,92	33,5	46,21
17 04 06	Estaño.	0,46	2	0,23	33,5	15,40
17 04 07	Metales mezclados.	0,34	1,5	0,23	33,5	11,55
17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10.	0,69	1,5	0,46	33,5	23,10
20 01 01	Papel y cartón.	3,45	1,5	2,30	28	96,55
17 02 03	Plástico.	4,80	1,5	3,20	20	95,92
TOTAL				**70,45**		**722,50**

Tipo V. Residuos Potencialmente peligrosos y otros.

Código	Residuo	Cantidad (t)	Densidad (t/m³)	Volumen (m³)	P. Unitario (€/t)	Importe (€)
20 03 01	Mezclas de residuos municipales.	1,84	0,8	2,30	300	551,71
17 05 03*	Tierra y piedras que contienen sustancias peligrosas.	0,55	1,2	0,46	180	99,31
13 08 99*	Residuos no especificados en otra categoría.	0,03	0,6	0,04	351	8,80
15 01 10*	Envases que contienen restos de sustancias pelagrosas o estén contaminados por ellas.	0,30	0,6	0,50	351	105,63
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.	0,30	0,9	0,33	180	54,17
16 06 03*	Pilas que contienen mercurio.	0,013	0,6	0,02	20	0,25
17 01 06*	Mezclas o fracciones separadas, de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, que contienen sustancias peligrosas.	0,04	0,9	0,04	351	13,20
17 02 04*	Vidrio, plástico y madera que contienen sustancias peligrosas o estén contaminados por ellas.	0,04	0,9	0,04	20	0,75
08 01 11*	Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas.	0,04	0,6	0,06	20	0,75
17 09 03*	Otros residuos de construcción y demolición (incluidos los residuos mezclados) que contienen sustancias peligrosas.	0,55	0,6	0,92	300	165,51
07 07 01*	Líquidos de limpieza y licores madre acuosos.	0,05	0,6	0,08	20	1,00
TOTAL				**4,81**		**1001,08**

novotec



BESS SOLORZANO E INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

ANEXO II. SET COLECTORA SOLORZANO 220 kV

Documento nº 08: Pliego de Condiciones

Julio 2025

BENBROS

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

5.1.1. CONDICIONES AMBIENTALES 8

5.1.2. DATOS DE CORTOCIRCUITO 9

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 ELECTROMECÁNICO 11

5.2.3.1. RECEPCIÓN DE EQUIPOS Y MATERIALES EN OBRA 11

5.2.3.2. SUPERVISIÓN DE OBRA CIVIL Y MONTAJE ELECTROMECÁNICO 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 14

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: +447 msnm
- Tipo de Zona: A (Según R. L. A. T.)
- Temperaturas extremas: 0ºC /+26ºC
- Contaminación ambiental: II Fuerte.
- Nivel de aislamiento: 31 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:

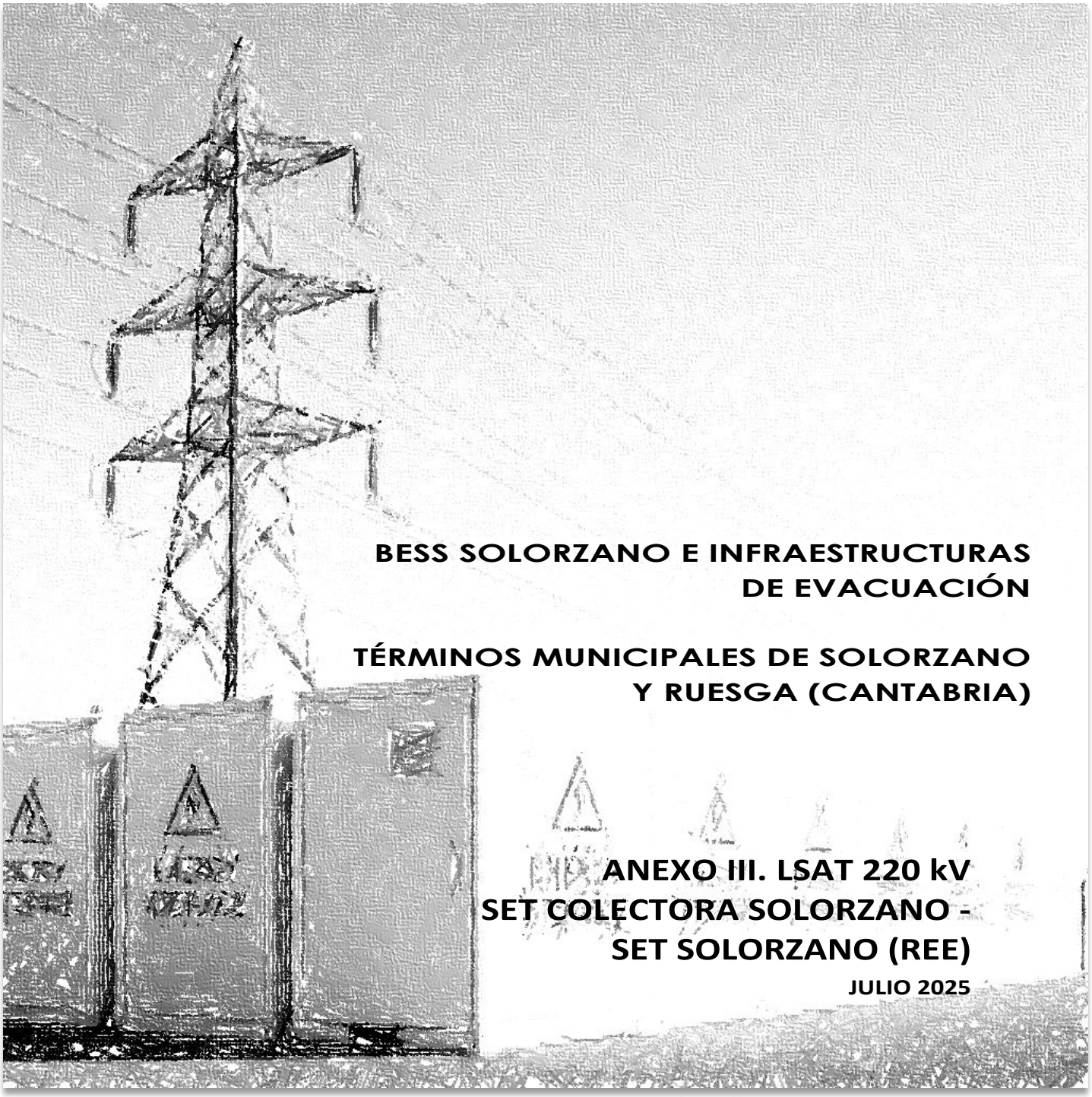
- General: Libro de Obra y Programas de puntos de Inspección cumplimentados.
- Simplificado: Informe de obra.

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.

novotec



BESS SOLORZANO E INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

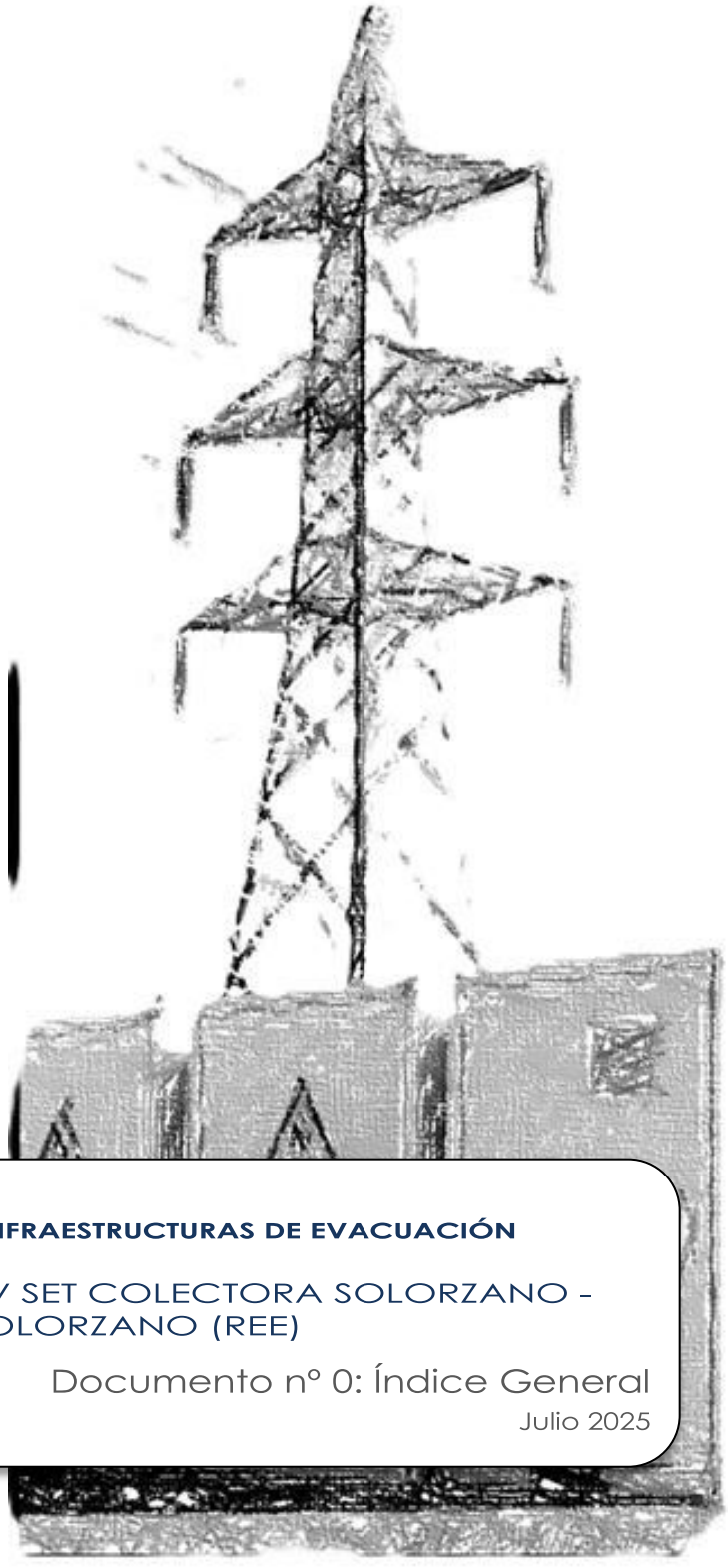
TÉRMINOS MUNICIPALES DE SOLORZANO Y RUESGA (CANTABRIA)

ANEXO III. LSAT 220 kV SET COLECTORA SOLORZANO - SET SOLORZANO (REE)

JULIO 2025

BENBROS

novotec



BESS SOLORZANO E INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

ANEXO III. LSAT 220 kV SET COLECTORA SOLORZANO – SET SOLORZANO (REE)

Documento nº 0: Índice General

Julio 2025

BENBROS

ÍNDICE GENERAL

DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA

DOCUMENTO Nº 2: CÁLCULOS

DOCUMENTO Nº 3: ESTUDIO DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS

DOCUMENTO Nº 4: PRESUPUESTO

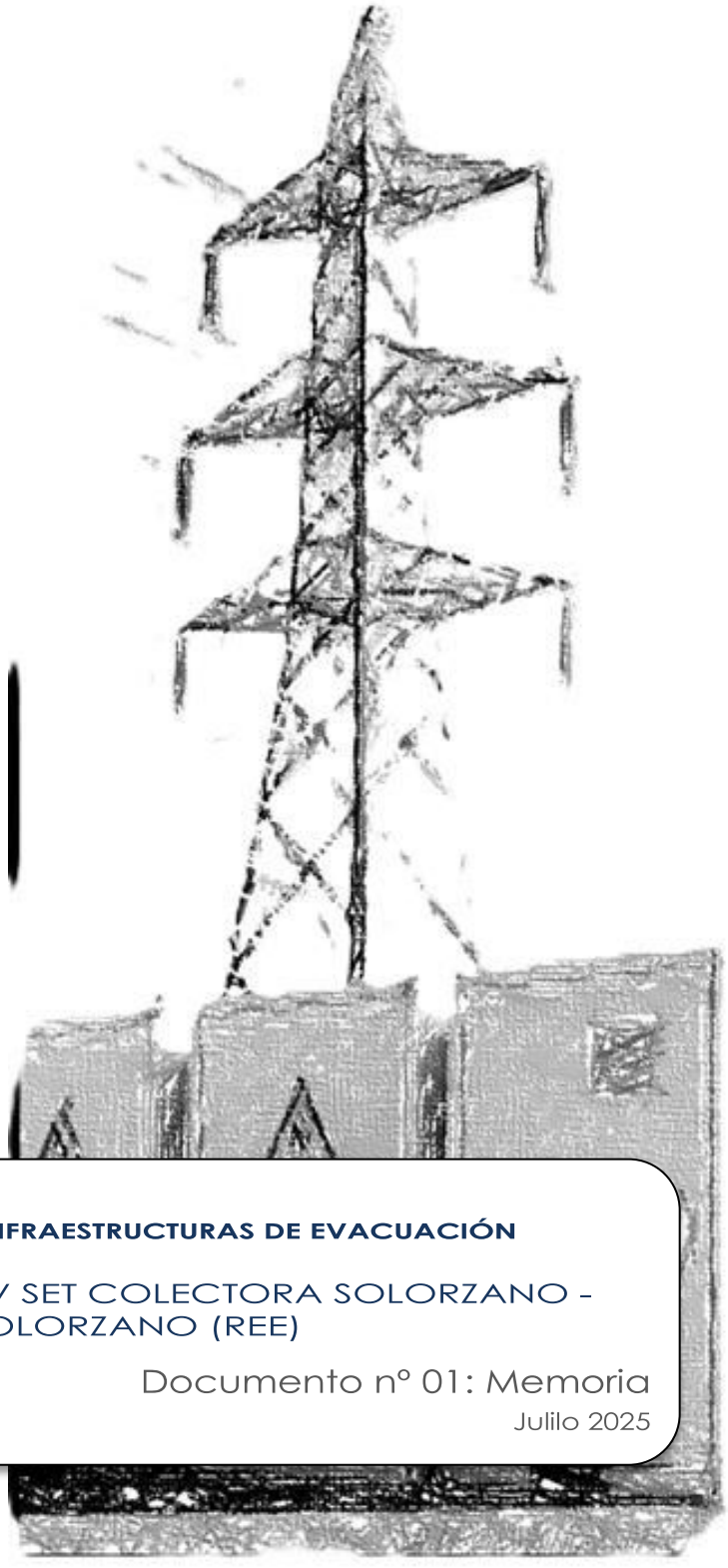
DOCUMENTO Nº 5: PLANOS

DOCUMENTO Nº 6: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO Nº 7: GESTIÓN DE RESIDUOS

DOCUMENTO Nº 8: PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

novotec



BESS SOLORZANO E INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

ANEXO III. LSAT 220 kV SET COLECTORA SOLORZANO – SET SOLORZANO (REE)

Documento nº 01: Memoria

Julilo 2025

BENBROS

ÍNDICE

1 EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN 3

2 LEGISLACIÓN Y NORMATIVA APLICABLE 4

3 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN SUBTERRÁNEA 5

3.1 Características Generales de la Línea Subterránea 5
3.2 Materiales de la Línea Eléctrica 6
3.2.1 Cable de Aislamiento Seco 6
3.2.1.1 Semiconductora interna 7
3.2.1.2 Semiconductora externa 7
3.2.1.3 Obturación longitudinal al agua 7
3.2.1.4 Pantalla 7
3.2.1.5 Separador 7
3.2.1.6 Obturación longitudinal al agua 7
3.2.1.7 Cubierta 7
3.2.1.1 Dimensiones 8
3.2.2 Cable de Fibra Óptica Subterráneo 8
3.2.3 Cajas de Empalme Fibra Óptica Subterráneo 8
3.2.4 Terminales 10
3.2.5 Pararrayos 11
3.3 Sistema de Puesta a Tierra 11
3.4 Limitadores de Tensión (SVL) 13
3.4.1 Puesta a Tierra de las pantallas 13
3.5 Obra Civil 13
3.5.1 Canalización 13
3.5.2 Arquetas de Cajas de Puesta a Tierra de las Pantallas 14
3.5.3 Arquetas de conexionado de pantallas y de fibra óptica 14
3.5.4 Señalización 15

4 AFECCIONES 16

4.1 Afecciones en Líneas Subterráneas 16
4.1.1 Cruzamientos 16
4.1.1.1 Otros cables de energía eléctrica 16

5 CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS DEL PROYECTO 17

5.1 Relación de Cruzamientos de la Línea Subterránea 17

6 RELACIÓN DE MINISTERIOS, CONSEJERÍAS. ORGANISMOS Y EMPRESAS DE SERVICIOS AFECTADOS 18

7 PLAZO DE EJECUCIÓN Y CRONOGRAMA 19

1 EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN

La línea de alta tensión descrita en el presente Proyecto consta de un tramo subterráneo de **0,35 kilómetros de longitud**, **Simple circuito** y de **220 kV** de tensión, tiene su inicio en la **SET COLECTORA SOLORZANO 220 kV** (objeto del Anexo II del proyecto) y su fin en la **SET SOLORZANO 220 kV (REE)**.

Dicha línea discurrirá por el término municipal de **Solórzano, provincia de Cantabria**.

2 LEGISLACIÓN Y NORMATIVA APLICABLE

El Proyecto se rige por las siguientes normas técnicas en su última versión:

- 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.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Ley 24/2013, que tiene por objeto establecer la regulación del sector eléctrico con la finalidad de garantizar el suministro de energía eléctrica, y de adecuarlo a las necesidades de los consumidores en términos de seguridad, calidad, eficiencia, objetividad, transparencia y al mínimo coste.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos
- Real Decreto 1074/2015, de 27 de noviembre, por el que se modifica distintas disposiciones en el sector eléctrico.
- Real Decreto 187/2016, de 6 de mayo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.

3 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN SUBTERRÁNEA

3.1 Características Generales de la Línea Subterránea

Las características principales de la línea son las siguientes:

Sistema	Corriente Alterna Trifásica
Frecuencia	50 Hz
Tensión nominal	220 kV
Tensión más elevada de la red	245 kV
Categoría	Especial
Medio	Subterráneo
Nº de circuitos:	1
Nº de cables por fase:	1
Tipo de conductor subterráneo	RHE-RA+2OL 127/220kV 1x2000M+T375Al
N.º de cables en zanja	1 terna
Disposición cables en zanja	Tresbolillo
Tipo de canalización	Tubular hormigonada
Profundidad de la instalación	1,6 metros
N.º de cables de fibra óptica	1
Tipo de cables de fibra óptica	PKP 48 FO Monomodo
Longitud (km)	0,35
Puesta a tierra de pantallas metálicas	Single Bonding

Según se indica en el Vigente Reglamento de Líneas de Alta Tensión, la línea en proyecto se clasifica:

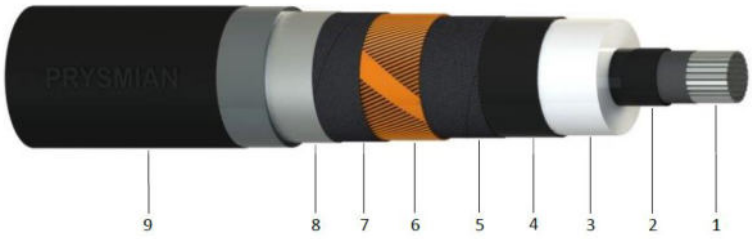
- Por su nivel de tensión: **Categoría Especial**
- La potencia para transportar: **233 MW**.
- Longitud de la línea: **0,35 km**
    - Mayorada en un 5% respecto de la traza en planta mostrada en planos, más 15 metros por cada entrada/salida a cada subestación.

3.2 Materiales de la Línea Eléctrica

3.2.1 Cable de Aislamiento Seco

En la construcción del tramo subterráneo se emplearán cables unipolares de tipo **XLPE 127/220 kV**, Aislamiento polietileno reticulado, de sección **2000 mm² Cu**, que cumple con las prescripciones correspondientes a cables subterráneos de Alta Tensión.

Los cables estarán debidamente apantallados y protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalan o la producida por corrientes erráticas y tendrán resistencia mecánica suficiente para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos. Sus características principales son:



Denominación:	**RHE-RA+2OL 127/220kV 1x2000M+T375Al**
Tipo de Cable:	XLPE 127/220 kV
Sección:	2000 mm²
Conductor:	Cobre
Tensión:	127/220 kV
Tª máxima admisible en servicio permanente	90 °C
Tª máxima admisible en cortocircuito	250 °C
Resistencia Eléctrica, a 20°C	0,009 Ω/km
Capacidad:	0,251 µF/km
Disposición cables:	Tres cables unipolares en tresbolillo

Condiciones de instalación: un cable por tubo de **250** mmØ al tresbolillo y en contacto, enterrados en una zanja de **1,6 m** de profundidad, resistividad térmica de **1,50** K.m/W

3.2.1.1 Semiconductora interna

Capa extruida de mezcla semiconductora.

3.2.1.2 Semiconductora externa

Capa extruida de mezcla semiconductora no separable en frio.

3.2.1.3 Obturación longitudinal al agua

Cinta semiconductora bloqueante del agua.

3.2.1.4 Pantalla

Alambres de cobre en hélice (con cinta equipotencial de cobre).

3.2.1.5 Separador

Alambres de cobre en hélice (con cinta equipotencial de cobre).

3.2.1.6 Obturación longitudinal al agua

Cinta semiconductora bloqueante del agua.

3.2.1.7 Cubierta

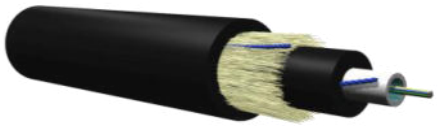
Cubierta Polietileno de alta densidad tipo DME1 de color gris con capa exterior semiconductora (negra) extrudida conjuntamente con la cubierta. Esta capa semiconductora debe retirarse en el momento de preparar el cable para la instalación de los accesorios. Para asegurar su total extracción, la cubierta bajo la semiconductora es de color gris.

3.2.1.1 Dimensiones

Sección del conductor	2000 mm²
Peso Aproximado	27,9 kg/m
Diámetro nominal del conductor	56,6 mm
Espesor nominal del aislamiento	21,1 mm
Diámetro nominal sobre el aislamiento	103,3 mm
Sección de la pantalla	375 mm²
Diámetro nominal exterior	121,0 mm

3.2.2 Cable de Fibra Óptica Subterráneo

En el tramo subterráneo se instalará un cable de fibra óptica del tipo PKP, de las siguientes características:



Tipo:	PKP 48 FO Monomodo
Nº de fibras:	48
Tracción Máxima admisible:	320 daN
Temperatura de Almacenamiento	-25 a +70 ºC
Temperatura de Operación:	-20 a +60 ºC
Aplastamiento:	300 daN
Curvatura	225 mm
Diámetro	15,3 mm
Masa	185 kg/km

3.2.3 Cajas de Empalme Fibra Óptica Subterráneo

Las cajas serán metálicas de acero resistente al ácido, preferiblemente de acero inoxidable pudiendo ser de acero galvanizado en caliente o de aluminio.

Tendrán un grado de protección IP659XS como mínimo.

Dispondrán como mínimo acceso par 3 cables. Los diámetros de los cables irán de 12 a 18,5 mm.

Las entradas dispondrán de prensaestopas metálicos o bien estarán diseñadas para ser selladas con termo-retráctiles, en ambos casos impedirán la entrada de agua. Dispondrán de elementos metálicos para sujetar los hilos de la armadura en el exterior de la caja.

En el interior de la caja existirán puntos de anclaje para sujetar el elemento central u otros elementos resistentes como los hilos de aramida o hilos de acero.

La caja dispondrá de toma de tierra para los componentes metálicos.

Las cajas serán resistentes a los impactos, estarán protegidas contra la corrosión y dispondrán de juntas elastoméricas de estanqueidad. Las juntas y los elastómeros cumplirán con la norma UNE-EN 12365.

Los márgenes de utilización de las cajas serán de -30°C a +70°C.

Las dimensiones mínimas de la bandeja de empalmes serán de 120 por 250 mm, permitiendo un radio mínimo de curvatura de las fibras de 40 mm.

Las bandejas de empalmes permitirán albergar hasta 24 empalmes, así como las cocas de fibras correspondientes. El acceso a la bandeja se realizará por los laterales de esta.

Con el fin de proteger las cocas de las fibras y los empalmes, deberá disponer de una tapa, que a ser posible será transparente.

Las bandejas de empalmes serán independientes entre sí, de forma que se pueda trabajar en ellas sin poner en riesgo empalmes o conexiones de las otras bandejas del módulo y cada bandeja dispondrá de su tapa.

Estarán apiladas de forma que se puedan desplazar de una en una. Dispondrán de un sistema de fijación para evitar su movimiento involuntario, tanto cuando están en su posición de trabajo como en su posición normal.

Deberá ser imposible que el movimiento de una bandeja arrastre las bandejas colaterales. Cada bandeja de empalmes tendrá elementos de fijación de las protecciones holgadas de las fibras, tubos de transporte y además dispondrá de una superficie visible en la que incluir una numeración sin necesidad de moverla.

Existirán elementos de fijación de las protecciones holgadas de las fibras, bien individualmente o agrupadas. Estos elementos de fijación permitirán la manipulación de cada cable sin tener que desmontar ninguno de resto de los cables.

Así mismo existirán fijaciones para los sistemas que agrupan diferentes protecciones holgadas, como pueden ser protecciones helicoidales.

Por ser subterráneas, estarán preparadas para su fijación a nivel de suelo y enterradas. La tapa y el cuerpo de la caja deberán cerrarse mediante tornillería inoxidable. Cumplirán un grado de protección IP68 con la totalidad de la caja a un metro de profundidad según UNE 20324 y un grado de protección mecánica IK10 según EN 50102.

Esta descripción no corresponde a un tipo de terminal específico, en el momento de la construcción los terminales se determinarán en función de las ofertas reales del fabricante que cumplan con los requisitos de diseño.

3.2.4 Terminales

Los terminales a utilizar serán del tipo exterior de composite, ya que están diseñados para ser instalados en el exterior de subestaciones.



Los terminales de exterior serán de composite y para la tensión nominal de **220 kV**. Estos terminales tienen el aislador de composite cementada a una base metálica de fundición que a su vez está soportada por una placa metálica. Esta placa está montada sobre aisladores de pedestal los cuales se apoyan en la estructura metálica. En el extremo superior, el arranque del conector está protegido por una pantalla contra las descargas parciales.

Se emplea un cono deflector elástico preformado para el control del campo en la terminación del cable, que queda instalado dentro del aislador. El aislador se rellena de aceite de silicona, que no requiere un control de la presión del mismo.

Junto a los terminales de exterior se colocarán autoválvulas, siendo el número de éstas igual al de terminales de exterior.

Los terminales permiten aislar la pantalla del soporte metálico, lo cual es necesario para las conexiones especiales de pantallas flotantes en un extremo. Asimismo, se pueden realizar ensayos de tensión de la cubierta para mantenimiento.

La conexión de los conductores a su conector se hace por manguitos de conexión a presión. La conexión está diseñada para resistir los esfuerzos térmicos y electromecánicos durante su funcionamiento normal y en cortocircuito.

La pantalla se conecta a la base metálica, de donde se deriva la conexión a tierra.

El nivel de aislamiento exigido para los terminales será el indicado:

Tipo:	Exterior Polímero
Tensión Nominal servicio de la red	220 kV
Máxima tensión soportada a impulso tipo rayo	1.050 kV

3.2.5 Pararrayos

Con objeto de proteger los cables contra las sobretensiones provocadas por descargas atmosféricas se instalará una autoválvula o pararrayos en cada uno de los extremos de los cables unipolares.

La autoválvula será de óxido de zinc como elemento activo y con contador de descargas.

Las características exigidas serán las siguientes:

Instalación:	Intemperie
Tensión Nominal servicio de la red	220 kV
Aislamiento exterior	Material Polimérico
Tensión máxima servicio de la red	245 kV
Tensión soportada impulsos tipo rayo	1.050 kV
Corriente de descarga nominal	10 kA

3.3 Sistema de Puesta a Tierra

Los conductores disponen de una pantalla sobre la que se inducen tensiones, por lo que es necesario un sistema de conexión de puesta a tierra. En el caso de la presente línea se ha optado por el sistema Single Bonding, debido a la longitud del tramo subterráneo.

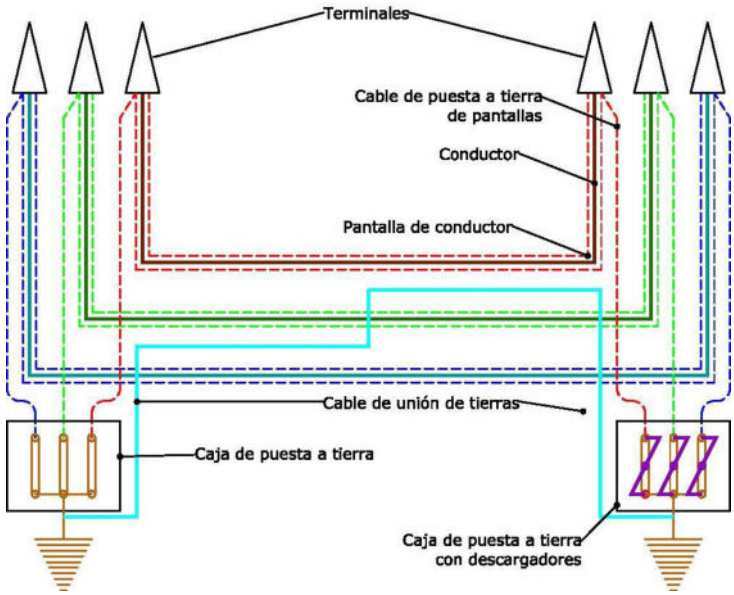
Mediante este tipo de conexión se consigue eliminar las corrientes inducidas en las pantallas de los conductores, y las pérdidas por corrientes de Foucault se pueden considerar despreciables, maximizando así la capacidad de transporte de los mismos.

En este tipo de conexión será necesario la instalación de:

- Un cable de continuidad de tierra conectado a tierra en ambos extremos, como unión equipotencial entre los diferentes electrodos de puesta a tierra, para reducir las tensiones inducidas en las pantallas en caso de cortocircuitos. Este conductor equipotencial se debe transponer para evitar corrientes de circulación y pérdidas de potencia, ya que está sujeto a inducción por parte de los cables de potencia, salvo que se transpongan los conductores de fase. De forma alternativa, se puede conseguir el mismo efecto si el conductor equipotencial se coloca en el centro de la disposición de conductores al tresbolillo. La sección del conductor equipotencial debe ser capaz de soportar la corriente de defecto a tierra prevista de la instalación.
- Limitadores de tensión entre las pantallas del conductor y tierra en los extremos de los cables no conectados rígidamente a tierra para descargar sobretensiones inducidas en las pantallas ante fenómenos transitorios, como por ejemplo sobretensiones atmosféricas o de maniobra, y que éstas no impliquen averías en la cubierta del cable.

En este tipo de conexión, las pantallas están conectadas directamente tierra en un extremo de la línea, conectando el otro extremo a tierra a través de descargadores. La tensión inducida en pantalla tendrá valor de 0 en el punto de conexión rígida a tierra, y se irá incrementando de forma proporcional a la longitud del circuito, a la intensidad que pase por el conductor y a la separación entre cables hasta alcanzar el valor máximo en el punto más alejado de la conexión a tierra.

Detalle de conexión en un solo punto (Single-Point):



3.4 Limitadores de Tensión (SVL)

3.4.1 Puesta a Tierra de las pantallas

Cuando el sistema de puesta a tierra lo precise, se instalarán limitadores de tensión de óxido de cinc, dimensionados para no tener ningún efecto limitador frente a sobretensiones temporales, a frecuencia industrial en condiciones normales de funcionamiento y en las condiciones de intensidad máxima de cortocircuito. Deberán conducir para las perturbaciones breves de origen atmosférico o de maniobra, que originan tensiones muy elevadas en los extremos y en los puntos de discontinuidad, limitando estas tensiones a valores admisibles. Se dimensionarán de acuerdo con las condiciones de la instalación a proteger, y cumplirán con los requisitos indicados en la norma UNE-EN 60099-4.

3.5 Obra Civil

3.5.1 Canalización

Las canalizaciones a realizar cumplirán con el Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias, especialmente lo dispuesto en su punto 4.2. ITC-LAT-06, donde define las condiciones que deben tener las canalizaciones, fijando unas profundidades entre la parte superior del tubo más próximo, y la superficie de 0,60 metros en acera o tierra y de 0,80 metros en calzada, la colocación de una cinta de señalización de aviso de peligro, y que el diámetro interior de los tubos mayor a vez y media del diámetro aparente del circuito.

La obra consistirá en una excavación, de dimensiones apropiadas, donde se tenderán los cables a la profundidad adecuada para a continuación rellenar la misma, de acuerdo con las disposiciones de protección y señalización propias de este tipo de conducción eléctrica.

Las líneas soterradas mediante la ejecución de zanja se instalarán siempre bajo tubo, de forma que los cables vayan por el interior de tubos de polietileno de doble capa, los cuales quedarán siempre embebidos en un prisma de arena fina lavada.

Terminada la tubular, se procederá a su limpieza interior haciendo pasar una esfera metálica de diámetro ligeramente inferior al de aquellos, con movimiento de vaivén, para eliminar las posibles filtraciones de cemento y posteriormente, de forma similar, un escobillón o bolsa de trapos, para barrer los residuos que pudieran quedar.

Cada fase se dispondrá en un tubo, cuya disposición de los mismos es en tresbolillo. Se incluyen canalizaciones de tubo de plástico para la instalación de cable de acompañamiento en función del sistema de puesta a tierra y para fibra óptica, además de un separador.

En caso de paralelismos con otros circuitos, los tendidos de cada uno de ellos se realizarán en zanjas independientes.

Se instalará dos tubos lisos de PVC de 110 mm de diámetro para la colocación de los cables de comunicaciones de fibra óptica.

Los detalles de las zanjas se pueden observar en el plano de Zanjas Tipo, adjunto.

El tubo de polietileno de doble capa (exterior corrugado e interior liso) que se disponga para los cables de potencia tendrán un diámetro interior como mínimo 1,5 veces el diámetro del cable a tender, y, en cualquier caso, no se considerarán tubos con diámetros exteriores inferiores a 160 mm.

Los tubos quedarán sellados con espumas expandibles impermeables e ignífugas.

3.5.2 Arquetas de Cajas de Puesta a Tierra de las Pantallas

Las cajas de conexión que se implementarán son tripolares y de dos tipos: enterradas y tipo intemperie. Estas últimas alojarán los descargadores de sobretensión, asociados al sistema de puesta a tierra.

Las tapas serán de acero inoxidable y garantizarán un grado de protección mínimo IP 58 para las cajas de tipo intemperie e IP 68 para cajas enterradas.

Las ubicaciones de las puestas a Tierra directa se situarán en la ubicación de las cámaras de empalme, al comienzo y fin de la línea subterránea, donde no sea necesario implementar dichas cámaras, pero si la puesta a tierra de la línea.

3.5.3 Arquetas de conexionado de pantallas y de fibra óptica

Las arquetas serán prefabricadas y de clase B conforme a la UNE 133100-2:2002. Para su colocación se seguirá lo establecido para instalación de arquetas prefabricadas en la norma UNE 133100-2:2002.

La tapa de la arqueta será conforme al apartado 7.6 de la norma UNE 133100-2:2002.

Si el diseño del sistema así lo requiere se definirán las arquetas de conexionado de pantallas y de fibra óptica, irán anexas a la cámara de empalme no visitable del cable de potencia y servirán además como señalización de los empalmes. Se ubicará una arqueta de fibra óptica en al menos cada cámara de empalme no visitable.

3.5.4 Señalización

Para identificar el trazado de la red subterránea de media tensión, se colocarán hitos de señalización de hormigón prefabricados cada **50 m** y en los cambios de dirección.

Además, se colocarán hitos para señalizar la ubicación de los empalmes realizados en los conductores. En estos hitos de señalización se indicará en la parte superior una referencia que advierta de la existencia de cables eléctricos o de empalmes realizados.

4 AFECCIONES

4.1 Afecciones en Líneas Subterráneas

Conforme a lo establecido en el artículo 162 del RD 1955/2000, de 1 de diciembre, para las líneas subterráneas se prohíbe la plantación de árboles y construcción de edificios e instalaciones industriales en la franja defina por la zanja donde van alojados los conductores, incrementada a cada lada en una distancia mínima de seguridad igual a la mitad de la anchura de la canalización.

4.1.1 Cruzamientos

A continuación, se fijan, para cada uno de los casos indicados, las condiciones a que deben responder los cruzamientos de los cables subterráneos de Alta Tensión.

4.1.1.1 Otros cables de energía eléctrica

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de Alta Tensión discurran por debajo de los de baja tensión.

La distancia mínima entre un cable de energía eléctrica de Alta Tensión y otros cables de energía eléctrica será de 0,25 metros. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 metro.

5 CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS DEL PROYECTO

5.1 Relación de Cruzamientos de la Línea Subterránea

Nº de cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Descripción del cruzamiento	Organismo propietario	Municipio	Provincia	Coordenadas UTM ETRS 89	
						X(m)	Y(m)
1	Línea Eléctricas Aéreas y Líneas Aéreas de Telecomunicación	LMT BESS	Benbros	Solórzano	Cantabria	452.690,058	4.798.827,233

6 RELACIÓN DE MINISTERIOS, CONSEJERÍAS. ORGANISMOS Y EMPRESAS DE SERVICIOS AFECTADOS

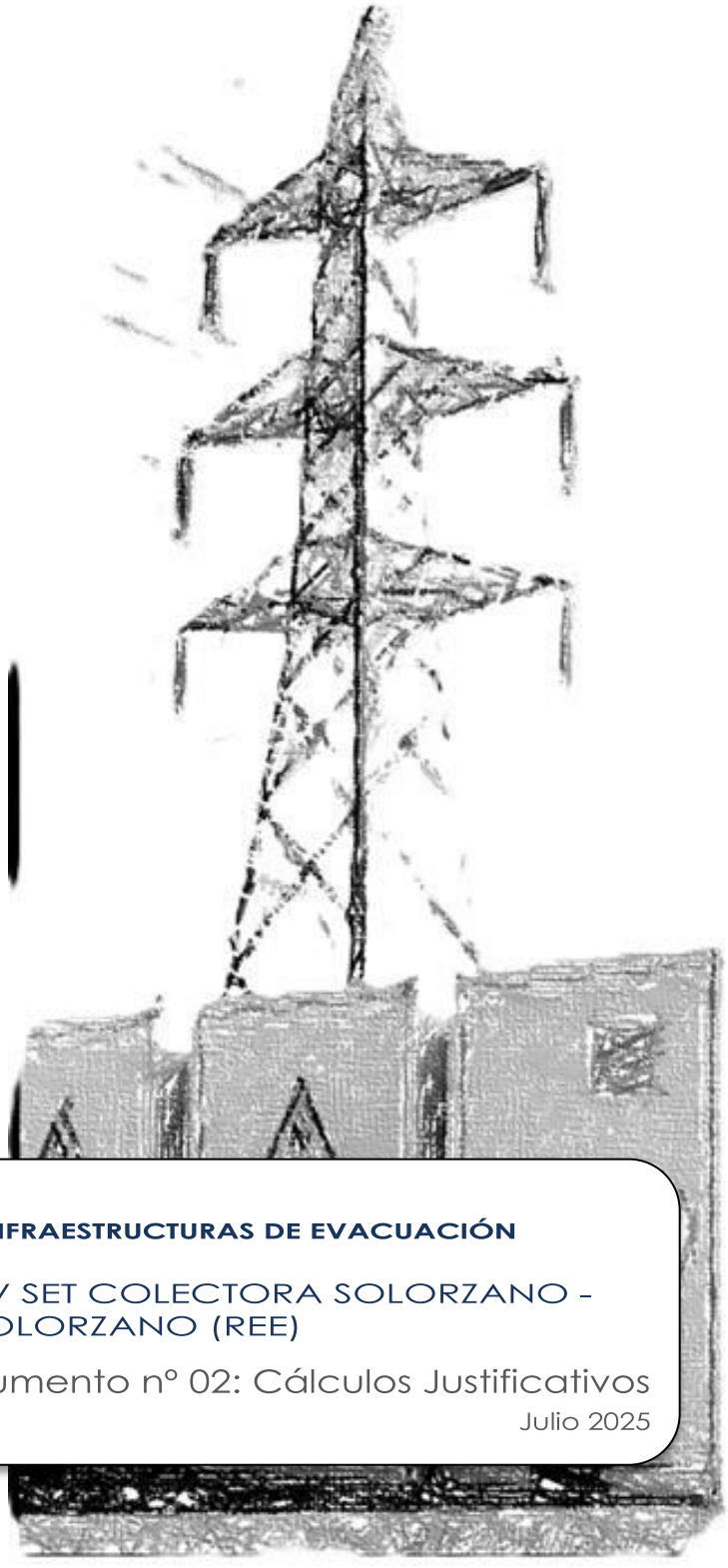
Nº de Servicio Afectado	Organismo	Dirección	Teléfono
1	AYUNTAMIENTO DE SOLÓRZANO	Bo. la Puente, 59, 39738 Solórzano, Cantabria	942 67 63 00
2	CONSEJERÍA DE FOMENTO, ORDENACIÓN DEL TERRITORIO Y MEDIO AMBIENTE	C. Alta, 5, 7, 39008 Santander, Cantabria	942 20 71 00
3	COMISIÓN REGIONAL DE ORDENACIÓN DEL TERRITORIO Y URBANISMO DEL GOBIERNO DE CANTABRIA	C. Lealtad, 14, 1ª planta, en Santander, Cantabria	942 20 79 72
4	MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO	Pl. de San Juan de la Cruz, 10, Chamberí, 28003 Madrid	915 97 65 77
5	RED ELÉCTRICA ESPAÑOLA	Paseo del Conde de los Gaitanes, 177, 28109 Alcobendas, Madrid	91 650 85 00
6	VIESGO DISTRIBUCIÓN	Polígono Parque Científico y Tecnológico, 3, 39011 Santander, Cantabria	900 505 249
7	DIRECCIÓN GENERAL DE CULTURA Y PATRIMONIO HISTÓRICO DE LA CONSEJERÍA DE CULTURA, TURISMO Y DEPORTE	C. Lealtad, 24, 39002 Santander, Cantabria	942 20 87 12

7 PLAZO DE EJECUCIÓN Y CRONOGRAMA

El programa previsto para la ejecución de la línea, una vez realizado el Proyecto de ejecución y obtenidos todos los permisos y autorizaciones pertinentes por parte de los organismos afectados, tendrá una duración aproximada de **dos meses**, distribuidos de acuerdo a:

DESCRIPCIÓN	MES	1º MES				2º MES			
	SEMANA	1ª	2ª	3ª	4ª	1ª	2ª	3ª	4ª
PREVIOS		X							
REPLANTEO DE CANALIZACIÓN		X							
DESBROCE Y TALA DE ARBOLADO (SI APLICA)		X							
ADECUACIÓN DE CAMPAS DE ACOPIO		X							
ACOPIO Y CLASIFICACIÓN DE MATERIALES		X							
OBRA CIVIL		X	X	X	X				
APERTURA DE ZANJA		X	X	X					
COLOCACIÓN DE TUBOS Y HORMIGONADO		X	X	X	X				
MONTAJE ELECTROMECÁNICO				X	X	X			
TENDIDO DE CONDUCTORES				X	X	X			
OTROS		X	X	X	X	X	X		
SEÑALIZACIÓN		X	X	X	X	X	X		
LIMPIEZA DE ÁREAS AFECTADAS					X	X	X		
RESTAURACIÓN DE TERRENOS						X	X		
ENSAYOS Y PRUEBAS							X	X	
VIGILANCIA MEDIOAMBIENTAL		X	X	X	X	X	X	X	X
SEGURIDAD Y SALUD		X	X	X	X	X	X	X	X
PUESTA EN SERVICIO									X

novotec



BESS SOLORZANO E INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

ANEXO III. LSAT 220 kV SET COLECTORA SOLORZANO – SET SOLORZANO (REE)

Documento nº 02: Cálculos Justificativos

Julio 2025

BENBROS

ÍNDICE

1 CÁLCULOS ELÉCTRICOS TRAMO SUBTERRÁNEO 2

1.1 Intensidad máxima admisible en servicio 2

1.1.1 Intensidad máxima admisible en servicio 3

1.1.2 Resistencia del conductor en corriente alterna 5

1.1.3 Resistencia de la pantalla en corriente alterna 6

1.1.4 Resistencia térmica entre el conductor y la envolvente T_1 6

1.1.5 Resistencia térmica del revestimiento o de la cubierta exterior T3 7

1.2 Intensidad máxima admisible en cortocircuito - Conductor 7

1.2.1 Calculo de la intensidad de cortocircuito adiabático 7

1.2.2 Cálculo del factor no adiabático 8

1.3 Intensidad máxima admisible en cortocircuito - pantalla 9

1.4 Caída de tensión 9

1.5 Pérdidas de Potencia 10

1.5.1 Pérdidas en el conductor 10

1.5.2 Pérdidas dieléctricas en el aislamiento 10

1.5.3 Pérdidas en la pantalla metálica 12

1.6 Resultados Máxima capacidad 13

1.7 Resultados para la potencia diseñada de la instalación 20

1.8 Resumen de Resultados 26

1.9 Conclusiones 28

1 CÁLCULOS ELÉCTRICOS TRAMO SUBTERRÁNEO

Las características principales de la línea subterránea es la siguiente:

Sistema	Corriente Alterna Trifásica
Frecuencia	50 Hz
Tensión nominal	220 kV
Tensión más elevada de la red	245 kV
Categoría	Especial
Medio	Subterráneo
Nº de circuitos:	1
Nº de cables por fase:	1
Tipo de conductor subterráneo	RHE-RA+2OL 127/220kV 1x2000M+T375Al
N.º de cables en zanja	1 terna
Disposición cables en zanja	Tresbolillo
Tipo de canalización	Tubular hormigonada
Profundidad de la instalación	1,6 metros
N.º de cables de fibra óptica	1
Tipo de cables de fibra óptica	PKP 48 FO Monomodo
Longitud (km)	0,35
Puesta a tierra de pantallas metálicas	Single Bonding

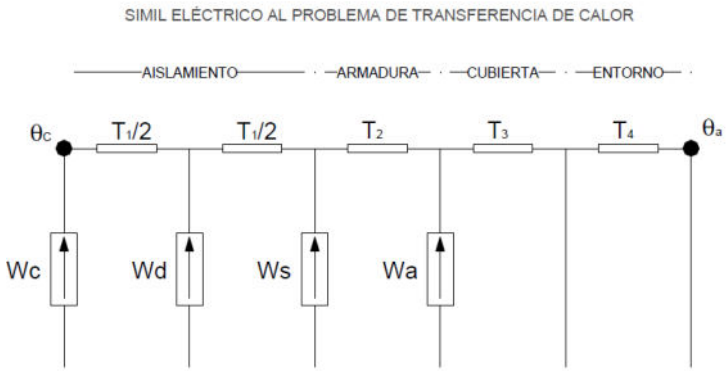
1.1 Intensidad máxima admisible en servicio

El cálculo de la intensidad máxima admisible por un cable en régimen permanente se calcula de acuerdo con la norma UNE 21.144.

Este cálculo consiste en la resolución de un problema de transferencia de calor, de forma que las pérdidas de potencia activa generadas en el cable se disipen al entorno sin que el aislamiento alcance una temperatura excesiva que pueda deteriorar sus características eléctricas, mecánicas ó químicas.

1.1.1 Intensidad máxima admisible en servicio

La ecuación que representa el equilibrio térmico de un conductor de resistencia eléctrica por unidad de longitud, R, y de resistencia térmica por unidad de longitud, T, cuando circula una corriente de valor eficaz, I, es la siguiente:



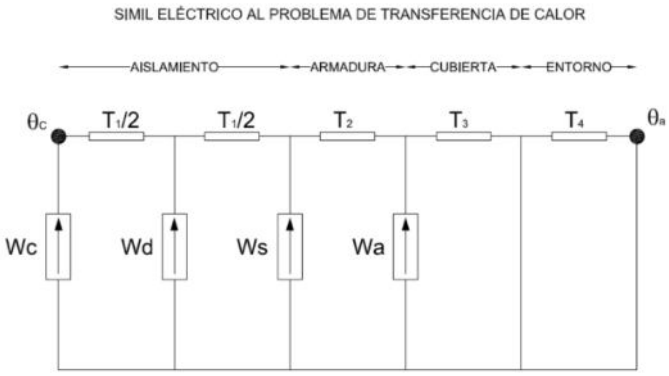
Donde $\Delta\theta$ representa la diferencia de temperaturas que adquiere el conductor en régimen de servicio y el medio ambiente que le rodea.

La intensidad máxima admisible en servicio permanente es la que calienta el conductor hasta su máxima temperatura admisible:

$$\boldsymbol{I_{adm}} = \sqrt{\frac{\boldsymbol{\Delta\theta}}{\boldsymbol{RT}}} \quad [\boldsymbol{A}]$$

El problema de transferencia de calor se aborda en las tres fases que a continuación se detallan:

- Determinación de las pérdidas de potencia eléctrica que generan calor en el seno de un cable. UNE 21144-1, Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas.
- Determinación de las resistencias térmicas que intervienen según las condiciones de instalación. UNE 21144-2, Resistencia térmica.
- Cálculo de la Intensidad admisible utilizando para ello el símil eléctrico, que a continuación se detalla:



$$W_c = \mathrm{RI}^2$$

$$W_c = \lambda_1 R I^2$$

$$W_A = \lambda_2 R I^2$$

$$\Delta\Theta = \Theta\mathrm{c} - \Theta\mathrm{a}$$

La resolución del circuito eléctrico conduce a la determinación de la intensidad máxima admisible:

$$\Theta\mathrm{c} - \Theta\mathrm{a} = (W_c)\frac{T_1}{2} + (W_c + W_d)\frac{T_1}{2} + (W_c + W_d + W_s)T_2 + (W_c + W_d + W_s + W_a)(T_3 + T_4)$$

$$\mathrm{I}_{max} = \left(\frac{\Delta\Theta - W_d\left[\frac{T_1}{2}\right] + n(T_2 + T_3 + T_4)}{RT_1 + nR(1+\lambda_1)T_2 + nR(1+\lambda_1+\lambda_2)(T_3+T_4)} \right)^{0,5}$$

Donde:

- I: es la intensidad de la corriente que circula en un conductor (A);
- $\Delta\theta$: es el calentamiento del conductor respecto a la temperatura ambiente (K);
- R: es la resistencia del conductor bajo los efectos de la corriente alterna, por unidad de longitud, a su temperatura máxima de servicio (Ω/m)
- W_d: son las pérdidas dieléctricas, por unidad de longitud, del aislamiento que rodea al conductor (W/m)
- T_1: es la resistencia térmica, por unidad de longitud, entre el conductor y la envolvente (K·m/W)
- T_2: es la resistencia térmica, por unidad de longitud, del relleno de asiento entre la envolvente y la armadura (K·m/W). En nuestro caso, al ser un cable no armado el valor de esta unidad es 0
- T_3: es la resistencia térmica, por unidad de longitud, del revestimiento exterior del cable (K·m/W)

- T_4: es la resistencia térmica, por unidad de longitud, entre la superficie del cable y el medio circundante (K·m/W)
- n: es el número de conductores aislados en servicio en el cable (conductores de la misma sección y transportando la misma carga), que para el caso de conductores unipolares toma valor 1
- λ_1: es la relación de las pérdidas en la cubierta metálica o pantalla con respecto a las pérdidas totales en todos los conductores de ese cable
- λ_2: es la relación de las pérdidas en la armadura respecto a las pérdidas totales en todos los conductores de ese cable

La intensidad admisible en un cable para corriente alterna se obtiene por tanto de la expresión que da el calentamiento del conductor por encima de la temperatura ambiente. En este caso hemos considerado que la desecación del suelo no existe, ya que se prevé rellenar los cables con un relleno de resistividad térmica controlada.

1.1.2 Resistencia del conductor en corriente alterna

La resistencia del conductor, por unidad de longitud, en corriente alterna y a la temperatura máxima de servicio, viene dada por la fórmula siguiente:

$$\mathrm{R} = R'\left(1 + \gamma_s + \gamma_p\right)$$

Donde:

- R: Resistencia del conductor con corriente alterna a la temperatura máxima de servicio (Ω/m)
- R': Resistencia del conductor con corriente continua a la temperatura máxima de servicio (Ω/m)
- γ_s: Factor pelicular
- γ_p: Factor de efecto proximidad

I. La resistencia del conductor en corriente continua, por unidad de longitud, a su temperatura máxima de servicio, θ, viene dada por:

$$\mathrm{R}' = \mathrm{R}_{dc20} * \left(1 + \alpha_{20} * (\theta - 20)\right)$$

Dónde:

$R_{dc\theta}$ = Resistencia del conductor, con C.C. a la temperatura de θº C. (Ω/Km.)

R_{dc20} = Resistencia del conductor, con C.C. a la temperatura de 20º C. (Ω/Km.)

α_{20}= Coeficiente de variación de la resistividad a 20° C. en función de la temperatura (°C-1).

θ= Temperatura de trabajo (°C).

II. El factor de efecto pelicular γ_s viene dado por:

$$\gamma_s = \frac{\chi_s^4}{192 + 0{,}8\chi_s^4}$$

Dónde:

$$\chi_s^2 = \frac{8\pi f}{R'} 10^{-7}\, k_s$$

f: Frecuencia de la corriente de alimentación, en hercios (50 Hz);

k_s: Factor. Se tomará el valor de 1 para este factor.

III. El factor de efecto proximidad γ_p, viene dado por:

$$\gamma_p = \frac{\chi_p^4}{192 + 0{,}8\chi_p^4}\left(\frac{d_c}{s}\right)^2 \left[0{,}312\left(\frac{d_c}{s}\right)^2 + \frac{1{,}18}{\frac{\chi_p^4}{192 + 0{,}8\chi_p^4} + 0{,}27}\right]$$

Dónde:

$$\chi_p^2 = \frac{8\pi f}{R'} 10^{-7}\, k_p$$

f: Frecuencia de la corriente de alimentación, en hercios (50 Hz);

k_p: Factor. Se tomará el valor de 1 para este factor.

1.1.3 Resistencia de la pantalla en corriente alterna

La resistencia de la pantalla en corriente alterna, se calculará igual que para el conductor, pero con la salvedad de que **d_c** será el diámetro medio de la pantalla.

La distancia entre ejes de los conductores será la misma que en el apartado anterior.

1.1.4 Resistencia térmica entre el conductor y la envolvente T_1

La resistencia térmica entre el conductor y la envolvente está dada por:

$$T_1 = \frac{\rho_T}{2 * \pi} \ln\left(1 + \frac{2 * t_1}{d_c}\right)$$

Donde:

ρ_T: Resistividad térmica correspondiente al aislamiento. Su valor es 3,5 K·m/W

d_C: Diámetro del conductor sin considerar las pantallas semiconductoras (mm)

t_1: Espesor del aislamiento entre conductor y envolvente considerando las pantallas semiconductoras (mm)

1.1.5 Resistencia térmica del revestimiento o de la cubierta exterior T3

La resistencia térmica de las cubiertas exteriores T_3 está dada por:

$$T_3 = \frac{\rho_T}{2 * \pi} \ln\left(1 + \frac{2 * t_3}{D_a^{`}}\right)$$

Donde:

t_3: Espesor de la cubierta (mm)

D'_a: Diámetro exterior de la pantalla ubicada inmediatamente debajo (mm)

1.2 Intensidad máxima admisible en cortocircuito - Conductor

El cálculo de la intensidad máxima de cortocircuito en el conductor se realiza según la norma UNE 21-192, "Cálculo de las intensidades de cortocircuito térmicamente admisibles, teniendo en cuenta los efectos del calentamiento no adiabático".

La intensidad de cortocircuito admisible viene dada por la expresión:

$$I = \varepsilon * I_{AD}$$

Donde:

I: Intensidad de cortocircuito admisible

I_{AD}: Intensidad de cortocircuito calculada en una hipótesis adiabática

ε: Factor que tiene en cuenta la pérdida de calor en los componentes adyacentes

1.2.1 Calculo de la intensidad de cortocircuito adiabático

La fórmula del calentamiento adiabático, se presenta bajo la siguiente forma general:

$$I_{AD}^2 * t = K^2 * S^2 * \ln\left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta}\right)$$

Donde:

I_{AD}: Intensidad de cortocircuito (valor eficaz durante el cortocircuito) calculada en una hipótesis adiabática (A);

t: Duración del cortocircuito (s). Se tomará el valor de 0,5 s.

K: Constante que depende del material del componente conductor de corriente.

Para conductores de aluminio se utilizará el valor de 148 $A \cdot s^{1/2}/mm^2$

Para conductores de cobre se utilizará el valor de 226 $A \cdot s^{1/2}/mm^2$

S: Sección geométrica del componente conductor de corriente; para los conductores se tomará la sección nominal, y para las pantallas la sección de 1 alambre

θ_f: Temperatura final (°C). En el conductor se utilizarán 90 °C y en la pantalla 80 °C.

θ_i: Temperatura inicial (°C). En el conductor se utilizarán 250 °C y en pantalla 210 °C.

β: Inversa del coeficiente de variación de resistencia con la temperatura del componente conductor de corriente a °C (K);

Para conductores de aluminio se utilizará el valor de 228 K

Para conductores de cobre se utilizará el valor de 234,5 K

1.2.2 Cálculo del factor no adiabático

La fórmula general de una ecuación empírica para el factor no adiabático es la siguiente:

$$\varepsilon = \sqrt{1 + F * A * \sqrt{\frac{t}{S}} * F^2 * B * \left(\frac{t}{S}\right)}$$

Donde:

F: es el factor que tiene en cuenta la imperfección de los contactos térmicos entre el conductor o los alambres y los materiales metálicos no adyacentes. Se tomará F=0,7 para los conductores y F=0,5 para las pantallas.

A, B: son las constantes empíricas basadas en las características térmicas de los materiales no metálicos adyacentes

$$A = \frac{C_1}{\sigma_c}\sqrt{\frac{\sigma_i}{\rho_i}}$$

$$B = \frac{C_2}{\sigma_c}\sqrt{\frac{\sigma_i}{\rho_i}}$$

Donde:

σ_c: Calor específico volumétrico del componente conductor de corriente

Para el cobre se tomará el valor de 3,45 x 10^6 $J/K \cdot m^3$

Para el aluminio se tomará el valor de 2,5 x 10^6 $J/K \cdot m^3$

σ_i: Calor específico volumétrico de los materiales no metálicos adyacentes. Se tomará el valor de 2,4 x 106 J/K·m^3 (correspondiente al XLPE)

ρ_i: Resistividad térmica de los materiales no metálicos adyacentes. Se tomará el valor de 3,5 K·m/w (correspondiente al XLPE)

1.3 Intensidad máxima admisible en cortocircuito - pantalla

El cálculo de la intensidad máxima de cortocircuito en la pantalla se realiza según la norma UNE 21-192, "Cálculo de las intensidades de cortocircuito térmicamente admisibles, teniendo en cuenta los efectos del calentamiento no adiabático".

Para el cálculo de la intensidad máxima de cortocircuito en la pantalla se utilizarán las mismas formulas del apartado anterior particularizando para los parámetros de la pantalla.

Se calculará para un alambre tomado individualmente y se multiplicará después por el número de alambres para obtener el valor total de la intensidad de cortocircuito.

$$I_{cc} = n^{\underline{o}}\ hilos * \frac{K * s}{\sqrt{t_{cc}}}$$

Para comprobar que dicha pantalla es capaz de soportar dicha intensidad calcularemos la intensidad máxima de cortocircuito permanente que se daría en la instalación en caso de fallo.

1.4 Caída de tensión

La caída de tensión se determinará mediante la expresión:

$$e = \sqrt{3} * I_n * L * (R * \cos\varphi + X * \sin\varphi)$$

Donde:

I: Intensidad permanente (en A)

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * U * \cos\varphi}$$

L: Longitud de la línea (en km)

R: Resistencia óhmica (en ohm/km)

X: Reactancia inductiva (en ohm/km)

Cos φ = 0,9

1.5 Pérdidas de Potencia

1.5.1 Pérdidas en el conductor

Para el cálculo de las pérdidas de potencia activa que se producen en el conductor es necesario hallar, en primer lugar, la oposición que presenta el material a la circulación de corriente eléctrica, lo que se conoce como la resistencia del conductor.

Hay que tener en cuenta que la resistencia de un conductor en CA (corriente alterna) es siempre mayor que la del mismo en CC (corriente continua) y que aumenta a medida que la temperatura del conductor se eleva, lo que se traduce en mayor pérdida de energía por efecto Joule.

Las pérdidas de potencia activa por unidad de longitud se calcularían aplicando la ley de Joule:

$$W_c = R \cdot I^2 \qquad [W/m]$$

Donde:

R: Resistencia del conductor con corriente alterna a la temperatura máxima de servicio (Ω)

I es la corriente que circula por el conductor [A]

Estas pérdidas de potencia activa constituyen la principal fuente de calor del cable. El diseño de las distintas partes del cable deberá permitir una correcta evacuación de este calor con el fin de que el conductor no supere su temperatura de servicio, lo que provocaría un aumento de su resistencia eléctrica y, por tanto, de las pérdidas de energía en forma de calor, retroalimentando el mismo problema y pudiendo llegar a provocar la quema del cable y su inutilización.

1.5.2 Pérdidas dieléctricas en el aislamiento

Las pérdidas dieléctricas en el aislamiento se producen por la influencia de la tensión y pueden llegar a ser considerables para elevados niveles de tensión.

El condensador formado por el aislamiento, situado entre el conductor y la pantalla, no es perfecto, sino que tiene unas pérdidas de potencia activa en su interior (efecto representado con una resistencia en paralelo con el condensador en el circuito equivalente).

La corriente de carga de un condensador, al aplicar una tensión alterna entre las armaduras de éste, viene dada por:

$$I_c = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C \cdot 10^{-6} \cdot U_0 \cdot L_T \quad [A]$$

La potencia reactiva que absorberá el condensador se calcularía del siguiente modo:

$$W_{cond} = U_0 \cdot I_c = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C \cdot 10^{-6} \cdot U_0^2 \cdot L_T \qquad [var/fase]$$

La capacidad para los conductores de sección circular viene dada por:

$$C = \frac{\varepsilon}{18 \ln\left(\frac{D_i}{d_c}\right)} 10^{-9} \ (\mathrm{F/m})$$

Donde:

ε: Permitividad relativa del material aislante. Se tomará el valor de 2,5

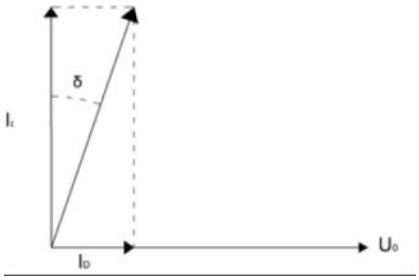
D_i: Diámetro exterior del aislamiento (con exclusión de la pantalla semiconductora)

d_c: Diámetro del conductor, incluida la pantalla semiconductora.

No obstante, como se ha mencionado antes, el condensador, al no ser ideal, presenta una conductancia G (en siemens) no exactamente nula cuando se le aplica una tensión U_0 a través del dieléctrico. Esta conductancia permite el paso de una pequeña corriente de conducción que está en fase con la tensión aplicada, produciendo unas pérdidas de potencia activa:

$$I_D = U_0 \cdot G$$

$$W_D = U_0 \cdot I_D$$



Las corrientes de carga y de conducción están relacionadas por el ángulo δ. Así, la tg δ, que se conoce como factor de pérdidas dieléctricas10, viene determinada por:

$$\tan\delta = \frac{I_p}{I_c}$$

Aplicando estas expresiones al sistema conductor-aislamiento-pantalla de un cable aislado, que actúa como un condensador, las pérdidas de potencia activa que se producen en el aislamiento (pérdidas dieléctricas) por unidad de longitud serán:

$$W_D = \frac{I_p * U_0}{I_T} = \frac{I_c * \tan\delta * U_0}{I_T} = 2 * \pi * f * C * 10^{-9} * U_0^2 * \tan\delta \ \ [\mathrm{W/m}]$$

1.5.3 Pérdidas en la pantalla metálica

Para el cálculo de las pérdidas en la pantalla, se toma como referencia la norma UNE 21144-1-1:2012.

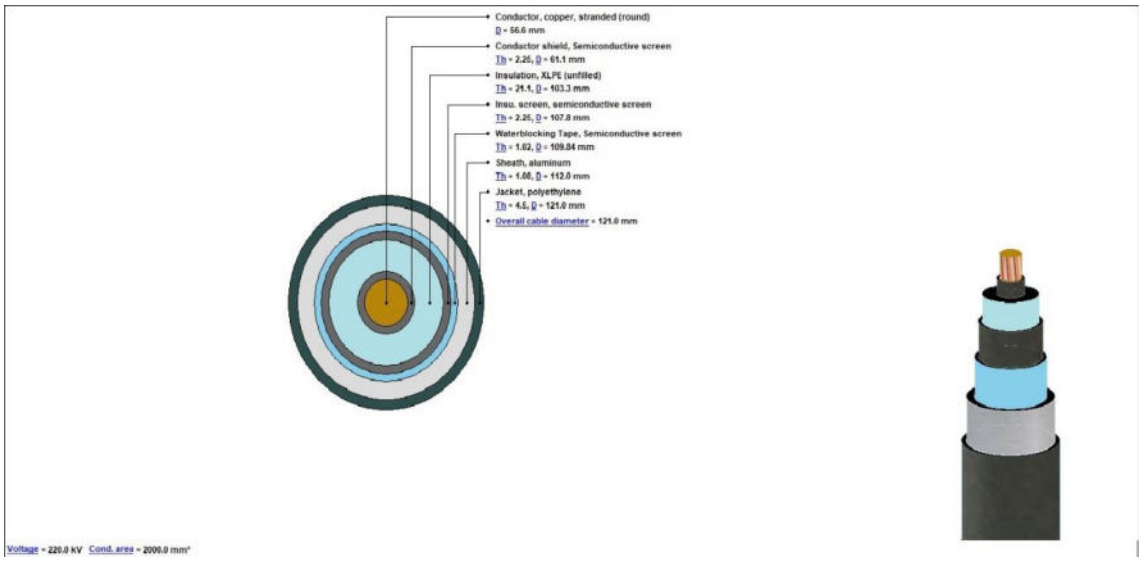
Las pérdidas originadas en las pantallas (λ_1) son debidas a las corrientes de circulación (λ_1') y a las corrientes de Foucault (λ_1'').

Así:

$$\lambda_1 = \lambda_1^{`} + \lambda_1^{``}$$

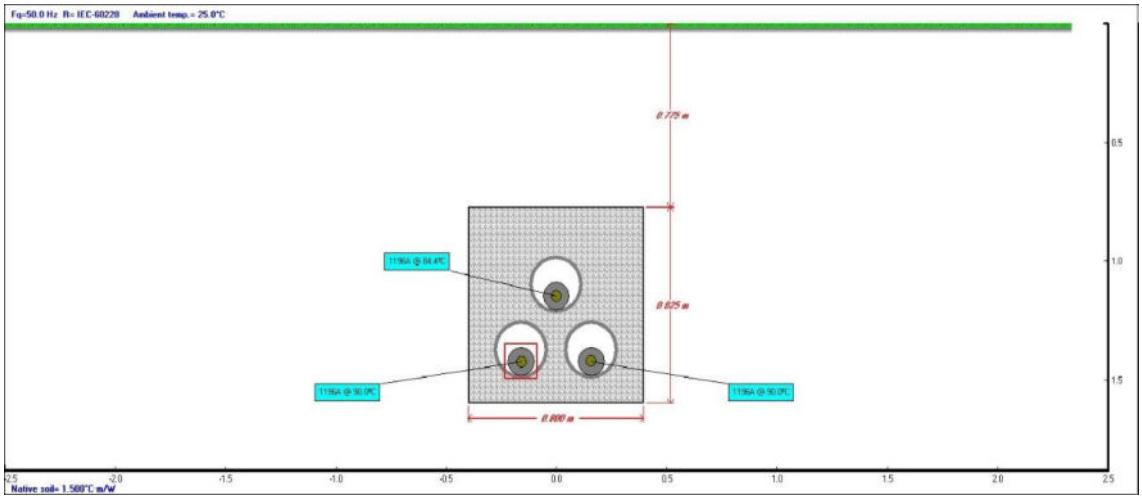
1.6 Resultados Máxima capacidad

Conductor seleccionado: RHE-RA+2OL 127/220kV 1x2000M+T375Al



Número de cable	Circuito No.	Fase del cable	Frecuencia del cable	Factor de carga diaria	Coordenada X[m]	Coordenada Y[m]	Temperatura del conductor [°C]	Ampacidad [A]
1	1	A	50,0	1,0	-0,16	1,44	90,0	1195,9
2	1	B	50,0	1,0	0,0	1,17	84,4	1195,9
3	1	C	50,0	1,0	0,16	1,44	90,0	1195,9

Tipo de instalación: canalizacion hormigonada



Tipo de instalación: banco de conductos		
Temperatura ambiente del suelo a la profundidad de instalación	[ºC]	25,0
Resistividad térmica del suelo nativo	[Km/W]	1,5
Resistividad térmica del banco de conductos	[Km/W]	1,0
Profundidad de la zanja	[metro]	1,6
Ancho del banco de conductos	[metro]	0,8
Altura del banco de conductos	[metro]	0,825

Resultados obtenidos:

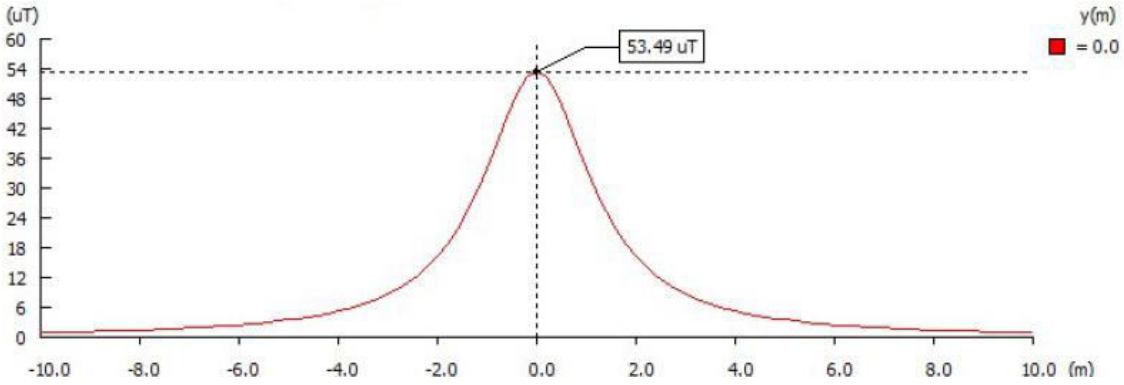
Variable	Descripción	Ud	Cables		
			1	2	3
Datos Generales de partida					
ID Cable	ID Cable		_PRYSMIAN_220_2000CU	_PRYSMIAN_220_2000CU	_PRYSMIAN_220_2000CU
Nº Circuito	Nº Circuito		1	1	1
Fase	Fase del cable		A	B	C
Fq	Frecuencia de operación	[Hz]	50	50	50
x	Coordenada X	[m]	-0,16	0	0,16
y	Coordenada Y	[m]	1,44313	1,1660017	1,44313
DLF	Factor de carga diario	[p.u.]	1	1	1
	Tipo de puesta a tierra		1 Conductor 1 Point Bonded Triangular	1 Conductor 1 Point Bonded Triangular	1 Conductor 1 Point Bonded Triangular
Ampacidad					
I	Ampacidad en estado estacionario	[A]	1195,891881	1195,891881	1195,891881
Temperaturas					
θc	Temperatura del conductor	[ºC]	90,01357439	84,3581408	90,0055311
θs	Temperatura de la pantalla	[ºC]	81,37978155	75,81000321	81,37185992
θa	Temperatura de la armadura	[ºC]	n/a	n/a	n/a
θsup	Temperatura de la superficie del cable	[ºC]	80,24807406	74,68793131	80,24016613
θducto	Temperatura de la superficie del conducto	[ºC]	71,06999832	65,40117217	71,06194211
Resistencias					
R_0	DC Resistencia del conductor a 20ºC	[Ω/km]	0,009	0,009	0,009
R	Resistencia CA del conductor a temperatura de funcionamiento	[Ω/km]	0,016576765	0,016407659	0,016576524
ys	Factor de efecto de piel		0,4219019	0,432320374	0,421916456
yp	Factor de efecto de proximidad		0,022522627	0,022730478	0,022522922
Pérdidas					
Wc	Pérdidas de conductores	[W/m]	23,70738289	23,46553472	23,70703896
Wd	Pérdidas dieléctricas	[W/m]	1,340535646	1,340535646	1,340535646
Ws	Pérdidas de pantalla metálica	[W/m]	1,237400531	1,255450869	1,237425891
Wa	Pérdidas de armadura/tubería	[W/m]	0	0	0
Wt	Pérdidas totales	[W/m]	26,28531907	26,06152123	26,28500049
λ_1	Factor de pérdida de pantalla		0,052194733	0,053501908	0,05219656

Variable	Descripción	Ud	Cables		
			1	2	3
λ_2	Factor de pérdida de armadura + Factor de pérdida de tubería		0	0	0
Resistencias térmicas					
T1	Resistencia térmica del aislamiento.	[K·m/W]	0,354168328	0,354168328	0,354168328
T2	Resistencia térmica del medio existente en el interior del tubo	[K·m/W]	0	0	0
T3	Resistencia térmica del revestimiento exterior.	[K·m/W]	0,043054732	0,043054732	0,043054732
T4	Resistencia térmica externa	[K·m/W]	2,101499546	1,906403674	2,101585116
Otros					
ΔΘint	Aumento de temperatura debido a fuentes de calor circundantes.	[ºC]	27,53012879	23,77529273	27,53177067
	Tensión inducida (permanente) en la pantalla	[V/km]	132,389163	132,3891804	132,389163
	Corriente inducida en pantalla metálica.	[A]	0	0	0

Descripción	Ud	Cable 1	Cable 2	Cable 3
Resistencias				
DC Resistencia del conductor a 20°C	[Ω/km]	0,009	0,009	0,009
Resistencia CC del conductor a temperatura de funcionamiento	[Ω/km]	0,01148	0,01128	0,01148
Resistencia CA del conductor a 20°C	[Ω/km]	0,01448	0,01448	0,01448
Resistencia CA del conductor a temperatura de funcionamiento	[Ω/km]	0,01658	0,01641	0,01658
Resistencia CC de la pantalla a 20 °C	[Ω/km]	0,07546	0,07546	0,07546
Resistencia CC de la pantalla a temperatura de funcionamiento	[Ω/km]	0,09413	0,09244	0,09413
Pérdidas				
Pérdidas de conductores	[W/m]	23,70738	23,46553	23,70704
Pérdidas dieléctricas	[W/m]	1,34054	1,34054	1,34054
Pérdidas de pantalla metálica	[W/m]	1,2374	1,25545	1,23743
Pérdidas de armadura/tubería	[W/m]	0,0	0,0	0,0
Pérdidas totales	[W/m]	26,28532	26,06152	26,285
Capacitancia, Inductancia, Impedancia				
Capacidad	[µF/km]	0,264	0,264	0,264
Inductancia del conductor	[mH/km]	0,53509	0,53509	0,53509
Reactancia del conductor	[Ω/km]	0,1681	0,1681	0,1681
Inductancia de la pantalla metálica	[mH/km]	0,35053	0,35053	0,35053
Reactancia de la pantalla metálica	[Ω/km]	0,11012	0,11012	0,11012
Impedancia de secuencia positiva	[Ω/km]	0,016577 + j0,168104	0,016408 + j0,168104	0,016577 + j0,168104
Impedancia de secuencia negativa	[Ω/km]	0,016577 + j0,168104	0,016408 + j0,168104	0,016577 + j0,168104
Impedancia de secuencia cero	[Ω/km]	0,088260 + j0,110123	0,088354 + j0,110123	0,088260 + j0,110123
Impedancia de sobretensión	[Ω]	44,97923	44,97923	44,97923
Otros				
Tensión dieléctrica en la superficie interior del aislamiento	[kV/mm]	7,91749	7,91749	7,91749
Tensión dieléctrica en la superficie exterior del aislamiento	[kV/mm]	4,68305	4,68305	4,68305
Resistencia de aislamiento a 60°F (15,8°C)	[MΩ.km]	1390,24834	1390,24834	1390,24834
Factor de reducción (pantalla metálica simple y unida de 2 puntos)		n/a	n/a	n/a
Corriente de carga para una fase	[A/km]	10,55398	10,55398	10,55398
Capacidad de carga del sistema trifásico en Uo	[kVAr/km]	4021,60694	4021,60694	4021,60694
Caída de tensión para sistema trifásico	[V/A/km]	0,15276	0,15249	0,15276
Tensión inducida en la	[V/km]	132,38916	132,38918	132,38916

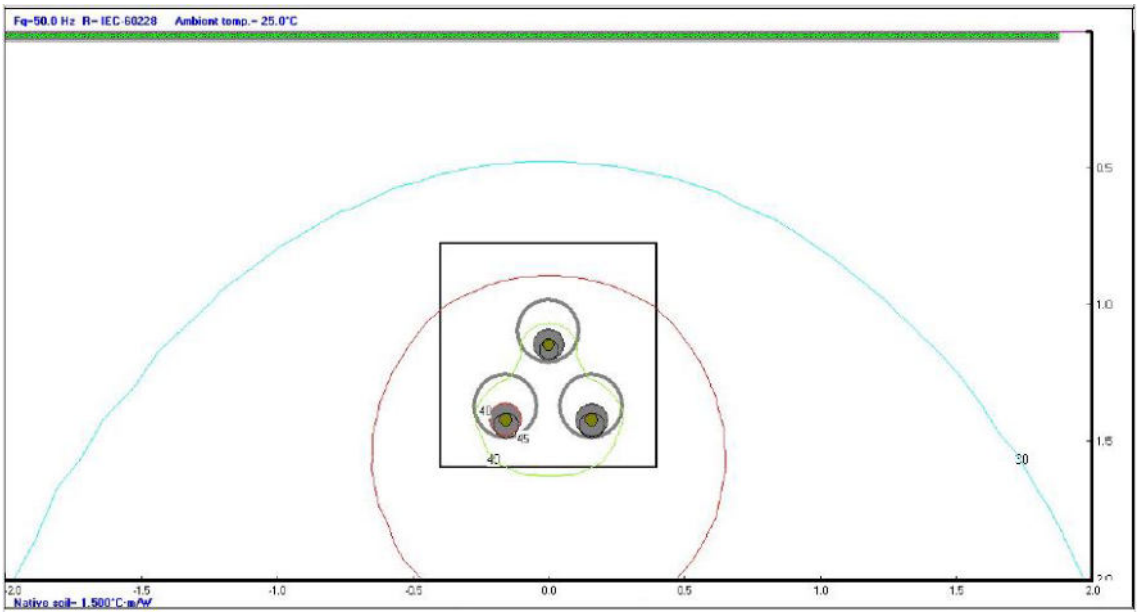
Descripción	Ud	Cable 1	Cable 2	Cable 3
pantalla (régimen permanente)				
Corriente inducida en la Pantalla Metálica	[A]	0,0	0,0	0,0

Campos Magnéticos



siendo el valor obtenido de 53,49 µT inferior al límite establecido de 100 µT

Temperatura



1.7 Resultados para la potencia diseñada de la instalación

La línea subterránea objeto del presente proyecto se diseña para una potencia a evacuar de **233 MW** y una longitud de **0,35 km.**

- **Intensidad Nominal**

En un sistema trifásico, la intensidad que circula por los conductores $\mathbf{I_n}$ viene determinada por la expresión:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi}$$

Siendo,

I_n Intensidad en Amperios

P Potencia total máxima a transportar en kW

U Tensión compuesta en kV

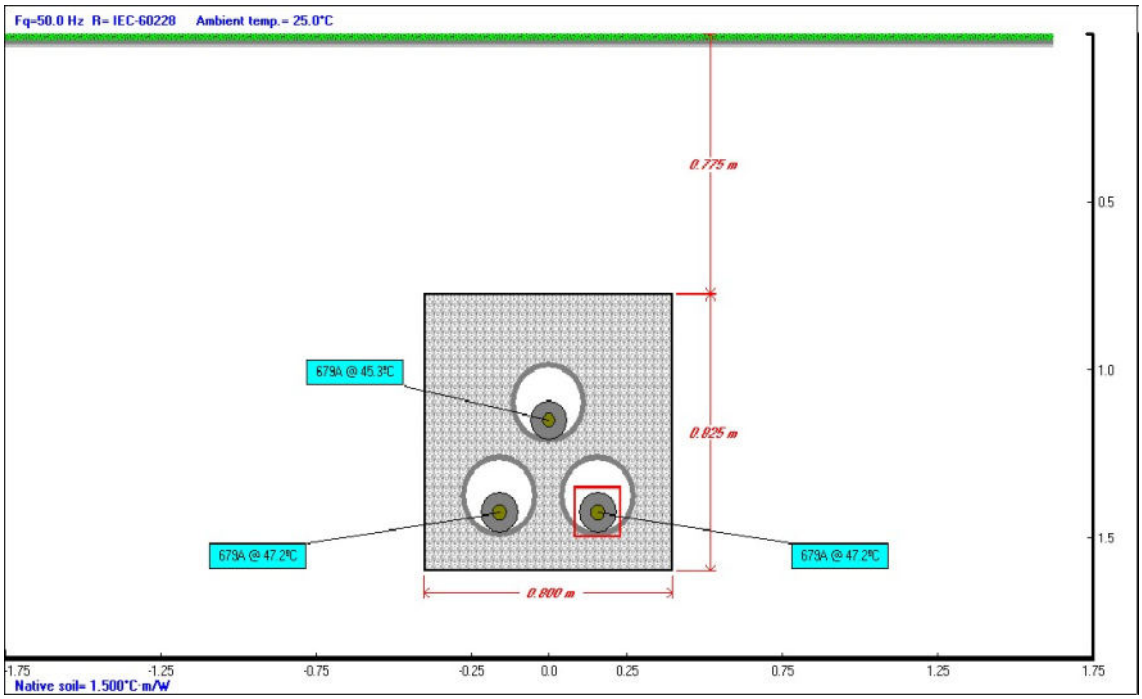
Cosφ Factor de potencia

Por lo tanto:

$$I_n = \frac{233000}{\sqrt{3} \cdot 220 \cdot 0{,}9} = \mathbf{679{,}4\ A}$$

Siendo esta inferior a la máxima admisible por el conductor con las especificaciones técnicas de la instalación **679,4 A**

- **Resultados obtenidos software CYMCAP**



Variable	Descripción	Unidades	Cables		
			1	2	3
Datos Generales de partida					
ID Cable	ID Cable		_PRYSMIAN_220_2000 CU	_PRYSMIAN_220_2000 CU	_PRYSMIAN_220_2000 CU
Nº Circuito	Nº Circuito		1	1	1
Fase	Fase del cable		A	B	C
Fq	Frecuencia de operación	[Hz]	50	50	50
x	Coordenada X	[m]	-0,16	0	0,16
y	Coordenada Y	[m]	1,44313	1,1660017	1,44313
DLF	Factor de carga diario	[p.u.]	1	1	1
	Tipo de puesta a tierra		1 Conductor 1 Point Bonded Triangular	1 Conductor 1 Point Bonded Triangular	1 Conductor 1 Point Bonded Triangular
Ampacidad					
I	Ampacidad en estado estacionario	[A]	679,4	679,4	679,4
Temperaturas					
θc	Temperatura del conductor	[ºC]	47,18849207	45,30133049	47,18899435
θs	Temperatura de funda/escudo	[ºC]	44,45061013	42,57269294	44,45110994
θa	Temperatura de la armadura	[ºC]	n/a	n/a	n/a
θsurf	Temperatura de la superficie del cable	[ºC]	44,06994118	42,19304911	44,07044071
θduct	Temperatura de la superficie del conducto	[ºC]	40,52033241	38,62143437	40,52083772
Resistencias					
R_0	DC Resistencia del conductor a 20ºC	[Ω/km]	0,009	0,009	0,009
R	Resistencia CA del conductor a temperatura de funcionamiento	[Ω/km]	0,015295531	0,015239036	0,015295546
ys	Factor de efecto de piel		0,511344321	0,51592356	0,51134311
yp	Factor de efecto de proximidad		0,024096124	0,02416512	0,024096106
Pérdidas					
WC	Pérdidas de conductores	[W/m]	7,06017789	7,034100632	7,060184831
Wd	Pérdidas dieléctricas	[W/m]	1,340535646	1,340535646	1,340535646
Ws	Pérdidas de pantalla metálica	[W/m]	0,44079152	0,443081263	0,440790913
Wa	Pérdidas de armadura/tubería	[W/m]	0	0	0
Wt	Pérdidas totales	[W/m]	8,841505056	8,817717542	8,84151139

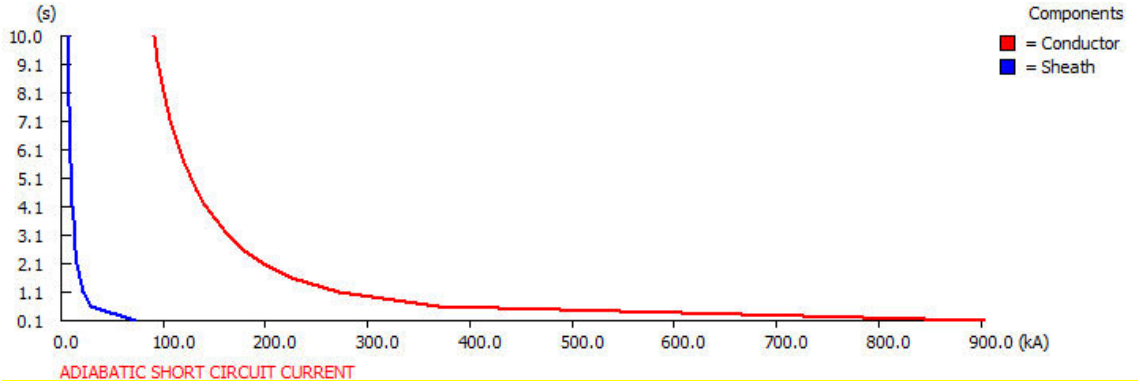
Variable	Descripción	Unidades	Cables		
			1	2	3
λ_1	Factor de pérdida de pantalla		0,062433486	0,062990464	0,062433339
λ_2	Factor de pérdida de armadura + Factor de pérdida de tubería		0	0	0
Resistencias térmicas					
T1	Resistencia térmica del aislamiento.	[Km/W]	0,354168328	0,354168328	0,354168328
T2	Resistencia térmica de la ropa de cama/medio interior tipo tubo	[Km/W]	0	0	0
T3	Resistencia térmica del revestimiento exterior.	[Km/W]	0,043054732	0,043054732	0,043054732
T4	Resistencia térmica externa	[Km/W]	2,156887309	1,949792896	2,156942286
Otros					
Δθint	Aumento de temperatura debido a fuentes de calor circundantes.	[ºC]	9,287512237	7,997287678	9,288008585
	Tensión inducida (de pie) en la pantalla	[V/km]	75,21181369	75,21182356	75,21181369
	Corriente inducida en pantalla metálica.	[A]	0	0	0

Descripción	Unidades	Cable 1	Cable 2	Cable 3
Resistencias				
DC Resistencia del conductor a 20°C	[Ω/km]	0,009	0,009	0,009
Resistencia CC del conductor a temperatura de funcionamiento	[Ω/km]	0,00996	0,00989	0,00996
Resistencia CA del conductor a 20°C	[Ω/km]	0,01448	0,01448	0,01448
Resistencia CA del conductor a temperatura de funcionamiento	[Ω/km]	0,0153	0,01524	0,0153
Resistencia CC de la funda a 20 °C	[Ω/km]	0,07546	0,07546	0,07546
Resistencia CC de la funda a temperatura de funcionamiento	[Ω/km]	0,0829	0,08233	0,0829
Pérdidas				
Pérdidas de conductores	[W/m]	7,06018	7,0341	7,06018
Pérdidas dieléctricas	[W/m]	1,34054	1,34054	1,34054
Pérdidas de pantalla metálica	[W/m]	0,44079	0,44308	0,44079
Pérdidas de armadura/tubería	[W/m]	0,0	0,0	0,0
Pérdidas totales	[W/m]	8,84151	8,81772	8,84151
Capacitancia, Inductancia, Impedancia				
Capacidad	[µF/km]	0,264	0,264	0,264
Inductancia del conductor	[mH/km]	0,53509	0,53509	0,53509
Reactancia del conductor	[Ω/km]	0,1681	0,1681	0,1681
Inductancia de funda metálica	[mH/km]	0,35053	0,35053	0,35053
Reactancia de la funda metálica	[Ω/km]	0,11012	0,11012	0,11012
Impedancia de secuencia positiva	[Ω/km]	0,015296 + j0,168104	0,015239 + j0,168104	0,015296 + j0,168104
Impedancia de secuencia negativa	[Ω/km]	0,015296 + j0,168104	0,015239 + j0,168104	0,015296 + j0,168104
Impedancia de secuencia cero	[Ω/km]	0,089065 + j0,110123	0,089106 + j0,110123	0,089065 + j0,110123
Impedancia de sobretensión	[Ω]	44,97923	44,97923	44,97923
Otros				
Tensión dieléctrica en la superficie interior del aislamiento	[kV/mm]	7,91749	7,91749	7,91749
Tensión dieléctrica en la superficie exterior del aislamiento	[kV/mm]	4,68305	4,68305	4,68305
Resistencia de aislamiento a 60°F (15,8°C)	[MΩ.km]	1390,24834	1390,24834	1390,24834
Factor de reducción (pantalla metálica simple y unida de 2 puntos)		n/a	n/a	n/a
Corriente de carga para °una fase	[A/km]	10,55398	10,55398	10,55398
Capacidad de carga del sistema trifásico en Uo	[kvar/km]	4021,60694	4021,60694	4021,60694
Caída de tensión para sistema trifásico	[V/A/km]	0,15076	0,15067	0,15076

Descripción	Unidades	Cable 1	Cable 2	Cable 3
Tensión inducida en la pantalla (régimen permanente)	75,2118137	75,21181	75,21182	75,21181
Corriente inducida en la Pantalla Metálica	0	0,0	0,0	0,0

- **Cortocircuito conductor:**

El comportamiento del conductor al producirse un cortocircuto vienen dadas mediante el software CYMCAP, capaz de simular el comportamiento del conductor en régimen de cortocircuito.



Los resultados obtenidos para un cortocircuito serían los siguientes:

			Conductor	Pantalla
Resultados obtenidos			**A**	**A**
t	Tiempo corriente cortocircuito	[s]	0,5	0,5
K	Constante de corriente	[$As^{1}/_{2}$ / mm^2]	225,648	147,795
S	Área de sección transversal de capa	[mm^2]	2000,0	376,343
θi	Temperatura inicial	[°C]	90,0	90,0
β	Recíproco del coeficiente de temperatura a 0°C	[K]	234,453	228,139
θf	Temperatura final	[°C]	250,0	150,0
Iad	Corriente de cortocircuito adiabática	[A]	404095,608	32696,054
Inad	Corriente de cortocircuito no adiabática	[A]	405665,834	35939,827

- **Parámetros de red (REE):**

Los siguientes datos han sido 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 2022" para el nudo de la Subestación Eléctrica SOLÓRZANO 220 kV:

- Potencia de cortocircuito trifásica: **3.325 MVA**
- Intensidad de cortocircuito trifásica: **8,7 kA**
- Potencia de cortocircuito monofásica: **3.383 MVA**
- Intensidad de cortocircuito monofásica: **8,9 kA**

Por tanto, el conductor estaría protegido por las protecciones situadas en cabecera, y este soportaría la degradación producida por el cortocircuito en el conductor 8,9 KA < 84,25 KA.

1.8 Resumen de Resultados

- **<u>Intensidad admisible por el conductor</u>**

  La intensidad máxima admisible por el conductor es de **679,4 A**, siendo esta inferior a la intensidad que circulará para la potencia instalada **1.195,9 A.**

  Por tanto, el conductor cumple por intensidad admisible.

- **<u>Capacidad máxima de Potencia a transportar</u>**

  La Potencia máxima a transportar por el conductor está relacionada directamente con la Imax admisible por el mismo y viene dada por:

$$P_{max} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{max} \cdot F \cdot \cos\varphi$$

$$P_{max} = \mathbf{410,13\ MW}$$

U Tensión en kV
P_{max} Potencia máxima de transporte en kW
I_{max}*F Intensidad máxima admisible por el conductor en A para las condiciones técnicas de instalación.
cos φ Factor de potencia

- **Caída de tensión**

36,32 V

Resultando esta prácticamente despreciable**.**

Por tanto, el **conductor cumple por caída de tensión**.

- **Pérdida de potencia**

9,2 kW

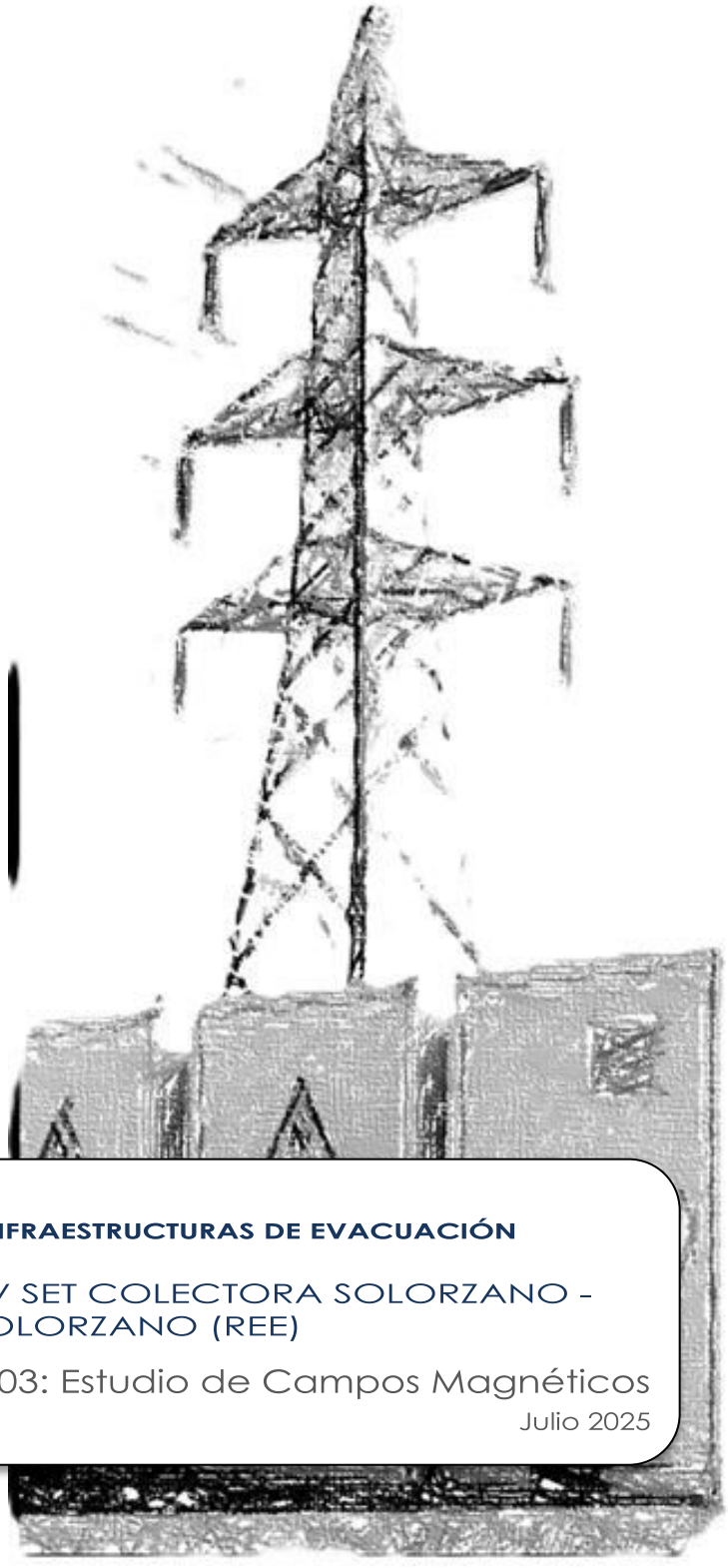
Representando esta el **0,004 % ,** siendo este valor inferior al **1,5 %**.

Por tanto, el **conductor cumple por perdida de potencia.**

1.9 Conclusiones

Por todo lo expuesto anteriormente, dado que el conductor cumple con las especificaciones técnicas de la instalación, queda justificado el empleo del conductor **RHE-RA+2OL 127/220kV 1x2000M+T375Al**.

novotec



BESS SOLORZANO E INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

ANEXO III. LSAT 220 kV SET COLECTORA SOLORZANO – SET SOLORZANO (REE)

Documento nº 03: Estudio de Campos Magnéticos

Julio 2025

BENBROS

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 2
2 NORMATIVA DE APLICACIÓN Y DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA 3
3 CONDICIONES DE DISEÑO DE LA INSTALACIÓN 5
3.1 Fundamentos teóricos de aplicación 5
3.2 Cálculo de campos magnéticos 5
3.2.1 Líneas Subterráneas 6
3.3 Resultado tramos subterráneos 7
4 CONCLUSIONES OBTENIDAS Y MEDIDAS ADOPTADAS 8

1 INTRODUCCIÓN

El presente documento se centra en el análisis de los fenómenos de naturaleza electromagnética derivados de las intensidades de circulación en las instalaciones de la línea subterránea de alta tensión.

El objeto es la verificación del cumplimiento de la normativa vigente en cuanto a las emisiones de campos magnéticos emitidos por las instalaciones del proyecto, de acuerdo con 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.

Comprende el cálculo de los niveles máximos del campo magnético que por razón del funcionamiento de la línea pueden alcanzarse en su entorno, y presenta una evaluación comparativa con los límites de la normativa.

El alcance de este estudio comprende:

- Cálculo del campo eléctrico en las vecindades del suelo, dentro de la servidumbre de la línea de transmisión (LT).
- Cálculo del campo magnético en las vecindades del suelo, dentro de la servidumbre de la línea.
- Verificación de que los valores obtenidos en los ítems anteriores estén dentro de los límites especificados por la normativa vigente y en caso de incumplimiento sugerir modificaciones del diseño que lleven a su cumplimiento.

2 NORMATIVA DE APLICACIÓN Y DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA

Para la realización de los cálculos justificativos de ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

- **Real Decreto 337/2014**, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- **Real Decreto 299/2016**, de 22 de julio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a campos electromagnéticos, en el que se establecen las disposiciones mínimas para la protección de los trabajadores contra los riesgos para su salud y su seguridad derivados o que puedan derivarse de la exposición a campos electromagnéticos durante su trabajo.

Los límites a estudiar, son lo que se conocen en el propio Real Decreto como "*Niveles de acción*", que son los recogidos en la Tabla 6 de la sección B3 del Anexo II. Efectos no térmicos, la cual muestra los valores límite de exposición a campos magnéticos de frecuencias inferiores a 10 MHz que pueden tener efectos sensoriales y efectos negativos para la salud.

NIVELES DE ACCIÓN PARA CAMPO MAGNÉTICO		
Intervalo De frecuencias	**Límite para efectos sensoriales [μT]**	**Límite para efectos de salud [μT]**
1 Hz ≤ f < 8 Hz	$2 \times 10^5 / f^2$	$3 \times 10^5 / f^2$
8 Hz ≤ f < 25 Hz	$2{,}5 \times 10^4 / f^2$	$3 \times 10^5 / f^2$
25 Hz ≤ f < 300 Hz	$1 \times 10^3 / f^2$	$3 \times 10^5 / f^2$
300 Hz ≤ f < 3 kHz	$3 \times 10^5 / f^2$	$3 \times 10^5 / f^2$
3 kHz ≤ f < 10 MHz	1×10^2	3×10^2

El presente estudio debe centrarse en la frecuencia de trabajo, siendo esta 50 Hz, por lo que los límites establecidos por el Real Decreto 299/2016 para frecuencia de la presente instalación pertenecen a la tercera franja, 25 ≤ f < 300 Hz. Estos límites resultan entonces para 50 Hz de 1000 μT para efectos sensoriales y de 6000 μT para los efectos perjudiciales para la salud.

- **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.

Se podría decir que el entorno normativo de la Unión Europea referente a campos magnéticos empieza a ver la luz en 1999 con la **Recomendación del Consejo de Ministros de Sanidad de la Unión Europea, de 12 de julio de 1999**. En este documento se ofrecían ya valores de referencia en la exposición a campos electromagnéticos, con el fin de respetar la salud de las personas. Más concretamente en el Cuadro 2 del *Anexo II*. Límites de exposición a las emisiones radioeléctricas establece un valor límite de referencia de **100 µT para una frecuencia de 50 Hz**.

Esta Recomendación del Consejo ha servido y sigue sirviendo como el marco legislativo referente a campos magnéticos para muchos países. A lo largo de los años sucesivos han surgido nuevas disposiciones, entre las que destaca la Directiva 2004/40/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (campos electromagnéticos), que fue ligeramente modificada en 2008. Esta Directiva europea de 2004 hace relucir un nuevo límite en el Cuadro 2 de su Anexo. Valores límite de exposición y valores que dan lugar a una acción para campos electromagnéticos, en el que se dispone un nuevo valor de 500 µT de referencia para la frecuencia de 50 Hz.

Finalmente, se deja ver la **Directiva 2013/35/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de junio**, sobre las disposiciones mínimas de salud y seguridad relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de agentes físicos (campos electromagnéticos), la cual aclara en el Cuadro B2 del *Anexo II*. Efectos térmicos. Valores límite de exposición y niveles de actuación en el intervalo de frecuencias entre 0 Hz Y 10 MHz, la misma separación entre rangos que se ha mencionado anteriormente en el Real Decreto 299/2016, que distingue entre límite sensorial y límite de efectos para la salud. Este hecho no es ninguna coincidencia, ya que el propio Real Decreto 299/2016 está basado en la directiva, y ambos afirman los mismos límites citados previamente de 1000 µT para efectos sensoriales y de 6000 µT para los efectos perjudiciales para la salud a frecuencia de 50 Hz.

De esta manera puede apreciarse la evolución de la legislación europea a lo largos de las últimas décadas y su impacto en el marco legislativo de los países que la conforman, como hemos presenciado en el caso de España. Estos límites propuestos han ido siendo menos restrictivos con el paso de los años, desde valores estrictos a otros más permisivos. Seguramente esta tendencia en la reducción de los límites de exposición a campos magnéticos viene marcada por los avances en los estudios y sistemas de medición relativos a esta materia, que han podido profundizar y permitirnos una mejor comprensión de sus efectos en la salud de las personas.

3 CONDICIONES DE DISEÑO DE LA INSTALACIÓN

3.1 Fundamentos teóricos de aplicación

Para el soporte de la presente justificación se definirán las pinceladas teóricas básicas que sirvan como fundamento para la comprobación técnica, desde un punto de vista electromagnético, de la instalación propuesta, con apoyo de los principios que a continuación se indican.

El campo electromagnético en corriente alterna se origina por la presencia de tensión y por el movimiento de cargas eléctricas en circuitos, es decir son motivados por un flujo de corriente eléctrica. Los campos magnéticos son proporcionales a la intensidad de la corriente alterna que circula y que varía en función del consumo de energía en el propio circuito eléctrico, mientras que los campos eléctricos están en estrecha relación con el nivel de tensión del circuito eléctrico. Por otro lado, es destacable el hecho de que la intensidad del campo generado es función inversamente proporcional a la distancia a la fuente de intensidad, aumentando o disminuyendo en función de la cercanía o alejamiento a la misma.

Los materiales de construcción de los edificios y la vegetación no constituyen una barrera para los campos magnéticos, que los atraviesan fácilmente. Razón por la cual se han estudiado más los campos magnéticos que los eléctricos en la mayoría de los estudios epidemiológicos.

A mayor voltaje, las intensidades de circulación son menores, lo que supone un menor impacto electromagnético en potencias similares a menor tensión.

Las propias distancias de seguridad intrínsecas a la eliminación del riesgo eléctrico en Alta Tensión suponen una barrera en cuanto a la posible influencia de los campos magnéticos sobre los seres vivos.

3.2 Cálculo de campos magnéticos

A lo largo del presente apartado se procede a la valoración de los campos electromagnéticos generados por la instalación objeto, para lo cual se describir en primer lugar la metodología de cálculo utilizada.

Debido a la distinta naturaleza de los elementos que pueden considerarse como principales generadores de campo magnético, ya sea por cómo están construidos o por la función que realizan dentro de una subestación eléctrica, se ha procedido a separarlos en tres categorías en el momento de los cálculos:

- La primera categoría que puede encontrarse es la de las líneas aéreas y circuitos que conectan a transformadores de potencia y embarrados. Ambos tipos de elementos emplearán un mismo sistema de medida del campo magnético, que será el principal en

los cálculos realizados, ya que comparten la característica de estar a cierta distancia destacable del nivel del suelo.

- En segundo lugar, las líneas subterráneas o conducciones subterráneas de potencia tendrán su lugar aparte debido a sus diferencias de construcción con respecto a las conducciones aéreas, lo cual afectará la manera en que el campo magnético generado por estas se distribuye.
- Finalmente, aparecerán los transformadores de potencia. Utilizamos un método general que dependerá de las características del transformador empleado en el caso que corresponda, considerando los distintos elementos que producen y mitigan el campo magnético dentro de estos.

En cualquier caso, hay ciertos elementos eléctricos en los cuáles no se ha reparado a la hora de considerarlos generadores de campo magnético. Ejemplos de estos son las conducciones pertenecientes a cables de medida y protección de los diferentes equipos de las subestaciones y transformadores de tensión e intensidad. La decisión de evitar considerarlos como principales generadores de campo magnético reside en la magnitud de las corrientes que circulan por ellos, llegando a ser del orden de 100 a 300 veces inferiores a las corrientes que circulan por los componentes citados como principales anteriormente.

3.2.1 Líneas Subterráneas

Para el cálculo de la emisión electromagnética de la línea subterránea se ha procedido a la realización del cálculo del campo magnético de la línea, con la utilización del software de cálculo **CYMCAP**.

El sistema eléctrico funciona a una frecuencia extremadamente baja, 50 Hz, y teniendo en cuenta la **ITC-RAT 14 apartado 4.7** se adoptarán las medidas adecuadas para minimizar en el exterior de las instalaciones de AT los campos magnéticos creados por la circulación de corriente a 50 Hz en los diferentes elementos de las instalaciones.

Para ello se toman los valores establecidos en el **RD 1066/2001 de 28 de septiembre** (transposición a nuestra legislación de la **Recomendación 1999/519/CE** del Consejo, de 12 de Julio) que establece para una frecuencia de 50 Hz un campo magnético de **100 μTeslas**.

En general, aplicando la ley de *Biot-Savart*, el cálculo del campo magnético producido en un punto $\boldsymbol{P(x,y)}$ por varios conductores se realiza por superposición del campo magnético producido por cada conductor independientemente. Así, el valor eficaz del campo magnético, **Bt** creado por las corrientes $\boldsymbol{I_1, I_2, I_3, \ldots I_k}$ (valor eficaz de una corriente sinusoidal a la frecuencia de 50Hz) que circulan por $\boldsymbol{k}$ conductores situado cada uno a una distancia $\mathbf{r_i}$ del punto **P**, se tienen las expresiones:

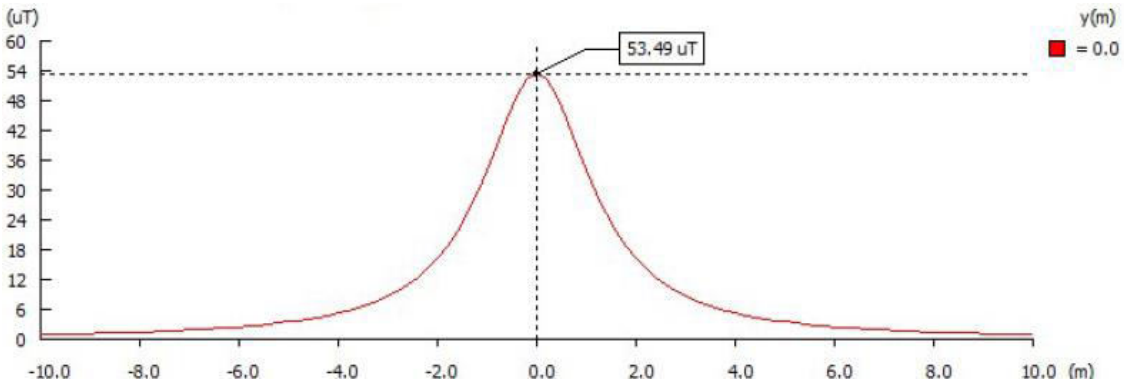
$$r = \sqrt{x^2 + y^2} \qquad Bt = \sqrt{Bx^2 + By^2} \qquad \mu_0 = 4.\pi.10^{-7}$$

$$Bx = \frac{\mu_0}{2.\pi} \cdot \sum_{i=1}^{k} \frac{I_i.y_i}{x_i^{\,2} + y_i^{\,2}}(T)$$

$$By = \frac{\mu_0}{2.\pi} \cdot \sum_{i=1}^{k} \frac{I_i.x_i}{x_i^{\,2} + y_i^{\,2}}(T)$$

Como síntesis se tabulan los valores máximos de intensidad de campo magnético y eléctrico calculados (considerando las máximas condiciones de carga de la línea, esto es, considerando la máxima potencia que puede transportar, condición que sólo se dará en determinados instantes de tiempo y no de forma permanente) pudiendo concluirse que para la frecuencia de 50 Hz se encuentran bajo los límites máximos de inmisión regulados para campos magnéticos (100 μT y el límite de exposición a campos eléctricos está en 5 kV/m).

3.3 Resultado tramos subterráneos



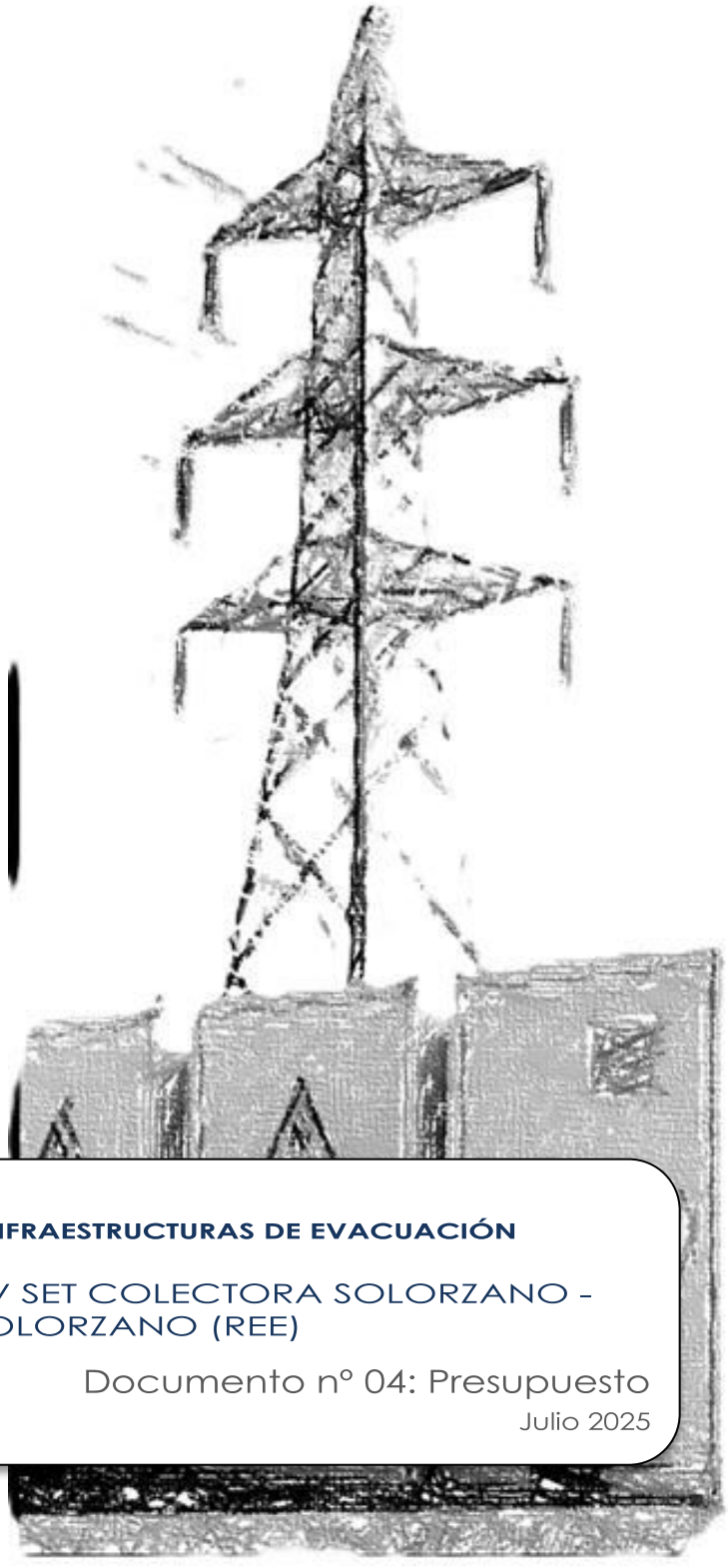
4 CONCLUSIONES OBTENIDAS Y MEDIDAS ADOPTADAS

Como conclusión sobre los análisis realizados en cuanto a la actividad de las instalaciones alcance del presente proyecto en las condiciones más desfavorables de funcionamiento, los límites de radiación emitidos están muy por debajo de los límites técnicos establecidos en la normativa vigente, documentación enumerada en el apartado 2 "Normativa Vigente".

Campo Magnético:

Campo magnético máximo calculado Tramo Subterráneo (μT)	Campo magnético máximo según normativa (μT)
53,49	**100**

novotec



BESS SOLORZANO E INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

ANEXO III. LSAT 220 kV SET COLECTORA SOLORZANO – SET SOLORZANO (REE)

Documento nº 04: Presupuesto

Julio 2025

BENBROS

ÍNDICE

1 PRESUPUESTO GENERAL SUBTERRÁNEO 2
2 GESTIÓN DE RESIDUOS 3
3 SEGURIDAD Y SALUD LABORAL 3
4 PRESUPUESTO TOTAL 4

1 PRESUPUESTO GENERAL SUBTERRÁNEO

REF	DESCRIPCIÓN	UD	MEDICIÓN	PRECIO	IMPORTE
SB	**Subterráneo**				
SB01	**M.L. ZANJA.** M.L. Zanja una terna bajo vial/camino asfaltado de ancho 0,8m. Apertura, tapado, compactado de zanja en tipo de terreno y dimensiones indicados y reposición de pavimento. Dado hormigonado de 0,8 x 0,825. Compactación y aportación de material adecuado para conseguir proctor modificado mínimo 95%. Transporte de sobrante a vertedero autorizado. Incluso tasas. Unidad totalmente ejecutada.	Ud.	186,00	333,70 €	62.068,20 €
SB02	**M.L. ZANJA.** M.L. Zanja una terna en camino/suelo sin edificar de ancho 0,8m. Apertura, tapado, compactado de zanja en tipo de terreno y dimensiones indicados y reposición de pavimento. Dado hormigonado de 0,8 x 0,825. Compactación y aportación de material adecuado para conseguir proctor modificado mínimo 95%. Transporte de sobrante a vertedero autorizado. Incluso tasas. Unidad totalmente ejecutada.	Ud.	118,00	333,70 €	39.376,60 €
SB03	**M.L. CANALIZACIÓN 3 TUBOS 250 MM, 2 TUBOS DE PVC 110 MM SOBRE CANALIZACIÓN A.T, 4 TUBOS DE 40 MM Y SEPARADOR.** M.L. Suministro y tendido de 3 tubos de 250 mm de diámetro sobre canalización de Alta Tensión, 2 tubos de 110 mm para cable equipotencial de cobre aislado y 4 tubos de 40 mm de diámetros para fibra óptica, en hormigón HM-15. Acopio y transporte de material, colocación y ensambalje de tubos dejando guía de nylon en su interior. Unidad totalmente ejecutada.	Ud.	304,00	198,34 €	60.295,36 €
SB04	**MOJÓN DE SEÑALIZACIÓN.** Mojón de señalización de ruta de cables, prefabricado, colocado sobre cama de hormigón cada 50 m. Incluye excavación, limpieza y acabado, totalmente finalizado. Unidad totalmente ejecutada.	Ud.	8,00	275,17 €	2.201,38 €
SB05	**M.L. LÍNEA CABLE VOLTALENE RHE-RA+2OL 127/220kV 1x2000M+T375AI.** M.L. Suministro y tendido de línea trifásica subterránea VOLTALENE RHE-RA+2OL 127/220kV 1x2000M+T375AI, formada por tres cables de 1x2000 mm2 de sección de cobre. Acopio y transporte de material, limpieza de canalización y tendido de cables, señalización de fases con cinta de color y mandrilado de tubos. Unidad totalmente ejecutada.	Ud.	0,35	385,00 €	134,75 €
SB06	**M.L. LÍNEA CABLE FIBRA ÓPTICA MONOMODO DE COMUNICACIONES.** M.L. Suministro y tendido de línea de fibra óptica 48 F, monomodo subterránea. Acopio y transporte de material, limpieza de canalización y tendido de conductor y mandrilado de tubos. Unidad totalmente ejecutada.	Ud.	0,35	39,49 €	13,82 €
SB07	**ARQUETA DE registro.** Arqueta para registro.	Ud.	3,00	1.229,26 €	3.687,78 €
SB08	**REALIZACIÓN DEL SISTEMA DE P.A.T.** Realización del sistema de puesta a tierra de 1 circuito.	Ud.	1,00	87.484,51 €	87.484,51 €
SB09	**CAJAS DE P.A.T.** Cajas de puesta a tierra de las pantallas.	Ud.	2,00	2.348,87 €	4.697,74 €
SB10	**SUPERVISIÓN Y PUESTA EN MARCHA.** Supervisión, pruebas de cables de MT y FO y puesta en marcha.	Ud.	1,00	18.000,00 €	18.000,00 €
Total Subcapítulo SB					**277.960,14 €**

2 GESTIÓN DE RESIDUOS

REF	DESCRIPCIÓN	UD	MEDICIÓN	PRECIO	IMPORTE
GR	**Gestión de Residuos**				
GR01	Gestión de Residuos	PA	1,00	953,12 €	953,12 €
Total Subcapítulo GR					**953,12 €**

3 SEGURIDAD Y SALUD LABORAL

REF	DESCRIPCIÓN	UD	MEDICIÓN	PRECIO	IMPORTE
SS	**Seguridad y Salud Laboral**				
SS01	Protecciones Personales	PA	1,00	5.862,07 €	5.862,07 €
SS02	Protecciones Colectivas	PA	1,00	4.026,79 €	4.026,79 €
SS03	Protecciones Instalación Eléctrica	PA	1,00	255,45 €	255,45 €
SS04	Medicina Preventiva y Primeros Auxilios	PA	1,00	750,80 €	750,80 €
SS05	Vigilancia y Formación	PA	1,00	2.332,14 €	2.332,14 €
SS06	Instalaciones de Higiene y Bienestar	PA	1,00	3.178,86 €	3.178,86 €
Total Subcapítulo SS					**16.406,11 €**

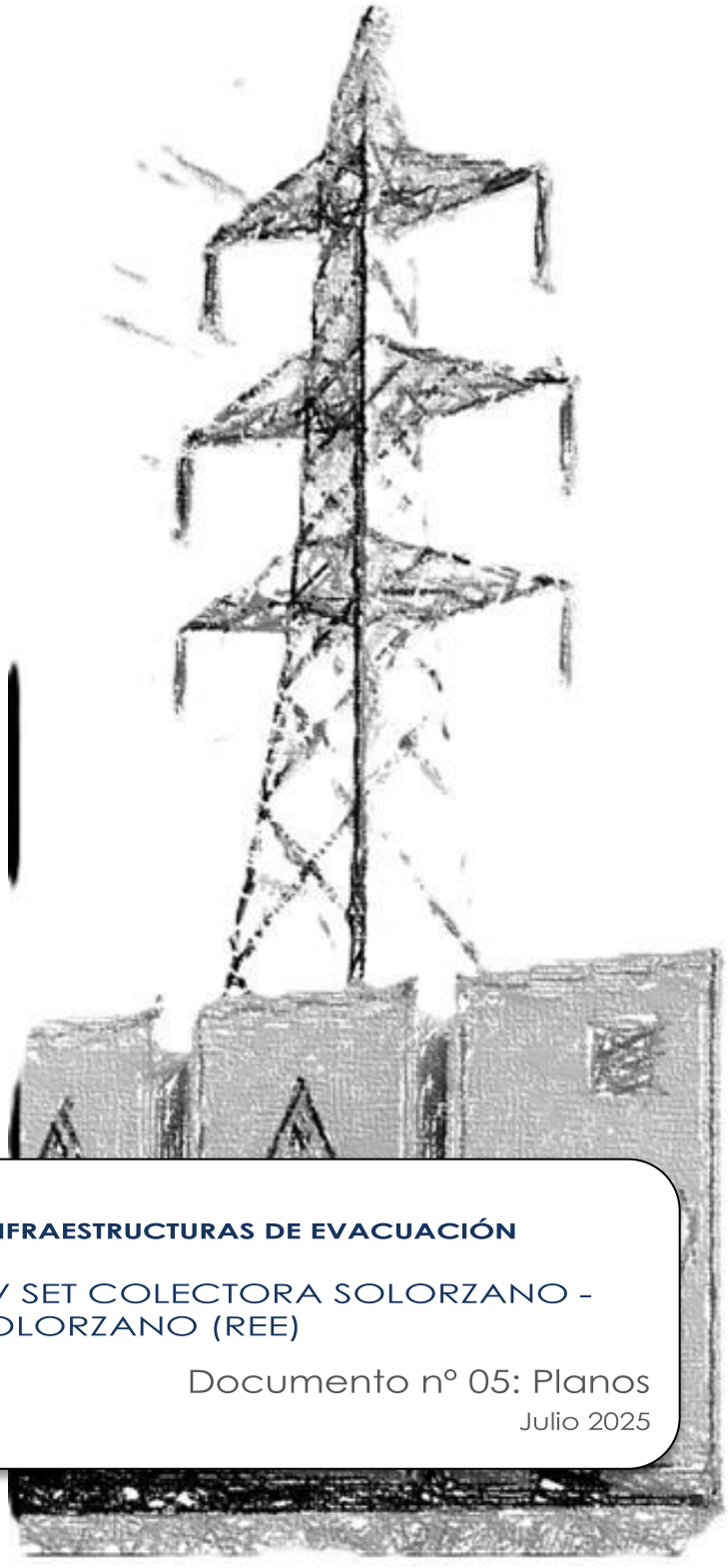
4 PRESUPUESTO TOTAL

RESUMEN DEL PRESUPUESTO	
PRESUPUESTO GENERAL SUBTERRÁNEO	**277.960,14 €**
GESTIÓN DE RESIDUOS	**953,12 €**
SEGURIDAD Y SALUD LABORAL	**16.406,11 €**
TOTAL PRESUPUESTO:	**295.319,37 €**

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de:

DOSCIENTOS NOVENTA Y CINCO MIL TRESCIENTOS DIECINUEVE EUROS CON TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS

novotec



BESS SOLORZANO E INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

ANEXO III. LSAT 220 kV SET COLECTORA SOLORZANO – SET SOLORZANO (REE)

Documento nº 05: Planos

Julio 2025

BENBROS

ÍNDICE PLANOS

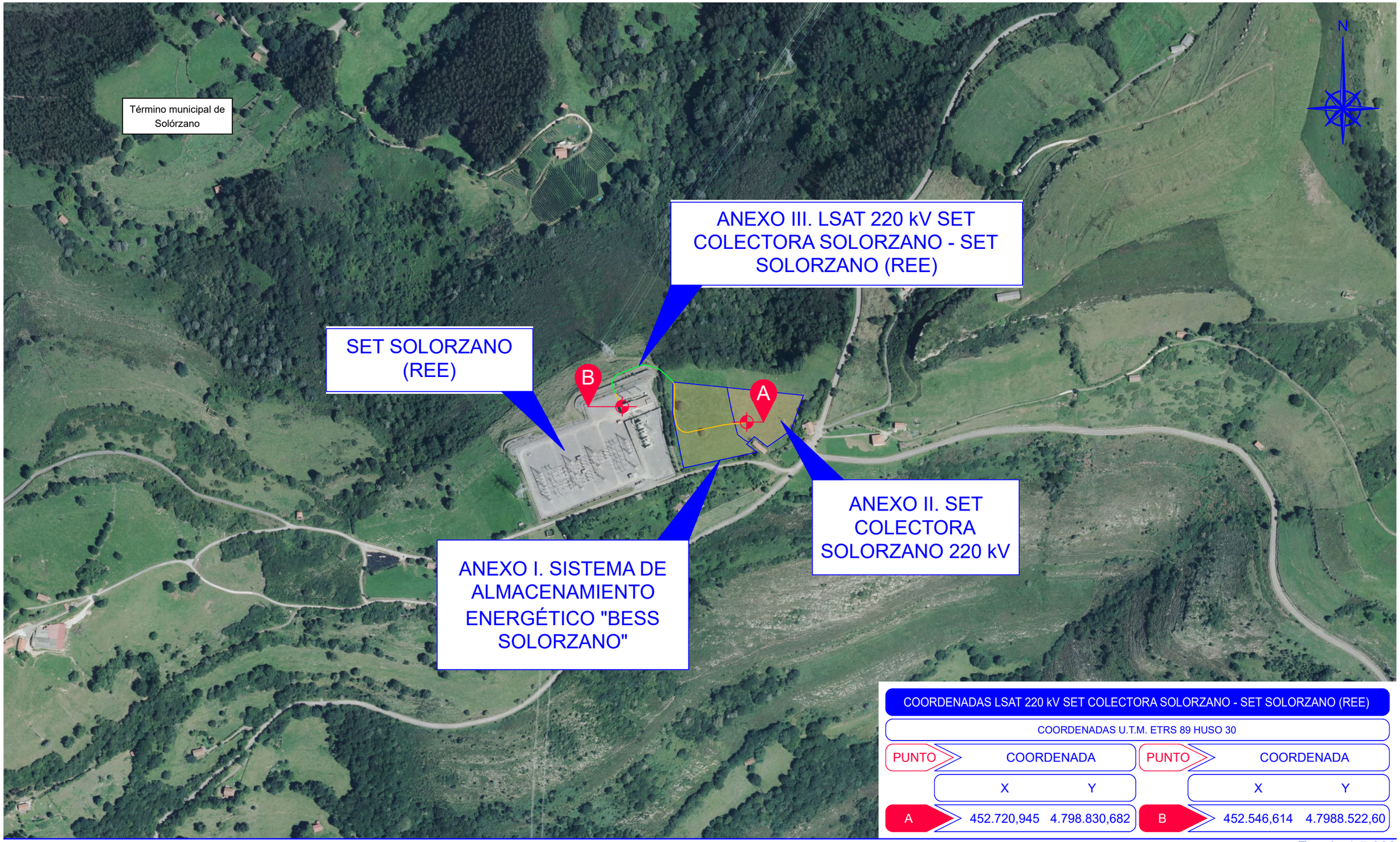
1.1. PLANTA GENERAL SOBRE ORTOFOTO

1.2. OBRA CIVL

1.3. ZANJAS TIPO

1.4. ESQUEMA PAT PANTALLAS

1.5. DETALLE DE ARQUETAS



COORDENADAS LSAT 220 kV SET COLECTORA SOLORZANO - SET SOLORZANO (REE)

COORDENADAS U.T.M. ETRS 89 HUSO 30

PUNTO	COORDENADA		PUNTO	COORDENADA	
	X	Y		X	Y
A	452.720,945	4.798.830,682	B	452.546,614	4.7988.522,60

LOCALIZACION - TERMINO MUNICIPAL DE SOLÓRZANO

Escala 1:5.000

BENBROS

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
00	Julio 2025	Novotec	Novotec	BENBROS	BENBROS

FORMATO: A3 | ESCALA: 1:5.000

novotec

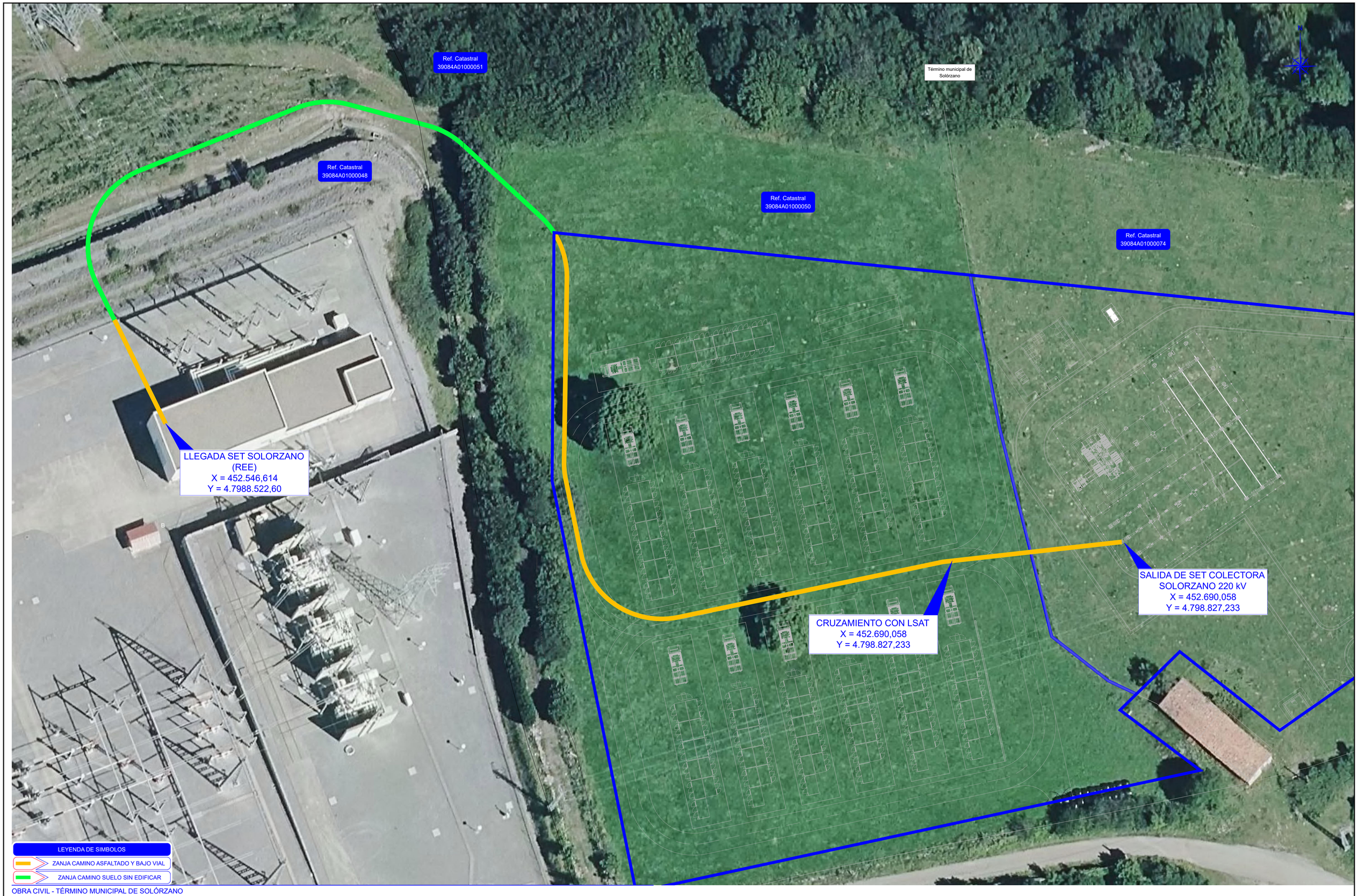
DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN

TITULO DEL PLANO: **LOCALIZACION SOBRE ORTOFOTO**

ANEXO III
LSAT 220 kV SET COLECTORA SOLORZANO - SET SOLORZANO (REE)

HOJA: 1 DE 1 | Rev. 00

PLANO Nº.: 1



OBRA CIVIL - TÉRMINO MUNICIPAL DE SOLÓRZANO

BENBROS							FORMATO A1	ESCALA 1:300
	00	Julio 2025	Novotec	Novotec	BENBROS	BENBROS	novotec	
	Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado		

DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN

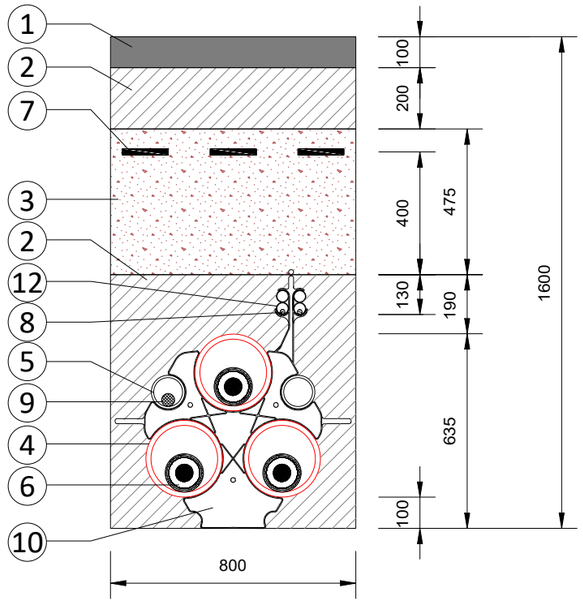
TITULO DEL PLANO: **OBRA CIVIL**

ANEXO III
LSAT 220 kV SET COLECTORA SOLORZANO - SET SOLORZANO (REE)

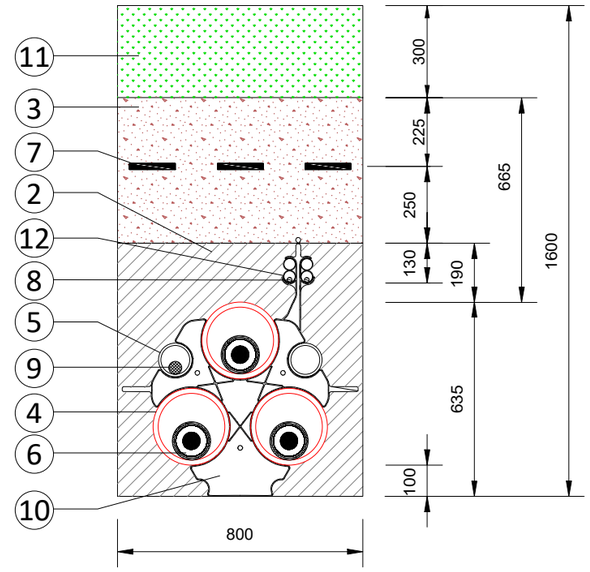
HOJA: 1 DE 1 | Rev.: 00

PLANO Nº.: 2

ZANJA PARA UN CIRCUITO ALTA TENSION (CAMINO ASFALTADO Y BAJO VIAL)



ZANJA PARA UN CIRCUITO ALTA TENSION EN ZONA DE TIERRA (CAMINO, SUELO SIN EDIFICAR O LABOR)



(cotas en mm)

12	TUBO DE POLIETILENO LISO DE ALTA DENSIDAD DE SIMPLE CAPA Øext. 40mm
11	CAPA TERRENO VEGETAL
10	SEPARADOR 3Ø250 + 2Ø110
9	CABLE DE ACOMPAÑAMIENTO DE TIERRAS U-1000 R2V 1x240 (****)
8	CABLE DE COMUNICACIONES DE FIBRA OPTICA TDT REE 48 FO DIELECTRICO
7	MALLA DE SEÑALIZACION
6	CABLE DE POTENCIA RHE-RA+2OL 127/220kV 1x2000M+T375Al
5	TUBO DE POLIETILENO LISO DE ALTA DENSIDAD DE SIMPLE CAPA Øext. 110 mm (***)
4	TUBO DE POLIETILENO CORRUGADO DE DOBLE PARED Øext. 250 mm
3	RELLENO TIERRA DEBIDAMENTE SELECCIONADA (**)
2	HORMIGON EN MASA HM-20
1	PAVIMENTO, HORMIGON O ASFALTO (*)
MARCA	DENOMINACION

(*) Reposición del pavimento de acuerdo con las disposiciones de los municipios y demás organismos afectados
(**) Tierra compactada en tongadas de 25 cm al 95% Próctor Modificado.
(***) Para la instalación de fibra óptica y cable de conexión a tierra de pantallas.
(****) En el caso de conexión a tierra de las pantallas "Single-Point" se realizara la transposición de los tubos de Ø110 mm en el 50% del recorrido, por encima del tubo de Ø250 mm en una longitud de 6m.

BENBROS

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
00	Julio 2025	Novotec	Novotec	BENBROS	BENBROS

FORMATO: A3 | ESCALA: 1:200

novotec

DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN

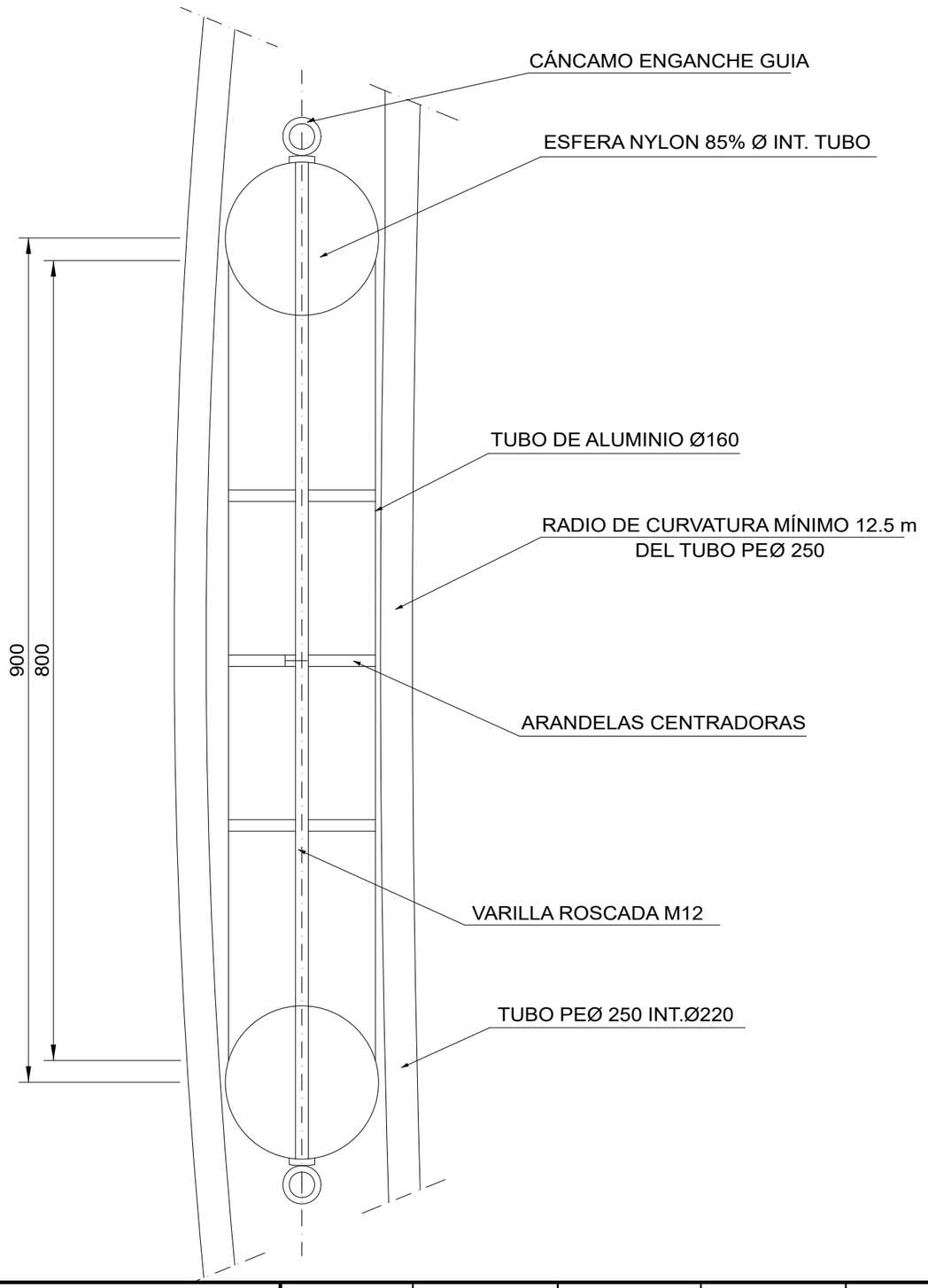
TITULO DEL PLANO: **ZANJAS TIPO**

ANEXO III
LSAT 220 kV SET COLECTORA SOLORZANO - SET SOLORZANO (REE)

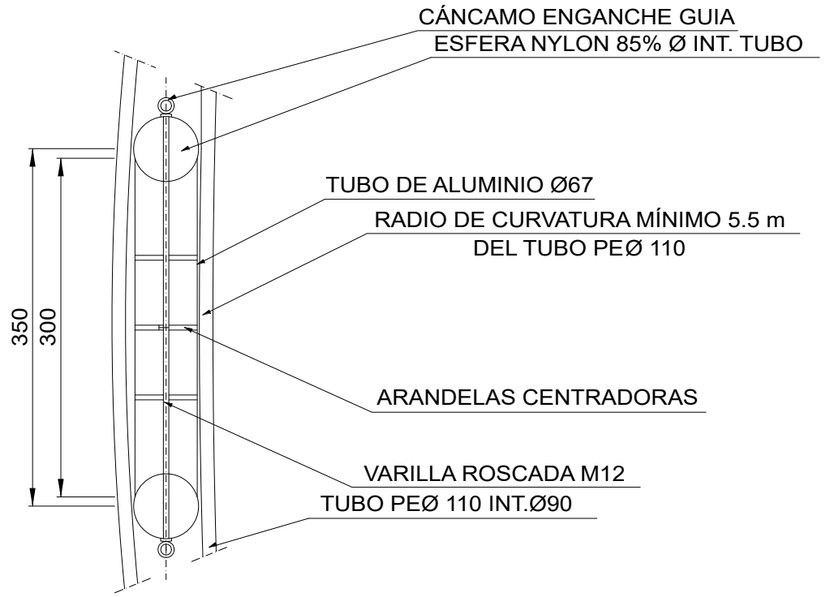
HOJA: 1 DE 2 | Rev. 00

PLANO Nº.: 3

MANDRIL PARA TUBO DE DIÁMETRO 250



MANDRIL PARA TUBO DE DIÁMETRO 110



BENBROS

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
00	Julio 2025	Novotec	Novotec	BENBROS	BENBROS

FORMATO	ESCALA
A3	S/E

novotec

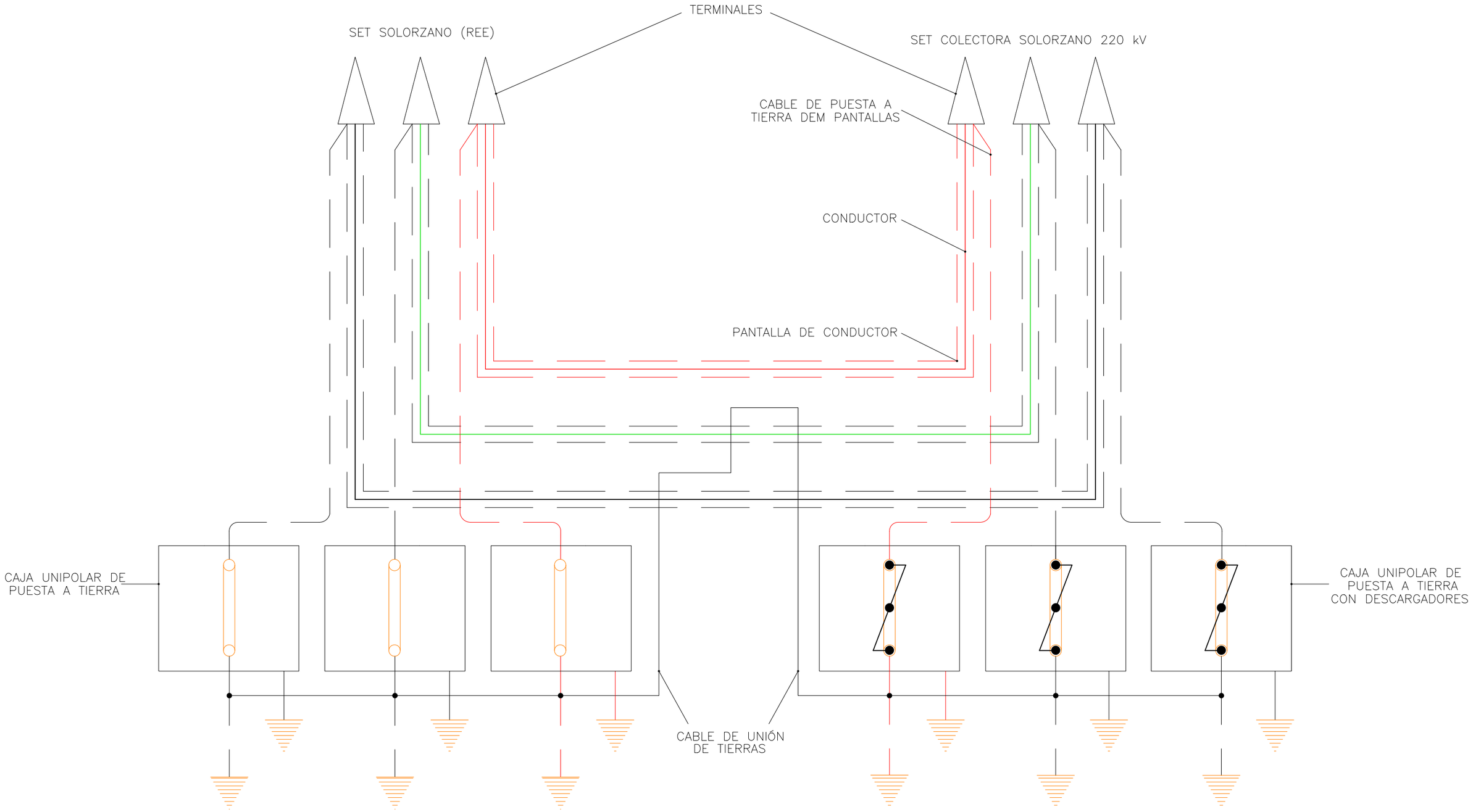
DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN

TITULO DEL PLANO: **ZANJAS TIPO**

ANEXO III
LSAT 220 kV SET COLECTORA SOLORZANO - SET SOLORZANO (REE)

HOJA: 2 DE 2 | Rev. 00

PLANO Nº.: 3



BENBROS

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
00	Julio 2025	Novotec	Novotec	BENBROS	BENBROS

FORMATO	ESCALA
A3	S/E

novotec

DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN

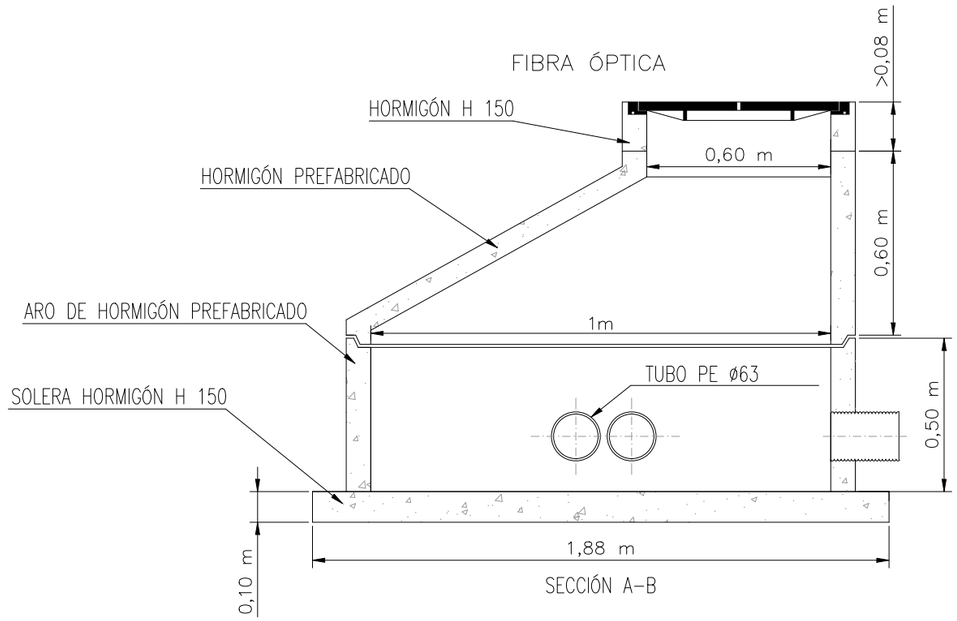
TITULO DEL PLANO: **ESQUEMA CROSS BONDING P.A.T. DE PANTALLAS**

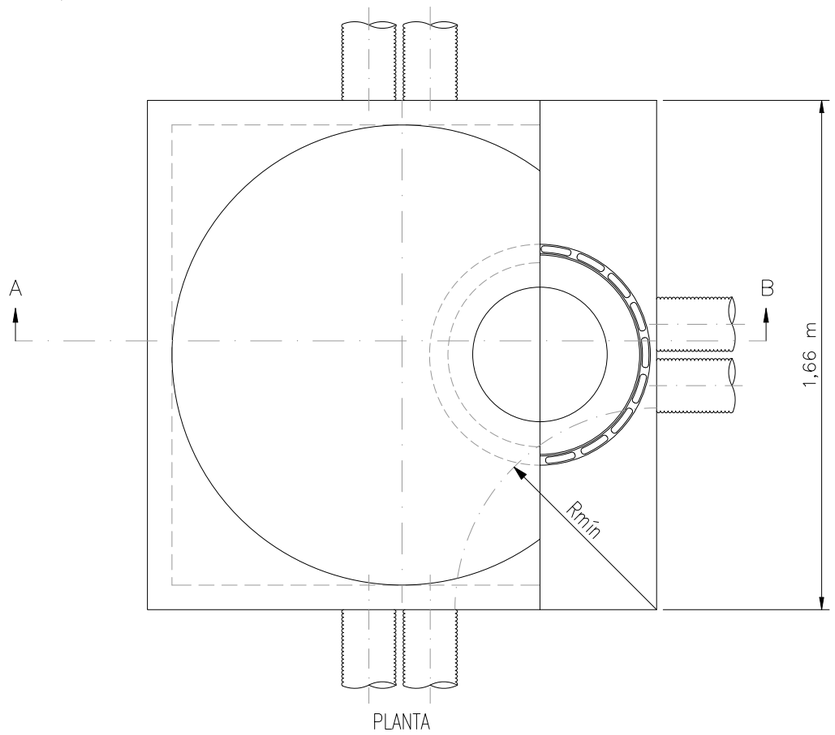
ANEXO III
LSAT 220 kV SET COLECTORA SOLORZANO - SET SOLORZANO (REE)

HOJA: 1 DE 1 | Rev. 00

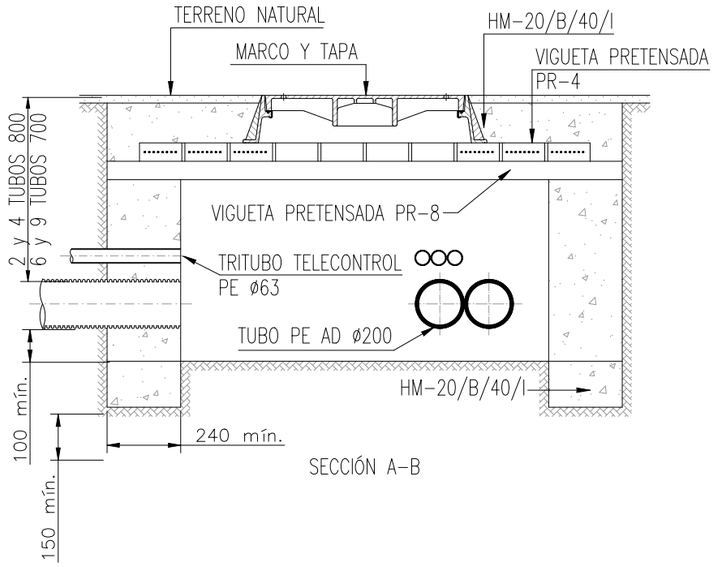
PLANO Nº.: 4

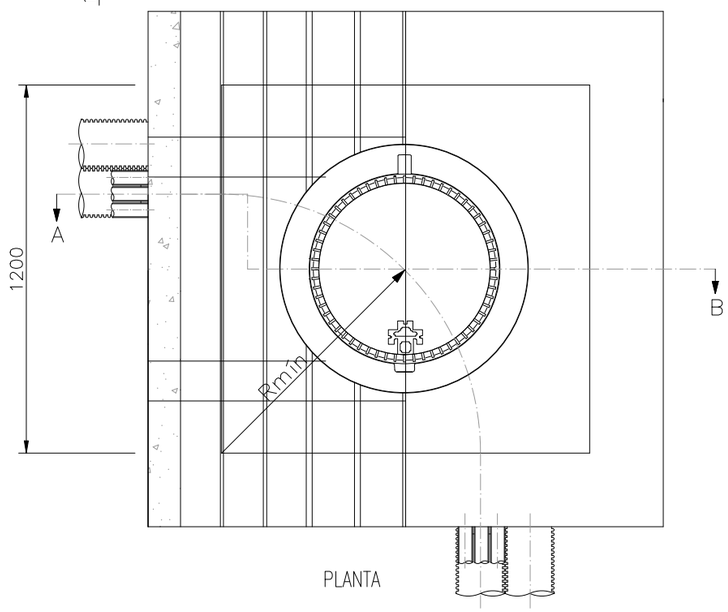
ARQUETA TRONCOPIRAMIDAL (Z) ø1000
AYUDA A TENDIDO DE FO. SE CEGARA UNA VEZ FINALIZADA LA OBRA





ARQUETA 1200x1200





NOTAS:

- TODOS LOS TUBOS DE DIÁMETRO 200 SERÁN DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD DOBLE PARED TIPO: USO NORMAL
- TODOS LOS TUBOS DEBEN QUEDAR DEBIDAMENTE SELLADOS

BENBROS

Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
00	Julio 2025	Novotec	Novotec	BENBROS	BENBROS

FORMATO: A3 | ESCALA: S/E

novotec

DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN

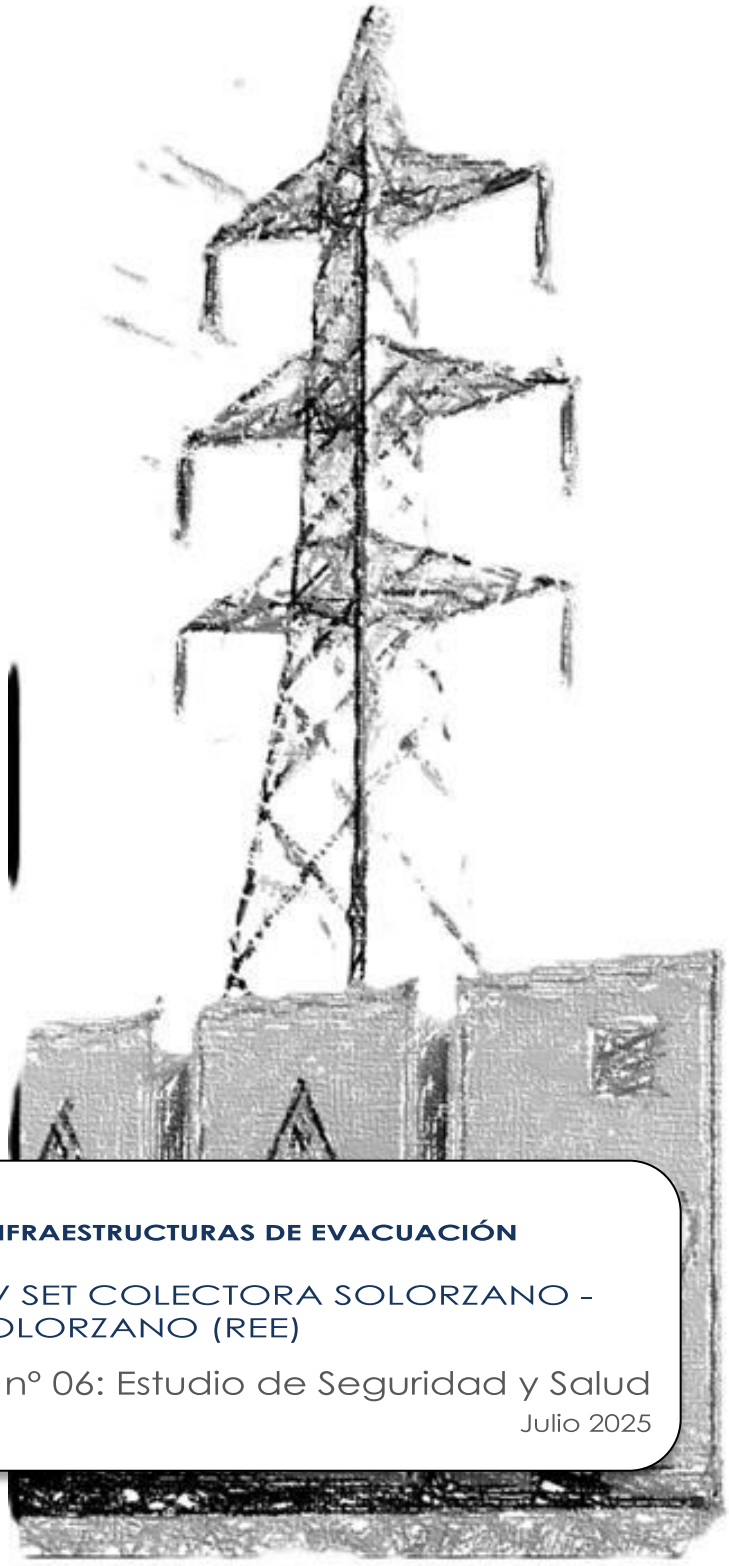
TITULO DEL PLANO: **ARQUETAS SIMPLES Y DOBLES**

ANEXO III
LSAT 220 kV SET COLECTORA SOLORZANO - SET SOLORZANO (REE)

HOJA: 1 DE 1 | Rev. 00

PLANO Nº.: 5

novotec



BESS SOLORZANO E INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

ANEXO III. LSAT 220 kV SET COLECTORA SOLORZANO – SET SOLORZANO (REE)

Documento nº 06: Estudio de Seguridad y Salud

Julio 2025

BENBROS

ÍNDICE

DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA 5

1. ANTECEDENTES 6

2. OBJETO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN 7

3. DATOS GENERALES DE LA OBRA 7

4. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS 7

4.1. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES 7
4.2. ACTIVIDADES PRINCIPALES 8
4.3. SITUACIÓN Y CLIMATOLOGÍA 8
4.4. CARACTERÍSTICAS DEL ENTORNO DE TRABAJO 8
4.5. PLAZO DE EJECUCIÓN 8
4.6. PERSONAL PREVISTO 9
4.7. OFICIOS 9
4.8. MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES 10
4.9. INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES 11

5. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS. ANÁLISIS Y MEDIDAS PREVENTIVAS 12

5.1. INSTALACIONES 12
5.2. PROFESIONALES 14
5.2.1. Con Carácter General 14
5.2.2. Con carácter Específico 15
5.2.3. Relativos al Proceso Constructivo 32
5.2.4. Relativos a la Maquinaria y Herramientas 37
5.2.5. Relativos al entorno 93
5.2.5.1. Cruces con otras líneas aéreas 93
5.2.5.2. Cruzamiento con carreteras, caminos y ríos 94
5.2.5.3. Servicios afectados 95
5.3. A TERCEROS 97

6. INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES 98

6.1. RIESGOS PREVISIBLES 98

6.2. MEDIDAS PREVENTIVAS 98
6.2.1. Cuadros de Distribución 98
6.2.2. Prolongadores, Clavijas, Conexiones y Cables 99
6.2.3. Herramientas y Útiles Eléctricos Portátiles 99
6.2.4. Máquinas y Equipos Eléctricos 99
6.2.5. Normas de Carácter General 99

7. CONDICIONES AMBIENTALES 100

7.1. Ventilación 100
7.2. Temperatura 100
7.3. FACTORES ATMOSFÉRICOS 100

8. MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS 101

8.1. REVISIONES PERIÓDICAS 101

9. FORMACIÓN E INFORMACIÓN DEL PERSONAL 101

9.1. CHARLA DE SEGURIDAD Y PRIMEROS AUXILIOS PARA PERSONAL DE INGRESO EN OBRA 101
9.2. CHARLA SOBRE RIESGOS ESPECÍFICOS 102

10. REUNIONES DE SEGURIDAD 102

11. MEDICINA ASISTENCIAL Y PRIMEROS AUXILIOS 103

11.1. CONTROL MÉDICO 103
11.2. MEDIOS DE ACTUACIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS 103
11.3. MEDICINA ASISTENCIAL EN CASO DE ACCIDENTE O ENFERMEDAD PROFESIONAL 103

12. VESTUARIOS Y ASEOS 104

13. RECURSOS PREVENTIVOS 104

DOCUMENTO Nº 2: PLIEGO DE CONDICIONES 107

1. NORMATIVA LEGAL DE APLICACIÓN 108

1.1. DISPOSICIONES DE LAS NORMAS LEGALES Y REGLAMENTARIAS APLICABLES A LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA OBRA 108
1.2. NORMAS LEGALES Y APLICABLES A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD DE LOS ELEMENTOS, MAQUINARÍA, ÚTILES, HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y SISTEMAS PREVENTIVOS A UTILIZAR O APLICAR EN LA OBRA 109

2. PRESCRIPCIONES DE LOS MEDIOS DE SEGURIDAD 111

2.1. Equipos de Protección Individual 111
2.2. Protecciones colectivas 112
2.2.1. Señalización 112

2.3. Prescripciones de los medios auxiliares 114
2.3.1. Escaleras manuales en general 114
2.3.2. Escaleras de madera 114
2.3.3. Escaleras metálicas 114
2.3.4. Escaleras de tijera 114

3. OBLIGACIONES DE LAS PARTES IMPLICADAS 114

3.1. PROMOTOR 114
3.2. DIRECCIÓN FACULTATIVA 115
3.3. COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCIÓN 115
3.4. CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS 116
3.5. TRABAJADORES AUTÓNOMOS 118

4. ORGANIZACIÓN DE LA PREVENCIÓN EN OBRA 118

4.1. Tramitación del estudio de seguridad y salud 118
4.2. Responsables de seguridad a pie de obra 119
4.3. Organización preventiva de la empresa contratada 120

5. REUNIONES DE SEGURIDAD EN OBRA 120

5.1. Delegados de prevención 120
5.2. Servicios de Prevención 121

6. MEDIDAS DE ACTUACIÓN EN CASO DE EMERGENCIA Y ANTE RIESGO GRAVE E INMINENTE 122

6.1. Primeros auxilios y asistencia sanitaria 122
6.2. Botiquín 123
6.3. Extinción de incendios 123

7. COMUNICACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES 124

8. SERVICIOS HIGIÉNICOS 125

9. FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES 125

10. VIGILANCIA DE LA SALUD 127

11. RESPONSABILIDADES Y PENALIZACIONES 127

11.1. Requerimientos por incumplimientos 127
11.2. Paralización de los trabajos 128
11.3. Libro de incidencias 128
11.4. Penalizaciones 129

DOCUMENTO Nº 3: MEDICIONES Y PRESUPUESTO ECONÓMICO 130

1. OBJETO 131

1.1. PROTECCIONES PERSONALES 132
1.2. PROTECCIONES COLECTIVAS 133
1.3. PROTECCIONES INSTALACIÓN ELÉCTRICA 134
1.4. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS 134
1.5. VIGILANCIA Y FORMACIÓN 134
1.6. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR 135
1.7. PRESUPUESTO TOTAL 135

DOCUMENTO Nº 4: PLANOS Y CROQUIS 136

ANEXO I: NTP-278 Zanjas: prevención del desprendimiento de tierras. 164

1. Introducción 164

1.1. Definición 164
1.2. Medidas de prevención 164
1.2.1. Cortes sin entibación: taludes 166
1.2.2. Sistemas de entibación usuales 172
1.2.2.1. Entibación con tablas horizontales 172
1.2.2.2. Entibación con tablas verticales 173
1.2.3. Otros sistemas de entibación 176
1.2.3.1. Sistema Quillery 176

DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA

1. ANTECEDENTES

De acuerdo con lo estipulado en el Real Decreto 1627/97 de 24 de octubre sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en Obras de Construcción, la redacción de Estudio de Seguridad y Salud tendrá carácter obligatorio cuando en las obras a que se refiere el proyecto de referencia se dé alguno de los siguientes supuestos:

- Que el presupuesto de ejecución material de la obra por contrata sea igual o superior a 450.759 €.
- Que la duración estimada de la obra sea superior a 30 días laborables, empleando en algún momento a más de 20 trabajadores.
- Que el volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores sea superior a 500.
- Que se trate de obras de túneles o galerías, conducciones subterráneas y presas.

En base a lo indicado en el párrafo anterior, se elabora el presente Estudio de Seguridad y Salud, que establece durante la realización de la obra, los medios y condiciones precisas para la prevención de riesgos de accidentes laborales y enfermedades profesionales.

En este estudio se dan las directrices básicas a las empresas constructoras para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su trabajo bajo el control de la dirección del Coordinador en Materia de Seguridad y Salud o en su defecto de la Dirección Facultativa de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y de Salud en las obras de construcción. Dicho estudio deberá formar parte del proyecto de obra, ser coherente con el contenido del mismo y recoger las medidas preventivas adecuadas a los riesgos que conlleve la realización de la obra.

2. OBJETO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN

El presente Estudio de Seguridad y Salud tiene como objeto establecer las directrices generales encaminadas a disminuir en lo posible, los riesgos de accidentes laborales y enfermedades profesionales, así como a la minimización de las consecuencias de los accidentes que se produzcan, mediante la planificación de la medicina asistencial y de primeros auxilios, durante los trabajos de ejecución del proyecto de construcción de la línea **LSAT 220 kV SET COLECTORA SOLORZANO - SET SOLORZANO (REE)** en el término municipal de **Solórzano** (provincia de **Cantabria**).

Este Estudio se ha elaborado en cumplimiento del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, que establece las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de Construcción.

3. DATOS GENERALES DE LA OBRA

Los datos generales de la obra de construcción de línea **LSAT 220 kV SET COLECTORA SOLORZANO - SET SOLORZANO (REE)**, son los que a continuación se indican:

- Promotor: **BESS DEVELOPMENT 6, S.L.**
- Autor del proyecto: **Novotec Consultores S.A.**
- Autor del Estudio de Seguridad y Salud: **Novotec Consultores S.A.**

Las figuras del coordinador de seguridad y salud en fase de ejecución, la dirección facultativa y del contratista, se conocerán en el momento de adjudicación de la obra.

4. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS

El ámbito de aplicación de este Estudio comprende los trabajos necesarios para la realización de la línea eléctrica, que se indica a continuación:

4.1. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

- Origen de la Línea: **SET COLECTORA SOLORZANO**
- Final de la Línea: **SET SOLORZANO (REE)**
- Longitud de la Línea: **0,35 km***
- Nivel de tensión: **220 kV**

*Se incluye la entrada/salida de las subestaciones transformadoras.

4.2. ACTIVIDADES PRINCIPALES

Las actividades principales a ejecutar en el desarrollo de los trabajos detallados son, básicamente, las siguientes:

- Replanteo
- Implantación de obra y Señalización
- Acopio y Manipulación de materiales
- Transporte de materiales y equipos dentro de la obra
- Obras de excavación
- Movimiento de tierras (terraplenes y rellenos)
- Encofrados
- Obras de hormigón
- Tendido y conexionado de conductores
- Desescombro y retirada de materiales y equipos existentes dentro de la obra
- Puesta en marcha de la instalación

Más adelante se analizarán los riesgos previsibles inherentes a los mismos, y describiremos las medidas de protección previstas en cada caso.

4.3. SITUACIÓN Y CLIMATOLOGÍA

La Línea eléctrica está situada en la provincia de **Cantabria**.

La climatología de la zona es de tipo **continental**, con inviernos fríos y veranos calurosos.

4.4. CARACTERÍSTICAS DEL ENTORNO DE TRABAJO

La Línea Eléctrica discurrirá por los terrenos de la Provincia de **Cantabria** concretamente por el término municipal de **Solórzano.**

4.5. PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo total de ejecución de las obras se establece en **dos** (2) **meses**.

4.6. PERSONAL PREVISTO

El personal necesario del conjunto de las obras nos da una previsión máxima de **doce** (12) **personas**.

4.7. OFICIOS

La mano de obra directa prevista la compondrán trabajadores de los siguientes oficios:

- Jefes de Equipo, Mandos de Brigada
- Montadores de estructuras metálicas, de equipos auxiliares de equipos e instalaciones eléctricas
- Gruistas y maquinistas
- Ayudantes
- La mano de obra indirecta estará compuesta por:
- Jefes de Obra
- Técnicos de Ejecución / Control de Calidad / Seguridad / Medio Ambiente
- Encargados
- Administrativos

4.8. 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.

MAQUINARIA

- Maquinaria de transporte por carretera
- Máquinas excavadora
- Grúa autopropulsada
- Camión autocargante
- Camión hormigonera autopropulsado
- Camión basculante
- Dumpers autovolquetes
- Bobcat
- Máquina de excavación con martillo hidráulico
- Compactadores de tambor

MAQUINAS HERRAMIENTAS

- Máquinas de compresión
- Compresor
- Martillo neumático
- Grupos electrógenos
- Equipos de soldadura oxiacetilénica-oxicorte
- Equipos de soldadura eléctrica
- Radiales y esmeriladoras
- Taladradoras de mano
- Compactadores de pata de cabra

HERRAMIENTAS MANUALES

- Herramientas de mano (cinceles y punzones, martillos, alicates, destornilladores, limas, llaves)
- Juego alzabobinas, rodillos, etc.

MEDIOS AUXILIARES

- Plataforma elevadora autopropulsada
- Escaleras manuales
- Cuadros eléctricos auxiliares
- Equipos de medida:
    - Comprobador de secuencia de fase
    - Medidor de aislamiento
    - Medidor de tierras
    - Pinzas amperimétricas
    - Discriminadores de tensión

4.9. INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES

Para el suministro de energía a las máquinas y herramientas eléctricas propias de los trabajos objeto del presente Estudio de seguridad, los contratistas instalarán cuadros de distribución con toma de corriente en las instalaciones de la propiedad o alimentados 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.

5. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS. ANÁLISIS Y MEDIDAS PREVENTIVAS

5.1. INSTALACIONES

Analizamos a continuación los riesgos y medidas preventivas generales en función del tipo de instalación donde se desarrollan los trabajos de ejecución previstos en las obras. Estos riesgos y medidas preventivas será necesario concretarlas y desarrollarlas para cada trabajo.

Riesgos

- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos.
- Desprendimientos, desplomes y derrumbes.
- Contactos eléctricos.
- Arco Eléctrico.
- Medidas preventivas
- Orden y Limpieza.
- Señalización de la zona de trabajo.
- Utilizar los pasos y vías existentes.
- Iluminación adecuada.
- Calzado adecuado.
- Extremar las precauciones con hielo, agua o nieve.
- Trabajar en una superficie lo más uniforme y lisa posible y lo suficientemente amplia.
- Para zanjas de alturas de 2 m o más, se colocarán barandillas con rodapiés, listón intermedio y listón superior a una altura mínima de 90 cm.
- Para alturas menores de dos metros se colocarán vallas, se señalizarán los huecos o se taparán de forma efectiva.
- Utilización de la Línea de Vida y el Arnés Anticaídas (el cinturón solo sirve para trabajos en altura estáticos).
- No se utilizará maquinaria diseñada solo para elevación de cargas para transportar o elevar personas.
- Escaleras.
- Andamios.
- Procedimientos de trabajos en altura.
- Medidas preventivas B.T.

- Medidas preventivas A.T.
- Zanja. NTP 278.
- Entibación o ataluzado de zanjas de profundidad mayor a 1,3 m o en terreno poco estable. Para zanjas de profundidad mayor a 1,3 m se mantendrá un trabajador fuera de la zanja.
- Mantener distancias de la mitad de la profundidad de la zanja entre zanja y acopios cercanos o vallado. Esta distancia será igual a la profundidad de la zanja si el terreno es arenoso.
- En la medida de lo posible se evitará que los operarios realicen trabajos en el interior de zanjas.
- Comprobación del estado de las entibaciones y del terreno antes de cada jornada y después de una lluvia copiosa.
- Señalización de la zona de acopio.
- Los trabajos con riesgo de incendio deberán procedimentarse.
- Deberá de haber un Plan de Emergencia y Evacuación en los centros que lo precisen.
- El personal estará formado en los procedimientos de trabajo así como en los Planes de Emergencia y Evacuación.
- Se evitará el contacto de las sustancias combustibles con fuentes de calor intempestivas: Fumar, recalentamientos de máquinas, instalaciones eléctricas inapropiadas, operaciones de fuego abierto descontroladas, superficies calientes, trabajos de soldadura, chispas de origen mecánico o debidas a electricidad estática.
- Se ventilarán los vapores inflamables.
- Se limitará la cantidad de sustancias combustibles en los lugares de trabajo.
- Los combustibles se almacenarán en locales y recipientes adecuados.
- En la medida de lo posible se evitará trabajar con sustancias de elevada inflamabilidad.
- Se deberá cumplir la reglamentación vigente para la protección contra incendios tanto en la instalación como en el mantenimiento.
- Las instalaciones eléctricas cumplirán las reglamentaciones vigentes en particular en lo relativo a cargas, protecciones, instalaciones antideflagrantes, etc.
- Se dotarán los lugares de trabajos de extintores portátiles adecuados.
- Se instalarán bocas de incendios equipadas donde se requieran.
- Los trabajos en recintos cerrados deben procedimentarse. Prever la necesidad de ventilación forzada. Siempre que se dude de la calidad del aire, utilizar equipos de respiración autónomos. Organizar el trabajo teniendo en cuenta la posibilidad de actuar sobre la alimentación de aire (colocar pantallas).

5.2. PROFESIONALES

Analizamos a continuación los riesgos previsibles inherentes a las actividades de ejecución previstas en la obra.

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.

5.2.1. Con Carácter General

Entendemos como riesgos generales aquellos que pueden afectar a todos los trabajadores, independientemente de la actividad concreta que realicen. Se prevé que puedan darse los siguientes:

- Caídas de personas a distinto nivel
- Caídas de personas al mismo nivel
- Caídas de objetos o componentes sobre personas
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento
- Caída de objetos desprendidos
- Pisadas sobre objetos
- Choques contra objetos inmóviles
- Choques contra objetos móviles
- Proyecciones de partículas a los ojos
- Heridas en manos o pies por manejo de materiales
- Sobreesfuerzos
- Golpes y cortes por manejo de herramientas
- Atrapamientos por o entre objetos
- Atrapamientos por vuelco de máquinas, vehículos o equipos
- Quemaduras por contactos térmicos
- Exposición a descargas eléctricas
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas
- Contactos con sustancias cáusticas y/o corrosivas
- Incendios
- Explosiones
- Atropellos o golpes por vehículos en movimiento
- Exposición a factores atmosféricos extremos

A fin de evitar los posibles accidentes, se adoptarán las siguientes medidas preventivas:

Señalizaciones de acceso a obra y uso de elementos de protección personal.

Las zonas de peligro deberán estar acotadas y señalizadas.

La iluminación de los puestos de trabajo deberá ser la adecuada para el desarrollo correcto del trabajo.

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 se realizasen trabajos con proyecciones incandescentes en proximidad de materiales combustibles, se retirarán estos 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.

En actividades con riesgo de proyecciones a terceros, se colocarán mamparas opacas de material ignífugo.

Se protegerá a los trabajadores contra las inclemencias atmosféricas que puedan comprometer su seguridad y su salud.

5.2.2. Con carácter Específico

Entendemos como riesgos específicos aquellos que pueden afectar a todos los trabajadores que realicen una actividad concreta que puede estar presente en varias fases de la obra. Se prevé que puedan darse los siguientes:

SEÑALIZACIÓN

Normas generales de SEÑALIZACIÓN

Las zonas de los lugares de trabajo en las que exista riesgo de caída, de caída de objetos o de contacto o exposición a elementos agresivos, deberán estar claramente señalizadas según el R.D. 485/1997.

Se acotará y señalizará la zona de trabajo, a la cual se accederá siempre por accesos concretos. Se señalizarán aquellas zonas en las que existan los siguientes riesgos:

Caída desde altura de objetos

- Zonas donde se realicen maniobras con cargas suspendidas hasta que se encuentren totalmente apoyadas.
- Caídas de personas sobre plataformas, forjados, etc. en las que además se montarán barandillas resistentes en todo el perímetro o bordes.
- Caídas de personas dentro de huecos, etc. para lo que se protegerán con barandillas o tapas de suficiente resistencia.
- Aquellos huecos que se destapen para introducción de equipos, etc., que se mantendrán perfectamente controlados y señalizados durante la maniobra, reponiéndose las correspondientes protecciones nada más finalizar éstas.

Productos inflamables

- En las zonas de ubicación se dispondrá de al menos un extintor portátil de polvo polivalente.
- Es obligatoria la delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.

Vías y salidas de emergencia

Los pictogramas serán lo más sencillos posible, evitándose detalles inútiles para su comprensión. Podrán variar ligeramente o ser más detallados que los indicados en el apartado 3, siempre que su significado sea equivalente y no existan diferencias o adaptaciones que impidan percibir claramente su significado.

Las señales serán de un material que resista lo mejor posible los golpes, las inclemencias del tiempo y las agresiones medio ambientales.

Las dimensiones de las señales, así como sus características colorimétricas y fotométricas, garantizarán su buena visibilidad y comprensión.

Las señales se instalarán preferentemente a una altura y en una posición apropiadas en relación al ángulo visual, teniendo en cuenta posibles obstáculos, en la proximidad inmediata del riesgo u objeto que deba señalizarse o, cuando se trate de un riesgo general, en el acceso a la zona de riesgo.

El lugar de emplazamiento de la señal deberá estar bien iluminado, ser accesible y fácilmente visible. Si la iluminación general es insuficiente, se empleará una iluminación adicional o se utilizarán colores fosforescentes o materiales fluorescentes.

A fin de evitar la disminución de la eficacia de la señalización no se utilizarán demasiadas señales próximas entre sí.

Las señales deberán retirarse cuando deje de existir la situación que las justificaba.

La señalización relativa a los riesgos eléctricos viene dada en "Riesgos Eléctricos" del apartado de Riesgos Específicos, debiendo señalizarse de forma clara y permanente la existencia del riesgo eléctrico.

Equipos de Protección Individual y Colectiva:

Equipo de protección general.

Chaleco reflectante.

Vallas metálicas.

Cinta o cadena de señalización.

Señalización en Entorno No Urbano

Se acotará la zona de trabajo mediante cerramientos rígidos (vallas metálicas) o cintas de limitación. En este último caso, se colocará una cinta delimitadora a una altura mínima de 1 metro respecto del suelo, rodeando el perímetro de la excavación. Dicha cinta se fijará a piquetas, situadas a una distancia mínima de 2 metros entre ellas.

La señalización habrá de ser claramente visible por la noche, disponiendo de bandas reflectantes verticales de 10 cm. de anchura.

Los recintos vallados o balizados llevarán siempre luces propias, colocadas a intervalos máximos de 30 metros y siempre en los ángulos salientes.

Las excavaciones no se quedarán nunca sin proteger o señalizar.

En entorno no urbano, los trabajadores irán provistos de prendas de color amarillo o naranja, con elementos retroreflectantes siempre que realicen trabajos próximos a carreteras o caminos por donde pueda haber circulación de vehículos.

Equipos de Protección Individual y Colectiva:

- Equipo de protección general.
- Chaleco reflectante.
- Vallas metálicas.
- Cinta o cadena de señalización.

Señalización en Carreteras (Norma de carreteras 8.3 – IC "Señalización De Obras")

Se seguirán siempre las indicaciones que proporcione el organismo propietario de la carretera.

Las señales deberán tener las dimensiones mínimas especificadas por la Norma de carreteras 8.3 – IC "Señalización de Obras", y ser siempre reflectantes, de nivel 1 como mínimo si son obras fijas y de nivel 2 si es señalización móvil de obra (según norma UNE). Se recomienda utilizar siempre un nivel superior en lugares donde la iluminación ambiente dificulte su percepción y en lugares de elevada peligrosidad, asimismo las señales de STOP tendrán siempre, como mínimo, un nivel 2 de reflectancia.

El color amarillo que distingue a las señales de obra de las normales, solamente se debe emplear en las señales con fondo blanco.

En las obras en las que la señalización provisional esté implantada durante las horas nocturnas, las señales y los elementos de balizamiento no sólo serán reflectantes, sino que deberán ir acompañados de elementos luminosos. En general, las obras en el interior de túneles tendrán siempre la consideración de obras en horas nocturnas.

A juicio del Director de Obra y dependiendo de las circunstancias que concurran en la misma, se podrá señalizar horizontalmente con marcas en color amarillo o naranja, las alteraciones que se produzcan sobre la situación normal de la vía.

Estas marcas viales podrán ser sustituidas por captafaros TB-10, aplicados sobre el pavimento.

El material de señalización y balizamiento se descargará y se colocará en el orden en que haya de encontrarlo el usuario. De esta forma el personal encargado de la colocación trabajará bajo la protección de la señalización precedente.

Si no se pudieran transportar todas las señales y balizas en un solo viaje, se irán disponiendo primeramente fuera de la calzada y de espaldas al tráfico.

Se recomienda anular la señalización permanente cuando no sea coherente con la de obra, tapando para ello las señales necesarias, mientras la señalización de obra esté en vigor.

La retirada de la señalización y balizamiento se realizará en orden inverso al de colocación y siempre que sea posible desde la zona vedada al tráfico o desde el arcén, pudiendo entonces el vehículo dedicado a ello, circular con la correspondiente luz prioritaria en sentido opuesto al de la calzada.

Una vez retirada la señalización de obra, se restablecerá la señalización permanente que corresponda.

Si los operarios van en vehículos, su protección vendrá dada por el propio vehículo. Si los operarios van a pie sobre la calzada, deberán protegerse mediante un vehículo.

En todas las circunstancias, los operarios irán provistos de prendas de color amarillo o naranja, con elementos retroreflectantes.

Se recomienda que las máquinas y vehículos que se utilicen en señalización móvil sean de colores blanco, amarillo o naranja. Llevarán como mínimo, una luz ámbar giratoria o intermitente omnidireccional en su parte superior, dispuesta de forma tal que pueda ser perfectamente visible por el conductor al que se quiere indicar su presencia, con una potencia mínima de 55 vatios en el caso de luz giratoria y de 1,5 julios en el caso de luz intermitente.

Las señales TP-18 (peligro, obras) y TP-31 llevarán siempre tres luces ámbar intermitentes de encendido simultáneo y dispuestas en triángulo en los vértices.

Las dimensiones mínimas de las señales utilizadas en señalización móvil serán las clasificadas como "grandes" en la Tabla 4 de la Norma 8.3-I.C.

Equipos de Protección Individual y Colectiva:

- Equipo de protección general.
- Chaleco reflectante.
- Vallas metálicas.
- Cinta o cadena de señalización.

TRABAJOS CON RIESGO ELÉCTRICO

Todo trabajo en una instalación eléctrica, o en su proximidad, que conlleve un riesgo eléctrico deberá de efectuarse sin tensión, salvo en el caso de que las condiciones de explotación o de continuidad del suministro así lo requieran (4.4.b R.D. 614/2.001).

En ningún caso se prevé la realización de trabajos en tensión. Caso de ser necesaria la realización de este tipo de trabajos, se elaborará un plan específico para ello.

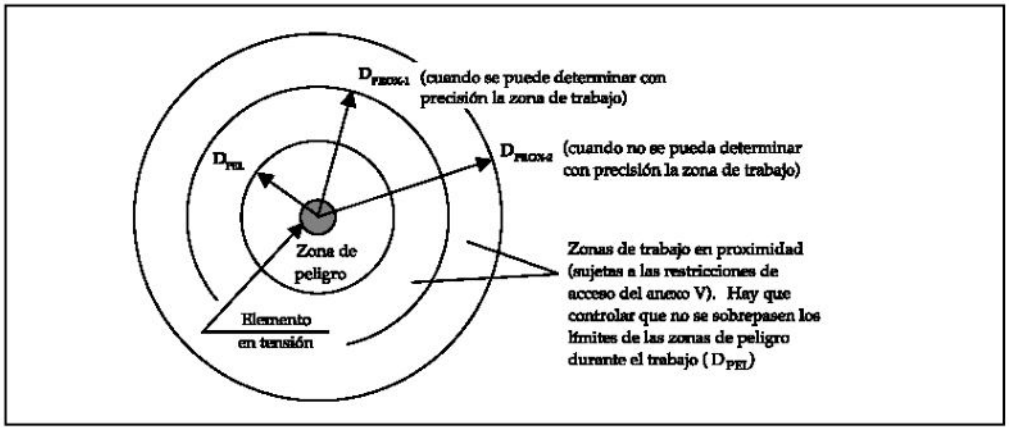
Definiciones:

Trabajos sin tensión: trabajos en instalaciones eléctricas que se realizan después de haber tomado todas las medidas necesarias para mantener la instalación sin tensión.

Zona de peligro o zona de trabajos en tensión: espacio alrededor de los elementos en tensión en el que la presencia de un trabajador desprotegido supone un riesgo grave e inminente de que se produzca un arco eléctrico, o un contacto directo con el elemento en tensión, teniendo en cuenta los gestos o movimientos normales que puede efectuar el trabajador sin desplazarse.

Zona de proximidad: espacio delimitado alrededor de la zona de peligro, desde la que el trabajador puede invadir accidentalmente esta última. Donde no se interponga una barrera física que garantice la protección frente al riesgo eléctrico, la distancia desde el elemento en tensión al límite exterior de esta zona será la indicada en la tabla 1.

Trabajo en proximidad: trabajo durante el cual el trabajador entra, o puede entrar, en la zona de proximidad, sin entrar en la zona de peligro, bien sea con una parte de su cuerpo, o con las herramientas, equipos, dispositivos o materiales que manipula.



En función del tipo de trabajo a realizar, los trabajadores deberán de contar con los requisitos de formación y capacitación siguiente:

CUADRO 1
CUADRO RESUMEN DE LA FORMACIÓN/CAPACITACIÓN MÍNIMA DE LOS TRABAJADORES

	Trabajos sin tensión		Trabajos en tensión		Maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones		Trabajos en proximidad	
	Supresión y reposición de la tensión	Ejecución de trabajos sin tensión	Realización	Reponer fusibles	Mediciones, ensayos y verificaciones	Maniobras locales	Preparación	Realización
BAJA TENSIÓN	A	T	C	A	A	A	A	T
ALTA TENSIÓN	C	T	C + AE (con vigilancia de un Jefe de trabajo)	C (a distancia)	C o C auxiliado por A	A	C	A o T vigilado por A

T = CUALQUIER TRABAJADOR
A = AUTORIZADO
C = CUALIFICADO
C + AE = CUALIFICADO Y AUTORIZADO POR ESCRITO

1.-Los trabajos con riesgos eléctricos en AT no podrán ser realizados por trabajadores de una Empresa de Trabajo Temporal (RD 616/1999).
2.-La realización de las distintas actividades contempladas se harán según lo establecido en las disposiciones del presente Real Decreto.

Trabajador autorizado: trabajador que ha sido autorizado por el empresario para realizar determinados trabajos con riesgo eléctrico, en base a su capacidad para hacerlos de forma correcta, según los procedimientos establecidos en el R.D. 614/2001.

Trabajador cualificado: trabajador autorizado que posee conocimientos especializados en materia de instalaciones eléctricas, debido a su formación acreditada, profesional o universitaria, o a su experiencia certificada de dos o más años.

Jefe de trabajo: persona designada por el empresario para asumir la responsabilidad efectiva de los trabajos.

Trabajos sin tensión (ANEXO II. R.D. 614/2001)

Disposiciones generales

Las operaciones y maniobras para dejar sin tensión una instalación, antes de iniciar el «trabajo sin tensión», y la reposición de la tensión, al finalizarlo, las realizarán trabajadores autorizados que, en el caso de instalaciones de alta tensión, deberán ser trabajadores cualificados.

A.1 Supresión de la tensión.

Una vez identificados la zona y los elementos de la instalación donde se va a realizar el trabajo, y salvo que existan razones esenciales para hacerlo de otra forma, se seguirá el proceso que se describe a continuación, que se desarrolla secuencialmente en cinco etapas:

- Desconectar.
- Prevenir cualquier posible realimentación.
- Verificar la ausencia de tensión.
- Poner a tierra y en cortocircuito.
- Proteger frente a elementos próximos en tensión, en su caso, y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

Hasta que no se hayan completado las cinco etapas no podrá autorizarse el inicio del trabajo sin tensión y se considerará en tensión la parte de la instalación afectada. Sin embargo, para establecer la señalización de seguridad indicada en la quinta etapa podrá considerarse que la instalación está sin tensión si se han completado las cuatro etapas anteriores y no pueden invadirse zonas de peligro de elementos próximos en tensión.

Desconectar.

La parte de la instalación en la que se va a realizar el trabajo debe aislarse de todas las fuentes de alimentación. El aislamiento estará constituido por una distancia en aire, o la interposición de un aislante, suficientes para garantizar eléctricamente dicho aislamiento.

Los condensadores u otros elementos de la instalación que mantengan tensión después de la desconexión deberán descargarse mediante dispositivos adecuados.

Prevenir cualquier posible realimentación.

Los dispositivos de maniobra utilizados para desconectar la instalación deben asegurarse contra cualquier posible reconexión, preferentemente por bloqueo del mecanismo de maniobra, y deberá colocarse, cuando sea necesario, una señalización para prohibir la maniobra. En ausencia de bloqueo mecánico, se adoptarán medidas de protección equivalentes. Cuando se utilicen dispositivos telemandados deberá impedirse la maniobra errónea de los mismos desde el telemando.

Cuando sea necesaria una fuente de energía auxiliar para maniobrar un dispositivo de corte, ésta deberá desactivarse o deberá actuarse en los elementos de la instalación de forma que la separación entre el dispositivo y la fuente quede asegurada.

Verificar la ausencia de tensión.

La ausencia de tensión deberá verificarse en todos los elementos activos de la instalación eléctrica en, o lo más cerca posible, de la zona de trabajo. En el caso de alta tensión, el correcto funcionamiento de los dispositivos de verificación de ausencia de tensión deberá comprobarse antes y después de dicha verificación.

Para verificar la ausencia de tensión en cables o conductores aislados que puedan confundirse con otros existentes en la zona de trabajo, se utilizarán dispositivos que actúen directamente en los conductores (pincha-cables o similares), o se emplearán otros métodos, siguiéndose un procedimiento que asegure, en cualquier caso, la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico.

Los dispositivos telemandados utilizados para verificar que una instalación está sin tensión serán de accionamiento seguro y su posición en el telemando deberá estar claramente indicada.

Poner a tierra y en cortocircuito.

Las partes de la instalación donde se vaya a trabajar deben ponerse a tierra y en cortocircuito:

- En las instalaciones de alta tensión.
- En las instalaciones de baja tensión que, por inducción, o por otras razones, puedan ponerse accidentalmente en tensión.

Los equipos o dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito deben conectarse en primer lugar a la toma de tierra y a continuación a los elementos a poner a tierra, y deben ser visibles desde la zona de trabajo. Si esto último no fuera posible, las conexiones de puesta a tierra deben colocarse tan cerca de la zona de trabajo como se pueda.

Si en el curso del trabajo los conductores deben cortarse o conectarse y existe el peligro de que aparezcan diferencias de potencial en la instalación, deberán tomarse medidas de protección, tales como efectuar puentes o puestas a tierra en la zona de trabajo, antes de proceder al corte o conexión de estos conductores.

Los conductores utilizados para efectuar la puesta a tierra, el cortocircuito y, en su caso, el puente, deberán ser adecuados y tener la sección suficiente para la corriente de cortocircuito de la instalación en la que se colocan.

Se tomarán precauciones para asegurar que las puestas a tierra permanezcan correctamente conectadas durante el tiempo en que se realiza el trabajo. Cuando tengan que desconectarse para realizar mediciones o ensayos, se adoptarán medidas preventivas apropiadas adicionales.

Los dispositivos telemandados utilizados para la puesta a tierra y en cortocircuito de una instalación serán de accionamiento seguro y su posición en el telemando estará claramente indicada.

Proteger y señalizar:

Proteger frente a los elementos próximos en tensión y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

Si hay elementos de una instalación próximos a la zona de trabajo que tengan que permanecer en tensión, deberán adoptarse medidas de protección adicionales, que se aplicarán antes de iniciar el trabajo, según lo dispuesto en el apartado 7 del artículo 4 de este Real Decreto.

A.2 Reposición de la tensión.

La reposición de la tensión sólo comenzará, una vez finalizado el trabajo, después de que se hayan retirado todos los trabajadores que no resulten indispensables y que se hayan recogido de la zona de trabajo las herramientas y equipos utilizados.

El proceso de reposición de la tensión comprenderá:

1. La retirada, si las hubiera, de las protecciones adicionales y de la señalización que indica los límites de la zona de trabajo.
2. La retirada, si la hubiera, de la puesta a tierra y en cortocircuito.
3. El desbloqueo y/o la retirada de la señalización de los dispositivos de corte.
4. El cierre de los circuitos para reponer la tensión.

Desde el momento en que se suprima una de las medidas inicialmente adoptadas para realizar el trabajo sin tensión en condiciones de seguridad, se considerará en tensión la parte de la instalación afectada.

Disposiciones particulares

Las disposiciones particulares establecidas a continuación para determinados tipos de trabajo se considerarán complementarias a las indicadas en la parte A de este anexo, salvo en los casos en los que las modifiquen explícitamente.

B.1 Reposición de fusibles.

En el caso particular de la reposición de fusibles en las instalaciones indicadas en el primer párrafo del apartado 4 de la parte A.1 de este anexo:

- No será necesaria la puesta a tierra y en cortocircuito cuando los dispositivos de desconexión a ambos lados del fusible estén a la vista del trabajador, el corte sea visible o el dispositivo proporcione garantías de seguridad equivalentes, y no exista posibilidad de cierre intempestivo.

- Cuando los fusibles estén conectados directamente al primario de un transformador, será suficiente con la puesta a tierra y en cortocircuito del lado de alta tensión, entre los fusibles y el transformador.

Trabajos en proximidad de elementos en tensión (ANEXO V. R.D. 614/2001)

Disposiciones generales:

En todo trabajo en proximidad de elementos en tensión, el trabajador deberá permanecer fuera de la zona de peligro y lo más alejado de ella que el trabajo permita.

A.1 Preparación del trabajo.

Antes de iniciar el trabajo en proximidad de elementos en tensión, un trabajador autorizado, en el caso de trabajos en baja tensión, o un trabajador cualificado, en el caso de trabajos en alta tensión, determinará la viabilidad del trabajo, teniendo en cuenta lo dispuesto en el párrafo anterior y las restantes disposiciones del presente anexo.

De ser el trabajo viable, deberán adoptarse las medidas de seguridad necesarias para reducir al mínimo posible:

- El número de elementos en tensión.
- Las zonas de peligro de los elementos que permanezcan en tensión, mediante la colocación de pantallas, barreras, envolventes o protectores aislantes cuyas características (mecánicas y eléctricas) y forma de instalación garanticen su eficacia protectora.

Si, a pesar de las medidas adoptadas, siguen existiendo elementos en tensión cuyas zonas de peligro son accesibles, se deberá:

- Delimitar la zona de trabajo respecto a las zonas de peligro; la delimitación será eficaz respecto a cada zona de peligro y se efectuará con el material adecuado.
- Informar a los trabajadores directa o indirectamente implicados, de los riesgos existentes, la situación de los elementos en tensión, los límites de la zona de trabajo y cuantas precauciones y medidas de seguridad deban adoptar para no invadir la zona de peligro, comunicándoles, además, la necesidad de que ellos, a su vez, informen sobre cualquier circunstancia que muestre la insuficiencia de las medidas adoptadas.

Sin perjuicio de lo dispuesto en los apartados anteriores, en las empresas cuyas actividades habituales conlleven la realización de trabajos en proximidad de elementos en tensión, particularmente si tienen lugar fuera del centro de trabajo, el empresario deberá asegurarse de que los trabajadores poseen conocimientos que les permiten identificar las instalaciones eléctricas, detectar los posibles riesgos y obrar en consecuencia.

A.2 Realización del trabajo.

En el desempeño de su función de vigilancia, los trabajadores autorizados deberán velar por el cumplimiento de las medidas de seguridad y controlar, en particular, el movimiento de los trabajadores y objetos en la zona de trabajo, teniendo en cuenta sus características, sus posibles desplazamientos accidentales y cualquier otra circunstancia que pudiera alterar las condiciones en que se ha basado la planificación del trabajo. La vigilancia no será exigible cuando los trabajos se realicen fuera de la zona de proximidad o en instalaciones de baja tensión.

Disposiciones particulares

B.1 Acceso a recintos de servicio y envolventes de material eléctrico.

El acceso a recintos independientes destinados al servicio eléctrico o a la realización de pruebas o ensayos eléctricos (centrales, subestaciones, centros de transformación, salas de control o laboratorios), estará restringido a los trabajadores autorizados, o a personal, bajo la vigilancia continuada de éstos, que haya sido previamente informado de los riesgos existentes y las precauciones a tomar.

Las puertas de estos recintos deberán señalizarse indicando la prohibición de entrada al personal no autorizado. Cuando en el recinto no haya personal de servicio, las puertas deberán permanecer cerradas de forma que se impida la entrada del personal no autorizado.

La apertura de celdas, armarios y demás envolventes de material eléctrico estará restringida a trabajadores autorizados.

El acceso a los recintos y la apertura de las envolventes por parte de los trabajadores autorizados sólo podrá realizarse, en el caso de que el empresario para el que estos trabajan y el titular de la instalación no sean una misma persona, con el conocimiento y permiso de este último.

B.2 Obras y otras actividades en las que se produzcan movimientos o desplazamientos de equipos o materiales en la cercanía de líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas.

Para la prevención del riesgo eléctrico en actividades en las que se producen o pueden producir movimientos o desplazamientos de equipos o materiales en la cercanía de líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas (como ocurre a menudo, por ejemplo, en la edificación, las obras públicas o determinados trabajos agrícolas o forestales) deberá actuarse de la siguiente forma:

- Antes del comienzo de la actividad se identificarán las posibles líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas existentes en la zona de trabajo, o en sus cercanías.
- Si, en alguna de las fases de la actividad, existe riesgo de que una línea subterránea o algún otro elemento en tensión protegido pueda ser alcanzado, con posible rotura de su

aislamiento, se deberán tomar las medidas preventivas necesarias para evitar tal circunstancia.

- Si, en alguna de las fases de la actividad, la presencia de líneas aéreas o de algún otro elemento en tensión desprotegido, puede suponer un riesgo eléctrico para los trabajadores y, por las razones indicadas en el artículo 4.4 de este Real Decreto, dichas líneas o elementos no pudieran desviarse o dejarse sin tensión, se aplicará lo dispuesto en la parte A de este anexo.

A efectos de la determinación de las zonas de peligro y proximidad, y de la consiguiente delimitación de la zona de trabajo y vías de circulación, deberán tenerse especialmente en cuenta:

- Los elementos en tensión sin proteger que se encuentren más próximos en cada caso o circunstancia.

Los movimientos o desplazamientos previsibles (transporte, elevación y cualquier otro tipo de movimiento) de equipos o materiales.

Trabajos en tensión (ANEXO III. R.D. 614/2001)

No está previsto la realización de trabajos en tensión, en el caso de tener que realizarlos la empresa responsable elaborará el correspondiente procedimiento.

Disposiciones generales:

1. Los trabajos en tensión deberán ser realizados por trabajadores cualificados, siguiendo un procedimiento previamente estudiado y, cuando su complejidad o novedad lo requiera, ensayado sin tensión, que se ajuste a los requisitos indicados a continuación. Los trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios.

2. El método de trabajo empleado y los equipos y materiales utilizados deberán asegurar la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico, garantizando, en particular, que el trabajador no pueda contactar accidentalmente con cualquier otro elemento a potencial distinto al suyo.

Entre los equipos y materiales citados se encuentran:

- Los accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, vainas, etc.) para el recubrimiento de partes activas o masas.
- Los útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, puntas de prueba, etc)
- Las pértigas aislantes
- Los dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras, plataformas de trabajo, etc.).

- Los equipos de protección individual frente a riesgos eléctricos (guantes, gafas, cascos, etc.).

Existen tres métodos de trabajo en tensión para garantizar la seguridad de los trabajadores que los realizan:

- Método de trabajo a potencial, empleado principalmente en instalaciones y líneas de transporte de alta tensión.
- Método de trabajo a distancia, utilizado principalmente en instalaciones de **alta tensión** en gama media de tensiones.
- Método de trabajo en contacto con protección aislante en las manos, utilizado principalmente en **baja tensión**, aunque también se emplea en la gama baja de alta tensión. Este es el método más utilizado en los trabajos realizados en redes aéreas de baja tensión que se detalla a continuación.

MANIPULACIÓN DE CARGAS

Manipulación manual de cargas (R.D. 487/1997)

Se evitará en lo posible la manipulación manual de cargas, utilizando medios mecánicos como transpaletas manuales y carretillas automotoras.

Como norma general, nunca se levantarán manualmente cargas superiores a 25 Kg.

Si es preciso realizar labores de manipulación manual de cargas voluminosas, pesadas o irregulares, se pedirá ayuda de uno o varios compañeros si es posible.

En los casos en que se transporte entre 2 o más operarios, sólo uno será el responsable de la maniobra.

En labores de carga manual, manipular las cargas sobre superficies estables, de forma que no sea fácil perder el equilibrio.

Las zonas de trabajo así como sus accesos se mantendrán limpias y libres de obstáculos, los materiales o restos estarán almacenados en los lugares destinados a tal fin.

Cargar los materiales de forma simétrica (levantar enderezando las piernas con la espalda recta y los brazos pegados al cuerpo).

Acondicionar la carga de forma que se impidan los movimientos del contenido.

En el transporte, se tratará de aproximar la carga (su centro de gravedad) lo más posible al cuerpo, andando en pasos cortos y manteniendo el cuerpo erguido.

La carga se transportará de forma que no impida ver y que estorbe lo menos posible el andar natural.

Se evitará, en la medida de lo posible, el movimiento de rotación del tronco en la manipulación manual de cargas.

Es conveniente que la anchura de la carga no supere la anchura de los hombros 860 cm. aproximadamente).

La profundidad de la carga no debería superar los 50 cm., aunque es recomendable que no supere los 35 cm.

Se prohíbe el transporte y la manipulación de cargas por o desde escaleras de mano cuando su peso o dimensiones puedan comprometer la seguridad del trabajador.

Se evitará manejar cargas subiendo cuestas, escalones o escaleras.

Se deberá evitar las corrientes de aire frío en los locales interiores y las ráfagas de viento en el exterior

El calzado constituirá un soporte adecuado para los pies, será estable, con la suela no deslizante, y proporcionará una protección adecuada del pie contra la caída de objetos.

En el manejo de cargas se seguirán los siguientes pasos:

- Planificar el levantamiento.
- Colocar los pies en frente de la carga, ligeramente paralelos; asir la misma con las palmas de las manos y la base de los dedos, no con la punta de los mismos.
- Sujetar firmemente la carga empleando ambas manos.
- Se situará la carga cerca del cuerpo.
- Se mantendrá la espalda recta.
- No se doblará la espalda al levantar o bajar una carga.
- Se usarán los músculos más fuertes, los de las piernas flexionándolas, nunca los de los brazos o la espalda.

Equipos de Protección Individual y Colectiva:

- Equipo de protección general: ropa de trabajo, guantes de protección mecánica y calzado de seguridad
- Para trabajos continuados es obligatorio el uso de "cinturón antilumbago".

Manipulación mecánica de cargas

Las medidas preventivas para trabajos con Camión Grúa autocargante o Grúa autopropulsada están descritas en el apartado específico para estos trabajos.

Las medidas preventivas para trabajos con Grúa autopropulsada están descritas en el apartado específico para estos trabajos.

Las medidas preventivas para trabajos con Herramientas de izado están descritas en el apartado específico para estos trabajos.

Como norma general se seguirán las siguientes medidas preventivas:

- Adecuar las cargas correctamente.
- Controlar las maniobras por una persona cualificada.
- Realizar un correcto mantenimiento de los equipos necesarios para realizar las cargas y descargas de los materiales.
- Se prohibirá la permanencia de personas bajo cargas suspendidas.
- Si existieran líneas eléctricas cercanas a las zonas de acopio las maniobras deberán estar guiadas por un trabajador cualificado según el RD 614/2001 De 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgos eléctrico"

- Los materiales se almacenarán de forma racional, de manera que no se produzcan derrumbamientos ni deslizamientos.
- Evitar realizar trabajos en la misma vertical.
- Utilizar cuerda de servicio.
- Los aparatos elevadores, grúas, etc., deberán ser utilizadas solo por personal especializado, un operario cualificado para su trabajo, con el carné correspondiente.
- Se prohíbe retirar las protecciones de los aparatos elevadores, grúas, camión-grúa, etc.
- Colocación de topes.
- Utilizar elementos estrobos y eslingas adecuados al peso que se debe manipular.
- Comprobación del buen estado de las eslingas, cadenas, ganchos, etc.
- Adecuar la maquinaria a utilizar al peso y dimensiones de la carga.
- No se utilizará una máquina para elevar cargas si no está diseñada para ello.

Equipos de Protección Individual y Colectiva:

- Equipo de protección general: ropa de trabajo, guantes de protección mecánica, calzado de seguridad y casco con barbuquejo

Manipulación de productos químicos (R.D. 379/2001)

El posible efecto nocivo de los contaminantes químicos sobre la salud, debido a su presencia en los ambientes laborales, debe ser considerado en el marco de la acción tóxica que en general pueden ejercer las sustancias químicas.

Se entiende por acción tóxica o toxicidad a la capacidad relativa de un compuesto para ocasionar daños mediante efectos biológicos adversos, una vez ha alcanzado un punto susceptible del cuerpo. Esta posible acción tóxica significa que la exposición a los contaminantes comporta un riesgo, el cual se puede definir como la probabilidad de que produzcan los efectos adversos señalados, bajo las circunstancias concretas de la exposición. La toxicidad es uno de los factores que determinan el riesgo, pero éste responde además a otros factores como la intensidad y la duración de la exposición, la volatilidad del compuesto y el tamaño de las partículas. El concepto de toxicidad se refiere a los efectos biológicos adversos que pueden aparecer tras la interacción de la sustancia con el cuerpo; mientras que el concepto de riesgo incluye además la probabilidad de que se produzca una interacción efectiva.

Clasificación:

Gases: Penetran fácilmente en el cuerpo por inhalación y suelen absorberse con facilidad. No es frecuente su absorción por piel o por ingestión.

Líquidos: El mayor riesgo se produce por inhalación de sus vapores, que se comportan como gases, y de sus aerosoles. El contacto con la piel puede producir efectos importantes, en especial en zonas delicadas como los ojos.

Sólidos: Pueden ser inhalados en forma de polvo o aerosol, pero su penetración profunda en el aparato respiratorio sólo se produce cuando las partículas tienen un tamaño inferior a 5 micras. Es particularmente importante la característica de su posible solubilización en fluidos biológicos (sangre, etc), ya que condiciona el tipo de efecto tóxico.

Ámbito de aplicación:

Se aplica a las instalaciones de almacenamiento, carga y descarga y trasiego de los líquidos inflamables y combustibles comprendidos en la clasificación establecida en el artículo 4, «Clasificación de productos», con las siguientes excepciones:

- Los almacenamientos con capacidad inferior a 50 l de productos de clase B, 250 ll de clase C o 1.000 l de clase D.
- Los almacenamientos integrados dentro de las unidades de proceso, cuya capacidad estará limitada a la necesaria para la continuidad del proceso.
- Las instalaciones en las que se cargan/descargan contenedores cisterna, camiones cisterna o vagones cisterna de líquidos inflamables o combustibles deberán cumplir esta ITC aunque la carga/descarga sea a/de instalaciones de proceso.
- Los almacenamientos regulados por el Reglamento de Instalaciones petrolíferas.
- Los almacenamientos de GLP (gases licuados de petróleo) o GNL (gases naturales licuados) que formen parte de una estación de servicio, de un parque de suministro, de una instalación distribuidora o de una instalación de combustión.
- Los almacenamientos de líquidos en condiciones criogénicas (fuertemente refrigerados).
- Los almacenamientos de sulfuro de carbono.
- Los almacenamientos de peróxidos orgánicos.
- Los almacenamientos de productos cuyo punto de inflamación sea superior a 150 °C.
- Los almacenamientos de productos para los que existan reglamentaciones de seguridad industrial específicas.

Medidas preventivas:

Se tendrá en cuenta para el almacenaje, trasiego y operaciones de mantenimiento, lo dispuesto en las instrucciones complementarias ITC MIE-APQ 1 "Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles" e ITC MIE-APQ 7 "Almacenamiento de líquidos tóxicos".

Equipos de Protección Individual y Colectiva:

- Ropa de trabajo
- Guantes de protección frente a agentes químicos
- Calzado de seguridad
- Gafas o pantalla para protección facial
- Mascarilla

5.2.3. Relativos al Proceso Constructivo

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 5.2.1., más los específicos de su actividad.

A tal fin analizamos a continuación las actividades más significativas.

Replanteo y estaquillado

Los riesgos propios de esta actividad están incluidos en la descripción de riesgos generales y específicos.

Equipos de Protección Individual:

- Ropa de trabajo con protección frente al frío,
- Calzado de protección.

Acopio y manipulación de materiales

Los riesgos propios de esta actividad están incluidos en la descripción de riesgos generales.

A fin de evitar los posibles accidentes, se adoptarán las siguientes medidas preventivas:

- 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.

Equipos de Protección Individual:

- Equipos de protección general: calzado, casco de seguridad, ropa de trabajo, guantes de protección mecánica.

Transporte de materiales y equipos dentro de la obra

En esta actividad, además de los riesgos generales enumerados en el punto 5.2.1., son previsibles los siguientes:

- Desprendimiento o caída de la carga, o parte de la misma, por ser excesiva o estar mal sujeta.
- Vuelcos.
- Choques contra otros vehículos o máquinas.
- Golpes o enganches de la carga con objetos, instalaciones o tendidos de cables.

A fin de evitar los posibles accidentes, se adoptarán las siguientes medidas preventivas:

- 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 placas normalizadas 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.

Equipos de Protección Individual:

- Equipos de protección general: calzado, casco de seguridad, ropa de trabajo, guantes de protección mecánica.

Excavaciones

En esta actividad, además de los riesgos generales enumerados en el punto 5.2.1., son previsibles los siguientes:

- Desprendimiento o deslizamiento de tierras.
- Colisiones y vuelcos de maquinaria.
- Riesgos a terceros ajenos al propio trabajo.

A fin de evitar los posibles accidentes, se adoptarán las siguientes medidas preventivas:

- Antes de comenzar los trabajos deberán de tomarse medidas para localizar y eliminar los peligros debidos a cables subterráneos y demás sistemas de distribución.
- Se intentará no trabajar en el interior de las excavaciones, y si se tiene que trabajar en su interior, se entibarán o ataluzarán todas las excavaciones de profundidad igual o superior a 1,3 m (para un terreno estándar) y todas las que se observen en terreno inestable a cualquier profundidad, de manera que se garantice la seguridad de los trabajadores que tienen que llevar a cabo algún trabajo en el interior.
- 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 en cuyas proximidades deban circular personas, se protegerán con barandillas de señalización y/o contención dependiendo del entorno, 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 sobrepasen en 1 m el borde de estas.
- Las maniobras de la maquinaria estarán dirigidas por una persona distinta del conductor. Las máquinas excavadoras y camiones sólo serán manejados por personal capacitado, con el correspondiente permiso de conducir el cual será responsable, así mismo, de la adecuada conservación de su máquina.
- Estará totalmente prohibida la presencia de operarios trabajando en planos inclinados de terreno, en lugares con fuertes pendientes o debajo de macizos horizontales.

<u>Equipos de Protección Individual:</u>

- Equipos de protección general: calzado, casco de seguridad, ropa de trabajo, guantes de protección mecánica.

Movimiento de tierras (terraplenes y rellenos)

En esta actividad, además de los riesgos generales enumerados en el punto 5.2.1., son previsibles los siguientes:

- Caídas de materiales de las palas o cajas de los vehículos.

- Caídas de personas desde los vehículos.
- Vuelcos de vehículos por diversas causas (malas condiciones del terreno, exceso de carga, durante las descargas, etc.).
- Atropello y colisiones.
- Polvo ambiental.

A fin de evitar los posibles accidentes, se adoptarán las siguientes medidas preventivas:

- No se cargarán los camiones por encima de la carga admisible ni sobrepasando el nivel superior de la caja.
- Se prohíbe el traslado de personas fuera de la cabina de los vehículos.
- Se situarán topes o calzos para limitar la proximidad a bordes de excavaciones o desniveles en zonas de descarga.
- Se limitará la velocidad de vehículos en el camino de acceso y en los viales interiores de la obra a 20 Km/h.
- En caso necesario se procederá al regado de las pistas para evitar la formación de nubes de polvo.
- Se seguirán las indicaciones descritas en la NTP 278: Zanjas. Prevención del desprendimiento de tierras. (Ver anexos).

Equipos de Protección Individual:

- Equipos de protección general: calzado, casco de seguridad, ropa de trabajo, guantes de protección mecánica.

Trabajos de encofrado y desencofrado

En esta actividad, además de los riesgos generales enumerados en el punto 5.2.1., son previsibles los siguientes:

- Desprendimiento de tableros.
- Pinchazos con objetos punzantes.
- Caída de elementos del encofrado durante las operaciones de desencofrado.

A fin de evitar los posibles accidentes, se adoptarán las siguientes medidas preventivas:

- 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.

Equipos de Protección Individual:

- Equipos de protección general: calzado, casco de seguridad, ropa de trabajo, guantes de protección mecánica.

Trabajos con hormigón

La exposición y manipulación del hormigón, además de los riesgos generales enumerados en el punto 5.2.1., son previsibles los siguientes:

- Salpicaduras de hormigón a los ojos.
- Hundimiento, rotura o caída de encofrados.
- Torceduras de pies, pinchazos, al moverse sobre las estructuras.
- Dermatitis en la piel.
- Aplastamiento o atrapamiento por fallo de entibaciones.
- Lesiones musculares por el manejo de vibradores.
- Electrocución por ambientes húmedos.

A fin de evitar los posibles accidentes, se adoptarán las siguientes medidas preventivas:

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 este 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, arnés de seguridad con sistema de anclaje adecuado.
- El guiado del cubo hasta su posición de vertido se hará siempre a través de cuerdas guía.

Equipos de Protección Individual:

- Equipos de protección general: calzado, casco de seguridad, ropa de trabajo, guantes de protección mecánica.
- Gafas de protección.
- Chaleco de alta visibilidad.
- Arnés anticaídas
- Rodilleras
- Botas de goma

5.2.4. Relativos a la Maquinaria y Herramientas

MAQUINARIA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

MAQUINARIA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS EN GENERAL

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Choques o contacto con objetos o elementos móviles.
- Golpes o cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Explosiones e incendios.
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Exposición al ruido.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina).
- Calzado de seguridad.
- Gafas de seguridad (cuando la máquina no disponga de cabina o se realicen tareas de mantenimiento y haya riesgo de salpicadura).
- Guantes de cuero para evitar quemaduras y salpicaduras en las manos.
- Protección auditiva cuando se prevean niveles de ruido superiores a 80-85 dB.
- Cinturón antivibratorio para operadores de las máquinas y conductores de los vehículos que lo precisen.
- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).

Medidas preventivas

Factor humano:

- Sólo se permitirá el manejo a aquellas personas que conozcan su funcionamiento y tengan una categoría profesional adecuada.
- El maquinista tendrá buen conocimiento de las zonas de circulación y trabajo (zanjas, cables, limitaciones de altura, etc.).

- Utilizar las máquinas de acuerdo con las instrucciones del fabricante y sólo en aquellos para los que han sido diseñadas.
- El maquinista se encontrará en perfecto estado de salud antes de subir a la máquina.
- Estará prohibido circular con cualquier tipo de maquinaria que no disponga de matriculación, por carreteras abiertas al tráfico rodado. Cuando la circulación afecta a viales públicos, las máquinas llevarán en zona visible una luz giratoria, siendo aconsejable llevar encendidas las luces de posición en todo momento.
- La máquina se revisará antes de iniciar los trabajos, para que esté en condiciones de realizar su tarea.
- Se respetarán las cargas admisibles para las que está diseñada la máquina.
- No se realizarán maniobras bruscas ni se frenará de repente.
- Se prohíbe la manipulación y operaciones de ajuste y arreglo de máquinas a personal sin la debida preparación y conocimientos de los riesgos a los que puede estar expuesto.
- Cuando abastezca de combustible no lo haga cerca de un punto caliente ni fume.
- No guarde material combustible ni trapos grasientos en la máquina, puede ser el origen de un incendio.
- Si debe arrancar la máquina, mediante la batería de otra, tome precauciones para evitar chisporroteos de los cables. Recuerde que los electrólitos emiten gases inflamables y se puede producir una explosión.
- Para acceder a la máquina se tomarán las siguientes precauciones:
- Utilice los peldaños y asideros dispuestos para tal fin, se evitará lesiones por caída.
- Suba y baje de la máquina de forma frontal (mirando hacia ella), asiéndose con ambas manos; lo hará de forma segura.
- No salte nunca directamente al suelo si no es por peligro inminente para su persona.
- Previo al comienzo de la jornada:
- Realizar los controles y verificaciones previstas en el libro de instrucciones de la máquina.
- Comprobar visualmente el estado de la máquina. Limpiar cristales y espejos para así tener una mejor visión, comprobar que funcionan los dispositivos luminosos.
- Verificar el panel de mandos y el buen funcionamiento de los diversos órganos de las máquinas, así como frenos, dirección, etc.
- Comprobar antes de arrancar que los mandos están en posición neutra. Tocar el claxon.
- Asegurarse del perfecto estado de las señales ópticas y acústicas.

- Durante el desarrollo de la jornada:
- No subir o bajar del vehículo en marcha.
- No abandonar la máquina cargada, con el motor en marcha ni con la cuchara subida.
- Queda terminantemente prohibido el transportar pasajeros, bien en la cabina o en cualquier otra parte de la máquina.
- Si se detecta cualquier anomalía en la máquina, se parará y se dará parte a su superior. No se reanudará los trabajos hasta que se halla subsanado la avería.
- Cuando abandone la máquina, se parará el motor y se accionará el mecanismo de frenado, incluso se dispondrá de calzos si fuera necesario.
- Se respetarán los límites de velocidad, la señalización en la obra y de carreteras así como las prioridades y prohibiciones fijadas en el Plan de Seguridad.

Al final de la jornada:

- Estacionar la máquina en las zonas previstas para ello (en ningún caso a menos de 3 metros del borde de zanjas y vaciados).
- Apoyar el cazo o la cuchara en el suelo.
- Accionar el freno de estacionamiento, dejar en punto muerto los diversos mandos, cortar la llave de la batería y sacar la llave de contacto. Desconectar todos los mecanismos de transmisión y bloquear las partes móviles.
- Cerrar la cabina bajo llave.

Factor mecánico:

- Se usará la máquina más adecuada el trabajo a realizar.
- Sólo se usarán máquinas cuyo funcionamiento sea correcto, comprobadas por personal competente.
- Los resguardos y protecciones de partes móviles estarán colocados correctamente. Si se procediera a quitar alguno, se parará la máquina.
- La cabina estará dotada de extintor timbrado y con las revisiones al día.
- Si las máquinas afectan a viales públicos, durante el trabajo dispondrán en su parte superior de luces giratorias de advertencia.
- El maquinista deberá ajustar su asiento para que de este modo pueda alcanzar los controles sin dificultad.
- Para evitar el peligro de vuelco ningún vehículo podrá ir sobrecargado, especialmente aquellos que han de circular por caminos sinuosos.
- También se evitará el exceso de volumen en la carga de los vehículos y su mala repartición.

- Los dispositivos de frenado han de encontrarse en perfectas condiciones, para lo cual se realizarán revisiones frecuentes.

Factor trabajo:

- Las zonas de trabajo se mantendrán en todo momento limpias y ordenadas. Tendrán además la suficiente iluminación para los trabajos a realizar.
- Se regarán con la frecuencia precisa las áreas en donde los trabajos puedan producir polvaredas.
- Delimitar los accesos y recorridos de los vehículos, siendo estos independientes (siempre que se pueda) de los delimitados para el personal a pie.
- Cuando sea obligatorio el tráfico por zonas de trabajo, estas se delimitarán convenientemente y se indicarán los distintos peligros con sus señales indicativas de riesgo correspondientes.
- La distancia del personal a una máquina que esté trabajando en el mismo tajo vendrá determinada por la suma de la distancia de la zona de influencia de la máquina más 5 metros.
- Existirá una separación entra máquinas que estén trabajando en el mismo tajo de al menos 30 metros.
- Las maniobras de marcha atrás se realizarán con visibilidad adecuada. En caso contrario se contará con la ayuda de otra persona que domine la zona. En ambos casos funcionará en la máquina el dispositivo acústico de marcha atrás.
- Los movimientos de máquinas durante la ejecución de trabajos que puedan producir accidentes serán regulados por personal auxiliar.
- Cualquier máquina o vehículo que vaya cargado tendrán preferencia de paso en pista.
- Se establecerá una limitación de velocidad adecuada para cada máquina.
- Para trabajos en proximidad de líneas eléctricas aéreas consultar las normas dispuestas para ello.

Factor terreno:

- En todo trabajo a realizar con maquinaria de movimiento de tierras se inspeccionarán los tajos a fin de observar posibles desmoronamientos que puedan afectar a las máquinas.
- Para evitar romper en una excavación una conducción enterrada (agua, gas, electricidad, saneamientos, etc.) es imprescindible localizar y señalizar de acuerdo con los planos de la zona. Si a pesar de ello se rompe la misma, se interrumpirán los trabajos, se acordonará la zona (si se precisa) y se dará aviso inmediato.

- Si topa con cables eléctricos, no salga de la máquina hasta haber interrumpido el contacto y alejado la máquina del lugar. Salte entonces, sin tocar a un tiempo el terreno u objeto en contacto con este.
- Cuando el suelo esté en pendiente, frenar la máquina y trabajar con el equipo orientado hacia la pendiente.
- Las pendientes se bajarán siempre con la misma velocidad a la que se sube.
- Se respetarán las distancias al borde del talud, nunca inferiores a 3 metros, debiendo estar señalizado.

MAQUINARIA DE TRANSPORTE POR CARRETERA. CAMIONES

Riesgos

- Atropellos a terceros
- Vuelcos
- Quemaduras con zonas calientes del motor, etc.
- Proyección de partículas y sustancias nocivas
- Incendios y explosiones
- Caídas al ascender o descender del vehículo

Equipos de protección individual

- Utilizar guantes protectores durante la sustitución o abastecimiento del aceite lubricante.
- Utilizar calzado de seguridad.
- Usar gafas y guantes de seguridad cuando se manipule aceites, líquidos refrigerantes, ácidos o cualquier sustancia perjudicial para la salud
- Utilice el equipo de protección personal requerido para la zona donde esté, si así se requiere (chaleco reflectante, casco, etc).

Medidas preventivas

- Cerciorarse, a la hora de realizar una maniobra, que no hay nadie alrededor del vehículo y mirar atentamente por los espejos.
- Tener los elementos del vehículo en buen estado, especialmente los espejos y cristales limpios.
- Suba y baje del vehículo por los lugares indicados para ello
- Respete las normas de tráfico y la señalización de obra.
- La lubricación, conservación y reparación de este vehículo puede ser peligrosa si no se hace de acuerdo con las especificaciones del fabricante. No realizar estas operaciones con el motor caliente y limpiar sus derrames.
- Exija que su vehículo sea cargado correctamente, las cargas deben ser estables y estar lo más centradas posible.
- Verificar los niveles de aceite hidráulico, de la transmisión, sistema de frenos, dirección y volquete y comprobar que no haya ninguna fuga.

MÁQUINAS EXCAVADORAS:

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Choques o contacto con objetos o elementos móviles.
- Golpes o cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Explosiones e incendios.
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Exposición al ruido.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina).
- Calzado de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Protección auditiva.
- Cinturón antivibratorio para operadores de las máquinas y conductores de los vehículos que lo precisen.
- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).

Medidas preventivas

- Serán de aplicación todas las normas recogidas en el apartado "Maquinaria de movimiento de tierras en general".
- Cuando los productos de la excavación se carguen directamente sobre el camión no se pasará la cuchara por encima del mismo.
- Como norma general se circulará marcha adelante y con la cuchara bajada. No se circulará en punto muerto.
- No se empleará el brazo como grúa.
- No se abandonará la máquina con el motor en marcha ni con la cuchara elevada.

- Para desplazarse sobre un terreno en pendiente orientar el brazo hacia la parte de abajo tocando casi el suelo.
- Cuidado con las pendientes de trabajo, no se superará el 20% para terrenos húmedos ni el 30% para terrenos secos pero deslizantes.

CAMIÓN AUTOCARGANTE

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel (durante el estribado o recepción de la carga).
- Golpes por caída de objetos desprendidos (por fallo del circuito hidráulico o frenos, por choque de la carga o del extremo de la pluma contra obstáculo, por rotura de cables o de otros elementos auxiliares como ganchos y poleas, por enganche o estribado deficiente de la carga o por desestabilización del camión sobre sus calzos).
- Atrapamientos por o entre objetos (entre elementos auxiliares como ganchos, eslingas, poleas o por la propia carga).
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos (vuelco por nivelación defectuosa, por fallo del terreno donde se asienta, por sobrepasarse el máximo momento de carga admisible o por efecto del viento).
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Sobreesfuerzos (durante la preparación de la carga).
- Contactos eléctricos (por contacto con línea eléctrica).
- Contactos térmicos.
- Exposición a contaminante químico: gases (por gases de escape motores combustión por reglaje defectuoso).
- Exposición a agente físico: ruido.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina).
- Calzado de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante.
- Guantes de protección.
- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares.

Medidas preventivas

<u>Formación y condiciones del operador</u>

- El manejo lo realizará personas con formación específica y práctica en esta labor (se estará en posesión de las acreditaciones exigidas por la legislación vigente).
- No operar el camión si no se está en perfectas condiciones físicas. Avisar en caso de enfermedad.

Comprobaciones previas (precauciones)

- La grúa que se utilice será la adecuada, en cuanto a su fuerza de elevación y estabilidad, a la carga que deba izar.
- Limpie sus zapatos del barro o grava antes de subir a la cabina. Si se resbalan los pedales durante una maniobra o durante la marcha, puede provocar accidentes.
- Antes de la utilización de la grúa habrán de haberse revisado los cables, desechando aquellos que presenten un porcentaje de hilos rotos igual o superior al 10%.
- Antes de utilizar la grúa se comprobará el correcto funcionamiento de los sistemas hidráulicos de la pluma. Esta maniobra se hará en vacío.

Emplazamiento

- Antes de la colocación de la grúa se estudiará el lugar más idóneo, teniendo en cuenta que deben evitarse las conducciones eléctricas, teniendo en cuenta que ni la pluma, ni el cable, ni la carga pueden pasar en ningún caso a menos de 5 metros de una línea eléctrica.
- Cuando la grúa se encuentre con los gatos estabilizadores en posición de trabajo, los neumáticos del camión no deben estar en contacto con el suelo
- Está prohibido pasar con cargas por encima de personas.

Estabilidad

- Mantenga la máquina alejada de terrenos inseguros, propensos a hundimientos o en proximidad a taludes y excavaciones. La distancia mínima al borde de una excavación será de 2 m.
- Estabilizadores (apoyos telescópicos). Posicionada la máquina, obligatoriamente se extenderán completamente y se utilizarán los apoyos telescópicos de la misma siempre, deberán apoyarse en terreno firme. Los estabilizadores se apoyarán sobre tablones o traviesas de reparto.
- Extendidos los estabilizadores se calculará el área que encierran, comprobando con los diagramas que debe llevar el camión, que es suficiente para la carga y la inclinación requerida.
- Sólo en aquellos casos en donde la falta de espacio impida el uso de los apoyos telescópicos se procederá al izado de la carga sin mediación de estos cuando se cumpla:
  - Comprobación de la posibilidad de llevar a cabo el transporte de la carga (verificación diagramas, peso carga, inclinación, etc.).
  - Antes de operar con la grúa se dejará el vehículo frenado, calzadas sus ruedas y los estabilizadores.

- No desplazar la carga por encima del personal.
- Se transportará la carga evitando oscilaciones pendulares de la misma.

Peso de la carga

- Con anterioridad al izado se conocerá con exactitud o, en su defecto, se calculará el peso de la carga que se deba elevar.
- Se prohíbe sobrepasar la carga máxima admitida por el fabricante de la grúa, en función de la longitud en servicio del brazo.

Medios de protección

- El gancho de la grúa estará dotado de pestillo de seguridad, en prevención del riesgo de desprendimiento de carga.
- Deberán ir indicadas las cargas máximas admisibles para los distintos ángulos de inclinación.

Choque contra objetos

- Cuando se trabaje sin carga se elevará el gancho para librar personas y objetos.
- Asegure la inmovilización del brazo de la grúa antes de iniciar ningún desplazamiento.

Señalista

- En todo momento la maniobra será dirigida por un único operario que será el que tenga el mando de la grúa, excepto en la parte del recorrido en el que éste no pueda ver la carga, en la que dirigirá la maniobra el señalista.
- El operario que esté dirigiendo la carga ignorará toda señal proveniente de otras personas, salvo una señal de parada de emergencia, señal que estará clara para todo el personal involucrado.
- No se permitirá dar marcha atrás sin la ayuda de un señalista (tras la máquina puede haber operarios y objetos).

Señalización

- Si fuese necesario ocupar transitoriamente la acera se canalizará el tránsito de los peatones por el exterior de la misma, con protección de vallas metálicas de separación de áreas.
- Se acotarán a nivel de terreno las zonas que se vean afectadas por los trabajos, para evitar el paso o permanencia del tránsito de peatones o de otros operarios en la zona, ante una eventual caída de objetos, materiales o herramientas.

Distancias de seguridad

En presencia de líneas eléctricas debe evitarse que el extremo de la pluma, cables o la propia carga se aproxime a los conductores a una distancia menor que las indicadas a continuación dependiendo de la tensión nominal de la línea eléctrica:

Tensión nominal instalación (kV)	Distancia mínima Dprox-2 (m)
< 66	3
$66 < V_n < 220$	5
$V_n > 220$	7

Si no es posible realizar el trabajo en adecuadas condiciones de seguridad, guardando las distancias de seguridad, se lo comunicará al Responsable de los Trabajos quién decidirá las medidas a adoptar (solicitud a la Compañía Eléctrica del corte del servicio durante el tiempo que requieran los trabajos, instalación de pantallas de protección, colocación de obstáculos en el suelo, etc.).

Contacto eléctrico con línea eléctrica aérea

En el caso de contacto con una línea eléctrica aérea el conductor de la grúa seguirá las siguientes instrucciones:

- Permanecerá en la cabina y maniobrará haciendo que cese el contacto.
- Alejará el vehículo del lugar, advirtiendo a las personas que allí se encuentran que no deben tocar la máquina.
- Si no es posible cesar el contacto ni mover el vehículo, permanecerá en la cabina indicando a todas las personas que se alejen del lugar, hasta que le confirmen que la línea ha sido desconectada.
- Si el vehículo se ha incendiado y se ve forzado a abandonarlo podrá hacerlo:
- Comprobando que no existen cables de la línea caídos en el suelo o sobre el vehículo, en cuyo caso lo abandonará por el lado contrario.
- Descenderá de un salto, de forma que no toque el vehículo y el suelo a un tiempo. Procurará caer con los pies juntos y se alejará dando pasos cortos, sorteando sin tocar los objetos que se encuentren en la zona.

CAMIÓN HORMIGONERA

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos desprendidos.
- Choque contra objetos inmóviles.
- Choque o contacto con elementos móviles (por manejo canaleta).
- Golpes y cortes por objetos y herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamientos por o entre objetos (durante el despliegue, montaje y desmontaje de las canaletas).
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos (caída a zanjas).
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.
- Exposición a agente físico: ruido.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina).
- Calzado de seguridad.
- Guantes de seguridad contra agresivos mecánicos y contra la acción del cemento que eviten aparición de dermatitis.
- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).

Medidas preventivas

- El manejo lo realizará personas con formación específica y práctica en esta labor.
- El ascenso y descenso al camión hormigonera se realizará frontalmente al mismo, haciendo uso de los peldaños y asideros dispuestos para tal fin, evitando el ascenso a través de las llantas y el descenso mediante saltos.

Vuelco de la máquina

Se evitará que las zonas de acceso o circulación de los camiones se haga por rampas que superen una pendiente de 20% (como norma general), en prevención de atoramientos o vuelco de los camiones hormigoneras.

- Operación de vertido
- Para evitar la aproximación excesiva de la máquina a bordes de taludes y evitar vuelcos o desprendimientos se señalizarán dichos bordes, no permitiendo el acercamiento de maquinaria pesada a menos de 2 metros.
- La puesta en estación y los movimientos del camión-hormigonera durante las operaciones de vertido, serán dirigidas por un señalista, en prevención de los riesgos por maniobras incorrectas.
- Durante las operaciones de vertido se calzarán todas las ruedas, con el fin de evitar deslizamientos o movimientos por fallo de los frenos.

Atrapamientos

- El operario que despliegue el canal de vertido de hormigón del camión hormigonera, deberá prestar sumo cuidado para no verse expuesto a amputaciones traumáticas por cizallamiento en la operación de basculamiento y encaje de los módulos de propagación.
- Una vez que acabe el hormigonado se recogerá la canaleta hasta la posición de lavado del camión hormigonera para evitar movimientos incontrolados.

Mantenimiento

- La limpieza de la cuba y canaletas se efectuará en los lugares previamente indicados, en prevención de riesgos por la realización de trabajos en zonas próximas a otros tajos.
- El mantenimiento y las intervenciones en el motor se realizarán por personal formado para dichos trabajos previendo las proyecciones de líquidos a altas temperaturas, incendio por líquidos inflamables o atrapamientos por manipulación de motores en marcha o partes en movimiento.

Riesgo eléctrico

Se señalizará la existencia de líneas aéreas eléctricas mediante banderolas que impidan el paso a vehículos que superen el gálibo marcado.

CAMIÓN BASCULANTE

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos desprendidos.
- Choque contra objetos inmóviles.
- Golpes y cortes por objetos y herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos (caída a zanjas).
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina).
- Calzado de seguridad.
- Guantes de seguridad contra agresivos mecánicos.
- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).

Medidas preventivas

Serán de aplicación todas las normas recogidas en el apartado "Maquinaria de movimiento de tierras en general".

Formación

El personal encargado del manejo de esta máquina será especialista y estará en posesión del preceptivo carnet de conducir.

Carga de la caja

Las cajas de camiones se irán cargando de forma uniforme y compensando las cargas para no sobrecargar por zonas.

Una vez llegado al como de la caja, si se trata de materiales sueltos, se procederá a su tapado mediante lona o red para evitar su caída o derrame durante su transporte.

Durante las operaciones de carga permanecerá dentro de la cabina (si tiene visera de protección) o alejado del área de trabajo de la máquina cargadora.

Actuaciones seguras

- La caja será bajada inmediatamente después de efectuada la descarga y antes de emprender la marcha.
- Si por cualquier circunstancia tuviera que parar en rampa el vehículo quedará frenado y calzado con topes.
- La velocidad de circulación estará en consonancia con la carga transportada, la visibilidad y las condiciones del terreno.
- En todo momento se respetarán las normas marcadas en el código de circulación vial así como la señalización de la obra.
- Si se agarrota el freno evite colisiones frontales o contra otros vehículos de su porte. Intente la frenada por roce lateral lo más suavemente posible o bien introdúzcase en terreno blando.
- Las maniobras dentro del recinto de obra se harán sin brusquedades, anunciando con antelación las mismas, auxiliándose del personal de obra.

Vuelco de la maquinaria

- En la aproximación al borde de la zona de vertido, tendrá especialmente en cuenta la estabilidad del vehículo, asegurándose que dispone de un tope limitador sobre el suelo siempre que se estime oportuno.
- Cuando se descargue material en las proximidades de una zanja se aproximará a una distancia máxima de 1 metro garantizando ésta mediante topes.

Contacto eléctrico

Para prevenir el contacto de la caja de camión en el momento de bascular, se señalizará la existencia de líneas aéreas eléctricas mediante banderolas que impidan el paso a vehículos que superen el gálibo marcado.

Mantenimiento

- Cualquier operación de revisión con el basculante levantado se hará impidiendo su descenso mediante enclavamiento.
- Los caminos de circulación interna de la obra se cuidarán en previsión de barrizales excesivos que mermen la seguridad de la circulación.

DÚMPER AUTOVOLQUETE:

Riesgos

- Caída de personas al mismo y distinto nivel.
- Caída de objetos desprendidos.
- Choque contra objetos inmóviles.
- Golpes y cortes por objetos y herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos (caída a zanjas).
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Sobreesfuerzos.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad. Cinturón antivibratorio.
- Guantes de seguridad contra agresivos mecánicos.
- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).

Medidas preventivas

- Serán de aplicación todas las normas recogidas en el apartado "Maquinaria de movimiento de tierras en general".
- No se permitirá el acceso ni la conducción del dúmper o autovolquete sin la debida autorización.
- No se sobrecargará la caja ni se colmará la misma ya que en su desplazamiento puede ir perdiendo de forma peligrosa parte de la misma. El dúmper elegido debe ser el apropiado al volumen de tierras a mover.
- En ningún caso se llenará el cubilete hasta un nivel en que la carga dificulte la visibilidad del conductor.

- Asegúrese siempre de tener una perfecta visibilidad frontal, evitará accidentes. Los dúmper se deben conducir mirando al frente, evite que la carga le haga conducir con el cuerpo inclinado mirando por los laterales de la máquina.
- Para descarga de materiales en proximidad de bordes de taludes se colocarán topes de tal forma que se impida la excesiva aproximación del dúmper al borde.
- No se admitirán máquinas que no vengan con la protección de cabina antivuelco instalada o pórtico de seguridad.
- Asimismo, estos vehículos dispondrán de cinturón de seguridad que impida que en caso de vuelco el conductor pueda salir despedido.
- Antes de emprender la marcha el basculante deberá estar bajado.
- Al circular cuesta abajo debe estar metida una marcha, nunca debe hacerse en punto muerto.
- La velocidad máxima de circulación en obra será de 20 km/h (deberá existir por ello la pertinente señal en obra).
- En el caso de circular por vía pública cumplirán las indicaciones del código de circulación, por ello deberán estar matriculados y tendrán una luz rotativa indicando su presencia y desplazamiento.
- Si por cualquier circunstancia tuviera que parar en rampa el vehículo quedará frenado y calzado con topes.
- Está absolutamente prohibido transportar personas.
- El conductor deberá utilizar cinturón antivibratorio.

CARGADORES Y EXCAVADORAS COMPACTOS (BOF-CAF)

Riesgos

- Caída de personas al mismo y distinto nivel.
- Caída de objetos desprendidos.
- Choque contra objetos inmóviles.
- Golpes y cortes por objetos y herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos (caída a zanjas).
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Sobreesfuerzos.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina).
- Calzado de seguridad.
- Guantes de seguridad contra agresivos mecánicos.
- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).

Medidas preventivas

- Serán de aplicación todas las normas recogidas en el apartado "Maquinaria de movimiento de tierras en general".
- No se permitirá el acceso ni la conducción de la máquina "bob-cat" sin la debida autorización.
- No se sobrecargará la pala ni se colmará la misma ya que en su desplazamiento puede ir perdiendo de forma peligrosa parte de la misma. La máquina y sus accesorios elegidos deben ser apropiados a la operación a realizar.
- Para descarga de materiales en proximidad de bordes de taludes se colocarán topes de tal forma que se impida la excesiva aproximación de la máquina al borde.
- No se admitirán máquinas que no vengan con la protección de cabina antivuelco instalada o pórtico de seguridad. Asimismo, estos vehículos dispondrán de cinturón de seguridad que impida que en caso de vuelco el conductor pueda salir despedido.
- En el caso de circular por vía pública cumplirán las indicaciones del código de circulación, por ello deberán estar matriculados y tendrán una luz rotativa indicando su presencia y desplazamiento.

- Si por cualquier circunstancia tuviera que parar en rampa el vehículo quedará frenado y calzado con topes.
- Está absolutamente prohibido transportar personas.

MÁQUINA DE EXCAVACIÓN CON MARTILLO HIDRÁULICO

Riesgos

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos desprendidos.
- Choque contra objetos inmóviles.
- Golpes y cortes por objetos y herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamientos y golpes por máquinas o accesorios de máquinas
- Sobreesfuerzos.
- Contacto con sustancias nocivas
- Golpe o explosión por rotura de las conducciones que llevan el fluido (aceite, aire comprimido)

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina).
- Calzado de seguridad.
- Guantes de seguridad contra sustancias nocivas.
- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).

Medidas preventivas

- No lleve ropas sueltas, brazaletes, cadenas, cabellos largos no recogidos….
- Haga todas las operaciones de limpieza y mantenimiento con la herramienta desconectada de su fuente de alimentación.
- Compruebe que la instalación neumática o hidráulica de la máquina es la adecuada
- Esta herramienta únicamente debe ser utilizada por personal autorizado y debidamente instruido, con una formación específica adecuada.
- Las rejillas y chapas de protección que evitan el contacto con piezas móviles deben permanecer en su sitio, bien ajustadas.
- Serán de aplicación todas las normas recogidas en el apartado “Excavadoras”.

COMPACTADORES DE TAMBOR LISO

Riesgos

- Caída de personas al mismo nivel.
- Choque contra objetos inmóviles.
- Atrapamientos, golpes y cortaduras por accesorios de máquinas y elementos móviles.
- Vibraciones.
- Quemaduras por contacto con fluidos a alta temperatura.
- Contacto con sustancias nocivas
- Incendios por fallo eléctrico y/o combustión de líquidos inflamables
- Explosiones por rotura de las conducciones que llevan el fluido (aceite, aire comprimido)

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Guantes de seguridad frente a contacto de líquidos nocivos.
- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad o con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).

Medidas preventivas

- No lleve ropas sueltas, brazaletes, cadenas, cabellos largos no recogidos….
- Haga todas las operaciones de limpieza y mantenimiento con la herramienta desconectada de su fuente de alimentación.
- Compruebe que la instalación neumática o hidráulica de la máquina es la adecuada
- Esta herramienta únicamente debe ser utilizada por personal autorizado y debidamente instruido, con una formación específica adecuada.
- Las rejillas y chapas de protección que evitan el contacto con piezas móviles deben permanecer en su sitio, bien ajustadas.
- Seguir las normas establecidas por el fabricante para el funcionamiento y mantenimiento de la máquina

MÁQUINAS HERRAMIENTAS

MÁQUINAS HERRAMIENTAS EN GENERAL:

Riesgos

- Cortes.
- Quemaduras.
- Golpes.
- Proyección de fragmentos.
- Caída de objetos.
- Contactos con la energía eléctrica.
- Riesgo eléctrico.
- Exposición a agente físico: ruido.
- Exposición a agente físico: vibraciones.
- Explosiones por trasiego de instrumentos.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- En los trabajos con riesgo de proyección de partículas se deberá hacer uso de gafas de seguridad contra impactos mecánicos.
- Medidas preventivas
- Las máquinas-herramientas eléctricas a utilizar en esta obra, estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento.
- Los motores eléctricos de las máquinas-herramientas estarán protegidos por la carcasa y resguardos propios de cada aparato para evitar los riesgos de atrapamientos o de contacto con la energía eléctrica.
- Las transmisiones motrices por correas, estarán siempre protegidas mediante bastidor que soporte una malla metálica, dispuesta de tal forma, que, permitiendo la observación de la correcta transmisión motriz, impida el atrapamiento de los operarios o de los objetos.
- Se prohíbe realizar operaciones o manipulaciones en la máquina accionada por transmisiones por correas en marcha. Las reparaciones, ajustes, etc., se realizarán a motor parado, para evitar accidentes.

- El montaje y ajuste de transmisiones por correas se realizará mediante" montacorreas" (o dispositivos similares), nunca con destornilladores, las manos, etc., para el riesgo de atrapamiento.
- Las transmisiones mediante engranajes accionados mecánicamente, estarán protegidas mediante un bastidor soporte de un cerramiento a base de una malla metálica, que permitiendo la observación del buen funcionamiento de la transmisión, impida el atrapamiento de personas u objetos.
- Las máquinas en situación de avería o de semiavería, que no respondan a todas las órdenes recibidas como se desea, pero si a algunas, se paralizarán inmediatamente quedando señalizadas mediante una señal de peligro con la leyenda:" NO CONECTAR, EQUIPO (O MÁQUINA) AVERIADO", retirando la manguera de alimentación, y si los lleva quitando los fusibles o contadores.
- Los letreros con leyendas de" MÁQUINA AVERIADA"," MÁQUINA FUERA DE SERVICIO", etc., serán instalados y retirados por la misma persona.
- Toda maquinaria a emplear en esta obra dispondrá de los medios de protección (en todos los sentidos) originales de fábrica. Aquella máquina que por su antigüedad o por cualquier otra razón no disponga de los medios de protección exigibles según Normativa, Plan de Seguridad y Salud o del Responsable de Proyecto (Dirección Facultativa), será rechazado.
- Las máquinas-herramientas con capacidad de corte, tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.
- Las máquinas-herramientas no protegidas eléctricamente mediante el sistema de doble aislamiento, tendrán sus carcasas de protección de motores eléctricos, etc., conectadas a la red de tierras en combinación con los disyuntores diferenciales del cuadro eléctrico general de obra.
- Las máquinas-herramientas a utilizar en lugares en los que existen productos inflamables o explosivos (disolventes inflamables, explosivos, combustible y similares), estarán protegidos mediante carcasas antideflagrantes.
- En ambientes húmedos la alimentación para las máquinas-herramienta no protegidas con doble aislamiento, se realizará mediante conexión a transformadores a 24 V.
- El transporte aéreo mediante grúa de las máquinas-herramienta (mesa de sierra, tronzadora, dobladora, etc.) se realizará ubicándola flejada en el interior de una batea emplintada resistente, para evitar el riesgo de caída de la carga.
- En prevención de los riegos por inhalación de polvo ambiental, las máquinas-herramientas con producción de polvo se utilizarán en vía húmeda, para eliminar la formación de atmósferas nocivas.

- Siempre que no sea posible lo indicado en el punto anterior, las máquinas-herramienta con producción de polvo se utilizarán a sotavento, para evitar el riesgo por trabajar en el interior de atmósferas nocivas.
- Las máquinas herramientas de alta sonoridad (ruidosas) se utilizarán a una distancia mínima del mismo de 10 metros (como norma general), para evitar el riesgo por alto nivel acústico (compresores, grupos electrógenos, etc.).
- Se prohíbe en esta obra la utilización de herramientas accionadas mediante combustibles líquidos.
- Se prohíbe el uso de máquinas herramientas el personal no autorizado para evitar accidentes por impericia.
- Se prohíbe dejar las herramientas eléctricas de corte o taladro, abandonadas en el suelo, para evitar accidentes.
- Las conexiones eléctricas de todas las máquinas-herramienta a utilizar en esta obra mediante clemas, estarán siempre protegidas con su correspondiente carcasa anticontactos eléctricos.
- Siempre que sea posible, las mangueras de presión para accionamiento de máquinas herramientas, se instalarán de forma aérea. Se señalizarán mediante cuerdas de banderolas, los lugares de cruce aéreo de las vías de circulación interna, para prevenir los riegos de tropiezo o corte del circuito de presión.

MÁQUINA DE COMPRESIÓN

- Riesgos:
- Atrapamiento de extremidades
- Proyección de objetos.
- Golpes.

Protecciones personales:

- Casco de seguridad homologado.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Botas de seguridad.
- Gafas de seguridad.
- Guantes de trabajo.

Medidas preventivas

- No superar nunca los valores especificados de presión o fuerza del equipo.
- La presión hidráulica no se aplicará a través de mangueras retorcidas.
- La bomba no se arrancará a no ser que la válvula esté en posición neutra.
- Se proporcionará apoyo firme a la bomba y cabeza de la prensa.
- No se repostará combustible con la máquina en funcionamiento.
- No arrancar la máquina en lugares cerrados o poco ventilados.
- No tocar el escape de la máquina ni las partes cercanas al mismo.
- No tocar la cabeza de la prensa mientras esté operando.
- Asegurar que se ha cerrado convenientemente la cabeza antes de comenzar la compresión.
- No transportar el equipo sosteniéndolo por las mangueras.

COMPRESOR

Riesgos

- Atrapamiento por o entre objetos.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas.
- Choque contra objetos móviles (caída de máquina por terraplén).
- Exposición a agente físico: ruido.
- Exposición a agente físico: vibraciones.
- Rotura de la manguera de presión.
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas (emanación de gases tóxicos por escape del motor).
- Contactos térmicos.
- Incendio o explosiones.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Protectores auditivos (para realizar las maniobras de arranque y parada).
- Guantes de goma o PVC.

Medidas preventivas

- Los compresores se situarán en lugares ventilados, nunca junto a la entrada de pozos o galerías.
- Las operaciones de mantenimiento y de abastecimiento de combustible se efectuarán con el motor parado en prevención de incendios o de explosión.
- Se mantendrá a una distancia mayor de 2 metros del borde de coronación de cortes y taludes (para evitar el desprendimiento de la cabeza del talud por sobrecarga).
- El compresor se situará en terreno horizontal, con sus ruedas calzadas y con la lanza de arrastre en posición horizontal.
- Con el fin de evitar atrapamientos por órganos móviles, quemaduras e incluso disminuir los niveles de ruido, las carcasas deberán permanecer siempre cerradas.
- Es preferible el uso de compresores con bajo nivel de sonoridad, advirtiendo en caso contrario el alto nivel sonoro en la zona alrededor del compresor.
- Se procurará que los trabajadores permanezcan alejados a unos 15 metros de distancia del compresor, evitando así los riesgos producidos por el ruido.

- Las mangueras se protegerán de las agresiones, distribuyéndose evitando zona de pasos de vehículos. Si se distribuyen verticalmente se sostendrán sobre soportes tipo catenarias o cables.
- Se procederá periódicamente a la revisión de elementos del compresor tales como mangueras, carcasas, bridas de conexión y empalme, etc. para evitar un desgaste o deterioro excesivo, procediendo a la sustitución en caso necesario.

MARTILLO NEUMÁTICO

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Sobreesfuerzo.
- Exposición a temperatura ambientales extremas.
- Contactos eléctricos.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Exposición a agente físico: ruido.
- Exposición a agente físico: vibraciones.
- Rotura de la manguera de presión o proyecciones de aire comprimidos al efectuar conexiones.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Protectores auditivos.
- Guantes.
- Mascarilla antipolvo.
- Gafas para proyección de partículas.
- Cinturón lumbar antivibraciones.
- Chaleco reflectante (en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).

Medidas preventivas

- Previamente al comienzo de los trabajos se deberá tener conocimiento del trazado de conducciones enterradas (gas, electricidad, agua, etc.) y solicitar el corte de suministro de la compañía en caso necesario.
- Los compresores se situarán en lugares ventilados, nunca junto a la entrada de pozos o galerías.
- Las operaciones de mantenimiento y de abastecimiento de combustible se efectuarán con el motor parado en prevención de incendios o de explosión.

- Se revisará con periódicamente el estado de las mangueras de presión y compresores, así como los empalmes efectuados en dichas mangueras.
- Las mangueras se distribuirán por zonas donde no haya tránsito de vehículos, protegiéndose de posibles agresiones mecánicas.
- En aquellas situaciones donde exista riesgo de caída de altura, se procurará una protección colectiva (barandilla, etc.) y en el caso de que no sea posible se recurrirá al uso de arnés de seguridad (anticaídas o sujeción) y se dispondrá de los puntos fuertes adecuados para el amarre de los mismos.
- Manejar el martillo agarrado a la cintura-pecho. En ocasiones puede emplearse un caballete de apoyo para trabajos en horizontal.
- No se hará palanca con el martillo en marcha.

GRUPOS ELECTRÓGENOS

Riesgos

- Choque contra objetos inmóviles.
- Choques o contacto con objetos o elementos móviles.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Incendio.
- Ruido.
- Sobreesfuerzo.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad
- Calzado de seguridad
- Protectores auditivos
- Guantes
- Chaleco reflectante (en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).

Medidas preventivas

- Los equipos estarán situados en lugares ventilados, alejados de los puestos de trabajo (dado el ruido) y, en cualquier caso, alejados de bocas de pozos, túneles y similares.
- Se asentará sobre superficies planas y niveladas y si dispone de ruedas estas se calzarán.
- Todos los órganos de transmisión (poleas, correas,) estarán cubiertos con resguardos fijos o móviles.
- Los bordes de conexión estarán protegidos ante posibles contactos directos.
- Se dispondrá de extintor de polvo químico o CO2 cerca del equipo.
- El grupo electrógeno deberá contar con un cuadro eléctrico que disponga de protección diferencial y magnetotérmica frente a las corrientes de defecto y contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Los cuadros eléctricos a los que alimenta el generador contarán con diferenciales y magnetotérmicos en caja normalizada, puesta a tierra de las masas metálicas, señal indicativa de riesgo eléctrico e imposibilidad de acceso de partes en tensión.
- Las conexiones se realizarán correctamente, mediante las preceptivas clavijas.

- La conexión a tierra se realizará mediante picas de cobre. La resistencia del terreno será la adecuada para la sensibilidad de los diferenciales, recomendándose de forma genérica que no sea superior a los 20 Ω.
- Cada vez que se utilice o cambie de situación y diariamente se comprobará que existe una correcta puesta a tierra de las masas.

EQUIPO DE SOLDADURA OXIACETILÉNICA Y OXICORTE

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes o cortes por objetos o herramientas.
- Atrapamientos por o entre objetos (en manipulación de botellas).
- Contactos térmicos (quemaduras por salpicadura de metal incandescentes y contactos con los objetos calientes que se están soldando).
- Proyecciones de fragmentos o partículas.
- Exposición a contaminantes químicos: humos metálicos (humos y gases de soldadura, intensificado por sistemas de extracción localiza inexistentes o ineficientes).
- Incendio y/o explosión (durante los procesos de encendido y apagado, por uso incorrecto del soplete, por montaje incorrecto o encontrarse en mal estado, por retorno de llama, por fugas o sobrecalentamientos incontrolados de las botellas de gases).
- Exposiciones a agentes físicos radiaciones no ionizantes (radiaciones en las bandas de UV visible e IR del espectro en dosis importantes nocivas para los ojos, procedentes del soplete y del metal incandescente del arco de soldadura).

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Polainas de cuero.
- Yelmo de soldador (casco y careta de protección)
- Pantalla de protección de sustentación manual.
- Guantes de cuero de manga larga.
- Manguitos de cuero.
- Mandil de cuero.
- Arnés de seguridad (cuando el trabajo así lo requiera).

Medidas preventivas

<u>Normas generales</u>

- Se prohíben los trabajos de soldadura y corte, en locales donde se almacenan materiales inflamables, combustibles, donde exista riesgo de explosión o en el interior de recipientes que hayan contenido sustancias inflamables.

- Para trabajar en recintos que hayan contenido sustancias explosivas o inflamables, se debe limpiar con agua caliente y desgasificar con vapor de agua, por ejemplo. Además, se comprobará con la ayuda de un medidor de atmósferas peligrosas (explosímetro), la ausencia total de gases.
- Se debe evitar que las chispas producidas por el soplete alcancen o caigan sobre las botellas, mangueras o líquidos inflamables.
- No utilizar el oxígeno para limpiar o soplar piezas o tuberías, etc., o para ventilar una estancia, pues el exceso de oxígeno incrementa el riesgo de incendio.
- Los grifos y manorreductores de las botellas de oxígeno deben estar siempre limpios de grasas, aceites o combustible de cualquier tipo. Las grasas pueden inflamarse espontáneamente por acción del oxígeno.
- Si una botella de acetileno se calienta por cualquier motivo, puede explosionar; cuando se detecta esta circunstancia se debe cerrar el grifo y enfriarla con agua, si es preciso durante horas.
- Si se incendia el grifo de una botella de acetileno, se tratará de cerrarlo y si no se consigue, se apagará con un extintor de nieve carbónica o de polvo.
- Después de un retroceso de llama o de un incendio del grifo de una botella de acetileno, debe comprobarse que la botella no se calienta sola.

Uso de equipos de protección

- El operario no deberá trabajar con la ropa manchada de grasa, disolventes o cualquier otra sustancia inflamable.
- Cuando se trabaje en altura y sea necesario utilizar cinturón de seguridad, éste se deberá proteger para evitar que las chispas lo puedan quemar.
- Las proyecciones de partículas de metal fundido, pueden producir quemaduras al soldador. Para evitar el riesgo, obligatoriamente el soldador utilizará las prendas enumeradas con anterioridad.

Normas de utilización de botellas

- Las botellas deben estar perfectamente identificadas en todo momento, en caso contrario deben utilizarse y devolverse al proveedor.
- Todos los equipos, canalizaciones y accesorios deben ser los adecuados a la presión y gas a utilizar.
- Las botellas de acetileno llenas se deben mantener en posición vertical, al menos 12 horas antes de ser utilizadas. En caso de tener que tumbarlas, se debe mantener el grifo con el orificio de salida hacia arriba, pero en ningún caso a menos de 50 cm del suelo.

- Los grifos de las botellas de oxígeno y acetileno deben situarse de forma que sus bocas de salida apunten en sentidos opuestas.
- Las botellas en servicio deben estar libres de objetos que las cubran total o parcialmente.
- Las botellas deben estar a una distancia entre 5 y 10 m de la zona de trabajo.
- Antes de empezar una botella comprobar que el manómetro marca "cero" con el grifo cerrado.
- Si el grifo de una botella se atasca, no se debe forzar la botella, se debe devolver al suministrador marcando convenientemente la deficiencia detectada.
- Antes de colocar el manorreductor, debe purgarse el grifo de la botella de oxígeno, abriendo un cuarto de vuelta y cerrando con la mayor brevedad.
- Colocar el manorreductor con el grifo de expansión totalmente abierto, después de colocarlo se debe comprobar que no existen fugas utilizando agua jabonosa, pero nunca con llama. Si se detectan fugas se debe proceder a su reparación inmediatamente.
- Abrir el grifo de la botella lentamente, en caso contrario el reductor de presión podría quemarse.
- Las botellas no deben comunicarse completamente pues podría entrar aire. Se debe conservar siempre una ligera sobre presión en su interior.
- Cerrar los grifos de las botellas después de cada sesión de trabajo. Después de cerrar el grifo de la botella se debe descargar siempre el manorreductor, las mangueras y el soplete.
- La llave de cierre debe estar sujeta a cada botella en servicio, para cerrarla en caso de incendio. Un buen sistema es atarla al manorreductor.
- Las averías en los grifos de las botellas deben ser solucionadas por el suministrador, evitando en todo caso él desmontarlos.
- No sustituir las juntas de fibra por otras de goma o cuero.
- Si como consecuencia de estar sometidas a bajas temperaturas se hiela el manorreductor de alguna botella utilizar paños de agua caliente para deshelarlas.

Mangueras

- Las mangueras deben estar siempre en perfectas condiciones de uso y sólidamente fijadas a las tuercas de empalme.
- Las mangueras deben conectarse a las botellas correctamente sabiendo que las de oxígeno son rojas y las de acetileno negras, teniendo estas últimas un diámetro mayor que las primeras.

- Se debe evitar que las mangueras entren en contacto con superficies calientes, bordes afilados, ángulos vivos o caigan sobre ellas chispas procurando que no formen bucles.
- Las mangueras no deben atravesar vías de circulación de vehículos o personas sin estar protegidas con apoyos de paso de suficiente resistencia a la compresión.
- Antes de iniciar el proceso de soldadura se debe comprobar que no existen pérdidas en las conexiones de las mangueras utilizando, por ejemplo, agua jabonosa. Nunca se utilizará una llama para efectuar la comprobación.
- No se deberá trabajar con las mangueras situadas sobre los hombros o entre las piernas.
- Las mangueras no deben dejarse enrolladas sobre las ojivas de las botellas.
- Después de un retorno accidental de llama, se deben desmontar las mangueras y comprobar que no han sufridos daños. En caso afirmativo se deben sustituir por unas nuevas desechando las deterioradas.

Soplete

- El soplete debe manejarse con cuidado y en ningún caso se golpeará con él.
- En la operación de encendido debería seguirse la siguiente secuencia de actuación:
- Abrir lentamente y ligeramente la válvula del soplete correspondiente al oxígeno.
- Abrir la válvula del soplete correspondiente al acetileno de ¾ de vuelta.
- Encender la mezcla con un encendedor o llama piloto.
- Aumentar la entrada del combustible hasta que la llama no despida humo.
- Acabar de abrir el oxígeno según necesidades.
- Verificar el manorreductor.
- En la operación de apagado debería cerrarse primero la válvula de acetileno y después la del oxígeno.
- No colgar nunca el soplete en las botellas, ni siquiera apagado.
- No depositar los sopletes conectados a las botellas en recipientes cerrados.
- La reparación de los sopletes la deben realizar técnicos especializados.
- Limpiar periódicamente las toberas del soplete pues la suciedad acumulada facilita el retorno de llama. Para limpiar las toberas se puede utilizar una aguja de latón.
- Si el soplete tiene fugas se debe dejar de utilizar inmediatamente y proceder a su reparación. Hay que tener en cuenta que fugas de oxígeno en locales cerrados pueden ser muy peligrosas.

Retorno de llama

- En caso de retorno de llama se deben seguir los siguientes pasos:
- Cerrar la llave de paso del oxígeno interrumpiendo la alimentación a la llama interna.

- Cerrar la llave de paso del acetileno y después las llaves de alimentación de ambas botellas.
- En ningún caso se deben doblar las mangueras para interrumpir el paso del gas.
- Efectuar las comprobaciones pertinentes para averiguar las causas y proceder a solucionarlas.

Exposición a radiaciones

- Se protegerá mediante pantallas opacas el puesto del soldador, evitando así riesgos para el resto del personal.
- Las radiaciones producidas en las operaciones de soldadura oxiacetilénica pueden dañar a los ojos y cara del operador por lo que estos deberán protegerse adecuadamente contra sus efectos utilizando gafas de montura integral combinados con protectores de casco y sujeción manual adecuadas al tipo de radiaciones emitidas.
- Resulta muy conveniente el uso de placas filtrantes fabricadas de cristal soldadas que se oscurecen y aumentan la capacidad de protección en cuanto se enciende el arco de soldadura; tienen la ventaja que el oscurecimiento se produce casi instantáneamente y en algunos tipos en tan sólo 0,1 ms.
- Las pantallas o gafas deberán ser reemplazadas cuando se rayen o deterioren.
- Para prevenir las quemaduras por salpicaduras, contactos con objetos calientes o proyecciones, deben utilizarse adecuados equipos de protección individual.

Exposición a humos y gases

- Siempre que sea posible se trabajará en zonas o recintos especialmente preparados para ello y dotados de sistemas de ventilación general y extracción localizada suficientes para eliminar el riesgo.
- Es recomendable que los trabajos de soldadura se realicen en lugares fijos. Si el tamaño de las piezas a soldar lo permite es conveniente disponer de mesas especiales dotadas de extracción localizada lateral o posterior.
- Cuando es preciso desplazarse debido al gran tamaño de la pieza a soldar se deben utilizar sistemas de aspiración desplazables, siendo el caudal de aspiración función de la distancia entre el punto de soldadura y la boca de aspiración.

Mantenimiento

- Se procederá al cumplimiento de los métodos de mantenimiento preventivo aconsejados por el propio fabricante de la máquina, tanto en su periodicidad, como en los elementos por él destacados como más susceptibles de sufrir averías.

EQUIPO DE SOLDADURA ELÉCTRICA

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos en manipulación.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes o cortes por objetos o herramientas.
- Contactos térmicos (quemaduras por salpicadura de metal incandescentes y contactos con los objetos calientes que se están soldando).
- Contactos eléctricos.
- Explosiones.
- Incendios.
- Proyecciones de fragmentos o partículas.
- Exposición a contaminantes químicos: humos metálicos (humos y gases de soldadura, intensificado por sistemas de extracción localiza inexistentes o ineficientes).
- Exposiciones a agentes físicos radiaciones no ionizantes (radiaciones en las bandas de UV visible e IR del espectro en dosis importantes nocivas para los ojos, procedentes del soplete y del metal incandescente del arco de soldadura).

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Polainas de cuero.
- Yelmo de soldador (casco y careta de protección)
- Pantalla de protección de sustentación manual.
- Guantes de cuero de manga larga.
- Manguitos de cuero.
- Mandil de cuero.
- Arnés de seguridad (cuando el trabajo así lo requiera).

Uso de equipos de protección

<u>Exposición a partículas incandescentes</u>

- Cuando se trabaje en altura y sea necesario utilizar cinturón de seguridad, éste se deberá proteger para evitar que las chispas lo puedan quemar.

- Las proyecciones de partículas de metal fundido, pueden producir quemaduras al soldador. Para evitar el riesgo, obligatoriamente el soldador utilizará las prendas enumeradas con anterioridad.

Exposición a radiaciones

- Se protegerá mediante pantallas opacas el puesto del soldador, evitando así riesgos para el resto del personal.
- Las radiaciones producidas en las operaciones de soldadura pueden dañar a los ojos y cara del operador por lo que estos deberán protegerse adecuadamente contra sus efectos utilizando gafas de montura integral combinados con protectores de casco y sujeción manual adecuadas al tipo de radiaciones emitidas.
- Resulta muy conveniente el uso de placas filtrantes fabricadas de cristal soldadas que se oscurecen y aumentan la capacidad de protección en cuanto se enciende el arco de soldadura; tienen la ventaja que el oscurecimiento se produce casi instantáneamente y en algunos tipos en tan sólo 0,1 ms.
- Las pantallas o gafas deberán ser reemplazadas cuando se rayen o deterioren.
- Para prevenir las quemaduras por salpicaduras, contactos con objetos calientes o proyecciones, deben utilizarse adecuados equipos de protección individual.

Exposición a humos y gases

- Siempre que sea posible se trabajará en zonas o recintos especialmente preparados para ello y dotados de sistemas de ventilación general y extracción localizada suficientes para eliminar el riesgo.
- Es recomendable que los trabajos de soldadura se realicen en lugares fijos. Si el tamaño de las piezas a soldar lo permite es conveniente disponer de mesas especiales dotadas de extracción localizada lateral o posterior.
- Cuando es preciso desplazarse debido al gran tamaño de la pieza a soldar se deben utilizar sistemas de aspiración desplazables, siendo el caudal de aspiración función de la distancia entre el punto de soldadura y la boca de aspiración.

Mantenimiento

- Se procederá al cumplimiento de los métodos de mantenimiento preventivo aconsejados por el propio fabricante de la máquina, tanto en su periodicidad, como en los elementos por él destacados como más susceptibles de sufrir averías.

Medidas preventivas

Riesgo eléctrico

- Obligatoriamente esta máquina estará protegida contra los contactos eléctricos indirectos por un dispositivo diferencial y puesta a tierra, además para el circuito secundario se dispondrá de limitador de tensión en vacío.
- Se revisarán periódicamente los revestimientos de las mangueras eléctricas de alimentación de la máquina, aislamiento de los bornes de conexión, aislamiento de la pinza y sus cables.

Incendios y explosiones

- Se prohíben los trabajos de soldadura y corte, en locales donde se almacenan materiales inflamables, combustibles, donde exista riesgo de explosión o en el interior de recipientes que hayan contenido sustancias inflamables.
- Para trabajar en recipientes que hayan contenido sustancias explosivas o inflamables, se debe limpiar con agua caliente y desgasificar con vapor de agua, por ejemplo. Además, se comprobará con la ayuda de un medidor de atmósferas peligrosas (explosímetro), la ausencia total de gases.
- Se debe evitar que las chispas producidas por el soplete alcancen o caigan sobre las botellas, mangueras o líquidos inflamables.
- El operario no deberá trabajar con la ropa manchada de grasa, disolventes o cualquier otra sustancia inflamable.

RADIALES Y ESMERILADORAS

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad antiproyecciones o pantallas faciales.
- Guantes de cuero.
- Mandiles de trabajo (según trabajos).

Medidas preventivas

- Sólo se permitirá su uso a personas autorizadas, con conocimientos sobre sus riesgos, medidas preventivas y con habilidades para su manejo con seguridad.
- Sólo se utilizarán radiales con el interruptor del tipo "hombre muerto".
- La presión que se ejerza con el disco no será excesiva ni lo apretará lateralmente contra las piezas ya que la sobrepresión puede originar la rotura del disco o calentamiento excesivo de la herramienta.

Revisiones previas

- Diariamente, antes de utilizar la radial se debe inspeccionar el estado de la herramienta, cables, enchufe, carcasa, protección, disco; a fin de verificar deterioro en aislamiento, ajuste de las piezas, roturas, grietas o defectos superficiales en disco, etc. Repare o notifique los daños observados.
- El resguardo del disco debe estar puesto y firmemente ajustado, de modo que proteja en todo momento al operario que la utiliza de la proyección de fragmentos en caso de rotura accidental del disco.
- Verifique que el disco no se emplee a una velocidad mayor que la recomendada por el fabricante, ni que se ha colocado un disco de mayor diámetro, ya que pueden saltar trozos de disco al aumentar considerablemente la velocidad periférica del disco.
- Verifique la perfecta colocación de tuercas o platos fija-discos en la máquina, que es importante para el funcionamiento correcto y seguro del disco, así como el perfecto equilibrado del disco.

Cambio del disco

- Se seleccionará el disco correspondiente con el material a cortar o desbarbar.
- Antes de cambiar un disco, inspeccione minuciosamente el disco a instalar para detectar posibles daños, y practique una prueba de sonido, con un ligero golpe seco utilizando un instrumento no metálico. Si el disco está estable y sin daños, dará un tono metálico limpio ("ring"), de lo contrario, si el sonido es corto, seco o quebrado, el disco no deberá utilizarse.

- No utilizar un disco con fecha de fabricación superior al año y medio, aunque su aspecto exterior sea bueno; este factor y la humedad pueden ser motivo de rotura del disco en condiciones de trabajo normales.
- Todos los discos nuevos deben girar a la velocidad de trabajo y con el protector puesto al menos durante un minuto antes de aplicarle trabajo y sin que haya nadie en línea con la abertura del protector.
- Utilizar gafas de seguridad y poner pantallas que protejan a compañeros de las proyecciones durante el uso de la radial.

Desconexión

- Desconecte la herramienta (desenchufándola) al inspeccionarla, cambiar el disco o realizar algún ajuste.
- Para depositar la máquina será necesario que el disco se encuentre completamente parado.

TALADRADORAS DE MANO

Riesgos

- Atrapamientos.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Proyecciones por rotura de broca.
- Contacto eléctrico.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.

Medidas preventivas

- Se seleccionará la broca adecuada para el material a perforar, así como el diámetro correspondiente al orificio deseado.
- Se evitará tratar de agrandar los orificios realizando movimientos circulares ya que la broca se puede partir.
- El taladro deberá sujetarse firmemente pero no se deberá presionar en exceso ya que se puede llegar a partir la broca.
- Para taladrar piezas pequeñas se deberán sujetar previamente y de forma firme las mismas empleando, si fuese necesario, mordazas.
- Para cambiar las obras se empleará la llave que acompaña al equipo, debiéndose desconectar previamente de la red.
- En los momentos en los que no se usa deberá colocarse en lugar seguro y asegurándose de la total detención del giro de la broca.

<u>Riesgo eléctrico</u>

- Las conexiones de efectuarán con las correspondientes clavijas.
- El cable de alimentación estará en buen estado.

<u>Uso de Equipo de Protección Individual</u>

- En los trabajos con riesgo de proyección de partículas se deberá hacer uso de gafas de seguridad contra impactos mecánicos.

COMPACTADORES DE PATA DE CABRA

Riesgos

- Golpes y atrapamientos por vuelco de la máquina
- Ruidos y vibraciones
- Atrapamientos por o entre objetos
- Partículas proyectadas
- Contactos térmicos y eléctricos
- Inhalación, ingestión y contactos con sustancias tóxicas
- Explosiones e incendios

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.

Medidas preventivas

- Asegurarse de que no existen objetos depositados y que no haya nadie en el radio de acción de la máquina.
- No abrir la tapa de los distintos circuitos con el motor en funcionamiento ni caliente
- No situar la máquina cerca de bordes de zanjas y excavaciones
- Evitar usar teléfonos o fuentes de ignición al repostar o realizar tareas de mantenimiento

HERRAMIENTAS MANUALES

HERRAMIENTAS MANUALES EN GENERAL

Riesgos

- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Pisadas sobre objetos.
- Trastornos musculoesqueléticos.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- En los trabajos con riesgo de proyección de partículas se deberá hacer uso de gafas de seguridad contra impactos mecánicos.

Medidas preventivas generales

- Antes de usarlas, inspeccionar cuidadosamente mangos, filos, zonas de ajuste, partes móviles, cortantes y susceptibles de proyección.
- Se utilizarán exclusivamente para la función que fueron diseñados.

Características generales que se deben cumplir

- Tienen que estar construidas con materiales resistentes, serán las más apropiadas por sus características y tamaño a la operación a realizar y no tendrán defectos ni desgaste que dificulten su correcta utilización. La unión entre sus elementos será firme, para evitar cualquier rotura o proyección de los mismos.
- Los mangos o empuñaduras serán de dimensión adecuada, no tendrán bordes agudos ni superficies resbaladizas y serán aislantes en caso necesario. Las cabezas metálicas deberán carecer de rebabas.
- Se adaptarán protectores adecuados a aquellas herramientas que lo admitan.
- Efectuar un mantenimiento de las herramientas manuales realizándose una revisión periódica, por parte de personal especializado, del buen estado, desgaste, daños, etc.
- Además, este personal se encargará del tratamiento térmico, afilado y reparación de las herramientas que lo precisen. Retirar de uso las que no estén correctamente.

Instrucciones generales para su manejo

- Seleccionar y realizar un uso de las herramientas manuales adecuado al tipo de tarea, (utilizarlas en aquellas operaciones para las que fueron diseñadas). De ser posible, evitar movimientos repetitivos o continuados.
- Mantener el codo a un costado del cuerpo con el antebrazo semidoblado y la muñeca en posición recta.
- Usar herramientas livianas, bien equilibradas, fáciles de sostener y de ser posible, de accionamiento mecánico, diseñadas de forma tal que den apoyo a la mano de la guía y cuya forma permita el mayor contacto posible con la mano. Usar también herramientas que ofrezcan una distancia de empuñadura menor de 10 cm entre los dedos pulgar e índice, con esquinas y bordes redondeados.
- Cuando se usan guantes, asegurarse de que ayuden a la actividad manual pero que no impidan los movimientos de la muñeca a que obliguen a hacer una fuerza en posición incómoda.
- Usar herramientas diseñadas de forma tal, que eviten los puntos de pellizco y que reduzca la vibración.
- Durante su uso estarán libres de grasas, aceites y otras sustancias deslizantes.

Medidas preventivas específicas

Cinceles y punzones

- Se comprobará el estado de las cabezas, desechando aquellos que presenten rebabas o fisuras.
- Se transportarán guardados en fundas portaherramientas.
- El filo se mantendrá en buen uso, y no se afilarán salvo que la casa suministradora indique tal posibilidad.
- Cuando se hayan de usar sobre objetos pequeños, éstos se sujetarán adecuadamente con otra herramienta.
- Se evitará su uso como palanca.
- Las operaciones de cincelado se harán siempre con el filo en la dirección opuesta al operario.

Martillos

- Se inspeccionará antes de su uso, rechazando aquellos que tengan el mango defectuoso.
- Se usarán exclusivamente para golpear y sólo con la cabeza.
- No se intentarán componer los mangos rajados.

- Las cabezas estarán bien fijadas a los mangos, sin holgura alguna.
- No se aflojarán tuercas con el martillo.
- Cuando se tenga que dar a otro trabajador, se hará cogido por la cabeza. Nunca se lanzará.
- No se usarán martillos cuyas cabezas tengan rebabas.
- Cuando se golpeen piezas que tengan materiales que puedan salir proyectados, el operario empleará gafas contra impacto.
- En ambientes explosivos o inflamables, se utilizarán martillos cuya cabeza sea de bronce, madera o poliéster.

Alicates

- Para cortar alambres gruesos, se girará la herramienta en un plano perpendicular al alambre, sujetando uno de los extremos del mismo; emplear gafas contra impactos.
- No se usarán para aflojar o soltar tornillos.
- Nunca se usarán para sujetar piezas pequeñas a taladrar.
- Se evitará su uso como martillo.

Destornilladores

- Se transportarán en fundas adecuadas, nunca sueltos en los bolsillos.
- Las caras estarán siempre bien amoladas.
- Hoja y cabeza estarán bien sujetas.
- No se girará el vástago con alicates.
- El vástago se mantendrá siempre perpendicular a la superficie del tornillo.
- No se apoyará el cuerpo sobre la herramienta.
- Se evitará sujetar con la mano, ni apoyar sobre el cuerpo la pieza en la que se va a atornillar, ni se pondrá la mano detrás o debajo de ella.

Limas

- Se mantendrán siempre limpias y sin grasa.
- Tendrán el mango bien sujeto.
- Las piezas pequeñas se fijarán antes de limarlas.
- Nunca se sujetará la lima para trabajar por el extremo libre.
- Se evitarán los golpes para limpiarlas.

Llaves

- Se mantendrán siempre limpias y sin grasa.

- Se utilizarán únicamente para las operaciones que fueron diseñadas. Nunca se usarán para martillear, remachar o como palanca.
- Para apretar o aflojar con llave inglesa, hacerlo de forma que la quijada que soporte el esfuerzo sea la fija.
- No empujar nunca la llave, sino tirar de ella.
- Evitar emplear cuñas. Se usarán las llaves adecuadas a cada tuerca.
- Evitar el uso de tubos para prolongar el brazo de la llave.

JUEGO DE ALZABOBINAS Y RODILLOS

Riesgos:

- Cortes
- Caídas al mismo nivel
- Sobreesfuerzos
- Atrapamiento por vuelco de bobinas
- Golpes y contacto con elementos móviles

Equipos de protección individual:

- Ropa de trabajo
- Guantes de protección mecánica
- Botas dieléctricas
- Guantes dieléctricos
- Guantes dieléctricos
- Mantas dieléctricas, banquetas aislantes, báculos, etc.

Medidas preventivas:

- Calzar los gatos del alzabobinas para impedir su desplazamiento durante el tendido
- Evitar realizar trabajos situándose en las proximidades, especialmente delante del alzabobinas.

MEDIOS AUXILIARES:

PLATAFORMA ELEVADORA AUTOPROPULSADA

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos en manipulación.
- Golpes por objetos o herramientas.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Atrapamiento por vuelco de máquina o vehículos.
- Exposición a las condiciones atmosféricas (derivados del trabajo realizado a la intemperie).
- Contacto eléctrico con líneas eléctricas aéreas.
- Atropellos o golpes con vehículos.

Equipos de Protección Individual

- Casco.
- Calzado de seguridad.
- Cinturón portaherramientas.

Medidas preventivas

Antes de comenzar la maniobra

- Antes de utilizar la plataforma, asegurarse de que todos los sistemas funcionan perfectamente y que todos los dispositivos de seguridad incorporados operan de modo satisfactorio.
- Se debe tener en cuenta el estado del tiempo antes de trabajar con la plataforma en exteriores. No elevar la pluma si la velocidad del viento excede de 38 Km/h. No utilizar la plataforma cerca de líneas de tendido eléctrico.
- El usuario deberá asegurarse de que el personal operador, entienda perfectamente el manejo de la plataforma.
- Respetar todas las recomendaciones de precaución e instrucciones de los adhesivos colocados en el bastidor portante, en la pluma y en la plataforma.

Durante el desplazamiento

- Antes de manejar los mandos de desplazamiento de la máquina, comprobar la posición de la torre con respecto al sentido de marcha previsto.
- Colocar la pluma siempre orientada en la dirección de desplazamiento. Una persona debe guiar la maniobra si algún obstáculo impide la visibilidad. Se debe reconocer

previamente el terreno por donde se ha de desplazar la plataforma, si es necesario a pie.

- La plataforma no deberá conducirse, ni circular por pendientes de más de 5 grados de inclinación.
- Evitar las arrancadas y paradas bruscas ya que originan un aumento de la carga y puede provocar el vuelco de la máquina o una avería estructural.

Durante la maniobra

- Antes de elevar la pluma de la plataforma, esta deberá encontrarse situada sobre una superficie firme y perfectamente horizontal, con los neumáticos inflados a la presión correcta. Durante el trabajo la plataforma ha de estar correctamente nivelada.
- Comprobar siempre que haya espacio suficiente para el giro de la parte posterior de la superestructura antes de hacer girar la pluma.
- No deberá rebasarse la capacidad nominal máxima de carga. Esta comprende el peso del personal, los accesorios y todos los demás elementos colocados o incorporados a la plataforma. Las cargas deberán distribuirse uniformemente por el piso de la plataforma elevadora.

Generales

- Utilizar siempre el equipo de protección personal y la ropa de trabajo apropiada para cada tarea u operación, llevar siempre colocado un arnés de seguridad cuando se encuentre en la plataforma.
- Rehusar utilizar o subir a una plataforma que no funcione correctamente.
- No permitir que ninguna persona carente de autorización utilice la plataforma.
- No manipular materiales voluminosos, ni elevar cargas con la plataforma.
- Ante una situación de vuelco inminente, comenzar a retraer la pluma. Nunca bajarla, ni extenderla, ya que con ello se agravaría el problema.
- Los mandos inferiores de control prioritario sólo deben utilizarse en caso de emergencia.

ESCALERAS MANUALES

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos en manipulación.
- Caída de objetos desprendidos.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Exposición a las condiciones atmosféricas (derivados del trabajo realizado a la intemperie).
- Deslizamientos y vuelcos por apoyos incorrectos y rotura de la escalera por defectos ocultos.
- Los derivados de los usos inadecuados o de los montajes peligrosos (empalme de escaleras, formación de plataformas de trabajo, escaleras "cortas" para la altura a salvar, etc.).
- Contacto eléctrico.

Equipos de Protección Individual

- Casco.
- Calzado de seguridad.
- Arnés o cinturón de seguridad para trabajos por encima de 3,5 metros de altura.
- Cuerdas de amarre.
- Cinturón portaherramientas.

Medidas preventivas

- Antes de subir a una escalera portátil, verificar que las suelas del calzado no tienen barro, grasa, aceite u otra sustancia que pueda ocasionar resbalones.
- Cuando emplee una escalera para subir a un techo, andamio, plataforma, etc., la parte superior de la escalera ha de sobrepasar por lo menos 1 metro.
- Los trabajos a más de 3,5 metros de altura, desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, solo se efectuarán si se utiliza cinturón de seguridad o se adoptan otras medidas de protección alternativas.
- Siempre que sea posible se utilizará otros medios de elevación adecuados para personas, sobre todo en trabajos arriesgados en fachadas y cruces aéreos.

Transporte

Para transportar una escalera se debe hacer con la parte delantera baja, mirando bien por donde se pisa para evitar tropezar y golpear a otras personas. Para transportar una escalera muy larga, deberá pedirse ayuda a un compañero.

Caída a distinto nivel

- Nunca subirá a una escalera más de una persona.
- Se prohibe el transporte y manipulación de cargas por o desde la escalera cuando por su peso o dimensiones puedan comprometer la seguridad del trabajador.
- Subir y bajar de una escalera debe hacerse siempre de frente a ella utilizando las dos manos para asirse a los peldaños (no a los largueros).
- No se ocuparán nunca los últimos peldaños, se colocará a una distancia del punto de trabajo que permita mantener el equilibrio, no se estirará el cuerpo para alcanzar puntos alejados, se desplazará la escalera.
- Se prohibe específicamente, desplazar, mover o hacer saltar la escalera con un operario sobre la misma. Para los desplazamientos será necesario bajarse cuantas veces sea preciso.

Señalización

Cuando se coloque la escalera frente a una puerta o en una zona de paso se adoptarán medidas como bloquear el paso y señalizar la ubicación de la escalera.

Estabilidad

- Antes de utilizar una escalera portátil, verificar sus condiciones y rechazar aquellas que no ofrezcan garantías de seguridad.
- Las escaleras portátiles se utilizarán de la forma y con las limitaciones establecidas por el fabricante.
- Las escaleras deben colocarse con una inclinación correcta. La relación entre longitud de la escalera y la separación en el punto de apoyo será de 4 a 1.
- Las escaleras no deben usarse como soporte de andamios, ni en cualquier otro cometido distinto de aquél para el que han sido diseñadas y construidas.
- No se emplearán escaleras de mano de más de 5 metros de longitud de cuya resistencia no se tengan garantías.
- Los pies de la escalera deben apoyarse en una superficie sólida y bien nivelada, nunca sobre ladrillos, bidones, cajas, etc.
- En el caso de escaleras simples, la parte superior se sujetará, si es necesario, al paramento o estructura sobre el que se apoya y cuando éste no permita un apoyo

estable, se sujetará al mismo mediante una abrazadera u otros dispositivos equivalentes.

Subida de equipos o cargas

- Si han de llevarse herramientas u objetos, deben usarse bolsas o cajas colgadas del cuerpo, de forma que las manos queden libres.
- No se debe subir una carga de más de 30 kg sobre una escalera no reforzada.

Riesgo eléctrico

Se prestará especial atención y se mantendrán las distancias de seguridad con líneas eléctricas en tensión. Su manejo será vigilado directamente por el Jefe de Trabajo (Responsable de los Trabajos), delimitando la zona de trabajo e indicando la prohibición de desplazar la escalera.

Escaleras de tijera

- La posición de trabajo es la de máxima abertura.
- Nunca se emplearán como borriquetas donde fijar sobre sus peldaños plataformas de trabajo.
- El operario no debe situarse "a caballo" sobre ella. Se aconseja que la posición del trabajador sea tal que su cintura no sobrepase el último peldaño.

Mantenimiento

- Cuando no se usan, las escaleras portátiles deben almacenarse cuidadosamente y no dejarlas abandonadas sobre el suelo, en lugares húmedos, etc.
- Debe existir un lugar cubierto y adecuado para guardar las escaleras después de usarlas.
- Las escaleras portátiles no deben pintarse, ya que la pintura puede ocultar a la vista defectos o anomalías que pudieran resultar peligrosas. Todo lo más, se le puede aplicar un barniz completamente transparente o aceite de linaza.

Condiciones técnicas

- Escaleras manuales en general:
- No se admitirá el uso de escaleras de construcción improvisada.
- Los espacios entre peldaños deben ser iguales, con una distancia entre ellos de 20 a 30 cm, como máximo.
- Las escaleras estarán provistas de un dispositivo antideslizante en su pié, por ejemplo zapatas.
- No se aceptarán escaleras de mano empalmadas, a menos que utilicen un sistema especial y recomendable de extensión de la misma.

- Escaleras de madera:
- La madera empleada será sana, libre de nudos, roturas y defectos que puedan disminuir su seguridad.
- Los largueros serán de una sola pieza.
- Los peldaños estarán ensamblados a largueros, prohibiéndose las uniones simplemente efectuadas mediante clavos o amarre con cuerdas.
- Las escaleras de madera se protegerán de las inclemencias climatológicas mediante barnices transparentes que no oculten sus defectos, prohibiéndose expresamente pintarlas.
- Escaleras metálicas:
- Los largueros serán de una sola pieza. Se prohiben los empalmes improvisados o soldados.
- Sus elementos tanto largueros como peldaños no tendrán defectos ni bolladuras.
- Escaleras de tijera:
- Independientemente del material que las constituye dispondrán en su articulación superior de topes de seguridad de apertura.
- Dispondrán además de cadenas o cables situados hacia la mitad de la longitud de los largueros que impidan su apertura accidental, usándose totalmente abierta.

5.2.5. Relativos al entorno

5.2.5.1. Cruces con otras líneas aéreas

La realización de trabajos en la proximidad de líneas de energía eléctrica representa un grave riesgo para las personas que los ejecutan.

Antes de iniciar cualquier trabajo próximo a líneas de energía eléctrica, se dispondrá de los medios de protección personal y colectivos necesarios.

Se solicitará a la empresa propietaria de las líneas a cruzar el descargo de las mismas.

Además de las medidas indicadas en "Riesgos Eléctricos" del apartado de Riesgos Específicos, serán de aplicación las medidas propias de los siguientes apartados:

Cruzamiento por encima de Línea:

Para cruzamientos por encima de una Línea, se deberá pedir siempre descargo de la Línea a cruzar, poniendo siempre protecciones mecánicas para evitar, en caso de accidente, la rotura de la Línea a cruzar.

Para el caso particular del tendido de cables por encima de instalaciones en tensión, se tendrá en cuenta que se deben mantener, como siempre, las distancias de seguridad de la Tabla I del R.D. 614/2001 (en función de la tensión mayor de las existentes en las distintas instalaciones cruzadas), y además se debe asegurar que el cable a tender no caiga sobre la instalación en tensión. Para evitar esto último se usarán protecciones mecánicas y eléctricas estándar ("porterías" de madera con un entramado de mallas y cuerdas dieléctricas a lo largo de todo el cruzamiento).

En el caso de condiciones climática adversas no se iniciarán los trabajos, y en el caso de estar trabajando, se suspenderán.

Cruzamiento por debajo de Línea:

Para el caso del tendido de cables por debajo de instalaciones en tensión, se tendrá en cuenta que se deben mantener, como siempre, las distancias de seguridad de la Tabla I del R.D. 614/2001 (en función de la tensión mayor de las existentes en las distintas instalaciones cruzadas), y además se debe proteger frente al riesgo de una posible tensión por inducción poniendo a tierra tanto el cable a tender, como las máquinas de tiro y frenado y los apoyos.

En el caso de condiciones climática adversas no se iniciarán los trabajos, y en el caso de estar trabajando, se suspenderán.

Ante la rotura de Líneas aérea, ya sea por encima o por debajo, es importante avisar al encargado de tajo el cual tomará las siguientes medidas:

1. Si la rotura ha sido producida por una maquinaria es importante que la maquinaria permanezca en su punto solicitando auxilio mediante la bocina. Una vez que se

garantice que se pueda abandonar la máquina con seguridad, descienda por la escalera normalmente y desde el último peldaño se saltará lo más lejos posible evitando tocar la tierra y la máquina a la vez.

2. Nadie se acercará a la máquina bajo ningún concepto.
3. Acotar la zona afectada. Debe quedar balizada e impidiendo su acceso.
4. Si fuera necesario, prever reordenación del tráfico.
5. Aviso a los servicios de acerías del organismo competente, indicando:
   - Ubicación de la avería. Rutas de acceso a la obra. Datos de la canalización.
   - Datos de la obra. Datos de la persona que realiza la llamada (D.N.I., teléfono)
   - Para el caso de rotura, los números de teléfono de emergencia (bomberos y otros servicios de urgencia), figurarán en un cartel fácilmente visible colocado en las oficinas, vestuarios y otros lugares visibles.

5.2.5.2. Cruzamiento con carreteras, caminos y ríos

Cruce con Carreteras y Caminos

Se realizará poniendo en práctica las medidas necesarias para evitar accidentes de trabajo y ocasionar las mínimas dificultades en el tráfico rodado y peatonal.

Deberá recabarse autorización expresa de la propiedad de la carretera a cruzar y atenerse a las recomendaciones técnicas o de seguridad que ella determine.

Ademán se seguirá lo dispuesto en el apartado de "Señalización" del punto "Riesgos específicos".

Cruce aéreo:

Habrá que tener en cuenta fundamentalmente las distancias de seguridad, de acuerdo con los gálibos establecidos en las carreteras e interponer barreras físicas, para asegurar el cumplimiento de esas separaciones en el proceso de tendido de los conductores sobre las carreteras.

Se montarán protecciones sobre la carretera a cruzar.

La protección a utilizar consistirá en dos pórticos, realizado cada uno de ellos con dos postes y un travesaño, todo ello de madera, colocados uno a cada lado de la carretera.

Para mayor seguridad es conveniente colocar en sentido longitudinal a los travesaños de los postes de madera un cable de 12 a 16 mm. de diámetro colocando unos pistolos a tierra y amarrados de tal forma que en caso de escape de un conductor y, como consecuencia rompiese un travesaño, el conductor quede suspendido por el cable de acero.

En su definición se observarán las siguientes prescripciones:

- La protección se construirá de tal manera que no pueda volcarse hacia el elemento que se protege.

- La protección será lo suficientemente resistente para soportar la caída del conductor, en caso de rotura.
- Las distancias verticales mínimas del cable en el tendido a la rasante de la carretera serán las exigidas por los gálibos establecidos en las carreteras.
- Los pórticos deberán tener la longitud mínima de vez y media la proyección horizontal de la separación entre los conductores extremos de la línea que se va a tender.
- Es muy importante, en el tendido de los conductores en el cruce, considerar la posible componente vertical hacia abajo que por la orografía del terreno pueda crear en los apoyos, para que en ningún caso el conductor pueda soltarse, debido a esa componente, y proyectarse sobre la línea inferior.
- Para reforzar la seguridad, en el caso de considerarlo conveniente, se colocarán señales de tráfico (de obras, de limitación de velocidad, etc.), e incluso un operario con una señal roja indicadora de peligro, en ambas direcciones de la carretera a cruzar.

5.2.5.3. Servicios afectados

Teléfono:

Se realizarán mediante la interposición de barreras físicas, que impidan todo contacto accidental con las líneas telefónicas. Las barreras deben estar fijadas en forma segura y resistir los esfuerzos mecánicos habituales. Si las barreras son metálicas se considerarán como masas y se aplicará una de las medidas de protección previstas contra contactos indirectos.

Ante una rotura de cable telefónico es importante avisar al encargado del tajo, el cual tomará las siguientes medidas.

1. Acotar la zona afectada. Debe quedar balizada e impidiendo su acceso.
2. Si fuera necesario, prever la reordenación del tráfico.
3. Aviso a los servicios de averías del organismo competente, indicado:
    - Ubicación de la avería.
    - Rutas de acceso a la obra.
    - Datos de la canalización.
    - Datos de la obra.
    - Datos de la persona que realiza la llamada (D.N.I., teléfono)
4. Permanecer en espera de la llegada de los servicios de averías, mientras se informa al Coordinador de Seguridad y Técnico de Prevención.

Para el caso de rotura, los números de teléfono de emergencia (bomberos y otros servicios de urgencia), figurarán en un cartel fácilmente visible colocado en las oficinas, vestuarios y otros lugares visibles.

Agua:

Se debe asegurar que el cable a tender no caiga sobre la instalación de agua. Para evitar esto último se usarán protecciones mecánicas y eléctricas estándar ("porterías" de madera con un entramado de mallas y cuerdas dieléctricas a lo largo de todo el cruzamiento).

Ante una rotura de canalización de agua a presión es importante avisar al encargado del tajo, el cual tomará las siguientes medidas.

1. Acotar la zona afectada. Debe quedar balizada e impidiendo su acceso.
2. Si fuera necesario, prever la reordenación del tráfico.
3. Aviso a los servicios de averías del organismo competente, indicado:
   - Ubicación de la avería.
   - Rutas de acceso a la obra.
   - Datos de la canalización.
   - Datos de la obra.
   - Datos de la persona que realiza la llamada (D.N.I., teléfono)
4. Permanecer en espera de la llegada de los servicios de averías, mientras se informa al Coordinador de Seguridad y Técnico de Prevención.

Para el caso de rotura, los números de teléfono de emergencia (bomberos y otros servicios de urgencia), figurarán en un cartel fácilmente visible colocado en las oficinas, vestuarios y otros lugares visibles.

Gas:

Se debe asegurar que el cable a tender no caiga sobre la instalación de gas. Para evitar esto último se usarán protecciones mecánicas y eléctricas estándar ("porterías" de madera con un entramado de mallas y cuerdas dieléctricas a lo largo de todo el cruzamiento).

Ante una rotura de canalización de gas es importante avisar al encargado del tajo, el cual tomará las siguientes medidas.

1. Acotar la zona afectada. Debe quedar balizada e impidiendo su acceso.
2. Si fuera necesario, prever la reordenación del tráfico.
3. Aviso a los servicios de averías del organismo competente, indicado:
   - Ubicación de la avería.
   - Rutas de acceso a la obra.
   - Datos de la canalización.
   - Datos de la obra.
   - Datos de la persona que realiza la llamada (D.N.I., teléfono)

4. Permanecer en espera de la llegada de los servicios de averías, mientras se informa al Coordinador de Seguridad y Técnico de Prevención.

Para el caso de rotura, los números de teléfono de emergencia (bomberos y otros servicios de urgencia), figurarán en un cartel fácilmente visible colocado en las oficinas, vestuarios y otros lugares visibles.

5.3. A TERCEROS

La parte en intemperie de los trabajos suponen un riesgo debido a que circulan por ellos personas ajenas a las obras.

Los pozos y zanjas abiertos producen un riesgo de posibles caídas de terceras personas o de vehículos en los mismos.

A fin de evitar los posibles accidentes, se adoptarán las siguientes medidas preventivas:

- Se señalizarán, de acuerdo con la normativa vigente, los cruces de calzada, tomándose las medidas de seguridad que cada caso requiera.
- En las excavaciones para las cimentaciones y en las zanjas que permanezcan abiertas se instalarán las protecciones adecuadas que no sólo indiquen la existencia del riesgo, sino que además lo prevengan adecuadamente.

6. 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.

6.1. 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. Como riesgos más frecuentes de estas instalaciones tenemos:

- Contactos eléctricos directos o indirectos.
- Derivados de caídas de tensión en la instalación por sobrecarga.
- Mal funcionamiento de los mecanismos y sistemas de protección.
- Caída del personal al mismo y a distinto nivel.

6.2. MEDIDAS PREVENTIVAS

Las principales medidas preventivas a aplicar en instalaciones, elementos y equipos eléctricos serán los siguientes:

6.2.1. 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 Ω.
- 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.

6.2.2. 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.

6.2.3. 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).

6.2.4. Máquinas y Equipos Eléctricos

Además de estar protegidos por diferenciales de media sensibilidad (300 mA), irán conectados a una toma de tierra de 20 Ω de resistencia máxima y llevarán incorporado a la manguera de alimentación el cable de tierra conectado al cuadro de distribución.

6.2.5. 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.
- Todos los trabajos de mantenimiento de la red eléctrica provisional de la obra serán realizados por personal capacitado.
- Queda terminantemente prohibido puentear las protecciones.
- Se realizará una adecuada comprobación y mantenimiento periódico de las instalaciones, equipos, herramientas de la obra.

- Se darán instrucciones sobre las medidas a adoptar en caso de incendio o accidente de origen eléctrico.

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.

7. CONDICIONES AMBIENTALES

Los trabajadores no deberán estar expuestos a niveles sonoros ni a factores externos nocivos (gases, vapores,...).

En caso de que algunos trabajadores deban penetrar en una zona cuya atmósfera pudiera contener sustancias tóxicas o nocivas, o no tener oxígeno en cantidad suficiente o ser inflamable, la atmósfera confinada deberá ser controlada y se deberán adoptar medidas adecuadas para prevenir cualquier peligro.

7.1. Ventilación

Teniendo en cuenta los métodos de trabajo y las cargas físicas impuestas a los trabajadores, estos deberán disponer de aire limpio en cantidad suficiente. En caso de que se utilice una instalación de ventilación, deberá mantenerse en buen estado de funcionamiento y los trabajadores no deberán estar expuestos a corrientes de aire que perjudiquen su salud.

7.2. Temperatura

La temperatura debe ser la adecuada para el organismo humano durante el tiempo de trabajo que se apliquen y las cargas físicas impuestas a los trabajadores.

La temperatura de los locales de descanso, de los locales para el personal de guardia, de los servicios higiénicos, de los comedores y de los locales de primeros auxilios deberá corresponder al uso específico de dichos locales.

7.3. FACTORES ATMOSFÉRICOS

Deberá protegerse a los trabajadores contra las inclemencias atmosféricas que puedan comprometer su seguridad y salud.

8. 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 y oficinas, almacenes, vehículos etc.

Estos extintores deberán ser de fácil acceso y manipulación.

Los locales destinados a descanso de los trabajadores, comedores y vestuarios estarán en perfecto estado de limpieza y en ellos se prohíbe hacer fuego.

8.1. 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.

9. FORMACIÓN E INFORMACIÓN 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.

9.1. CHARLA DE SEGURIDAD Y PRIMEROS AUXILIOS PARA PERSONAL DE INGRESO EN OBRA

Todo el personal, antes de comenzar sus trabajos, asistirá a una charla en la que será informado 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.

9.2. 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 Técnicos de Seguridad, estos serán los 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.
- Riesgos de soldadura eléctrica y oxicorte.
- Uso de máquinas, manejo de herramientas.
- Manejo de cargas de forma manual y con medios mecánicos.
- Empleo de plataformas y escaleras

10. 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.

11. MEDICINA ASISTENCIAL Y PRIMEROS AUXILIOS

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.

11.1. 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.

11.2. 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.

11.3. MEDICINA ASISTENCIAL EN CASO DE ACCIDENTE O ENFERMEDAD PROFESIONAL

El contratista debe acreditar 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.

12. VESTUARIOS Y ASEOS

En la zona destinada a instalaciones de contratistas. Montarán casetas prefabricadas de aseos, vestuarios y local para comedor, de acuerdo al número de personas previstas por cada contratista, según las condiciones mínimas establecidas en el anexo IV parte A del R.D.1627/97.

Los vestuarios tendrán dimensiones suficientes, dispondrán de asientos, armarios para guardar la ropa y efectos personales. Estos armarios estarán provistos de 2 llaves, una de las cuales se entregará al trabajador, y otra quedará en la oficina para casos de emergencia.

A los vestuarios se acoplarán salas de aseo, que dispondrán de lavabos y duchas, con agua corriente fría y caliente, contando al menos de 1 por cada 10 trabajadores. Estos locales se equiparán con número suficiente de retretes.

Los suelos, paredes y techos de los aseos, vestuarios y duchas serán continuos, lisos e impermeables, en tonos claros y con materiales que permitan el lavado con líquidos desinfectantes o antisépticos con la frecuencia necesaria.

13. RECURSOS PREVENTIVOS

Según se indica en el artículo 4 de la Ley 54/2003, la presencia de Recursos Preventivos, cualquiera que sea la modalidad de organización de dichos recursos, será de obligación en las diferentes fases de la obra en los siguientes casos:

- Cuando los riesgos puedan verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y que hagan preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo.
- Cuando se realicen actividades o procesos que reglamentariamente sean considerados como peligrosos o con riesgos especiales.
- Cuando la necesidad de dicha presencia sea requerida por la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, si las circunstancias del caso así lo exigieran debido a las condiciones de trabajo detectadas.

Se consideran recursos preventivos, a los que el empresario podrá asignar la presencia, los siguientes:

- Uno o varios trabajadores designados de la empresa.
- Uno o varios miembros del servicio de prevención propio de la empresa.
- Uno o varios miembros del o los servicios de prevención ajenos concertados por la empresa. Cuando la presencia sea realizada por diferentes recursos preventivos éstos deberán colaborar entre sí.

Los recursos preventivos a que se refiere el apartado anterior deberán tener la capacidad suficiente, disponer de los medios necesarios y ser suficientes en número para vigilar el cumplimiento de las actividades preventivas, debiendo permanecer en el centro de trabajo durante el tiempo en que se mantenga la situación que determine su presencia.

Además, el empresario podrá asignar la presencia de forma expresa a uno o varios trabajadores de la empresa que, sin formar parte del servicio de prevención propio ni ser trabajadores designados, reúnan los conocimientos, la cualificación y la experiencia necesarios en las actividades o procesos de la obra y cuenten con la formación preventiva correspondiente, como mínimo, a las funciones del nivel básico.

Por otra parte, en el artículo 7 de la Ley 54/2003 se establece la presencia de recursos preventivos en las obras de construcción, en el cual se indica lo siguiente:

- La preceptiva presencia de recursos preventivos se aplicará a cada contratista.
- La presencia de los recursos preventivos de cada contratista será necesaria cuando, durante la obra, se desarrollen trabajos con riesgos especiales.
- La preceptiva presencia de recursos preventivos tendrá como objeto vigilar el cumplimiento de las medidas incluidas en el plan de seguridad y salud en el trabajo y comprobar la eficacia de éstas.

Además, en el Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el **Real Decreto 1627/1997**, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. BOE núm. 127 del viernes 29 de mayo de 2006, se dice que:

> *«La presencia en el centro de trabajo de los recursos preventivos de cada contratista prevista en la **disposición adicional decimocuarta de la Ley 31/1995**, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales se aplicará a las obras de construcción reguladas en este real decreto, con las siguientes especialidades:*
>
> *El plan de seguridad y salud determinará la forma de llevar a cabo la presencia de los recursos preventivos.*
>
> *Cuando, como resultado de la vigilancia, se observe un deficiente cumplimiento de las actividades preventivas, las personas a las que se asigne la presencia deberán dar las instrucciones necesarias para el correcto e inmediato cumplimiento de las actividades preventivas y poner tales circunstancias en conocimiento del empresario para que éste adopte las medidas necesarias para corregir las deficiencias observadas, si éstas no hubieran sido aún subsanadas.*

Cuando, como resultado de la vigilancia, se observe ausencia, insuficiencia o falta de adecuación de las medidas preventivas, las personas a las que se asigne esta función deberán poner tales circunstancias en conocimiento del empresario, que procederá de manera inmediata a la adopción de las medidas necesarias para corregir las deficiencias y a la modificación del plan de seguridad y salud en los términos previstos en el artículo 7.4 de este real decreto.».

DOCUMENTO Nº 2: PLIEGO DE CONDICIONES

1. NORMATIVA LEGAL DE APLICACIÓN

1.1. DISPOSICIONES DE LAS NORMAS LEGALES Y REGLAMENTARIAS APLICABLES A LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA OBRA

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- Constitución Española de 27 de diciembre de 1978.
- Real Decreto Legislativo 1/1995, de 24 de marzo, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba los Reglamentos de los Servicios de Prevención.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- R.D. 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. BOE núm. 127 del viernes 29 de mayo de 2006.
- Ley 32/2006 Reguladora de La Subcontratación y R.D. 1109/2007 por el que se desarrolla dicha ley.
- Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción. BOE núm. 204 de 25 de agosto
- Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.

1.2. NORMAS LEGALES Y APLICABLES A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD DE LOS ELEMENTOS, MAQUINARÍA, ÚTILES, HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y SISTEMAS PREVENTIVOS A UTILIZAR O APLICAR EN LA OBRA

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Orden de 23 de mayo de 1977, por la que se aprueba el Reglamento de Aparatos Elevadores para Obras.

- Orden de 30 de junio de 1966, por la que se aprueba el Reglamento de Aparatos Elevadores, Ascensores y Montacargas.
- Real Decreto 2291/1985, de 8 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención.
    - ITC-MIE-AEM 2: Instrucción Técnica Complementaria referente a grúa torre desmontables para obras.
    - ITC-MIE-AEM 4: Instrucción Técnica Complementaria sobre grúas móviles autopropulsadas usadas.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Real Decreto 473/1988, de 30 de marzo, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas 76/767/CEE sobre Aparatos a Presión.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre, sobre Condiciones Técnicas y Garantías en Centrales Eléctricas y Centros de Transformación y Orden de 6 de julio de 1984, por la que se aprueban las instrucciones técnicas complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Real Decreto 2060/2008 de 5 de febrero de 2009, entra en vigor a los 6 meses de su publicación. Este R.D. deroga el Real Decreto 1244/1979, por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos a Presión, a excepción de la instrucción técnica complementaria MIE-AP3, referente a generadores de aerosoles.
- Real Decreto 379/2001, de 6 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias.
    - MIE-APQ-1: Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles.
    - MIE-APQ-5: Almacenamiento y utilización de botellas y botellones de gases comprimidos, licuados y disueltos a presión.
    - MIE-APQ-6: Almacenamiento de líquidos corrosivos.
    - MIE-APQ-7: Almacenamiento de líquidos tóxicos.

- UNE 58-101-92, "Aparatos pesados de elevación. Condiciones de resistencia y seguridad en las grúas torre desmontables para obras", parte I "Condiciones de diseño y fabricación", parte II "Condiciones de instalación y utilización", parte III "Documentación" y parte IV "Vida de la grúa".

2. PRESCRIPCIONES DE LOS MEDIOS DE SEGURIDAD

2.1. Equipos de Protección Individual

Los Equipos de Protección Individual, en adelante EPI´s, deberán utilizarse cuando los riesgos no se puedan evitar o no puedan limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo.

Los EPI que se utilicen en la obra deberán cumplir con la reglamentación que sobre comercialización (diseño y fabricación) les afecta, a fin de garantizar las exigencias técnicas que de los mismos se requieren. En este sentido, a los EPI les es de aplicación todo lo dispuesto en la legislación vigente:

- Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- O.M. de 16 de mayo de 1994, por el que se modifica el Real Decreto 1407/1992.
- Real Decreto 159/1995, de 3 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1407/1992.
- O.M. de 20 de marzo de 1997, por la que se modifica el anexo del Real Decreto 159/1995.
- En lo relativo a su diseño, fabricación y comercialización.

Con carácter general, a la hora de la elección, las características que deben reunir los EPI´s son:

- Adecuados a las condiciones existentes en el lugar de trabajo.
- Tener en cuenta las condiciones anatómicas y fisiológicas, así como el estado de salud del trabajador.
- Adecuarse al portador, tras los ajustes adecuados.

Otros aspectos a tener en cuenta con respecto al uso de los equipos son los que a continuación se indican:

- Todos los equipos de protección individual tanto de uso personal como colectiva, tendrán fijado un período de vida útil, desechándose a su término.
- Cuando por las circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápido de lo habitual en un determinado equipo o prenda, se repondrá independientemente de la duración prevista o fecha de entrega.

- Todo equipo o prenda de protección que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido será desechado y repuesto al momento.
- Aquellos equipos o prendas de protección que por su uso hayan adquirido más holguras o tolerancias superiores a las admitidas por el fabricante, serán repuestos inmediatamente.
- El uso de un equipo o una prenda de protección, nunca deberá representar un riesgo por sí mismo.

Todo E.P.I. entregado a los trabajadores, cumplirá la normativa existente respecto de la homologación, por lo que llevarán estampados marcado "CE" indicativo de que el producto es conforme con las "exigencias esenciales de salud y seguridad".

2.2. Protecciones colectivas

2.2.1. Señalización

Sin perjuicio de lo dispuesto específicamente en otras normativas particulares, la señalización de seguridad y salud en el trabajo se utilizará siempre que el análisis de los riesgos existentes, de las situaciones de emergencia previsibles y de las medidas preventivas adoptadas, ponga de manifiesto la necesidad de:

- Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.
- Alertarlos tras una emergencia que requiera medidas urgentes de protección o evacuación.
- Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de determinados medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.
- Orientar o guiar a los trabajadores que realicen determinadas maniobras peligrosas.

La señalización no deberá considerarse una medida sustitutoria de las medidas técnicas y organizativas de protección colectiva, ni de formación e información y se utilizará cuando mediante estas últimas no haya sido posible eliminar riesgos o reducirlos suficientemente. Por otro lado, la señalización deberá permanecer en tanto persista la situación que la motiva.

Los medios y dispositivos de señalización deberán ser, según los casos, limpiados, mantenidos y verificados regularmente y reparados o sustituidos cuando sea necesario, de forma que conserven en todo momento sus cualidades intrínsecas y de funcionamiento. Las señalizaciones que necesiten de una fuente de energía dispondrán de alimentación de emergencia que garantice su funcionamiento en caso de interrupción de aquélla, salvo que el riesgo desaparezca con el corte de suministro.

Las señales se instalarán a una altura y en una posición apropiadas con relación al ángulo visual, teniendo en cuenta posibles obstáculos, en la proximidad inmediata del riesgo u objeto que deba señalizarse o, cuando se trate de un riesgo general en el acceso a la zona de riesgo.

El lugar de emplazamiento de la señal deberá estar bien iluminado, ser accesible y visible. A fin de evitar la disminución de la eficacia de la señalización no se utilizarán demasiadas señales próximas entre sí. Se retirarán cuando deje de existir la situación que las justificaba.

Existirán señales de advertencia, obligación, prohibición, contraincendios, salvamento-socorro; la forma, dimensión y colores de las distintas señales se atendrán a lo dispuesto específicamente en los anexos II y III del R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo; así como a las especificaciones contenidas en el Anexo VII del mismo Real Decreto.

Como norma general la relación de señales en forma de panel que pueden ser de aplicación en la obra son:

- Señales de prohibición:
- Entrada prohibida a personas no autorizadas.
- Atención, peligro obras.
- Peligro, paso de cargas suspendidas.
- Prohibido maniobrar en la instalación eléctrica.
- Señales de obligación:
- Protección obligatoria de la cabeza.
- Protección obligatoria de los pies.
- Protección obligatoria de las manos.
- Protección individual obligatoria contra caídas.
- Lucha contra incendios:
- Extintor.
- Dirección que debe seguirse.
- Señales de salvamento o socorro:
- Primeros auxilios.
- Teléfono de salvamento y primeros auxilios.

Además de las indicadas pueden existir otras señales de advertencia u obligación (caída a distinto nivel, protección de la vista, etc.) y ser necesarias su colocación debido a los riesgos que se presenten durante la realización de los trabajos.

2.3. Prescripciones de los medios auxiliares

2.3.1. Escaleras manuales en general

No se admitirá el uso de escaleras de construcción improvisada.

Los espacios entre peldaños deben ser iguales, con una distancia entre ellos de 20 a 30 cm, como máximo.

Las escaleras estarán provistas de un dispositivo antideslizante en su pie, por ejemplo, zapatas.

No se aceptarán escaleras de mano empalmadas, a menos que utilicen un sistema especial y recomendable de extensión de la misma.

2.3.2. Escaleras de madera

La madera empleada será sana, libre de nudos, roturas y defectos que puedan disminuir su seguridad.

Los largueros serán de una sola pieza.

Los peldaños estarán ensamblados a largueros, prohibiéndose las uniones simplemente efectuadas mediante clavos o amarre con cuerdas.

Las escaleras de madera se protegerán de las inclemencias climatológicas mediante barnices transparentes que no oculten sus defectos, prohibiéndose expresamente pintarlas.

2.3.3. Escaleras metálicas

Los largueros serán de una sola pieza. Se prohíben los empalmes improvisados o soldados.

Sus elementos tanto largueros como peldaños no tendrán defectos ni bolladuras.

2.3.4. Escaleras de tijera

Independientemente del material que las constituye dispondrán en su articulación superior de topes de seguridad de apertura.

Dispondrán además de cadenas o cables situados hacia la mitad de la longitud de los largueros que impidan su apertura accidental, usándose totalmente abierta.

3. OBLIGACIONES DE LAS PARTES IMPLICADAS

3.1. PROMOTOR

El Promotor es cualquier persona física o jurídica por cuenta de la cual se realiza la obra.

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor antes del inicio de los trabajos o tan pronto como se constate dicha circunstancia, designará un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra.

La designación de los coordinadores no eximirá al promotor de sus responsabilidades.

3.2. DIRECCIÓN FACULTATIVA

Son el técnico o técnicos competentes designados por el Promotor, encargados de la dirección y del control de la ejecución de la obra.

Cuando no sea necesaria la designación de coordinador de seguridad y salud, la dirección facultativa asumirá partes de las funciones a desempeñar por del coordinador, en concreto:

- Deberá aprobar el Plan de Seguridad y Salud, antes del comienzo de la obra.
- Adoptará las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas accedan a la obra.
- Facilitar el Libro de incidencias, tenerlo en su poder y en caso de anotación, estará obligado a remitir, en el plazo de 24 horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en la que se realiza la obra.

3.3. COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCIÓN

El Coordinador en materia de Seguridad y Salud es el técnico competente integrado en la Dirección Facultativa, designado por el Promotor para llevar a cabo las tareas que se mencionan en artículo 9 del R.D. 1627/1997.

Durante la ejecución de la obra deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad.
- Al tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente.
- Al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases de trabajo.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los Contratistas y, en su caso, los Subcontratistas y los Trabajadores Autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra y, en particular, en las tareas o actividades a que se refiere el artículo 10 del R.D. 1627/1997.

- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el Contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

3.4. CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS

El contratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el Promotor, con medios humanos y materiales propios y ajenos, el compromiso de ejecutar la totalidad o parte de las obras con sujeción al proyecto y al contrato.

El subcontratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el Contratista, Empresario Principal, el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra, con sujeción al proyecto por el que se rige su ejecución.

Cada Contratista en aplicación del Estudio de Seguridad y Salud o en su caso el Estudio Básico, elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el Estudio o Estudio Básico, en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dicho Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que no podrá implicar disminución de los niveles de protección previstos en el Estudio o Estudio Básico.

En el caso de Planes de Seguridad y Salud elaborados en aplicación del Estudio de Seguridad y Salud las propuestas de medidas alternativas de prevención incluirán la valoración económica de las mismas, que no podrá implicar disminución del importe total, de acuerdo con el segundo párrafo del apartado 4 del artículo 5 del R.D. 1627/1997.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado antes del inicio de la obra por el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Cuando no sea necesaria la designación de Coordinador, las funciones que se le atribuyen en los párrafos anteriores serán asumidas por la dirección facultativa.

El Plan de Seguridad y Salud podrá ser modificado por el Contratista en función del proceso de ejecución de la obra, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero siempre con la aprobación expresa de los párrafos anteriores.

Según el Real Decreto 1109/2007, de 24 agosto artículo en el artículo 13º.- Obligatoriedad del Libro de Subcontratación. Cada contratista, con carácter previo a la subcontratación con un subcontratista o trabajador autónomo de parte de la obra que tenga contratada, deberá obtener un Libro de Subcontratación habilitado que se ajuste al modelo que se inserta como anexo III.

Según el Real Decreto 1109/2007, de 24 agosto artículo en el artículo 14º.- Habilitación del Libro de Subcontratación. El Libro de Subcontratación será habilitado por la autoridad laboral correspondiente al territorio en que se ejecute la obra. La habilitación consistirá en la verificación de que el Libro reúne los requisitos establecidos en este Real Decreto.

Según la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, antes de comenzar los trabajos, el contratista tendrá que realizar la apertura del Centro de Trabajo en el Organismo Competente.

Los Contratistas y Subcontratistas estarán obligados a:

- Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades indicadas en el artículo 10 del R.D. 1627/1997.
- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud al que se refiere el artículo 7 de dicho Real Decreto.
- Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta, en su caso, las obligaciones sobre coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Informar y proporcionar las instrucciones a los Trabajadores Autónomos sobre todas las medidas que se hayan de adoptar en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la Dirección Facultativa.

Los Contratistas y los Subcontratistas serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan de Seguridad y Salud en lo relativo a las obligaciones que les correspondan a ellos directamente o, en su caso, a los Trabajadores Autónomos por ellos contratados.

Las responsabilidades de los Coordinadores, de la Dirección Facultativa y del Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los Contratistas y a los Subcontratistas.

3.5. TRABAJADORES AUTÓNOMOS

Trabajador Autónomo es la persona física distinta del Contratista y del Subcontratista, que realiza de forma personal y directa una actividad profesional, sin sujeción a un contrato de trabajo, y que asume contractualmente ante el Promotor, el Contratista o el Subcontratista el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra.

Estarán obligados a:

- Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades indicadas en el artículo 10 del R.D. 1627/1997.
- Cumplir las disposiciones mínimas de seguridad y salud establecidas en el anexo IV del citado Real Decreto, durante la ejecución de la obra.
- Cumplir las obligaciones en materia de prevención de riesgos que establece para los trabajadores el artículo 29, apartados 1 y 2, de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ajustar su actuación en la obra conforme a los deberes de coordinación de actividades empresariales establecidos en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de actuación coordinada que se hubiera establecido.
- Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el R.D. 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el R.D. 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la Dirección Facultativa.

Por otra parte, los Trabajadores Autónomos deberán cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud aprobado.

4. ORGANIZACIÓN DE LA PREVENCIÓN EN OBRA

4.1. Tramitación del estudio de seguridad y salud

El presente estudio de seguridad y salud se facilitará a las empresas contratistas para que tal y como establece el art. 7 del Real Decreto 1627/97, elaboren el correspondiente plan de seguridad y salud para la obra, en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones

contenidas en el estudio o estudio básico, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga, con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el estudio o estudio básico.

El plan de seguridad y salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

4.2. Responsables de seguridad a pie de obra

La organización de la seguridad en la obra es responsabilidad del Promotor, quien designará (cuando corresponda) al coordinador en materia de seguridad y salud en la fase de ejecución de obra, con las competencias y funciones descritas en el apartado de Obligaciones de las partes implicadas.

- Cada empresa contratista contará a pie de obra con un responsable de seguridad y salud, que corresponderá con una persona de acreditada competencia (con formación en materia de prevención de riesgos y de primeros auxilios), siendo la encargada de organizar, dirigir y mantener el control y supervisión de los trabajos realizados por empleados de su Empresa, así como de los realizados por otras Empresas subcontratadas. Como norma general tendrá asignadas las siguientes funciones:
- Organizar los trabajos dentro del ámbito de su competencia, para garantizar la realización de los mismos con las suficientes garantías de seguridad.
- Supervisar y controlar de forma continuada el cumplimiento de las normas de seguridad por parte de trabajadores propios como de trabajadores subcontratados.
- Permitir el acceso de sólo personal autorizado/cualificado a los lugares de especial peligrosidad, o a la realización de actividades de especial riesgo (trabajos en altura, eléctricos, etc.).
- Permitir la manipulación de maquinaria y vehículos sólo a aquél personal que posea los permisos necesarios y/o reglamentarios, y estén suficientemente formados y adiestrados.
- Permitir el uso de máquinas, máquinas-herramientas sólo al personal suficientemente formado y adiestrado en su uso.
- Controlar que las instalaciones provisionales de obra no presentan riesgos para los trabajadores.
- Procurar que la obra se encuentre en buen estado de orden y limpieza.
- Controlar el uso efectivo de los Equipos de Protección Individual (EPI´s) necesarios para los trabajos, así como se encargará de su suministro y reposición.

- Supervisar la correcta ubicación y funcionamiento de las protecciones colectivas (barandillas de protección, redes, pasarelas, etc.), no permitiendo los trabajos si estas no existen o han sido anuladas.
- Controlar el buen estado y correcto funcionamiento de la maquinaría y medios auxiliares empleados.
- Supervisar que se cumple con las normas y procedimientos establecidos, especialmente con las cinco reglas de oro, para trabajos en instalaciones eléctricas.
- Informar puntualmente a su inmediato superior de los incumplimientos que se produzcan en materia de seguridad.
- Suspender la actividad en caso de riesgo grave e inminente para la seguridad de los trabajadores.

4.3. Organización preventiva de la empresa contratada

La modalidad de organización de los recursos para el desarrollo de las actividades preventivas de las distintas Empresas que desarrollen los trabajos deberá estar contemplada en lo expresado en el capítulo III del Real Decreto 39/1997 por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

Por otro lado, todo el personal antes de incorporarse por primera vez a la obra deberá haber pasado Reconocimiento Médico sobre capacitación para el trabajo a desempeñar, así como recibirá las instrucciones (información) y formación complementaria en materia de seguridad referida a los trabajos a realizar.

5. REUNIONES DE SEGURIDAD EN OBRA

A lo largo de la ejecución del proyecto, se deben realizar reuniones de seguridad en obra, donde se traten todos aquellos aspectos que afecten a la seguridad de la misma, y especialmente se haga un seguimiento y control sobre los incumplimientos detectados.

A estas reuniones podrán asistir además de las empresas contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos, el coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra (en el caso en que sea necesario su nombramiento), la dirección facultativa y el promotor o representante del mismo.

5.1. Delegados de prevención

Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo, reflejadas en el artículo 36 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (L.P.R.L.).

El número de Delegados de Prevención en la Empresa viene determinado en el artículo 35 de la citada Ley, pudiendo ser:

- El Delegado de Personal cuando este exista (artículo 35.2 de la L.P.R.L.).
- Por elección por mayoría entre los trabajadores si en el centro de trabajo no hay representantes con antigüedad suficiente (adicional 4ª de la L.P.R.L.).
- Cualquier otro trabajador designado por los trabajadores o sus representantes según lo dispuesto en el convenio colectivo (artículo 35.4 de la L.P.R.L.).

5.2. Servicios de Prevención

El Servicio de Prevención es el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, asesorando y asistiendo para ello al empresario, a los trabajadores y a sus representantes y a los órganos de representación especializados. Para el ejercicio de sus funciones, el empresario deberá facilitar a dicho servicio el acceso a la información y documentación a que se refiere el apartado 3 del artículo 30 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Los servicios de Prevención deberán estar en condiciones de proporcionar a la empresa el asesoramiento y apoyo que precise en función de los tipos de riesgo en ella existentes y en lo referente a:

- El diseño, aplicación y coordinación de los planes y programas de actuación preventiva.
- La evaluación de los factores de riesgo que pueden afectar a la seguridad y la salud de los trabajadores en los términos previstos en el artículo 16 de esta Ley.
- La determinación de las prioridades en la adopción de las medidas preventivas adecuadas y la vigilancia de su eficacia.
- La información y formación de los trabajadores.
- La prestación de los primeros auxilios y planes de emergencia.
- La vigilancia de la salud de los trabajadores en relación con los riesgos derivados del trabajo.

El Servicio de Prevención tendrá carácter interdisciplinario, debiendo sus medios ser apropiados para cumplir sus funciones. Para ello, la formación, especialidad, capacitación, dedicación y número de componentes de estos servicios, así como sus recursos técnicos, deberán ser suficientes a adecuados a las actividades preventivas a desarrollar, en función de las siguientes circunstancias:

- Tamaño de la empresa.
- Tipos de riesgo a los que puedan encontrarse expuestos los trabajadores.

- Distribución de riesgos en la empresa.

6. MEDIDAS DE ACTUACIÓN EN CASO DE EMERGENCIA Y ANTE RIESGO GRAVE E INMINENTE

El principal objetivo ante cualquier emergencia es su localización y, a ser posible, su eliminación, reduciendo al mínimo sus efectos sobre las personas y las instalaciones. Por ello antes del comienzo de los trabajos todo el personal de obra deberá recibir información e instrucciones precisas de actuación en caso de emergencia y de primeros auxilios.

En particular, a los trabajadores se les informará, entre otros puntos, de:

- Medidas de evacuación de los trabajadores (salidas de emergencia existentes).
- Normas de actuación sobre lo que "se debe" y "no se debe hacer" en caso de emergencia.
- Medios materiales de extinción contra incendios y actuación en primeros auxilios.

Por otra parte, cuando los trabajadores estén o puedan estar expuestos a un riesgo grave e inminente el Jefe de Brigada (Encargado o Capataz) deberá:

- Informar inmediatamente a todos los trabajadores afectados sobre la existencia de dicho riesgo así como de las medidas preventivas a adoptar.
- Adoptar las medidas y dar las órdenes necesarias para que en caso de riesgo grave, inminente e inevitable los trabajadores puedan interrumpir su actividad, no pudiéndose exigir a los trabajadores que reanuden su actividad tanto en cuanto persista el peligro.
- Habilitar lo necesario para que el trabajador que no pudiese ponerse en contacto con su superior ante una situación de tal magnitud interrumpa su actividad, poniéndolo en conocimiento de su superior inmediato en el mínimo tiempo posible.
- Poner en conocimiento en el menor tiempo posible de la Dirección Facultativa y del titular del Centro de Trabajo, la aparición de tales circunstancias.

6.1. Primeros auxilios y asistencia sanitaria

Como medida general, cada grupo de trabajo o brigada contará con un botiquín de primeros auxilios completo, revisado mensualmente, que estará ubicado en lugar accesible, próximo a los trabajos y conocido por todos los trabajadores, siendo el Jefe de Brigada (Encargado o Capataz) el responsable de revisar y reponer el material.

En caso de producirse un accidente durante la realización de los trabajos, se procederá según la gravedad que presente el accidentado.

Ante los accidentes de carácter leve, se atenderá a la persona afectada en el botiquín instalado a pie de obra, cuyo contenido se detalla más adelante.

Si el accidente tiene visos de importancia (grave) se acudirá al Centro Asistencial de la mutua a la cual pertenece la Contrata o Subcontrata, (para lo cual deberán proporcionar la dirección del centro asistencial más cercano de la mutua a la que pertenezca), donde tras realizar un examen se decidirá su traslado o no a otro centro.

Si el accidente es muy grave, se procederá de inmediato al traslado del accidentado al Hospital más cercano.

Por todo lo anterior, cada grupo de trabajo deberá disponer de un teléfono móvil y un medio de transporte, que le permita la comunicación y desplazamiento en caso de emergencia.

6.2. Botiquín

El contenido mínimo del botiquín será: desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas y guantes desechables.

Junto al botiquín se dispondrá de un cartel en el que figuren de forma visible los números de teléfonos necesarios en caso de urgencias como los del hospital más próximo, centro asistencial, más cercano, de la mutua de las distintas empresas intervinientes, servicio de ambulancias, bomberos, policía local, ...

6.3. Extinción de incendios

Este apartado tiene por objeto dar una serie de recomendaciones relativas a la actuación contra el fuego en el caso de que éste llegara a producirse.

En primer lugar, se intentaré sofocar el conato de incendio y si se observara que no se puede dominar el incendio, se avisará de inmediato al servicio Municipal de Bomberos.

Para hacer funcionar los extintores portátiles se seguirán los siguientes pasos:

- Sacar la anilla que hace de seguro.
- Abrir la válvula de gas impulsor de botellín adosado (si es de presión incorporada no tiene este paso).
- Apretar la pistola dirigiendo el chorro a la base de las llamas y barrer en abanico.

La posición más ventajosa para atacar el fuego es colocarse de espaldas al viento en el exterior, o a la corriente en el interior de un local.

Es elemental dirigir el chorro de salida hacia la base de las llamas, barriendo en zigzag y desde la parte más próxima hacia el interior del incendio.

Si se utilizan sobre líquidos inflamables, no se debe aproximar mucho al fuego ya que se corre el peligro de que se proyecte el líquido al exterior. Hay que barrer desde lejos y acercarse poco a poco al fuego.

Siempre que las actuaciones para atacar no se dificulten grandemente a consecuencia del humo, no deben abrirse puertas y ventanas; provocarían un tiro que favorecerían la expansión del incendio.

Recordar que, a falta de protección respiratoria, una protección improvisada es colocarse un pañuelo húmedo cubriendo la entrada de las vías respiratorias, procurando ir agachado a ras del suelo, pues el humo por su densidad tiende a ir hacia arriba.

Si se inflaman las ropas, no correr; las llamas aumentarían. Revolcarse por el suelo y/o envolverse con manta o abrigo. Si es otra la persona a la que vemos en dicha situación, tratar de detenerla de igual forma.

7. COMUNICACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES

El Empresario cumplimentará el parte de accidente de trabajo (según el modelo oficial) en aquellos accidentes de trabajo o recaídas que conlleven la ausencia del accidentado del lugar de trabajo de, al menos, un día, salvedad hecha del día en que ocurrió el accidente, previa baja médica.

Dicho documento será remitido por la Empresa a la Mutua o Entidad Gestora o Colaboradora de la Seguridad Social, que tiene a su cargo la protección por accidente de trabajo, en el plazo máximo de 5 días hábiles, contados desde la fecha en que se produjo el accidente o desde la fecha de la baja médica.

Aquellos accidentes ocurridos en el centro de trabajo o por desplazamiento en jornada de trabajo que provoquen el fallecimiento del trabajador, que sean considerados como graves o muy graves, o que el accidente ocurrido en un centro de trabajo afecte a más de cuatro trabajadores, pertenezcan o no en su totalidad a la plantilla de la Empresa, esta además de cumplimentar el parte de accidente comunicará éste hecho, en el plazo máximo de 24 horas, por telegrama u otro medio de comunicación análogo, a la Autoridad Laboral de la provincia donde haya ocurrido el accidente, debiendo constar en la comunicación la razón social, domicilio y teléfono de la Empresa, nombre del accidentado, dirección completa del lugar donde ocurrió el accidente así como una breve descripción del mismo.

La relación de accidentes de trabajo ocurridos sin baja médica deberá cumplimentarse mensualmente en aquellos accidentes de trabajo que no hayan causado baja médica.

Dicho documento será remitido por la Empresa, en los modelos oficiales, a la entidad gestora de accidentes de trabajo en los plazos que marca la legislación vigente.

Finalmente, todo incidente o accidente ocurrido en obra debe quedar registrado, debiendo notificarse en todos los casos al Coordinador de Seguridad y Salud, o a la Dirección Facultativa cuando no fuera necesaria su designación, a la mayor brevedad posible.

Todo accidente ocurrido en la obra debe ser investigado por la empresa a la que pertenezca el trabajador, elaborando el preceptivo informe de investigación de accidentes, que deberá ser archivado junto con el resto de documentación del accidente. Este informe estará a disposición del Coordinador de Seguridad y Salud, y de la Dirección Facultativa.

8. SERVICIOS HIGIÉNICOS

En aplicación de lo exigido a este respecto por la normativa aplicable, anexo IV parte A del Real Decreto 1627/97, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción se deberán destinar los servicios higiénicos (vestuarios, retretes y lavabos) necesarios para los trabajadores.

En el caso en que se utilicen instalaciones provisionales (casetas o similar), se garantizará para todo el periodo que abarque la ejecución, mientras exista personal imputable a la misma.

Las instalaciones se mantendrán en adecuadas condiciones de higiene y limpieza, quedando totalmente prohibido el almacenamiento de sustancias y material de obra en su interior, pues su uso no es el de almacén.

Los suelos, paredes y techos serán lisos e impermeables, permitiendo la limpieza necesaria, debiendo encontrarse los vestuarios próximos a las salas de aseo.

No obstante, al ejecutarse la obra en locales ya construidos, y dotados ya de este tipo de instalaciones, podrán utilizarse las mismas (previo acuerdo con la propiedad), o en su caso los existentes en las instalaciones de las empresas a las que pertenezcan, cuando esta posibilidad sea viable.

Además, en la obra, los trabajadores dispondrán de suficiente agua potable, la cual se mantendrá en recipientes adecuados para su conservación e higiene y marcados con el nombre de su contenido.

9. FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES

De conformidad con los artículos 18 y 19 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y su salud en la obra.

La información deberá ser comprensible para los trabajadores afectados. Al ingresar en la obra se informará al personal de los riesgos específicos de los trabajos a los cuales van a ser asignados, así como las medidas de seguridad que deberán emplear personal y colectivamente.

Se insistirá en la importancia del uso de los medios preventivos puestos a su disposición, enseñando su correcto uso y explicando las situaciones peligrosas a que la negligencia o la ignorancia pueden llevar.

Conforme al artículo 8 del Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, el empresario deberá informar a los trabajadores, previamente al uso de los equipos, de los riesgos contra los que les protegen, así como de las actividades u ocasiones en las que deben utilizarse.

Asimismo, deberá proporcionarles instrucciones, preferentemente por escrito, sobre la forma correcta de utilizarlos y mantenerlos.

El empresario garantizará la formación y organizará, en su caso, sesiones de entrenamiento, para la correcta utilización de los Equipos de Protección Individual, especialmente cuando se requieran la utilización simultánea de varios equipos que por su especial complejidad así lo haga necesaria.

Eligiendo al personal más cualificado, se impartirán cursillos de socorrismo y primeros auxilios, de forma de que en cada obra disponga de algún socorrista con todos los medios que precise.

Por otra parte, conforme el artículo 5 del Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, los trabajadores y los representantes de los trabajadores deberán recibir una formación e información adecuadas sobre los riesgos derivados de la utilización de los equipos de trabajo, así como las medidas de prevención y protección que hayan de adoptarse.

La información suministrada preferentemente por escrito, deberá contener, como mínimo, las indicaciones relativas a:

- Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse.
- Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.
- Cualquier otra información de utilidad preventiva.

Igualmente, se informará a los trabajadores sobre la necesidad de prestar atención a los riesgos derivados de los equipos de trabajo presentes en su entorno de trabajo inmediato, o de las modificaciones introducidas en los mismos, aun cuando no los utilicen directamente.

10. VIGILANCIA DE LA SALUD

El empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo.

Las medidas de vigilancia y control de la salud de los trabajadores se llevarán a cabo respetando siempre el derecho a la intimidad y a la dignidad de la persona del trabajador y la confidencialidad de toda la información relacionada con su estado de salud.

Atendiendo a esta obligación, todo trabajador que se incorpore a la obra, habrá pasado un reconocimiento médico que avale su aptitud médica para el desempeño de las actividades que vaya a realizar.

11. RESPONSABILIDADES Y PENALIZACIONES

El incumplimiento de las obligaciones en materia de prevención de riesgos laborales podrá dar lugar a responsabilidades administrativas, así como en su caso, a responsabilidades penales y a las civiles por los daños y perjuicios que puedan derivarse de dicho incumplimiento.

No se penalizará los hechos que hayan sido sancionados penal o administrativamente, en los casos que se aprecie la identidad de sujeto hecho y fundamento, por parte de la Autoridad Laboral competente.

11.1. Requerimientos por incumplimientos

Cuando el Coordinador de Seguridad y Salud o la Dirección Facultativa comprobase la existencia de una infracción a la normativa sobre prevención de riesgos laborales, requerirá al empresario para la subsanación de las deficiencias observadas, salvo que por la gravedad e inminencia de los riesgos procediese acordar la paralización prevista en el artículo 14 del Real Decreto 1627/1997, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, todo ello sin perjuicio de la propuesta de sanción correspondiente en su caso.

El requerimiento formulado por el Coordinador de Seguridad y Salud o la Dirección Facultativa se hará saber por escrito al empresario presuntamente responsable señalando las anomalías para su subsanación. Dicho requerimiento se pondrá, asimismo, en conocimiento de los Delegados de Prevención.

Si se incumpliera el requerimiento formulado, persistiendo los hechos infractores, la persona que realiza la demanda propondrá al Promotor la penalización por tales hechos.

11.2. Paralización de los trabajos

Cuando el Coordinador de Seguridad y Salud o cualquiera otra persona integrada en la Dirección Facultativa compruebe que la inobservancia de la normativa sobre prevención de riesgos laborales implica, a su juicio, un riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores podrá ordenar la paralización inmediata de tales trabajos o tareas, dejando constancia en el Libro de Incidencias.

Dicha medida será comunicada a la Empresa responsable, que la pondrá en conocimiento inmediato de los trabajadores afectados, del Delegado de Prevención o, en su ausencia, de los Representantes del Personal. Por otro lado, la persona que hubiera ordenado la paralización deberá dar cuenta a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social del cumplimiento de esta notificación.

La paralización de los trabajos se levantará por la Inspección de Trabajo y Seguridad Social si la hubiese decretado, por el Coordinador de Seguridad y Salud o por el Empresario tan pronto como se subsanen las causas que la motivaron, debiendo el empresario comunicarlo a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social y/o al Coordinador de Seguridad y Salud, según el caso.

11.3. Libro de incidencias

En cada centro de trabajo existirá con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud un Libro de incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado al efecto.

El Libro de incidencias, que deberá mantenerse siempre en la obra, estará en poder del técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.

A dicho libro tendrán acceso la Dirección Facultativa, los Contratistas, los Subcontratistas y los Trabajadores Autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las Empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones Públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo, relacionadas con los fines a que se refiere el párrafo primero de este apartado.

Efectuada una anotación el libro de incidencias, el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud, estará obligado a remitir, en el plazo de veinticuatro horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la Provincia en la que se realiza la obra. Igualmente deberá notificar las anotaciones en el libro al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste.

11.4. Penalizaciones

Son infracciones a la normativa en materia de Prevención de Riesgos Laborales las acciones u omisiones de los Empresarios que incumplan las normas legales, reglamentarias y cláusulas normativas de los convenios colectivos en materia de seguridad y salud sujetas a responsabilidades conforme a la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Sin perjuicio de las responsabilidades administrativas, civiles y penales de las Contratas y Subcontratas, el Coordinador de Seguridad y Salud podrá proponer al Promotor la aplicación de penalizaciones.

Se calificarán estas penalizaciones como leves, graves y muy graves, en atención a la naturaleza del deber infringido y la entidad del derecho afectado, de conformidad con los apartados siguientes.

Las penalizaciones podrán imponerse en grado mínimo, medio y máximo, atendiendo a los siguientes criterios:

- La peligrosidad de las actividades desarrolladas.
- El carácter transitorio o permanente de los riesgos.
- La gravedad de los daños producidos o que hubieran podido producirse por la ausencia o deficiencia de las medidas preventivas necesarias.
- El número de trabajadores afectados.
- Las medidas de protección individual o colectiva adoptadas por el empresario y las instrucciones impartidas por éste en orden a la prevención de riesgos.
- El incumplimiento de advertencias o requerimientos previos del Coordinador de Seguridad y Salud.
- La inobservancia de las propuestas realizadas por los Servicios de Prevención, los Delegados de Prevención o el Comité de Seguridad y Salud de la empresa para la corrección de las deficiencias legales existentes.
- La conducta general seguida por el empresario en orden a la estricta observancia de las normas en materia de prevención de riesgos laborales.

DOCUMENTO Nº 3: MEDICIONES Y PRESUPUESTO ECONÓMICO

1. OBJETO

El objeto de este documento es valorar los gastos asignados según previsiones del desarrollo de este Plan 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).
- Las protecciones para las instalaciones eléctricas provisionales.
- La Medicina Preventiva y Primeros Auxilios previstos para los trabajadores.
- Las horas de personal dedicadas a formación, vigilancia y reuniones de seguridad.
- Los costes, incluyendo limpieza y mantenimiento, de las instalaciones de Higiene y bienestar.

1.1. PROTECCIONES PERSONALES

Ud.	Denominación	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Ud.	Casco de seguridad homologado	12,00	5,00 €	60,00 €
Ud.	Gafa antipolvo y anti-impactos	12,00	7,40 €	88,80 €
Ud.	Gafa sopletero	3,00	6,50 €	19,50 €
Ud.	Pantalla de soldador	3,00	22,50 €	67,50 €
Ud.	Cristal pantalla de soldador	6,00	1,26 €	7,56 €
Ud.	Pantalla facial	12,00	8,40 €	100,80 €
Ud.	Mascarilla antipolvo	120,00	1,50 €	180,00 €
Ud.	Protector auditivo (tapón)	48,00	0,40 €	19,20 €
Ud.	Protector auditivo (casco)	12,00	16,50 €	198,00 €
Ud.	Arnés para trabajos en altura con dispositivo de anticaída móvil y línea de vida	3,00	546,20 €	1.638,60 €
Ud.	Grupo de respiración autónomo	2,00	350,00 €	700,00 €
Ud.	Mono o buzo de trabajo	12,00	32,00 €	384,00 €
Ud.	Impermeable	12,00	25,30 €	303,60 €
Ud.	Guantes dieléctricos	12,00	32,50 €	390,00 €
Ud.	Guantes de uso general	36,00	3,50 €	126,00 €
Ud.	Guantes de cuero	36,00	4,23 €	152,28 €
Ud.	Botas impermeables al agua y a la humedad	12,00	22,40 €	268,80 €
Ud.	Botas de seguridad de cuero	12,00	28,40 €	340,80 €
Ud.	Botas dieléctricas	12,00	26,14 €	313,68 €
Ud.	Mandil soldador	3,00	19,83 €	59,49 €
Ud.	Manguitos soldador	3,00	7,82 €	23,46 €
Ud.	Chaleco reflectante	24,00	17,50 €	420,00 €
			TOTAL PROTECCIONES PERSONALES	**5.862,07 €**

1.2. PROTECCIONES COLECTIVAS

No se incluyen protecciones propias de andamios, máquinas, etc., por considerarlas parte integrante de los medios de producción.

Ud.	Denominación	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Ud.	Señal normalizada de tráfico con soporte metálico, incluida la colocación	0,35	27,20 €	9,52 €
Ud.	Cartel indicativo de riesgo con soporte metálico, incluida la colocación	0,35	5,63 €	1,97 €
Ud.	Cartel indicativo de riesgo sin soporte metálico, incluida la colocación	0,70	4,30 €	3,01 €
Mts.	Cordón de balizamiento reflectante, incluidos soportes, colocación y desmontaje	8,75	0,50 €	4,38 €
Mts.	Cinta plástica de balizamiento en colores blanco y rojo	10,50	0,20 €	2,10 €
Ud.	Valla autónoma metálica de contención peatones	0,35	9,43 €	3,30 €
Ud.	Jalón de señalización, incl. colocación	0,70	1,00 €	0,70 €
Ud.	Señalización y protección de zanjas con chapas en cruces y caminos	0,35	29,15 €	10,20 €
Hrs.	Camión de riego, incluido el conductor	44,00	28,85 €	1.269,40 €
Ud.	Mampara antiproyecciones	0,35	67,63 €	23,67 €
M2	Entibado excavación	0,70	5,00 €	3,50 €
Hrs.	Mano de obra de señalización	88,00	5,71 €	502,48 €
Hrs.	Mano de obra de brigada de seguridad empleada en mantenimiento y reposición de protecciones	8,00	13,82 €	110,56 €
Ud.	Teléfono móvil disponible en obra, incluida conexión y utilización	12,00	120,00 €	1.440,00 €
Ud.	Extintor de polvo polivalente de 6 Kg, incluido el soporte	3,00	214,00 €	642,00 €
			TOTAL PROTECCIONES COLECTIVAS	**4.026,79 €**

1.3. PROTECCIONES INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Ud.	Denominación	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Ud.	Instalación de puesta a tierra compuesta por cable de cobre, electrodo conectado a tierra en masas metálicas, etc.	1,00	75,13 €	75,13 €
Ud.	Interruptor diferencial de media sensibilidad (300 mA), incluida instalación	1,00	87,16 €	87,16 €
Ud.	Interruptor diferencial de alta sensibilidad (30 mA), incluida instalación	1,00	93,16 €	93,16 €
			TOTAL PROTECCIONES INSTALACIÓN ELÉCTRICA	**255,45 €**

1.4. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS

Ud.	Denominación	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Ud.	Botiquín	3,00	90,00 €	270,00 €
Ud.	Reposición material sanitario durante el transcurso de la obra	2,00	60,10 €	120,20 €
Ud.	Reconocimiento médico obligatorio	12,00	30,05 €	360,60 €
			TOTAL MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS	**750,80 €**

1.5. VIGILANCIA Y FORMACIÓN

Ud.	Denominación	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Ud.	Reunión semanal de la Comisión de seguridad de la obra	8,00	90,15 €	721,20 €
Hrs.	Formación de Seguridad e Higiene en el trabajo	48,00	21,04 €	1.009,92 €
Ud.	Control y asesoramiento de seguridad (visitas técnicas)	2,00	300,51 €	601,02 €
			TOTAL VIGILANCIA Y FORMACION	**2.332,14 €**

No se han valorado las horas de dedicación de los mandos a funciones de vigilancia y asesoramiento de seguridad por considerarlas integradas en sus funciones de producción.

1.6. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR

Ud.	Denominación	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Ud.	Recipiente para recogida de basuras	6,00	21,04 €	126,24 €
Meses	Alquiler de barracón para vestuarios	2,00	270,46 €	540,92 €
Ud.	Taquilla metálica individual con llave	12,00	35,60 €	427,20 €
Ud.	Banco de madera capacidad 5 personas	2,00	30,05 €	60,10 €
Ud.	Radiador de infrarrojos	2,00	39,07 €	78,14 €
Meses	Alquiler de barracón para aseos con dos duchas, dos lavabos y un WC	2,00	408,69 €	817,38 €
Hrs.	Mano de obra empleada en limpieza y conservación de instalaciones de personal	44,00	12,02 €	528,88 €
Ud.	Suministro de agua para aseos y energía eléctrica para vestuarios y aseos totalmente terminados	2,00	300,00 €	600,00 €
			TOTAL INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR	**3.178,86 €**

1.7. PRESUPUESTO TOTAL

RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD	
1 PROTECCIONES PERSONALES	**5.862,07 €**
2 PROTECCIONES COLECTIVAS	**4.026,79 €**
3 PROTECCIONES INSTALACION ELECTRICA	**255,45 €**
4 MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIIOS	**750,80 €**
5 VIGILANCIA Y FORMACION	**2.332,14 €**
6 INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR	**3.178,86 €**
TOTAL PRESUPUESTO:	**16.406,11 €**

Asciende el presente presupuesto de seguridad y salud para los trabajos descritos en el presente Proyecto, a la expresada cantidad de:

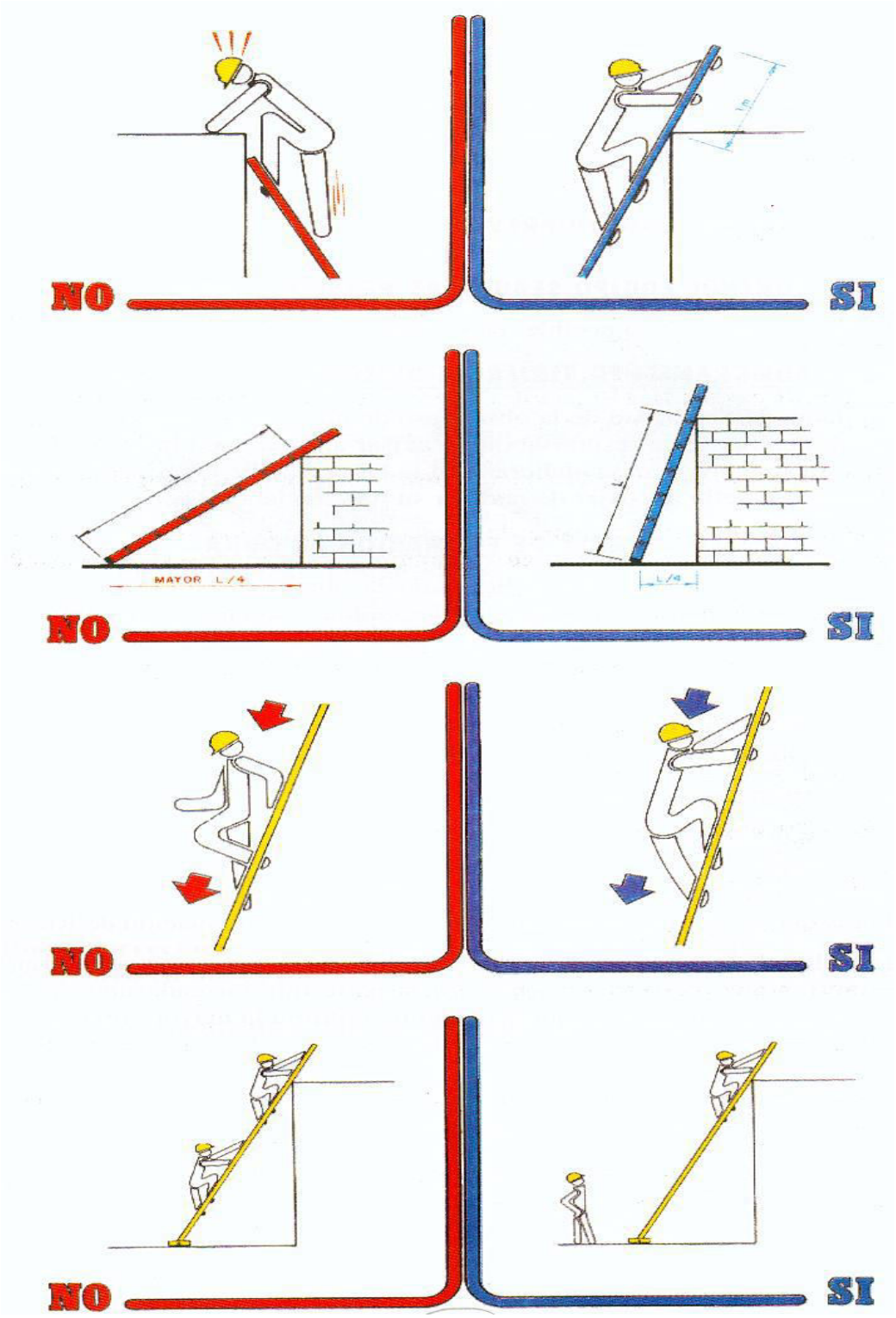
DIECISÉIS MIL CUATROCIENTOS SEIS EUROS CON ONCE CÉNTIMOS

DOCUMENTO Nº 4: PLANOS Y CROQUIS

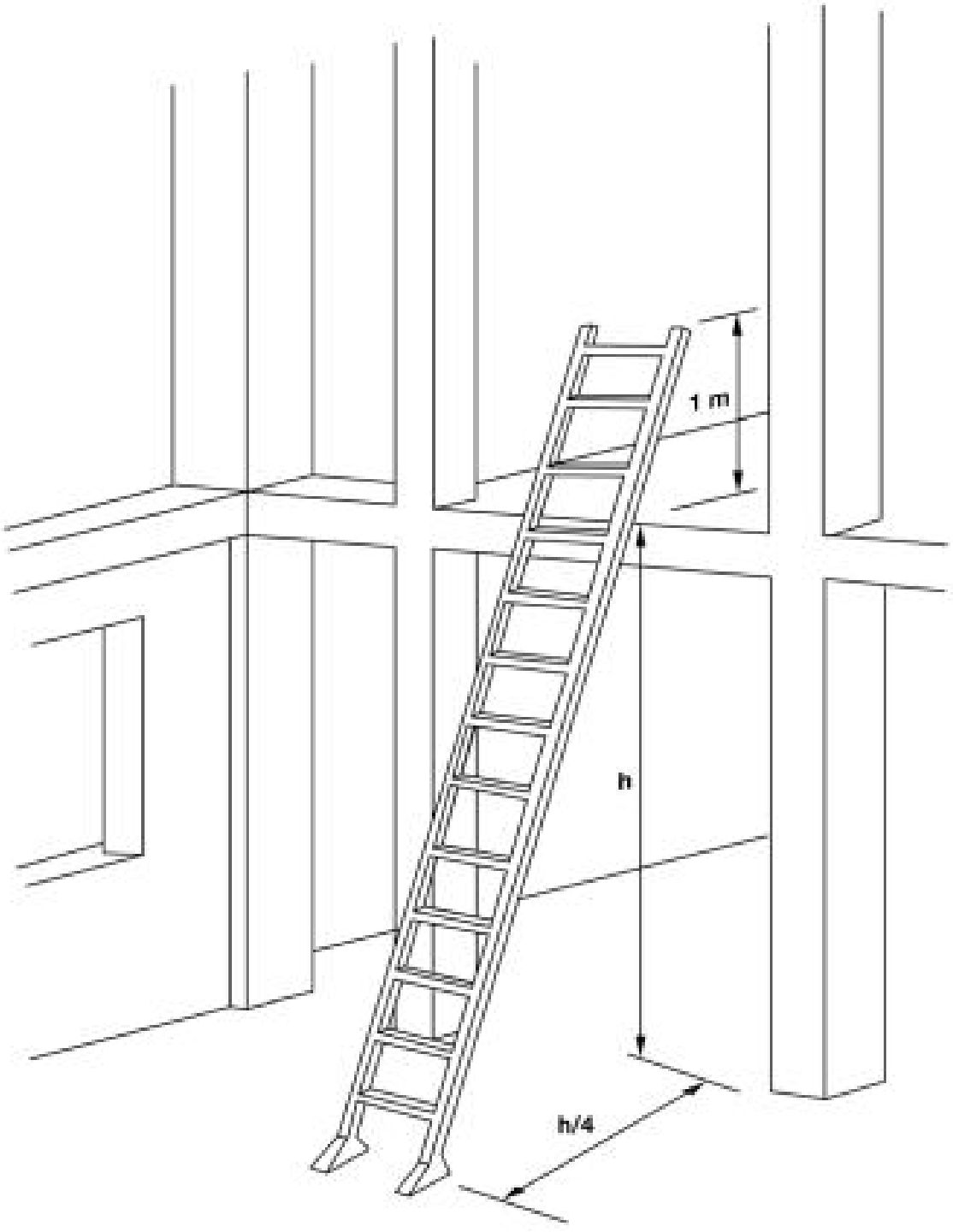
ÍNDICE

- ESCALERAS DE MANO (I, II y III)
- SEÑALIZACIÓN (I y II)
- TOPE DE RETROCESO DE VERTIDO DE TIERRAS
- BARANDILLA DE PROTECCIÓN
- PÓRTICO DE BALIZAMIENTO EN LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS
- TERRAPLENES Y RELLENOS
- CÓDIGO DE SEÑALES PARA MANIOBRAS (I y II)
- EQUIPOS PARA TRABAJOS EN ALTURA (I)
- RIESGOS ELÉCTRICOS (I, II, III, IV y V)
- TRABAJOS DE SOLDADURA
- MANIPULACIÓN Y USO DE BOTELLAS (I y II)
- CARTEL DE TELÉFONOS DE URGENCIA EN OBRA
- CABLES PUESTA A TIERRA PORTATILES
- CABLES DE PUESTA A TIERRA Y EN CORTOCIRCUITO CON TRANSFORMADOR
- CREACION DE LA ZONA DE TRABAJO (I, II y III)

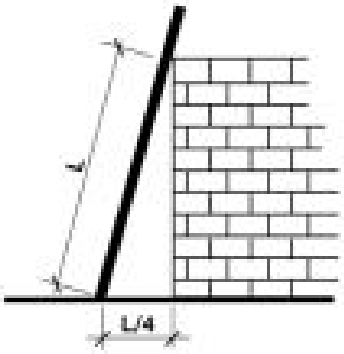
ESCALERAS DE MANO I



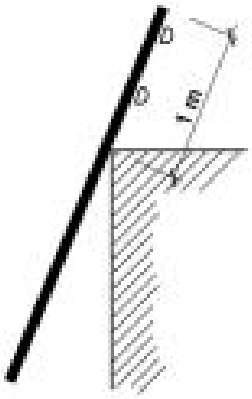
ESCALERAS DE MANO II



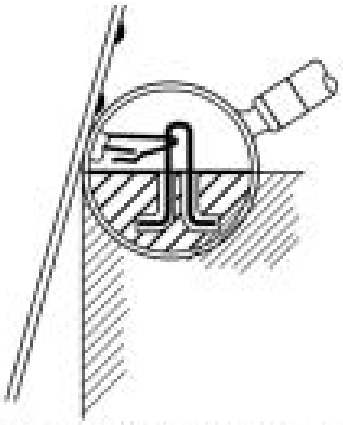
ESCALERAS DE MANO III



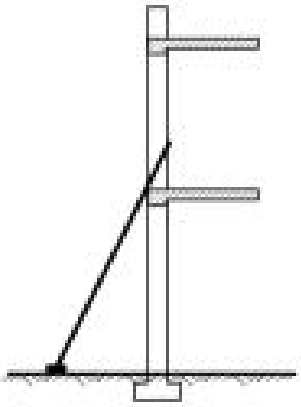
INCLINACIÓN RECOMENDADA



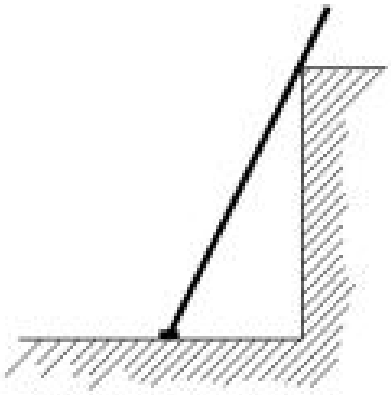
SOBREPASAR 1m. LA COTA MÁXIMA



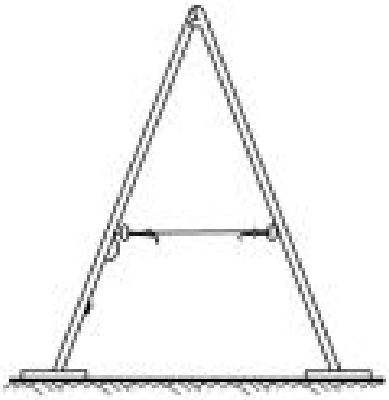
FORMA DE ARRIOSTRAMIENTO



USAR ZAPATAS ANTIDESLIZANTES



UN SOLO USUARIO A LA VEZ



LAS ESCALERAS DE TIJERA DEBEN DISPONER DE CUERDA O CADENA Y DE ZAPATAS ANTIDESLIZANTES

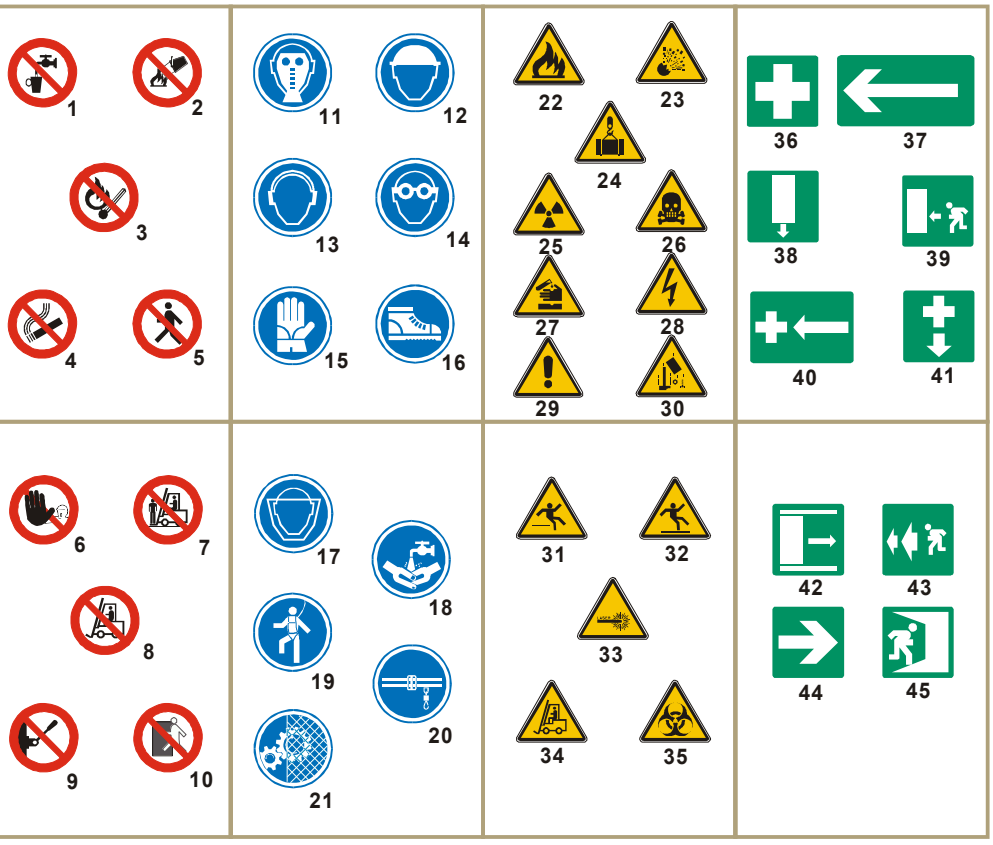
SEÑALIZACIÓN I

La señalización de seguridad en los lugares de trabajo tiene como misión llamar la atención rápidamente sobre objetos y situaciones que pueden provocar peligros.
Así como indicar el emplazamiento de dispositivos y equipos que tengan importancia desde el punto de vista de la seguridad.
Las señales de seguridad se dividen en cuatro categorías, teniendo cada una de ellas una forma y color diferentes.

SIMBOLOS: Colocados en el interior de las figuras de seguridad.
Según Real Decreto nº 1.403 / 1988 del 9 de Mayo de 1986.

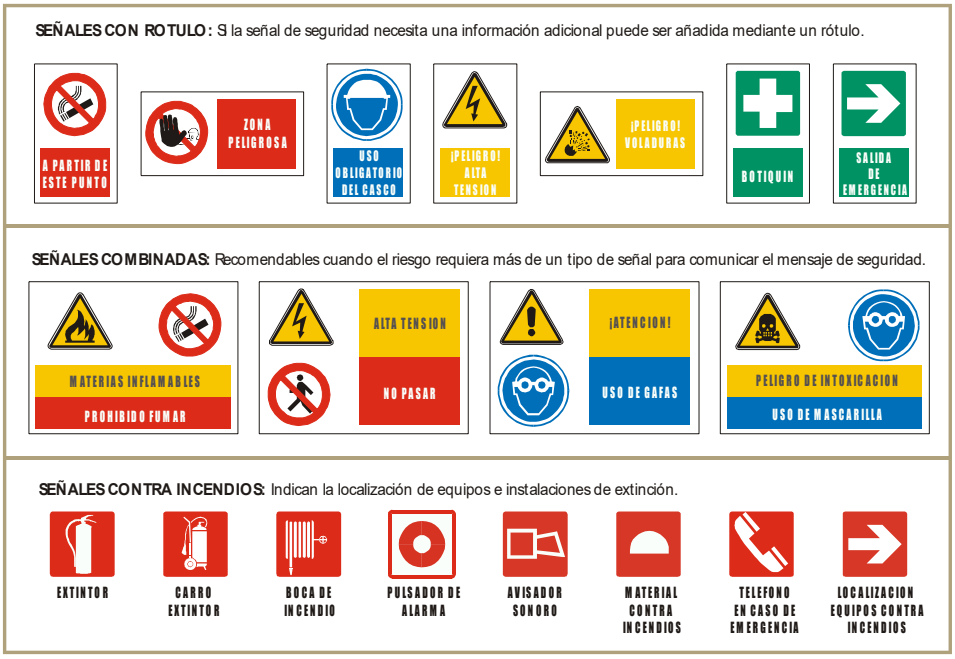
OTROS SIMBOLOS

PROHIBICION Lo que no se debe hacer	**OBLIGACION** Lo que se debe hacer	**ADVERTENCIA** Precaución Delimitación de zonas peligrosas	**SITUACION DE SEGURIDAD** Emplazamiento de primeros auxilios Señalización de vías de evacuación
CORONA CIRCULAR CON BANDA OBLICUA DIAMETRAL DE COLOR ROJO	CIRCULO CON CIRCUNFERENCIA EXTERNA CONCENTRICA AZUL	TRIANGULO EQUILATERO DELIMITADO POR UNA BANDA AMARILLO	CUADRADO RECTANGULO VERDE



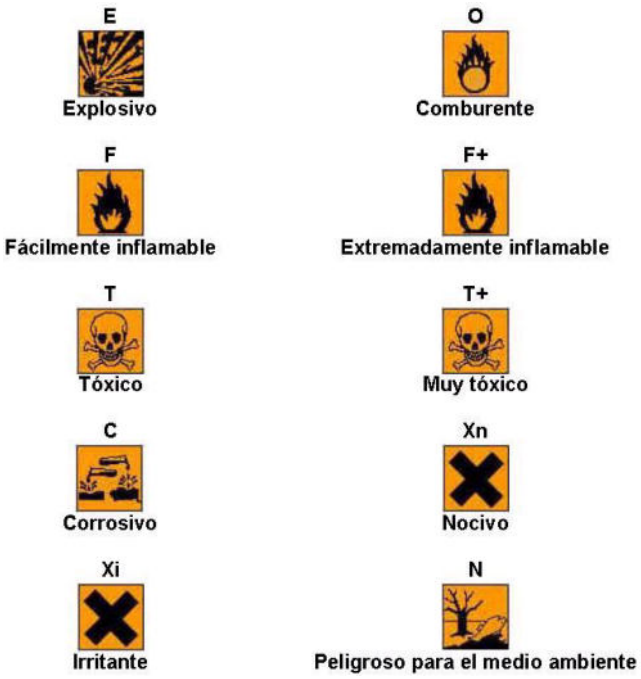
1. Agua no potable
2. Prohibido apagar con agua
3. Prohibido encender fuego
4. Prohibido fumar
5. Prohibido el paso a peatones
6. Alto! No pasar
7. Prohibido transportar personas
8. Prohibido el paso a carretillas
9. Prohibido accionar
10. No utilizar en caso de emergencia
11. Uso obligatorio de mascarilla
12. Uso obligatorio de casco
13. Uso obligatorio de protectores auditivos
14. Uso obligatorio de gafas
15. Uso obligatorio de guantes
16. Uso obligatorio de botas
17. Uso obligatorio de pantalla protectora
18. Es obligatorio lavarse las manos
19. Uso obligatorio de cinturón de seguridad
20. Uso obligatorio de cinturón de seguridad
21. Uso obligatorio de protector fijo
22. Riesgo de incendio
23. Riesgo de explosión
24. Riesgo de cargas suspendidas
25. Riesgo de radiación
26. Riesgo de intoxicación
27. Riesgo de corrosión
28. Riesgo eléctrico
29. Peligro indeterminado
30. Caída de objetos
31. Caídas a distinto nivel
32. Caídas al mismo nivel
33. Radiaciones láser
34. Paso de carretillas
35. Riesgo biológico
36. Equipo primeros auxilios
37. Dirección de socorro
38. Localización salida de socorro
39. Dirección hacia salida de socorro
40. Dirección hacia primeros auxilios
41. Localización primeros auxilios
42. Salida de socorro. Deslizar
43. Dirección hacia salida de socorro
44. Vía de evacuación
45. Salida en caso de emergencia

SEÑALIZACIÓN II

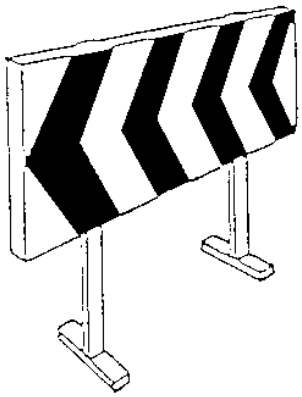


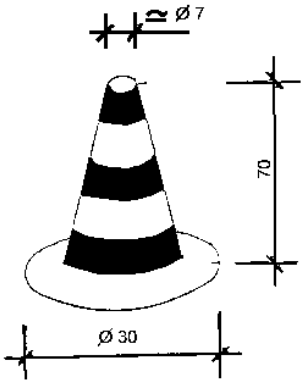
SEÑALIZACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS:

Nota: Las letras E, O, F, F+, T, T+, C, Xn, Xi y N no forman parte del símbolo.

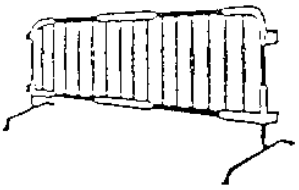


SEÑALIZACIÓN III

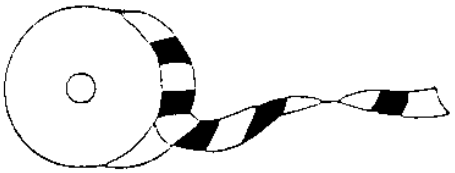




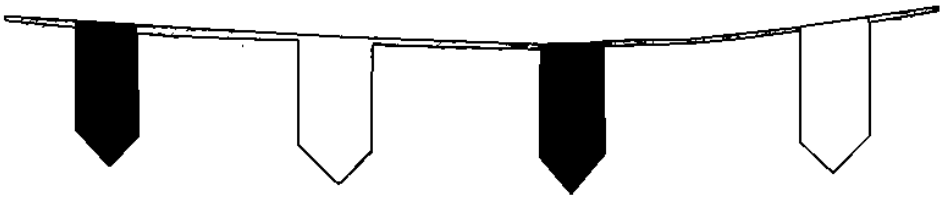
CONO BALIZAMIENTO



VALLAS DESVIO TRAFICO

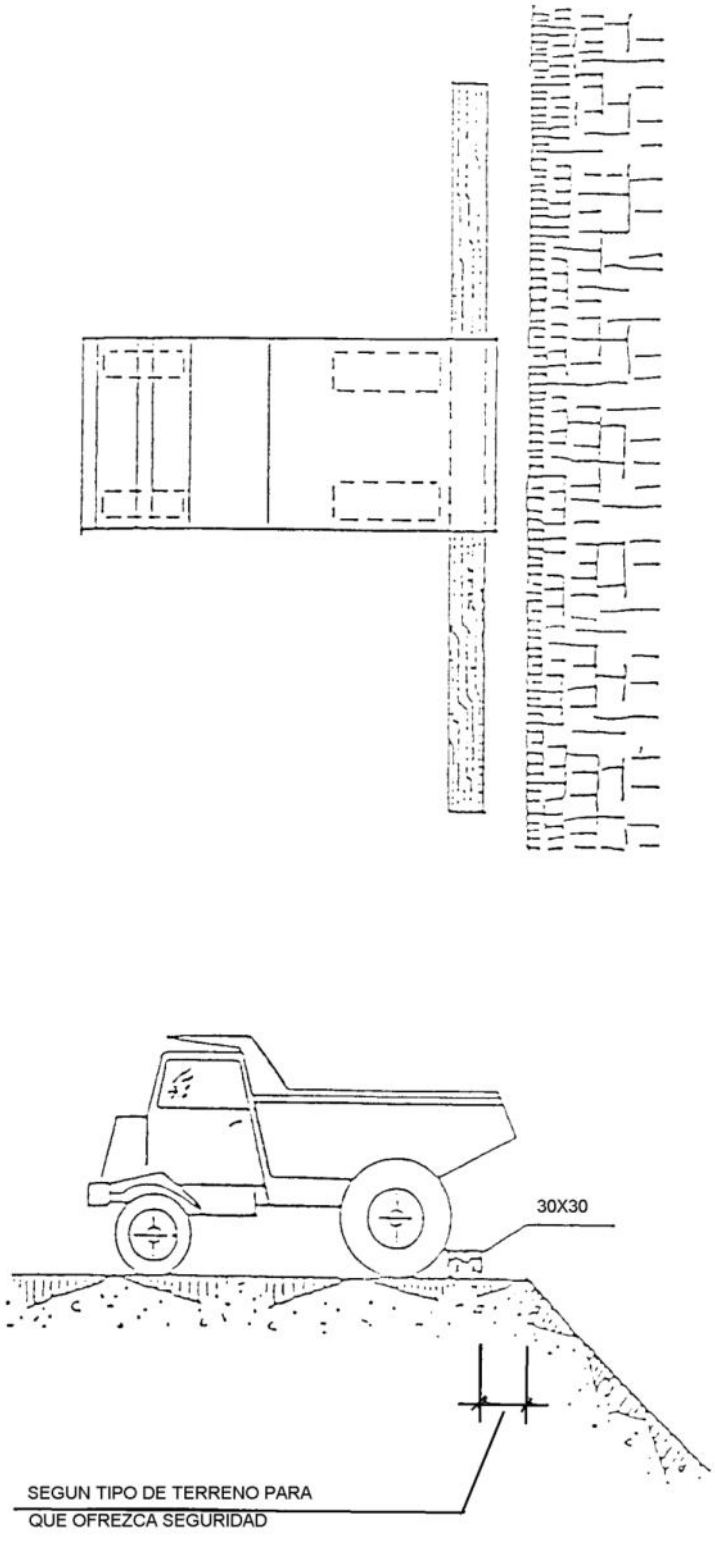


CINTA BALIZAMIENTO

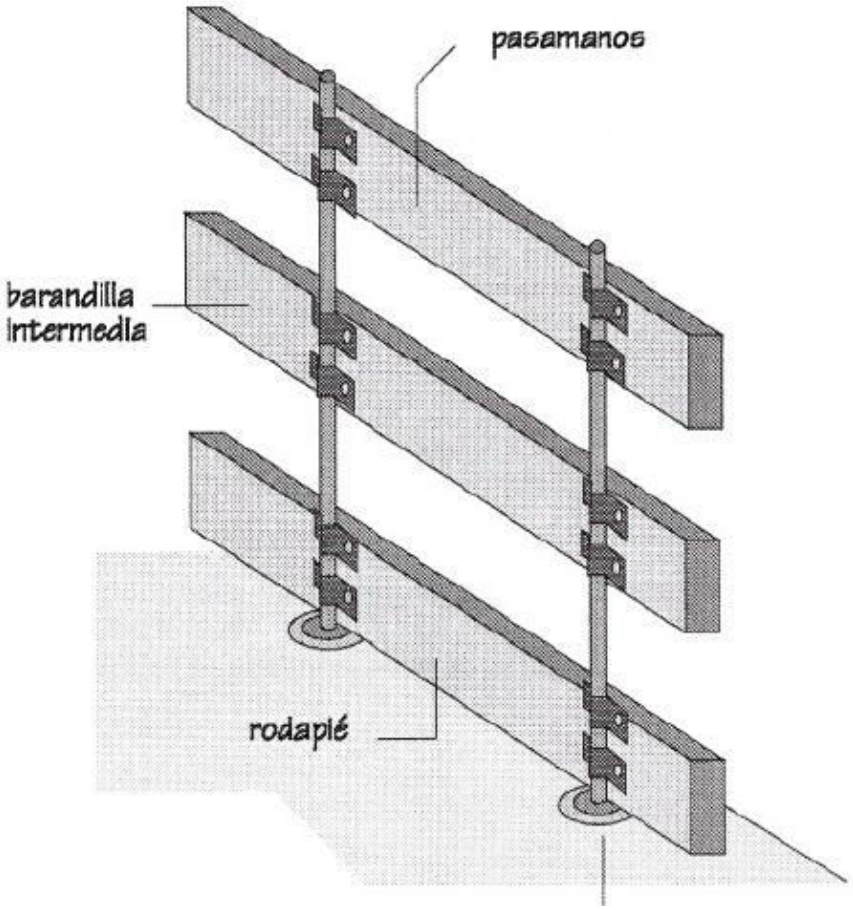


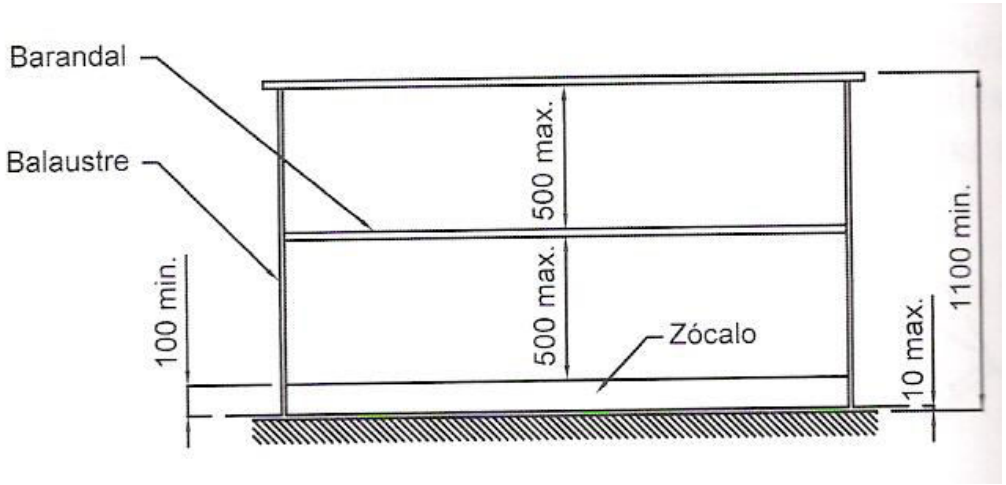
CORDON BALIZAMIENTO

TOPE DE RETROCESO DE VERTIDO DE TIERRAS

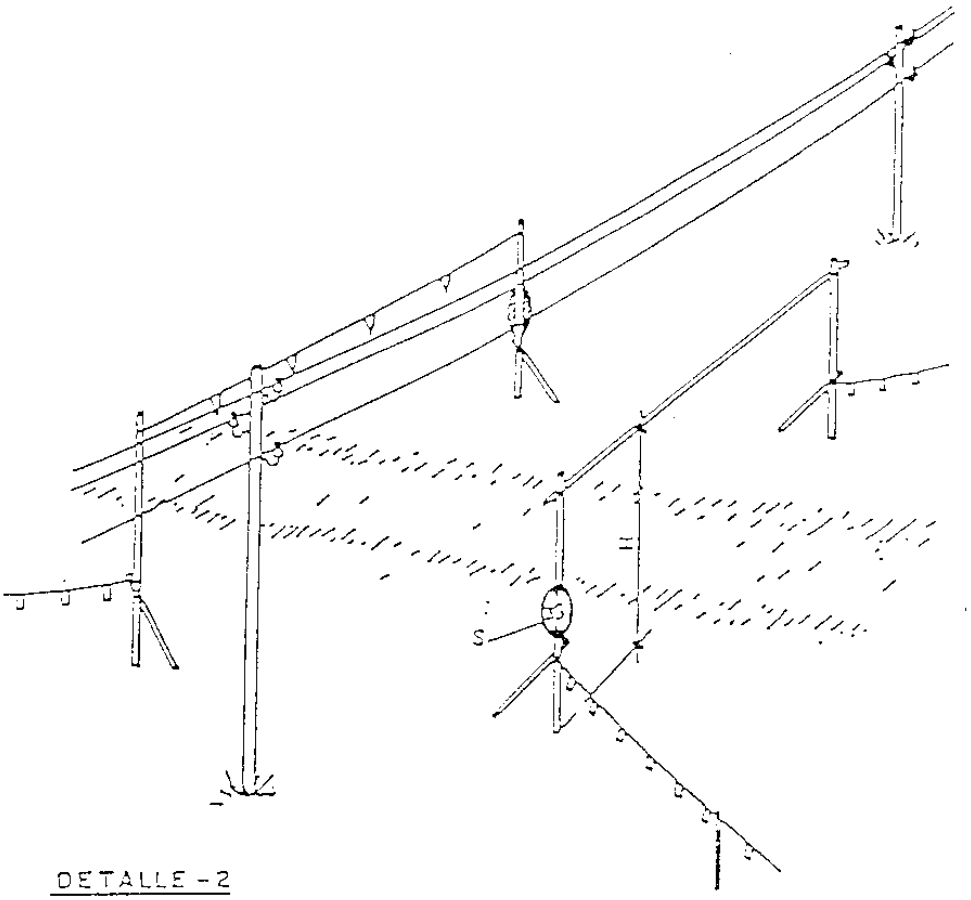


BARANDILLA DE PROTECCIÓN



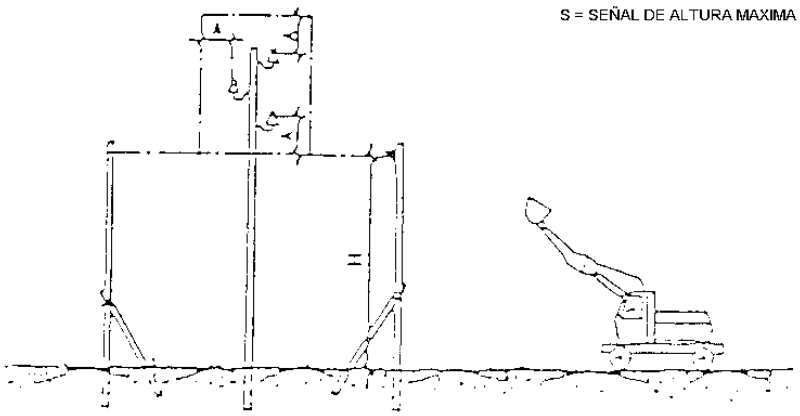


PÓRTICO DE BALIZAMIENTO EN LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS

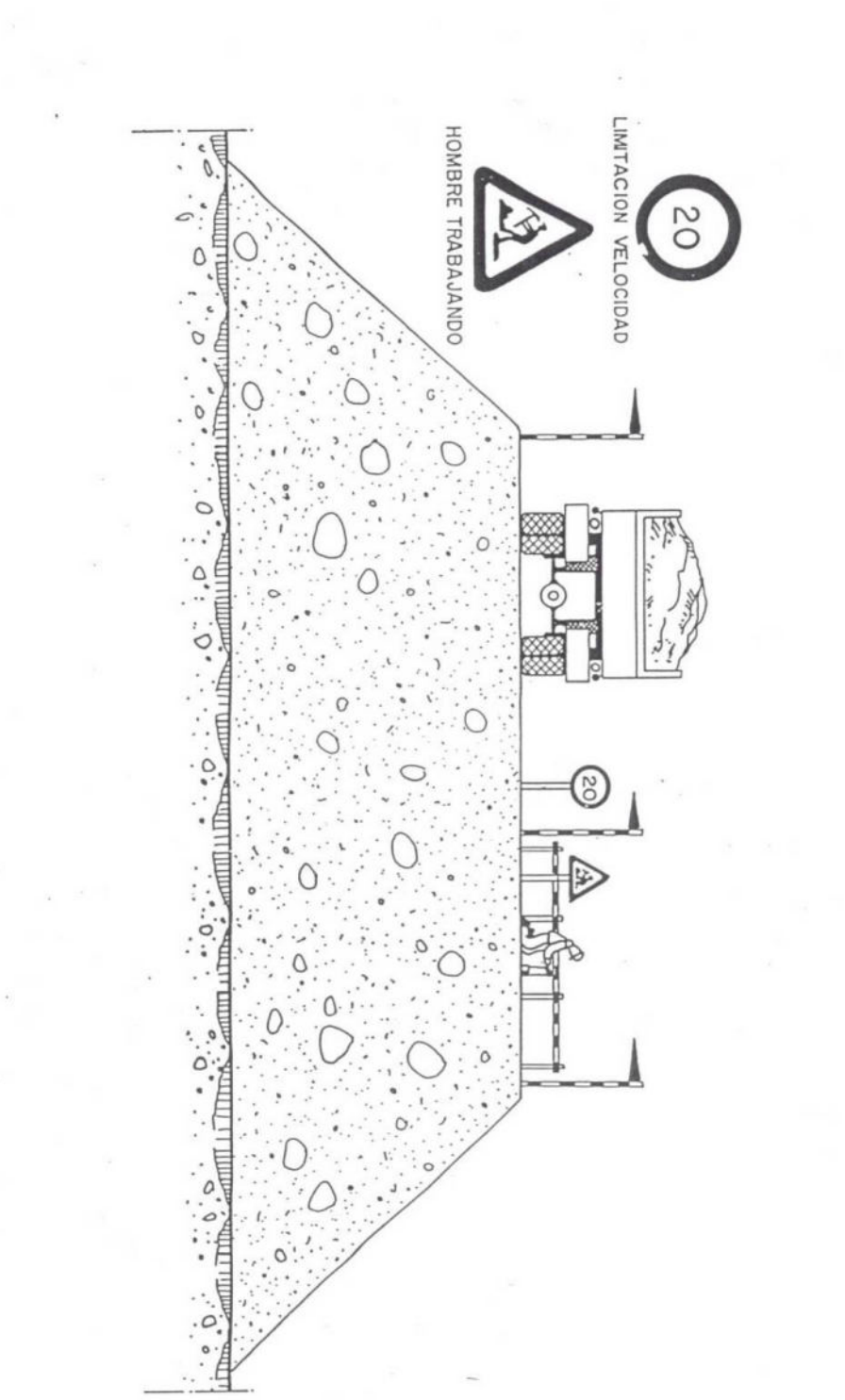


DETALLE - 2

H = PASO LIBRE
S = SEÑAL DE ALTURA MAXIMA



TERRAPLENES Y RELLENOS



CÓDIGO DE SEÑALES PARA MANIOBRAS I

Si se quiere que no haya confusiones peligrosas cuando el maquinista o enganchador cambien de una máquina a otra y con mayor razón de un taller a otro, es necesario que todo el mundo hable el mismo idioma y mande con las mismas señales.

Nada mejor para ello que seguir los movimientos que para cada operación se insertan a continuación.

1 Levantar la carga



2 Levantar el aguilón o pluma



3 Levantar la carga lentamente



4 Levantar el aguilón o pluma lentamente



5 Levantar el aguilón o pluma y bajar la carga



6 Bajar la carga

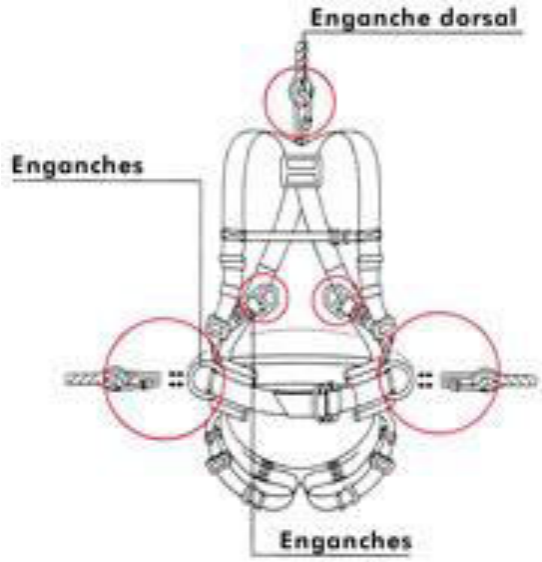


CÓDIGO DE SEÑALES PARA MANIOBRAS II



EQUIPOS PARA TRABAJOS EN ALTURA

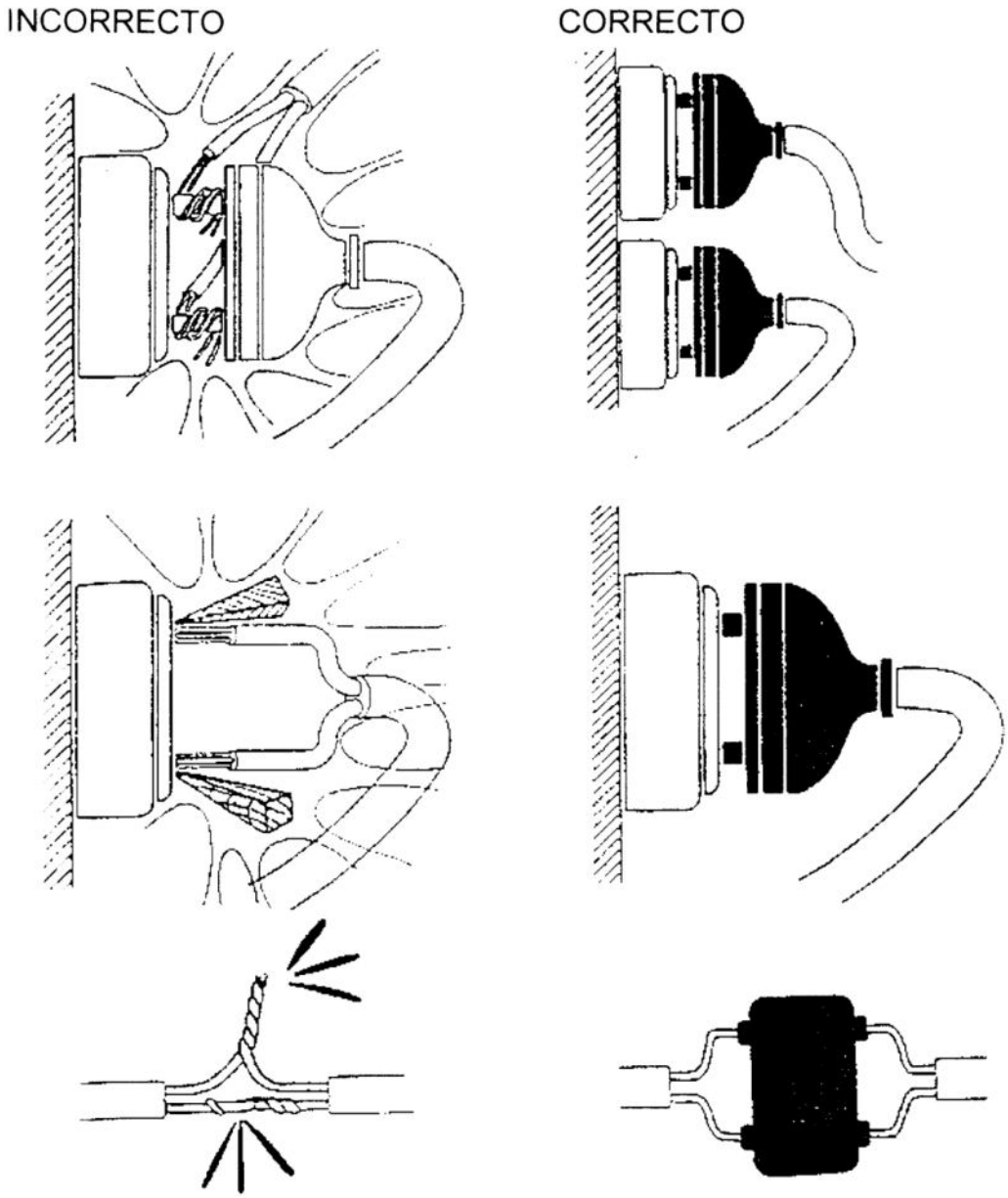




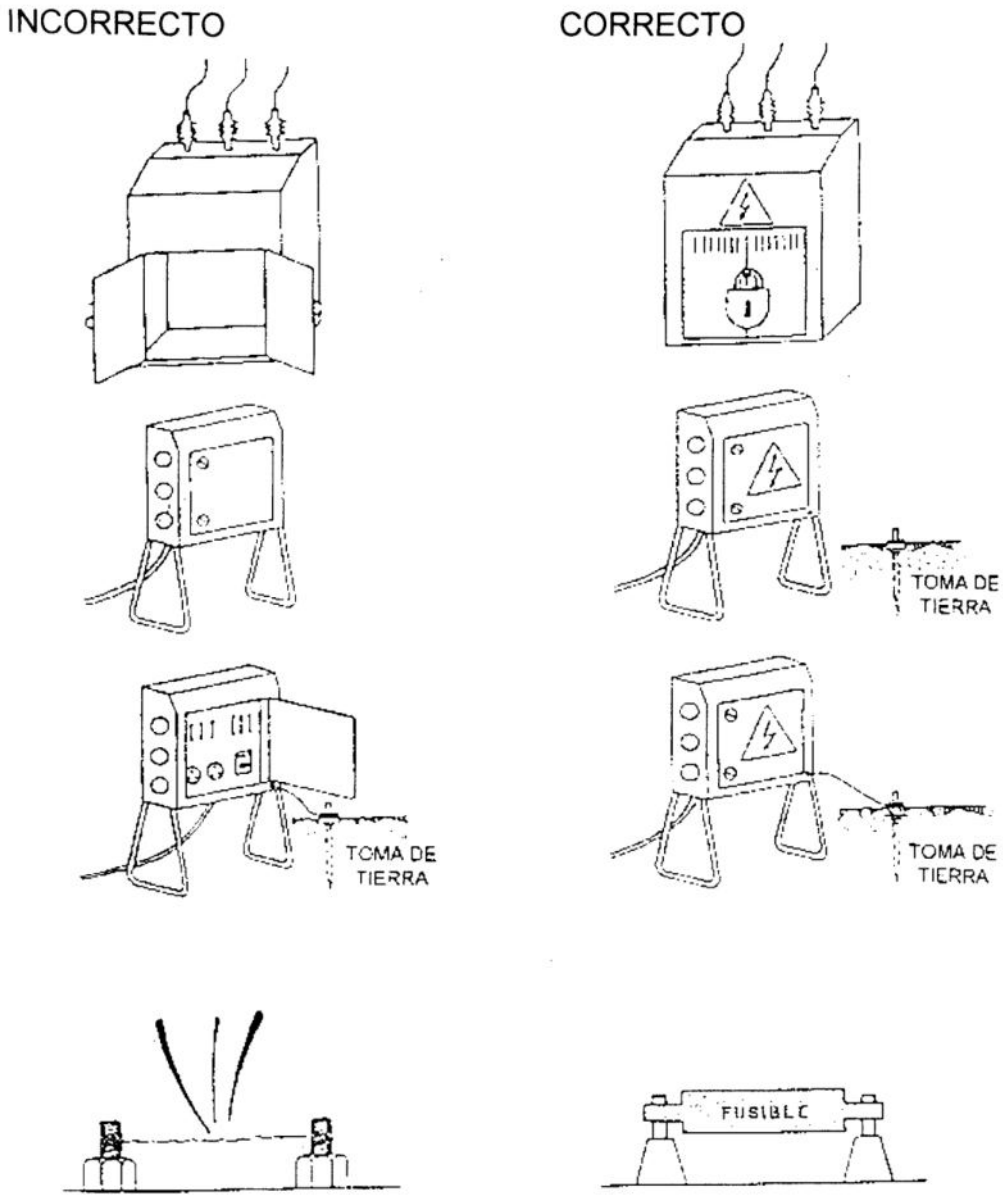




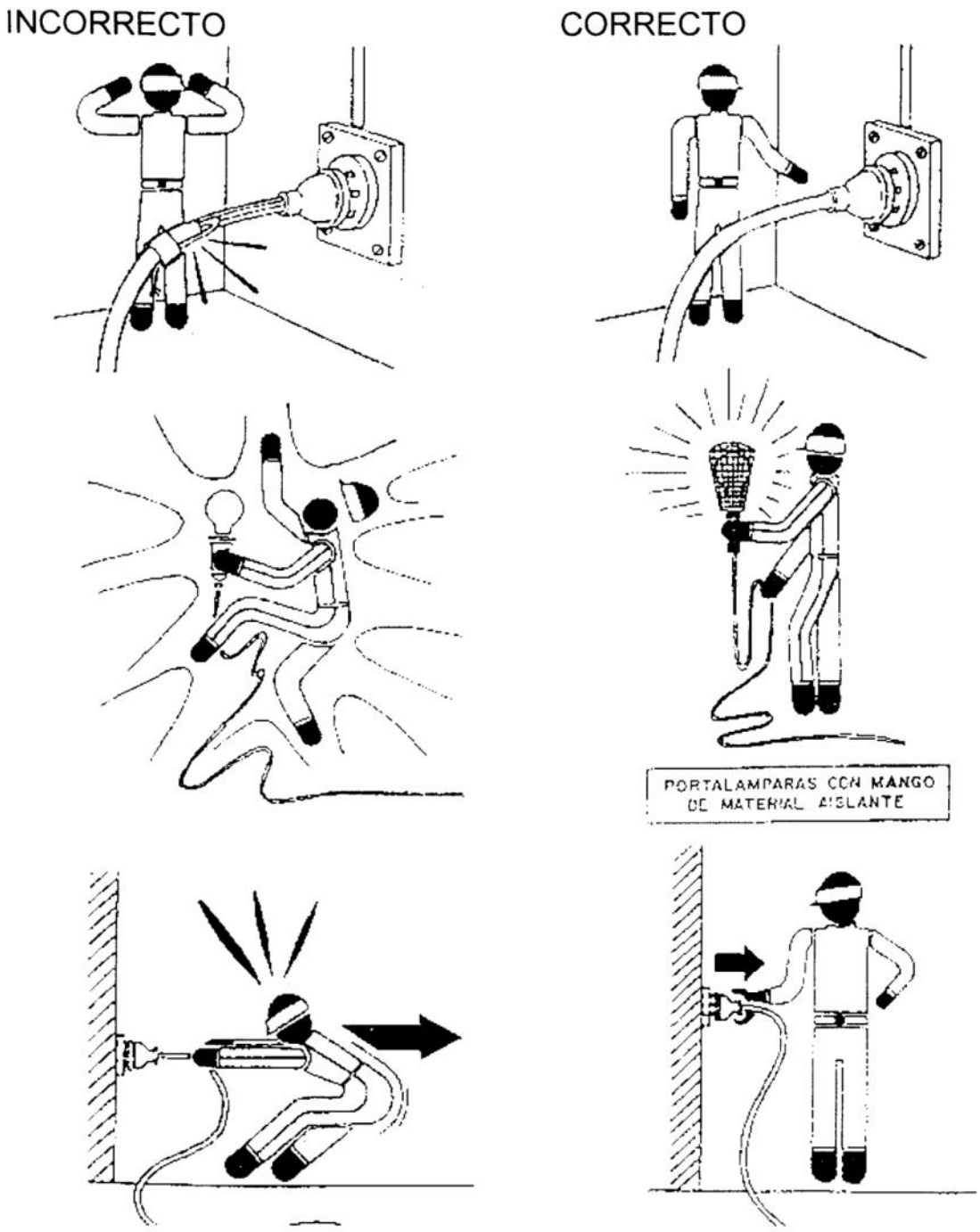
RIESGOS ELÉCTRICOS I



RIESGOS ELÉCTRICOS II

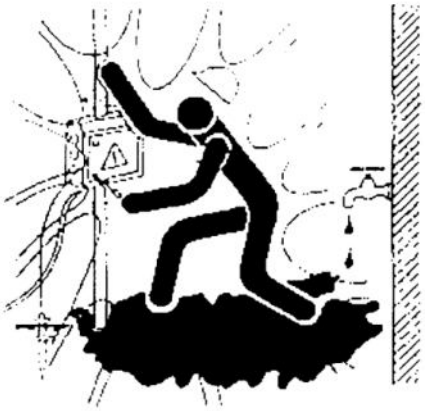


RIESGOS ELÉCTRICOS III

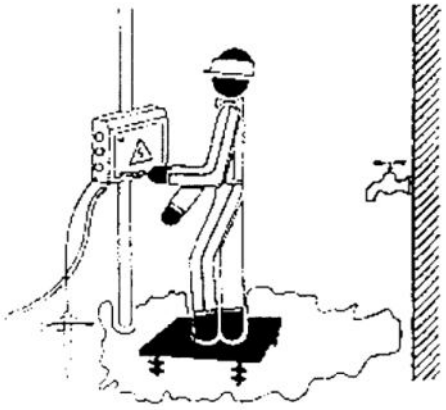


RIESGOS ELÉCTRICOS IV

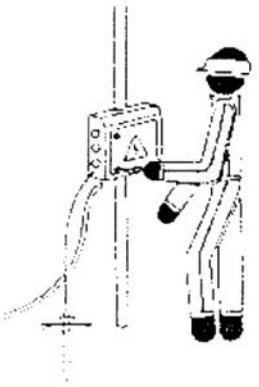
INCORRECTO



CORRECTO



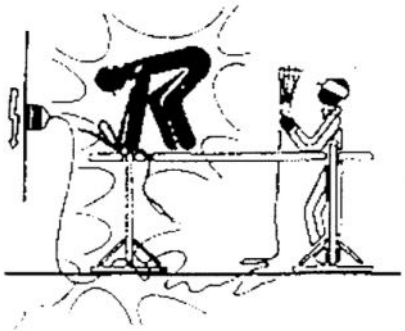


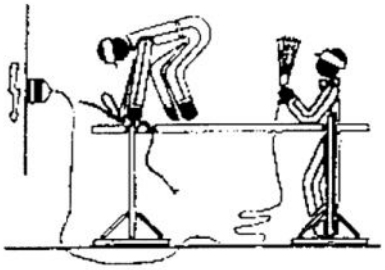


RIESGOS ELÉCTRICOS V

INCORRECTO

CORRECTO



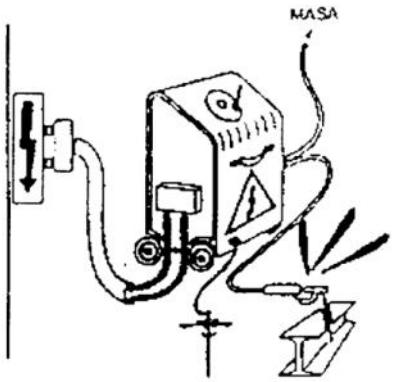




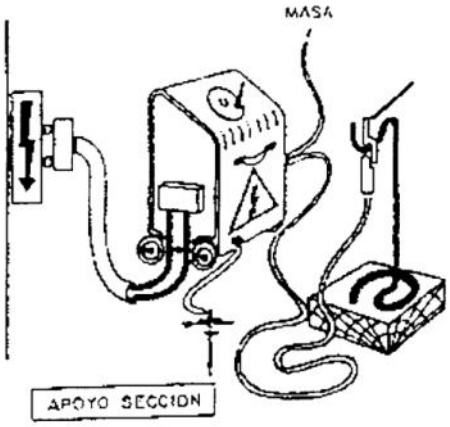


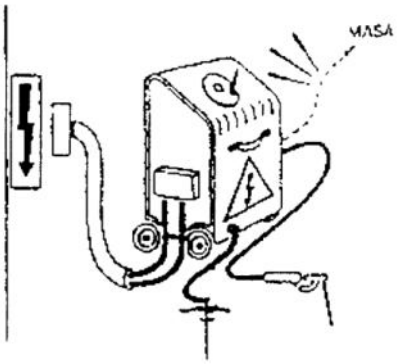
TRABAJOS DE SOLDADURA

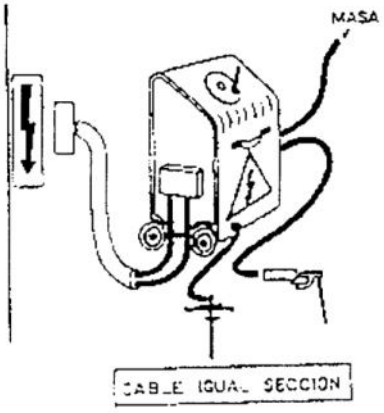
INCORRECTO

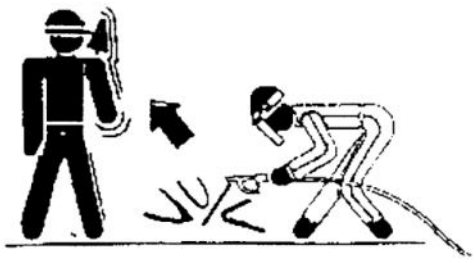


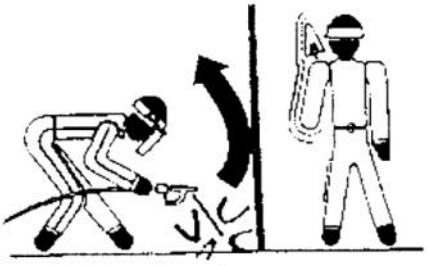
CORRECTO



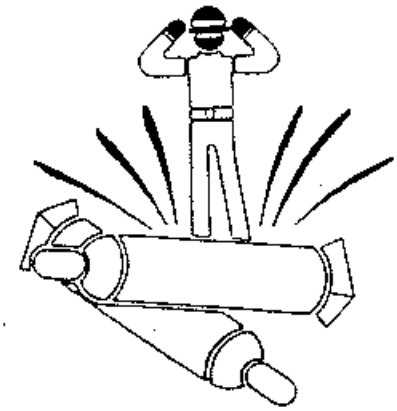


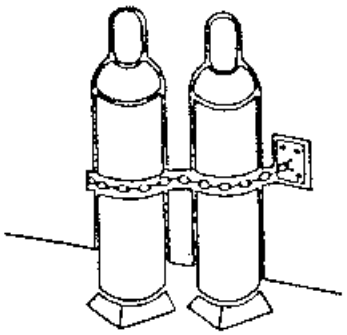


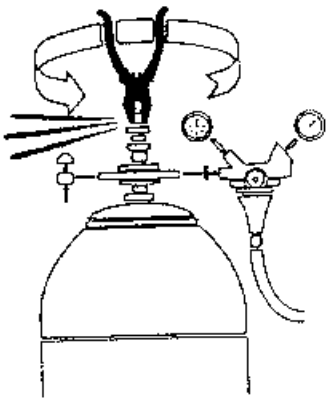


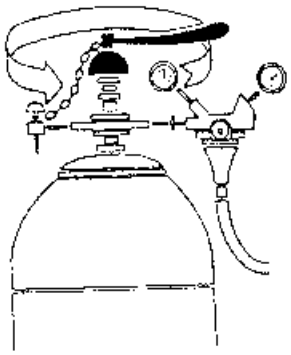


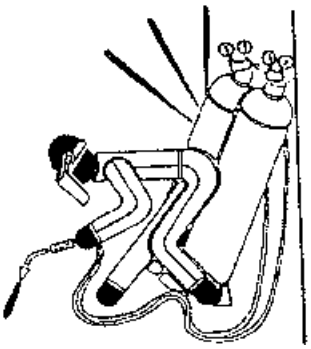
MANIPULACIÓN Y USO DE BOTELLAS (I)





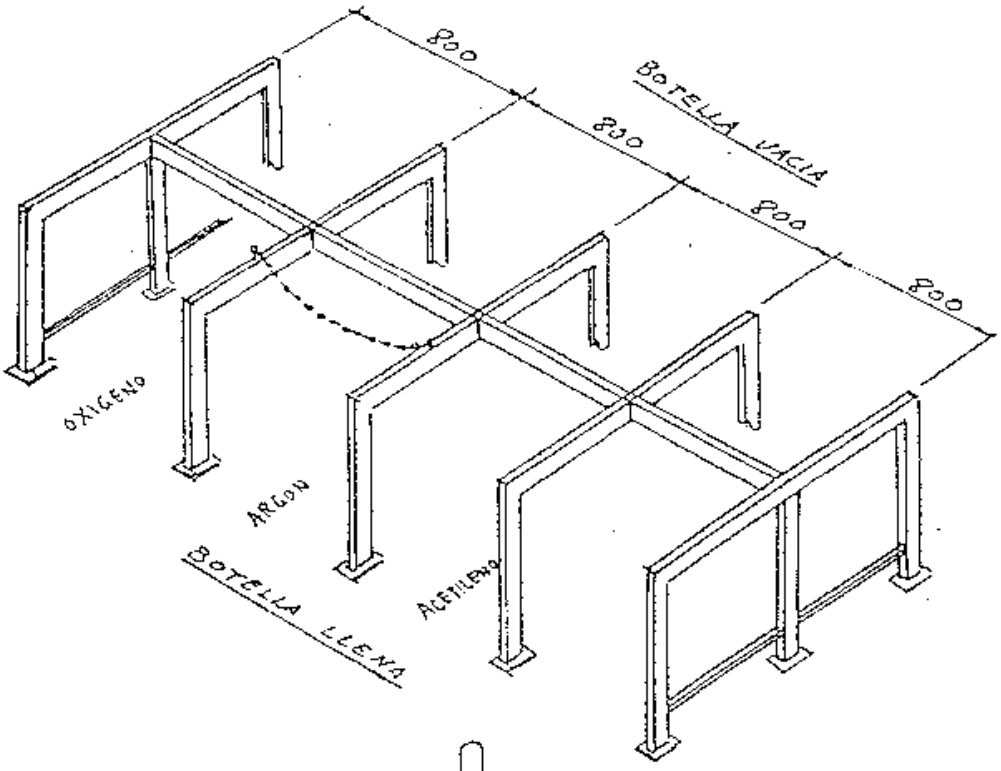


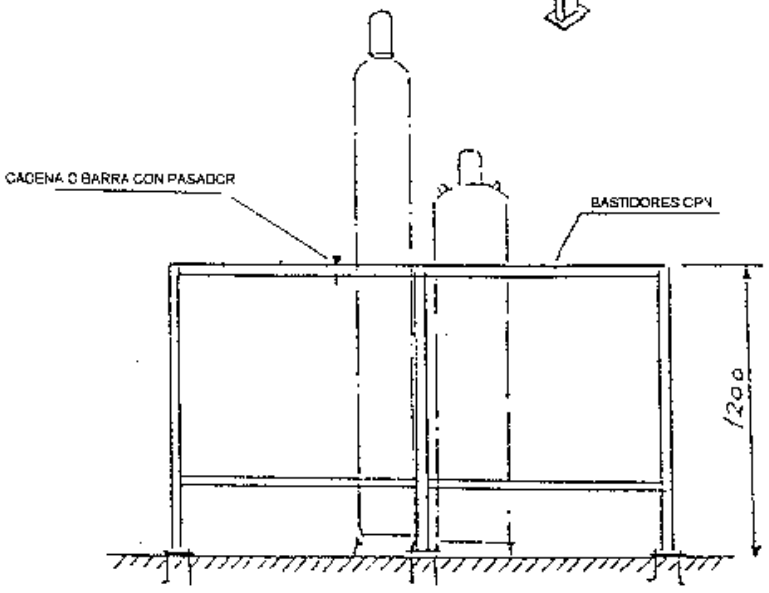




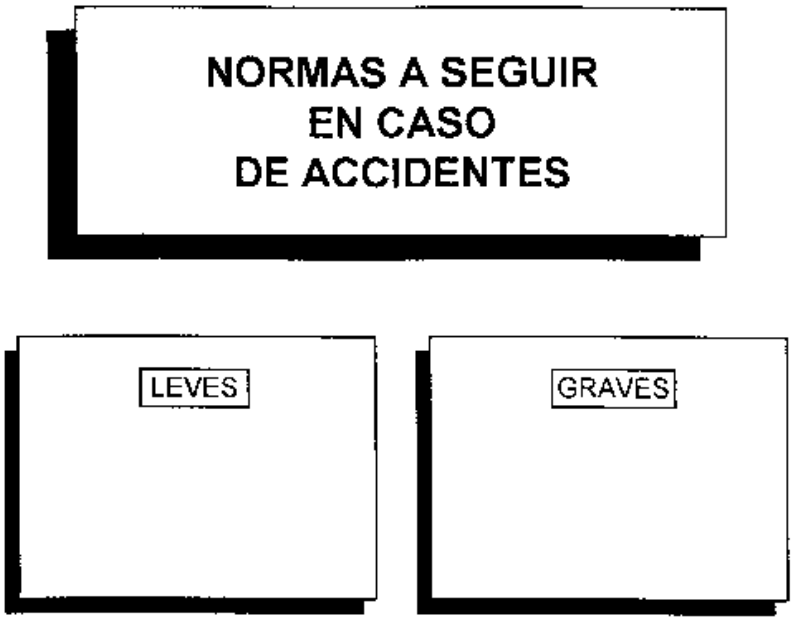


MANIPULACIÓN Y USO DE BOTELLAS (II)

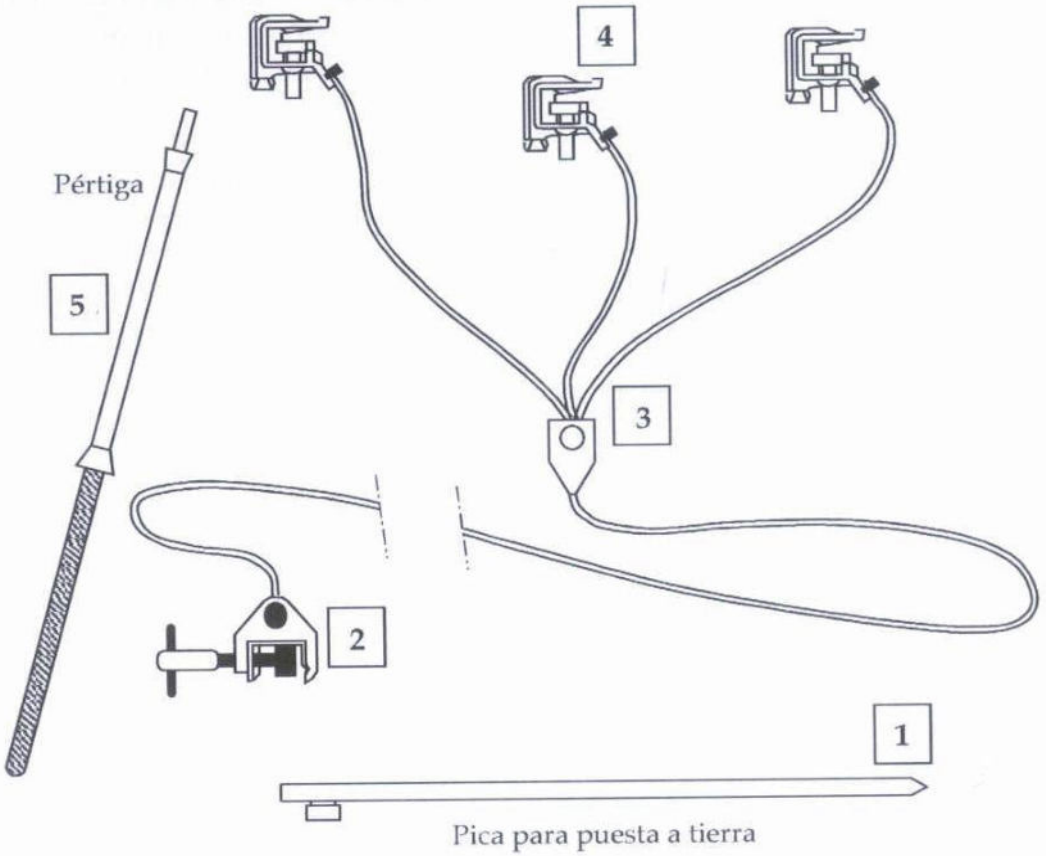




CARTEL DE TELÉFONOS DE URGENCIA EN OBRA



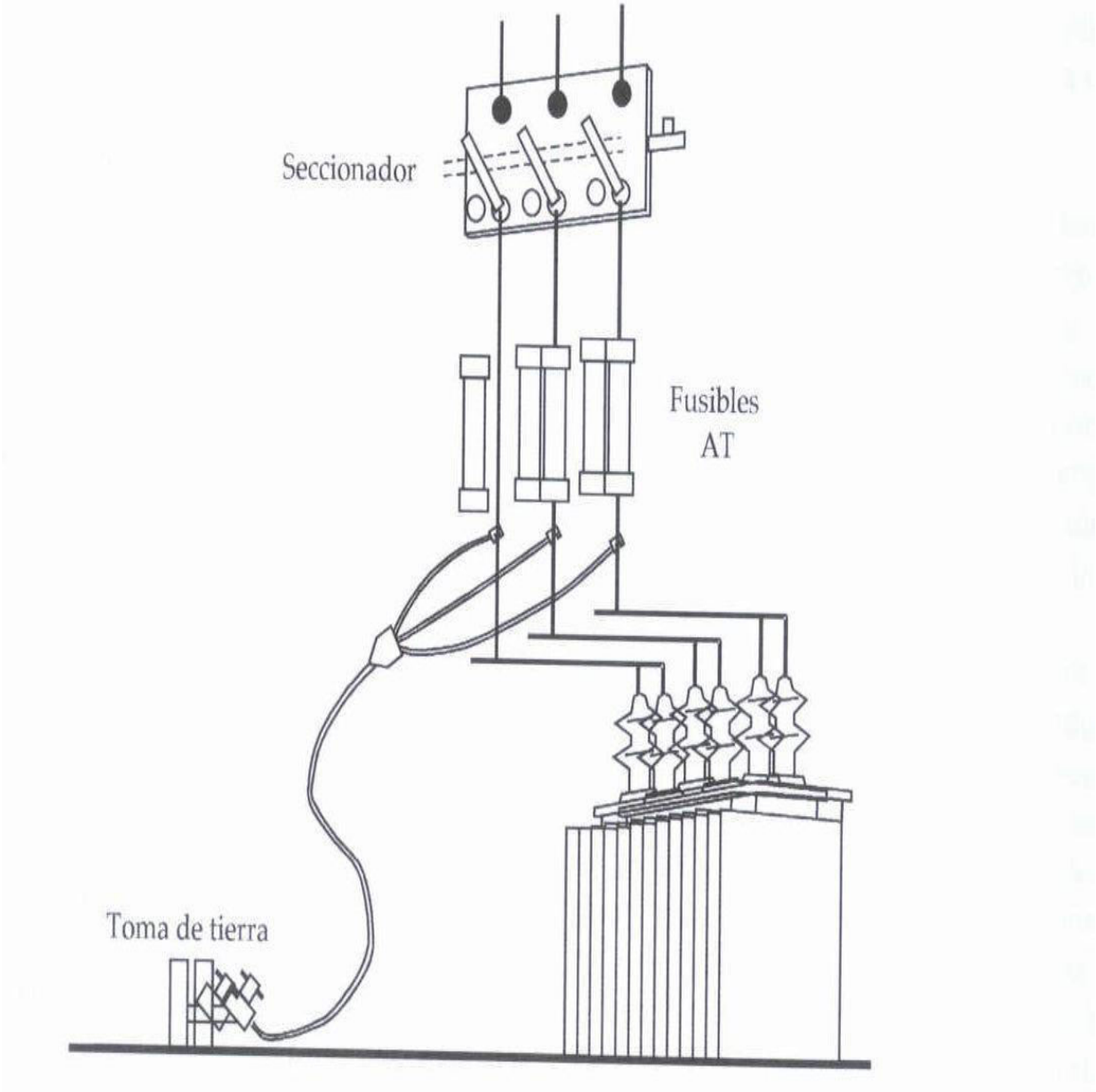
CABLES DE PUESTA A TIERRA PORTATILES



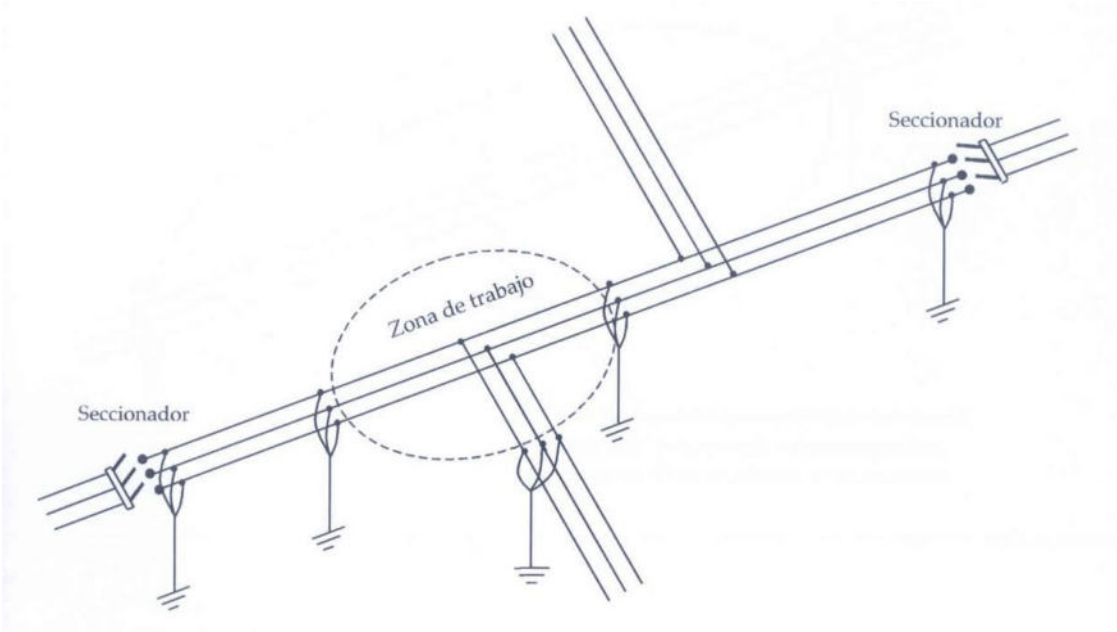
ELEMENTOS DE UN EQUIPO PORTÁTIL DE PUESTA A TIERRA

1. Piqueta o electrodo de toma de tierra
2. Pinza o grapa de conexión a la toma de tierra
3. Conductores de puesta a tierra y en cortocircuito
4. Pinzas para conectar a los conductores de la instalación
5. Pértiga aislante adecuada al nivel de tensión nominal

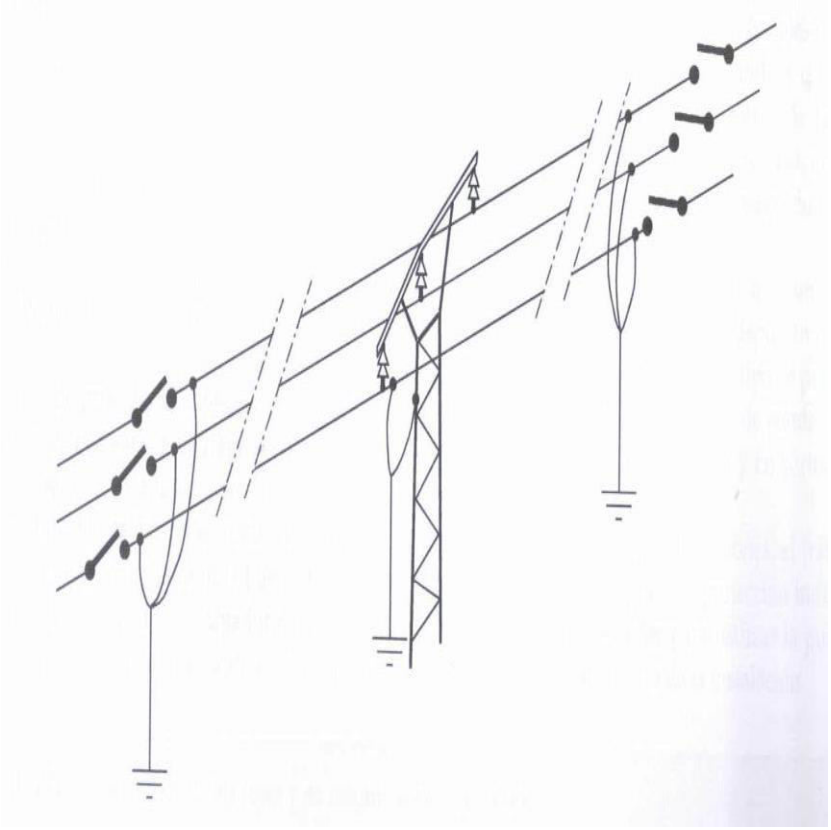
CABLES DE PUESTA A TIERRA Y EN CORTOCIRCUITO CON TRANSFORMADOR



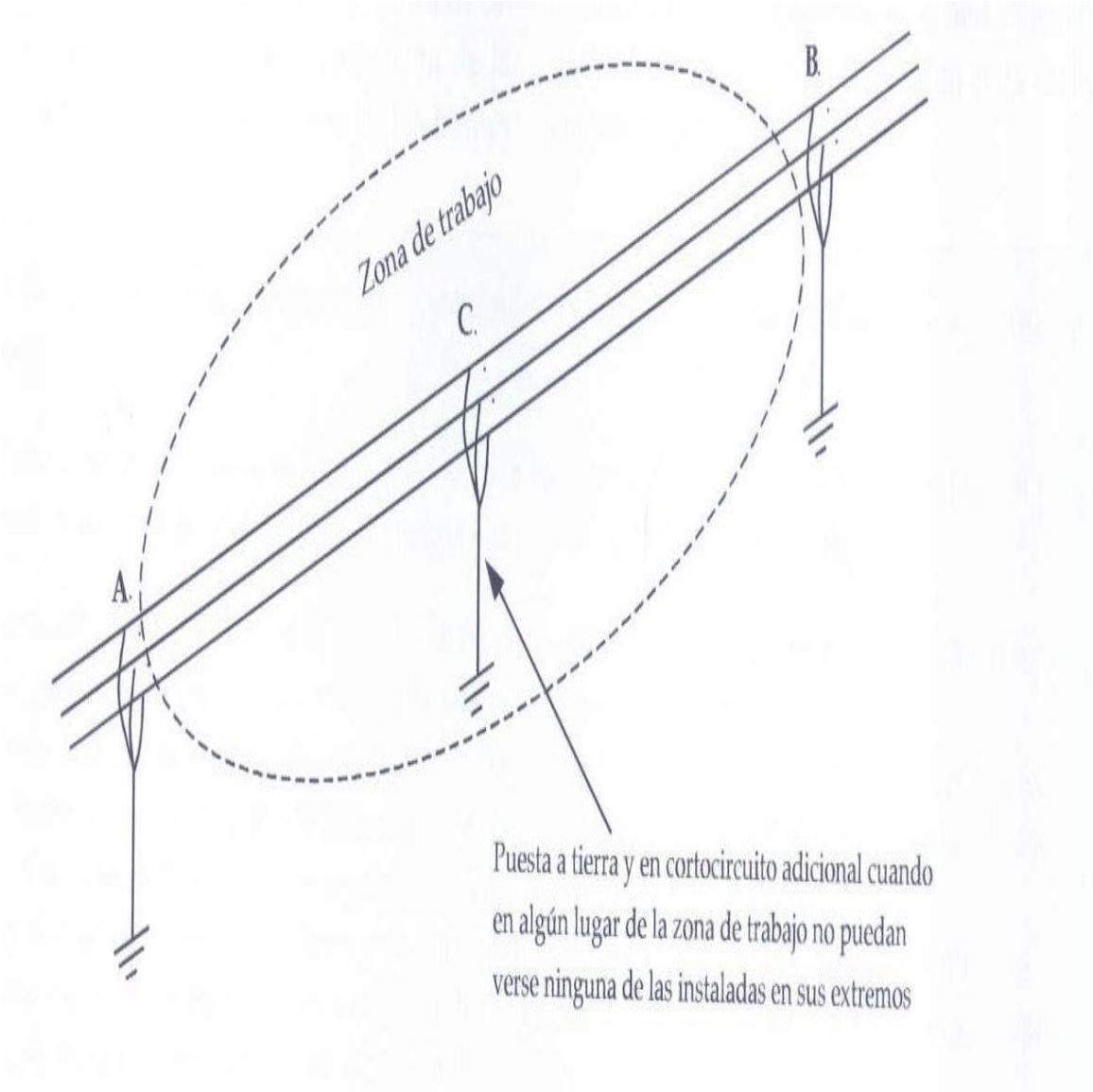
CREACIÓN DE ZONA DE TRABAJO I



CREACIÓN DE ZONA DE TRABAJO II



CREACIÓN DE ZONA DE TRABAJO III



ANEXO I: NTP-278 Zanjas: prevención del desprendimiento de tierras.

1. Introducción

1.1. Definición

En los trabajos llevados a cabo en zanjas se producen con frecuencia accidentes graves o mortales a causa del desprendimiento de tierras. Por ello es necesario adoptar aquellas medidas que garanticen la seguridad de los trabajadores que tienen que llevar a cabo labores en el interior de las mismas.

Se entiende por zanja una excavación larga y angosta realizada en el terreno.

Esta NTP contempla la excavación de zanjas realizadas con medios manuales o mecánicos que cumplan las siguientes características:

- Anchura máxima ≤ 2 m.
- Profundidad máxima ≤7 m.
- Nivel freático inferior a la profundidad o rebajado.
- No se incluyen los terrenos rocosos ni blandos o expansivos.

Con carácter general se deberá considerar peligrosa toda excavación que, en terrenos corrientes, alcance una profundidad de 0,80 m y 1,30 m en terrenos consistentes.

1.2. Medidas de prevención

En todos los casos se deberá llevar a cabo un estudio previo del terreno con objeto de conocer la estabilidad del mismo. La experiencia en el lugar de ubicación de las obras podrá avalar las características de cortes del terreno.

En general se adoptarán las precauciones necesarias para evitar derrumbamientos, según la naturaleza y condiciones del terreno.

Las excavaciones de zanjas se ejecutarán con una inclinación de talud provisional adecuadas a las características del terreno, debiéndose considerar peligrosa toda excavación cuya pendiente sea superior a su talud natural. (Fig. 1)

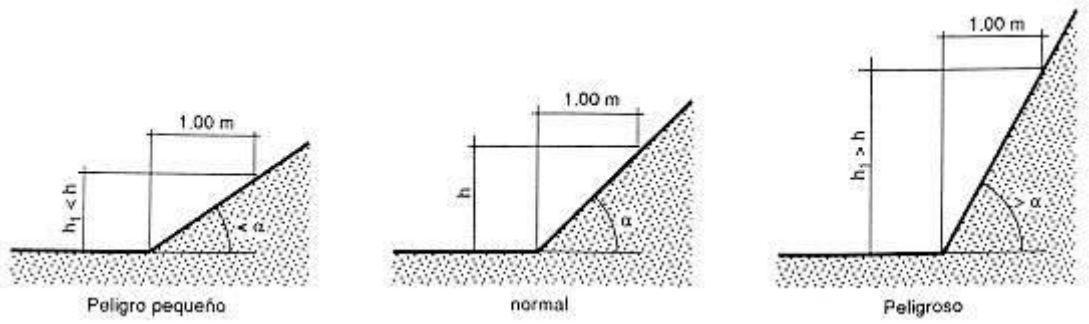


Fig. 1: Talud natural de α^o

Dado que los terrenos se disgregan y pueden perder su cohesión bajo la acción de los elementos atmosféricos, tales como la humedad, sequedad, hielo o deshielo, dando lugar a hundimientos, es recomendable calcular con amplios márgenes de seguridad la pendiente de los tajos.

En las excavaciones de zanjas se podrán emplear bermas escalonadas, con mesetas no menores de 0,65 m y contramesetas no mayores de 1,30 m en cortes ataluzados del terreno con ángulo entre 60º y 90º para una altura máxima admisible en función del peso específico aparente del terreno y de la resistencia simple del mismo.

Si se emplearan taludes más acentuados que el adecuado a las características del terreno, o bien se lleven a cabo mediante bermas que no reúnan las condiciones indicadas, se dispondrá una entibación que por su forma, materiales empleados y secciones de éstos ofrezcan absoluta seguridad, de acuerdo a las características del terreno: entibación cuajada, semicuajada o ligera.

La entibación debe ser dimensionada para las cargas máximas previsibles en las condiciones más desfavorables.

Las entibaciones han de ser revisadas al comenzar la jornada de trabajo, tensando los codales que se hayan aflojado. Se extremarán estas prevenciones después de interrupciones de trabajo de más de un día y/o de alteraciones atmosféricas como lluvias o heladas.

Los productos de la excavación que no hayan de retirarse de inmediato, así como los materiales que hayan de acopiarse, se apilarán a la distancia suficiente del borde de la excavación para que no supongan una sobrecarga que pueda dar lugar a desprendimientos o corrimientos de tierras en los taludes, debiéndose adoptar como mínimo el criterio de distancias de seguridad indicado en la Fig. 2.

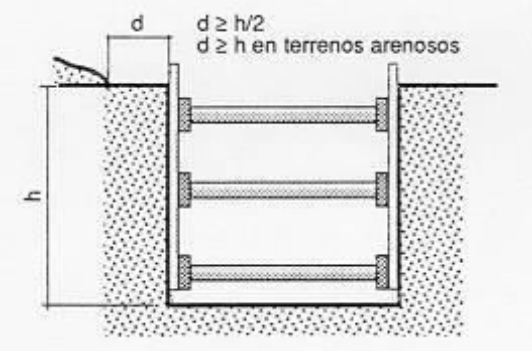


Fig. 2

Cuando en los trabajos de excavación se empleen máquinas, camiones, etc. que supongan una sobrecarga, así como la existencia de tráfico rodado que transmita vibraciones que puedan dar lugar a desprendimientos de tierras en los taludes, se adoptarán las medidas oportunas de refuerzo de entibaciones y balizamiento y señalización de las diferentes zonas.

Cuando las excavaciones afecten a construcciones existentes, se hará previamente un estudio en cuanto a la necesidad de apeos en todas las partes interesadas en los trabajos, los cuales podrán ser aislados o de conjunto, según la clase de terreno y forma de desarrollarse la excavación, y en todo caso se calculará y ejecutará la manera que consoliden y sostengan las zonas afectadas directamente, sin alterar las condiciones de estabilidad del resto de la construcción.

En general las entibaciones o parte de éstas se quitarán sólo cuando dejen de ser necesarias y por franjas horizontales, comenzando por la parte inferior del corte.

En zanjas de profundidad mayor de 1,30 m., siempre que haya operarios trabajando en su interior, se mantendrá uno de retén en el exterior, que podrá actuar como ayudante de trabajo y dará la alarma caso de producirse alguna emergencia.

En la obra se dispondrá de palancas, cuñas, barras, puntales, tablones, etc. que no se utilizarán para la entibación y se reservarán para equipo, de salvamento, así como de otros medios que puedan servir para eventualidades o socorrer a los operarios que puedan accidentarse.

Si al excavar surgiera cualquier anomalía no prevista, se comunicará a la Dirección técnica. Provisionalmente el contratista adoptará las medidas que estime necesarias.

1.2.1. Cortes sin entibación: taludes

Para profundidades inferiores a 1,30 m en terrenos coherentes y sin solicitación de viales o cimentaciones, podrán realizarse cortes verticales sin entibar.

En terrenos sueltos o que estén solicitados deberá llevarse a cabo una entibación adecuada.

Para profundidades mayores el adecuado ataluzado de las paredes de excavación constituye una de las medidas mas eficaces frente al riesgo de desprendimiento de tierras.

La tabla 1 sirve para determinar la altura máxima admisible en metros de taludes libres de solicitaciones, en función del tipo de terreno, del ángulo de inclinación de talud ß no mayor de 60° y de la resistencia a compresión simple del terreno (Fig. 3).

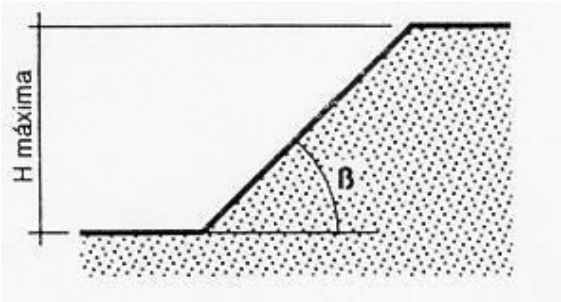


Fig. 3

La altura máxima admisible H máx. en cortes ataluzados del terreno, provisionales, con ángulo comprendido entre 60° y 90° (talud vertical), sin solicitación de sobrecarga y sin entibar podrá determinarse por medio de la tabla 2 en función de la resistencia a compresión simple del terreno y del peso específico aparente de éste. Como medida de seguridad en el trabajo contra el "venteo" o pequeño desprendimiento se emplearán bermas escalonadas con mesetas no menores de 0,65 m y contramesetas no mayores de 1,30 m (Fig. 4).

Tabla 1: Determinación de la altura máxima admisible para taludes libres de solicitaciones

Tipo de terreno	Angulo de talud ß	Resistencia a compresión simple Ru en kg/cm²				
		0,250	0,375	0,500	0,625	≥ 0,750
Arcilla y limos muy plásticos	30	2,40	4,60	6,80	7,00	7,00
	45	2,40	4,00	5,70	7,00	7,00
	60	2,40	3,60	4,90	6,20	7,00
Arcilla y limos de plasticidad media	30	2,40	4,90	7,00	7,00	7,00
	45	2,40	4,10	5,90	7,00	7,00
	60	2,40	3,60	4,90	6,30	7,00
Arcilla y limos poco plásticos, arcillas arenosas y arenas arcillosas	30	4,50	7,00	7,00	7,00	7,00
	45	3,20	5,40	7,00	7,00	7,00
	60	2,50	3,90	5,30	6,80	7,00
		(H máx. en m)*				

***Valores intermedios se interpolarán linealmente**

Tabla 2: Altura máxima admisible H máx. en m*

Resistencia a compresión simple Ru en Kg/cm²	Peso específico aparente γ en g/cm³				
	2,20	2,10	2,00	1,90	1,80
0,250	1,06	1,10	1,15	1,20	1,25
0,300	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50
0,400	1,70	1,80	1,90	2,00	2,10
0,500	2,10	2,20	2,30	2,45	2,60
0,600	2,60	2,70	2,80	2,95	3,10
0,700	3,00	3,15	3,30	3,50	3,70
0,800	3,40	3,60	3,80	4,00	4,20
0,900	3,90	4,05	4,20	4,45	4,70
1,000	4,30	4,50	4,70	4,95	5,20
1,100	4,70	4,95	5,20	5,20	5,20
≥ 1,200	5,20	5,20	5,20	5,20	5,20

*** Valores intermedios se interpolarán linealmente**

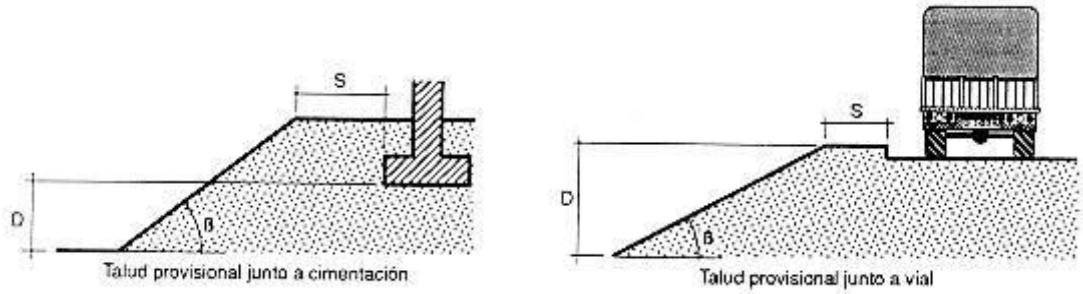


Fig. 4

El corte de terreno se considerará solicitado por cimentaciones, viales y acopios equivalentes, cuando la separación horizontal "S" (Fig. 5), entre la coronación del corte y el borde de la solicitación, sea mayor o igual a los valores "S" de la tabla 3.

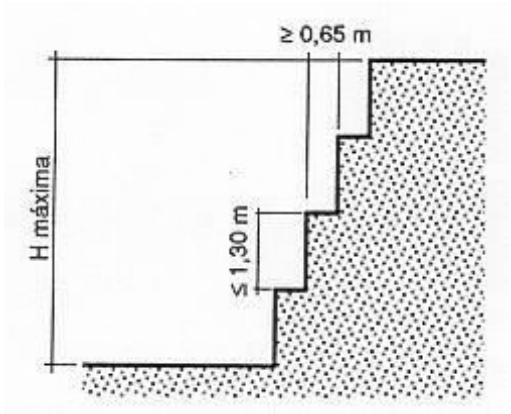


Fig. 5

Tabla 3: Determinación de la distancia de seguridad (S en fig. 5) para cargas próximas al borde de una zanja

Tipo de solicitación	Angulo de talud	
	β > 60°	β ≤ 60°
Cimentaciones	D	D
Vial o acopios equivalentes	D	D/2

En excavaciones junto a cimentaciones enrasadas o más profundas, se deberá comprobar si existe peligro de levantamiento del fondo. En general no existe peligro siempre que se verifique (Fig. 6) que:

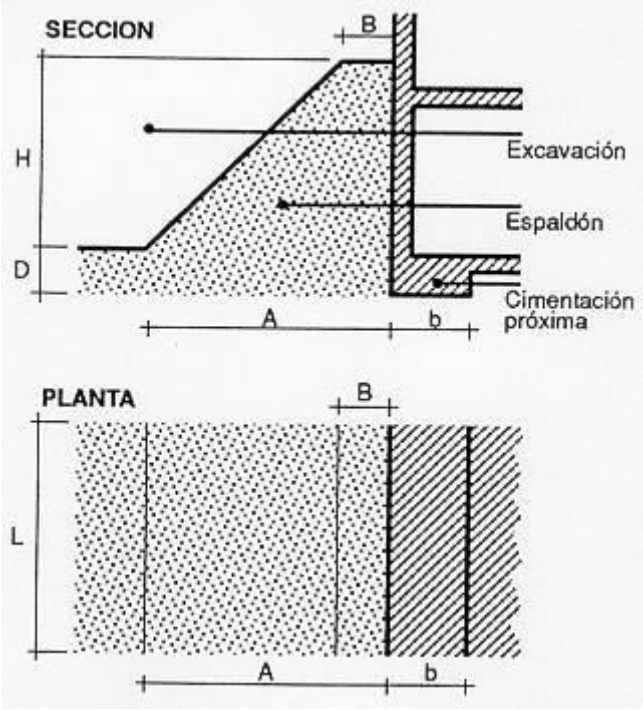


Fig. 6

$$q_s \leq 0{,}9\ (m.R_w + n)$$

siendo:

q_s = Tensión de comprobación que transmite la cimentación al terreno en su plano de apoyo en Kg/cm^2.

R_w = Resistencia a compresión simple del terreno en Kg/cm^2.

m = Factor de influencia (tabla 4).

n = Sobrecarga debida al espaldón en Kg/cm^2. (Tabla 5)

Para valores de A < b, debe tomarse en general n = 0

Tabla 4: Cálculo del factor de influencia, m*.

b/L	D/b									
	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	4,00	5,00	6,00
< 0,1	1,00	1,19	1,38	1,57	1,76	1,95	2,14	2,52	2,90	3,28
0,1	1,04	1,23	1,42	1,61	1,80	1,99	2,18	2,56	2,94	3,32
0,2	1,03	1,27	1,46	1,65	1,84	2,03	2,22	2,60	2,98	3,36
0,3	1,13	1,32	1,51	1,70	1,89	2,08	2,27	2,65	3,03	3,41
0,4	1,17	1,36	1,55	1,74	1,93	2,12	2,31	2,69	3,07	3,45
0,5	1,22	1,41	1,60	1,79	1,98	2,17	2,36	2,74	3,12	3,50
0,6	1,26	1,45	1,64	1,83	2,02	2,21	2,40	2,78	3,16	3,54
0,7	1,30	1,49	1,68	1,87	2,06	2,25	2,44	2,82	3,20	3,58
0,8	1,35	1,54	1,73	1,92	2,11	2,30	2,49	2,87	3,25	3,63
0,9	1,39	1,58	1,77	1,96	2,15	2,34	2,53	2,91	3,29	3,67
≥ 1,0	1,44	1,63	1,82	2,01	2,20	2,39	2,58	2,96	3,34	3,72

siendo (fig. 6):

b = Ancho de la cimentación en dirección normal al corte en m.

L = Largo de la cimentación en dirección paralela al corte en m.

D = Desnivel entre el plano de apoyo de la cimentación y el fondo de la excavación en m.

Tabla 5: Cálculo de la sobrecarga debida al espaldón, n, en Kg/cm²

Peso específico aparente del terreno γ en g/cm³	$\frac{A+B}{2A} \cdot H$ en m.						
	1	2	3	4	5	6	7
2,20	0,22	0,44	0,66	0,88	1,10	1,32	1,54
2,00	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	1,20	1,40
1,80	0,18	0,36	0,54	0,72	0,90	1,08	1,26
1,60	0,16	0,32	0,48	0,64	0,80	0,96	1,12

siendo (fig. 6):

A = Ancho en pie del espaldón en m.

B = Ancho en coronación del espaldón en m.

H = Profundidad del corte en m.

2.2.- Cortes con entibación

Cuando no sea posible emplear taludes como medida de protección contra el desprendimiento de tierras en la excavación de zanjas y haya que realizar éstas mediante cortes verticales de sus paredes se deberán entibar éstas en zanjas iguales o mayores a 1,30 m de profundidad. Igual medida se deberá tomar si no alcanzan esta profundidad en terrenos no consistentes o si existe solicitación de cimentación próxima o vial.

El tipo de entibación a emplear vendrá determinado por el de terreno en cuestión, si existen o no solicitaciones y la profundidad del corte (tabla 6).

Tabla 6: Elección del tipo de cimentación

Tipo de terreno	Solicitación	Profundidad P del corte en m.			
		< 1,30	1,30-2,00	2,00-2,50	> 2,50
Coherente	Sin solicitación	*	Ligera	Semicuajada	Cuajada
	Solicitación de vial	Ligera	Semicuajada	Cuajada	Cuajada
	Solicitación de cimentación	Cuajada	Cuajada	Cuajada	Cuajada
Suelto	Indistintamente	Cuajada	Cuajada	Cuajada	Cuajada

*** Entibación no necesaria en general**

La Norma Tecnológica NTE-ADZ/1976 "Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Zanjas y pozos", establece el criterio para determinar si el corte en el terreno puede considerarse sin solicitación de cimentación próxima o vial, dándose esta circunstancia cuando se verifique que:

$$P \leq (h + d/2 \text{ ó } P \leq d/2 \text{ respectivamente, (Fig. 7)}$$

Siendo:

P = Profundidad del corte.

h = Profundidad del plano de apoyo de la cimentación próxima. En caso de cimentación con pilotes, h se medirá hasta la cara inferior del encepado.

d = Distancia horizontal desde el borde de coronación del corte a la cimentación o vial.

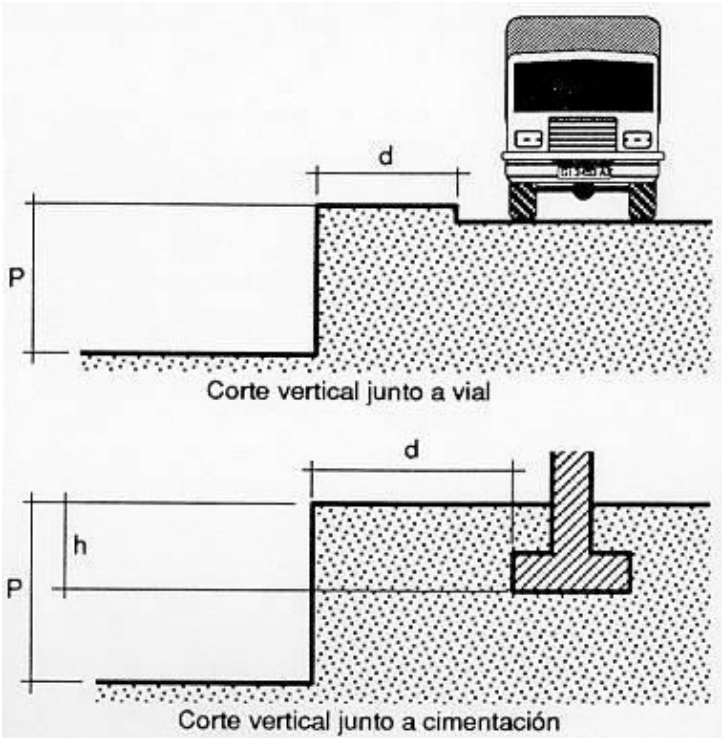


Fig. 7

En algunos casos puede ser interesante emplear una combinación de talud y entibación. (Fig. 8)

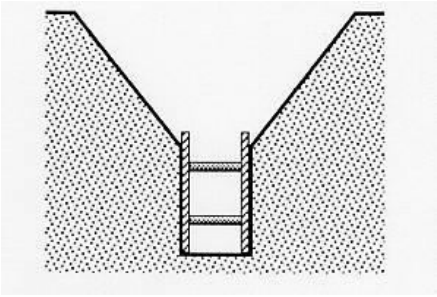


Fig. 8

1.2.2. Sistemas de entibación usuales

Por entibación se entiende toda fortificación para contención de tierras, realizada generalmente con madera.

1.2.2.1. Entibación con tablas horizontales

Se emplea cuando el corte se lleva a cabo en un terreno con suficiente cohesión que le permite ser autoestable mientras se efectúa la excavación. Mediante la alternancia excavación (0,80 m a 1,30 m) y entibación, se alcanza la profundidad total de la zanja. (Fig. 9)

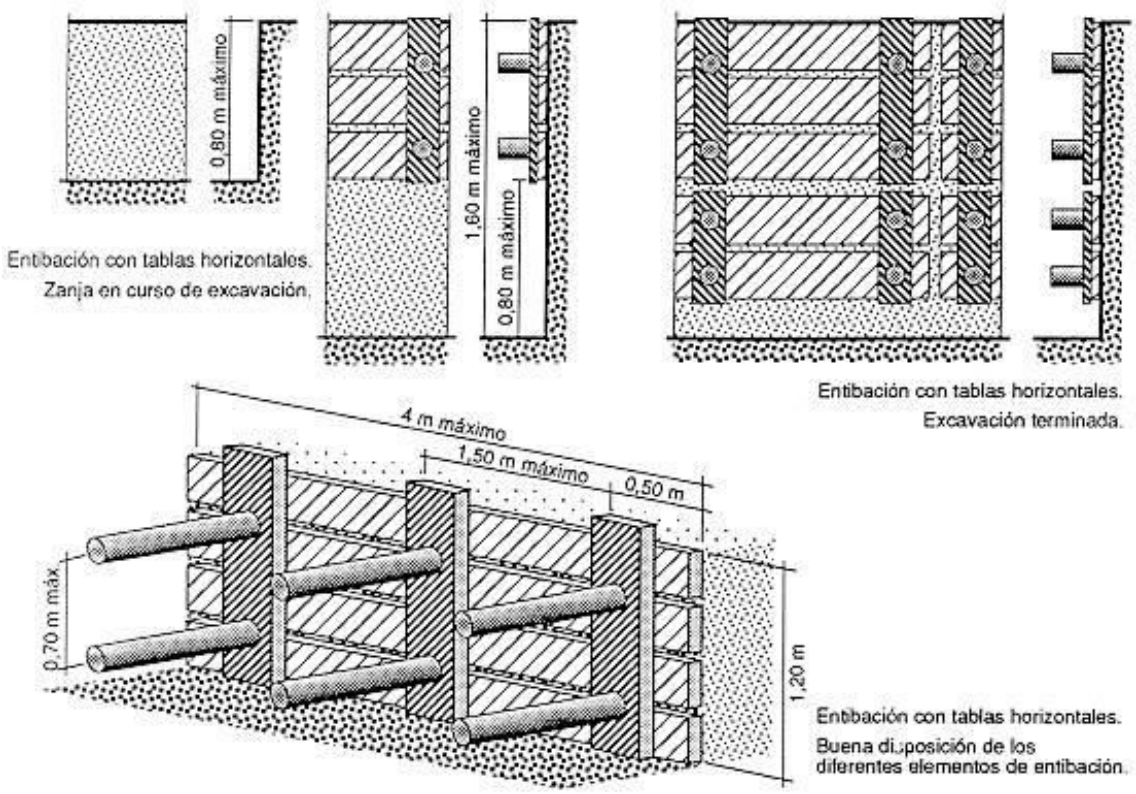


Fig. 9

1.2.2.2. Entibación con tablas verticales

Cuando el terreno no presenta la suficiente cohesión o no se tiene garantía de ello, es más aconsejable llevar a cabo la entibación con tablas verticales, que en caso de que el terreno presente una aceptable cohesión y resistencia se excava por secciones sucesivas de hasta 1,50 - 1,80 m de profundidades máximas, en tramos longitudinales variables que en ningún caso deberán pasar de 4 m; y en caso de que el terreno presente poco o ninguna cohesión deberán hincarse las tablas verticales en los citados tramos antes de proceder a la excavación de las tierras alcanzándose la profundidad prevista en sucesivas etapas.

Independientemente de que la entibación se realice con tablas horizontales o verticales, éstas podrán cubrir totalmente las paredes de la excavación (entibación cuajada), el 50% (entibación semicuajada) e incluso menos de esta proporción (entibación ligera).

La Norma Tecnológica NTE-ADZ/1976 permite determinar su empleo en función de la profundidad de excavación, del tipo de terreno y de que exista solicitación de cimentación o vial (Tabla 6), mediante las tablas nº 7, 8, 9, 10, 11, 12 puede determinarse la separación y grosores de los distintos elementos que constituyen la entibación de los principales casos.

Tabla: 7

ENTIBACION SEMICUAJADA

↓ E
↓ q → S

Determinación de la separación vertical S en cm entre ejes de apoyo, en función del grueso mínimo E en mm del Tablero y del empuje total q en kg/cm², o viceversa

Grueso mínimo del tablero E en mm						Separación vertical S en cm
20	25	30	52	65	76	
0,17	0,27	0,39	1,20	1,87	2,53	30
0,06	0,10	0,14	0,43	0,68	0,92	50
		0,06	0,19	0,30	0,41	75
			0,10	0,16	0,23	100
Grueso mínimo del tablero E en mm						

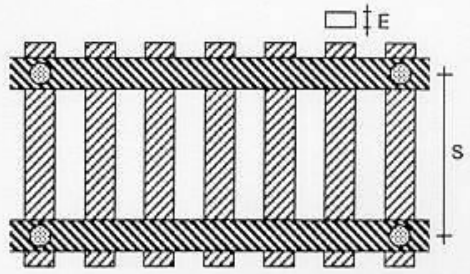


Tabla 9

ENTIBACION CUAJADA

↓ E
↓ q → M

Determinación de la separacione horizontal M en cm, en función del grueso mínimo E en mm del tablero y del empuje total q en kg/cm², o viceversa

Grueso mínimo del tablero E en mm			Separación horizontal M o A en cm
52	65	76	
0,21	0,33	0,46	100
0,13	0,21	0,29	125
0,07	0,15	0,20	150
0,05	0,09	0,15	175
0,03	0,06	0,10	200
Empuje q en kg/cm²			

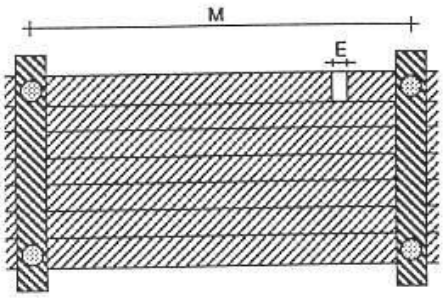


Tabla 8

ENTIBACION SEMICUAJADA

↓ F ↓ → q → S → M

Determinación de las separaciones entre codales, vertical S en cm y horizontal M en cm, en función del grueso mínimo F en mm del cabecero y del empuje total q en kg/cm², o viceversa

Grueso mínimo del cabecero F en mm			Separación vertical S + 30 en cm	Separación horizontal M en cm
52	65	76		
0,12	0,20	0,27	50	100
0,08	0,12	0,17	50	125
0,04	0,05	0,12	50	150
	0,05	0,09	50	175
0,10	0,16	0,22	60	100
0,06	0,10	0,14	60	125
	0,07	0,10	60	150
	0,04	0,07	60	175
0,08	0,12	0,18	76	100
0,05	0,08	0,10	75	125
		0,08	75	150
0,07	0,12	0,16	80	100
0,06	0,07	0,10	80	125
	0,05	0,07	80	150
0,06	0,00	0,12	100	100
	0,00	0,08	100	125
0,00	0,00	0,00	100	100
	0,00	0,00	100	125

Empuje q en kg/cm²

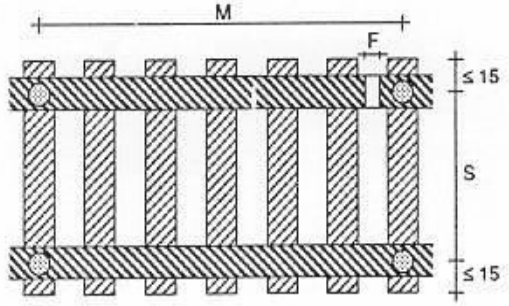


Tabla 10

ENTIBACION CUAJADA

↓ F ↓ → q → S → M

Determinación de las separaciones entre codales, vertical S en cm y horizontal M en cm, en función del grueso mínimo F en mm del cabecero y del empuje total q en kg/cm², o viceversa

Grueso mínimo del cabecero F en mm			Separación vertical S en cm	Separación horizontal M en cm
52	65	76		
0,36	0,56	0,76	30	100
0,20	0,31	0,43	40	
0,12	0,20	0,27	50	
0,09	0,14	0,19	60	
0,26	0,45	0,60	30	125
0,16	0,25	0,34	40	
0,10	0,16	0,22	50	
0,07	0,11	0,15	60	
0,24	0,37	0,50	30	150
0,13	0,21	0,28	40	
0,08	0,13	0,18	50	
0,06	0,09	0,12	60	
0,20	0,32	0,43	30	175
0,11	0,18	0,24	40	
0,07	0,11	0,15	50	
0,05	0,08	0,11	60	
0,18	0,28	0,38	30	200
0,10	0,15	0,21	40	
0,06	0,10	0,13	50	
0,04	0,07	0,09	60	

Empuje q en kg/cm²

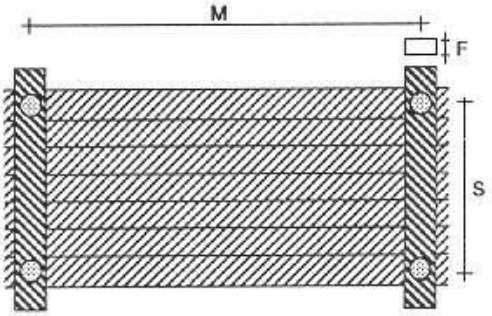


Tabla 11

ENTIBACION LIGERA

↓ F ↓ → q → S → M

Determinación de las separaciones entre codales, vertical S en cm y horizontal M en cm, en función del grueso mínimo F en mm del cabecero y del empuje total q en kg/cm², o viceversa.

Grueso mínimo del cabecero F en mm			Separación vertical S en cm	Separación horizontal M en cm
52	65	76		
0,10	0,16	0,23	30	100
0,06	0,10	0,14	30	125
	0,07	0,10	30	150
	0,05	0,07	30	175
		0,05	30	200
0,06	0,10	0,13	50	100
0,04	0,06	0,08	50	125
	0,04	0,06	50	150
		0,04	50	175
0,04	0,06	0,09	75	100
	0,04	0,06	75	125
		0,04	75	150
	0,05	0,06	100	100
Empuje q en kg cm³		0,04	100	125

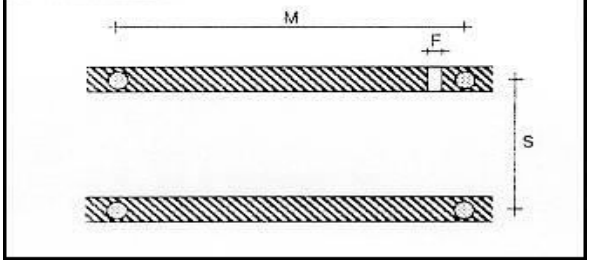


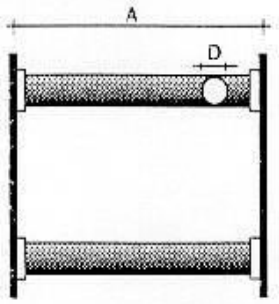
Tabla 12

ENTIBACIONES CUAJADA, SEMICUAJADA Y LIGERA

↓ H max ↓ D

Determinación del diámetro mínimo D en cm del codal, de longitud ≤ 2 m, libre de pandeo y de apiastamiento del durmiente, en función del empuje horizontal H en kg que soporta, o viceversa.
Siendo en zanjas con entibación:
Ligera: H = 1,50 q.M.S.
Cuajada o semicuajada: H = 0,75 q.M.S.

H max. en kg	1.570	1.900	2.260	2.650	3.080	3.530
D en cm	10	11	12	13	14	15



1.2.3. Otros sistemas de entibación

Además de los vistos existen otros sistemas que se alejan de los tradicionales, que son seguros frente al riesgo de atrapamiento de personas por desprendimiento de tierras, pero que en general requieren de medios que sólo disponen empresas especializadas, conociéndose con el nombre de entibaciones especiales, tales son el sistema Quillery, el Heidbrader, el Lamers, los que emplean dispositivos deslizantes, etc. Por ser el más accesible al común denominador de las empresas destacaremos aquí el primero de los mencionados.

1.2.3.1. Sistema Quillery

Es aplicable hasta una profundidad recomendable de 3,50 m en terrenos de buena cohesión.

Consiste en unos paneles de revestimiento de longitud 2-2,50 m que se preparan en las proximidades de la zanja y que una vez abierta ésta se introduce en la misma. Si la profundidad

sobrepasa los 2-2,50 m se realiza en una primera fase hasta esta profundidad y en una segunda fase se alcanzan los 3,50 m de profundidad máxima recomendable. (Fig. 10)

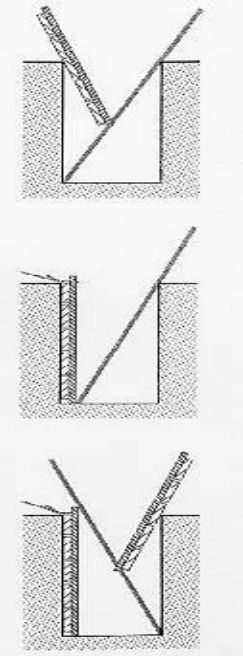
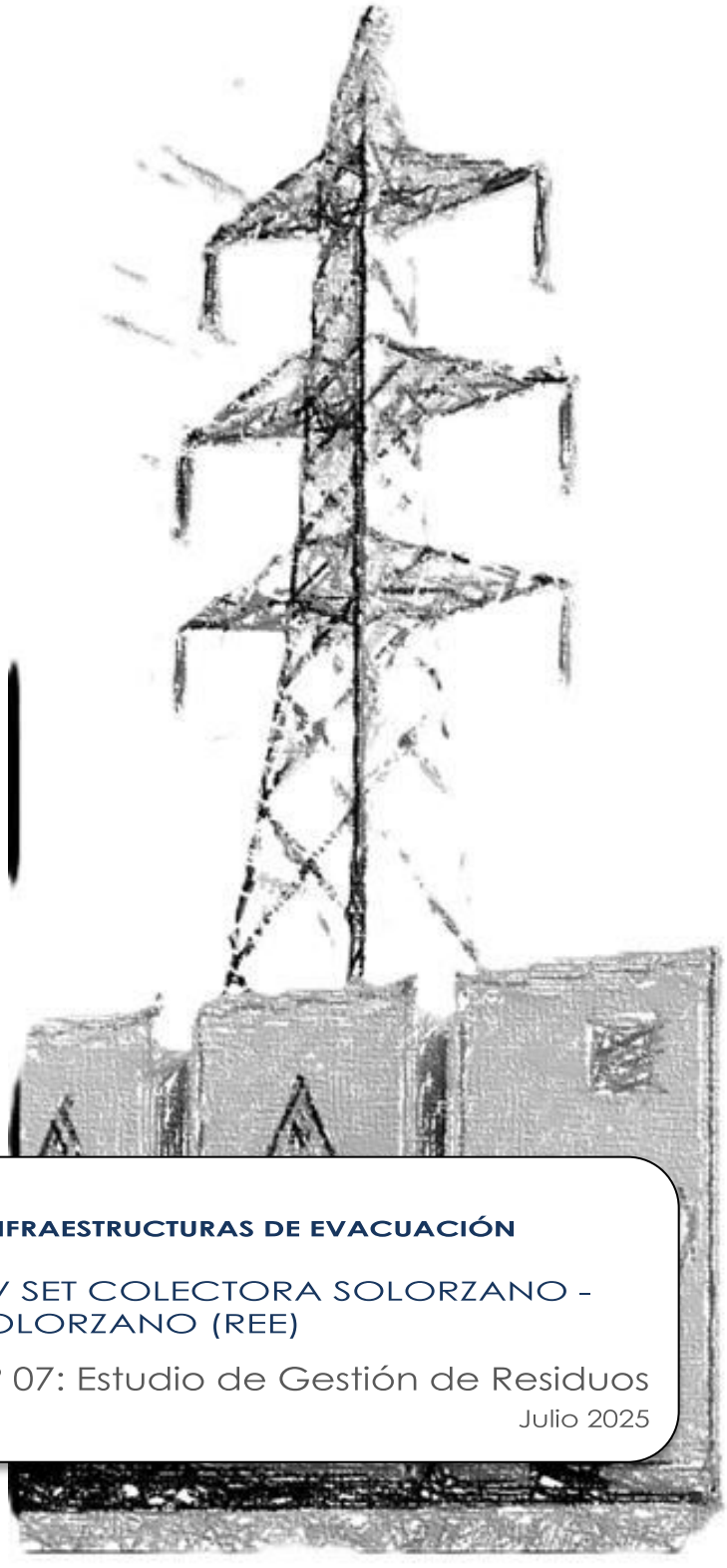


Fig. 10: Colocación de los paneles con ayuda de una pértiga

novotec



BESS SOLORZANO E INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

ANEXO III. LSAT 220 kV SET COLECTORA SOLORZANO – SET SOLORZANO (REE)

Documento nº 07: Estudio de Gestión de Residuos

Julio 2025

BENBROS

ÍNDICE

1 OBJETO DEL ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS 2
2 SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO 2
3 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS TRABAJOS 2
4 ESTIMACIÓN DE RESIDUOS A GENERAR 3
5 MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS 4
5.1 TRABAJOS DE CONSTRUCCIÓN 4
6 MEDIDAS DE SEPARACIÓN, MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS EN OBRA 6
6.1 SEGREGACIÓN 6
6.2 ALMACENAMIENTO 6
7 DESTINOS FINALES DE LOS RESIDUOS GENERADOS 8
7.1 RESIDUOS NO PELIGROSOS 8
7.2 RESIDUOS PELIGROSOS 9
8 VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE GESTIÓN 10

1 OBJETO DEL ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

El presente **Estudio de Residuos** se realiza para minimizar los impactos derivados de la generación de residuos en la construcción del presente **Proyecto**, estableciendo las medidas y criterios a seguir para reducir al máximo la cantidad de residuos generados, segregarlos y almacenarlos correctamente y proceder a la gestión más adecuada para cada uno de ellos. El Estudio se lleva a cabo en cumplimiento del R.D. 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición y se ha redactado según los criterios contemplados en el artículo 4 de dicho Real Decreto.

2 SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

La situación y descripción general del proyecto está reflejado en el documento de Memoria del presente **Proyecto**.

3 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS TRABAJOS

Las actividades a llevar a cabo y que van a dar lugar a la generación de residuos van a ser las siguientes:

- Apertura/acondicionamiento de accesos y zonas de trabajo, movimientos de tierras.
- Obra civil: excavación, tendido de tubos y hormigonado.
- Acopio de material necesario en las campas.
- Tendido de conductores y cables de fibra óptica
- Limpieza y restauración de las zonas de obra

4 ESTIMACIÓN DE RESIDUOS A GENERAR

Durante los trabajos descritos se prevé generar los siguientes residuos, codificados de acuerdo con lo establecido en la Ley 7/2022 (Lista europea de residuos):

TIPO RESIDUO	**CÓDIGO LER**
RESIDUOS NO PELIGROSOS	
Excedentes de excavación	170504
Restos de hormigón	170101
Papel y cartón	200101
Maderas	170201
Plásticos (envases y embalajes)	170203
Chatarras metálicas	170405/170407/170401/170402
Restos asimilables a urbanos	200301
Restos asimilables a urbanos. Contenedor amarillo: metales y plásticos (si se segregan)	150102/150104/150105/150106
Residuos vegetales (podas y talas)	200201

TIPO RESIDUO	**CÓDIGO LER**
RESIDUOS PELIGROSOS	
Trapos impregnados	150202*
Tierras contaminadas	170503*
Envases que han contenido sustancias peligrosas	150110*/150111*

Es necesario aclarar que, en el Plan de gestión residuos (que se elabora en una etapa de proyecto posterior al presente estudio por los contratistas responsables de acometer los trabajos, poseedores de los residuos) e incluso durante la propia obra se podrá identificar algún otro residuo.

Asimismo, la estimación de cantidades, que se incluye en el punto 6 del presente documento, es aproximada, teniendo en cuenta la información de la que se dispone en la etapa en la cual se elabora el proyecto de ejecución.

Las cantidades, por tanto, también deberán ser ajustadas en los correspondientes Planes de gestión de residuos.

5 MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS

5.1 TRABAJOS DE CONSTRUCCIÓN

Como norma general es importante separar aquellos productos sobrantes que pudieran ser reutilizables de modo que en ningún caso puedan enviarse a vertederos.

Además, es importante separar los residuos desde el origen, para evitar contaminaciones, facilitar su reciclado y evitar generar residuos derivados de la mezcla de otros.

Se exponen a continuación algunas buenas prácticas para evitar/minimizar la generación de algunos residuos:

- **Tierras de excavación:**

  Separar y almacenar adecuadamente la tierra vegetal para utilizarla posteriormente en labores de restauración. La tierra vegetal se acumulará en zonas no afectadas por los movimientos de tierra hasta que se proceda a su disposición definitiva y la altura máxima de los acopios será de dos metros para que no pierda sus características.

  Minimizar, desde la elección del trazado de la línea, la definición del tamaño de las campas y de accesos, los movimientos de tierras a llevar a cabo.

  Utilizar las tierras sobrantes de excavación en la propia obra en la medida de lo posible.

- **Medios auxiliares (pallets de madera), envases y embalajes:**

  Utilizar materiales cuyos envases/embalajes procedan de material reciclado.

  No separar el embalaje hasta que no vayan a ser utilizados los materiales.

  Guardar los embalajes que puedan ser reutilizados inmediatamente después de separarlos del producto. Gestionar la devolución al proveedor en el caso de ser este el procedimiento establecido.

  Los pallets de madera se han de reutilizar cuantas veces sea posible.

- **Residuos metálicos:**

  Separarlos y almacenarlos adecuadamente para facilitar su reciclado.

- **Aceites y grasas:**

  Realizar el mantenimiento de la maquinaria y cambios de aceites en talleres autorizados.

Si es imprescindible llevar a cabo alguna operación de cambio de aceites y grasas en la obra, utilizar los accesorios necesarios para evitar posibles vertidos al suelo (recipiente de recogida de aceite y superficie impermeable).

- **Tierras contaminadas:**

  Establecer las medidas preventivas para evitar derrames de sustancias peligrosas.

  Mantener cerrados todos los recipientes que contengan sustancias peligrosas para el medio ambiente (desencofrante, aceites etc.).

  Si fuera necesario el almacenamiento de combustibles, disponer de bandeja metálica.

  Resguardar de la lluvia las zonas de almacenamiento (mediante techado o uso de lona impermeable), para evitar que las bandejas se llenen de agua.

  Disponer de grupos electrógenos cuyo tanque de almacenamiento principal tenga doble pared y cuyas tuberías vayan encamisadas. Disponer de absorbentes hidrófobos para la retención de goteos y pequeñas fugas.

- **Residuos vegetales:**

  Respetar todos los ejemplares arbóreos que no sean incompatibles con el desarrollo del proyecto.

  Facilitar la entrega de los restos de podas/talas a sus propietarios.

  En los casos en los que sea posible (por su tamaño o después de haber sido triturados) los restos vegetales se incorporarán al terreno.

6 MEDIDAS DE SEPARACIÓN, MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS EN OBRA

Los requisitos en cuanto a la segregación, almacenamiento, manejo y gestión de los residuos en obra están incluidos en las especificaciones ambientales, formando así parte de las prescripciones técnicas del proyecto.

Para que se pueda desarrollar una correcta segregación y almacenamiento de residuos en la obra, todo el personal implicado deberá estar adecuadamente formado sobre cómo separar y almacenar cualquier tipo de residuos que pueda derivarse de los trabajos.

6.1 SEGREGACIÓN

Para una correcta valorización o eliminación se realizará una segregación previa de los residuos, separando aquellos que por su no peligrosidad (residuos urbanos y asimilables a urbanos) y por su cantidad puedan ser depositados en los contenedores específicos colocados por el correspondiente ayuntamiento, de los que deban ser llevados a vertedero controlado y de los que deban ser entregados a un gestor autorizado (residuos peligrosos). Para la segregación se utilizarán bolsas o contenedores que impidan o dificulten la alteración de las características de cada tipo de residuo.

La segregación de residuos en obra ha de ser la máxima posible, para facilitar la reutilización de los materiales y que el tratamiento final sea el más adecuado según el tipo de residuo.

En ningún caso se mezclarán residuos peligrosos y no peligrosos.

Si en algún caso no resultara técnicamente viable la segregación en origen, el poseedor (contratista) podrá encomendar la separación de fracciones de los distintos residuos no peligrosos a un gestor de residuos externo a la obra, teniendo que presentar en este caso, la correspondiente documentación acreditativa conforme el gestor ha realizado los trabajos.

Se procurará además segregar los RSU en las distintas fracciones (envases y embalajes, papel, vidrio y resto).

6.2 ALMACENAMIENTO

Desde la generación de los residuos hasta su eliminación o valorización final, los residuos peligrosos y no peligrosos se almacenarán de forma separada.

Según el tipo de residuos, se podrán almacenar en la propia obra y cuando no sea viable se podrán almacenar en una instalación propia del contratista (siempre y cuando cuente con todos los permisos necesarios) o contratar los servicios de almacenamiento a un gestor autorizado.

Para las zonas de almacenamiento se cumplirán los siguientes criterios:

- Serán seleccionadas, siempre que sea posible, de forma que no sean visibles desde carreteras o lugares de tránsito de personas, pero con facilidad de acceso para poder proceder a la recogida de los mismos.

- Estarán debidamente señalizadas mediante marcas en el suelo, carteles, etc. para que cualquier persona que trabaje en la obra sepa su ubicación.

- Los contenedores de residuos peligrosos estarán identificados según se indica en la legislación aplicable (RD 553/2020 y Ley 7/2022 de residuos y suelos contaminados), con etiquetas o carteles resistentes a las distintas condiciones meteorológicas, colocados en un lugar visible y que proporcionen la siguiente información: descripción del residuo, icono de riesgos, código del residuo, datos del productor y fecha de almacenamiento

- Las zonas de almacenamiento de residuos peligrosos estarán protegidas de la lluvia y contarán con suelo impermeabilizado o bandejas de recogida de derrames accidentales. (Normalmente no estarán ubicadas en obra)

- Los residuos que por sus características puedan ser arrastrados por el viento, como plásticos (embalajes, bolsas...), papeles (sacos de mortero...) etc. deberán ser almacenados en contenedores cerrados, a fin de evitar su diseminación por la zona de obra y el exterior del recinto.

- Se delimitará e identificará de forma clara una zona para la limpieza de las cubas de hormigonado para evitar vertidos de este tipo en las proximidades de la subestación. La zona será regenerada una vez finalizada la obra, llevándose los residuos a vertedero controlado y devolviéndola a su estado y forma inicial.

- Se evitará el almacenamiento de excedentes de excavación en cauces y sus zonas de policía.

Por las características de las actividades a llevar a cabo, lo habitual será almacenar pequeñas cantidades de residuos en las campas de trabajo siendo estos trasladados a un almacén propiedad del contratista. No procede, por tanto, la inclusión de un plano con las zonas destinadas al almacenamiento de los residuos. En los correspondientes Planes de Gestión de residuos de construcción y demolición que proporcionen los contratistas se deberá incluir la localización de los almacenes utilizados. En dichos planes también se incluirá la descripción de los contenedores que se prevé utilizar para los distintos residuos.

7 DESTINOS FINALES DE LOS RESIDUOS GENERADOS

La gestión de los residuos se realizará según lo establecido en la legislación específica vigente.

Siempre se favorecerá el reciclado y valoración de los residuos frente a la eliminación en vertedero controlado de los mismos.

7.1 RESIDUOS NO PELIGROSOS

RSU: Los residuos sólidos urbanos y asimilables (papel, cartón, vidrio, envases de plástico) separados en sus distintas fracciones serán llevados a un vertedero autorizado o recogidos por gestores autorizados. En el caso de no ser posible la recogida por gestor autorizado y de tratarse de pequeñas cantidades, se podrán depositar en los distintos contenedores que existan en el Ayuntamiento más próximo.

Restos vegetales: La eliminación de los residuos vegetales deberá hacerse de forma simultánea a las labores de talas y desbroce. Los residuos obtenidos se apilarán y retirarán de la zona con la mayor brevedad, evitando así que se conviertan en un foco de infección por hongos, o que suponga un incremento del riesgo de incendios.

Los residuos forestales generados se gestionarán según indique la autoridad ambiental competente. Con carácter general, y si no hubiera indicaciones, preferiblemente se entregarán a sus propietarios.

Según el caso y si el tamaño lo permite (si es necesario se procederá a su trituración) los restos se incorporarán al suelo.

Si ninguna de las opciones anteriores es posible, se gestionará su entrega a una planta de compostaje y en último caso se trasladarán a vertedero controlado.

Excedentes de excavación, como ya se ha comentado tratarán de reutilizarse en la obra, si no es posible y existe permiso de los Ayuntamientos afectados y de la autoridad ambiental competente, podrán gestionarse mediante su reutilización en firmes de caminos, rellenos etc. Si no son posibles las opciones anteriores se gestionarán en vertedero autorizado.

Escombros, y excedentes de hormigón: Gestión en vertedero autorizado. Si es factible, los restos de hormigón se llevarán a una trituradora de áridos para su reutilización.

Chatarra: se entregará a gestor autorizado para que proceda al reciclado de las distintas fracciones.

7.2 RESIDUOS PELIGROSOS

Los residuos peligrosos se gestionarán mediante gestor autorizado. Se dará preferencia a aquellos gestores que ofrezcan la posibilidad de reciclaje y valorización como destinos finales frente a la eliminación.

Antes del inicio de las obras los contratistas están obligados a programar la gestión de los residuos que prevé generar. En el Plan de gestión de residuos de construcción se reflejará la gestión prevista para cada tipo de residuo: planes para la reutilización de excedentes de excavación u hormigón, retirada a vertedero y gestiones a través de gestor autorizado (determinando los gestores autorizados), indicando el tratamiento final que se llevará a cabo en cada caso.

Como anexo a dicho Plan el contratista deberá presentar la documentación legal necesaria para llevar a cabo las actividades de gestión de residuos:

- Acreditación como productor de residuos en la Comunidad Autónoma en la que se llevan a cabo los trabajos.
- Autorizaciones de los transportistas y gestores de residuos (las correspondientes según se trate de residuos peligrosos o no peligrosos).
- Autorizaciones de vertederos y depósitos.
- Documentos de Aceptación de los residuos que se prevé generar (residuos peligrosos).

Al final de los trabajos las gestiones de residuos realizadas quedaran registradas en una ficha de "Gestión de residuos generados en las obras de construcción" que incluirá las cantidades de residuos generadas según su tipo, destino y fecha de gestión.

Además de cumplimentar la ficha el contratista proporcionará la documentación acreditativa de las gestiones realizadas:

- Documentos de Control y Seguimiento (Residuos peligrosos)
- Notificaciones de traslado (Residuos peligrosos)
- Albaranes de retirada o documentos de entrega de residuos no peligrosos.
- Permisos de vertido/reutilización de excedentes de excavación

8 VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE GESTIÓN

En el cuadro que se muestra a continuación se incluye una estimación de las cantidades previstas de residuos a generar y los costes asociados a su gestión. Se resalta que el coste es muy aproximado pues los precios están sometidos a bastante variación en función de los transportistas y gestores utilizados y además las cantidades estimadas en este estado del proyecto también se irán ajustando con el desarrollo de este.

Los costes unitarios de cada residuo se estiman en las siguientes cantidades:

Tipo de Residuo	CÓDIGO LER	Unidad	Precio Unidad
Excedentes de excavación	170504	m³	4,00 €
Residuos de hormigón	170101	m³	9,00 €
Papel y cartón	200101	kg	0,0080 €
Maderas	170201	kg	0,0150 €
Plásticos (envases y embalajes)	170203	kg	0,0160 €
Chatarras metálicas	170405/170407/170401/170402	kg	0,0030 €
Restos asimilables a urbanos	200301	kg	0,0015 €
Restos asimilables a urbanos. Contenedor amarillo: metales y plásticos (Si segregan)	150102/150104/150105/150106	kg	0,0015 €
Trapos impregnados, envases contaminados	150202*	bidones	100,00 €
Aerosoles			
Tierras contaminadas	170503*	m³	15,00 €
Residuos vegetales (podas y talas)	200201	kg	0,02 €

Que particularizados para el proyecto que nos ocupa:

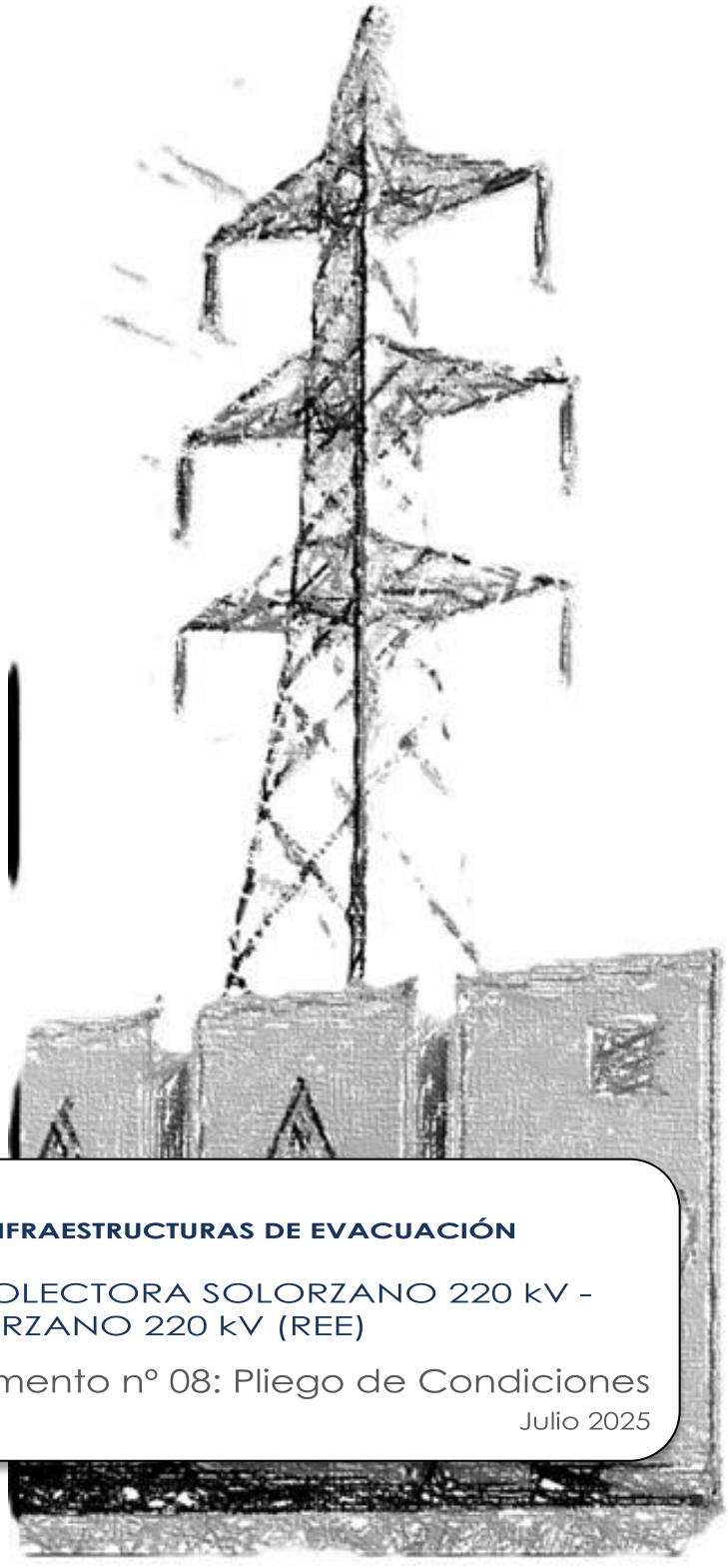
Tipo de Residuo	CÓDIGO LER	Cantidad estimada de residuo generado	Unidad	Costes estimados de gestión (€)
Excedentes de excavación (considerando tramos aéreos y subterráneos)	170504	231,00	m³	924,00 €
Residuos de hormigón (Se considera un excedente del 1% tanto para cimentaciones como para zanja subterránea)	170101	1,24	m³	11,12 €
Papel y cartón	200101	No se presentan residuos de este tipo	kg	0,00 €
Maderas	170201	No se presentan residuos de este tipo	kg	0,00 €
Plásticos (envases y embalajes)	170203	No se presentan residuos de este tipo	kg	0,00 €
Chatarras metálicas	170405/170407/170401/170402	No se presentan residuos de este tipo	kg	0,00 €
Restos asimilables a urbanos	200301	No se presentan residuos de este tipo	kg	0,00 €
Restos asimilables a urbanos. Contenedor amarillo: metales y plásticos (Si segregan)	150102/150104/150105/150106	No se presentan residuos de este tipo	kg	0,00 €
Trapos impregnados, envases contaminados	150202*	No se presentan residuos de este tipo	bidones	0,00 €
Tierras contaminadas	170503*	No se presentan residuos de este tipo	m³	0,00 €

	TOTAL:	**935,12 €**

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de:

NOVECIENTOS TREINTA Y CINCO EUROS CON DOCE CÉNTIMOS

novotec



BESS SOLORZANO E INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

ANEXO III. LSAT SET COLECTORA SOLORZANO 220 kV - SET SOLORZANO 220 kV (REE)

Documento nº 08: Pliego de Condiciones

Julio 2025

BENBROS

ÍNDICE

1 ANTECEDENTES 3

1.1 OBJETO 3
1.2 DISPOSICIONES GENERALES 3
1.2.1 Condiciones Facultativas Legales 3
1.2.2 Seguridad en el Trabajo 4
1.2.3 Seguridad Pública 4
1.3 ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO 5
1.3.1 Datos de la Obra 5
1.3.2 Replanteo de la Obra 5
1.3.3 Mejoras y Variaciones del Proyecto 5
1.3.4 Recepción del Material 6
1.3.5 Organización 6
1.3.6 Facilidades para la Inspección 6
1.3.7 Ensayos 7
1.3.8 Limpieza y Seguridad en las Obras 7
1.3.9 Medios Auxiliares 7
1.3.10 Ejecución de las Obras 7
1.3.11 Subcontratación de las Obras 8
1.3.12 Plazo de Ejecución 8
1.3.13 Recepción Provisional 9
1.3.14 Periodos de Garantía 9
1.3.15 Recepción Definitiva 9
1.3.16 Pago de las Obras 10
1.3.17 Abono de Materiales Acopiados 10
1.4 DISPOSICIÓN FINAL 10

2 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS DE EJECUCIÓN PARA UNA LÍNEA SUBTERRÁNEA 11

2.1 OBJETO 11
2.2 DEMOLICIÓN 11
2.3 APERTURA DE ZANJA 11
2.4 RETIRADA DE RESIDUOS 12
2.5 ENTUBACIÓN 12

2.6 TRANSPORTE Y ACOPIO A PIE DE HOYO 13
2.7 PROTECCIÓN DE SUPERFICIES METÁLICAS 13
2.8 RELLENO Y REPOSICIÓN DE PAVIMENTO 13
2.9 ARQUETAS Y CÁMARAS 13
2.10 ARQUETAS DE CONEXIONADO DE PANTALLAS Y DE FIBRA ÓPTICA 14
2.11 ARQUETAS DE AYUDA AL TENDIDO 14
2.12 NORMAS DE EJECUCIÓN 14
2.12.1 Generalidades 14
2.12.2 Métodos de instalación 15
2.12.2.1 Tendido de cables eléctricos 15
2.12.2.2 Conexionado de cables 18
2.12.2.3 Empalmes 19
2.12.3 Pruebas reglamentarias 20
2.12.3.1 Ensayo de cubierta 20
2.12.3.2 Ensayo de tensión sobre aislamiento 21
2.12.3.3 Ensayo de descargas parciales 21
2.12.3.4 Medidas de parámetros eléctricos 22
2.12.3.5 Verificación final de instalación y conexiones de la puesta a tierra 22
2.12.3.6 Ensayos en fábrica 22
2.12.3.7 Pruebas de rutinas de materiales 23

3 CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD DE LAS LÍNEAS SUBTERRÁNEAS 24

3.1 PUESTA EN SERVICIO 24
3.2 SEPARACIÓN DE SERVICIO 24
3.3 PREVENCIONES GENERALES 24
3.4 MANTENIMIENTO 25
3.5 CONTROL DE CALIDAD 25

1 ANTECEDENTES

1.1 OBJETO

Este Pliego de Condiciones tiene por objeto la definición de los requisitos de carácter general que han de cumplirse en la construcción de la línea subterránea de alta tensión **LSAT 220 kV SET COLECTORA SOLORZANO - SET SOLORZANO (REE)** en el término municipal de **Solórzano** (provincia de **Cantabria**), cuyas características técnicas están definidas en los restantes documentos que componen el presente **Proyecto**.

1.2 DISPOSICIONES GENERALES

1.2.1 Condiciones Facultativas Legales

Las obras del Proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

a) Reglamentación General de Contratación según Decreto R.D. 1098/2001.

b) Pliego de Condiciones Generales para la Contratación de Obras Públicas aprobado por Decreto 3854/70, de 31 de diciembre.

c) Artículo 1588 y siguientes del Código Civil, en los casos que sea procedente su aplicación al contrato de que se trate.

d) Ley del Sector Eléctrico (Ley 54/1997, 27 Noviembre).

e) Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre, sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, así como las Órdenes de 6 de julio de 1984, de 18 de octubre de 1984 y de 27 de noviembre de 1987, por las que se aprueban y actualizan las Instrucciones Técnicas Complementarias sobre dicho reglamento.

f) Real Decreto 223/08, de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en las Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Complementarias ITC-LAT 01 a 09.

g) Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos laborales y RD 162/97 sobre disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.

1.2.2 Seguridad en el Trabajo

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en el apartado "g" del párrafo 1.2.1 de este Pliego de Condiciones y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los flexómetros, las reglas, los mangos de aceiteras, los útiles, limpiadores, etc., que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en suelas.

El personal de la Contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos, pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la Contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física el propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

1.2.3 Seguridad Pública

El Contratista deberá tomar las máximas precauciones en todas las operaciones y los usos de equipos para proteger a personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Contratista mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc., que en uno y otro pudieran incurrir para el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

1.3 ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

El Contratista ordenará los trabajos de la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos, y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra, al amparo de las condiciones siguientes:

1.3.1 Datos de la Obra

Se entregará al Contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

1.3.2 Replanteo de la Obra

El Director de Obra, una vez que el Contratista esté en posesión del Proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de estas, con especial atención en los puntos singulares, entregando al Contratista las referencias y los datos necesarios para fijar completamente la ubicación de los mismos.

Se levantará por duplicado Acta, en la que constarán, claramente, los datos entregados, firmado por el Director de Obra y por el representante del Contratista.

Los gastos de replanteo serán de cuenta del Contratista.

1.3.3 Mejoras y Variaciones del Proyecto

No se considerarán como mejoras ni variaciones del Proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por escrito por el Director de Obra, convenido el precio antes de proceder a su ejecución.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del Contratista.

1.3.4 Recepción del Material

El Director de Obra de acuerdo con el Contratista dará a su debido tiempo su aprobación sobre el material suministrado y confirmará que permite una instalación correcta.

La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta del Contratista.

1.3.5 Organización

El Contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligado al pago de los salarios y las cargas que legalmente están establecidas y, en general, a todo cuanto se legisle, decrete u ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de la obra.

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la Obra, así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo del Contratista a quien corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

El Contratista deberá, sin embargo, informar al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de la misma, así como de la procedencia de los materiales y cumplimentar cuantas órdenes le dé éste en relación con datos extremos.

En las obras por administración, el Contratista deberá dar cuenta diaria al Director de Obra de la admisión de personal, compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares y cuantos gastos haya de efectuar. Para los contratos de trabajo, compra de material, alquiler de elementos auxiliares, cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5% de los normales en el mercado, solicitará la aprobación previa del Director de Obra, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo casos de reconocida urgencia, en los que se dará cuenta posteriormente.

1.3.6 Facilidades para la Inspección

El Contratista proporcionará al Director de Obra o los Delegados y colaboradores toda clase de facilidades para los replanteos, reconocimientos, mediciones y pruebas de los materiales, así como la mano de obra necesaria para los trabajos que tenga por objeto comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas, permitiendo el acceso a todas las partes de la obra e incluso a los talleres o fábricas donde se produzcan los materiales o se realicen trabajos para las obras.

1.3.7 Ensayos

Los ensayos, análisis y pruebas que deban realizarse para comprobar si los materiales reúnen las condiciones exigibles se verificarán por la Dirección Técnica, o bien, si ésta lo estima oportuno, por el correspondiente Laboratorio Oficial.

Todos los gastos de pruebas y análisis serán de cuenta del Contratista.

1.3.8 Limpieza y Seguridad en las Obras

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus inmediaciones de escombros y materiales, y hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean precisas, así como adoptar las medidas y ejecutar los trabajos necesarios para que las obras ofrezcan un buen aspecto a juicio de la Dirección Técnica.

Se tomarán las medidas oportunas de tal modo que durante la ejecución de las obras se ofrezca seguridad absoluta, con el objeto de evitar accidentes que puedan ocurrir por deficiencia en esta clase de precauciones; durante la noche estarán los puntos de trabajo perfectamente alumbrados y cercados los que por su índole fueran peligrosos.

1.3.9 Medios Auxiliares

No se abonarán en concepto de medios auxiliares más cantidades que las que figuren explícitamente consignadas en presupuesto, entendiéndose que en todos los demás casos el costo de dichos medios está incluido en los correspondientes precios del presupuesto.

1.3.10 Ejecución de las Obras

Las obras se ejecutarán conforme al Proyecto y a las condiciones contenidas en este Pliego de Condiciones y en el Pliego Particular, si lo hubiera, y de acuerdo con las especificaciones señaladas en el de Condiciones Técnicas.

El Contratista, salvo aprobación por escrito del Director de Obra, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza tanto en la ejecución de la obra en relación con el Proyecto como en las Condiciones Técnicas especificadas, sin prejuicio de lo que en cada momento pueda ordenarse por el Director de Obra a tenor de lo dispuesto en el último párrafo del apartado 1.3.1.

El Contratista no podrá utilizar en los trabajos personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo, salvo lo indicado en el apartado 1.3.3.

Igualmente, será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo.

El Contratista deberá tener al frente de los trabajos un técnico suficientemente especializado a juicio del Director de Obra.

1.3.11 Subcontratación de las Obras

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la Obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra.

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

a) Que se dé conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.

b) Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no excedan del 50% del presupuesto total de la obra principal.

En cualquier caso, el Contratante no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista, y cualquier subcontratación de obras no eximirá al Contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al Contratante.

1.3.12 Plazo de Ejecución

Los plazos de ejecución, total y parciales, indicados en el contrato, se empezarán a contar a partir de la fecha de replanteo.

El Contratista estará obligado a cumplir con los plazos que se señalen en el contrato para la ejecución de las obras y serán improrrogables.

No obstante, lo anteriormente indicado, los plazos podrán ser objeto de modificaciones cuando así resulte por cambios determinados por el Director de Obra debidos a exigencias de la realización de las obras y siempre que tales cambios influyan realmente en los plazos señalados en el contrato.

Si por cualquier causa, ajena por completo al Contratista, no fuera posible empezar los trabajos en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el Director de Obra, la prórroga estrictamente necesaria.

1.3.13 Recepción Provisional

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del Contratista, se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si éste es el caso. Dicho Acta será firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Contratista. Si el Contratista no cumpliese estas prescripciones, podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

La forma de recepción se indica en el Pliego de Condiciones Técnicas correspondiente.

1.3.14 Periodos de Garantía

El periodo de garantía será el señalado en el contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Durante este periodo, el Contratista garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

1.3.15 Recepción Definitiva

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o, en su defecto, a los seis meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Contratista levantándose el Acta correspondiente, por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista y ratificada por el Contratante y el Contratista.

1.3.16 Pago de las Obras

El pago de obras realizadas se hará por Certificaciones parciales que se practicarán mensualmente. Dichas Certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran. La relación valorada que figure en las Certificaciones se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10% y con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

Serán de cuenta del Contratista las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición, los gastos de replanteo, inspección y liquidación de las mismas, con arreglo a las disposiciones vigentes, y los gastos que se originen por inspección y vigilancia facultativa, cuando la Dirección Técnica estime preciso establecerla.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminados por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

El Director de Obra expedirá las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las Certificaciones siguientes, no suponiendo por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas Certificaciones.

1.3.17 Abono de Materiales Acopiados

Cuando a juicio del Director de Obra no haya peligro de que desaparezca o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación. Dicho material será indicado por el Director de Obra que lo reflejará en el Acta de recepción de Obra, señalando el plazo de entrega en los lugares previamente indicados. El Contratista será responsable de los daños que se produzcan en la carga, transporte y descarga de este material.

La restitución de las bobinas vacías se hará en el plazo de un mes, una vez que se haya instalado el cable que contenían. En caso de retraso en su restitución, deterioro o pérdida, el Contratista se hará también cargo de los gastos suplementarios que puedan resultar.

1.4 DISPOSICIÓN FINAL

La concurrencia a cualquier Subasta, Concurso o Concurso-Subasta, cuyo Proyecto incluya el presente Pliego de Condiciones Generales, presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.

2 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS DE EJECUCIÓN PARA UNA LÍNEA SUBTERRÁNEA

2.1 OBJETO

Este Pliego de Condiciones tiene por objeto la definición de los requisitos que han de cumplir el suministro e instalación de los materiales necesarios en la construcción de la Línea Subterránea objeto del presente proyecto.

2.2 DEMOLICIÓN

En primer lugar, se procederá a la rotura de pavimento de cualquier espesor, excepto arranque de adoquines o losas de piedra sobre arena. Dicha demolición se efectuará de acuerdo con las disposiciones municipales y demás organismos oficiales con competencias en el área de actuación, procurando conservar los elementos del pavimento que tengan valor, de acuerdo a su posible aprovechamiento y procurando también afectar lo mínimo posible la vegetación.

Se utilizarán compresores insonorizados y se efectuará mediante martillos rompedores, manejados por un operario situado sobre el pavimento o bien montados sobre un brazo de máquina. Se utilizarán cortadoras de disco para pavimentos.

2.3 APERTURA DE ZANJA

Las dimensiones de las zanjas se ajustarán lo más posible a las indicadas en los planos de proyecto. Las paredes de los hoyos serán verticales. El Contratista tomará las disposiciones convenientes para dejar, el menor tiempo posible, abiertas las excavaciones, con objeto de evitar accidentes.

Las excavaciones se realizarán con útiles apropiados según el tipo de terreno. En caso de necesitar el uso de explosivos o martillo compresor en terrenos rocosos, la obtención de los permisos de su correspondiente utilización será por cuenta del Contratista. Cuando se utilicen explosivos se tendrá cuidado con las afecciones a servicios y estructuras colindantes.

Las dimensiones de la zanja serán las establecidas en los planos del proyecto, siempre que sea posible, aumentando su profundidad en caso de instalaciones existentes. Durante la excavación, se deberá dejar una separación de 1 metro entre la zanja y las tierras extraídas, para facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja. Se tomarán las medidas oportunas para no tapar de tierras los registros de los servicios colindantes y alcorques, así como para la protección de los árboles si los hubiere.

En presencia de agua se realizarán los achiques necesarios, compatibles con la estabilidad de la excavación, mediante gravedad o bombas de extracción. En casos especiales, se recurrirá a los sistemas específicos apropiados, tales como sustituciones del terreno, drenajes auxiliares exteriores a excavación, etc.

2.4 RETIRADA DE RESIDUOS

Los cascotes y las tierras sobrantes se trasladarán a vertedero autorizado de inmediato. Se deberá gestionar la correspondiente guía municipal y certificado de gestión de residuos.

2.5 ENTUBACIÓN

Para evitar el derrumbe de las paredes de las zanjas, se procede a la entibación. Antes del comienzo de las obras se realizarán calas y estudio del terreno para establecer la naturaleza del mismo, el cual determinará la necesidad de entibación y el tipo de entibación a emplear.

A partir de 1,3 m de profundidad habrá que tomar medidas específicas, tal como indica la Norma NTP 278 de "Zanjas: prevención del desprendimiento de tierras", siendo necesario entibar aunque no se llegue a los 1,3 m en el caso de terrenos sueltos o poco consistentes.

Siempre deben mantenerse las medidas de protección de una zanja mientras haya operarios trabajando a una profundidad igual o superior a 1,3 m bajo el suelo. No se dejará en el fondo una altura de más de 70 cm sin elementos de sustentación del terreno. Para la salida de los operarios de las zanjas, se dispondrán de escaleras.

Cuando dejen de ser necesarias las entibaciones, se procederá a su eliminación por franjas horizontales, empezando por la parte inferior. La colocación de los codales se realizara mediante cuñas. En la entibación de zanjas de cierta profundidad y especialmente cuando el terreno es flojo, el forrado se hará en sentido vertical y en pases de tabla no superior a 1 m. La tablazón de revestimiento de la zanja debe ir provista de un rodapié, o sobresalir del nivel superior del terreno un mínimo de 15 cm.

Las entibaciones se revisan diariamente antes de comenzar la jornada de trabajo, tensando los codales que se hayan aflojado. También se comprobará que no haya agua en el interior de la zanja. Se extremarán las precauciones después de interrupciones de trabajo de más de un día y/o alteraciones atmosféricas como lluvias o heladas.

En excavaciones profundas, superiores a 1,3 m, y siempre que haya operarios trabajando en el interior, se mantendrá uno de ellos de reten en el exterior actuando como ayudante de trabajo o como alarmante en caso de emergencia.

2.6 TRANSPORTE Y ACOPIO A PIE DE HOYO

Se evitarán las sacudidas bruscas durante el transporte. En la carga y descarga de los camiones, se evitará toda clase de golpes o cualquier otra causa que pueda producir el agrietamiento de los mismos.

El Contratista tomará nota de los materiales recibidos dando cuenta al Director de Obra de las anomalías que se produzcan.

2.7 PROTECCIÓN DE SUPERFICIES METÁLICAS

Todos los elementos de acero deberán estar galvanizados por inmersión de cinc fundido.

2.8 RELLENO Y REPOSICIÓN DE PAVIMENTO

El relleno se realizará con tierras procedentes de la propia zanja o tierras de préstamo. Las tierras no serán plásticas ni semisólidas, ni contendrán piedras o cascotes. El contenido de materia orgánica será residual, menor del 2%, y la densidad seca mayor de 1.5 t/m^3. Siempre serán tierras compactadas. Como mínimo se alcanzará un grado de compactación del 95% Próctor modificado.

En primer lugar, se realiza el vertido y extendido de las tierras por tongadas de espesores inferiores a 25 cm. Sobre la primera tongada compactada por medios manuales se coloca la cinta de señalización. Posteriormente, se compacta cada tongada por medios mecánicos hasta obtener el grado de compactación requerido. En las zanjas realizadas en aceras o calzadas con base de hormigón, el relleno de la zanja con tierras compactadas no sobrepasará la cota inferior de las bases de hormigón.

La reposición del pavimento se efectuará conservando, en la medida de lo posible, los mismos espesores, composiciones y dosificaciones de las distintas capas que forman el pavimento demolido, así como el tratamiento y sellado de las capas superficiales, la señalización horizontal afectada, acabado de juntas, mallazos, cunetas, rígolas, bordillos, etc.

La reposición de pavimentos se efectuará inmediatamente después del relleno de la zanja y sin interrupción. Sólo se dejarán pendientes los pozos de tiro y las cámaras de empalme, que se rematarán una vez realizada la instalación de los cables.

2.9 ARQUETAS Y CÁMARAS

Tras realizar la excavación de las cámaras con las dimensiones adecuadas, se colocarán paredes fabricadas con bloques de hormigón, y se limpiará el fondo para verter la correspondiente solera de hormigón.

Una vez realizados los empalmes de los cables y las pruebas de instalación acabada, y tras colocar un lecho de arena para los mismos, la cámara se rellenará de arena de río o mina, de granulometría entre 0,2 y 1 mm, colocándose encima de este relleno de arena una capa de hormigón HM-20 de 10 cm como protección. Finalmente, se repondrá el pavimento. Se podrá disponer de tapa arqueta tipo B2 según UNE 133100-2 para poder entrar a la cámara.

2.10 ARQUETAS DE CONEXIONADO DE PANTALLAS Y DE FIBRA ÓPTICA

Para la colocación de las mismas se procederá según la norma UNE 133100-2:2002.

2.11 ARQUETAS DE AYUDA AL TENDIDO

Estas arquetas dispondrán de una solera de hormigón de 10 cm de espesor y será preciso entibarlas para que no se produzcan desprendimientos en sus paredes. Después de tender los cables, se dará continuidad a las canalizaciones en las arquetas, y se recubrirán de una capa de hormigón de forma que quede al mismo nivel que el resto de la zanja. Finalmente se rellenará con tierra compactada y se repondrá el pavimento.

2.12 NORMAS DE EJECUCIÓN

2.12.1 Generalidades

Todas las normas de instalación de la línea de nuestro proyecto se ajustarán, en todo caso, a los planos, condiciones y calidades que se expresan, así como a las directrices que la Dirección Facultativa crea oportunas.

Todos estos planos deberán ser sometidos a comentarios y aprobación final del Ingeniero, antes de iniciarse la fabricación o montaje del equipo.

Además del cumplimiento de lo expuesto, la obra se ajustará a las normativas que le pudieran afectar emanadas por Organismos Oficiales.

En general, los criterios de diseño, los materiales y el aspecto exterior de las nuevas instalaciones serán semejantes a los de las instalaciones existentes.

Para la realización de los trabajos citados, se suministrará e instalará todo el material necesario, se introducirán las modificaciones que precisen en los equipos y materiales existentes volviendo a utilizarlos en lo posible y en su caso se suministrarán los no utilizables, y eliminará las instalaciones que deban desaparecer.

2.12.2 Métodos de instalación

2.12.2.1 Tendido de cables eléctricos

• Objeto

El objeto de este procedimiento es describir las condiciones y operaciones necesarias para realizar el correcto manejo, transporte, corte, tendido y marcado de los cables eléctricos.

• Requisitos previos

Antes del inicio de los trabajos, se comprobará por planificación, que se dispone de la documentación de tendido y la lista de cables aprobadas por el cliente, que las bandejas, canales, tubos y zanjas necesarios se encuentran montadas, limpias y con espacio suficiente para los cables a tender y que se dispone del cable adecuado al montaje a realizar.

• Descripción de los trabajos

La recepción de las bobinas se realizará por Ejecución al retirarlas de los almacenes, mediante inspección visual, comprobándose que no existen duelas rotas, que puedan haber dañado el cable. Si se diera esta circunstancia, se eliminará de la bobina la longitud de cable necesaria, hasta llegar a la zona dañada. El cable cortado no dañado se podrá utilizar en un tendido adecuado a su longitud.

• Manejo de las bobinas

Para mover las bobinas, cuando se bajen del camión, es necesario izarlas con una grúa o transportarlas mediante una carretilla elevadora.

Si se maneja mediante grúa, se utilizará un eje que se colocará transversalmente a través del agujero central de la bobina. Sobre este eje se colocarán y sujetarán las eslingas que irán al gancho de la grúa. Se colocará una barra separadora de 15cm más larga que la longitud transversal de la bobina manteniendo las eslingas paralelas a lo largo de la bobina y sin tocar con ella. Con ello se consigue que los cables no se dañen.

Si se utiliza una carretilla ésta deberá coger la bobina lateralmente, de tal manera que la bobina sea izada por ambas alas. Las palas de la carretilla cogerán las dos alas de la bobina y nunca levantarán la bobina apoyándose en el cable o en las duelas. Las bobinas siempre se transportarán en posición vertical de pie y descansando sobre sus alas. Estarán inmovilizadas por medio de cuñas y trabas para evitar el desplazamiento por rodadura y el lateral respectivamente. Tanto las cuñas como las trabas deben estar fijadas al suelo de la plataforma de transporte. El eje de la bobina se dispondrá preferiblemente perpendicular al sentido de la marcha.

• Almacenamiento de las bobinas

En el caso de tener que almacenar bobinas, se hará en posición vertical, sobre superficies duras y limpias y descansando sobre las alas de las bobinas. Además, se deberán fijar para su inmovilización bien mediante soportes de sujeción no metálicos en las alas de la bobina o bien mediante caballetes que mantengan la bobina izada sujetándola por el agujero central mediante un eje rígido. Estos caballetes además, deberán ir equipados con un sistema de freno que impida el giro de la bobina.

Para prevenir la entrada de agua, las puntas de los cables deberán estar selladas con capuchones impermeables.

• Disposiciones Generales

Los cables serán retirados del almacén en bobinas completas. Cuando se quitan las duelas, nunca se romperán a martillazos hacia dentro, pues se podrían provocar empotramientos de sus astillas en el cable.

Antes de iniciar el tendido de un cable, se limpiarán las proximidades de la bobina y puntos por donde deba transcurrir el cable de clavos, astillas, puntas, duelas y otros elementos que puedan ocasionar daños al cable. Se asegurará que los cables a tender, tengan la suficiente longitud para realizar para poder realizar las conexiones con los equipos.

En el caso de tener que tender el cable sin estar el equipo montado, se dejará cable suficiente para llegar al punto más lejano del equipo. Previamente al tendido de un cable se eliminará y/o protegerán las posibles rebabas o elementos cortantes que pudieran existir en las conducciones de cables.

Todos los cables deberán tenderse según el recorrido específico indicado en las tarjetas de tendido o en los planos. Los radios de curvatura mínimos que se formen en los cables se realizarán con las siguientes instrucciones:

$$r = 10 \times \varnothing \text{ ext.}$$

La identificación del cable se realizará en los extremos del mismo, mediante identificadores o placas, en los que se grabará el número que figura en los esquemas eléctricos.

• Tendido de cables

Las bobinas se ubicarán en una zona limpia y preferiblemente al inicio de la sección recta más larga o en el caso de suelo con pendiente, el tendido se realizará en sentido descendente, ubicando la bobina en la zona más elevada.

La bobina se suspenderá por medio de un eje que pase por el agujero central de la misma el cual se sujetará mediante un soporte que permita su giro y que disponga de un sistema de frenado para controlar la velocidad de giro de la bobina y para prevenir de posibles giros no deseados.

Cuando la bobina esté suspendida por el eje, de forma que pueda hacerse rodar se quitarán las duelas de protección de forma que ni ellas ni el útil empleado puedan dañar al cable. Previamente de la fijación de la bobina al soporte se ha de prever si el cable será tendido desde arriba de la bobina o desde abajo.

Es recomendable, colocar un rodillo de mayor anchura para abarcar las distintas posiciones del cable a lo ancho de la bobina, a la salida de ésta. La extracción del cable de la bobina debe estar perfectamente sincronizada con el frenado de la misma ya que de lo contrario la inercia de la bobina haría que ésta siga desenrollando el cable lo que llevaría a la formación de un bucle.

Para el tendido se utilizará la maquinaria adecuada que realice la fuerza necesaria y estarán equipadas con freno, dinamómetro con limitación de esfuerzos, registrador de esfuerzos instantáneo, regulador de velocidad, y deberán ser capaces de soportar el esfuerzo necesario para tender el cable.

La bobina dispondrá de una cuerda textil unida al cable a través del cabezal de tiro mediante un dispositivo giratorio para evitar torsiones. El tiro del cable se realizará desde el conductor a través del cabezal de tiro. El cabrestante se ubicará en el extremo opuesto del trazado respecto a la ubicación de la bobina. A medida que la cuerda se va enrollando sobre el cabrestante, el cable se va desenrollando de la bobina.

Se emplearán rodillos de giro libre por los que discurrirá el cable sin tocar el suelo a intervalos necesarios para minimizar las fuerzas de fricción y rozamiento con el suelo. En las curvas se utilizarán rodillos diseñados para curvas. Si fuera necesario la colocación de más de uno, éstos se colocarán de manera que estén en contacto entre sí y asegurando los radios de curvaturas del cable definidos en el Proyecto.

Se dispondrán de los esfuerzos de tiro antes de instalar el cable asegurando que el esfuerzo máximo de tiro calculado en el Proyecto Ejecutivo sea tal que no se sobrepasen las presiones laterales máximas. El esfuerzo de tiro máximo permitido durante el tendido será un 95% del valor del esfuerzo máximo calculado.

Cuando exista la posibilidad de dañar el cable durante su instalación, se utilizarán máquinas ayudadoras o entregadoras a intervalos apropiados a lo largo del recorrido. En instalaciones en tubulares, se podrán utilizar lubricantes para facilitar el paso del cable por la tubular, siempre y cuando no afecten a las propiedades del cable.

El tendido de cables de alta tensión siempre se desarrollará en presencia del director de la obra, manteniendo una persona cerca de la bobina, otra en la máquina de tiro, y todo el personal necesario en puntos conflictivos a lo largo de la totalidad del recorrido.

Se deberán examinar las puntas del cable antes y después del tendido, utilizando como sistema de comprobación de su estado, fotografías de las mismas. En caso de que estén dañadas se procederá al corte del cable dejando en sus extremos unos capuchones termoretráctiles para asegurar la estanqueidad.

• Tendido de cable en tubular.

Antes de realizar el tendido se limpiarán los tubos utilizando un mandril, de forma esférica con un diámetro igual al 90% del diámetro interior del tubo, y con una anilla en cada uno de sus extremos para posibilitar su enganche y arrastre por el interior del conducto, así como el tendido simultáneo de hilo guía. La limpieza se realizará con movimientos de vaivén, para eliminar las posibles filtraciones de cemento. Posteriormente se pasará un escobillón para barrer los residuos que pudieran quedar.

Se utilizarán conos y rodillos a la entrada introduciendo el cable por el centro del tubo. A la salida de la tubular se puede colocar un montoncito de arena obligando a salir el cable por la parte media de la boca sin apoyarse sobre el borde inferior de la misma o bien se pueden colocar rodillos.

Una vez instalado el cable se deberán tapar las bocas de los tubos con espuma de poliuretano expandido de tal manera que sea fácil de eliminar esta protección.

2.12.2.2 Conexionado de cables

• Objeto

El objeto de este procedimiento es describir las condiciones y operaciones necesarias a realizar para el correcto conexionado de los cables eléctricos.

• Tendido de cable

Antes del inicio de los trabajos, se comprobará que se dispone de los planos de conexionado aprobados por el cliente, que el equipo a conectar está montado y que el cable, regleta y borna están identificados.

• Descripción de los Trabajos

Se comprobará que la identificación del extremo del cable coincide con la del plano de conexionado, verificándose que la sección y el número de conductores es correcto.

Se adaptará el cable a lo que será su recorrido definitivo, para determinar el cable sobrante y el lugar de corte. Se fijará el cable con el soporte, grapa o prensaestopa que traiga el equipo.

Se identificará a la entrada de los equipos en lugar próximo al de fijación. Una vez cortado el cable se retirará la cubierta necesaria para efectuar la conexión. La identificación de los conductores se hará indicando el número de conductor y la borna donde van conectados. Cada terminal se engastará con el útil adecuado.

Para el embornamiento de los terminales será preciso retirar previamente la tuerca del espárrago y la arandela si la hubiera. Para ello se utilizarán destornilladores tipo tubo o llaves fijas adecuadas quedando prohibido el uso de alicates y de llaves ajustables. Una vez colocado el terminal, se colocará de nuevo la tuerca sin que se olviden las arandelas.

Caso de disponer de borna de tornillo en lugar de tuerca, se utilizará siempre el destornillador apropiado, quedando prohibido el uso de destornilladores muy finos que dañen la ranura de la cabeza del tornillo.

2.12.2.3 Empalmes

Este apartado definirá los pasos genéricos a seguir en el montaje de los empalmes y terminales de cables subterráneos de tensiones superiores a 36kV, siguiendo la norma de "Instrucciones generales de montaje de empalmes y terminales para cables subterráneos de alta tensión".

Siempre que se requiera la aplicación de calor en cualquier momento del montaje, si es factible, se utilizarán preferiblemente los medios que empleen aire caliente a métodos que empleen llama.

Para estos empalmes, el montador debe enderezar los cables, nivelarlos y limpiar la cubierta exterior con material adecuado. A continuación, se introducen los tubos de material termoretráctil en el orden establecido en las instrucciones de montaje y se deslizan en uno de los extremos del cable.

Seguidamente se corta y se extrae la cubierta exterior del cable según las medidas e instrucciones indicadas por el fabricante. La pantalla de hilos se rebatirá sobre la cubierta exterior y se cubrirán las puntas de la pantalla de hilos mediante cinta aislante o de vinilo. Se limpiará la zona trabajada.

Después se corta y se extrae la capa semiconductora según las instrucciones de montaje. Se rebajará el escalón de la capa semiconductora cuidando no dañar el aislamiento. Se lijará y limpiará la superficie del aislamiento. Se utilizarán distintos papeles de lija para el pulido de las diferentes superficies, realizándose dicho pulido desde la parte central hacia la cubierta. Las instrucciones de montaje dispondrán de medidas adecuadas para prevenir cualquier tipo de contaminaciones.

Para la preparación del conductor se cortan los cables, perpendicular a la longitud del mismo, por la línea de referencia facilitada por el fabricante. Después se cortará el aislante en la longitud indicada en las instrucciones de instalación y se procederá a la retirada del mismo dejando al descubierto el conductor. Se pule y se limpia la superficie del conductor eliminando cualquier material extraño.

Se unen los conductores metálicos de los cables según las instrucciones del fabricante del accesorio y se colocan los diferentes tubos de control de campo, de aislamiento, de aislamiento apantallado etc., según las instrucciones del fabricante. Debe asegurarse el perfecto centrado de los tubos, así como la regularidad de la superficie de los mismos tras su retracción. El montador deberá comprobar que los tubos queden contraídos sin irregularidades alrededor del cable.

Se reconstruye la continuidad de pantallas siguiendo las instrucciones de montaje. Para dar continuidad a las mismas se unen las puntas de las trenzas mediante conectores de cobre o casquillos de compresión. Se debe asegurar el buen contacto entre la pantalla de hilos de cobre y la lámina metálica adherida a la cubierta. Finalmente, se colocan las protecciones indicadas y la carcasa, y se procede al sellado del empalme siguiendo las instrucciones del fabricante.

2.12.3 Pruebas reglamentarias

Se procederá según la norma "Pruebas de puesta en servicio de instalaciones subterráneas de alta tensión". Los ensayos de puesta en servicio en instalaciones subterráneas de tensiones superiores a 36 kV, ejecutadas con cable seco de XLPE, que son requerimiento para confirmar las condiciones contractuales y permitir el traspaso de propiedad del contratista al cliente serán los mostrados a continuación.

2.12.3.1 Ensayo de cubierta

Con este ensayo se detectan los posibles daños sobre la cubierta. Se realiza según el apartado 5 de la Norma UNE 21143. Dicho ensayo consiste en aplicar una tensión de 10 kV en cc entre la pantalla metálica y tierra durante 1 minuto (para cubiertas de espesor igual o superior a 2,5 mm). Es necesario que haya un buen contacto entre tierra y toda la superficie exterior de la cubierta. Se dispondrá de un equipo de localización de perforaciones para este ensayo.

No se debe producir ninguna perforación en la cubierta del cable. En caso de producirse, se localizará el punto de la perforación, se desenterrará el cable en este punto, se analizarán las causas de la perforación y se reparará la perforación de la cubierta si fuera posible. Finalmente, se volverá a realizar el ensayo para poder localizar cualquier otro daño posible.

2.12.3.2 Ensayo de tensión sobre aislamiento

Con este ensayo se pretende establecer la calidad de la instalación sometiendo al aislamiento a niveles de tensión superiores a los de servicio. Dicho ensayo se puede realizar por método resonante o por el de baja frecuencia, según la tensión del cable establecida.

Si se emplea el ensayo con sistema resonante de frecuencia variable en CA según norma IEC 60840 (rango 20 Hz - 300 Hz), se deberá aplicar la tensión correspondiente entre el conductor del cable y la pantalla metálica. La longitud máxima que se puede ensayar dependerá de la capacidad del cable, reactancia del equipo de ensayo y de la tensión y frecuencia de ensayo.

Debido a las dimensiones del equipo de ensayo puede ocurrir que éste no pueda situarse cercano a la instalación del cable por lo que requerirá de un cable adicional equipado con un terminal adecuado para conectarlo a la instalación a ensayar. Se dispondrá de un equipo de localización de perforaciones para este ensayo.

En el caso de emplear el ensayo a baja frecuencia para frecuencias no inferiores a 0,1 Hz, con forma de onda según lo establecido en la norma IEC 60060-3 apartado 9, se deberá aplicar la tensión correspondiente entre el conductor del cable y la pantalla metálica.

2.12.3.3 Ensayo de descargas parciales

Las descargas parciales son un indicativo de la destrucción progresiva e irreversible de los aislamientos sólidos o mixtos, o de defectos puntuales del cable y/o de los accesorios instalados. Dicho ensayo puede realizarse con sistema resonante, sistema de baja frecuencia o sistema de onda amortiguada. La amplitud de la descarga a la tensión de prueba según el caso, no debe ser superior a 20 pC.

Para el ensayo de descargas parciales con sistema resonante, realizado de acuerdo a la norma UNE 21-175/2 (CEI 60885-3), se aplicará una tensión de ensayo aumentándola progresivamente y manteniéndola a 1,75 U0 durante 10 segundos, reduciéndola luego lentamente hasta 1,5 U0 (1,4 U0 para instalaciones de 220 kV). En caso de instalaciones que han permanecido previamente en servicio, la tensión de ensayo se aumentará progresivamente hasta 1,4 U0 (tensiones < 66 kV) o 1,2 U0 (>66 kV) y tras 10 segundos comenzarán a realizarse las medidas.

Para el ensayo con sistema de baja frecuencia, aplicable solo en tensiones < 66 kV, se realizará a frecuencias no inferiores a 0,1 Hz, con forma de onda según lo establecido en la norma IEC 60060-3 apartado 9. La tensión de ensayo será aplicada como el caso anterior, alcanzándose los mismos valores.

Para el ensayo de onda amortiguada, la frecuencia empleada será próxima a la de la red, según lo establecido en la norma IEC 60060-3 apartado 10. La tensión de ensayo se aumenta hasta un valor 1,75 U0 dejando posteriormente el sistema oscilante, desconectado de la fuente de tensión hasta que la onda generada quede amortiguada. En el caso de instalaciones que han permanecido previamente en servicio, la tensión de ensayo se aumentará linealmente hasta 1,4 U0 (tensiones < 66 kV) o 1,2 U0 (> 66 kV).

2.12.3.4 Medidas de parámetros eléctricos

Se ha de comprobar el orden de las fases para asegurar que no se haya habido ningún cruzamiento de las mismas durante el tendido o durante la confección de los accesorios. Dicha verificación se realizará con la ayuda de un megóhmetro entre una fase y tierra aplicando una tensión de 500V y se repetirá sucesivamente sobre las diferentes fases.

Se ha de verificar la continuidad del cable y realizar la medida de su resistencia en corriente continua. La continuidad del cable se considerará aceptable si en ninguna de las tres medidas que se han de realizar, se obtiene un resultado de impedancia elevado. El valor medido de la resistencia del conductor de cada una de las fases no deberá exceder del 10% del valor especificado por el fabricante.

Se deberá medir la capacidad entre el conductor y la pantalla metálica. Este valor no deberá exceder en más del 8% del valor nominal especificado por el fabricante.

Por último, se medirá la impedancia directa y homopolar (dadas a 25 °C).

2.12.3.5 Verificación final de instalación y conexiones de la puesta a tierra

Dicha verificación de la instalación final y la aceptación de las medidas y ensayos, en coordinación con el instalador/fabricante del cable, será responsabilidad tanto del director del proyecto como del responsable de los ensayos. Ambos deberán firmar el correspondiente documento que lo atestigüe.

2.12.3.6 Ensayos en fábrica

La Dirección Técnica de Obra será autorizada a realizar todas las visitas de inspección que estime necesarias a las fábricas donde se están realizando trabajos relacionados con esta instalación.

En el caso de estas visitas se le facultará para presenciar las pruebas y ensayos propios en cada caso, que estime conveniente, a fin de comprobar la bondad de la calidad de estos trabajos.

2.12.3.7 Pruebas de rutinas de materiales

• Generalidades

Tendrá por objeto comprobar la calidad de los materiales que integran el conjunto de la instalación, de los que a continuación resaltamos los que por su mayor interés merecen especificación individual.

Reconocimiento y admisión de materiales

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el Director de Obra. Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Director de Obra, aunque no estén indicados en el Pliego de Condiciones.

• Herrajes

Los herrajes que puedan servir de sujeción a los elementos y aparatos de la línea subterránea (botellas, autoválvulas, etc.), estarán construidos por perfiles de acero laminado. Su forma, dimensiones, modo de sujeción, Etc., se determinarán en función de los esfuerzos a los que deban estar sometidos.

3 CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD DE LAS LÍNEAS SUBTERRÁNEAS

3.1 PUESTA EN SERVICIO

Se conectará primero los seccionadores de alta y a continuación el interruptor de alta, dejando en vacío el transformador. Posteriormente se conectará el interruptor general de baja, procediendo en último término a la maniobra de la red de baja tensión.

Si al poner en servicio una línea se disparase el automático o hubiera fusión de cartuchos, antes de volver a conectar se reconocerá detenidamente línea e instalaciones y si se observase alguna irregularidad, se dará cuenta de modo inmediato a la empresa suministradora de energía.

3.2 SEPARACIÓN DE SERVICIO

Se procederá desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores. Si el interruptor fuera automático, sus relés deben regularse por disparo instantáneo con sobrecarga proporcional a la potencia del transformador, según la clase de instalación.

A fin de asegurar un buen contacto en las mordazas de los fusibles y cuchillas de los interruptores, así como en las bornas de fijación de las líneas de alta y de baja tensión, la limpieza se efectuará con la debida frecuencia. Si hubiera de intervenirse en la parte de línea comprendida entre la celda de entrada y seccionador exterior se solicitará por escrito mediante la Hoja de Petición de Aislamiento eléctrico al departamento de Planta Matriz para que corte la corriente en la línea alimentadora, no comenzando los trabajos sin la conformidad de ésta, que no restablecerá el servicio hasta recibir, con las debidas garantías, notificación de que la línea de alta se encuentra en perfectas condiciones, para garantizar la seguridad de personas y cosas.

La limpieza se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos y muy atentos a que el aislamiento que es necesario para garantizar la seguridad personal, solo se consigue teniendo la banqueta en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

3.3 PREVENCIONES GENERALES

No se modificarán los fusibles y al cambiarlos se emplearán de las mismas características de resistencia y curva de fusión.

No debe de sobrepasar los 60ºC la temperatura del líquido refrigerante, en los aparatos que lo tuvieran y cuando se precise cambiarlo se empleará de la misma calidad y características.

3.4 MANTENIMIENTO

Para el óptimo mantenimiento de las líneas subterráneas de alta tensión se procede a revisiones periódicas, las cuales consisten en inspecciones visuales y en revisiones exhaustivas.

Las inspecciones visuales se realizarán a pie o en vehículo siguiendo la traza de la línea y siempre lo más cerca posible de ella y accediendo a la base de todos los apoyos de conversión, sin subirse a los mismos. Se revisará el entorno del trazado, en particular la maquinaria pesada en las inmediaciones del mismo, movimientos de tierras, carteles anunciando obras presentes y futuras, tapas de cajas de conexión, etc.

También se inspeccionarán los apoyos, bajantes, autoválvulas, placas de señalización y peligro vallado.

En las revisiones exhaustivas se realizarán una serie de ensayos en las cajas de conexión, cubierta del cable y en los apoyos fin de línea.

Los ensayos en las cajas de conexión tratan de destaparlas, comprobar las conexiones, medir la puesta a tierra a través de los valores resistivos de todos los conjuntos de picas que existen y verificar la integridad de los descargadores. Esto último se realizará sacando los descargadores de su alojamiento y someterlos individualmente a una prueba de tensión de 2kV en cc verificando que la corriente absorbida no supera 0,1 mA. Se deberá limpiar el interior del alojamiento de los descargadores en este procedimiento.

En la cubierta del cable se realizará el ensayo de tensión consistente en la aplicación de una tensión en cc de 5kV entre la pantalla metálica y tierra. Durante esta prueba se desconectarán los descargadores, extrayéndolos de su posición.

3.5 CONTROL DE CALIDAD

Se establecerán los controles necesarios para que el tendido cumpla con todos los requisitos especificados en este pliego.

Todos los equipos utilizados en la realización de las mediciones deberán estar calibrados realizándose las mediciones dentro del período de validez de su calibración.

Los certificados y resultados de los ensayos deberán ir firmados por el responsable del Certificado o ensayo y firmados por el Director Técnico. Se realizará la medición de los radios de curvatura en cada punto de curva para verificar que cumplen el mínimo permitido por el cable. Se realizará la medición en continuo de los esfuerzos de tendido durante todo el recorrido.