



**PROYECTO TIPO DE
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
SUBTERRÁNEAS
(> 36 kV)**

PT-LSAT.VI

Fecha: julio 2023

Edición: 1

Página 1 de 210

**PROYECTO TIPO DE
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
SUBTERRÁNEAS (>36 kV)**

1. MEMORIA.....	2
2. CÁLCULOS.....	55
3. PLIEGO DE CONDICIONES	72
4. PLANOS	117
5. PRESUPUESTO	151
6. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	153
7. PRESCRIPCIONES MEDIOAMBIENTALES	184
8. PRESCRIPCIONES PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS	195

Revisión	Fecha	Motivo y descripción
0	18/07/2023	Creación del documento



**PROYECTO TIPO DE
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
SUBTERRÁNEAS
(> 36 kV)**

PT-LSAT.VI

Fecha: julio 2023

Edición: 1

Página 2 de 210

MEMORIA

Índice

1. OBJETIVO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN	5
2. REFERENCIAS	6
3. CARACTERÍSTICAS GENERALES	8
3.1. CARACTERÍSTICAS DE LÍNEAS DE TENSIÓN NOMINAL 50 O 55 kV	8
3.2. CARACTERÍSTICAS PARA LÍNEAS DE TENSIÓN NOMINAL 132 kV	9
4. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	9
4.1. CONDUCTORES	10
4.1.1. Cable unipolar con aislamiento de etileno-propileno de alto módulo (HEPR) tipo: 1x630Al+H205 mm ² Cu – 36/66 kV	11
4.1.2. Cable unipolar con aislamiento de etileno-propileno de alto módulo (HEPR) tipo: 1x800Al+H205 mm ² Cu – 36/66 kV	13
4.1.3. Cable unipolar con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) tipo: 1x630Al + H205 mm ² Cu – 76/132 kV.....	15
4.1.4. Cable unipolar con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) tipo: 1x800Al + H205 mm ² Cu – 76/132 kV	17
4.1.5. Cable unipolar con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) tipo: 1x1200Cu + H205 mm ² Cu – 76/132 kV	19
4.2. EMPALMES	21
4.3. TERMINALES	21
4.3.1. Terminal de exterior	22
4.3.2. Terminal de interior	23
4.4. CABLES DE FIBRA ÓPTICA	24
4.4.1. Cables de Fibra Óptica tipo ADSS	24
4.4.2. Cables de Fibra Óptica tipo PVT	25
4.5. CABLES DE PUESTA A TIERRA PARA CORRIENTES HOMOPOLARES	26
4.6. CAJAS DE PUESTA A TIERRA DE LAS PANTALLAS DE LOS CONDUCTORES	27
4.7. PARARRAYOS	27
5. SISTEMAS DE INSTALACIÓN.....	30
5.1. CONSIDERACIONES GENERALES	31
5.1.1. En canalización entubada con tubos hormigonados.....	33
5.1.2. En canalización en Topo	33
5.1.3. En apoyos de Conversión Aéreo - Subterránea.....	34
6. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.....	35
6.1. PUESTA A TIERRA DE BASTIDORES DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN	35
6.2. PUESTA A TIERRA DE APOYOS CON PASO AÉREO – SUBTERRÁNEO	35
6.3. PUESTA A TIERRA DE PARARRAYOS.....	35
6.4. PANTALLAS METÁLICAS DE LOS CONDUCTORES.....	36
6.4.1. Sistemas de conexión a tierra	36
6.4.2. Elementos que constituyen la puesta a tierra	46
7. CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS	47
7.1. CRUZAMIENTOS	48



**PROYECTO TIPO DE
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
SUBTERRÁNEAS
(> 36 kV)**

PT-LSAT.VI

Fecha: julio 2023

Edición: 1

Página 4 de 210

7.2. PROXIMIDADES Y PARALELISMO	48
8. PROTECCIONES	49
8.1. PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES	49
9. CONTENIDOS DEL PROYECTO SIMPLIFICADO	49
9.1. MEMORIA.....	50
9.2. CÁLCULOS.....	50
9.2.1. Cálculos Eléctricos	50
9.3. PRESUPUESTO	51
9.4. PLANOS.....	51
9.5. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	52
9.6. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	54



**PROYECTO TIPO DE
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
SUBTERRÁNEAS
(> 36 kV)**

PT-LSAT.VI

Fecha: julio 2023

Edición: 1

Página 5 de 210

1. Objetivo y ámbito de aplicación

El presente documento constituye el **Proyecto Tipo Viesgo Distribución Eléctrica S.L. (VIESGO)**, en adelante **LA EMPRESA**, aplicable a, **LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN SUBTERRÁNEAS DE TENSIÓN MAYOR A 36 kV**.

El Proyecto Tipo tiene por objeto, describir, establecer y justificar todos los datos constructivos que presenta la ejecución de cualquier obra que corresponda a las características indicadas anteriormente, aportando en cada proyecto concreto (en adelante Proyecto Simplificado) las particularidades específicas del mismo tales como situación, tensión proyectada, planos, cálculos, configuración del sistema de puesta a tierra, identificación y características de las redes de alimentación y presupuesto, además de la documentación en materia de seguridad y salud, de gestión de residuos y/o medioambiental que se requiera en cada caso.

Por otro lado, el presente documento servirá de base genérica para la tramitación oficial de la obra descrita, en cuanto a la Autorización Administrativa, Autorización de Ejecución, y para la concesión de declaración de Utilidad Pública en concreto, mediante la presentación en forma de Proyecto Simplificado, de las características particulares de la misma, haciendo constar que su diseño se ha realizado de acuerdo con el presente PROYECTO TIPO.

Los datos concretos de la instalación proyectada se recogerán en el referido Proyecto Simplificado, disponiendo del contenido mínimo que se refleja apartado final de la presente memoria.

El presente Proyecto Tipo se aplicará a Líneas Subterráneas de tensión nominal superior a 36 kV, que pasen a formar parte de la red de distribución de LA EMPRESA, en condiciones normales de instalación. Así como para aquellas líneas, que, por condiciones de explotación, deban ser conectadas a una red de tensión nominal inferior a 50, 55 o 132 kV.

Este Proyecto tipo es aplicable a todas las nuevas instalaciones, ampliaciones y modificaciones de instalaciones existentes, tanto para las obras promovidas por LA EMPRESA, como para aquellas realizadas en colaboración con Organismos Oficiales, o por personas físicas o jurídicas, y que vayan a ser cedidas a LA EMPRESA.

El diseño de las nuevas instalaciones recogidas en el presente documento deberá tener en cuenta las mejores prácticas preventivas y medioambientales recogidas y disponibles en la documentación de referencia.

Previa autorización expresa por parte de LA EMPRESA, quedan fuera del ámbito de aplicación del presente Proyecto Tipo todas aquellas instalaciones en las que concurran circunstancias singulares que aconsejen la redacción de un proyecto específico.

MEMORIA

2. Referencias

En la redacción de este Proyecto Tipo se ha tenido en cuenta toda la reglamentación vigente de aplicación, y en concreto:

- Real Decreto 1627/1997, por el que se establecen las Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica y modificaciones posteriores.
- Decreto 275/2001X, de 4 de octubre, por el que se establecen determinadas condiciones técnicas específicas de diseño y mantenimiento a las que se deberán someter las instalaciones eléctricas de distribución.
- Real Decreto 614/2001, sobre Disposiciones Mínimas para la Protección de la Salud y Seguridad de los Trabajadores frente al Riesgo Eléctrico.
- 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 al 09 y versiones y modificaciones posteriores.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

Asimismo, se han aplicado las normas UNE y EN de obligado cumplimiento.

Las Normas y Especificaciones de Materiales de referencia informativa de LA EMPRESA aplicables a este Proyecto Tipo son:



**PROYECTO TIPO DE
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
SUBTERRÁNEAS
(> 36 kV)**

PT-LSAT.VI

Fecha: julio 2023

Edición: 1

Página 7 de 210

CATEGORIA	CODIFICACION NORMA
Cables aislados AT	NT-CALS.01
Cables Aéreos Fibra Óptica	NT-CAFO.01
Cables Subterráneos Fibra Óptica	NT-CSFO.01
Terminales de interior AT	NT-TCIA.01
Terminales de exterior AT	NT-TCEA.01
Empalmes AT	NT-ESAT.01
Pararrayos	NT-ALAT.01
Cajas de puesta a tierra.	NT-CPTS.01
Canalizaciones	NT-TPCA.01 NT-TAMB.01
Elementos de protección y señalización	NT-EPSC.01

Además, se ha tomado como referencia informativa la Instrucción Técnica de LA EMPRESA:

- IT-PR-TSAT.01: Instrucción Técnica Sistemas de Puesta a Tierra en Líneas de Alta tensión Subterráneas >36 kV.

Por otra parte, los Proyectos Simplificados redactados bajo el cumplimiento del presente Proyecto Tipo tendrán en cuenta y velarán por el cumplimiento de las Ordenanzas Municipales de los Ayuntamientos donde se ubique la instalación, así como de los condicionados impuestos por los Organismos Oficiales afectados. Sobre la base común que proporciona el presente Proyecto Tipo, cada Proyecto Simplificado deberá contemplar aquellas disposiciones legislativas de ámbito nacional, autonómico y local, que precisen de autorización en concreto, condicionen y/o determinen el diseño específico de la instalación, tal como puede ser: usos permitidos, autorizables, incompatibles o prohibidos en los tipos de suelo afectados por las instalaciones, distancias y/o retranqueos a caminos/carreteras autonómicas, dependientes de diputaciones o municipios, etc.

El presente Proyecto Tipo será sometido al cumplimiento de cualquier nueva reglamentación o modificación del actual marco normativo posterior a su aprobación, procediendo en su caso a la actualización del presente Proyecto Tipo con objeto de dar cumplimiento a la normativa vigente en cada momento.

MEMORIA

3. Características Generales

Las características generales de las líneas subterráneas de alta tensión referidas en el presente Proyecto Tipo son las siguientes:

Clase de corriente	Alterna trifásica		
Frecuencia	50 Hz		
Tensiones Nominales	50 kV	55 kV	132 kV
Tensiones más elevadas de red	72,5 kV	72,5 kV	145 kV
Condiciones de instalación	Subterránea bajo tubo		
Conductores tipo	HEPRZ1 36/66 kV. 1x630 Al +205 HEPRZ1 36/66 kV. 1x800 Al +205 RHZ1 OL 76/132 kV. 1x630 Al +205 RHZ1 OL 76/132 kV. 1x800 Al +205 RHZ1 OL 76/132 kV. 1x1200 Cu +205		
Aislamiento de los conductores	HEPR	HEPR	XLPE
Máxima caída de tensión admisible	5%		

3.1. Características de líneas de tensión nominal 50 o 55 kV

Las líneas eléctricas subterráneas de Alta Tensión de 50 o 55 kV contempladas en el presente Proyecto Tipo, responderán a las siguientes características:

- Tensión nominal de la red, U_n : 50 o 55 kV
- Tensión más elevada de la red, U_s : 72,5 kV
- Categoría: 2ª
- Nº de Circuitos Trifásicos:
 - Uno - Simple Circuito
 - Dos - Doble Circuito
- Instalación de cables aislados: en canalización entubada.
- Nº de conductores por fase: Uno
- Conductores:

- Cable unipolar con aislamiento de etileno-propileno de alto módulo (HEPR) tipo: 1x630Al+H205 mm² Cu - 36/66 kV.
- Cable unipolar con aislamiento de etileno-propileno de alto módulo (HEPR) tipo: 1x800Al+H205 mm² Cu - 36/66 kV.

3.2. Características para líneas de tensión nominal 132 kV

Las líneas eléctricas aéreas de Alta Tensión de 132 kV contempladas en el presente Proyecto Tipo, responderán a las siguientes características:

- Tensión nominal de la red, UN: 132 kV
- Tensión más elevada de la red, US: 145 kV
- Categoría: 1ª
- Nº de Circuitos Trifásicos:
 - Uno - Simple Circuito
 - Dos - Doble Circuito
- Instalación de cables aislados: en canalización entubada.
- Nº de conductores por fase: Uno
- Conductores:
 - Cable unipolar con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) tipo: 1x630Al+H205mm² Cu - 76/132 kV.
 - Cable unipolar con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) tipo: 1x800Al+H205mm² Cu - 76/132 kV.
 - Cable unipolar con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) tipo 1x1200 Cu+H205 mm² Cu - 76/132 kV.

4. Características de los Materiales

En este apartado se especifican los materiales que forman parte del presente Proyecto Tipo, y se dan los requisitos que deben cumplir.

4.1. Conductores

Los conductores a utilizar en las líneas de alta tensión subterráneas proyectadas al amparo de este Proyecto Tipo serán cables con aislamiento de etileno-propileno de alto módulo (HEPR) para tensiones nominales de 50 ó 55 kV, y polietileno reticulado (XLPE) para tensiones nominales de 132kV, según normas UNE.

El aislamiento de los cables deberá adaptarse a los valores normalizados indicados en las normas UNE 211435-2 y UNE-EN IEC 60071-1.

Los conductores a emplear serán los reflejados en planos y anexos que acompañen al proyecto simplificado y seleccionados de entre las tipologías que a continuación se relacionan, de acuerdo a sus características físicas.

- Cable unipolar con aislamiento de etileno-propileno de alto módulo (HEPR) tipo: 1x630Al+H205 mm² Cu - 36/66 kV.
- Cable unipolar con aislamiento de etileno-propileno de alto módulo (HEPR) tipo: 1x800Al+H205 mm² Cu - 36/66 kV.
- Cable unipolar con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) tipo: 1x630Al+H205mm² Cu - 76/132 kV.
- Cable unipolar con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) tipo: 1x800Al+H205mm² Cu - 76/132 kV.
- Cable unipolar con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) tipo: 1x1200 Cu+H205 mm² Cu - 76/132 kV.

Los conductores a emplear tomarán como referencia informativa la Norma NT-CALS.01 de LA EMPRESA.

En aquellos casos en que, por razones especiales de alta contaminación, humedad, salinidad, etc., sea aconsejable el uso de conductores de características distintas a las de los recogidos en el presente Proyecto Tipo, se requerirá la redacción de un proyecto específico, quedando dichas instalaciones fuera del alcance del presente Proyecto Tipo, si bien serán sometidas a la aprobación expresa de LA EMPRESA.

**4.1.1. Cable unipolar con aislamiento de etileno-propileno de alto módulo (HEPR)
tipo: 1x630Al+H205 mm² Cu – 36/66 kV**

Cable unipolar, aislamiento de etileno-propileno de alto módulo (HEPR) (según normas UNE) de 36/66 kV, con conductor 1x630 mm² de Al, apantallado con corona de hilos de cobre de 205 mm² de sección y contraespira de cobre, y con cubierta exterior de poliolefina en color rojo.

La extensión de los tres componentes sintéticos sobre el conductor (semiconductora interna, aislamiento y semiconductora externa) se realizará en una línea de triple extrusión en atmósfera inerte. La pantalla debe estar constituida mediante hilos de cobre en forma de hélice y contraespira de cobre, dimensionada para una intensidad de cortocircuito aproximada de 33,50 kA durante 0,5 segundos.

El cable debe contar con obturación radial a la penetración de agua mediante cinta longitudinal de aluminio copolímero solapada y adherida a la cubierta por su parte interior con soldadura longitudinal, y doble obturación longitudinal en conductor y pantalla a través de cinta semiconductora higroscópica.

Este conductor, responde a las Normas UNE-HD 632 S3, UNE 211632-1, UNE 211632-6A y UNE-EN 60228

A modo orientativo, se presentan las siguientes características:

CARACTERÍSTICAS	UNIDADES	DENOMINACIÓN
TIPO DE CABLE		HEPRZ1
NORMAS		UNE-HD 632 S3 UNE 211632-1 UNE 211632 6A UNE-EN 60228
TENSIÓN ASIGNADA	kV	36 / 66
Nº CONDUCTORES POR SECCIÓN		1 x 630 mm ²
MATERIAL CONDUCTOR		Al
Forma		Circular
Clase / Norma		2 / UNE-EN 60228
Diámetro Nominal	mm ²	29,8
Conductor obturado		NO
Cinta semiconductora obturante sobre conductor		NO
MATERIAL PANTALLA SOBRE CONDUCTOR		Capa semiconductora extruida



**PROYECTO TIPO DE
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
SUBTERRÁNEAS
(> 36 kV)**

PT-LSAT.VI

Fecha: julio 2023

Edición: 1

Página 12 de 210

CARACTERÍSTICAS	UNIDADES	DENOMINACIÓN
Espesor nominal	mm	1
MATERIAL AISLAMIENTO		HEPR
Espesor mínimo nominal	mm	9,0
Diámetro sobre aislamiento	mm	52
MATERIAL PANTALLA SOBRE AISLAMIENTO (NO METÁLICO)		Capa semiconductora extruida
Espesor nominal	mm	1
Cinta semiconductora obturante bajo pantalla metálica		NO
MATERIAL PANTALLA SOBRE AISLAMIENTO (PARTE METÁLICA)		Hilos de Cu
Formación de la pantalla	N x mm	59x2,12
Sección de la pantalla (hilos de Cu)	mm ²	205
Pantalla obturada (hilo obturante)		NO
Cinta obturante sobre pantalla metálica		SI
Cinta metal / copolímero.		SI
Sección nominal total (hilos Cu + cinta metal/copolímero)	mm ²	230
MATERIAL CUBIERTA		PO DMZ1
Espesor mínimo nominal	mm	3,5
DIÁMETRO NOMINAL EXTERIOR	mm	72
PESO NOMINAL	Kg/km	6700
RADIO MÍNIMO DE CURVATURA	mm	1100
DATOS ELÉCTRICOS		
Resistencia máxima CC del conductor a 20 °C.	Ω/km	0,0469
Reactancia estrella, a 50 Hz	Ω/km	0,115
Capacidad por fase	μF/km	0,339
Corriente de carga por fase, a U ₀ , 50 Hz	A/km	4,475
Temp. Máx. conductor en régimen permanente / en cortocircuito	°C	90/250
Intensidad máxima admisible en cortocircuito adiabático (0,1/ 0,5/ 1.0 s)	kA	179,3/79,8/56,6

MEMORIA

**4.1.2. Cable unipolar con aislamiento de etileno-propileno de alto módulo (HEPR)
tipo: 1x800Al+H205 mm² Cu – 36/66 kV**

Cable unipolar, aislamiento de etileno-propileno de alto módulo (HEPR) (según normas UNE) de 36/66 kV, con conductor 1x800 mm² de Al, apantallado con corona de hilos de cobre de 205 mm² de sección y contraespira de cobre, y con cubierta exterior de poliolefina en color rojo.

La extensión de los tres componentes sintéticos sobre el conductor (semiconductora interna, aislamiento y semiconductora externa) se realizará en una línea de triple extrusión en atmósfera inerte. La pantalla debe estar constituida mediante hilos de cobre en forma de hélice y contraespira de cobre, dimensionada para una intensidad de cortocircuito aproximada de 33,50 kA durante 0,5 segundos

El cable debe contar con obturación radial a la penetración de agua mediante cinta longitudinal de aluminio copolímero solapada y adherida a la cubierta por su parte interior con soldadura longitudinal, y doble obturación longitudinal en conductor y pantalla a través de cinta semiconductora higroscópica.

Este conductor, responde a las Normas UNE-HD 632 S3, UNE 211632-1, UNE 211632-6A y UNE-EN 60228

Características:

CARACTERÍSTICAS	UNIDADES	DENOMINACIÓN
TIPO DE CABLE		HEPR Z1
NORMAS		UNE-HD 632 S3 UNE 211632-1 UNE 211632 6A UNE-EN 60228
TENSIÓN NOMINAL	kV.	36/66
Nº CONDUCTORES POR SECCIÓN		1x800 mm ²
MATERIAL CONDUCTOR		Al
Forma		Circular
Clase / Norma		2/UNE-EN 60228
Diámetro Nominal	mm ²	34
Conductor obturado		NO
Cinta semiconductora obturante sobre conductor		NO
MATERIAL PANTALLA SOBRE CONDUCTOR		Capa semiconductora extruída



**PROYECTO TIPO DE
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
SUBTERRÁNEAS
(> 36 kV)**

PT-LSAT.VI

Fecha: julio 2023

Edición: 1

Página 14 de 210

CARACTERÍSTICAS	UNIDADES	DENOMINACIÓN
Espesor nominal	mm	1
MATERIAL AISLAMIENTO		HEPR
Espesor mínimo nominal	mm	9,0
Diámetro sobre aislamiento	mm	56
MATERIAL PANTALLA SOBRE AISLAMIENTO (NO METÁLICO)		Capa semiconductora extruída
Espesor nominal	mm	1
Cinta semiconductora obturante bajo pantalla metálica		NO
MATERIAL PANTALLA SOBRE AISLAMIENTO (PARTE METÁLICA)		Hilos de Cu
Formación de la pantalla	N x mm	59x2,12
Sección de la pantalla (hilos de Cu)	mm ²	205
Pantalla obturada (hilo obturante)		NO
Cinta obturante sobre pantalla metálica		SI
Cinta metal / copolímero.		SI
Sección nominal total (hilos Cu + cinta metal/copolímero)	mm ²	230
MATERIAL CUBIERTA		PO DMZ1
Espesor mínimo nominal	mm	3,5
DIÁMETRO NOMINAL EXTERIOR	mm	76
PESO NOMINAL	Kg/km	7035
RADIO MÍNIMO DE CURVATURA	mm	1175
DATOS ELÉCTRICOS		
Resistencia máxima CC del conductor a 20 °C.	Ω/km	0,0367
Reactancia estrella, a 50 Hz	Ω/km	0,110
Capacidad por fase	μF/km	0,377
Corriente de carga por fase, a U ₀ , 50 Hz	A/km	4,960
Temp. Máx. conductor en régimen permanente / en cortocircuito	°C	90/250
Intensidad máxima admisible en cortocircuito adiabático (0,1/ 0,5/ 1.0 s)	kA	235 / 104,42/ 73,82

MEMORIA

**4.1.3. Cable unipolar con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE)
tipo: 1x630Al + H205 mm² Cu – 76/132 kV**

Cable unipolar, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) (según normas UNE) de 76/132 kV, con conductor 1x630 mm² de Al, apantallado con corona de hilos de cobre de 205 mm² de sección y contraespira de cobre, y con cubierta exterior de poliolefina, grafitada para facilitar el ensayo de cubierta a instalación terminada.

La extensión de los tres componentes sintéticos sobre el conductor (semiconductora interna, aislamiento y semiconductora externa) se realizará en una línea de triple extrusión en atmósfera inerte para su reticulado. La pantalla debe estar constituida mediante hilos de cobre en forma de hélice y contraespira de cobre, dimensionada para una intensidad de cortocircuito aproximada de 33,50 kA durante 0,5 segundos

El cable debe contar con obturación radial a la penetración de agua mediante cinta de aluminio copolímero adherida a la cubierta por su parte interior con soldadura longitudinal, y doble obturación longitudinal en conductor y pantalla.

Este conductor, responde a las Normas UNE-HD 632 S3, UNE 211632-1, UNE 211632-4A y UNE-EN 60228

Características:

CARACTERÍSTICAS	UNIDADES	DENOMINACIÓN
TIPO DE CABLE		RHZ1-RA+20L
NORMA		UNE-HD 632 S3 UNE 211632-1 UNE 211632 4A UNE-EN 60228
TENSIÓN NOMINAL	kV.	76/132
Nº CONDUCTORES POR SECCIÓN		1x630 mm ²
MATERIAL CONDUCTOR		Al
Forma		Circular
Clase / Norma		2/UNE-EN 60228
Diámetro Nominal	mm ²	29,8
Conductor obturado		SI
Cinta semiconductora obturante sobre conductor		SI
MATERIAL PANTALLA SOBRE CONDUCTOR		Capa semiconductora extruída
Espesor nominal	mm	1,4



**PROYECTO TIPO DE
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
SUBTERRÁNEAS
(> 36 kV)**

PT-LSAT.VI

Fecha: julio 2023

Edición: 1

Página 16 de 210

CARACTERÍSTICAS	UNIDADES	DENOMINACIÓN
MATERIAL AISLAMIENTO		XLPE
Espesor mínimo nominal	mm	16,0
Diámetro sobre aislamiento	mm	64,6
MATERIAL PANTALLA SOBRE AISLAMIENTO (NO METÁLICO)		Capa semiconductora extruída
Espesor mínimo nominal	mm	1,4
Cinta semiconductora obturante bajo pantalla metálica		SI
MATERIAL PANTALLA SOBRE AISLAMIENTO (PARTE METÁLICA)		Hilos de Cu
Formación de la pantalla	N x mm	59x2,12
Sección de la pantalla (hilos de Cu)	mm ²	205
Pantalla obturada (hilo obturante)		NO
Cinta obturante sobre pantalla metálica		SI
Cinta metal / copolímero.		SI
Sección nominal total (hilos Cu + cinta metal/copolímero)	mm ²	235
MATERIAL CUBIERTA		DMZ1
Espesor mínimo nominal	mm	3,5
DIÁMETRO NOMINAL EXTERIOR	mm	82,1
PESO NOMINAL	Kg/km	8220
RADIO MÍNIMO DE CURVATURA	mm	1135
DATOS ELÉCTRICOS		
Resistencia máxima CC del conductor a 20 °C.	Ω/km	0,0469
Reactancia estrella, a 50 Hz	Ω/km	0,123
Capacidad por fase	μF/km	0,203
Corriente de carga por fase, a U ₀ , 50 Hz	A/km	5,341
Temp. Máx. conductor en régimen permanente / en cortocircuito	°C	90/250
Intensidad máxima admisible en cortocircuito adiabático (0,1/ 0,5/ 1.0 s)	kA	187,72 / 84,85 / 60,2

MEMORIA

**4.1.4. Cable unipolar con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE)
tipo: 1x800Al + H205 mm² Cu – 76/132 kV**

Cable unipolar, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) (según normas UNE) de 76/132 kV, con conductor 1x800 mm² de Al, apantallado con corona de hilos de cobre de 205 mm² de sección y contraespira de cobre, y con cubierta exterior de poliolefina, grafitada para facilitar el ensayo de cubierta a instalación terminada.

La extensión de los tres componentes sintéticos sobre el conductor (semiconductora interna, aislamiento y semiconductora externa) se realizará en una línea de triple extrusión en atmósfera inerte para su reticulado. La pantalla debe estar constituida mediante hilos de cobre en forma de hélice y contraespira de cobre, dimensionada para una intensidad de cortocircuito aproximada de 33,50 kA durante 0,5 segundos

El cable debe contar con obturación radial a la penetración de agua mediante cinta de aluminio copolímero adherida a la cubierta por su parte interior con soldadura longitudinal, y doble obturación longitudinal en conductor y pantalla.

Este conductor, responde a las Normas UNE-HD 632 S3, UNE 211632-1, UNE 211632-4A y UNE-EN 60228.

Características:

CARACTERÍSTICAS	UNIDADES	DENOMINACIÓN
TIPO DE CABLE		RHZ1-RA+20L
NORMAS		UNE-HD 632 S3 UNE 211632-1 UNE 211632 4A UNE-EN 60228
TENSIÓN NOMINAL	kV.	76/132
Nº CONDUCTORES POR SECCIÓN		1x800 mm ²
MATERIAL CONDUCTOR		Al
Forma		Circular
Clase / Norma		2/ UNE-EN 60228
Diámetro Nominal	mm ²	34
Conductor obturado		SI
Cinta semiconductora obturante sobre conductor		SI



**PROYECTO TIPO DE
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
SUBTERRÁNEAS
(> 36 kV)**

PT-LSAT.VI

Fecha: julio 2023

Edición: 1

Página 18 de 210

CARACTERÍSTICAS	UNIDADES	DENOMINACIÓN
MATERIAL PANTALLA SOBRE CODUCTOR		Capa semiconductor extruída
Espesor nominal	mm	1,6
MATERIAL AISLAMIENTO		XLPE
Espesor mínimo nominal	mm	16,0
Diámetro sobre aislamiento	mm	67,8
MATERIAL PANTALLA SOBRE AISLAMIENTO (NO METÁLICO)		Capa semiconductor extruída
Espesor mínimo nominal	mm	1,4
Cinta semiconductor obturante bajo pantalla metálica		SI
MATERIAL PANTALLA SOBRE AISLAMIENTO (PARTE METÁLICA)		Hilos de Cu
Formación de la pantalla	N x mm	59x2,12
Sección de la pantalla (hilos de Cu)	mm ²	205
Pantalla obturada (hilo obturante)		NO
Cinta obturante sobre pantalla metálica		SI
Cinta metal / copolímero.		SI
Sección nominal total (hilos Cu + cinta metal/copolímero)	mm ²	235
MATERIAL CUBIERTA		DMZ1
Espesor mínimo nominal	mm	3,8
DIÁMETRO NOMINAL EXTERIOR	mm	85,1
PESO NOMINAL	Kg/km	8465
RADIO MÍNIMO DE CURVATURA	mm	1205
DATOS ELÉCTRICOS		
Resistencia máxima CC del conductor a 20 °C.	Ω/km	0,0367
Reactancia estrella, a 50 Hz	Ω/km	0,117
Capacidad por fase	μF/km	0,231
Corriente de carga por fase, a U ₀ , 50 Hz	A/km	6,085
Temp. Máx. conductor en régimen permanente / en cortocircuito	°C	90/250
Intensidad máxima admisible en cortocircuito adiabático (0,1/ 0,5/ 1.0 s)	kA	239,2 / 106,97 / 75,64

MEMORIA

**4.1.5. Cable unipolar con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE)
tipo: 1x1200Cu + H205 mm² Cu – 76/132 kV**

Cable unipolar, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) (según normas UNE) de 76/132 kV, con conductor 1x1200 mm² de Cu, apantallado con corona de hilos de cobre de 205 mm² de sección y contraespira de cobre, y con cubierta exterior de poliolefina, grafitada para facilitar el ensayo de cubierta a instalación terminada.

La extensión de los tres componentes sintéticos sobre el conductor (semiconductora interna, aislamiento y semiconductora externa) se realizará en una línea de triple extrusión en atmósfera inerte para su reticulado. La pantalla debe estar constituida mediante hilos de cobre en forma de hélice y contraespira de cobre, dimensionada para una intensidad de cortocircuito aproximada de 33,50 kA durante 0,5 segundos

El cable debe contar con obturación radial a la penetración de agua mediante cinta de aluminio copolímero adherida a la cubierta por su parte interior con soldadura longitudinal, y doble obturación longitudinal en conductor y pantalla.

Este conductor, responde a las Normas UNE-HD 632 S3, UNE 211632-1, UNE 211632-4A y UNE-EN 60228.

Características:

CARACTERÍSTICAS	UNIDADES	DENOMINACIÓN
TIPO DE CABLE		RHZ1-RA+20L
NORMAS		UNE-HD 632 S3 UNE 211632-1 UNE 211632 4A UNE-EN 60228
TENSIÓN NOMINAL	kV.	76/132
Nº CONDUCTORES POR SECCIÓN		1x1200 mm ²
MATERIAL CONDUCTOR		Cu
Forma		Segmentado
Clase / Norma		2/ UNE-EN 60228
Diámetro Nominal	mm ²	44,50
Conductor obturado		SI
Cinta semiconductora obturante sobre conductor		SI
MATERIAL PANTALLA SOBRE CODUCTOR		Capa semiconductora extruïda
Espesor mínimo nominal	mm	1,7



**PROYECTO TIPO DE
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
SUBTERRÁNEAS
(> 36 kV)**

PT-LSAT.VI

Fecha: julio 2023

Edición: 1

Página 20 de 210

CARACTERÍSTICAS	UNIDADES	DENOMINACIÓN
MATERIAL AISLAMIENTO		XLPE
Espesor mínimo nominal	mm	16,0
Diámetro sobre aislamiento	mm	77,2
MATERIAL PANTALLA SOBRE AISLAMIENTO (NO METÁLICO)		Capa semiconductor extruída
Espesor nominal	mm	1,4
Cinta semiconductor obturante bajo pantalla metálica		SI
MATERIAL PANTALLA SOBRE AISLAMIENTO (PARTE METÁLICA)		Hilos de Cu
Formación de la pantalla	N x mm	59x2,12
Sección de la pantalla (hilos de Cu)	mm ²	205
Pantalla obturada (hilo obturante)		NO
Cinta obturante sobre pantalla metálica		SI
Cinta metal / copolímero.		SI
Sección nominal total (hilos Cu + cinta metal/copolímero)	mm ²	240
MATERIAL CUBIERTA		DMZ1
Espesor mínimo nominal	mm	4,0
DIÁMETRO NOMINAL EXTERIOR	mm	95,5
PESO NOMINAL	Kg/km	17740
RADIO MÍNIMO DE CURVATURA	mm	1425
DATOS ELÉCTRICOS		
Resistencia máxima CC del conductor a 20 °C.	Ω/km	0,0151
Reactancia estrella, a 50 Hz	Ω/km	0,107
Capacidad por fase	μF/km	0,291
Corriente de carga por fase, a U ₀ , 50 Hz	A/km	7,653
Temp. Máx. conductor en régimen permanente / en cortocircuito	°C	90/250
Intensidad máxima admisible en cortocircuito adiabático (0,1/ 0,5/ 1.0 s)	kA	542,17 / 242,47 / 171,44

MEMORIA

4.2. Empalmes

Los empalmes se elegirán de acuerdo a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos.

Cuando la longitud de la línea subterránea obligue a empalmar conductores subterráneos, estos se conectarán por medio de empalmes compuestos por un cuerpo premodelado que se instala encima de los dos extremos de cable para asegurar la continuidad del aislamiento principal.

Con carácter general el control de gradiente de campo y la reconstitución del aislamiento, pantallas y cubiertas se realizarán de acuerdo en la técnica de fabricación correspondiente al diseño.

El cuerpo aislante con deflectores semiconductores estará siempre ensayado antes de su suministro.

El manguito de unión cumplirá con la norma UNE 21021, efectuándose el engastado de las piezas metálicas mediante compresión por punzonado profundo escalonado o compresión circular hexagonal, siguiendo recomendaciones de fabricante.

La elección de los empalmes se realizará en función de los conductores y en función de la conexión de pantallas diseñada para la instalación, según esto podrán ser:

- Empalmes con separación de pantallas. Cuando la pantalla del cable está aislada dentro del empalme y se conecta a través de un cable concéntrico y una caja de puesta a tierra.
- Empalmes con conexión de pantallas. Cuando las pantallas se conectan entre sí en el interior del empalme. En estos empalmes las pantallas se podrán conectar a través de un cable concéntrico y una caja de puesta a tierra.

Las características de los empalmes a emplear tomarán como referencia informativa lo indicado en las Normas NT-ESAT.01 de LA EMPRESA.

4.3. Terminales

Los terminales se instalarán en los extremos de los cables para garantizar la unión eléctrica con otras partes de una red y mantener el aislamiento hasta el punto de conexión.



**PROYECTO TIPO DE
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
SUBTERRÁNEAS
(> 36 kV)**

PT-LSAT.VI

Fecha: julio 2023

Edición: 1

Página 22 de 210

Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.).

Con carácter general, tendrán condiciones adecuadas para adaptarse totalmente al aislamiento del cable sobre el que se instalan, evitando oclusiones de aire que garanticen un cierre estanco, aun cuando el cable esté curvado.

Las características de los terminales a emplear tomarán como referencia informativa lo indicado en las Normas NT-TCIA.01 y NT-TCEA.01 de LA EMPRESA.

4.3.1. Terminal de exterior

Se instalarán terminales de exterior rígidos de composite para cable de alta tensión, de tensión máxima del sistema de 72,5 y 145 kV según corresponda, en todos los apoyos de transición de aéreo a subterráneo.

Estarán compuestos por un cono deflector del campo eléctrico, y el aislamiento de composite rígido, estará relleno de aceite de silicona y preparado para una atmósfera de alta contaminación.

Deberán disponer de unos pequeños aisladores de pedestal para aislar la pantalla de la estructura metálica. Estos aisladores permiten realizar conexiones especiales de pantalla o bien pruebas de cubierta.

La conexión de potencia se realiza en el conector situado en la parte superior donde se encuentra la protección de efecto corona.

La pantalla del cable se conecta al plato base del terminal, y, a través de la caja de conexión de tierra pueden descargarse las intensidades circulantes en la pantalla.

Los materiales poliméricos de las superficies expuestas a contorneo deberán ser resistentes a la formación de caminos de carbón y a la erosión (antisurco), debiendo cumplir con los ensayos especificados en la UNE-EN 60587.

La cubierta de los terminales de cable para exterior será resistente a la intemperie y cumplirá con el ensayo especificado en el Capítulo 8 de la norma UNE 21030. Por último, los terminales deberán permitir un radio de curvatura igual al del cable sobre los que se instalan, de acuerdo con las Normas UNE 20435-1 y UNE 20435-2.

Los terminales de exterior tomarán como referencia informativa lo indicado en la Norma NT-TCEA.01 de LA EMPRESA.

MEMORIA



**PROYECTO TIPO DE
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
SUBTERRÁNEAS
(> 36 kV)**

PT-LSAT.VI

Fecha: julio 2023

Edición: 1

Página 23 de 210

Características básicas:

Terminales de exterior según Tensión asignada

Tensión máxima entre fases Um (kV.)	72,5	145
Nivel básico de aislamiento al impulso tipo rayo (kV.)	325	650
Altura aproximada (mm).	1900	2150

Se instalará además un aislador en paralelo a la terminación, a modo de soporte, como un componente meramente mecánico, junto a un terminal de enlace con el conductor mediante doble punto de conexión. Este montaje no deberá presentar incumplimientos de la normativa de avifauna aplicable.

4.3.2. Terminal de interior

Se instalarán estos terminales de interior para cable extruido de alta tensión, de tensión máxima del sistema de 72,5 y 145 kV según corresponda, en las conexiones de las líneas subterráneas con celdas prefabricadas con dieléctrico SF6 en el interior de las subestaciones. Estarán compuestos por un cono de control de campo premoldeado de silicona y aisladores de resina moldeada.

Los terminales de interior tomarán como referencia informativa lo indicado en la Norma NT-TCEA.01 de LA EMPRESA.

Características básicas:

Terminales de exterior según Tensión asignada

Tensión máxima entre fases Um (kV.)	72,5	145
Nivel básico de aislamiento al impulso tipo rayo (kV.)	325	650
Altura aproximada (mm).	1200	1400

Para instalaciones de interior con tecnología convencional se instalarán terminales de exterior.

MEMORIA

4.4. Cables de Fibra Óptica

Los cables a utilizar en las Líneas Eléctricas subterráneas de Alta Tensión, admitidos por LA EMPRESA, e incluidos en el presente Proyecto Tipo, serán del tipo ADSS y PVT.

Para los cables ADSS y PVT se tomará como referencia informativa lo indicado en las normas de LA EMPRESA NT-CAFO.01, y NT-CSFO.01, seleccionándose los siguientes:

- ADSS - 48 fibras
- ADSS - 96 fibras

(Cuyas principales características se han tomado como referencia informativa de la norma NT-CAFO.01).

- PVT - 48 fibras
- PVT - 96 fibras

(Cuyas principales características se han tomado como referencia informativa de la norma NT-CSFO.01).

4.4.1. Cables de Fibra Óptica tipo ADSS

Las características físicas, mecánicas y eléctricas y los métodos de ensayo de estos cables cumplirán lo dispuesto en la norma UNE-EN IEC 60794-4-20.

Características:

CARACTERÍSTICAS UNE-EN IEC 60794-4	DENOMINACIÓN	
	ADSS 48 FIBRAS	ADSS 96 FIBRAS
Número de Fibras	48	96
Número de fibras por tubo	8	8
Nº tubos	6	12
Diámetro interno del tubo (mm)	2,3	2,3
Diámetro externo del tubo (mm)	2,4	4,1
Diámetro del cable (mm)	16,2	20,1
Peso del cable (daN/Km)	186	298
Límite de resistencia a la tracción (daN)	1.000	1.000

CARACTERÍSTICAS UNE-EN IEC 60794-4	DENOMINACIÓN	
	ADSS 48 FIBRAS	ADSS 96 FIBRAS
Resistencia a Rotura (daN)	6.000	6.000
Coefficiente térmico de expansión (C⁻¹)	≤7,2 x10 ⁻⁷	≤7,2 x10 ⁻⁷
Margen de temperatura	-0 °C +70 °C	-20 °C +70 °C

4.4.2. Cables de Fibra Óptica tipo PVT

Cable de fibra óptica subterráneo dieléctrico resistente a los roedores.

Son cables con la misma composición que los cables de fibra óptica ADSS, con la salvedad de que se usan hiladuras de vidrio antiroedores en sustitución de las hiladuras de aramida.

Las características físicas, mecánicas y eléctricas y los métodos de ensayo de estos cables cumplirán lo dispuesto en la norma UNE-EN IEC 60794-4-20.

La tracción máxima en el cable no sobrepasará, en ningún caso, el tercio de la carga de rotura del mismo.

Características:

CARACTERÍSTICAS	DENOMINACIÓN	
	PVT 48 FIBRAS	PVT FIBRAS
Número de Fibras	48	96
Número de fibras por tubo	8	8
Nº tubos	6	12
Diámetro externo del tubo (mm)	2,5	4,5
Espesor radial de cubierta interior/exterior	1,0/1,5	1,0/1,5
Diámetro del cable (mm)	14,1	19,0
Peso del cable (daN/Km)	147	275
Resistencia a la tracción (daN)	270	270
Radio de curvatura (mm)	20. Ø cable	20. Ø cable
Margen de temperatura	-20 °C +70 °C	-20 °C +70 °C
Estanqueidad	3 m cable, 1 m agua, 24 h	3 m cable, 1 m agua, 24 h

4.5. Cables de Puesta a Tierra para Corrientes Homopolares

Cable para realizar la puesta a tierra de las pantallas de los conductores.

El cable utilizado en las líneas objeto del presente Proyecto Tipo será un conductor 0,6/1kV. RV-k 1x240 mm².

Descripción:

- Conductor
 - Metal: Cobre electrolítico recocido.
 - Flexibilidad: flexible, clase 5 según UNE EN 60228.
 - Temperatura máxima en el conductor: 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.
- Aislamiento
 - Material: mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3 según UNE-HD 603-1.
- Cubierta
 - Material: mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo DMV-18 según UNE-HD 603-1.
 - Colores: negro, con franja de color identificativa de la sección y que permite escribir sobre la misma.

Características:

Norma constructiva: UNE 21123-2.

- Temperatura de servicio (instalación fija): -25 °C, +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Ensayo de tensión en c.a. durante 5 minutos: 3500 V.

Características técnicas:

Sección nominal (mm²)	1 x 240
Espesor de aislamiento (mm)	1,7

Diámetro exterior (mm)	26,7
Peso total (kg/km)	2310
Resistencia del conductor a 20°C (Ω/km)	0,0801
Intensidad admisible al aire (1)	490
Intensidad admisible enterrado (2)	336
Caída de tensión (V/A km)	
cos φ=1	0,17
cos φ=0,8	0,22

4.6. Cajas de puesta a tierra de las pantallas de los conductores

Para las cajas de puesta a tierra de las pantallas de los conductores se tomará como referencia informativa lo indicado en la Norma de LA EMPRESA NT-CPTS.01 Cajas de puesta a tierra para Líneas subterráneas de Alta Tensión > 36 kV.

Se instalarán cajas de puesta a tierra para alojar las conexiones de las pantallas de los conductores. Dependiendo del sistema de puesta a tierra definido para la instalación estas cajas pueden incluir limitadores de tensión o no.

Las cajas de puesta a tierra serán capaces de contener los efectos de fallo térmico o eléctrico de alguno de los elementos alojados sin que se produzcan daños a elementos externos cercanos; pudiendo ser de acero galvanizado, de acero inoxidable o de plástico dependiendo de que se instalen en exterior o en interior.

Las cajas de puesta a tierra a utilizar serán:

- Unipolares
- Tripolares
- Para cruzamiento de pantallas.

4.7. Pararrayos

Para la protección de la instalación contra sobretensiones, se colocarán pararrayos en todos los apoyos de transición de paso aéreo a subterráneo. Estos elementos irán en el mismo herraje que los terminales y se dispondrán entre la línea aérea y el terminal.



**PROYECTO TIPO DE
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
SUBTERRÁNEAS
(> 36 kV)**

PT-LSAT.VI

Fecha: julio 2023

Edición: 1

Página 28 de 210

Cada pararrayos instalado dispondrá de un cable de puesta a tierra aislado independiente.

Los pararrayos, utilizados en las líneas que se desarrollen al amparo del presente Proyecto Tipo, tendrán su referencia informativa en la Norma LA EMPRESA NT-ALAT.01.

Las principales características serán las siguientes:

Capacidad de absorción de energía	Según UNE-EN 60099-4	6,7 kJ/kV
	Con doble impulso de 3000 μ s	12,0 kJ/kV
Características mecánicas mínimas	Carga de torsión admisible	100 N·m
	Carga de flexión admisible	800 N·m
	Carga de tensión permisible	20 kN



**PROYECTO TIPO DE
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
SUBTERRÁNEAS
(> 36 kV)**

PT-LSAT.VI

Fecha: julio 2023

Edición: 1

Página 29 de 210

**CARACTERÍSTICAS
ELÉCTRICAS
PARARRAYOS**

LÍNEAS 50 kV

LÍNEAS 55 kV

LÍNEAS 132 kV

Tensión nominal del sistema	50 kV	55 kV	132 kV
Tensión máxima de servicio entre fases	72,5 kV	72,5 kV	145 kV
Tensión asignada del pararrayos (Ur)	48 kV	53 kV	120 kV
Tensión de servicio continuo de pararrayos (Uc)	>38	>42	>92 kV
Frecuencia asignada	50 Hz	50 Hz	50 Hz
Corriente nominal de descarga onda 8/20 μ s (In)	10 kA	10 kA	10 kA
Clase de descarga de línea	≥ 3	≥ 3	≥ 3
Nivel de aislamiento externo	140 kV / 325 kV	140 kV / 325 kV	275 kV / 650 kV
Tensión residual máxima con onda de corriente 1/5 μ s 10 kA	<196 kV pico	<196 kV pico	<444 kV pico
Tensión residual máxima con onda de corriente 8/20 μ s 5 kA	<175 kV pico	<175 kV pico	<396 kV pico
Tensión residual máxima con onda de corriente 8/20 μ s 10 kA	<175 kV pico	<175 kV pico	<396 kV pico
Tensión residual máxima con onda de corriente 8/20 μ s 20 kA	<175 kV pico	<175 kV pico	<396 kV pico
Tensión residual máxima con onda de corriente 8/20 μ s 40 kA	<175 kV pico	<175 kV pico	<396 kV pico
Tensión residual máxima con onda de corriente 30/60 μ s 0,5 kA	<138 kV pico	<138 kV pico	<312 kV pico
Tensión residual máxima con onda de corriente 30/60 μ s 1 kA	<138 kV pico	<138 kV pico	<312 kV pico
Tensión residual máxima con onda de corriente 30/60 μ s 2 kA	<138 kV pico	<138 kV pico	<312 kV pico
Intensidad de cortocircuito 0,2 s.	31,5 kA	31,5 kA	31,5 kA
Corriente de gran amplitud con onda 4/10 μ s.	100 kA	100 kA	100 kA
Corriente de larga duración con impulso 2000 μ s	>800 A	>800 A	>800 A
Nivel de descargas parciales a 1,05xUc	<5 pC	<5 pC	<5 pC
Nivel de perturbaciones radio-eléctricas a 1,1xUc	<500 μ V	<500 μ V	<500 μ V

MEMORIA

Tensión nominal (kV)	50	55	132
Altura aprox. (mm)	658	658	1306
Distancia de fuga \pm 5%			
I (mm)	\geq 1160	\geq 1160	\geq 2320
Distancia de fuga			
II (mm)	\geq 1450	\geq 1450	\geq 2900
IV (mm)	\geq 2248	\geq 2248	\geq 4495
Peso aprox. (kg)		15	27
Aislamiento exterior de la envolvente (a 1000 msnm)			
A frecuencia industrial (húmedo) (kV)	172	172	360
A impulso de rayo (kV)	294	294	616
A impulso tenue a choque de maniobra (kV)	228	228	480
Distancias de seguridad			
LL (mm)	710	710	1245
LE (mm)	565	565	995

5. Sistemas de Instalación

El presente Proyecto Tipo contempla los siguientes sistemas preferentes de instalación de los conductores:

- Conductores en canalizaciones entubadas con tubos hormigonados
- Conductores en canalizaciones Topo
- Conductores en apoyos de Conversión Aéreo-Subterráneo

El sistema de instalación deberá completar las prescripciones de este proyecto tipo, los planos y las condiciones de instalación, según ITC-LAT 06.

Según se especifica en la ITC-LAT 06, en su apartado 5.2 en los cruzamientos con calles y carreteras y ferrocarriles, los tendidos deben ser hormigonados en toda su longitud.

El trazado de las líneas se realizará de acuerdo con las siguientes consideraciones:

- La longitud de la canalización será lo más corta posible.
- Se ubicará, preferentemente, salvo casos excepcionales, en terrenos de dominio público. Salvo casos de fuerza mayor, se ubicarán bajo aceras y calzadas, en la franja

del terreno de dominio público que corresponda según la Ordenanza del Subsuelo, procurando que el trazado sea lo más rectilíneo posible, evitando los ángulos pronunciados.

- El radio interior de curvatura, después de colocado el cable, será, como mínimo, de 10 (D+d), siendo D el diámetro exterior del cable y d el diámetro del conductor.
- Los cruces de calzadas deberán ser perpendiculares a sus ejes, salvo casos especiales, debiendo realizarse en posición horizontal y en línea recta.
- En el interior de las arquetas se procederá a la identificación de cada circuito mediante la instalación de una tarjeta de material duradero y resistente de dimensiones mínimas 10 x 5 cm donde se grabará de forma la información que LA EMPRESA determine. Dicha tarjeta se embridará a la terna de cables del circuito mediante brida de poliamida.

5.1. Consideraciones Generales

Los tubos irán alojados en zanjas de dimensiones en función de los tubos a alojar, y de acuerdo a los planos que se acompañan, de forma que en todo momento la profundidad mínima de la zanja será tal que la parte superior del tubo más próximo a la superficie no será menor de 0,6 metros en acera o tierra, ni de 0,8 metros en calzada. Estas distancias mínimas podrán ser superiores en zonas dónde las diferentes normativas urbanísticas así lo indiquen.

Las canalizaciones estarán constituidas por tubos de polietileno de alta densidad, con estructura de doble pared (PE-HD) presentando una superficie interior lisa para facilitar el tendido de los cables por el interior de los mismos y otra exterior corrugada uniforme, sin deformaciones acusadas, proporcionándoles la resistencia mecánica adecuada.

Los tubos tendrán su referencia informativa en la Norma NT-TPCA.01 de LA EMPRESA. El diámetro interior de los tubos no será inferior a vez y media el diámetro exterior del cable.

- Diámetro de tubo para instalación de cable 1x630Al+ H205mm² Cu será 200 mm
- Diámetro de tubo para instalación de cable 1x800Al+ H205mm² Cu será 200 mm
- Diámetro de tubo para instalación de cable 1x1200 Cu+ H205mm² Cu será 200 mm
- Diámetro de tubo para instalación de cable de fibra óptica ADSS y PVT será tritubo de 50 mm, salvo en canalizaciones tipo "Topo", en donde también podrán utilizarse tubos, de las características indicadas anteriormente, de 160 mm de diámetro.
- Diámetro de tubo para instalación de cable de cable de tierra para sistema de puesta a tierra Single Point, será 110 mm.



**PROYECTO TIPO DE
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
SUBTERRÁNEAS
(> 36 kV)**

PT-LSAT.VI

Fecha: julio 2023

Edición: 1

Página 32 de 210

Los tubos estarán bien alineados durante todo su recorrido. Se evitará en lo posible, los cambios de dirección tanto en vertical como horizontal de las canalizaciones entubadas respetando los radios de curvatura de los cables indicados por el fabricante.

En los lugares dónde se produzcan cambios de dirección, para facilitar la manipulación de los cables podrán disponerse arquetas con tapas registrables o no. Con objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en las normas aplicables a cada tiro de cable, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro en aquellos casos que lo requieran. A la entrada de las arquetas, las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

Los tubos serán rígidos suministrados en barras de 6 m de longitud, no admitiéndose el uso de tubos curvables suministrados en rollos. La unión de los tubos se realizará mediante manguitos de unión.

Se dispondrá un solo conductor por tubo. Los diámetros de éstos, así como su disposición espacial en la zanja se reflejan en los planos correspondientes.

Se instalará cinta de señalización que advierta de la existencia de un cable eléctrico de alta tensión de modo que cubra la proyección en planta de los cables.

La cinta de señalización, fabricada en polietileno de color amarillo, será de 15 cm de ancho y llevará impresa una leyenda advirtiendo de la presencia de cables eléctricos de alta tensión, así como la señal de riesgo eléctrico, tomando como referencia informativa la Norma NT-EPSC.01 de LA EMPRESA. El número de cintas de señalización a instalar será generalmente de una, salvo en zanjas de anchura igual o superior a 50 cm, donde se instalarán varias cintas en paralelo y con una separación tal que cubra la anchura de proyección de los tubos, de acuerdo a lo indicado en los planos que se acompañan.

En líneas en las que la longitud de línea supere la longitud de cable de una bobina, será necesario instalar cámaras de empalme preferentemente prefabricadas para conexionar los conductores de varias bobinas, de forma excepcional y de mutuo acuerdo con LA EMPRESA se podrán instalar cámaras de obra realizadas in situ.

El tramo entre dos cámaras de empalme será siempre inferior a la longitud máxima del cable suministrado en una bobina, que para las líneas objeto del presente Proyecto Tipo será de aproximadamente de 1000 m.

Estas cámaras se instalarán generalmente subterráneas, serán totalmente estancas y tendrán los diseños y dimensiones aproximadas que se indican en el capítulo de planos.

MEMORIA

5.1.1. En canalización entubada con tubos hormigonados

Sobre el fondo de la zanja se dispondrá una capa de hormigón en masa de espesor no inferior a 5 cm sobre la que se colocarán los tubos, teniendo en cuenta que la separación entre los mismos no será inferior a 4 cm.

Se procederá al relleno de la zanja con aplicación de hormigón en masa hasta una altura no inferior a 10 cm por encima de la generatriz del tubo de energía más elevado.

A continuación se realizará el compactado mecánico, empleándose el tipo de tierra y las tongadas adecuadas para conseguir un próctor del 95%.

Al menos a 50 cm por encima de la generatriz superior del tubo de energía más elevado se instalarán de forma longitudinal a la zanja las cintas de señalización que adviertan de la presencia de la línea, según el criterio indicado anteriormente.

Finalmente se rellenará la zanja, continuando con el compactado anteriormente descrito hasta el nivel del terreno si no es necesaria la reposición de firme existente previamente a la apertura.

En el recubrimiento de los tubos se empleará hormigón del tipo HNE-15, apto para rellenos y aplicaciones no estructurales, de resistencia a la compresión mayor o igual a 15 N/mm². El mismo tipo de hormigón se empleará en la confección de la solera previa al firme de acabado.

En el capítulo de planos se representan las secciones de zanjas tipo a utilizar en las instalaciones del presente Proyecto Tipo.

En aplicación de la reglamentación en vigor no podrá utilizarse este sistema de instalación en cruce de calzadas, donde se optará por la instalación de conductores en canalizaciones entubadas y hormigonada en toda su longitud y cuya profundidad mínima será de 0,6 m hasta la parte superior del tubo.

5.1.2. En canalización en Topo

Se utilizará este sistema de instalación en aquellas zonas en las que no sea posible o suponga graves inconvenientes y dificultades la apertura de zanjas. Para ello podrán utilizarse máquinas perforadoras "topo" de tipo impacto, hincadora de tuberías o taladradora de barrena.

En estos casos se prescindirá del diseño de la zanja prescrito anteriormente puesto que los tubos irán protegidos en el interior de otro tubo de diámetro suficiente para albergar los tubos de la canalización, el cual tendrá una resistencia del al menos 10 Atm de presión. En los tramos de canalización en topo los tubos no irán hormigonados.

5.1.3. En apoyos de Conversión Aéreo - Subterránea

En aquellos puntos donde se realice un paso de aéreo a subterráneo, se tendrán en cuenta los siguientes detalles constructivos:

- Las tres fases del cable subterráneo en el tramo aéreo de subida hasta la línea aérea irán protegidas con tubo aislante o canal protector cerrado aislante según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 50085-1. El interior del tubo aislante o canal protector cerrado aislante será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable averiado.
- La parte superior del tubo aislante o canal protector cerrado aislante se obturará para evitar la entrada de agua y se empotrará en la cimentación del apoyo o parte hormigonada de la zanja.
- En los apoyos de conversión aéreo-subterráneo, se dispondrá de un sistema antiescalada cuyas características están descritas en el Proyecto Tipo de líneas aéreas de alta tensión.
- Todas las conversiones a subterráneo, deberán llevar una protección contra sobreintensidades mediante pararrayos, siendo la conexión lo más corta posible y sin curvas pronunciadas.
- El tubo aislante o canal protector cerrado aislante protegerá los conductores hasta el soporte del conductor al que irá sujeto hasta la conexión del terminal.
- A partir de la altura de 3 metros los cables seguirán formando ternos, fijados a las celosías, crucetas, etc. del apoyo mediante piezas especiales, abrazadera y tornillería (todo ello en acero inoxidable), de forma que se impida la mecanización o soldadura sobre cualquier celosía o pieza de apoyo.

Las abrazaderas indicadas en el párrafo anterior serán preferentemente de material no ferromagnético. En el caso de utilizar materiales ferromagnéticos, el sistema de sujeción se dispondrá de manera que se evite el cierre completo con este tipo de material sobre el perímetro.

- Tal como se indica en el apartado 4.3 de este documento sobre terminales de exterior, se instalará un aislador en paralelo a la terminación, a modo de soporte, como un componente meramente mecánico, junto a un terminal de enlace con el conductor mediante doble punto de conexión.

En aquellas instalaciones localizadas en zona de protección de la avifauna, les será de aplicación lo recogido en el 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.

Los elementos de la conversión aéreo-subterráneo y su posición se detallan en el capítulo de planos.

6. Sistema de Puesta a Tierra

En las redes subterráneas objeto del presente Proyecto Tipo, se conectarán a tierra los siguientes elementos:

- Bastidores de los elementos de protección.
- Apoyos de paso aéreo-subterráneo.
- Pararrayos.
- Pantallas metálicas de los conductores.

6.1. Puesta a tierra de bastidores de los elementos de protección

En los apoyos metálicos, los bastidores de los elementos de protección quedarán puestos a tierra al conectar a tierra el propio apoyo.

6.2. Puesta a tierra de apoyos con paso aéreo – subterráneo

La puesta a tierra de los apoyos con paso aéreo subterráneo se llevará a cabo siguiendo lo especificado en el apartado 7 de la ITC-LAT 07, y lo especificado en el presente-Proyecto Tipo.

6.3. Puesta a tierra de pararrayos

La conexión a tierra de los pararrayos se efectuará mediante conductor aislado RV-k de 240 mm² de sección, unido mecánicamente al apoyo a tramos cortos. El cable de puesta a tierra será independiente para cada pararrayos. Dicha conexión se conectará a la red de puesta a tierra del apoyo.

El valor óhmico de la toma de tierra será inferior a 10 ohmios, mejorando la red de tierras en el caso que sea necesario.

6.4. Pantallas metálicas de los conductores

Durante el funcionamiento de un circuito se inducen en las pantallas de los conductores unas tensiones, y dependiendo del sistema de conexión de puesta a tierra de las pantallas se pueden dar dos fenómenos distintos:

- Pueden aparecer corrientes inducidas que disminuyen la capacidad de transporte del conductor.
- Pueden aparecer tensiones inducidas que pueden alcanzar valores peligrosos para la seguridad de personas o valores capaces de dañar los materiales de la instalación o reducir la vida útil de los mismos.

La elección del sistema de conexión de puesta a tierra de las pantallas se realizará y justificará en cada proyecto Simplificado, atendiendo a las características de la instalación y de los efectos que las tensiones inducidas pueden provocar en la instalación.

Las principales funciones del sistema de conexión de puesta a tierra serán:

- Eliminar o reducir corrientes de circulación por las pantallas debidas a un acoplamiento inductivo con la corriente que pasa por los cables, evitando así pérdidas de potencia activa.
- Reducir las tensiones inducidas entre las pantallas de los cables y tierra, tanto en régimen permanente como en cortocircuito. Las sobretensiones inducidas durante cortocircuitos pueden provocar averías en los cables, principalmente en los empalmes, terminales y en las cajas de conexiones que se utilizan para la transposición de pantallas, así como la perforación del aislamiento de la cubierta.

6.4.1. Sistemas de conexión a tierra

En las instalaciones objeto del presente Proyecto Tipo se utilizará uno de los sistemas de puesta a tierra que se describen a continuación, justificando la elección de un sistema u otro en el correspondiente Proyecto Simplificado:

- Sistemas de conexión rígida a tierra.
 - Sistema de puesta a tierra Solid Bonding (puesta a tierra en ambos extremos).
- Sistemas de conexión especial a tierra.
 - Sistema de puesta a tierra Single Bonding (puesta a tierra en un solo extremo)
 - Sistema de puesta a tierra Cross Bonding (con transposición de pantallas).

Se detallan a continuación cada uno de los sistemas anteriores:

a) Sistemas de conexión rígida a tierra

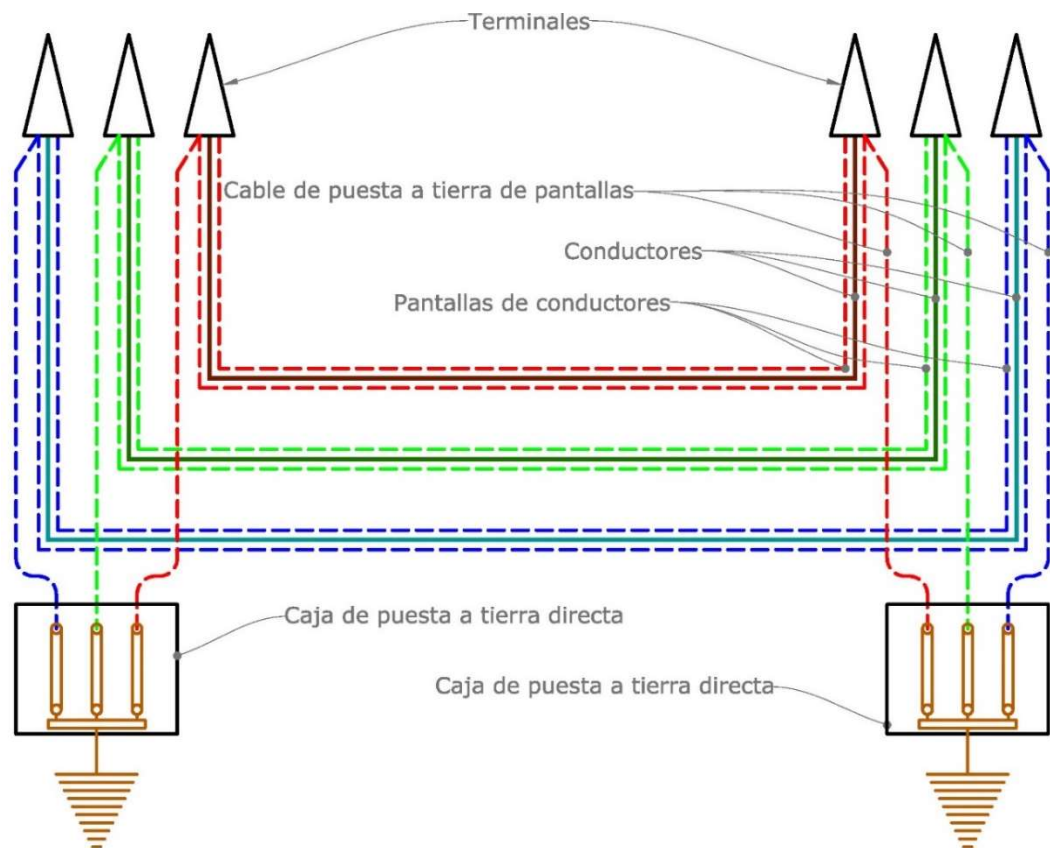
- Solid Bonding

En este tipo de conexión, las pantallas están conectadas directamente entre sí y a tierra para que, en todos los puntos de la línea, las tensiones entre sí respecto a tierra se mantengan próximas a cero. Las pantallas se conectarán entre sí y a tierra en los extremos de la línea subterránea, y, si fuese necesario, con el objeto de limitar las tensiones que podrían aparecer en las pantallas en caso de defecto de la línea, se conectarán entre sí las pantallas en otros puntos intermedios, e igualmente se podrán conectar a tierra.

Con la utilización de este sistema de puesta a tierra no se disponen medidas para evitar la circulación de corrientes por las pantallas en régimen permanente. Estas corrientes inducidas por los conductores, originan calor, con la consiguiente disminución de la capacidad de transporte.

Este sistema de puesta a tierra de las pantallas se utilizará únicamente en líneas subterráneas de muy corto recorrido y en los casos en que las pérdidas de potencia puedan ser asumible, aunque en la medida de lo posible, se evitará el uso de este sistema en las líneas objeto del presente Proyecto Tipo.

Esquema de conexión rígida a tierra (Solid Bonding):



b) Sistema de conexión especial a tierra

- Sistema Single - Bonding

Este tipo de conexión se utilizará en líneas de pequeña longitud, con uno o dos tramos como máximo, en las que se requiere el aprovechamiento al máximo de la intensidad admisible del conductor sin las limitaciones que provocan las corrientes de pantalla.

Dentro de este sistema se pueden distinguir dos variantes del tipo de conexión:

- Conexión Single-Point que se utiliza en tramos cortos y sin empalmes.
- Conexión Mid-Point, o Doble Single-Point, que se utiliza para tramos más largos en los que el tendido de los conductores se realiza en dos tramos, y con un empalme en el punto medio del trazado, o en un solo tramo cuando se quiere rebajar la tensión inducida máxima en las pantallas.

Mediante estas conexiones 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.

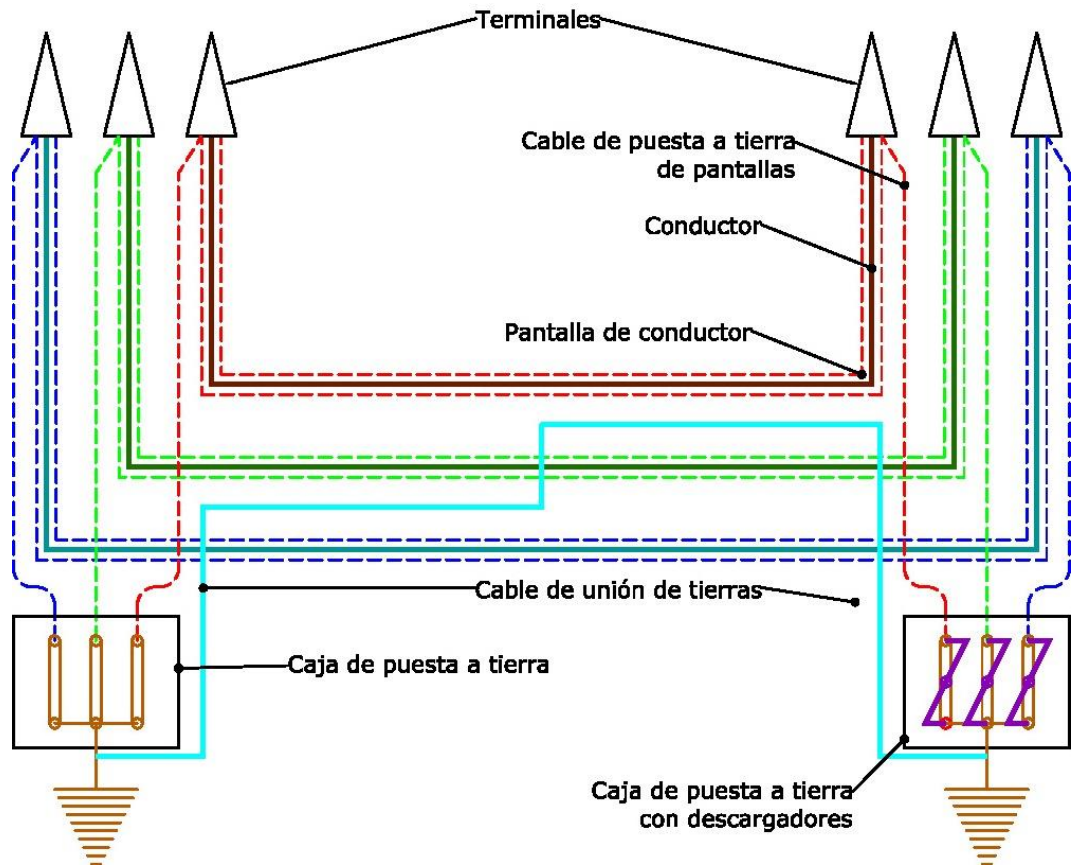
Estas conexiones se utilizarán siempre que la tensión inducida no supere el valor de 50 V y de esta forma salvaguardar la seguridad de las personas frente a "Tensiones por contacto", lo que limita la longitud del tramo de línea. Las tensiones inducidas en la pantalla se calculan con el cable a la máxima intensidad admisible.

En estos dos tipos de conexiones 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. Las características de los limitadores de tensión se determinarán para cada proyecto simplificado, de manera que garanticen una protección eficaz y que se garantice que no actúan en cortocircuito.
- Sistema Single-Point

En este tipo de conexión, las pantallas están conectadas directamente a 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):



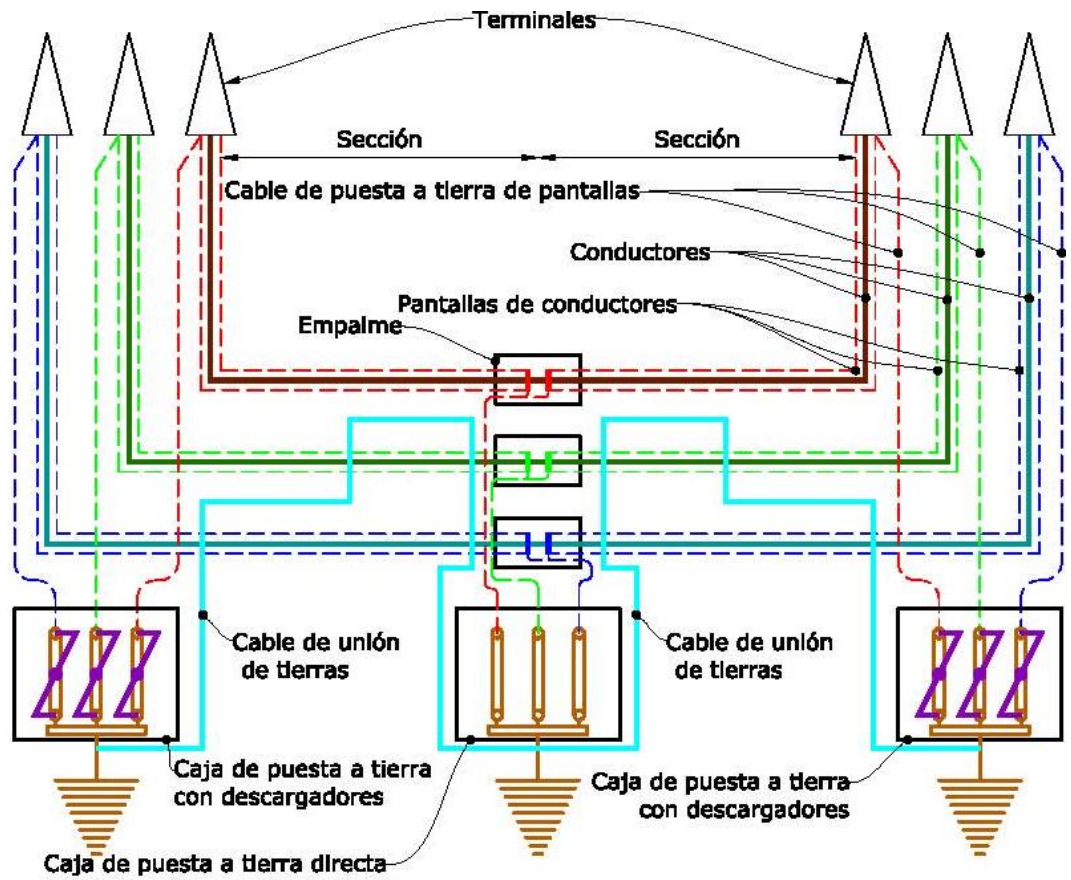
○ Sistema Mid-Point o doble Single-Point.

Cuando la longitud de la línea es demasiado larga para utilizar la conexión a tierra en un solo extremo, se puede realizar la conexión a tierra en un punto medio del circuito, así el cable conectado rígidamente a tierra en un punto medio de la línea y aislado de tierra mediante limitadores de tensión en cada extremo.

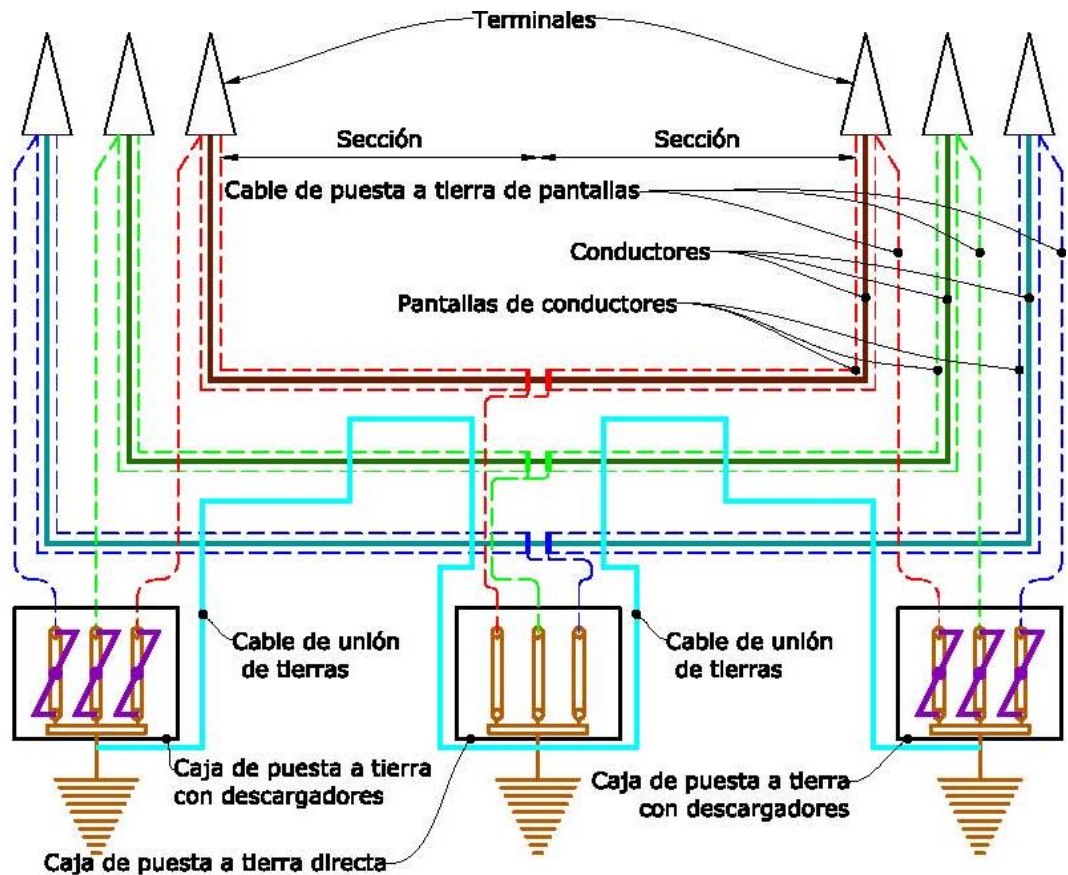
Para un mismo valor de tensión inducida en régimen permanente en el extremo de la pantalla no conectada a tierra, la disposición en Mid-Point permite cubrir el doble de longitud que la disposición Single-Point, motivo por el cual también se conoce como doble Single Point.

Esta conexión, el tramo se divide en dos secciones de igual longitud, y las pantallas de los conductores se conectan a tierra rígidamente en el punto medio, y los dos extremos de la línea se conectan a tierra a través de limitadores de tensión. Las pantallas de los conductores no tendrán continuidad en el punto medio entre las dos secciones. El cable equipotencial se debe transponer en la mitad del recorrido de cada sección para conseguir los efectos indicados anteriormente.

Detalle de conexión en un solo punto (Mid-Point o doble Single-Point) con un empalme por conductor:



Detalle de conexión en un solo punto (Mid-Point, o doble Single-Point) sin empalmes:



- Sistema Cross - Bonding

Se utilizará este sistema para líneas en las que su longitud implique la realización de al menos 2 empalmes por conductor, y dónde se quiera eliminar las corrientes de pantalla.

El sistema Cross-Bonding consiste en la distribución de las pantallas de cable en secciones elementales llamadas secciones menores, y cruzando las pantallas de tal manera que se neutralice la totalidad del voltaje inducido en 3 secciones consecutivas. Se interrumpirán las pantallas de cada conductor en los puntos de transposición para poder ejecutarla.

Las tres secciones menores juntas forman una sección mayor. En un sistema de cruzamiento de pantallas, el tramo de línea a considerar se divide en 3 longitudes iguales (así el sistema quedará eléctricamente equilibrado), con las pantallas puestas a tierra en los dos extremos de la línea conectada en Cross-Bonding o en los dos extremos de cada sección mayor.

De esta manera se induce una tensión entre la pantalla y tierra pero se eliminan las corrientes inducidas.

Las tres pantallas conectadas en serie están asociadas a conductores de diferentes fases, y cuando los cables están dispuestos al tresbolillo, sus intensidades, y por lo tanto las tensiones inducidas en las pantallas, tienen la misma longitud pero con un desplazamiento de 120 °. El resultado global es que la corriente inducida resultante en las tres pantallas son cero.

Este sistema de conexión tiene la ventaja frente al Single-Point que no requiere un cable de continuidad de tierra, ya que las pantallas forman un paso continuo desde un extremo a otro de la línea y están puestas a tierra en ambos extremos, de forma que ante una avería, la corriente de falta puede circular por ellas. Además, debido a la transposición de las pantallas, la tensión inducida en cables paralelos durante una falta es menor que en el caso de emplear cable paralelo de retorno por tierra.

Con esta conexión de pantallas se puede incrementar considerablemente la intensidad admisible del circuito, particularmente para conductores de sección muy grande. Este sistema se puede aplicar a longitudes grandes. No obstante, en los puntos dónde se conecten las pantallas y esta conexión sea accesible, las tensiones inducidas no podrán superar los 50 V. Las tensiones inducidas tanto en régimen permanente como en cortocircuito se calcularán en cada Proyecto Singular.

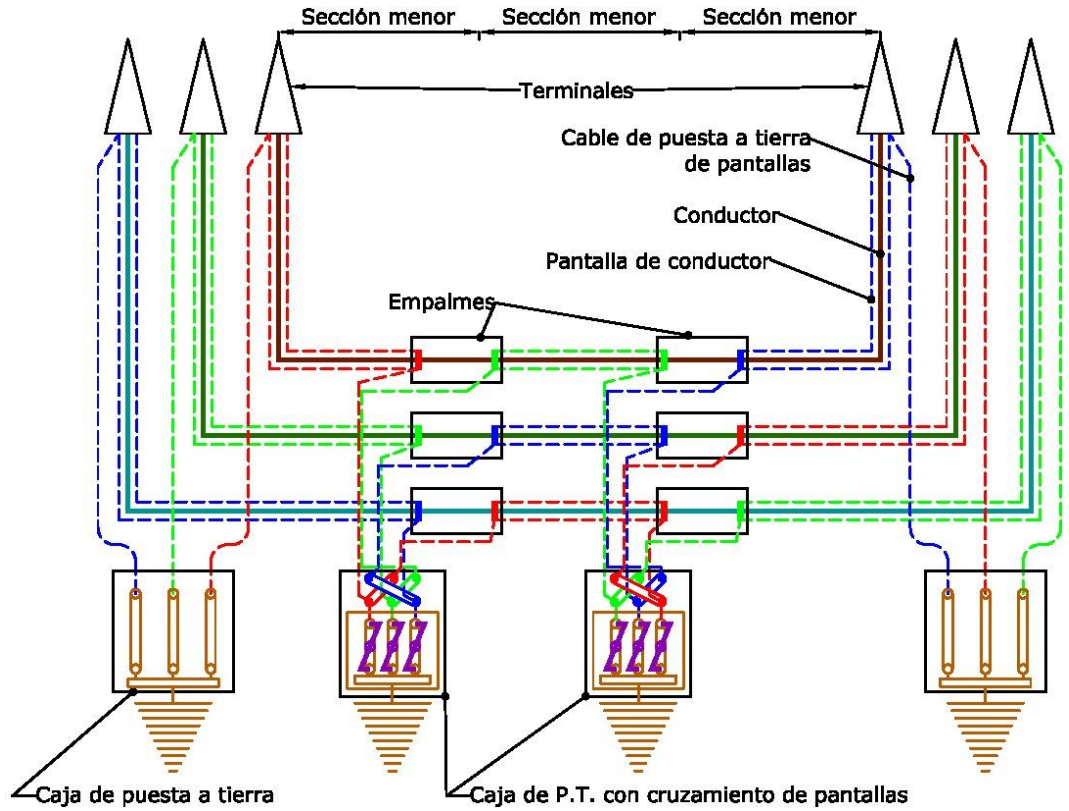
En los puntos dónde se realiza la transposición de pantallas se instalarán cajas de puesta a tierra provistas de limitadores de tensión, y en los puntos de puesta a tierra directa se instalarán cajas de puesta a tierra directa sin limitadores de tensión.

En instalaciones de grandes longitudes en las que resulte difícil conseguir que el número de tramos sea múltiplo de tres, se combinará el Cross-Bonding con uno o dos tramos finales en Single-Point.

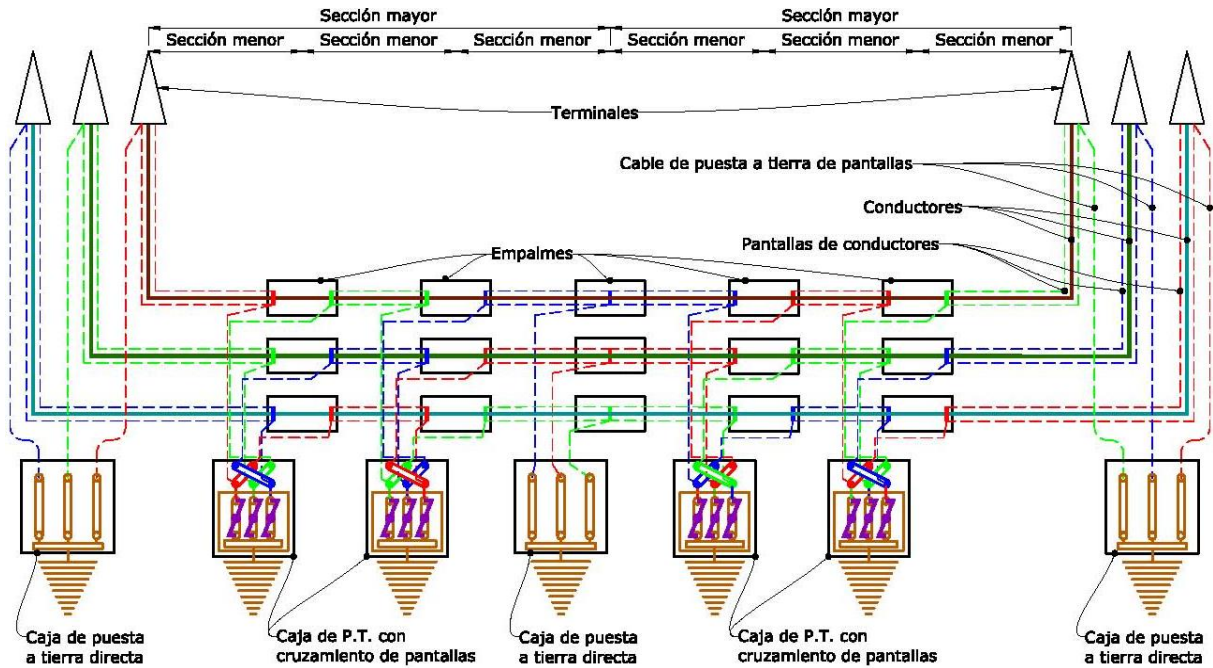
Hay dos tipos de conexión Cross-Bonding cuando tenemos dos o más secciones mayores:

- Cross-Bonding seccionado. Cuando entre dos secciones mayores la conexión a tierra se realiza de forma directa, sin limitadores de tensión.
- Cross-Bonding continuo. Cuando entre dos secciones mayores la conexión a tierra se realiza por medio limitadores de tensión, conectándose directamente a tierra únicamente los extremos de la línea.

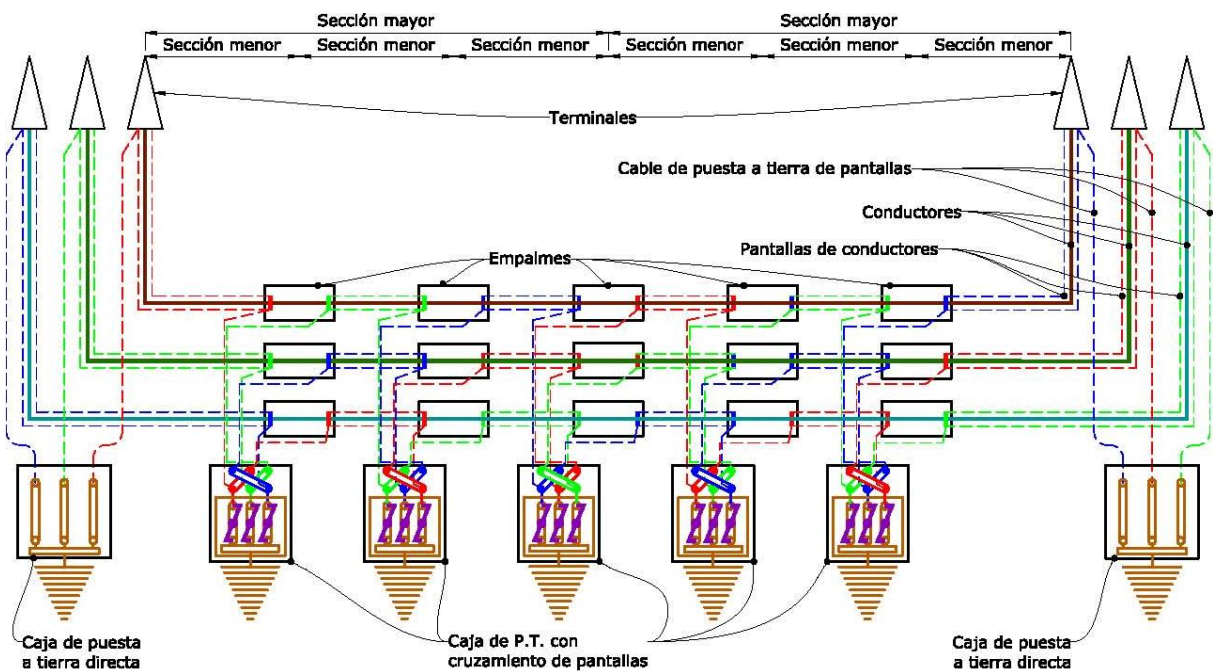
Esquema de conexión con el sistema Cross-Bonding formado por una sola sección mayor:



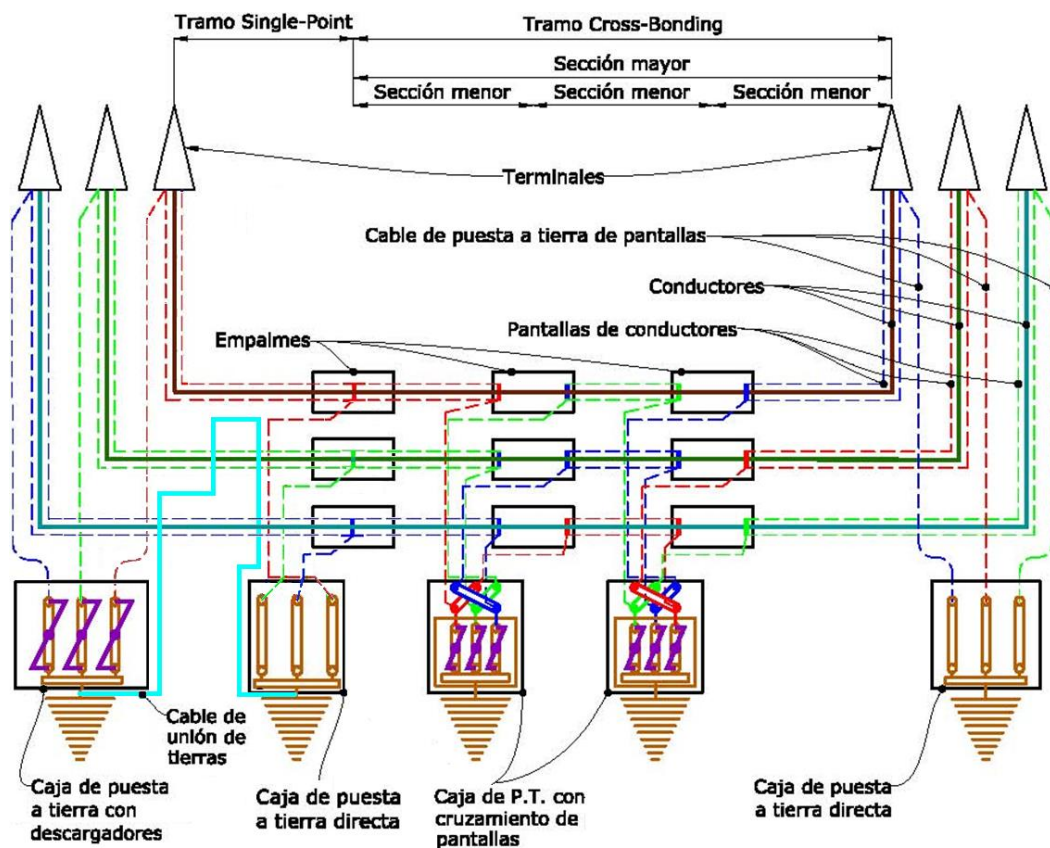
Esquema de conexión con el sistema Cross-Bonding seccionado:



Esquema de conexión con el sistema Cross-Bonding continuo:



Esquema de conexión con el sistema Cross-Bonding combinado con Single-Point:



6.4.2. Elementos que constituyen la puesta a tierra

Los elementos que constituyen la puesta a tierra son:

- Los elementos de conexión de puesta a tierra.
 - Conexión rígida a tierra: la conexión rígida o directa a tierra de las pantallas se realiza mediante un puente desmontable, instalado en el interior de una caja metálica estanca pintada interior y exteriormente con resina de poliéster, apta para la instalación intemperie.
 - Conexión a tierra mediante limitadores de tensión: en este caso se emplean cajas de puesta a tierra, unipolares o tripolares, para la conexión a tierra a través de descargadores de tensión. Estos descargadores de tensión son de óxido de zinc. La sobretensión temporal soportada sin descargar a frecuencia industrial será calculada según la guía de aplicación ANSI/IEEE Std. 575-1988,

con los datos de intensidad máxima de cortocircuito fase-tierra de la red y con el doble del tiempo de despeje de falta considerados en cada Proyecto Simplificado.

- Cruzamiento de pantallas: en esta conexión se empleará una caja tripolar de cruce de pantallas igual a las tripolares del apartado anterior, pero preparada interiormente para las conexiones cruzadas de las pantallas, y entre estas conexiones y la línea de tierra que sale de la caja llevarán instalados los limitadores de tensión.

Todas las cajas de puesta a tierra deberán ser aptas y estar provistas de sistemas de anclaje según el lugar dónde se proyecta su instalación.

Las conexiones entre las pantallas de los conductores y las cajas de conexión de puesta a tierra se realizarán mediante conductor con aislamiento 0,6/1 kV., y con las características necesarias para la correcta conducción de la corriente total de falta especificada para la pantalla en cada nivel de tensión. Las características del cable se determinarán y especificarán en cada Proyecto Simplificado en función de los requerimientos de cada instalación.

- Conexión equipotencial de puestas a tierra: se realizará mediante conductor de Cu, con aislamiento 0,6/1 kV. a efectos de protección contra la corrosión.

- La línea de tierra.

- Línea de tierra: la línea de tierra es el conductor que une el electrodo de puesta a tierra con el punto de la instalación que ha de conectarse a tierra, es decir, las cajas de puesta a tierra de empalmes y terminales.
- Estará constituida por conductores de cobre. En función de la corriente de defecto y de la duración del mismo se determinan las secciones mínimas del conductor a emplear para la línea de tierra, a efectos de no alcanzar su temperatura máxima. Estos conductores se determinarán y especificarán en cada Proyecto Simplificado en función de los requerimientos de cada instalación.

7. Cruzamientos, proximidades y paralelismos

Las distancias de seguridad y las condiciones generales en situaciones de cruzamiento o paralelismos, cumplirán estrictamente con lo establecido en el vigente Reglamento Sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09; así como cualquier otra normativa de obligado cumplimiento, estando a lo dispuesto de los condicionantes impuestos por los organismos afectados en cada caso.

En general, será de aplicación lo dispuesto en el apartado 5 de la ITC-LAT 06, aunque al tratarse de instalaciones cuya tensión nominal es superior a 36kV, el proyectista

determinará en cada caso, en su proyecto simplificado, las condiciones de instalación y distancias.

7.1. Cruzamientos

Los cruzamientos con otros servicios existentes deberán respetar lo estipulado en el apartado 5.2 de la ITC-LAT 06 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

7.2. Proximidades y paralelismo

En lo referente a las proximidades y paralelismos con otros servicios existentes, se cumplirá lo indicado en el apartado 5.3 de la ITC-LAT 06 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

A mayores, con respecto a las conducciones de alcantarillado se cumplirá lo siguiente:

- Los cables se instalarán separados de la conducción de alcantarillado bajo tubo a una distancia no inferior a 20 cm. La distancia mínima entre los empalmes de los cables y las juntas de la conducción de alcantarillado bajo tubo será de 1 metro.
- Cuando no pueda respetarse esta distancia se dispondrán separados mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.
- Se procurará mantener una distancia mínima de 20 cm en proyección horizontal y, también, que la conducción de alcantarillado quede por debajo del nivel del cable eléctrico.
- Por otro lado, las arterias importantes de conducciones de alcantarillado se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 metro respecto a los cables eléctricos de alta tensión.



**PROYECTO TIPO DE
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
SUBTERRÁNEAS
(> 36 kV)**

PT-LSAT.VI

Fecha: julio 2023

Edición: 1

Página 49 de 210

8. Protecciones

8.1. Protección contra sobretensiones

Los cables deberán protegerse contra las sobretensiones peligrosas, tanto de origen interno como de origen atmosférico.

Para ello se instalarán pararrayos de óxidos metálicos con las características indicadas en el apartado 4.7. en todos los sistemas de paso aéreo a subterráneo cuando la línea subterránea esté conectada a líneas aéreas, y en la llegada a las subestaciones en el pórtico de entrada o cuando la conexión se realice en una celda, ésta dispondrá de sistema de protección contra sobretensiones.

Las características de los pararrayos que se instalen, tomarán como referencia informativa lo indicado en la Norma NT-ALAT.01 de LA EMPRESA

Deberá cumplirse en lo referente a coordinación de aislamiento y puesta a tierra de los pararrayos, con lo indicado en las instrucciones ITC-RAT 12 e ITC-RAT 13, respectivamente, del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión.

En lo referente a protecciones contra sobretensiones serán de consideración igualmente las especificaciones establecidas por las Normas UNE-EN IEC 60071-1, UNE-EN IEC 60071-2, y UNE-EN IEC 60099-5.

9. Contenidos del Proyecto Simplificado

Cada Proyecto Simplificado, diseñado al amparo del presente Proyecto Tipo, deberá aportar los siguientes documentos, de cara a su legalización ante los distintos organismos, mediante el que se solicitará la correspondiente Autorización Administrativa, aprobación de Proyecto, declaración de Utilidad Pública si procede, y posterior puesta en marcha de las instalaciones.

El contenido del Proyecto Simplificado debe ser conforme a la legislación vigente que sea de aplicación y a lo prescrito en el presente Proyecto Tipo, considerándose los relacionados a continuación, documentos mínimos de que debe constar el Proyecto Simplificado, sin perjuicio de que por características de la instalación, de su emplazamiento o de exigencias de organismos competentes o afectados puedan considerarse necesarios, tal es el caso de

MEMORIA

documentos relacionados con la protección del medio ambiente, de salvaguarda bienes de interés cultural o patrimonial, de la seguridad de los servicios públicos, etc.

9.1. Memoria

Justificará la finalidad de la instalación razonando su necesidad o conveniencia y el objetivo final.

Se describirá la instalación proyectada, identificando:

- Denominación de la instalación.
- Referencia en el Objeto del Proyecto a la aprobación del Plan de Inversión aplicable, en los casos que proceda.
- Justificación de la necesidad de la línea.
- Ubicación y accesos.
- Descripción del trazado de la línea, indicando las provincias y términos municipales afectados.
- Descripción de la línea a establecer, señalando sus características generales así como las de los principales elementos que se prevea utilizar.
- Relación de cruzamientos, paralelismos y demás situaciones reguladas por el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias, con los datos necesarios para su localización e identificación de los propietarios, entidad u órgano afectado, mediante la realización de una visita a campo y/o la utilización de información disponible en herramientas informáticas de referencia.

9.2. Cálculos

9.2.1. Cálculos Eléctricos

Se realizarán los cálculos eléctricos precisos aportando los siguientes resultados:

- Resistencia.
- Reactancia del conductor.

- Capacidad.
- Intensidad máxima admisible.
- Intensidad de cortocircuito admisible en el conductor.
- Intensidades de cortocircuito admisibles en las pantallas.
- Caída de tensión.
- Pérdida de potencia.

9.3. Presupuesto

Cada Proyecto Simplificado dispondrá de un presupuesto dónde se desarrolle cada uno de los capítulos recogidos en el documento correspondiente de este Proyecto Tipo.

El documento Presupuesto que figura en el presente Proyecto Tipo contiene una capitulación orientativa de los apartados del presupuesto del Proyecto Simplificado, sin perjuicio de que el proyectista los extienda a cuantas partidas presupuestarias sean necesarias en cada caso.

9.4. Planos

Cada Proyecto Simplificado contendrá al menos los siguientes planos:

- Planos de situación y emplazamiento.

Podrán formar parte de un mismo plano con sus correspondientes escalas o bien presentarse en planos separados. En cualquier caso se indicará el Norte Geográfico y la escala a utilizar será no inferior a 1/50.000 para el plano de situación, y a escalas 1/5.000 o 1/10.000 para el de emplazamiento. En el plano se indicará la ubicación de la instalación proyectada de tal modo que se refleje de forma inequívoca su localización y accesos. Se utilizarán preferentemente los formatos A4 ó A3 para ambos.

- Plano de planta.

Plano a escala mínima 1:1.000, situándose en planta todos los servicios que existan en el ancho de la franja de terreno ocupada por la canalización ampliando en un mínimo de la mitad de anchura de canalización, a cada lado de la misma. Se utilizarán preferentemente los formatos A4, A3 ó A1, según escala.

- Planos de detalle de cruzamientos y paralelismos, especiales en caso de existir.

Planos en los que se señalará para cada cruzamiento y paralelismo el cumplimiento de las condiciones mínimas reglamentarias establecidas. Se utilizará preferentemente el formato A3.

- Esquema del tipo de conexionado de las pantallas de los cables aislados. Se utilizarán preferentemente los formatos A4 ó A3.
- Planos de detalles constructivos no incluidos en los planos del presente Proyecto Tipo. Se utilizarán preferentemente los formatos A4 ó A3.

9.5. Estudio de Seguridad y Salud

El estudio de seguridad y salud tiene que ser coherente con el proyecto, y formando parte del mismo, partiendo de todos los elementos proyectados y de unas hipótesis de ejecución, debe contener las medidas de prevención y protección técnicas necesarias para la realización de la obra en condiciones de seguridad y salud.

En este sentido el estudio deberá contemplar la totalidad de las actividades que se prevea realizar en la obra, incluidas aquellas para las que administrativamente se exija un proyecto específico, una memoria valorada o cualquier otro documento de similares características.

El estudio de seguridad y salud (elaborado junto con el proyecto) deberá ser realizado por un técnico competente designado por el promotor.

El estudio contendrá, como mínimo, los siguientes documentos:

- a) Memoria descriptiva de los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares que hayan de utilizarse (o cuya utilización pueda preverse), identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados (indicando a tal efecto las medidas técnicas necesarias para ello), relación de los riesgos que no puedan eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlarlos y reducirlos y valorando su eficacia cuando se propongan medidas alternativas.

Asimismo, se incluirá la descripción de los servicios sanitarios y comunes de que deberá estar dotado el centro de trabajo de la obra, en función del número de trabajadores que vayan a utilizarlos.

En la elaboración de la memoria habrán de tenerse en cuenta las condiciones del entorno en que se realice la obra, así como la tipología y características de los materiales y elementos que hayan de utilizarse, determinación del proceso constructivo y orden de ejecución de los trabajos.

Los riesgos derivados de la utilización de equipos de trabajo (máquinas, aparatos, o instrumentos) deberán ser identificados en relación con el entorno de la obra en la que se encuentren. No se considerarán por tanto los riesgos propios de dichos equipos que no tengan tal relación, evitándose así la redacción de listados genéricos.

- b) Pliego de condiciones particulares en el que se tendrán en cuenta las normas legales y reglamentarias aplicables a las especificaciones técnicas propias de la obra de que se trate, así como las prescripciones que se habrán de cumplir en relación con las características, la utilización y la conservación de las máquinas, útiles, herramientas, sistemas y equipos preventivos.
- c) Planos en los que se desarrollarán los gráficos y esquemas necesarios para la mejor definición y comprensión de las medidas preventivas definidas en la Memoria, con expresión de las especificaciones técnicas necesarias.
- d) Presupuesto: mediciones de todas aquellas unidades o elementos de seguridad y salud en el trabajo que hayan sido definidos o proyectados. Como criterio general, todo aquello que se ha valorado en el proyecto no debe ser medido y valorado nuevamente en el estudio de seguridad y salud. El presupuesto ha de cuantificar el conjunto de gastos previstos para la aplicación y ejecución del estudio de seguridad y salud y que se obtiene valorando cada una de las unidades medidas según el cuadro de precios unitarios.

Principios generales aplicables al proyecto

De conformidad con la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, los principios generales de prevención en materia de seguridad y de salud previstos en su artículo 15 deberán ser tomados en consideración por el proyectista en las fases de concepción, estudio y elaboración del proyecto de obra y en particular:

- Al tomar las decisiones constructivas, técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que se desarrollarán simultánea o sucesivamente.
- Al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases del trabajo.

El proyectista deberá tomar en consideración los siguientes principios generales:

- Evitar los riesgos.
- Evaluar los riesgos que no se puedan evitar.
- Combatir los riesgos en su origen.
- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de producción, con miras, en particular, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud.

- Tener en cuenta la evolución de la técnica.
- Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro.
- Planificar la prevención, buscando un conjunto coherente que integre en ella la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.

9.6. Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición

De acuerdo con el RD 105/2008 por la que se regula la gestión de los residuos de construcción y demolición, será imprescindible la confección de un Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición, conforme a lo dispuesto en el art 4, de obligaciones del productor de residuos de construcción y demolición.

Este estudio servirá de base para que la empresa que en un futuro sea la encargada de realizar la ejecución de las obras, redacte y presente al Promotor del Proyecto específico y a su vez de la Obra a ejecutar, un Plan de Gestión en el que refleje como llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra, en cumplimiento del Artículo 5, de obligaciones del poseedor de residuos de construcción y demolición, del citado Real Decreto.

Dicho Plan de Gestión de Residuos, una vez aprobado por la Dirección Facultativa y aceptado por LA EMPRESA, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.



**PROYECTO TIPO DE
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
SUBTERRÁNEAS
(> 36 kV)**

PT-LSAT.VI

Fecha: julio 2023

Edición: 1

Página 55 de 210

CÁLCULOS



**PROYECTO TIPO DE
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
SUBTERRÁNEAS
(> 36 kV)**

PT-LSAT.VI

Fecha: julio 2023

Edición: 1

Página 56 de 210

Índice

1. OBJETIVO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN	57
2. CÁLCULOS ELÉCTRICOS	57
2.1. RESISTENCIA	57
2.2. REACTANCIA DEL CONDUCTOR	59
2.3. CAPACIDAD	60
2.4. INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE	61
2.5. INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLES EN LOS CONDUCTORES	65
2.6. INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLES EN LAS PANTALLAS	67
2.7. CAÍDA DE TENSIÓN	70
2.8. PÉRDIDA DE POTENCIA	70

1. Objetivo y ámbito de aplicación

El presente documento tiene por objeto establecer los criterios de cálculo que han de tenerse en cuenta a la hora de diseñar y dimensionar las instalaciones recogidas en el Proyecto Tipo al que hace referencia.

Será de obligado cumplimiento en todas las nuevas instalaciones, ampliaciones y modificaciones de instalaciones existentes, tanto para las obras promovidas por la distribuidora, como para aquellas realizadas en colaboración con Organismos Oficiales, o por personas físicas o jurídicas, y que vayan a ser cedidas a LA EMPRESA

2. Cálculos Eléctricos

2.1. Resistencia

La resistencia R del conductor, en ohmios por kilómetro, varía con la temperatura T de funcionamiento de la línea. Para los cables utilizados en las líneas objeto del presente Proyecto Tipo se adopta el valor de temperatura máxima de funcionamiento de 90 °C. El valor de la resistencia R viene determinado por la expresión:

$$R = R' \cdot (1 + \gamma_s + \gamma_p)$$

Donde:

R' = resistencia del conductor con corriente continua a la temperatura máxima de servicio (Ω/m).

γ_s = factor de efecto pelicular.

γ_p = factor de efecto de proximidad.

$$R' = R_0 \cdot (1 + \alpha_{20} \cdot (\theta - 20))$$

Donde:

R_0 = resistencia del conductor en corriente continua a 20 °C (Ω/m). Su valor se toma directamente de la tabla2 de la UNE-EN 60228.

α_{20} = coeficiente de variación de temperatura con valores de 0,00403 para el aluminio y 0,00393 para el cobre.

θ = temperatura máxima de servicio en grados Celsius.

$$Y_s = \frac{x_s^4}{192 + 0,8 \cdot x_s^4}$$

Donde:

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

El valor de ks aparece indicado en la Norma UNE 21144-1-1, y será igual a 1 para conductores circulares y 0,435 para conductores segmentados con 4 segmentos.

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

Donde:

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

d_c = diámetro del conductor en mm

s = distancia entre ejes de conductores en mm

El valor de k_p aparece indicado en la Norma UNE 21144-1-1, será igual a 1 para conductores circulares y 0,37 para conductores segmentados con cuatro segmentos.

Conductor	Sección nominal (mm²)	Nº circuitos	R₂₀ [Ω/Km.]	R₉₀ [Ω/Km.]
HEPRZ1 36/66 kV. 1x630 Al	630	1	0,0469	0,0601
HEPRZ1 36/66 kV. 1x630 Al	630	2	0,0469	0,0601
HEPRZ1 36/66 kV. 1x800 Al	800	1	0,0367	0,0471
HEPRZ1 36/66 kV. 1x800 Al	800	2	0,0367	0,0471
RHZ1 76/132 kV. 1x630 Al	630	1	0,0469	0,0601
RHZ1 76/132 kV. 1x630 Al	630	2	0,0469	0,0601
RHZ1 76/132 kV. 1x800 Al	800	1	0,0367	0,0471
RHZ1 76/132 kV. 1x800 Al	800	2	0,0367	0,0471
RHZ1 76/132 kV. 1x1.200 Cu	1200	1	0,1510	0,1925
RHZ1 76/132 kV. 1x1.200 Cu	1200	2	0,1510	0,1925

2.2. Reactancia del Conductor

La reactancia kilométrica de la línea se calcula según la expresión:

$$X = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L \text{ (}\Omega/\text{km)}$$

Y sustituyendo en ella el coeficiente de autoinducción L por su valor:

$$L = \left(K + 4,605 \cdot \log \frac{2 \cdot D_m}{d} \right) \cdot 10^{-4}$$

Se llega a:

$$X = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot \left(K + 4,605 \cdot \log \frac{2 \cdot D_m}{d} \right) \cdot 10^{-4}$$

Donde:

X= Reactancia (Ω/km)

f= Frecuencia de la red (Hz)

D_m = Separación media geométrica entre conductores (mm)

d= diámetro del conductor (mm)

K= constante que toma el valor 0,5.

Conductor	Reactancia inductiva (Ω/km)
HEPRZ1 36/66 kV. 1x630 Al	0,115
HEPRZ1 36/66 kV. 1x800 Al	0,110
RHZ1 76/132 kV. 1x630 Al	0,123
RHZ1 76/132 kV. 1x800 Al	0,117
RHZ1 76/132 kV. 1x1.200 Cu	0,107

2.3. Capacidad

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

$$C = \frac{\varepsilon}{18 \cdot \ln \left(\frac{D_i}{d_c} \right)} \quad (\mu F/km)$$

Donde:

ε = es la permitividad relativa del material. Se tomará el valor de 2,5 para XLPE y 3 para HEPR

D_i = diámetro exterior del aislamiento (con exclusión de la pantalla semiconductora)

d_c = diámetro del conductor, incluida la capa semiconductora [mm]

En cuanto a la intensidad de carga es la corriente capacitiva que circula debido a la capacidad entre el conductor y la pantalla. La corriente de carga en servicio trifásico simétrico para la tensión más elevada de la red es:

$$I_c = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C \cdot \frac{U_m}{\sqrt{3}} \cdot 10^{-3} \quad (A/km)$$

Donde:

C= capacidad ($\mu F/km$)

U_m = Tensión más elevada de la red (kV.)

Conductor	Sección nominal (mm ²)	Capacidad ($\mu F/km$)	Intensidad de carga capacitiva (A/km)
HEPRZ1 36/66 kV. 1x630 Al	630	0,339	4,475
HEPRZ1 36/66 kV. 1x800 Al	800	0,377	4,960
RHZ1 76/132 kV. 1x630 Al	630	0,203	5,341
RHZ1 76/132 kV. 1x800 Al	800	0,231	6,085
RHZ1 76/132 kV. 1x1.200 Cu	1200	0,291	7,653

2.4. Intensidad máxima admisible

El valor de la intensidad que puede circular en régimen permanente, sin provocar un calentamiento exagerado del conductor, depende del tipo de instalación. La intensidad admisible del cable deberá corregirse teniendo en cuenta cada una de las características de la instalación real.

Los valores de las intensidades máximas admisibles se recogerán en cada Proyecto Simplificado, y vendrá determinada por los siguientes parámetros:

- a) Disposición de los cables unipolares: Tresbolillo, simple y doble circuito.
- b) Método de instalación: En tubulares hormigonados
- c) Profundidad de la canalización: 1,55 metros
- d) Resistividad térmica del terreno
- e) Temperatura máxima en el conductor: 90° C.
- f) Temperatura del terreno: 25° C.
- g) Temperatura del aire: 40° C.
- h) Resistividad térmica del tubo 3,5 K·m/W.
- i) \varnothing int tubo > 1,5 x \varnothing cable.

El cálculo de la intensidad máxima admisible en cada conductor viene determinada según la siguiente expresión:

$$I = \left[\frac{\Delta\theta - W_d \cdot [0,5 \cdot T_1 + n \cdot (T_2 + T_3 + T_4)]}{R \cdot T_1 + n \cdot R \cdot (1 + \lambda_1) \cdot T_2 + n \cdot R \cdot (1 + \lambda_1 + \lambda_2) \cdot (T_3 + T_4)} \right]^{0,5}$$

Donde:

$\Delta\theta$ = es el calentamiento del conductor respecto a la temperatura ambiente (K).

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).

n = es el número de conductores aislados en servicio en el cable (conductores de la misma sección y transportando la misma carga).

T_2 = es la resistencia térmica, por unidad de longitud, del relleno de asiento entre la envolvente y la armadura (K·m/W).

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.

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).

λ_1 = es la relación de 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.

En los párrafos siguientes se indica el cálculo de cada uno de los parámetros anteriores:

- Las pérdidas dieléctricas W_d , se determinan según la siguiente expresión:

$$W_d = \omega \cdot C \cdot U_0^2 \cdot \text{tg}\delta$$

Donde:

$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$, siendo f la frecuencia (Hz), en las líneas objeto del presente documento=50

C = capacidad por unidad de longitud (F/m), determinada en el apartado 2.3.

U_0 = tensión con relación a tierra (V).

Los valores de $\text{tg } \delta$, factor de pérdidas del aislamiento a frecuencia y temperatura de servicio vienen dados en la tabla 3 de la Norma UNE 21144-1-1. Para los conductores utilizados en las líneas objeto del presente documento serán:

Aislamiento	tg δ
HEPR	0,005 ⁽¹⁾
XLPE	0,001

⁽¹⁾ Valor EPR tomado de la norma UNE 21144-1-1

- T_1 se determina según la siguiente expresión:

$$T_1 = \frac{\rho_T}{2 \cdot \pi} \cdot \ln \cdot \left[1 + \frac{2 \cdot t_1}{D_c} \right]$$

Donde:

ρ_T = resistividad térmica del aislamiento (K·m/W).

t_1 = espesor del aislamiento entre conductor y envolvente (mm).

d_c = diámetro del conductor (mm).

- T₂ se determina según la siguiente expresión:

$$T_2 = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \rho_T \cdot \ln \left[1 + \frac{2 \cdot t_2}{D_s} \right]$$

Donde:

t₂ = espesor del aislamiento de la armadura (mm).

D_s = diámetro exterior de la cubierta (mm).

- T₃ se determina según la siguiente expresión:

$$T_3 = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \rho_T \cdot \ln \left[1 + \frac{2 \cdot t_3}{D'_a} \right]$$

Donde:

t₃ = espesor del revestimiento exterior (mm).

D'_a = diámetro exterior de la armadura (mm). En los cables no armados es el diámetro del componente inmediatamente debajo, por ejemplo, una cubierta, una pantalla o un revestimiento.

- T₄ se determina según la siguiente expresión:

$$T_4 = T'_4 + T''_4 + T'''_4$$

Donde:

T'₄ = resistencia térmica del intervalo de aire entre la superficie del cable y la superficie interior del conducto.

T''₄ = resistencia térmica del material que constituye el conducto en el que se instala el cable.

T'''₄ = resistencia térmica entre la superficie exterior del conducto y el medio ambiente.

T'₄ se determina según la siguiente expresión:

$$T'_4 = \frac{U}{1 + 0,1 \cdot (V + Y \cdot \theta_m) \cdot D_e}$$

Donde:

U, V e Y son constantes que dependen del tipo de instalación, y cuyos valores se pueden obtener de la tabla 4 de la Norma UNE 21144-2-1.

D_s = diámetro exterior del cable.

θ_m = temperatura media del medio que rellena el espacio entre el cable y el conducto.

T_4'' se determina según la siguiente expresión:

$$T_4'' = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \rho_T \cdot \ln \left(\frac{D_0}{D_d} \right)$$

Donde:

D_0 = diámetro exterior el conducto (mm).

D_d = diámetro interior del conducto (mm).

ρ_T = resistividad térmica del material constructivo del conducto (K·m/W).
En la tabla 1 de la Norma UNE 21144-2-1 se indican los valores de la resistividad térmica de los materiales más utilizados.

T_4''' se determina según lo dispuesto en el apartado 2.2.3 de la Norma UNE 21144-2-1, según el tipo de instalación.

- λ_1 se determinará según la siguiente expresión:

$$\lambda_1 = \lambda_1' + \lambda_1''$$

Donde:

λ_1' = pérdidas debidas a las corrientes de circulación.

λ_1'' = pérdidas debidas a las corrientes de Foucault.

λ_1' y λ_1'' se calcularán según lo dispuesto en el apartado 2.3 de la Norma UNE 21144-1-1, en función del tipo de conductor, tipo de instalación y conexión a tierra de los conductores.

- λ_2 en las instalaciones objeto del presente Proyecto Tipo es:

$$\lambda_2 = 0$$

La intensidad máxima admisible para cada instalación dependerá de varios aspectos como la longitud de la línea, características de la zanja, la existencia o no de empalmes de conductores, el sistema de puesta a tierra, etc., por lo que se determinará para cada instalación en su correspondiente Proyecto Simplificado.

La intensidad nominal de la línea se calcula mediante la expresión:

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

Donde:

P = potencia transportada [kW]

U = tensión compuesta de la línea [kV]

La potencia considerada dependerá de la configuración eléctrica de la red de distribución en cada momento. A efectos de cálculo lo que establecemos es la potencia máxima que se le podrá asignar a la línea, limitada por la intensidad máxima admisible del conductor según el tipo de instalación. El valor así obtenido permitirá a la distribuidora adoptar la toma de decisiones futuras en el sentido de configuración de la red. La potencia máxima se determinará según la siguiente expresión:

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

Donde:

P_{max}: potencia máxima [kW]

I_{max}: intensidad máxima [A]

Cosφ: factor de potencia.

2.5. Intensidades de Cortocircuito Admisibles en los Conductores

Intensidades que se indican en la siguiente tabla, en kA, corresponden a una temperatura alcanzada por el conductor de 250 °C, máxima asignada al mismo en un cortocircuito de duración máxima 5 segundos y por la naturaleza de la mezcla aislante, suponiendo que todo el calor desprendido durante el proceso es absorbido por el propio conductor.

La intensidad máxima de cortocircuito para las diferentes duraciones de cortocircuito se determina según la siguiente expresión:

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

Donde:

I_{AD} = intensidad de cortocircuito (A).

t = duración del cortocircuito (s).

K = constante que depende del material componente del conductor de corriente ($A \cdot s^{1/2} / mm^2$).

S = sección geométrica del componente conductor de corriente (mm^2).

θ_f = temperatura final ($^{\circ}C$). En las líneas objeto del presente documento $\theta_f = 250^{\circ}C$.

θ_i = temperatura inicial ($^{\circ}C$). En las líneas objeto del presente documento $\theta_i = 90^{\circ}C$.

β = inversa de variación de resistencia con la temperatura del componente conductor de corriente. El valor de β se indica en la tabla 1 de la Norma UNE 21192, y es igual a 234,5 para cobre, y 228 para aluminio.

El valor de K se determina según la siguiente expresión:

$$K = \sqrt{\frac{\sigma_c \cdot (\beta + 20) \cdot 10^{-12}}{\rho_{20}}}$$

Donde:

σ_c = calor específico volumétrico, a 20 $^{\circ}C$ del componente conductor de corriente ($J/K \cdot m^3$). El valor de σ_c se indica en la tabla 1 de la Norma UNE 21192, y es igual a $3,45 \cdot 10^6$ para cobre, y $2,5 \cdot 10^6$ para aluminio.

ρ_{20} = resistividad eléctrica, a 20 $^{\circ}C$, del componente conductor de corriente (Ω/m). El valor de ρ_{20} se indica en la tabla 1 de la Norma UNE 21192, y es igual a $1,7241 \cdot 10^{-8}$ para cobre, y $2,8264 \cdot 10^{-8}$ para aluminio.

A modo orientativo se indican en la siguiente tabla los valores de I_{AD} en (KA) para diferentes duraciones de cortocircuito. Estos valores podrán variar para cada fabricante:

Conductor HEPR 36/66 kV	Duración del cortocircuito (s)									
	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
1 x 630 Al	179,3	125,85	102,7	79,75	72,9	56,55	46,63	40,15	36,17	33,39
1 x 800 Al	234,99	165,17	135,42	104,42	95,99	73,82	61,09	52,49	47,39	43,46

Conductor XLPE 76/132 kV	Duración del cortocircuito (s)									
	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
1 x 630 Al	187,72	133,8	108,07	84,85	76,22	60,2	47,98	42,75	37,07	33,81

Conductor XLPE 76/132 kV	Duración del cortocircuito (s)									
	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
1 x 800 Al	239,2	169,14	138,1	106,97	97,65	75,64	61,76	53,79	47,84	43,67
1 x 1200 Cu	542,17	383,37	313,02	242,47	221,34	171,44	139,99	121,23	108,43	98,99

2.6. Intensidades de Cortocircuito Admisibles en las Pantallas

Las intensidades de cortocircuito admisibles en las pantallas se determinan del mismo modo que para los conductores, aplicando un factor no adiabático "ε". Para realizar estos cálculos, será necesario determinar la temperatura máxima en las pantallas al inicio del cortocircuito, que se determinará según la siguiente expresión:

$$\theta_i = \theta_j + T_2 \cdot (W_c + W_d + W_s)$$

Donde:

θ_i = temperatura de las pantallas (K).

θ_j = temperatura del tubo (K).

T_2 = es la resistencia térmica, por unidad de longitud, del relleno de asiento entre la envolvente y la armadura (K·m/W).

W_c = pérdidas en el conductor (W/m).

W_d = pérdidas dieléctricas (W/m).

W_s = pérdidas en las pantallas (W/m).

En los párrafos siguientes se indica el cálculo de cada uno de los parámetros anteriores:

- θ_j se determina según la siguiente expresión:

$$\theta_j = \theta_s + T_3 \cdot (W_c + W_d + W_s + W_a)$$

Donde:

θ_s = temperatura del exterior del tubo.

T_3 = es la resistencia térmica, por unidad de longitud, del revestimiento exterior del cable (K·m/W).

W_a = pérdidas en la armadura.

θ_s se determina según la siguiente expresión:

$$\theta_s = \theta_{amb} + T_4 \cdot (W_c + W_d + W_s + W_a)$$

Donde:

θ_{amb} = temperatura ambiente = 25 °C = 298,15 K.

T_4 = es la resistencia térmica, por unidad de longitud, entre la superficie del cable y el medio circundante.

- W_c se determina según la siguiente expresión:

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

Donde:

I = intensidad máxima admisible (A)

R = resistencia del conductor en corriente alterna, a temperatura máxima de trabajo del conductor (Ω/m)

- W_d se determina según la siguiente expresión:

$$W_d = \omega \cdot C \cdot U_0^2 \cdot \tan \delta$$

Donde:

$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$, siendo f la frecuencia (Hz), en las líneas objeto del presente documento = 50

C = capacidad por unidad de longitud (F/m), determinada en el apartado 2.3.

U_0 = tensión con relación a tierra (V).

Los valores de $\tan \delta$, factor de pérdidas del aislamiento a frecuencia y temperatura de servicio vienen dados en la tabla 3 de la Norma UNE 21144-1-1. Para los conductores utilizados en las líneas objeto del presente documento serán:

Aislamiento	$\tan \delta$
HEPR	0,005 ⁽¹⁾
XLPE	0,001

(1) Valor EPR tomado de la norma UNE 21144-1-1

- W_s se determina según la siguiente expresión:

$$W_s = \lambda_1 \cdot W_c$$

Donde:

λ_1 = es la relación de pérdidas en la cubierta metálica o pantalla con respecto a las pérdidas totales en todos los conductores de ese cable.

- W_a se determina según la siguiente expresión:

$$W_a = \lambda_2 \cdot W_c$$

Donde:

λ_2 = es la relación de las pérdidas en la armadura respecto a las pérdidas totales en todos los conductores de ese cable.

El factor no adiabático se determinará según la siguiente expresión:

$$\varepsilon = 1 + 0,061 \cdot M \cdot \sqrt{t} - 0,069 \cdot (M \cdot \sqrt{t})^2 + 0,0043 \cdot (M \cdot \sqrt{t})^3$$

Donde:

t = duración del cortocircuito (s).

M = factor que se determina según la siguiente expresión:

$$M = \frac{\left(\sqrt{\frac{\sigma_2}{\rho_2}} + \sqrt{\frac{\sigma_3}{\rho_3}} \right)}{2 \cdot \sigma_1 \cdot \delta \cdot 10^{-3}} \cdot F$$

Donde:

σ_1 y σ_2 = valores específicos volumétricos de los medios adyacentes a la pantalla (J/K·m³).

ρ_2 y ρ_3 = resistividades térmicas de los medios adyacentes a la pantalla (K·m/W).

σ_1 = calor específico volumétrico de la pantalla (J/K·m³).

δ = espesor de la pantalla (mm).

F = factor de valor igual a 0,7 cuando componente metálico no está totalmente pegado a una de las caras del medio adyacente, en cuyo caso este factor será igual a 0,9.

En la tabla siguiente se reflejan, en kA, las intensidades admisibles en la pantalla de cobre en función del tiempo de duración del cortocircuito.

Sección pantalla (mm)	Duración del cortocircuito (s)							
	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	1,0	1,5	2,0
205	99,42	70,69	57,95	45,16	38,34	32,25	26,51	23,7

2.7. Caída de Tensión

La caída de tensión por resistencia y reactancia de una línea viene dada por la fórmula:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot (R \cdot \cos\varphi + X \cdot \sin\varphi) \cdot L$$

Donde:

ΔU = caída de tensión (V).

I = intensidad de la línea (A)

R = resistencia del conductor (Ω/km).

X = reactancia inductiva (Ω/km).

L = longitud de la línea (km)

Teniendo en cuenta que:

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

Donde:

P = potencia transportada [kW]

U = tensión compuesta de la línea [kV]

La caída de tensión en tanto por ciento de la tensión compuesta será:

$$\Delta U (\%) = P \cdot \frac{L}{10 \cdot U^2} \cdot (R + X \cdot \tan\varphi)$$

2.8. Pérdida de potencia

La fórmula a aplicar para calcular la pérdida de potencia es la siguiente:

$$\Delta P = 3 \cdot I^2 \cdot L \cdot R$$

Donde:

P= potencia transportada [kW]

ΔP = pérdida de potencia en (W)

I= intensidad de la línea (A)

R= resistencia del conductor en (Ω /km)

L= longitud de la línea, en km

Teniendo en cuenta que:

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

Donde:

P: potencia activa entregada por la línea en kW

U: tensión compuesta en el extremo de la línea en kV

Cos φ : factor de potencia

La pérdida de potencia en tanto por ciento será:

$$\Delta P(\%) = \frac{R \cdot L \cdot R}{10 \cdot U^2 \cdot \cos^2 \varphi}$$



**PROYECTO TIPO DE
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
SUBTERRÁNEAS
(> 36 kV)**

PT-LSAT.VI

Fecha: julio 2023

Edición: 1

Página 72 de 210

PLIEGO DE CONDICIONES



**PROYECTO TIPO DE
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
SUBTERRÁNEAS
(> 36 kV)**

PT-LSAT.VI

Fecha: julio 2023

Edición: 1

Página 73 de 210

Índice

1. OBJETIVO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN	74
2. CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVO	75
2.1.DIRECCIÓN FACULTATIVA	75
2.2.EMPRESA INSTALADORA O CONTRATISTA	75
3. CONDICIONES DE ÍNDOLE ADMINISTRATIVO	76
3.1.ANTES DEL INICIO DE LAS OBRAS	76
3.2.PROYECTO DE LA INSTALACIÓN.....	76
3.3.DOCUMENTACIÓN FINAL.....	77
4. CONSIDERACIONES GENERALES.....	78
4.1.INSPECCIÓN.....	78
4.2.CONSIDERACIONES PREVIAS	78
4.3.ORDEN DE LOS TRABAJOS	79
4.4.REPLANTEO	79
4.5.MARCHA DE LAS OBRAS.....	79
5. CONDICIONES DE EJECUCIÓN Y MONTAJE	80
5.1.SUMINISTRO DE MATERIALES	80
5.1.1. Conductores de Potencia y Cables de Fibra Óptica	80
5.1.2. Hormigón	80
5.1.3. Tubos para Canalización Subterránea	81
5.1.4. Cinta de Señalización de Riesgo Eléctrico	84
5.1.5. Material para el Sistema de Puesta a Tierra	84
5.2.RECEPCIÓN Y ACOPIO	85
5.3.APERTURA DE ACCESOS	86
5.4.EJECUCIÓN DE LA CANALIZACIÓN	87
5.4.1. Descripción de los trabajos	87
5.4.2. Apertura de Zanja	88
5.4.3. Colocación de Tubos	90
5.4.4. Cruzamientos y Paralelismos	91
5.4.5. Relleno, Cierre de Zanjas y Reposición de Pavimento.....	92
5.4.6. Protección mecánica y Señalización	93
5.5.EJECUCIÓN DE ARQUETAS	93
5.6.EJECUCIÓN DE CÁMARAS DE EMPALME	94
5.7.MANEJO DE BOBINA.....	95
5.8.TENDIDO DE LOS CABLES	99
5.8.1. Extracción del cable desde la bobina	100
5.8.2. Tiro del cable.....	102
5.8.3. Condiciones límites de tendido	102
5.9.CONFECCIÓN E INSTALACIÓN DE TERMINALES Y EMPALMES	104
5.10.CONFECCIÓN DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	105
5.11.ENTRONQUES LÍNEA AÉREA SUBTERRÁNEA	105
5.12.TENDIDO DE CABLE DE FIBRA ÓPTICA.....	106
5.13.CONTROL DE CALIDAD, PRUEBAS Y ENSAYOS	106
5.13.1. Hormigón	106
5.13.2. Mandrilado de tubos	107
5.13.3. Ensayos de cables aislados con pantalla	108
5.13.4. Medidas reflectométricas del cable de comunicaciones	114

1. Objetivo y ámbito de aplicación

Este Pliego tiene por objeto establecer los criterios que han de cumplirse en la ejecución de Líneas de Alta Tensión Subterráneas (LSAT), así como los requisitos de los materiales que pasen a formar parte de la red de distribución de LA EMPRESA, en condiciones normales de instalación, de tensión nominal superior a 36 kV.

Será de obligado cumplimiento en todas las nuevas instalaciones, ampliaciones y modificaciones de instalaciones existentes, tanto para las obras promovidas por la distribuidora, como para aquellas realizadas en colaboración con Organismos Oficiales, o por personas físicas o jurídicas, y que vayan a ser cedidas a LA EMPRESA.

Las condiciones técnicas y operaciones a realizar que se indican en cada apartado, no tienen carácter limitativo. La empresa que ejecute el trabajo recogerá en su procedimiento, además de las aquí indicadas, todas las necesarias para la ejecución correcta del trabajo.

Este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares forma parte de la documentación del Proyecto Tipo de referencia y determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras.

Las dudas que se planteasen en su aplicación o interpretación serán dilucidadas por la Dirección Facultativa y siempre previa aceptación expresa de LA EMPRESA. Por el mero hecho de intervenir en la obra, se presupone que la empresa instaladora y las subcontratistas conocen y admiten el presente Pliego de Condiciones.

Este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares se refiere al suministro, instalación, pruebas, ensayos, mantenimiento, características y calidades de los materiales necesarios en la construcción de Líneas de Alta Tensión Subterráneas, con el fin de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar social y la protección del medio ambiente, siendo necesario que dichas instalaciones eléctricas se proyecten, construyan, mantengan y conserven de tal forma que se satisfagan los fines básicos de la funcionalidad, es decir de la utilización o adecuación al uso, y de la seguridad, concepto que incluye la seguridad estructural y la seguridad de utilización, de tal forma que el uso normal de la instalación no suponga ningún riesgo de accidente para las personas y cumpla la finalidad para la cual es diseñada y construida.

A tal efecto, todos los materiales deberán de disponer de una marca de calidad o certificación de conformidad, por parte del fabricante, que garantice la producción de los mismos bajo la normativa aplicable.



**PROYECTO TIPO DE
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
SUBTERRÁNEAS
(> 36 kV)**

PT-LSAT.VI

Fecha: julio 2023

Edición: 1

Página 75 de 210

2. Condiciones de Índole Facultativo

2.1. Dirección Facultativa

La Dirección Facultativa es la máxima autoridad en la obra o instalación. Con independencia de las responsabilidades y obligaciones que le asisten legalmente, será el único con capacidad legal para adoptar o introducir las modificaciones de diseño, constructivas o cambio de materiales que considere justificadas y sean necesarias en virtud del desarrollo de la obra.

En el caso de que la dirección de obra sea compartida por varios técnicos competentes, se estará a lo dispuesto en la normativa vigente.

La Dirección Facultativa velará porque los productos, sistemas y equipos que formen parte de la instalación dispongan de la documentación que acredite las características de los mismos, así como de los certificados de conformidad con las normas UNE, EN, IEC u otras que le sean exigibles por normativa o por prescripción del proyectista, así como las garantías que ostente.

2.2. Empresa Instaladora o Contratista

La empresa instaladora o Contratista es la persona física o jurídica legalmente establecida e inscrita en el Registro Industrial correspondiente del órgano competente en materia de energía, que usando sus medios y organización y bajo la dirección técnica de un profesional realiza las actividades industriales relacionadas con la ejecución, montaje, reforma, ampliación, revisión, reparación, mantenimiento y desmantelamiento de las instalaciones eléctricas que se le encomiende.

Además de poseer la correspondiente autorización del órgano competente en materia de energía, contará con la debida solvencia reconocida por la Dirección Facultativa.

El contratista se obliga a mantener contacto con LA EMPRESA o a través del Director de Obra, para aplicar las normas que le afecten y evitar criterios dispares.

El Contratista estará obligado al cumplimiento de lo dispuesto en la reglamentación de Seguridad y Salud en el Trabajo y cuantas disposiciones legales de carácter social estén en vigor y le afecten.

El Contratista deberá adoptar las máximas medidas de seguridad en el acopio de materiales y en la ejecución, conservación y reparación de las obras, para proteger a los obreros, público, vehículos, animales y propiedades ajenas de daños y perjuicios.

El Contratista deberá obtener todos los permisos, licencias y dictámenes necesarios para la ejecución de las obras y puesta en servicio, debiendo abonar los cargos, tasas e impuestos derivados de ellos.

Asimismo, el Contratista deberá incluir en la contrata la utilización de los medios y la construcción de las obras auxiliares que sean necesarias para la buena ejecución de las obras principales y garantizar la seguridad de las mismas

El Contratista cuidará de la perfecta conservación y reparación de las obras, subsanando cuantos daños o desperfectos aparezcan en las obras, procediendo al arreglo, reparación o reposición de cualquier elemento de la obra.

3. Condiciones de Índole Administrativo

3.1. Antes del Inicio de las Obras

Antes de comenzar la ejecución de esta instalación, la Propiedad o titular deberá designar a un técnico titulado competente como responsable de la Dirección Facultativa de la obra, quién, una vez finalizada la misma y realizadas las pruebas y verificaciones preceptivas, emitirá el correspondiente Certificado de Dirección y Finalización de Obra.

3.2. Proyecto de la Instalación

El proyecto constará de los documentos y contenidos preceptivamente establecidos en las normativas específicas que le son de aplicación, y como mínimo contemplará la documentación descriptiva que se recoge en correspondiente apartado del Proyecto Tipo considerada necesaria para la ejecución de una instalación con la calidad, funcionalidad y seguridad requerida.

El desarrollo de los apartados que componen el Proyecto Tipo presupone dar contenido al Proyecto Simplificado hasta el nivel de detalle que considere el proyectista, sin perjuicio de las omisiones, fallos o incumplimientos que pudieran existir en dicho documento y que en cualquier caso son responsabilidad del autor del mismo.

El Proyecto deberá ser elaborado y entregado a LA EMPRESA antes del comienzo de las obras.

3.3. Documentación Final

Concluidas las obras necesarias de la instalación eléctrica, ésta deberá quedar perfectamente documentada y a disposición de LA EMPRESA, incluyendo sus características técnicas, el nivel de calidad alcanzado, así como las instrucciones de uso y mantenimiento adecuadas a la misma, la cual contendrá como mínimo lo siguiente:

- a) Documentación administrativa y jurídica: datos de identificación de los profesionales y empresas intervinientes en la obra, acta de recepción de obra o documento equivalente, autorizaciones administrativas y cuantos otros documentos se determinen en la legislación.
- b) Documentación técnica: el documento técnico de diseño correspondiente, los certificados técnicos y de instalación, así como otra información técnica sobre la instalación, equipos y materiales instalados. Se deberá incluir, además, tanto el esquema unifilar, como la documentación gráfica necesaria.
- c) Certificado de Dirección de Obra: Es el documento emitido por el Técnico Facultativo competente, en el que certifica que ha dirigido eficazmente los trabajos de la instalación proyectada, asistiendo con la frecuencia que su deber de vigilancia del desarrollo de los trabajos ha estimado necesario, comprobando finalmente que la obra está completamente terminada y que se ha realizado de acuerdo con la especificaciones contenidas en el proyecto de ejecución presentado, con la modificaciones de escasa importancia que se indiquen, cumpliendo, así mismo, con la legislación vigente relativa a los Reglamentos de Seguridad que le sean de aplicación.
- d) Certificado de Instalación: Es el documento emitido por la empresa instaladora y firmado por el profesional habilitado adscrito a la misma que ha ejecutado la correspondiente instalación eléctrica, en el que se certifica que la misma está terminada y ha sido realizada de conformidad con la reglamentación vigente y con el documento técnico de diseño correspondiente, habiendo sido verificada satisfactoriamente en los términos que establece dicha normativa específica, y utilizando materiales y equipos que son conformes a las normas y especificaciones técnicas declaradas de obligado cumplimiento.
- e) Certificado de Garantía de la Instalación: el contratista entregará a LA EMPRESA el correspondiente certificado de garantía, todos los certificados de garantía de los materiales suministrados emitidos por los correspondientes fabricantes, así como los certificados de todos los ensayos realizados.
- f) Acta de puesta en marcha: se entregará toda la documentación que requiera la administración en cada caso y/o zona.

4. Consideraciones Generales

Se prohíbe toda variación sobre el contenido del proyecto y sobre las prescripciones de este documento, salvo que la Dirección Facultativa lo autorice expresamente por escrito, y cuente con la aprobación previa y expresa de LA EMPRESA.

La construcción de Líneas de Alta Tensión Subterráneas requiere el conocimiento de toda la normativa vigente de aplicación así como de las Normas y Especificaciones de referencia informativa de LA EMPRESA referidas a materiales, Proyectos Tipo, y otros documentos normativos de criterios de ejecución, tales como UNE, UNESA, etc.

4.1. Inspección

En el proceso de ejecución de todas aquellas obras que pretendan ser cedidas a LA EMPRESA, el promotor estará obligado a comunicar el inicio de los trabajos a fin de que LA EMPRESA pueda realizar las labores de inspección precisas.

4.2. Consideraciones Previas

Las instalaciones serán ejecutadas por empresas instaladoras legalmente constituidas, y deberán realizarse conforme a lo que establece el presente Pliego de Condiciones Técnicas y a la reglamentación vigente, cumpliéndose además, todas las disposiciones legales que sean de aplicación en materia de seguridad y salud en el trabajo.

Como regla general, todas las obras se ejecutarán con materiales de calidad reconocida, de acuerdo con los planos del proyecto, y cualquier modificación sólo podrá realizarse previa autorización por escrito de la Dirección Facultativa.

La Dirección Facultativa rechazará todas aquellas partes de la instalación que no cumplan los requisitos reglamentarios para ellas exigidas, obligándose la empresa instaladora o Contratista a sustituirlas.

Antes de la instalación, el Contratista presentará a la Dirección Facultativa y/o Gestor de LA EMPRESA los catálogos, muestras, etc., que se precisen para la recepción de los distintos materiales. No se podrán emplear materiales sin que previamente hayan sido aceptados por la Dirección Facultativa.

Se realizarán cuantos análisis y pruebas se ordenen por la Dirección Facultativa aunque no estén indicadas en este Pliego.



**PROYECTO TIPO DE
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
SUBTERRÁNEAS
(> 36 kV)**

PT-LSAT.VI

Fecha: julio 2023

Edición: 1

Página 79 de 210

Este control previo no constituye recepción definitiva, pudiendo ser rechazados por la Dirección Facultativa y/o Gestor de LA EMPRESA, aún después de colocado, si no cumpliera con las condiciones exigidas en este Proyecto Tipo, debiendo ser reemplazados por el Contratista por otros que cumplan con las calidades exigidas.

Se comprobará que todos los elementos y componentes de la instalación coinciden con su desarrollo en el proyecto, y en caso contrario se redefinirán en presencia de la Dirección Facultativa y Gestor de LA EMPRESA. Una vez iniciadas las obras deberán continuarse sin interrupción y en plazo estipulado.

4.3. Orden de los Trabajos

La Dirección Facultativa y/o Gestor de LA EMPRESA fijará el orden que deben llevar los trabajos y el Contratista estará obligado a cumplir exactamente cuánto se disponga sobre el particular.

4.4. Replanteo

Para estos trabajos, la Dirección facultativa deberá actuar en coordinación con el Gestor de obra de LA EMPRESA.

El replanteo de la obra se hará por la Dirección Facultativa con el contratista, y será el encargado de la vigilancia y de dar cumplimiento a lo estipulado.

Antes de comenzar los trabajos se marcará en el terreno, por Instalador y en presencia de la Dirección Facultativa, las zonas donde se abrirán las zanjas marcando tanto su anchura como su longitud y la posición en la que se ubicarán las arquetas. Se procederá a la identificación de los servicios que puedan resultar afectados o que puedan condicionar y limitar la ejecución de la instalación de acuerdo al proyecto, siendo responsable el Contratista de los accidentes o desperfectos que se pudieran derivar del incumplimiento de lo señalado. Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones que se precisen.

4.5. Marcha de las Obras

Una vez iniciadas las obras deberán continuarse sin interrupción y en plazo estipulado.

5. Condiciones de Ejecución y Montaje

En este apartado se determinan las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de la obra civil, la instalación de los conductores y cables de fibra óptica, de las instalaciones que se desarrollen en aplicación del presente Proyecto Tipo.

5.1. Suministro de Materiales

5.1.1. Conductores de Potencia y Cables de Fibra Óptica

Los conductores serán suministrados adecuadamente protegidos contra daños o deterioros que puedan ocasionarse durante su manipulación.

La longitud de la bobina será la indicada por LA EMPRESA para cada obra, y en su defecto la longitud de bobina estándar para cada conductor. Se admite una tolerancia de -0% y +2% en la longitud de la bobina.

La masa bruta y neta, la tara, la longitud (o longitud y número de piezas, si se acuerda que se suministren en la misma bobina longitudes distintas de conductor), la designación, y cualquier otra identificación necesaria será marcada convenientemente en el interior del embalaje. Esta misma información, junto el número de pedido, el número de serie de fabricación y todas las marcas de expedición y cualquier otra información, aparecerá en la parte externa del embalaje.

5.1.2. Hormigón

Por norma general se usará hormigón de fabricación en planta, la dosificación mínima será de 200 kg./m³ y resistencia mecánica mínima de 200 kg./m².

El tiempo de llegada del hormigón a obra no superará las 2 horas desde su salida de planta.

En casos excepcionales se usará hormigón fabricado "in situ", siendo la dosificación mínima de cemento de 350 kg./m³, con la siguiente composición:

- 200 Kg. cemento P-350
- 1350 Kg. grava tamaño ≤ 40 mm.
- 675 Kg. arena seca
- 180 l de agua limpia

Tanto el cemento como los áridos serán medidos con elementos apropiados.

El amasado del hormigón se hará preferiblemente en hormigonera o en su defecto sobre chapas metálicas o superficies impermeables cuando se efectúe a mano, procurando que la mezcla sea lo más homogénea posible.

- Arena.

La arena puede proceder de ríos, canteras, etc. Debe ser limpia y no contener impurezas arcillosas u orgánicas. Será preferible la que tenga superficie áspera y de origen cuarzoso, desechando la de procedencia de terrenos que contengan mica o feldespato.

- Piedra.

La piedra podrá proceder de canteras o de graveras de río. Siempre se suministrará limpia. Sus dimensiones podrán estar entre 1 y 5 cm. Se prohíbe el empleo de revoltón, o sea, piedras y arena unidas sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos.

- Cementos.

El cemento será de tipo Portland P-350°. En el caso de terreno yesoso se empleará cemento puzolánico.

- Agua.

Se empleará agua de río o manantial sancionada como aceptables por la práctica, quedando prohibido el empleo de aguas de ciénagas. Deben rechazarse las aguas en las que se aprecie la presencia de hidratos de carbono, aceites o grasas.

- Productos químicos

La adición de productos químicos en mortero y hormigones, con cualquier finalidad, aunque fuera por necesidad, no podrá hacerse sin autorización expresa de la Dirección de Obra, la que podrá exigir la presentación de ensayo o certificación de características a cargo de algún Laboratorio Oficial.

Si, por el contrario, fuese necesario el empleo de algún producto aditivo o corrector, se realizarán en las condiciones que señale la Dirección de Obra.

5.1.3. Tubos para Canalización Subterránea

Los tubos serán de polietileno de alta densidad, con estructura de doble pared (PE-HD), presentando una superficie interior lisa para facilitar el tendido de los cables por el interior de estos y otra exterior corrugada uniforme, proporcionándoles la resistencia mecánica adecuada. Los tubos serán rígidos o curvables y serán suministrados en barras de 6 m de longitud, no admitiéndose el uso de tubos suministrados en rollos. La unión de los tubos se realizará mediante manguitos de unión.

Se dispondrá un solo conductor por tubo, siendo el diámetro interior de los tubos no inferior a vez y medio el diámetro exterior del cable que se vaya a canalizar. Los diámetros de tubo necesarios así como su disposición espacial en la zanja se reflejan en los planos correspondientes.

Material:

- Capa externa: polietileno alta densidad.
- Capa interna: polietileno.

Propiedades:

Resistencia a la acción de agentes químicos. Alta resistencia a la compresión e impacto. Resistencia al punzonamiento.

Observaciones:

- Fabricado según UNE-EN-50086-2-4 para tubos enterrados con respecto a resistencia al impacto y compresión.
- Clasificado como uso NORMAL en función de la citada norma por su resistencia al impacto.
- Identificado con marca, tipo, Ø nominal, material y fecha de fabricación.

Características técnicas tubo bicapa Ø 200 mm

- | | |
|--------------------------------------------|------------------------------|
| - Material: | PE-HD |
| - Diámetro Nominal | 200 (mm) |
| - Diámetro interior | 170 (mm) |
| - Radio mínimo de curvatura | 15 m |
| - Resistencia Compresión | > 450 N para deformación 5 % |
| - Resistencia a Impacto (UNE EN 50086-2-4) | Uso Normal (5 Kg a 800 mm) |
| - Densidad (UNE 53020-73) | > 0.945 g/cm3 |
| - Fluidez (UNE 53200-92) | < 0.6 g/10 min |
| - Temperatura Vicat (ISO 306) | > 120 °C |

Características técnicas tubo bicapa Ø 160 mm

- Material: PE-HD
- Diámetro Nominal 160 (mm)
- Diámetro interior 137 (mm)
- Radio mínimo de curvatura 12 m
- Resistencia Compresión > 450 N para deformación 5 %
- Resistencia a Impacto (UNE EN 50086-2-4) Uso Normal (5 Kg a 800 mm)
- Densidad (UNE 53020-73) > 0.945 g/cm3
- Fluidez (UNE 53200-92) < 0.6 g/10 min
- Temperatura Vicat (ISO 306) > 120 °C

Características técnicas tubo bicapa Ø 110 mm

- Material: PE-HD
- Diámetro Nominal 110 (mm)
- Diámetro interior 93 (mm)
- Radio mínimo de curvatura 8 m
- Resistencia Compresión > 450 N para deformación 5 %
- Resistencia a Impacto (UNE EN 50086-2-4) Uso Normal (5 kg a 800 mm)
- Densidad (UNE 53020-73) > 0.945 g/cm3
- Fluidez (UNE 53200-92) < 0.6 g/10 min
- Temperatura Vicat (ISO 306) > 120 °C

Características técnicas tritubo Ø 50 mm

- Material:	PE-HD
- Diámetro Nominal	50 (mm)
- Diámetro interior	44 (mm)
- Radio mínimo de curvatura	4 m
- Resistencia Compresión	> 450 N para deformación 5 %
- Densidad (UNE-EN 61386-24)	> 0.94 g/cm ³
- Fluidez (UNE 53200-92)	< 0.25 g/10 min
- Temperatura Vicat (ISO 306)	> 110 °C

5.1.4. Cinta de Señalización de Riesgo Eléctrico

Para señalar se colocará a lo largo de toda la canalización la cinta de señalización de existencia de cables eléctricos de AT. Al menos a 35 cm por encima de la generatriz superior del tubo de energía más elevado. Se instalarán de forma longitudinal a la zanja para que así adviertan de la presencia de la línea.

La cinta de señalización, fabricada en polietileno de color amarillo, será de 15 cm de ancho y llevará impresa una leyenda advirtiendo de la presencia de cables eléctricos, así como la señal de riesgo eléctrico, tomando como referencia informativa las normas NT-EPSC.01 de LA EMPRESA, y según UNE-EN 50520. El número de cintas de señalización a instalar será generalmente de una, salvo en zanjas de anchura igual o superior a 50 cm, donde se instalarán varias cintas en paralelo y con una separación tal que cubra la anchura de proyección de los tubos, de acuerdo con lo indicado en los planos que se acompañan.

5.1.5. Material para el Sistema de Puesta a Tierra

Se componen de los elementos que a continuación se describen:

- Cable de puesta a tierra

El cable de puesta a tierra para corrientes homopolares, cable de puesta a tierra de los empalmes de conductores, cable de puesta a tierra de los pararrayos y cable de puesta a tierra de los terminales, será cable 0,6/1 kV RV-k 1x240 mm² Cu, según Norma UNE 21123-2.

- Cajas de puesta a tierra

Las cajas de puesta a tierra y las envolventes de conexión serán capaces de contener los efectos de fallo térmico o eléctrico de alguno de los elementos alojados sin que se produzcan daños a elementos externos cercanos. Estas cajas de empalme se podrán

instalar en el apoyo de paso aéreo-subterráneo, o ir en subterráneo en las cámaras de empalme.

Las características de las cámaras de empalme serán las indicadas en el proyecto, y deberán contar con la aprobación de LA EMPRESA.

- Picas

Las picas serán barras de acero cobreado de 18 mm. de diámetro y 2,00 m. de longitud. Los elementos de unión de los electrodos con el anillo o con los cables de PAT del apoyo deberán presentar la resistencia mecánica y contra los agentes externos (corrosión) suficiente para garantizar la conexión y durabilidad.

Las soldaduras, si son precisas, serán aluminotérmicas o similares. Se dispondrán tantos como sean necesario para obtener una resistencia de difusión según el apartado 7 de la ITC-LAT 07.

Las uniones utilizadas para conectar las partes conductoras de la red de tierras con los electrodos de puesta a tierra dentro de la propia red, tendrán las dimensiones adecuadas para asegurar una conducción eléctrica y un esfuerzo térmico y mecánico equivalente a los de los electrodos.

Las uniones usadas para el ensamblaje de picas deben tener el mismo esfuerzo mecánico que las picas y deben resistir fatigas mecánicas durante su colocación. Cuando se tengan que conectar metales diferentes, que creen pares galvánicos, pudiendo causar una corrosión galvánica, las uniones se realizaran mediante piezas de conexión bimetálica apropiadas para limitar estos efectos.

5.2. Recepción y Acopio

Se deberá realizar el transporte, carga y descarga de los materiales sin que éstos sufran daño alguno ni en su estructura ni en su aparamenta; para ello deberán usarse los medios de fijación previstos por el fabricante para su traslado y ubicación.

Tanto para el transporte como para la carga y descarga, se utilizarán vehículos y grúas adecuadas (con su correspondiente marca CE y la ITV en regla), teniéndose especial cuidado en la distribución de la carga sobre el camión, así como en su colocación y afianzamiento, utilizando la madera necesaria a fin de evitar posibles pandeos, golpes, arañazos, etc. de los materiales.

El transporte se hará en condiciones tales que los puntos de apoyo de materiales largos con la caja del vehículo, queden bien promediados respecto a la longitud de los mismos.

Todos los materiales se dejarán separados del contacto con el terreno, por medio de calzos de madera. En todos los casos, se colocaran en nº suficiente para evitar el pandeo del material durante su almacenaje.

El almacenamiento y protección ambiental de aquellos materiales equipos que pudieran verse afectados por las condiciones externas o climatológicas, se realizará en cada caso en las condiciones más favorables para su conservación.

Se revisará el material en el almacén con el objeto de detectar faltas de material, defectos en el material o deterioros del mismo para evitar retrasos posteriores. Se emitirá un documento de recepción de materiales, en el que figuren:

- a) Los materiales y unidades de proyecto a recepcionar en cada tipo de obra.
- b) Las condiciones de recepción de cada material.
- c) El resultado de la revisión, indicando "si" procede o "no" procede su aceptación.
- d) Observaciones donde se indiquen los motivos de la no aceptación.

Cuando deba almacenarse una bobina de la que se ha utilizado una parte del cable que contenía, han de taponarse los extremos de los cables, utilizando capuchones termo-retráctiles de modo que se garantice la total estanqueidad del extremo del cable.

Será obligación del Contratista la ejecución de los trabajos necesarios para la correcta recepción del material.

5.3. Apertura de Accesos

La necesidad de apertura de accesos a los lugares de trabajo, acopio e instalación viene dada por los siguientes condicionantes:

Los parámetros que van a definir el diseño de los viales son los siguientes:

- Máximo aprovechamiento de los viales existentes.
- Mínima longitud de viales a construir.
- Mínima pendiente de trazado.
- Mínimo ancho de viales.
- Mínimo movimiento de tierras.

Cuando en el proyecto esté contemplada la creación o adecuación de accesos, éstos serán ejecutados por el contratista siguiendo el trazado definido en los planos. Cualquier propuesta de cambio debe ser informada y validada por la Dirección Facultativa y por LA EMPRESA.

LA EMPRESA podrá exigir la mejora, adecuación o conservación de pasos y caminos existentes, o la creación de nuevas vías de acceso (aún no estando contempladas en el proyecto de la instalación), diseñadas en las condiciones técnicas y de seguridad exigidas en este pliego.

El contratista adoptará las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

Todos los accesos utilizados deberán ser restaurados a su estado inicial, retirando a vertedero autorizado todos los materiales de nueva aportación y procediendo a siembra de especies vegetales si es necesario para una correcta restauración. En caso de que para la ejecución del acceso sea preciso realizar explanación, toda la tierra extraída se reservará en un lugar adecuado de acopio, a efectos de reponerla una vez que el acceso no sea necesario para la construcción.

5.4. Ejecución de la Canalización

5.4.1. Descripción de los trabajos

La descripción de los trabajos necesarios para la ejecución de la zanja para canalización subterránea es la siguiente:

- Apertura de zanja en las dimensiones indicadas en los planos según el tipo de canalización. Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos que la naturaleza del terreno lo haga preciso por previsión de desmontes (terreno de relleno o de poca consistencia) o que la legislación vigente de prevención de riesgos laborales lo exija. La excavación la realizará una empresa especializada.
- Capa de hormigón pobre de 50 mm. de espesor (solera) para disposición de los tubos hormigonados. En el fondo de la zanja, una vez establecida su profundidad, es necesario comprobar que esté en terreno firme, para evitar corrimientos en profundidad que sometan a los cables a esfuerzos por estiramientos.
- Disposición en capa de la terna o ternas de tubos de 200 mm. en triangulo para los cables de potencia y cuando se utilice el sistema de puesta a tierra de las pantallas Single-Point, se instalará un tubo de diámetro 110 por cada circuito para el cable de tierra, al que habrá que cambiar su posición en la mitad del recorrido. La separación mínima de los tubos para cables de potencia pertenecientes a un mismo circuito será de 50mm y la separación mínima entre circuito será de 100 mm.
- Se añadirá una última capa con un tritubo compuesto por tres tubos soldados de Ø 50 mm cada uno, para el cable de comunicaciones a instalar.
- Disposición de hormigón para inmovilización de tubos, de calidad HM-20/B/20/I, en tongadas de 800 mm. de altura.

- Relleno de tierras, arena todo-uno o zahorras de 150 mm. de espesor, según terreno cruzado por la instalación, en capas compactadas hasta conseguir un próctor del 95%.
- Señalización de la canalización, mediante cintas de 150 mm. de ancho con indicativos de línea de alta tensión, que cubran toda la proyección de la línea
- Relleno de tierras, arena todo-uno o zahorras, según terreno cruzado por la instalación, en capas compactadas igual que anteriormente hasta alcanzar el nivel para la reposición del firme.
- Reposición de firme (150 mm., aproximadamente), sea éste aglomerado asfáltico o acera. En el caso de pequeños tramos de campo abierto con rasantes definidas, el acabado superficial se realizará mediante una capa de tierra.

NOTA: Las medidas de los tubos se hacen refiriendo siempre su diámetro exterior.

Los tubos serán protegidos de la entrada de suciedad y materiales durante su colocación, para evitar que se produzcan daños de los cables en su tendido.

La distribución de los tubos en este tipo de conducción puede verse en los planos correspondientes.

5.4.2. Apertura de Zanja

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el terreno las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se contendrá el terreno. Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán catas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, viviendas, comercios, garajes, establos, fincas, etc., así como las chapas de hierro que vayan a colocarse sobre la zanja para el paso de peatones, vehículos o animales.

Como criterio general se utilizará diámetro exterior de tubo de 160 mm para canalizar secciones de cable de hasta 240 mm², y tubo de diámetro 200 mm para cables con sección igual o superior a 400 mm².

Al marcar el trazado de la canalización sobre el terreno se tendrá en cuenta el radio mínimo de curvatura de los tubos, que para el caso de los tubos de 200 mm. de diámetro exterior es de 15 metros, y de 12 para los tubos de 160 mm.



**PROYECTO TIPO DE
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
SUBTERRÁNEAS
(> 36 kV)**

PT-LSAT.VI

Fecha: julio 2023

Edición: 1

Página 89 de 210

Las canalizaciones en general tendrán las dimensiones indicadas en el apartado de planos, salvo que las circunstancias (cruzamientos con otros servicios, orografía, compactación del terreno, falta de espacio, etc.) obliguen a una mayor profundidad o a disponer los tubos en una configuración diferente para minimizar el ancho de la canalización.

Se procurará dejar un paso de 50 cm. entre la zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

La tierra excavada y el pavimento, deben depositarse por separado.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierras los registros de gas, teléfono, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Si las obras obstruyen desagües, se construirán unos provisionales y estos se mantendrán limpios en todo momento.

Las bocas de riego, hidrantes, tapas de arquetas de servicios, etc., deberán de quedar libres en un radio de 3000 mm, si esto no se pudiera lograr, se dejará el mayor espacio posible.

Todos los servicios descubiertos deberán de quedar perfectamente identificados y soportados para evitar todos los daños posibles. Si durante los trabajos se ocasionan averías en canalizaciones ajenas, se repararán de forma provisional y con carácter urgente, para luego, y siguiendo las instrucciones de la compañía propietaria, proceder a la reparación definitiva.

La excavación se realizará mediante pala mecánica con cuchara retroexcavadora provista de martillo rompedor o similar, de acuerdo con la naturaleza del subsuelo. Por exigencias de seguridad para desarrollar los trabajos en la hipótesis de encontrar terrenos blandos, o cuando la legislación vigente así lo exija dadas las características de la canalización, será necesario entibar las zanjas para lo cual se aumentará el ancho de la excavación en el espesor de las entibaciones.

En puntos intermedios se dispondrán registros provisionales en los que los tubos serán accesibles, en previsión de posibles atascos durante el tendido de los cables (aprox. 3 metros de largo por la anchura de la zanja. Hasta que se finalice el tendido estos registros deben quedar abiertos y convenientemente tapados mediante planchas de hierro para evitar la caída de personas, vehículos o animales. Posteriormente, en cada uno de los registros provisionales, una vez finalizado el tendido de los cables de alta tensión, se realizará una pequeña arqueta únicamente hasta la profundidad de los tubos de fibra óptica.

En los cruzamientos de la canalización con viales públicos dónde existan taludes, éstos deberán ser protegidos convenientemente, mediante escollera u otro método similar, para evitar desprendimientos de terreno que puedan afectar a los viales. El sistema de

protección de estos taludes deberá contar siempre con la aprobación de la Dirección de Obra.

5.4.3. Colocación de Tubos

Los tubos serán rígidos suministrados en barras (tramos rectos) de longitud no inferior a 6 metros con guía.

Los empalmes de los distintos tramos de tubos se realizarán mediante manguitos con junta tórica, que garanticen su estanqueidad, para evitar la entrada de hormigón en su interior. Los manguitos de unión llevan un pequeño abocardamiento para facilitar la entrada del tubo en los mismos, siendo rápida y sencilla su unión.

Se dispondrá en su interior una guía de poliestireno de paso, de longitud igual al total de la canalización, sin nudos intermedios, de diámetro máximo 12 mm y carga de rotura mínima de 3.500 kg.

Al ser el tubo corrugado por el exterior e ir hormigonado no existe deslizamiento del tubo o éste es muy pequeño, ya que el hormigón o la arena penetra entre los anillos del mismo, evitándolo en mayor o menor medida.

La separación mínima de los tubos de los cables de potencia pertenecientes a un mismo circuito será de 50 mm y la separación mínima entre circuito será de 100 mm.

En cualquier caso se respetará el radio mínimo de curvatura indicado por el fabricante del tubo cuando éste sea superior al indicado en las tablas del apartado 5.2.3. del presente documento.

El radio de curvatura mínimo será de 15 m. debido a la dificultad del tendido del cable. En aquellos puntos que sea inviable, no serán nunca inferiores a 10 m. No obstante, antes de realizar un trazado con un radio inferior a 15 m, será necesaria la aprobación de la Dirección Facultativa.

Estos radios mínimos deben respetarse a lo largo de toda la canalización, tanto en el plano horizontal en los cambios de dirección, como en el vertical por inclinación del terreno o por cualquier cambio de profundidad como consecuencia, por ejemplo, de los cruzamientos que puedan interferir en el trazado de la zanja.

Se tendrá especial cuidado en evitar el "serpenteo" de los tubos, tanto en el plano horizontal como en el vertical, ya que este serpenteo puede dificultar enormemente e incluso imposibilitar el tendido.

Es imprescindible tomar las medidas necesarias para que los tubos queden separados entre ellos, tal como se indica en los planos, de modo que el hormigón penetre entre los

tubos y se impida así que durante el proceso de tendido el cable de tiro pueda rasgar los tubos y dañar los cables anexos. Los tubos pueden mantenerse separados mediante separadores comerciales, o bien mediante tacos de madera convenientemente fijados. No se deben utilizar varillas de acero hincadas en la solera para ubicar los tubos antes del vertido de hormigón, especialmente en las curvas, ya que durante el tendido la sirga de acero puede erosionar el tubo y llegar a perforarlo.

El banco formado por los tubos se depositará sobre la zanja, en la profundidad indicada en los planos, o en su caso la indicada por la dirección de obra, comprobándose que el lecho en el que se depositan tiene una solera de limpieza de unos 0,05 m aproximadamente de espesor de hormigón de limpieza, cubriéndose estos según corresponda con hormigón no estructural HM-20/B/20/I.

Los tubos se deberán proteger de la entrada de suciedad y materiales durante su colocación, dado que se podría dañar el cable en su tendido mediante el tapado y protección de las bocas mediante tapones. Todos los tubos, una vez instalado el cable, serán sellados con un material apropiado para evitar el acceso de roedores (espuma de poliuretano u otro material).

5.4.4. Cruzamientos y Paralelismos

Todos los cruzamientos con infraestructuras y servicios se harán respetando las directrices de los diferentes Organismos afectados, y en todo caso, cumplirán las distancias mínimas exigidas por el Reglamento de Líneas de Alta Tensión (RD 223/2008) y en concreto en lo expuesto en ITC-LAT-06 correspondiente a Líneas Subterráneas con Cables Aislados.

En caso de realizarse cruzamientos en carreteras, calles, caminos o zonas de paso de vehículos pesados mediante zanja (abierta), durante la ejecución de los trabajos será preciso cubrir éstas con planchas o protección similar de resistencia mecánica suficiente para permitir el tráfico pesado por encima con seguridad. El dado de hormigón superior, sobre el que se asienta la capa de rodadura o tránsito, tendrá un espesor de al menos 800 mm, hasta la cota de reposición de firme, que será según el material existente (aglomerado asfáltico, acera u hormigón) según las indicaciones realizadas por el Organismo afectado, al que se avisará antes de la ejecución de las obras, pues suele ser bastante exigente en este aspecto.

Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial. Los mínimos anchos para las vías de circulación serán de 3000 mm para sentido único y 6000 mm para doble.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos y peatones, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará una autorización especial.

Los trabajos de excavación de la zanja serán realizados de forma manual tres metros antes del cruzamiento con otros servicios y hasta tres metros después del mismo.

5.4.5. Relleno, Cierre de Zanjas y Reposición de Pavimento

Una vez colocados los soportes se instalarán abrazaderas si se necesitaran, verificado que los tubos quedan perfectamente alineados rectilíneamente, que no existen cambios de dirección (ni en vertical ni en horizontal), que a una distancia mínima de suelo de 0,10 m y de 0,30 m por encima de la parte superior del cable existe colocada una cinta de atención, comprobados los radios de curvatura de los tubos y con la expresa autorización del director de obra, se procederá al cierre de la zanja.

Si al efectuar la excavación se observa que la tierra está constituida por cascotes y escombros o tiene abundancia de piedras de aristas vivas, no se utilizarán dichas tierras para el relleno de la zanja, sino que deberán aportarse nuevas tierras limpias.

Queda totalmente prohibido el relleno de las zanjas con barro y/o cascotes.

El cierre de la zanja se hará por capas sucesivas de 150 mm de espesor, con el fin de que el terreno quede suficientemente consolidado. En la compactación el relleno debe alcanzar un próctor del 95%.

Se colocarán encima de los tubos las correspondientes cintas de señalización a una distancia mínima al suelo de 0,10 m y a 0,30 m de la parte superior del tubo más elevado (tubo del cable de fibra óptica).

La placa de protección y cinta de señalización siempre deberán cubrir la proyección horizontal de los cables.

Todas las superficies serán repuestas a su estado original. Cualquier marca sobre las parcelas ocasionadas por rodadura de vehículos o maquinaria, o por cualquier otra causa será reparada, incluso con siembra si fuera necesario.

En caso de carreteras, caminos, aceras, calzadas, etc., la reposición se efectuará de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Los muros, cercados, alambradas, cierres de fincas, etc. que sea necesario derribar durante la ejecución de la obra será reemplazado por el contratista a su estado original.

En general se utilizarán materiales nuevos salvo las losas de piedra, adoquines, bordillos de granito y otros similares.

La capa asfáltica se repondrá siempre desde el eje del vial hasta la acera o extremo del vial, lo que incluye el desbastado de la capa existente, y el pintado de las líneas en caso de existir estas previamente.

Las tierras sobrantes de la excavación, así como los restos de material sobrante deberán ser retiradas a vertedero autorizado.

5.4.6. Protección mecánica y Señalización

Para señalar la existencia de las mismas y al mismo tiempo protegerlas, se colocará a lo largo de toda la canalización la cinta de señalización de existencia de cables eléctricos de AT, a una profundidad aproximada de 50cm.

5.5. Ejecución de Arquetas

Se cumplirán las dimensiones de las arquetas tipo definidas en Proyecto Tipo de LA EMPRESA. Excepcionalmente se podrán adaptar estas dimensiones a las características del lugar en el que se ubique previa autorización expresa de LA EMPRESA.

Las dimensiones y características de las arquetas serán las indicadas en el apartado planos, en función del conductor utilizado y la función de la arqueta.

El diámetro de la tapa será de 600 mm.

Se realizará la excavación adaptándola a las dimensiones exteriores de la arqueta a construir. Se echará una capa de hormigón armado de 15 cm con maya de redondos de diámetro 12 cada 10 cm. El fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración del agua de lluvia.

Los muros y parte superior de las arquetas, se realizarán en hormigón HM-20/B/20/I, armado con mallazo de 12 mm. de diámetro, y un espesor mínimo de 250 mm. El recubrimiento mínimo de armaduras será de 40 mm.

Las tapas serán redondas y metálicas con la resistencia mecánica suficiente para soportar la circulación de vehículos pesados y con las características para facilitar su colocación y retirada con seguridad.

Cuando se construyan arquetas, tendrán las dimensiones necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 30 veces el diámetro exterior del cable. La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura previsto.

En la arqueta los tubos quedarán a unos 25 cm. por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. En el suelo o las paredes laterales se situarán puntos de apoyo de los cables, mediante tacos o ménsulas.

Estas arquetas permitirán la presencia de personal para ayuda y observación del tendido y la colocación de rodillos a la entrada y salida de los tubos.

Las arquetas abiertas tienen que respetar las medidas de seguridad, disponiendo de barreras y letreros de aviso.

5.6. Ejecución de Cámaras de Empalme

Se utilizarán cámaras de empalme prefabricadas que cumplirán las dimensiones definidas en este Proyecto Tipo, pudiendo ser de dos tipos:

- Visitables
- No visitables: Combinación de cámara de empalme no visitable junto con arquetas prefabricadas de alta protección frente al agua, para alojar los descargadores y las puestas a tierra de pantallas.

Excepcionalmente y de mutuo acuerdo con LA EMPRESA, cuando no se disponga de espacio suficiente para su instalación, se podrán adaptar estas dimensiones a las características del lugar en el que se ubique dicha cámara, utilizando cámaras fabricadas in situ.

Se realizará la excavación adaptándola a las dimensiones exteriores de la cámara a instalar de acuerdo a los planos incluidos en este documento.

Las excavaciones para las cámaras de empalme tienen que respetar las medidas de seguridad, disponiendo de barreras y letreros de aviso.

Los registros donde se instalen las conexiones de los sistemas de puesta a tierra de la instalación deberán quedar accesibles para su revisión periódica.

Las cámaras de empalme irán provistas de un sistema de puesta a tierra que constará de la instalación de las picas y la conexión de estas mediante un conductor 0,6/1KV. RV-k 1x240 mm²

La instalación de las picas y el cable de conexión en las cámaras de empalmes se realizarán durante la excavación. El cable de conexión se introducirá en la cámara de empalmes una vez situada ésta en su posición final, a través de los orificios destinados a este fin. A la entrada del cable de conexión en la cámara de empalmes se dejará enrollado un sobrante de cable igual a 8 m para la conexión en la caja de puesta a tierra.

Todos los tubos que penetren en las arquetas y cámaras de empalmes se dispondrán enfrentados a las caras de las mismas nunca oblicuamente. Se realizara el corte de los

tubos mediante un corte vertical y paralelo a la cara de la arqueta que lo aloje. Los tubos sobresaldrán de las paredes de las arquetas un mínimo de 100 mm y un máximo de 200 mm. Los tubos en las arquetas deben dejarse con los tapones colocados.

5.7. Manejo de bobina

Como norma general las bobinas nunca se dejaran caer al suelo, si esto ocurre, se revisará los posibles daños al cable y se tomará datos de la incidencia ocurrida. Una lesión al cable no detectado antes de su instalación, puede reducir la vida útil del cable.

El manejo de las bobinas se realizará según lo indicado a continuación:

- Izado mediante grúa

Para el proceso de suspender la bobina, debe introducirse un eje o barra adecuados, que pase por el orificio central de los platos. Las cadenas o estrobos de izado no deberán presionar contra los platos laterales de la bobina al quedar ésta suspendida, por lo que el útil que se utilice deberá poseer un separador de mayores dimensiones que el ancho de la bobina.

Izado de bobina:



- Izado y transporte mediante carretilla elevadora

La bobina ha de quedar soportada por la parte inferior de los platos, de forma que la horquilla se apoye en los dos platos a la vez. El traslado de la carretilla será paralelo al eje de la bobina.

Transporte de bobina en carretilla elevadora:



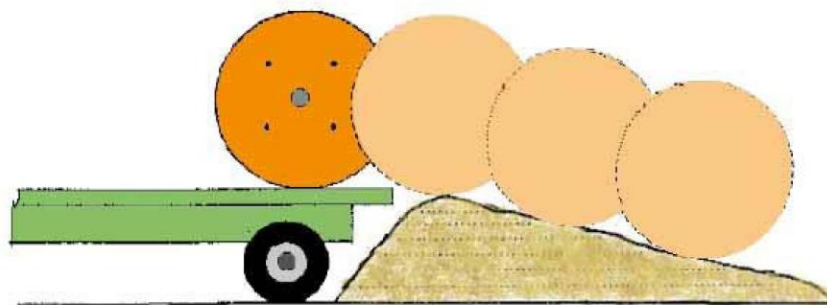
- Carga y descarga del camión o plataforma de transporte

La carga y descarga de la bobina al camión o plataforma, debe hacerse mediante grúa o carretilla elevadora.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina, ya que podrían romper las duelas y apoyarse sobre la capa exterior del cable enrollado.

También es totalmente inadmisibles dejar caer la bobina al suelo desde el camión o plataforma de transporte, incluso aunque la bobina sea pequeña y se utilice un amortiguador como arena.

Descarga de bobina:



La descarga de la bobina sobre el terreno para el tendido del cable debe hacerse sobre suelo liso y de forma que la distancia a recorrer hasta la ubicación definitiva de la bobina para el tendido sea lo más corta posible.

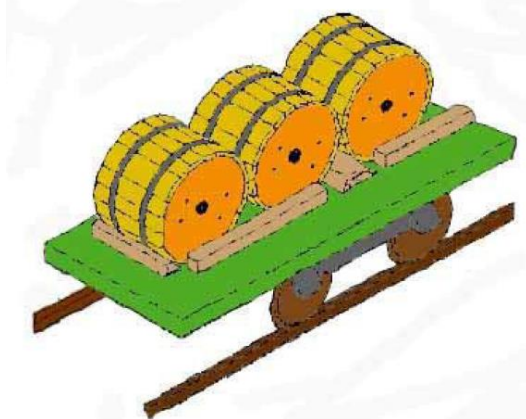
En cualquiera de estas maniobras debe cuidarse la integridad de las duelas de madera con que se tapan las bobinas, ya que las roturas suelen producir astillas hacia el interior, con el consiguiente peligro para el cable.

- Transporte mediante camión o plataforma de transporte

Las bobinas de cable se transportarán siempre de pie y nunca tumbadas sobre uno de los platos laterales.

Las bobinas estarán inmovilizadas por medio de cuñas adecuadas para evitar el desplazamiento lateral. Tanto las trabas como las cuñas es conveniente que estén clavadas en el suelo de la plataforma de transporte. El eje de la bobina se dispondrá preferentemente perpendicular al sentido de la marcha.

Transporte de bobina:

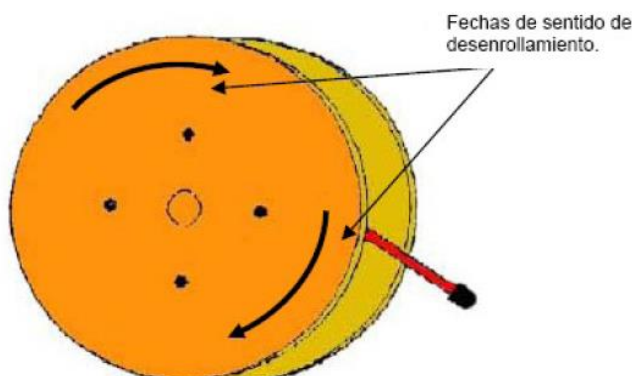


- Rodadura sobre el suelo

Hay que evitarla en lo posible, y sólo es aceptable para recorridos cortos. Para desplazar la bobina por el suelo haciéndola rodar, los suelos deben ser lisos y el sentido de rotación debe ser el mismo en que se enrolló el cable en la bobina al fabricarse. Normalmente, en los platos de la bobina se señala con una flecha el sentido en que debe desenrollarse el cable; sentido contrario al de rodadura de la bobina por el suelo.

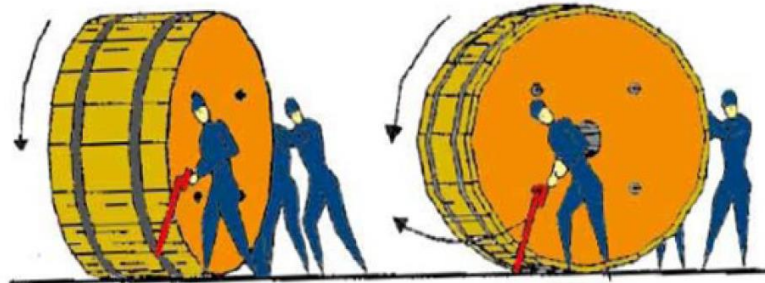
De no haber indicación hay que hacerla rodar en sentido contrario al que sigue el cable para desenrollarse; de esta forma se evita que el cable se afloje.

Sentido desplazamiento de bobina:



Si es necesario revirar la bobina en algún momento, se empleará un borneador que, apoyado en uno de los tornillos de fijación de los platos laterales, al tropezar con el suelo cuando gira la bobina, la impulsa hacia el lado contrario.

Desplazamiento de bobina:



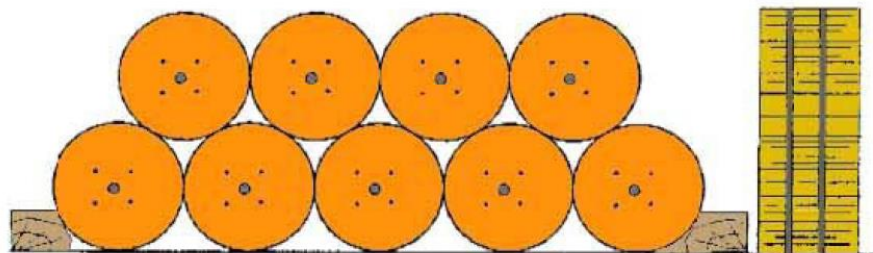
- Apilado de bobinas

Hay que evitarlo en lo posible, especialmente sobre suelo blando.

Las bobinas con cable de poco peso y de las mismas dimensiones pueden almacenarse en línea con la parte convexa de los platos en contacto y con una segunda línea sobre la primera. En este caso los platos de las bobinas de la fila superior deben descansar justamente sobre los platos de las bobinas de la fila inferior, pues de lo contrario podrían romperse las duelas dañando la capa exterior del cable. No deben apoyarse los platos contra el cable ya que en este caso podríamos ocasionar deformidades o daños en el cable de imprevisibles consecuencias, si no son detectadas antes de su instalación

Asimismo, deben calzarse adecuadamente las bobinas extremas de la fila inferior para que no se separen, debido al peso de las bobinas de la fila superior.

Apilamiento de bobinas



- Almacenamiento a la intemperie

Siempre que sea posible debe evitarse la colocación de bobinas de cable a la intemperie, sobre todo si el tiempo de almacenamiento ha de ser prolongado, pues la madera puede deteriorarse considerablemente (especialmente los platos), lo que podría causar importantes problemas durante el transporte, elevación y giro de la bobina durante el tendido.

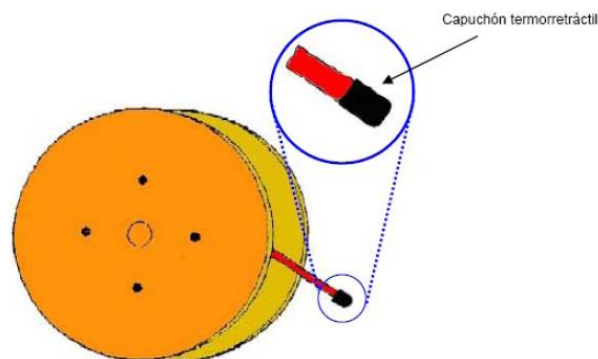
Como se ha comentado en el apartado anterior, el almacenamiento no debe hacerse sobre suelo blando, y debe evitarse que la parte inferior de la bobina esté

permanentemente en contacto con agua. En lugares húmedos es aconsejable disponer de una aireación adecuada, separando las bobinas entre sí.

Si las bobinas han de estar almacenadas durante un período largo, es aconsejable cubrirlas para que no estén expuestas directamente a la intemperie.

Los extremos de los cables han de estar protegidos mediante capuchones retráctiles, para evitar la penetración de humedad. Es importante cuidar esa protección, ya que pueden perderse en manipulaciones durante el almacenamiento; en este caso, deben reponerse lo antes posible, porque la penetración de agua de lluvia puede provocar lesiones latentes en los aislamientos.

Protección del extremo del cable:



- Ubicación de la bobina

Antes de empezar el tendido del cable se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el mismo. En el caso de suelo con pendiente es preferible realizar el tendido en sentido descendente.

Si existen curvas o puntos de paso dificultoso próximos a uno de los extremos de la canalización, es preferible colocar la bobina en el otro extremo a fin de que durante el tendido quede afectada la menor longitud posible del cable.

Una vez ubicada la bobina, se procederá a colocarla en el elemento de elevación adecuado, gatos o alza bobinas y que deberán disponer de una base de apoyo suficientemente dimensionada para garantizar la estabilidad de la bobina durante el tendido, para que gire sin problemas y teniendo en cuenta las flechas de giro marcadas en los platos, si esta marca no existe, el cable deberá salir por la parte superior de la bobina hacia el punto de instalación.

5.8. Tendido de los cables

Todas las fases de instalación de la línea subterránea (tendido, confección de accesorios, conexión a línea aérea y ensayos) deben realizarse en presencia de un representante

autorizado y cualificado de la empresa fabricante del cable, cuyas indicaciones deben ser observadas por el instalador. A la finalización de los trabajos, la empresa fabricante del cable debe expedir certificado de que la instalación se ha ejecutado siguiendo en todo momento sus instrucciones y procedimientos de trabajo, y con personal homologado por el fabricante.

El tendido del cable es la operación más crítica al instalar una línea subterránea por lo que deberá efectuarse siempre en presencia del Director de Obra o persona por él designada programando dicha operación con la suficiente antelación.

Antes del proceso de tendido se debe haber realizado el paso del testigo calibrado a todos los tubos de la zanja.

Los radios de curvatura se definen en número de veces el diámetro exterior del cable "D". Los radios de curvatura mínimos finales, una vez los cables en su posición definitiva, para los cables unipolares, $R > 15 D$. Durante el tendido el radio de curvatura no debe ser inferior a $20 D$.

En el caso de que la composición del cable obligue a curvas cuyo radio esté comprendido entre 15 y 20 veces su diámetro, durante el tendido se suavizará la curva de forma que el cable no quede sometido a radios de valor inferior a 20 veces su diámetro, a excepción del tramo indispensable, que quedará ubicado definitivamente en la curva.

5.8.1. Extracción del cable desde la bobina

Una vez que la bobina esté suspendida por el eje, de forma que pueda hacerse rodar (es suficiente una elevación de 0,10 a 0,15 m respecto al suelo)

Se quitarán las duelas de protección, de forma que ni ellas ni el útil empleado para desclavarlas puedan dañar al cable, y se inspeccionará la superficie interior de las tapas para eliminar cualquier elemento saliente que pudiera dañar al cable (clavos, astillas, etc.).

La extracción se hará por rotación de la bobina alrededor del eje, con salida del cable por la parte superior de la bobina, colocándose a su salida rodillos centradores.

Extracción del cable:

Punto de salida del cable



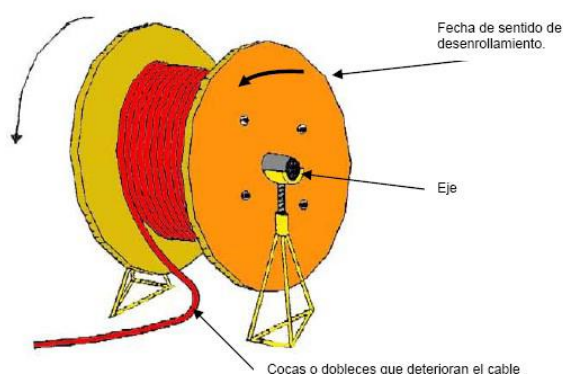
Base de apoyo

A la salida de cable y después de la posición del rodillo centrador, es aconsejable insertar un empujador, para minimizar el esfuerzo de tendido.

El desenrollado ha de ser lento, para evitar que las capas superiores penetren entre las inferiores debido a la presión con el consiguiente trabado del cable.

La extracción del cable, tirando del mismo, debe estar perfectamente sincronizada con el frenado de la bobina. Al dejar de tirar del cable hay que frenar inmediatamente la bobina, ya que de lo contrario la inercia de la bobina hace que ésta siga desenrollando cable, lo que lleva a la formación de un bucle.

Extracción defectuosa del cable (formación de un bucle):



Queda prohibido realizar el frenado de las bobinas manualmente o mediante elementos tales como barras o tablonces ya que se pone en peligro la integridad física del operario y la del cable.

Debe vigilarse el extremo interior del cable, ya que al desenrollarlo puede llegar a salir de su alojamiento. Si esto se produce hay que dejar libre el extremo interior y recoger el

cable sobrante sujetándolo a la bobina. Si se intenta impedir el movimiento del extremo interior del cable, se podrían crear deformaciones en las capas interiores del cable.

5.8.2. Tiro del cable

El sistema a emplear para el tendido de los cables será el tiro, por medio de cuerda de acero, que proporciona un cabrestante. El extremo del cable donde se aplica el esfuerzo estará dotado de un cabezal especial de modo que dicho esfuerzo se aplique directamente al conductor del cable.

El cabezal se pondrá directamente al conductor y consiste en un manguito atornillado, bien mediante tornillos punzantes que se clavarán al conductor cuando sean apretados, o bien mediante mordazas cónicas, que a medida que se rosca el cabezal estas aprietan más contra el conductor y que dispone de una argolla donde se fijará el cable de acero para efectuar la tracción

No está permitida la utilización de mallas para efectuar el tiro del cable.

Para la realización del tiro de cable se distribuirá el personal operario de manera uniforme a lo largo de la zanja. Habrá operarios en la entrada del cable a la zanja y en las entradas y salidas de tubos. En la bobina habrá un operario que se ocupará exclusivamente del frenado de la misma cuando tome demasiada velocidad y uno o dos más se cuidarán de que todas las precauciones se realicen correctamente. Otro operario irá siguiendo el extremo del cable por si aparece alguna dificultad.

Habrá una conexión permanente y continuada, mediante las correspondientes emisoras, entre el supervisor del tendido y el resto del personal. La parada intempestiva del cable se anunciará mediante un medio de comunicación eficiente.

Solo se podrá tirar del cable de forma manual en ocasiones excepcionales y que no haya más opción que realizar un tendido manual de cable.

5.8.3. Condiciones límites de tendido

- Por máximo esfuerzo de tiro durante el tendido

No podrá en ningún caso sobrepasarse el esfuerzo máximo de tracción que soporta el cable. Según esto la fuerza máxima de tracción en N/mm², será:

$$P = S \times \sigma$$

Donde:

S, es el área de sección transversal del conductor en mm²

σ , es el esfuerzo de tracción máximo permitido y su valor es 3 DaN/mm², para cables con conductor de aluminio debiendo mantenerse constante durante el tendido de estos.

Con el fin de reducir el esfuerzo de tiro durante el tendido se impregnará la cubierta del cable de grasa neutra antes de introducirlo en el tubo. También se utilizarán rodillos a la entrada y a la salida de los tubos; estos rodillos se colocarán elevados respecto al tubo, para evitar el rozamiento entre cable y tubo.

Partiendo del esfuerzo máximo y aplicando un coeficiente de fricción de 0,5 como primera aproximación se puede hallar la longitud máxima que se puede instalar sin sobrepasar los esfuerzos admitidos, indicados anteriormente, bien por limitación de la sección de los conductores o por los esfuerzos laterales en las curvas.

En tendidos largos, es fácil que los límites de esfuerzos calculados puedan ser superados. Para evitar que el cable sufra esos esfuerzos será necesario efectuar catas de tiro donde se instalarán máquinas intermedias de ayuda al tendido, llamadas "Perros tiracables".

Máquina de ayuda al tendido:



Esta máquina posee unos rodillos que giran gracias a un motor. El cable al apoyar sobre estos rodillos es empujado de una forma suave sin ser presionado para no dañarlo. De esta forma se reduce la necesidad de aumentar la fuerza del cabrestante para completar el tendido. Es aconsejable sincronizar la velocidad de tiro de ambas máquinas.

Se certificara que en ningún momento se ha sobrepasado la tensión máxima permitida del cable para lo cual se dispondrán de datos sobre la ejecución del tendido, estos deben de obtener mediante máquinas registradoras, instaladas en los cabrestantes, las cuales darán la información sobre los metros de cable instalados, tensión ejercida en cada instante durante el tendido, paradas realizadas, etc.

- Por velocidad de tendido

Será del orden de 3,5 a 6 metros por minuto y debe mantenerse constante durante el tendido.

- Por temperatura ambiente

En el caso de temperaturas inferiores a 0°C el aislamiento de los cables adquiere una cierta rigidez que no permite su manipulación.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0°C no se permitirá hacer el tendido del cable.

Hay que tener en cuenta también que una bobina almacenada a la intemperie durante la noche, puede mantener una temperatura baja, inferior a la temperatura ambiente, durante muchas horas de la siguiente mañana, y este efecto es más acusado y menos visible en el interior de la bobina.

- Por ángulo de tiro

El ángulo de tiro del cable con la horizontal no será superior a 10°.

A parte de lo indicado en el apartado de Manejo de bobinas del presente documento, se tendrá en cuenta las siguientes consideraciones:

- El lugar de colocación de la bobina y el cabrestante se determinará en función del desnivel existente en la instalación y las dificultades que puedan apreciarse en el recorrido de la línea. Por lo tanto, será una vez en obra cuando se podrá determinar con exactitud la ubicación de estos elementos
- La bobina se colocará de forma que la salida del cable se produzca por la parte superior de la misma y emplazada de forma que el cable no quede forzado al tomar la alineación del tendido.

5.9. Confección e Instalación de Terminales y Empalmes

Se instalarán terminales en los lugares indicados en cada Proyecto simplificado, siendo estos lugares las transiciones de aéreo a subterráneo, y en la conexión de la línea subterránea con las celdas de la subestación.

Igualmente se instalarán empalmes en los lugares indicados en cada Proyecto simplificado. Estos empalmes se realizarán en las cámaras de empalme especialmente diseñadas para esta función.

La confección de los terminales y empalmes ha de realizarse por personal homologado por el fabricante del cable y siempre bajo la supervisión del mismo. Igualmente la Dirección Facultativa ha de estar presente durante la confección de, al menos, un accesorio por circuito, pudiendo estar presente además el Gestor de obra de LA EMPRESA.

Con el fin de facilitar un área de trabajo segura y adecuada se colocarán andamios en las posiciones de los terminales de interior o exterior.

Los andamios de exterior deberán además proveer una protección adecuada, consiguiendo que incluso bajo condiciones ambientales adversas, sean mecánicamente

estables. Los andamios deberán cumplir con los RD 486/97 y 1627/97 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

La estabilidad mecánica de estas estructuras deberá ser comprobada por personal competente antes de que se permita empezar el montaje de los accesorios

La reconstitución del aislamiento, pantallas y cubiertas se realizará de acuerdo con la técnica de fabricación correspondiente al diseño. El fabricante indicará las características de los materiales usados para la confección de empalmes o terminales, así como sus verificaciones y ensayos.

No se admitirá que el aislamiento y la cubierta estén formados por cintas o materiales cuya forma y dimensiones dependan de la habilidad del operario. Además sólo se aceptarán éstas como elementos de sellado, cierre o relleno, debiendo ser de características autosoldable y antisurco.

Cuando dos cables que se canalicen vayan a ser unidos, se solaparán al menos en una longitud de 0,50 m, cuando el tendido se haya efectuado por medios mecánicos se cortará 1 m del extremo del cable, ya que al haber sido sometido a mayor esfuerzo, puede presentarse desplazamiento de la cubierta en relación con el resto del cable.

A ambos lados del empalme se sujetará el cable mediante elementos de fijación al suelo de forma que evite cualquier vibración del cable que pueda afectar a la vida útil de dicho empalme.

5.10. Confección del Sistema de Puesta a Tierra

Se instalará el sistema de puesta a tierra de los elementos indicado en el Proyecto simplificado, siguiendo las indicaciones descritas en la memoria del presente Proyecto Tipo.

5.11. Entronques Línea Aérea Subterránea

Las fases de cable subterráneo en el tramo de subida hasta la línea aérea irán protegidas contra impactos mecánicos y contra la corrosión. Todos los herrajes serán de acero galvanizado mediante acero.

El sistema de subida de cables se obtendrá por la parte superior para evitar la entrada de agua, y se empotrará en la cimentación del apoyo, sobresaliendo por encima del nivel del terreno 2,5 m, mínimo.

Se asegurará que los drenajes de los pararrayos se conectan a las pantallas metálicas de los cables y que tendrán una longitud lo más corta posible y sin curvas pronunciadas, garantizándose el nivel de aislamiento del elemento a proteger (en este caso los cables unipolares).

En previsión de la instalación de fibra óptica, si es necesario para realizar la transición aéreo – subterránea de éste, se instalará una arqueta con tapa cerca del apoyo. Esta arqueta quedará, próxima al apoyo y conectada mediante un ducto de protección del cable de fibra que ascenderá por la pata del lado opuesto al que descienden los cables eléctricos hasta una altura mayor de 2,5 m, medida desde la base del apoyo. Este ducto deberá de ser metálico y de sección mínima de 90 mm².

En la transición hacia el interior de la arqueta y caja de empalmes, después de colocar los cables, se cerrará el orificio de paso mediante un tapón de obturación que sirva para evitar la entrada de roedores, agua etc.

5.12. Tendido de Cable de Fibra Óptica

Cuando se realice el tendido de la fibra óptica de un tramo subterráneo hasta un apoyo de paso aéreo a subterráneo, se dejarán enrollados en el apoyo donde se vaya a colocar la caja de empalme, un sobrante de cable igual a 20 metros.

El tendido se puede realizar por dos métodos: mediante tendido neumático o mediante máquina de tiro, dependiendo la elección de uno u otro sistema de tendido de la longitud de las tiradas de cable y de la resistencia a tracción del cable.

Una vez realizado el tendido y hasta la realización de las conexiones de las fibras, se cerrarán los extremos del cable mediante conos de protección para impedir la entrada de humedad, los cuales se fijarán mediante abrazaderas de presión. En otros casos se podrá utilizar cinta adhesiva y autovulcanizable.

5.13. Control de Calidad, Pruebas y Ensayos

5.13.1. Hormigón

Se realizarán probetas de hormigón cilíndricas de 15 cm. de diámetro y 30 cm. de altura, con objeto de someterlas a ensayos de compresión cuando sea requerido por el Director de Obra.

Éstas serán ensayadas en laboratorio autorizado.

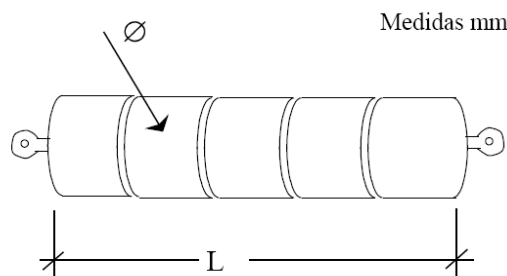
Una vez estudiados los resultados y si no superan los criterios de aceptación del presente pliego o del Director de Obra, el Contratista tomará a su cargo la demolición y ejecución de nuevo de las obras ejecutadas con hormigón que hayan resultado de insuficiente calidad.

5.13.2. Mandrilado de tubos

Una vez cerrada la zanja, se procederá al mandrilado de todos los tubos en los dos sentidos.

El mandril deberá asegurar que el tubo cumple el mínimo curvado, las uniones están centradas y alineadas y que conserva su concetricidad en sentido longitudinal.

Las medidas del mandril se indican a continuación, a título informativo.



Medidas mm

Dimensiones Testigo		
Ø Tubo	Ø	L
110	85	200
160	135	640
200	150	690

Esta operación se deberá realizar obligatoriamente en presencia del supervisor de obra.

El mandril deberá recorrer la totalidad de los tubos y deslizarse por ellos sin aparente dificultad. Además, deberá arrastrar una cuerda guía que sirva de guía para el tendido del cable.

En el caso de que el testigo calibrado no pasase por estar el tubo obstruido o no cumplir el radio de curvatura adecuado se debe proceder a la nueva ejecución del tramo afectado.

Una vez pasado el testigo calibrado se deberá levantar acta del proceso indicando las dimensiones del testigo calibrado, incidencias ocurridas durante el proceso y se asegurará que en las bocas de los tubos están colocados los correspondientes tapones. Esta acta se entregará a dirección de obra.

Los tapones permanecerán siempre colocados aunque no se utilicen dichos tubos.

5.13.3. Ensayos de cables aislados con pantalla

Una vez que la instalación ha sido concluida, es necesario comprobar que el sistema nuevo de cables cumple con los requisitos de calidad y seguridad por lo que se realizan los ensayos correspondientes.

Para la realización de las pruebas se seguirán las prescripciones del Reglamento de Líneas de Alta Tensión, las normas UNE de obligado cumplimiento y/o normas IEC:

- UNE-EN 60270 Técnicas de Ensayo en Alta Tensión. Medidas de las Descargas Parciales.
- UNE-HD 632S3 Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios para tensiones asignadas superiores a 36 kV ($U_m=42$ kV) hasta 150 kV ($U_m=170$ kV).
- UNE-EN 60229 Ensayo de cubiertas exteriores de cables que tienen una función especial de protección y que se aplican por extrusión.
- UNE 211006 Ensayos previos a la puesta en servicio de sistemas de cables eléctricos de alta tensión en corriente alterna.
- Normas IEC.

Control de calidad sobre el material suministrado

Con el suministro de los conductores, el fabricante facilitará a LA EMPRESA el plan de control de calidad de fabricación y planes de puntos de inspección, tanto de los cables de potencia como de los accesorios (terminales, empalmes, elementos auxiliares, etc.), indicando los ensayos y procedimientos de control a realizar durante su fabricación y a la finalización de la misma.

Todos los ensayos, tanto su procedimiento como sus resultados, deberán documentarse y entregarse a LA EMPRESA.

Los ensayos de recepción de cables deben realizarse según la norma IEC 60840.

Ensayos de rutina

- Ensayo de descargas parciales

Se realizará tal y como se describe en la norma IEC 60885-3, excepto a lo que se refiere a la sensibilidad, la cual, tal y como se define en la norma IEC 60885-3, debe ser igual como máximo a 10 μC .

La tensión de ensayo a la cual deben realizarse las medidas debe incrementarse progresivamente y debe mantenerse a 1,75 veces la tensión U_0 durante 10 s y seguidamente debe ajustarse a 1,5 veces la tensión U_0 para realizar la medición.

Resultado para aceptación: Amplitud de las descargas a 1,5 veces $U_0 < 10 \mu\text{C}$.

- Ensayo de aislamiento

El ensayo consiste en la aplicación de tensión alterna (a frecuencia de 50 Hz) igual a 2,5 veces U_0 durante 30 minutos entre conductor y pantalla.

Resultado para aceptación: No debe producirse perforación alguna en el aislamiento.

Ensayos especiales:

Los siguientes ensayos se realizan sobre una muestra de cable para cada lote de fabricación del mismo tipo de cable:

- 1) Medida de la resistencia de conductor y pantalla
- 2) Control dimensional de las capas aislantes
- 3) Ensayo de alargamiento en caliente de las cubiertas aislantes
- 4) Medición de la capacidad
- 5) Ensayo de obturación
- 6) Ensayo sobre los componentes de los cables con pantalla metálica aplicada longitudinalmente.

Ensayos de instalación terminada

Una vez que la instalación ha sido concluida, es necesario comprobar que el sistema nuevo de cables cumple con los requisitos de calidad y seguridad, por lo que se realizarán los ensayos correspondientes. Se aplicará la Norma UNE 211006 de ensayos previos a la puesta en servicio de sistemas de cables eléctricos de alta tensión en corriente alterna.

Los ensayos se llevarán a cabo en campo, una vez concluida la instalación del cable y antes de la puesta en servicio de la instalación. Se realizarán sobre el cable con todos sus accesorios montados, documentando el procedimiento seguido.

En los casos en los que existan pararrayos, se deberán desconectar durante las pruebas y volverlas a conectar al finalizar los ensayos.

Además, deberá tenerse en cuenta que si se quitan los tapones de los terminales enchufables para la realización de ensayos, al volver a montarlos deberán estar limpios y convenientemente impregnados con silicona.

En el caso de que la energización de la línea se vaya a realizar pasados 6 meses de los primeros ensayos realizados, se obligará a repetir la totalidad de los mismos.

Para la realización de las pruebas se seguirán las prescripciones contenidas en la norma UNE 211006 y en la Guía de aplicación de la ITC-LAT 05 del RLAT.

Todas las mediciones, ensayos y verificaciones se realizarán con presencia de personal de LA EMPRESA.

El orden de ejecución será el siguiente:

1. Comprobación de continuidad, resistencia, identidad y secuencia de fases

Para la comprobación de la continuidad del cable, se formará un bucle puenteando dos fases en un extremo, conectando en el otro extremo de las fases un ohmímetro y aplicando tensión.

Si se obtuviese una medición elevada de resistencia, respecto a los datos aportados por el fabricante del cable (del orden de cientos de ohmios), se interpretará como una discontinuidad del cable.

Se comprobarán los tres bucles posibles, fases 1-2, 2-3 y 1-3, para ello en uno de sus extremos se deben unir entre sí los tres conductores y en el otro, se colocará el medidor entre cada pareja posible de los mismos. Tal como recoge la UNE 211006 en su capítulo 6, si A es la medida obtenida entre las fases 1 y 2, B la obtenida entre las fases 2 y 3 y C la correspondiente a las fases 1 y 3, entonces:

$$R1 = (A+C-B) / 2$$

$$R2 = (B+A-C) / 2$$

$$R3 = (C+B-A) / 2$$

Para identificar las fases, se conecta a tierra el extremo de una fase, y entre los otros extremos de las tres fases, se conectará el ohmímetro. Entre cada una de las

fases y tierra se aplica sucesivamente una tensión de 500V, la menor de las medidas obtenidas corresponderá a la misma fase en ambos extremos.

Las conexiones deben realizarse correctamente para no introducir una resistencia adicional.

En los supuestos que proceda, antes de poner una línea en servicio, se debe contrastar que se mantiene la sucesión de fases para lo cual es necesario que con anterioridad se verifique el sentido de giro. Tanto la prueba previa como la posterior debe realizarse con el mismo equipo y manteniendo el mismo orden de sucesión. El resultado de ambas comprobaciones debe ser el mismo sentido de giro.

Por último, en aquellos casos en los que la nueva línea sirva de acoplamiento se debe de verificar previamente la identidad de fases con un equipo adecuado.

2. Continuidad y resistencia de la pantalla

Para medir la resistencia óhmica de las pantallas, y sin modificar el método operativo descrito en el apartado anterior, se utiliza un ohmímetro con resolución suficiente para obtener valores de al menos centésimas de ohmio y se procederá a realizar y anotar los valores obtenidos en las medidas de las tres combinaciones posibles (fases 1-2, 2-3 y 3-1).

Llamaremos A, B y C a los tres valores (en ohmios) obtenidos en las correspondientes mediciones de resistencia:

A = valor medido entre las fases 1 - 2

B = valor medido entre las fases 2 - 3

C = valor medido entre las fases 3 - 1

Los resultados de las resistencias correspondientes a cada fase se obtendrán de las siguientes expresiones:

$$R1 = (A + C - B) / 2$$

$$R2 = (B + A - C) / 2$$

$$R3 = (C + B - A) / 2$$

Al igual que en el ensayo anterior, las conexiones deben realizarse correctamente para no introducir una resistencia adicional.

Los resultados se considerarán favorables cuando el valor de la resistencia no difiera significativamente de los valores mostrados en la siguiente tabla:

Sección de la pantalla (mm²)	Resistencia (Ω /km)
205	0,08

3. Ensayo de rigidez dieléctrica de la cubierta

Mediante este ensayo se comprobará que no existen daños en la cubierta causados durante el tendido de los conductores.

Como se ha indicado anteriormente, las pruebas de Rigidez Dieléctrica de la Cubierta se realizará sobre el cable con todos sus accesorios montados, independientemente de su longitud.

Para realizar el ensayo se desconectarán las pantallas metálicas de tierra y quedarán aisladas de la misma y entre sí, en ambos extremos.

En el caso de que el nuevo cable se vaya a conectar a otro existente, los ensayos se podrán realizar antes o después de la confección del empalme. Siendo diferente en estos casos el nivel de tensión aplicado, tal como se detalla a continuación.

En el caso de ensayar conductores nuevos no conectados instalaciones existentes, se aplicará una tensión continua de 4 kV/mm de espesor de la cubierta, con un máximo de 10 kV.

Se aplicará de forma progresiva la tensión hasta llegar al nivel establecido, entre la pantalla de cada una de las fases y la red de tierra de la instalación o en su defecto, de una toma de tierra provisional para el ensayo.

El nivel de tensión de ensayo de deberá mantener durante 1 minuto, resultando el ensayo superado si no se produce ninguna perforación en la cubierta y si la corriente de fuga es menor de 1,5 mA/km.

El valor anterior, se obtiene aplicando un coeficiente por incertidumbre en la medida de valor 0,75, al límite indicado en la norma UNE 211006, que para el tipo de aislamiento utilizado (DMZ1) es de 2 mA/km.

Una vez finalizado el ensayo, antes de acceder a las terminaciones de los cables, es muy importante que se realice en los mismos la descarga de las cargas estáticas almacenadas en cada conductor. Esta descarga se realizará poniendo a tierra y en cortocircuito, o a través de resistencias de descarga, las terminaciones de los cables y de las pantallas metálicas antes de cada actuación.

En el caso de que los conductores nuevos se ensayen conectados a instalaciones existentes, ya sea por la conexión a otros conductores o porque no es posible ensayarlos sin desconectarlos de las cabinas, tal como se indica en la Guía de Aplicación de la ITC-LAT 05, se aplicará un nivel de tensión de ensayo reducido al 80%, respecto del nivel aplicado en el ensayo inicial.

4. Comprobación del aislamiento principal

Para los sistemas de cables recogidos en este Proyecto Tipo, la comprobación del aislamiento principal se realizará preferentemente mediante el método 1-indicado en la norma UNE 211006 de tensión soportada a frecuencia industrial. Si bien, siempre que sea posible se complementará en ensayo con la medida de descargas parciales (método 4 de la citada norma).

El método operativo de este ensayo consiste en la aplicación de una tensión alterna de frecuencia comprendida entre 20 y 300 Hz.

Tal como se establece en dicha norma, para sistemas nuevos de cable de tensiones asignadas de 33/66 kV y 76/132 kV, se debe aplicar una tensión de ensayo del valor indicado en la siguiente tabla, durante un periodo de una hora:

Tensión asignada (kV)	Tensión de ensayo (kV)
36/66	72
76/132	132

La tensión indicada anteriormente se aplicará entre el conductor y la tierra de protección (herrajes), estando las pantallas de los cables cortocircuitadas entre sí y conectadas a esta instalación de tierra en ambos extremos.

La tensión se irá aplicando de forma lenta en varios escalones hasta llegar al nivel definido y una vez alcanzado, se mantendrá durante 60 minutos.

Se considerará el ensayo favorable siempre que no se produzca una perforación en el aislamiento.

Al igual que en el ensayo anterior, en el caso de que los nuevos conductores se ensayen conectados a instalaciones existentes, ya sea por la conexión a otros conductores o porque no es posible ensayarlos sin desconectarlos de las cabinas, en aplicación de la Guía de Aplicación de la ITC-LAT 05, se ensayará con un nivel de tensión reducido al 80%, respecto del nivel aplicado en el ensayo inicial.

Alternativamente, cuando no sea posible la realización del ensayo de comprobación del aislamiento principal, por cualquiera de los supuestos indicados en la Guía de aplicación de la ITC-LAT 05, se comprobará el estado del aislamiento del cable y de sus accesorios mediante la medida de descargas parciales, aplicando entre conductor y pantalla la tensión de servicio durante 24 horas, sin carga.

No debe producirse perforación del aislamiento durante este tiempo, ni deben detectarse Descargas Parciales localizadas en el interior del cable o de sus empalmes y terminaciones.

5. Determinación de Impedancias finales

Mediante este ensayo se determinarán los parámetros reales para la calibración de las protecciones: resistencia, reactancia, susceptancia, resistencia homopolar, reactancia homopolar, susceptancia homopolar, impedancia característica, potencia característica, módulo y argumento de impedancia, modulo y argumento de admitancia.

5.13.4. Medidas reflectométricas del cable de comunicaciones

Los equipos de medida utilizados deberán disponer del certificado de Calibración correspondiente, donde se especifique explícitamente la precisión de medida para los parámetros de atenuación, distancias, ORL y reflectancias para el caso de OTDR's, y para el caso de fuentes de luz y medidores de potencia ópticas, la precisión de las medidas de potencia.

- Realización de medidas con equipos OTDR.

Con el fin de realizar todas las medidas, independientemente de los equipos empleados, se deben observar las siguientes directrices:

- Índice de la fibra: Se utilizará como índice de refracción de la fibra el que recomiende el fabricante, o en su defecto $n=1.46700$, (fibra Corning).
- Rango dinámico: el OTDR a utilizar deberá tener un rango dinámico adecuado a las longitudes de fibra a medir, asegurando en el punto más alejado de la curva una mejora de 4 dB sobre el nivel de ruido.
- Bobinas de lanzamiento y terminación: Serán de una longitud suficiente que garantice la precisión de la medida en los puntos de inicio y final, (conectores), contrarrestando la zona muerta, (de pérdidas y de retorno) del OTDR.
- Ancho del pulso y número de promediados: Se utilizará el ancho de pulso más apropiado para conseguir la mejor precisión, obteniendo una curva lo más nítida posible en la zona de medida, y disminuyendo en lo posible la zona muerta después de los conectores. No deben presentarse en toda la zona de medida picos de ruido superiores a 0,15 dB.
- Medidas de conectores ópticos: Para medir las pérdidas de inserción y de retorno de conectores instalados en repartidores ópticos, se colocará una fibra de lanzamiento entre el OTDR y el conector de la fibra a medir y otra bobina de terminación, después del último conector, con el fin de obtener una visualización correcta de los mismos. Se considerarán las pérdidas de inserción del conector como la media en ambos sentidos de las pérdidas de la conexión entre el conector de la fibra de lanzamiento y el conector bajo medida. Como pérdidas de retorno se tomará en valor absoluto la media en

ambos sentidos del menor valor de los valores que el equipo de medida determine como pérdida de retorno o como reflectancia de evento.

- Umbrales de eventos: En los equipos que se tengan que programar los umbrales de detección de eventos, se programará en los valores más bajos posibles, no siendo superiores en ningún caso a 0,05 dB para pérdidas puntuales, ni superiores (en valor absoluto) a -50 dB para las reflectancias o pérdidas de retorno.
- Tabla de eventos: Junto a la gráfica reflectométrica se incluirá una tabla de eventos donde al menos queden reflejados los empalmes, los conectores ópticos con su ORL o reflectancia y sus pérdidas de inserción, los puntos de discontinuidad mayor o igual a 0,1 dB y las reflectancias puntuales mayores a -50 dB.
- Cursores y marcadores: En las gráficas se ubicarán los cursores o marcadores inmediatamente antes del conector óptico, donde empieza la instalación, no teniendo en cuenta la fibra de lanzamiento. El otro marcador se colocará al final del trayecto bajo medida, inmediatamente antes de la última reflexión, para que se indique la longitud total real del trayecto bajo prueba.
- Escala vertical: Se utilizará una escala vertical que permita diferenciar visualmente saltos de 0,1 dB.
- Ficheros: Todas las medidas del OTDR, deberán conservarse en soporte informático. Deben archivar de forma que posteriormente, y bajo el emulador correspondiente se puedan obtener los valores de los puntos singulares, así como permitir el cambio de parámetros para obtención de todos los datos recogidos en el documento.

Valores límites para la aceptación de la instalación

Estos valores son los siguientes:

- Pérdidas de empalmes
 - Valor máximo individual: 0,20 dB
 - Valor máximo medio: 0,10 dB
- Pérdidas de inserción de conectores ópticos
 - Valor máximo individual: 0,50 dB
 - Valor máximo medio: 0,35 dB
- Pérdidas de retorno de conectores ópticos
 - Conectores FC/PC mejores de 30 dB
 - Conectores FC/SPC mejores de 40 dB



**PROYECTO TIPO DE
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
SUBTERRÁNEAS
(> 36 kV)**

PT-LSAT.VI

Fecha: julio 2023

Edición: 1

Página 116 de 210

Ante cables en los que la medida solo pudiera realizarse en un sentido y por lo tanto no fuera posible el cálculo de valores medios para las pérdidas de empalme, se considerará como valor de aceptación del empalme, y tras consulta a la dirección de obra, un valor inferior a 0,30 dB.



**PROYECTO TIPO DE
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
SUBTERRÁNEAS
(> 36 kV)**

PT-LSAT.VI

Fecha: julio 2023

Edición: 1

Página 117 de 210

PLANOS

Índice

- LSAT-01** Zanjas Tipo Para Líneas En Calzada Bajo Tubo Hormigonado
- LSAT-02** Zanjas Tipo Para Líneas En Terreno Natural Bajo Tubo Hormigonado
- LSAT-03** Zanjas Tipo Para Líneas En Calzada Y Puesta A Tierra Con Sistema Single-Point Bajo Tubo Hormigonado
- LSAT-04** Zanjas Tipo Para Líneas En Terreno Natural Y Puesta A Tierra Con Sistema Single-Point Bajo Tubo Hormigonado
- LSAT-05** Perforación En Topo. Simple Circuito y Doble Circuito
- LSAT-06** Perforación En Topo. Simple Circuito y Doble Circuito Con Puesta A Tierra Sistema Single-Point
- LSAT-07** Arquetas En Alineación Para Líneas En Simple Y Doble Circuito
- LSAT-08** Arquetas En Alineación Para Líneas En Simple Y Doble Circuito Y Puesta A Tierra Con Sistema Single-Point
- LSAT-09** Arquetas En Ángulo Para Líneas En Simple Circuito
- LSAT-10** Arquetas En Ángulo Para Líneas En Doble Circuito
- LSAT-11** Arquetas En Ángulo Para Líneas En Simple Circuito Con Sistema De Puesta A Tierra Single- Point
- LSAT-12** Arquetas En Ángulo Para Líneas En Doble Circuito Con Sistema De Puesta A Tierra Single-Point
- LSAT-13** Cámara De Empalmes Prefabricada Para Línea En Simple Circuito -Disposición Horizontal-
- LSAT-14** Cámara De Empalmes Prefabricada Para Línea En Simple Circuito. -Disposición Vertical-
- LSAT-15** Cámara De Empalmes Prefabricada Para Línea En Doble Circuito. -Disposición Vertical-
- LSAT-16** Cámara De Empalmes No Visitable para Línea en Simple Circuito (50-55 kV).
- LSAT-17** Cámara De Empalmes No Visitable para Línea en Simple Circuito (132 kV).
- LSAT-18** Cruzamientos Con Ferrocarriles
- LSAT-19** Cruzamientos Con Otros Cables De Energía Eléctrica
- LSAT-20** Cruzamientos Con Cables De Telecomunicación
- LSAT-21** Cruzamientos Con Canalizaciones De Agua



**PROYECTO TIPO DE
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
SUBTERRÁNEAS
(> 36 kV)**

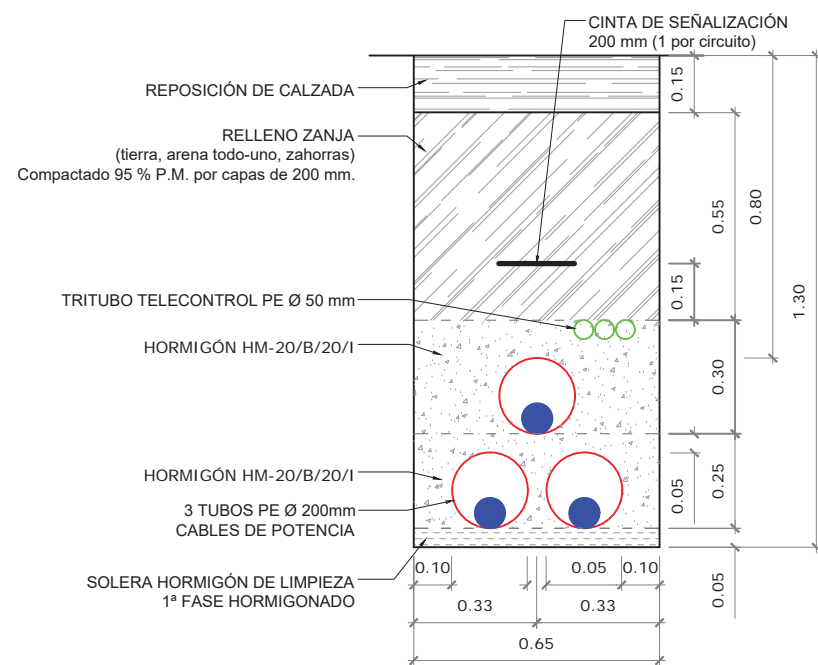
PT-LSAT.VI

Fecha: julio 2023

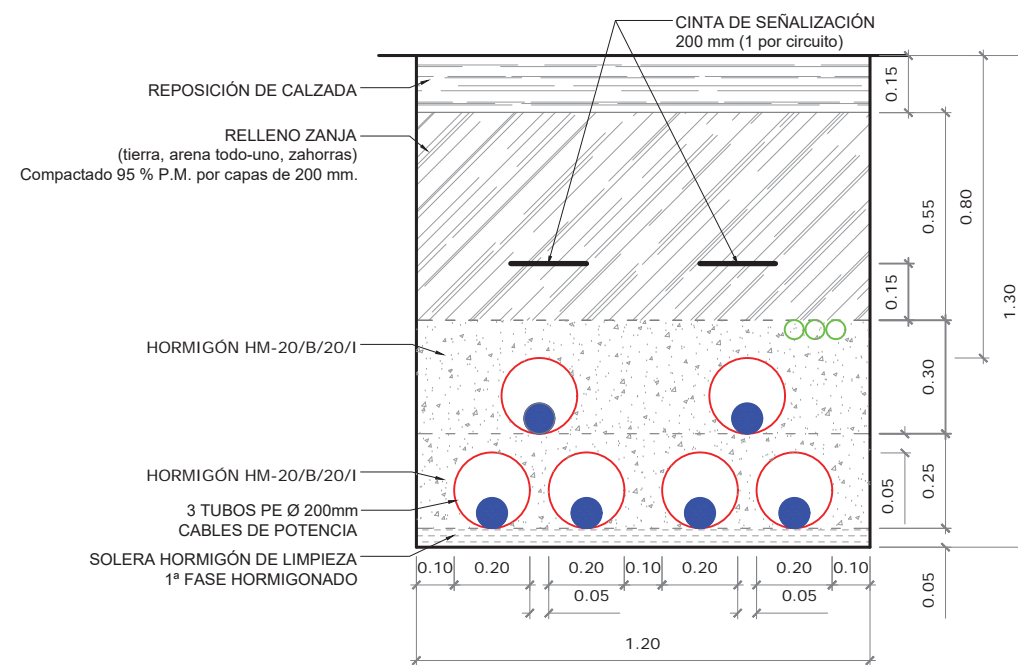
Edición: 1

Página 119 de 210


- LSAT-22** Cruzamientos Con Canalizaciones De Gas
- LSAT-23** Distancias A Depósitos De Carburante
- LSAT-24** Paralelismo Con Cables Eléctricos
- LSAT-25** Paralelismo Con Cables De Telecomunicación
- LSAT-26** Paralelismo Con Canalizaciones De Agua
- LSAT-27** Paralelismo Con Canalizaciones De Gas
- LSAT-28** Paso Aéreo-Subterráneo Para Línea En Simple Circuito
- LSAT-29** Paso Aéreo-Subterráneo Para Línea En Simple Circuito Más Fase De Reserva
- LSAT-30** Paso Aéreo-Subterráneo Para Línea En Doble Circuito
- LSAT-31** Paso Aéreo-Subterráneo Para Línea En Doble Circuito Más Fase De Reserva

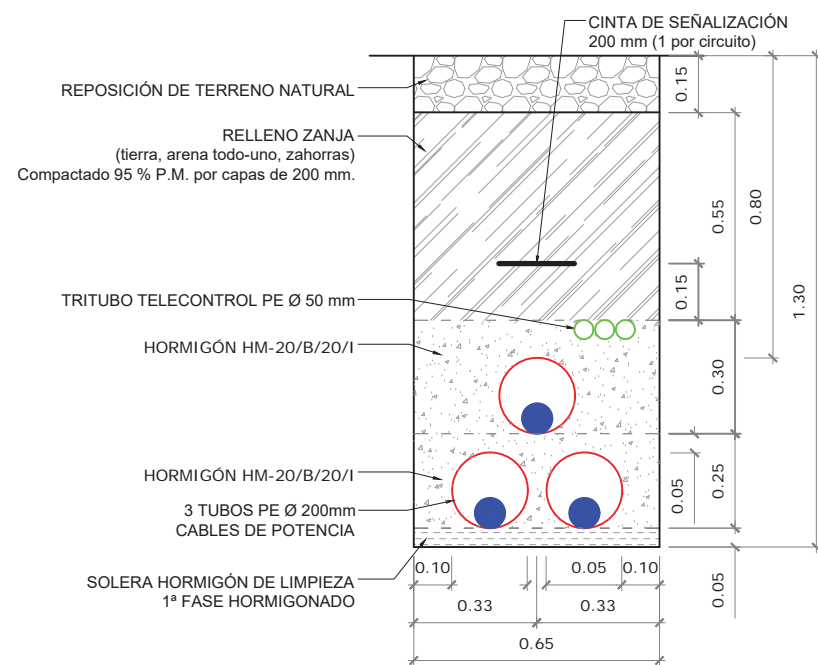


SIMPLE CIRCUITO

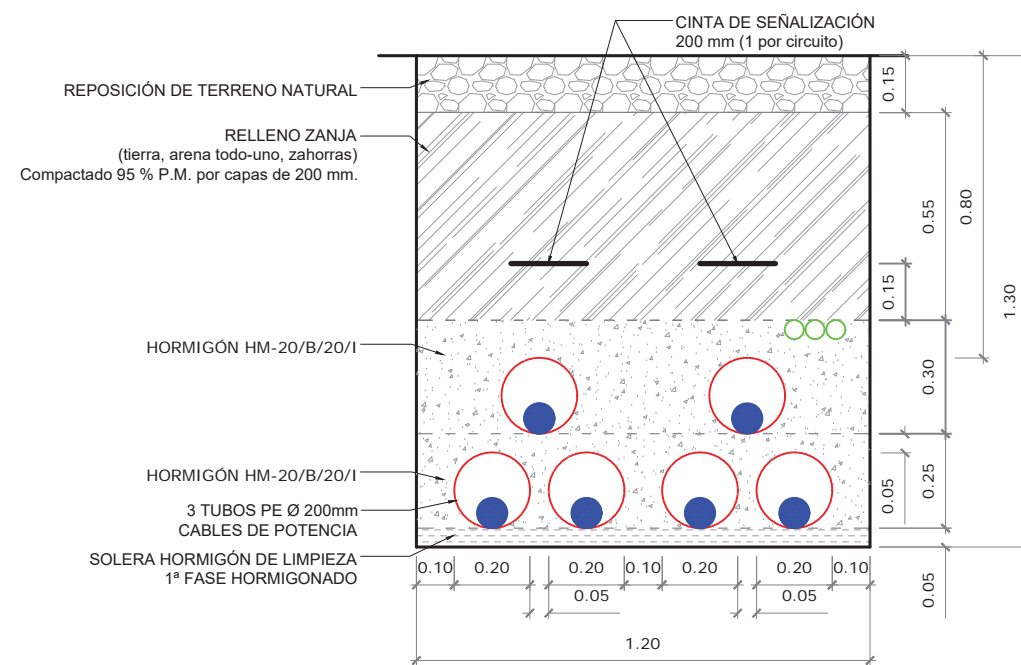


DOBLE CIRCUITO

	FECHA	NOMBRE	PROYECTO TIPO DE LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN SUBTERRÁNEAS (>36 KV)		
PROYECTADO	JUL.-23	-			
DIBUJADO	JUL.-23	-			
COMPROBADO	JUL.-23	-			
APROBADO	JUL.-23	-			
ESCALA	1/20				
					
			Nº	LSAT-01	0
			HOJA	1	SIGUE -
					Rev.




SIMPLE CIRCUITO

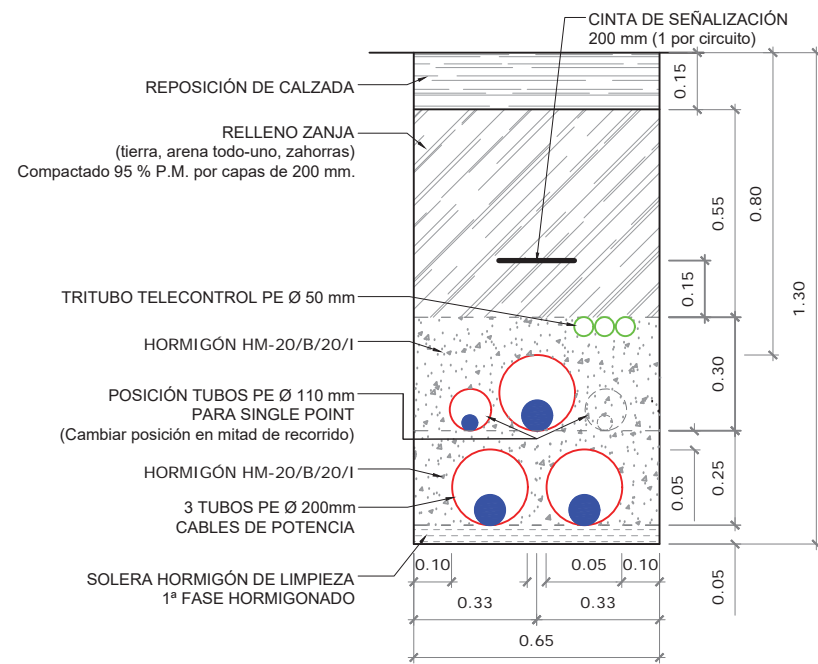


DOBLE CIRCUITO

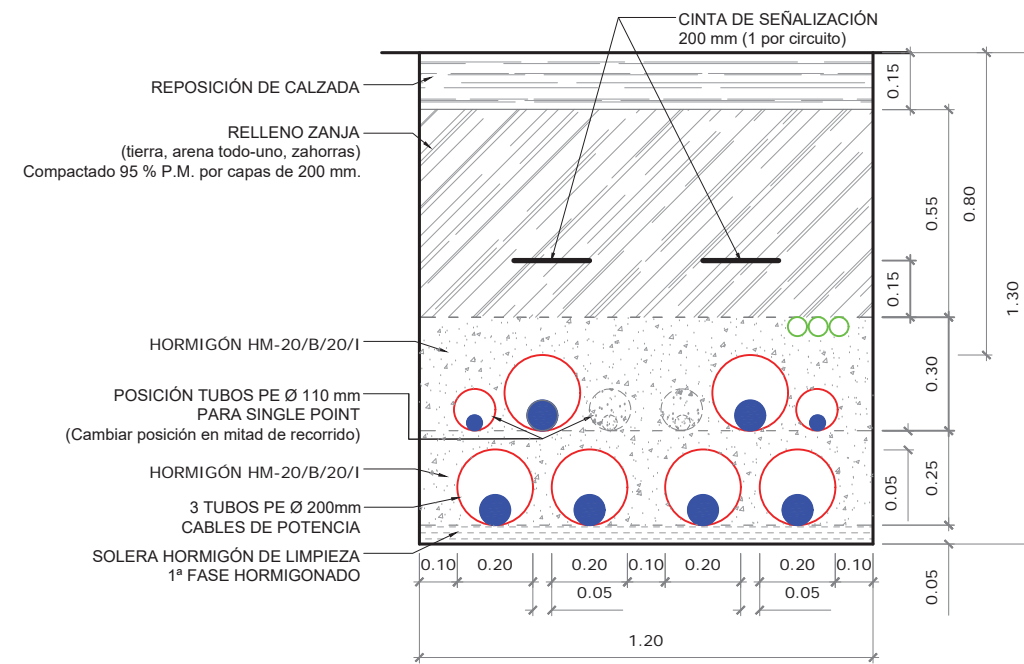
	FECHA	NOMBRE	PROYECTO TIPO DE LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN SUBTERRÁNEAS (>36 KV)		
PROYECTADO	JUL.-23	-			
DIBUJADO	JUL.-23	-			
COMPROBADO	JUL.-23	-			
APROBADO	JUL.-23	-			
ESCALA	1/20				





Nº	LSAT-02	0
HOJA	1	SIGUE -

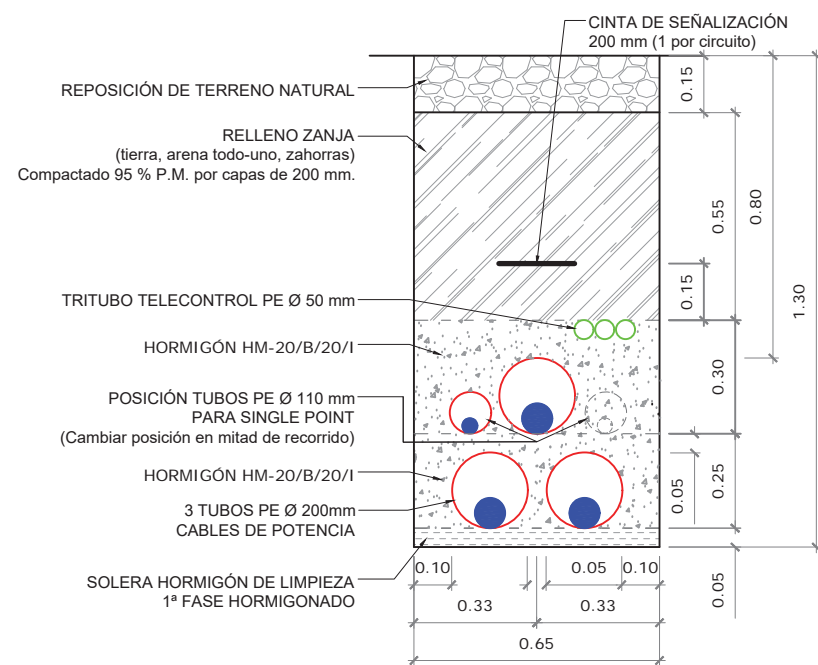


SIMPLE CIRCUITO

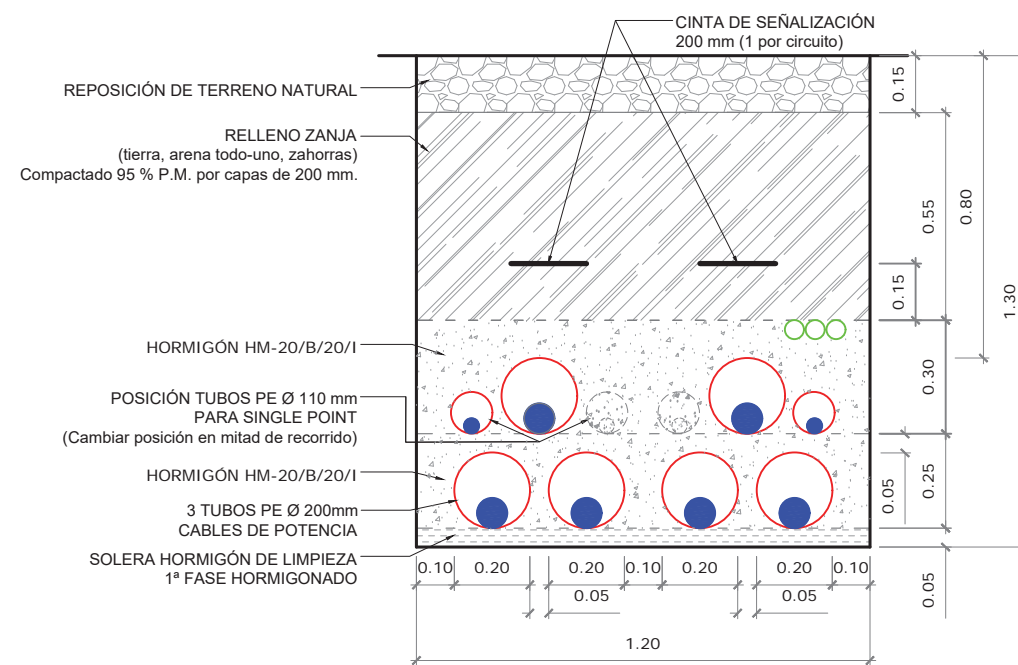


DOBLE CIRCUITO


	FECHA	NOMBRE	PROYECTO TIPO DE LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN SUBTERRÁNEAS (>36 KV)		
PROYECTADO	JUL.-23	-			
DIBUJADO	JUL.-23	-			
COMPROBADO	JUL.-23	-			
APROBADO	JUL.-23	-			
ESCALA	1/20		ZANJAS TIPO PARA LÍNEAS EN CALZADA CON SISTEMA SINGLE-POINT BAJO TUBO HORMIGONADO		
Nº	LSAT-03	0			
HOJA	1	SIGUE -			

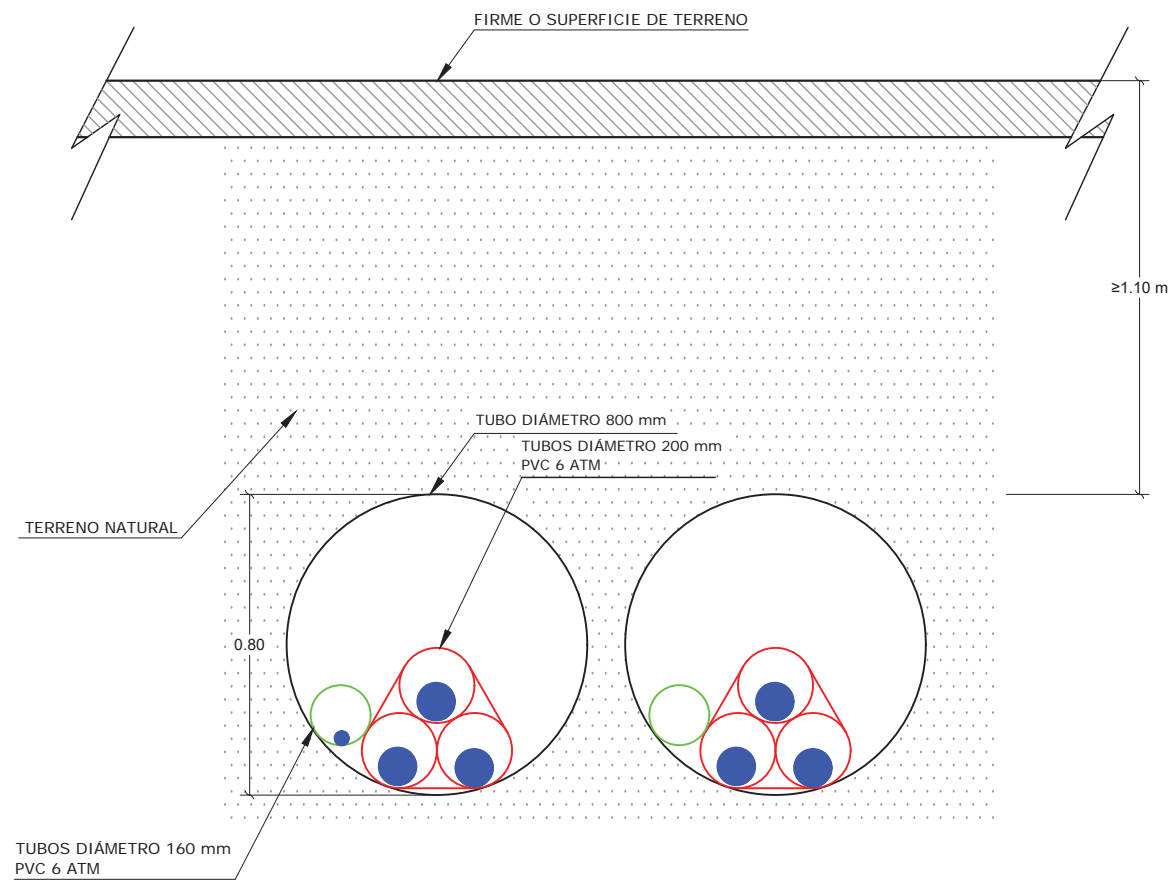


SIMPLE CIRCUITO

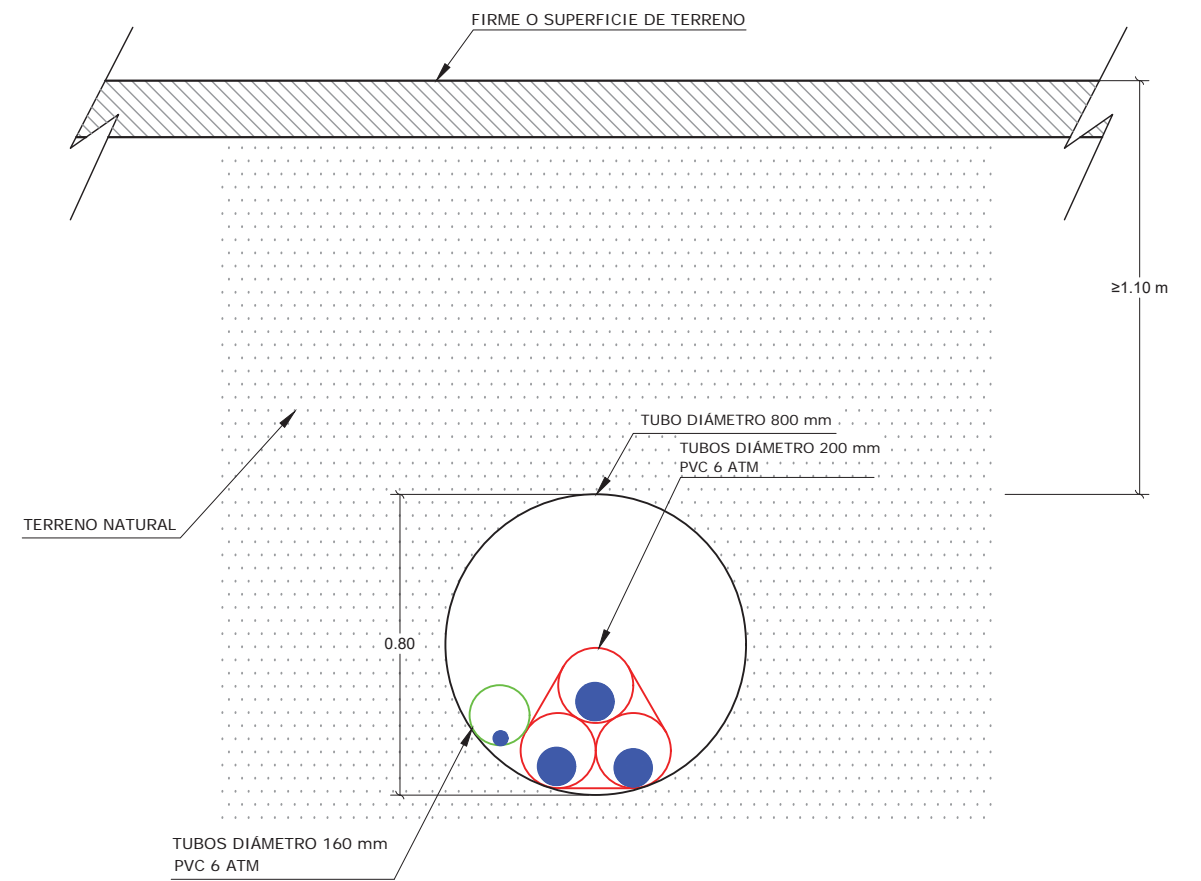


DOBLE CIRCUITO


	FECHA	NOMBRE	PROYECTO TIPO DE LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN SUBTERRÁNEAS (>36 KV)		
PROYECTADO	JUL.-23	-			
DIBUJADO	JUL.-23	-			
COMPROBADO	JUL.-23	-			
APROBADO	JUL.-23	-			
ESCALA	1/20				
					
			Nº	LSAT-04	0
			HOJA	1	SIGUE -
					Rev.

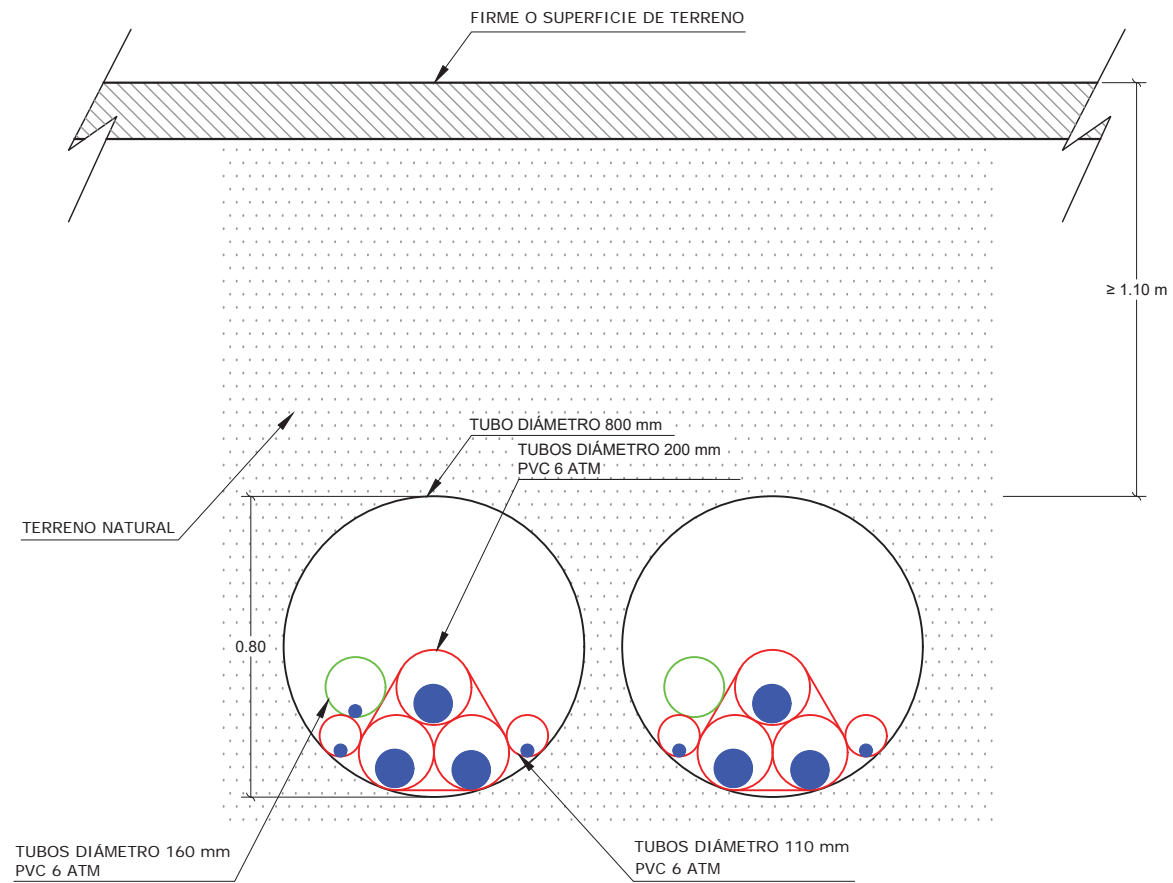


DOBLE CIRCUITO

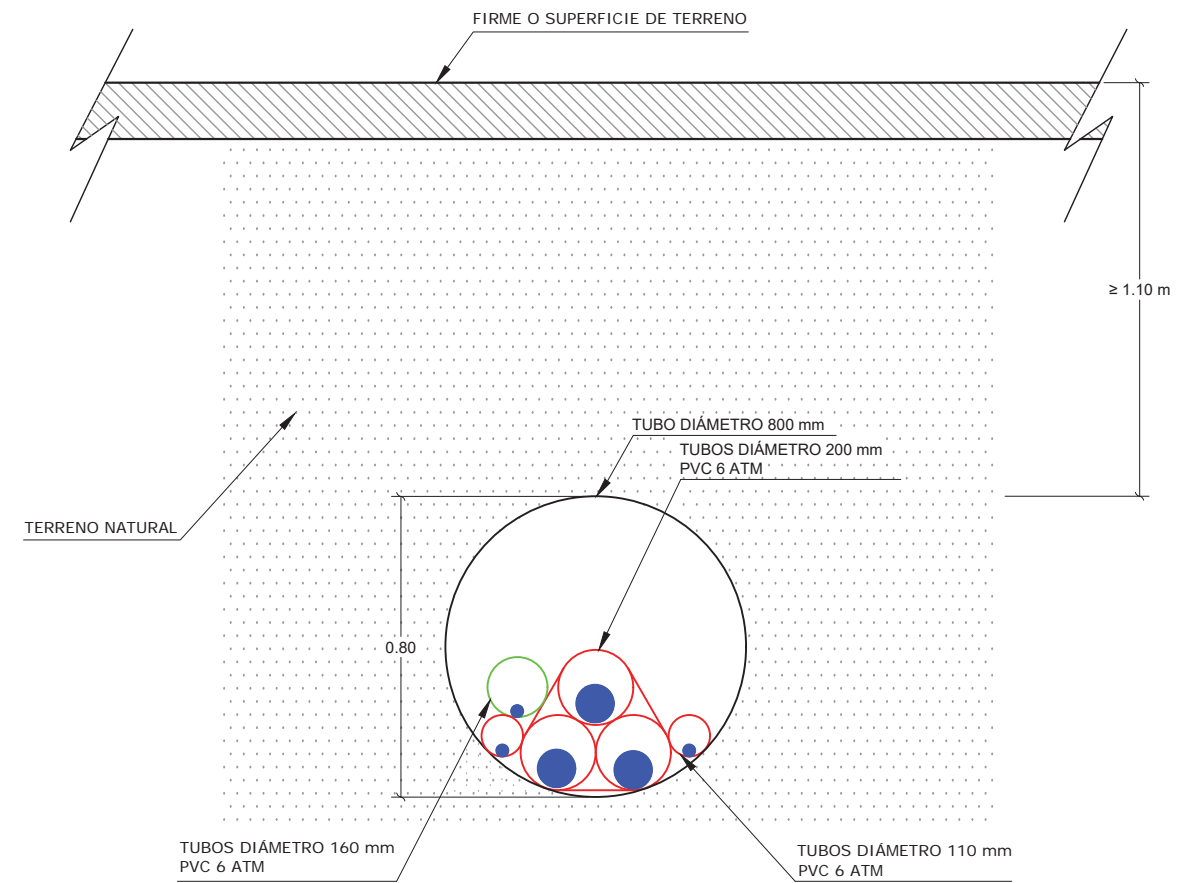


SIMPLE CIRCUITO

	FECHA	NOMBRE	PROYECTO TIPO DE LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN SUBTERRÁNEAS (>36 kV)		
PROYECTADO	JUL-2023	-			
DIBUJADO	JUL-2023	-	PERFORACIONES EN TOPO SIMPLE CIRCUITO Y DOBLE CIRCUITO		
COMPROBADO	JUL-2023	-			
APROBADO	JUL-2023	-			
ESCALA	1/20				
			Nº	LSAT-05	0
			HOJA	1	Rev.
			SIGUE	-	



DOBLE CIRCUITO

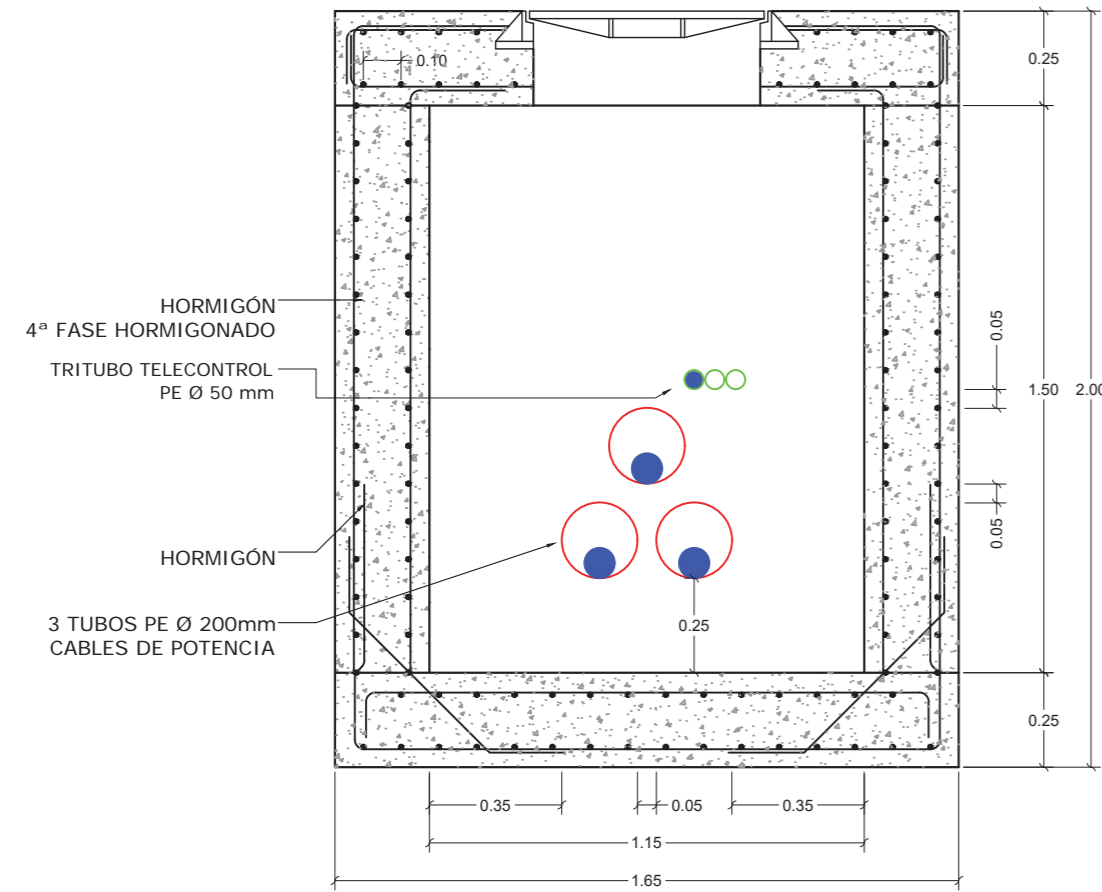


SIMPLE CIRCUITO

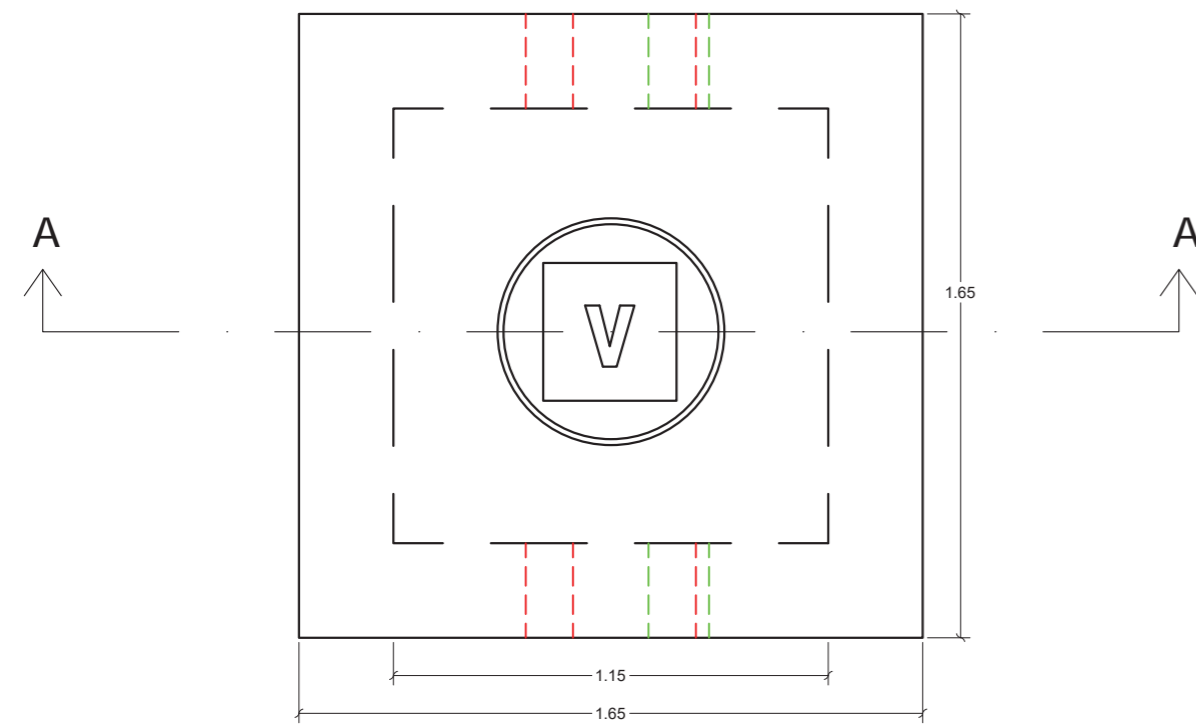
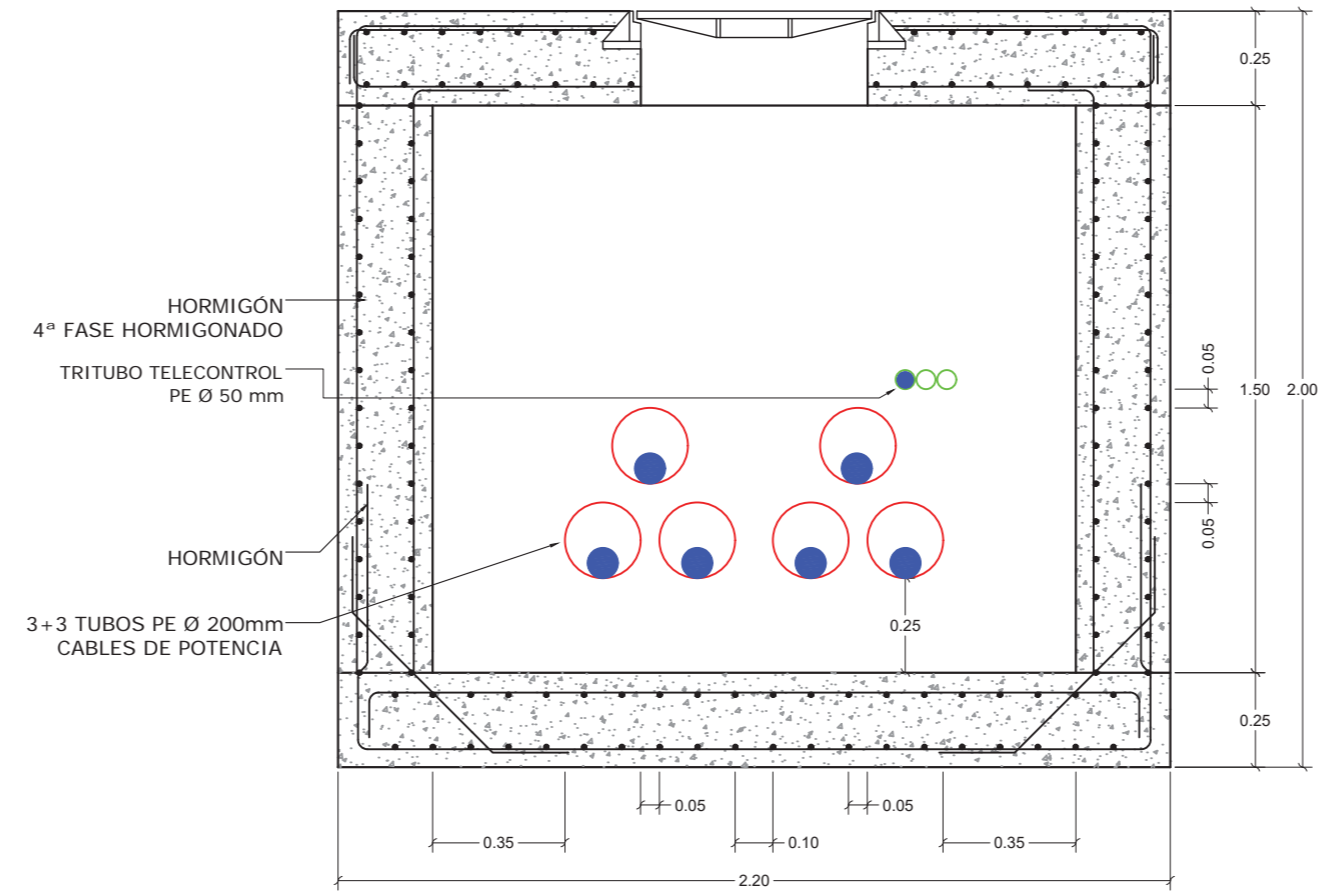
	FECHA	NOMBRE	PROYECTO TIPO DE LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN SUBTERRÁNEAS (>36 kV)		
PROYECTADO	JUL-2023	-			
DIBUJADO	JUL-2023	-	PERFORACIÓN EN TOPO SIMPLE CIRCUITO Y DOBLE CIRCUITO CON PUESTA A TIERRA SISTEMA SINGLE-POINT		
COMPROBADO	JUL-2023	-			
APROBADO	JUL-2023	-			
ESCALA	1/20		Nº	LSAT-06	0
			HOJA	1	SIGUE -



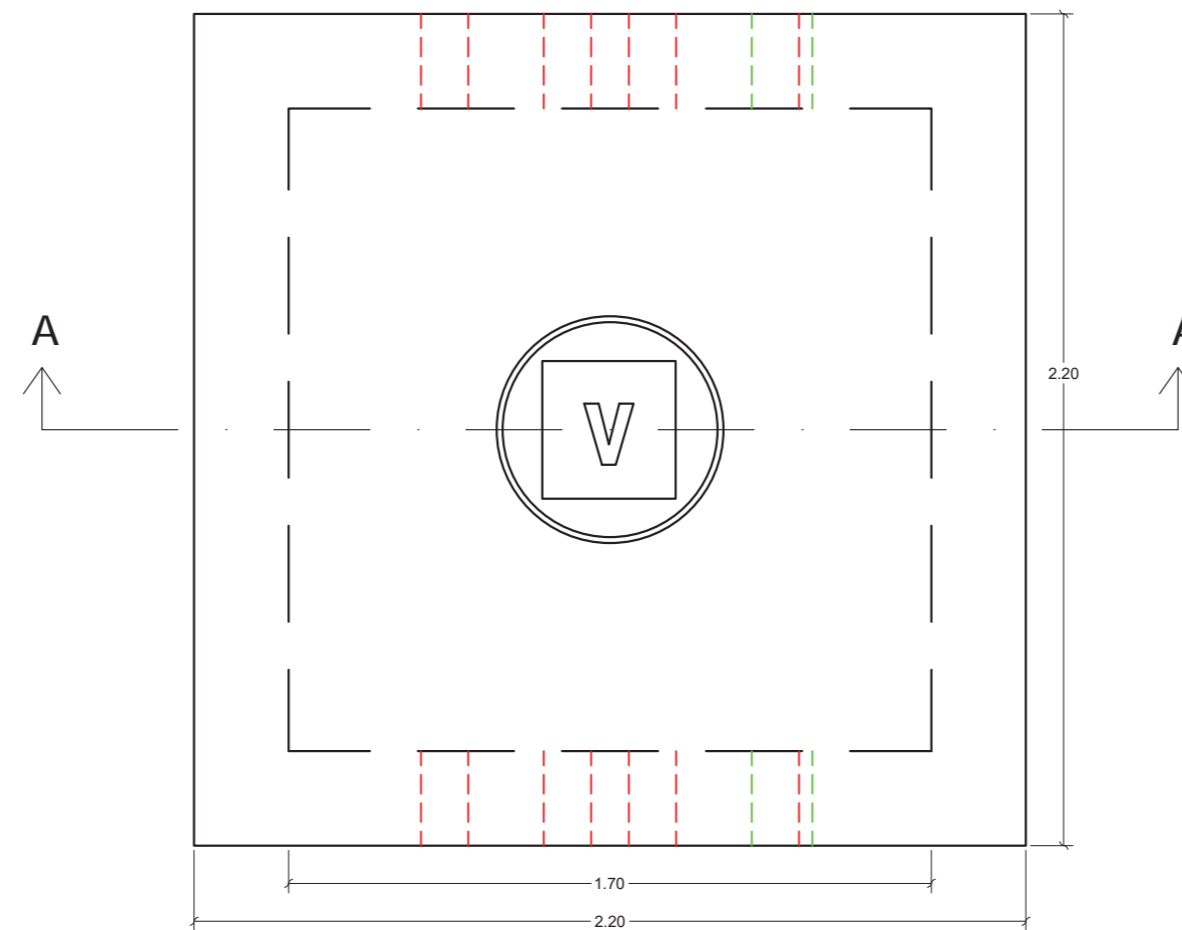
SIMPLE CIRCUITO



DOBLE CIRCUITO



PLANTA

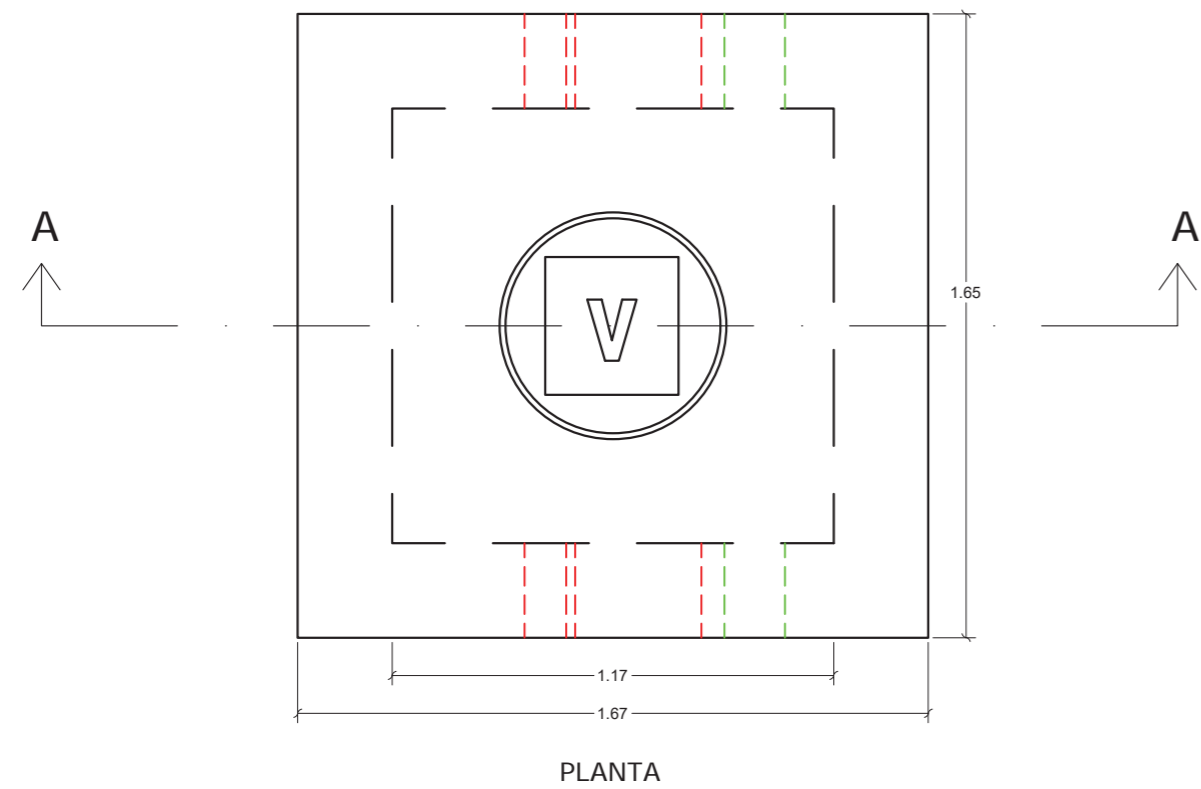
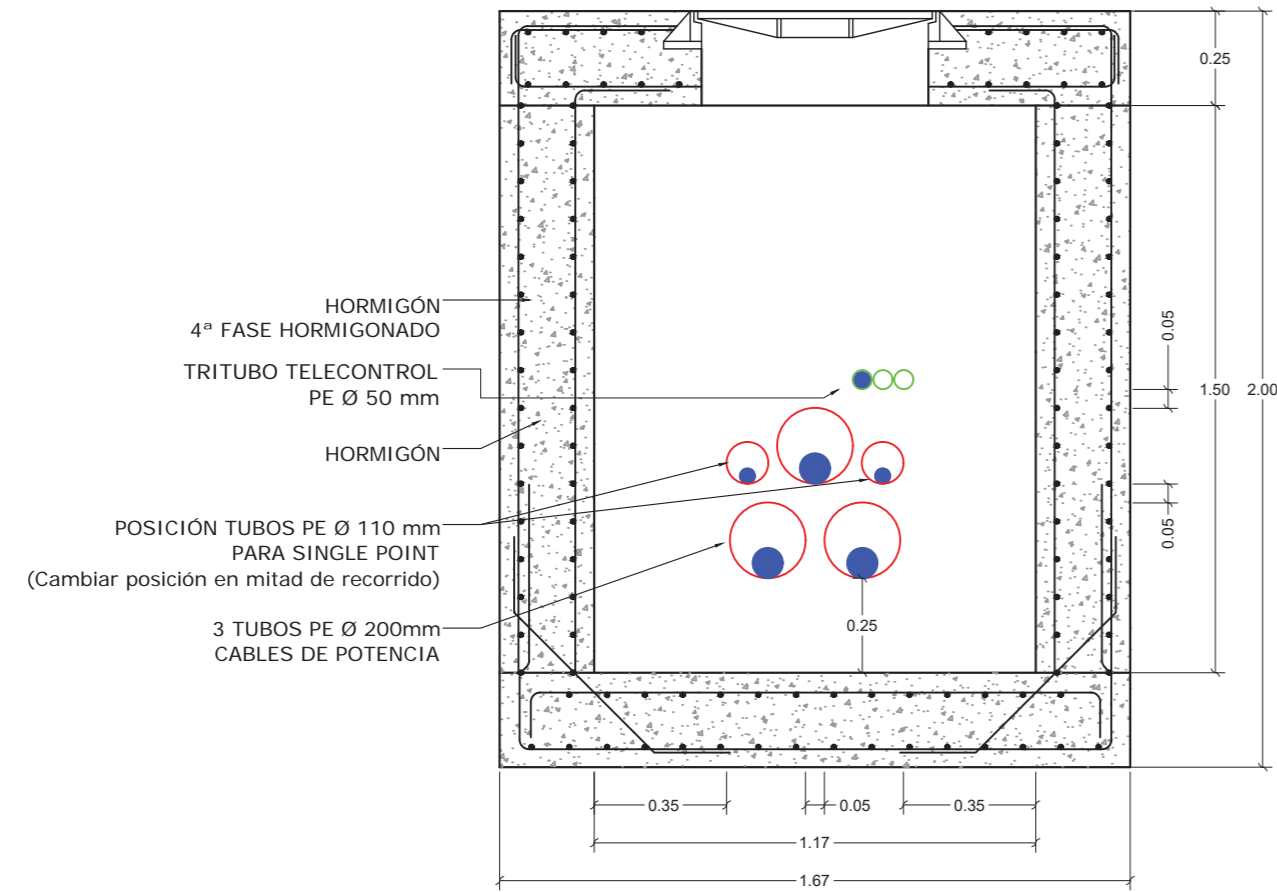


PLANTA

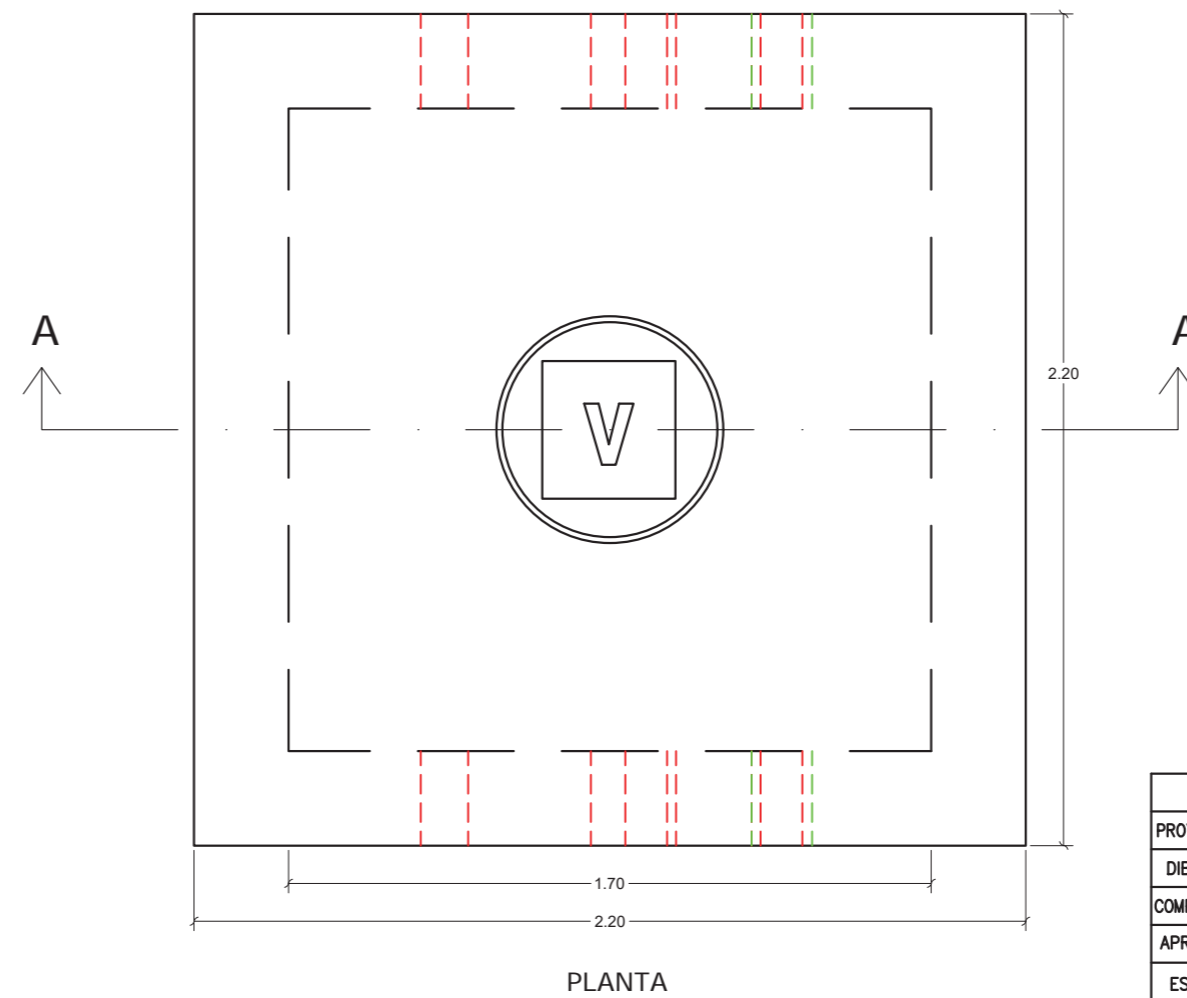
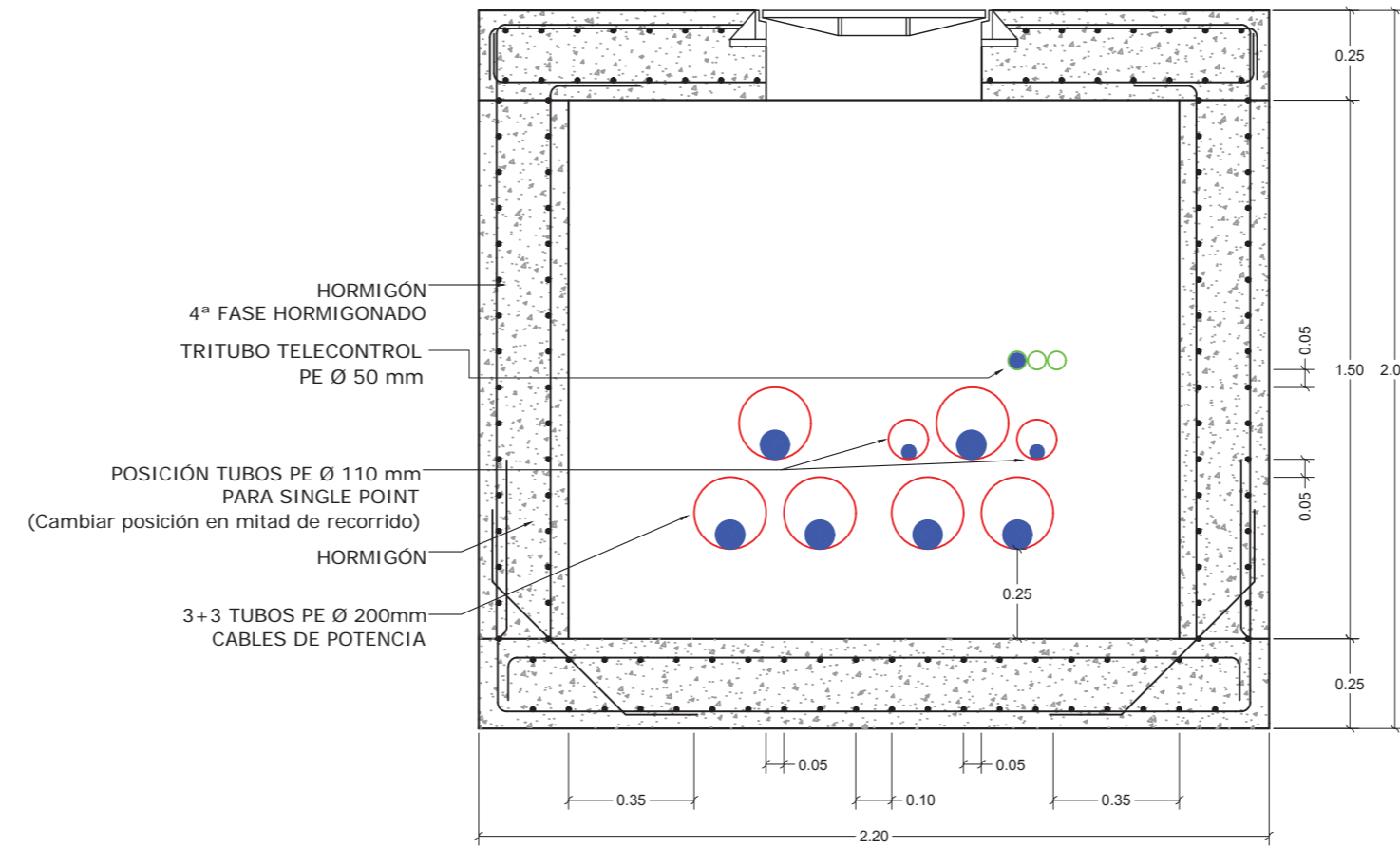
	FECHA	NOMBRE	PROYECTO TIPO DE LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN SUBTERRÁNEAS (>36 kV)		
PROYECTADO	JUL-2023	-	ARQUETAS EN ALINEACIÓN PARA LÍNEAS EN SIMPLE Y DOBLE CIRCUITO		
DIBUJADO	JUL-2023	-			
COMPROBADO	JUL-2023	-			
APROBADO	JUL-2023	-			
ESCALA	1/20		Nº	LSAT-07	0
			HOJA	1	SIGUE -



SIMPLE CIRCUITO
- Sistema Single-Point -



DOBLE CIRCUITO
- Sistema Single-Point -



	FECHA	NOMBRE
PROYECTADO	JUL-2023	-
DIBUJADO	JUL-2023	-
COMPROBADO	JUL-2023	-
APROBADO	JUL-2023	-
ESCALA	1/20	

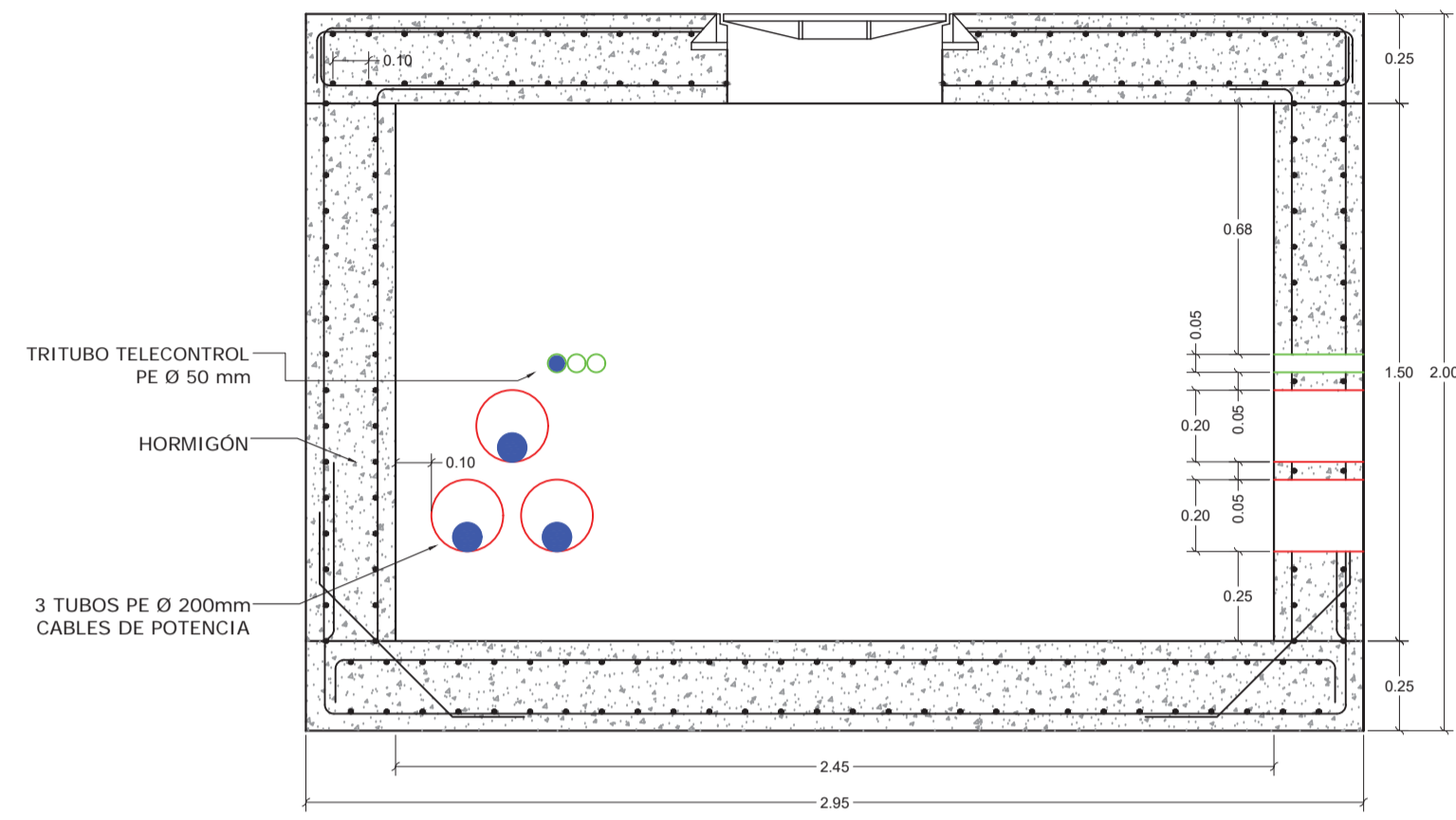
PROYECTO TIPO DE
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
SUBTERRÁNEAS (>36 kV)

ARQUETAS EN ALINEACIÓN PARA LÍNEAS
EN SIMPLE Y DOBLE CIRCUITO Y
PUESTA A TIERRA CON SISTEMA SINGLE POINT

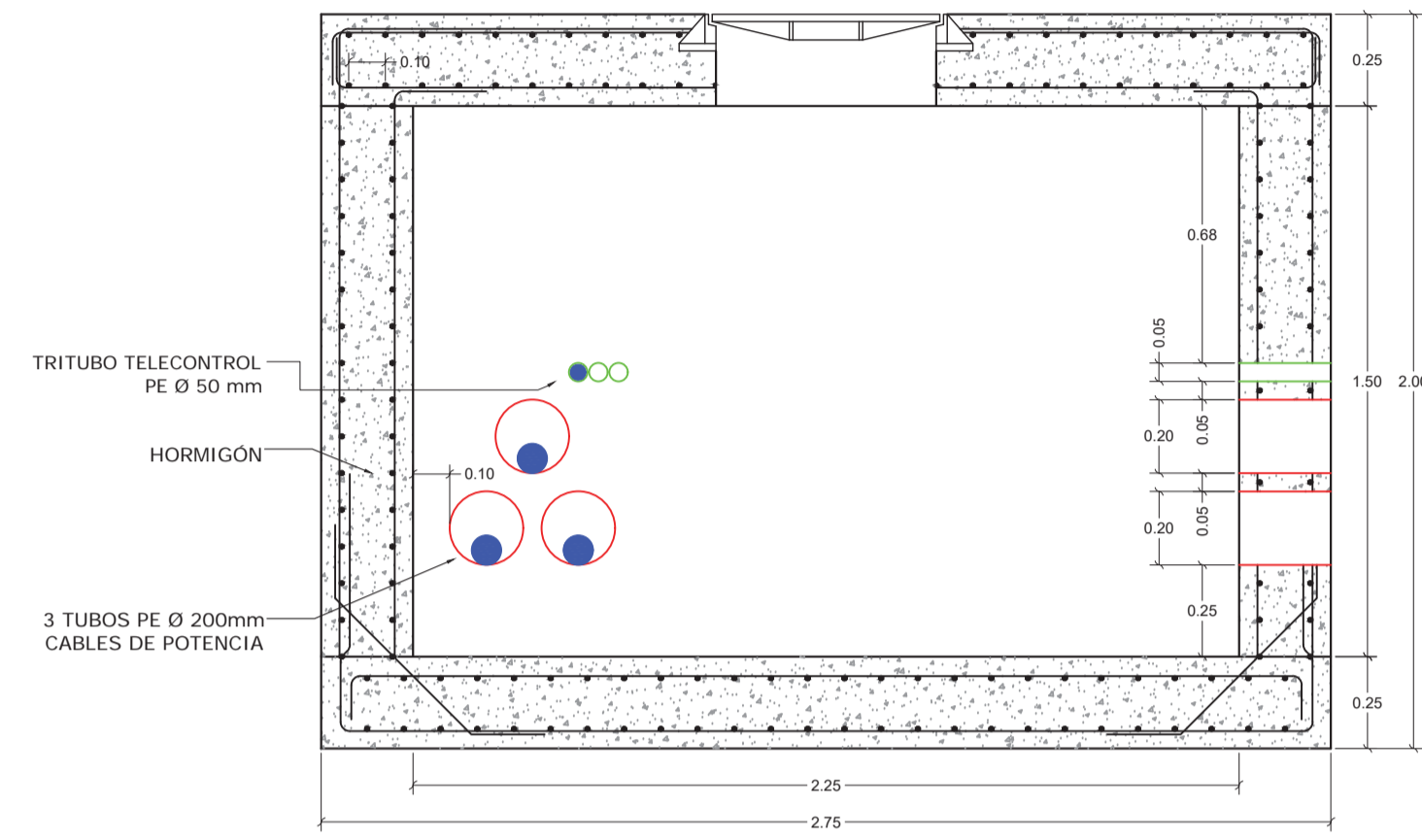


Nº	LSAT-08	0
HOJA	1	SIGUE -

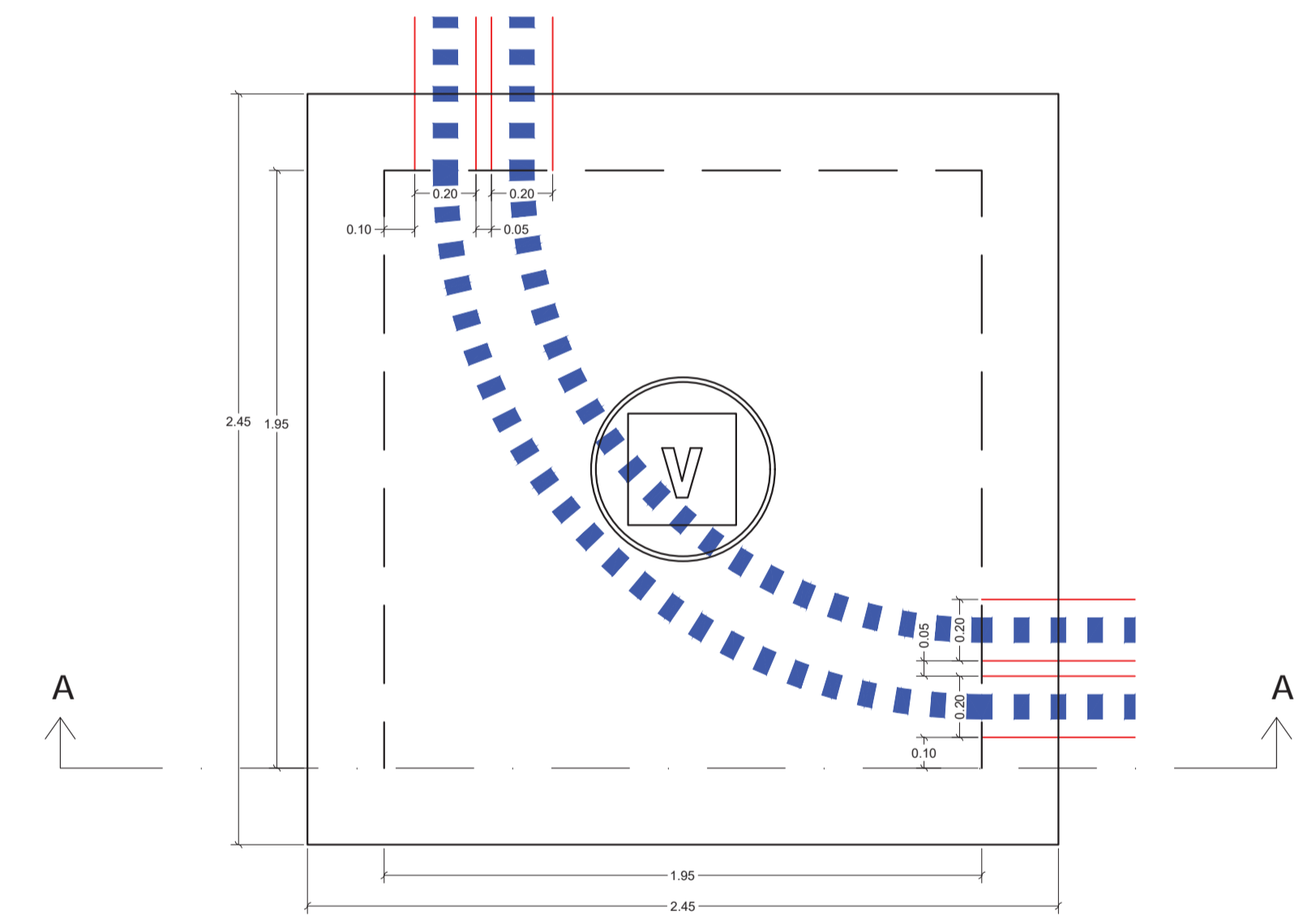
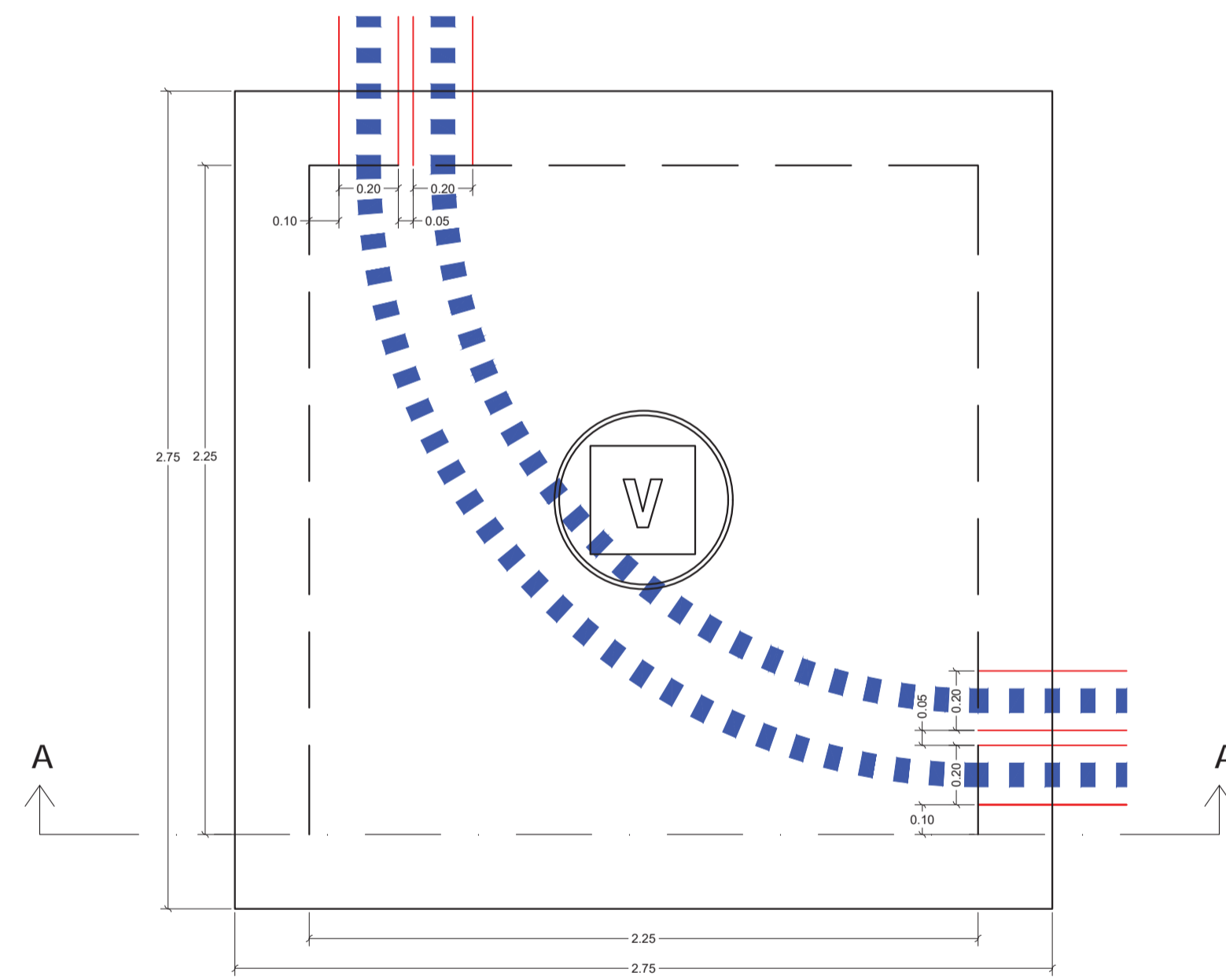
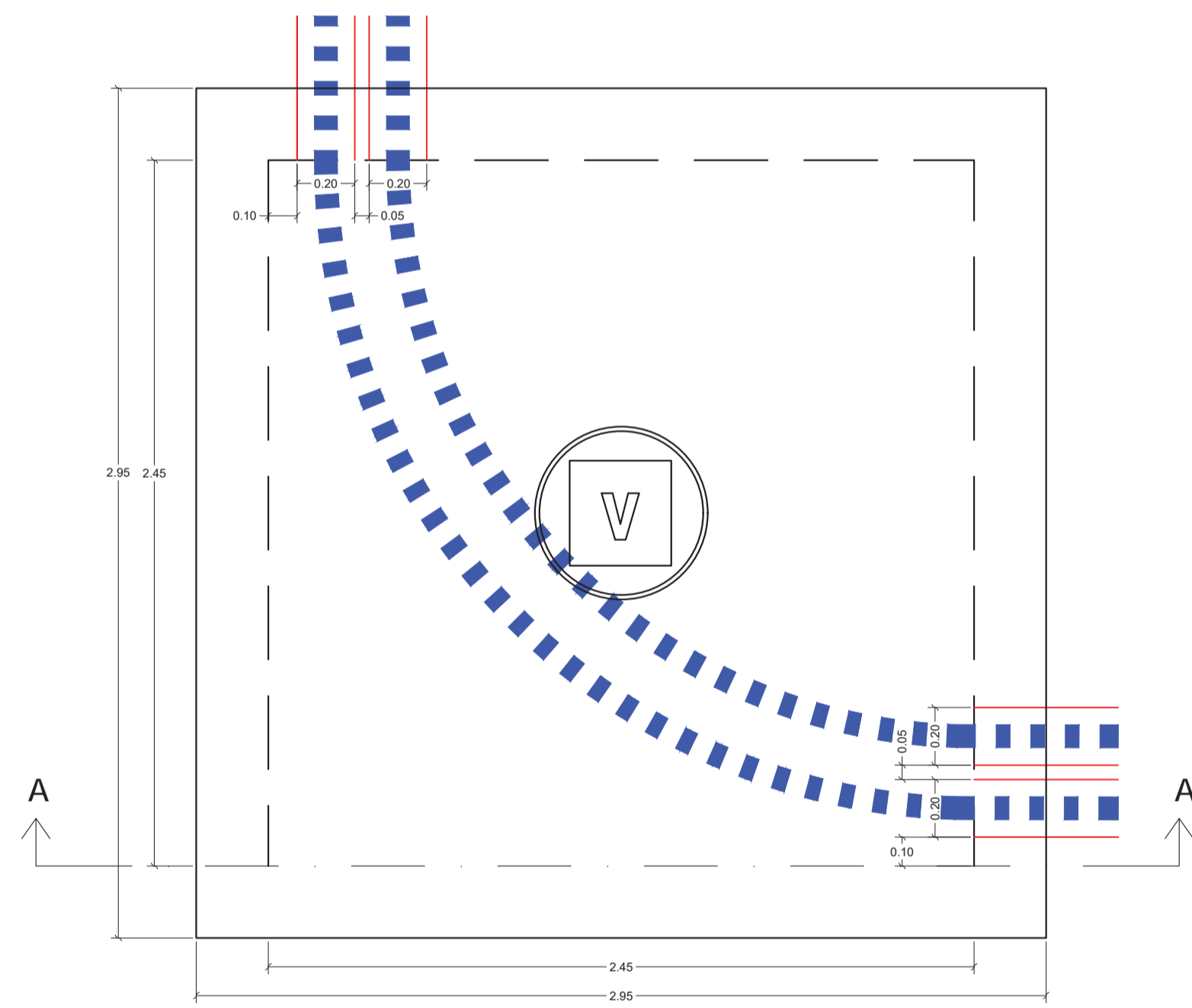
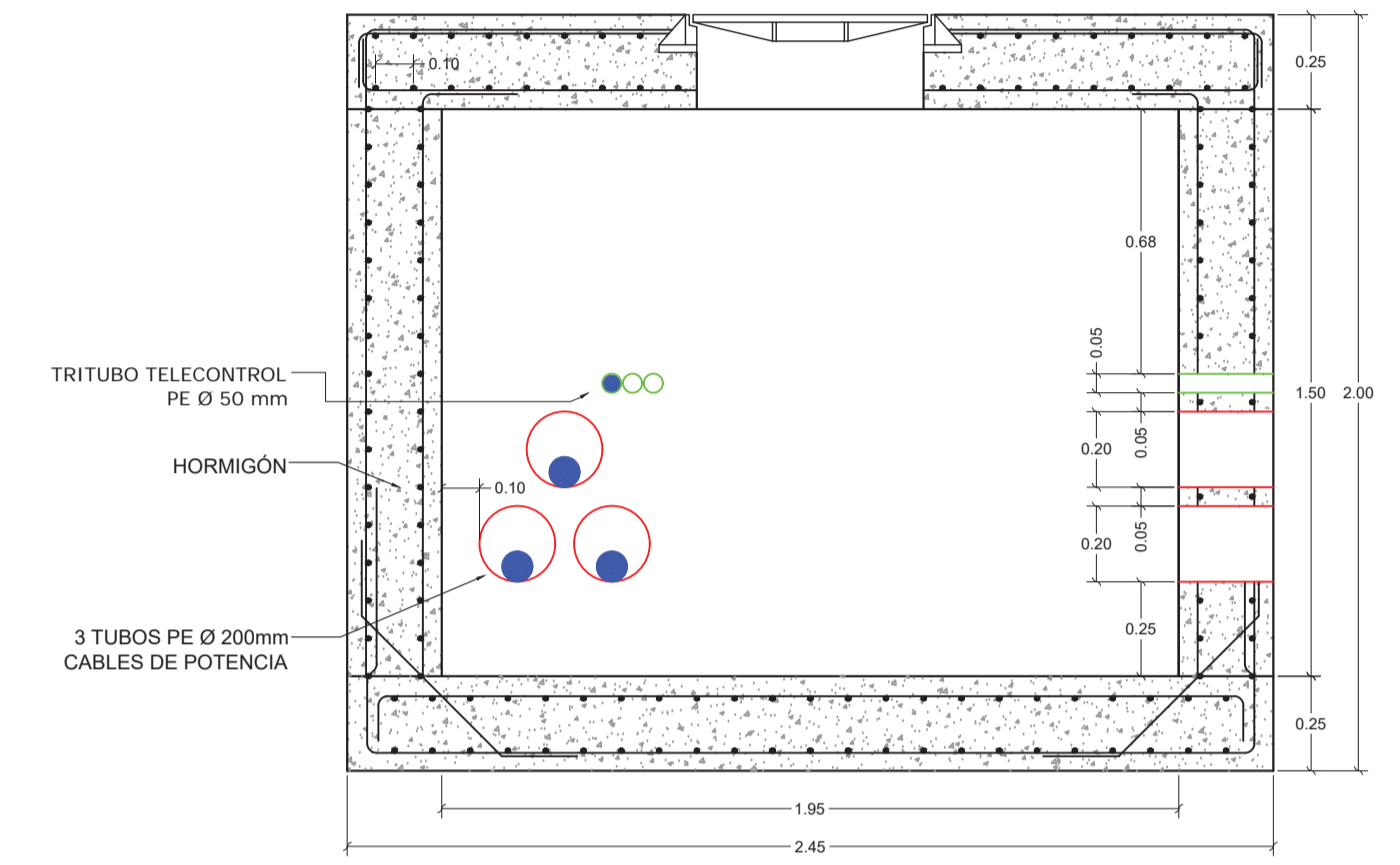
RHZ1 OL 76/132 kV. 1x1200 Cu +205



RHZ1 OL 76/132 kV. 1x800 Al +205



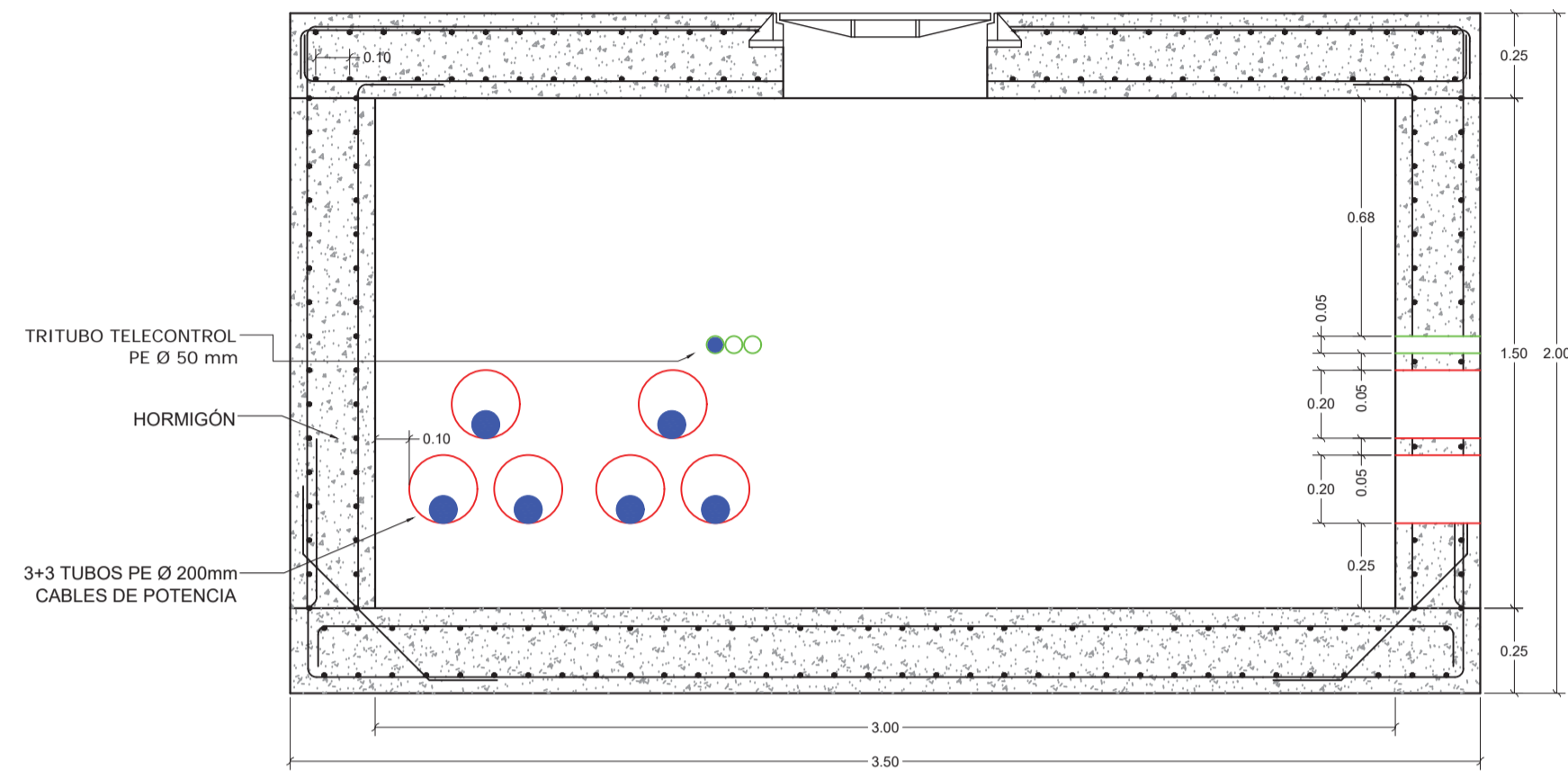
RHZ1 OL 36/76 kV. 1x800 Al +205



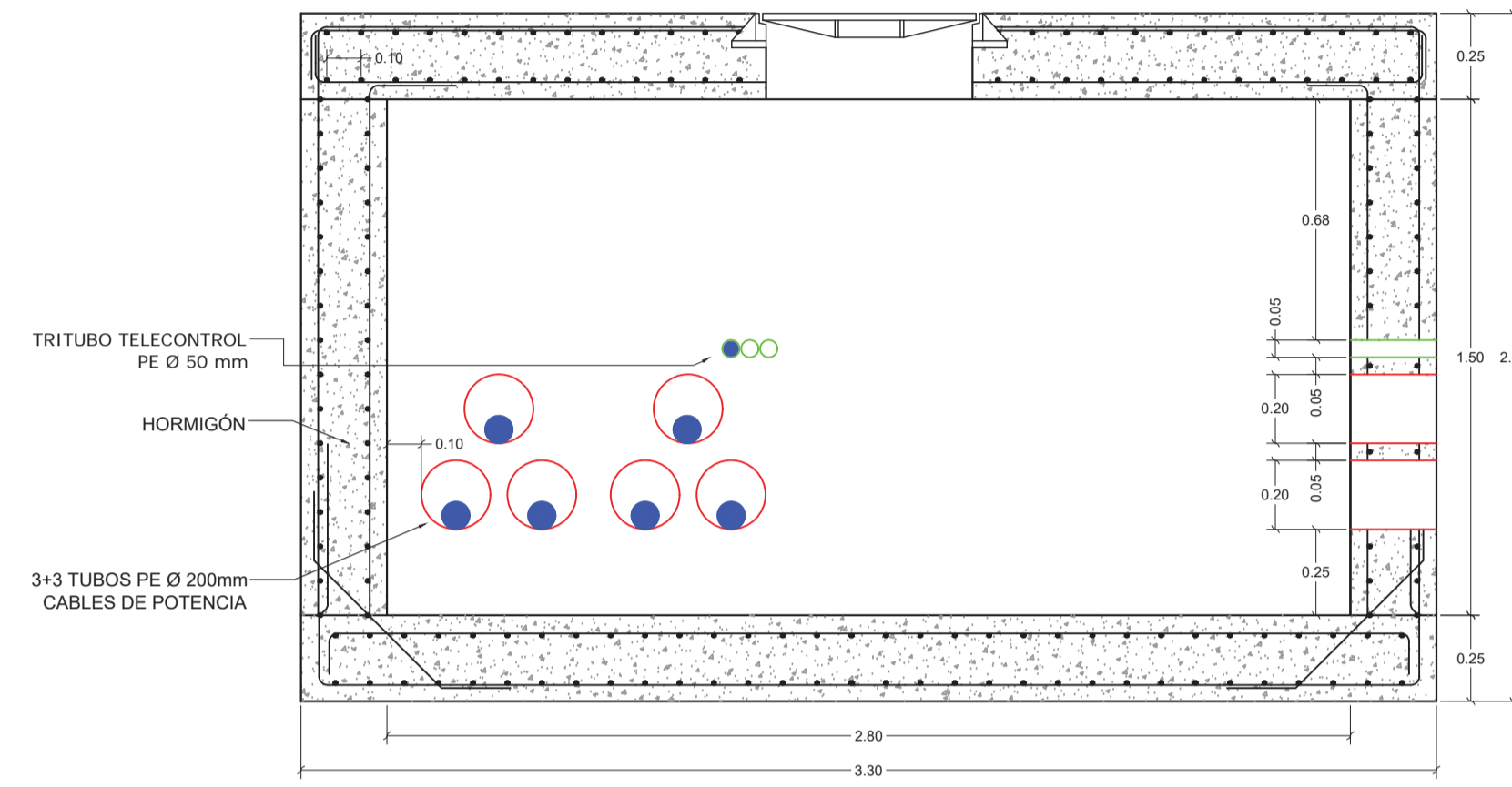
FECHA	NOMBRE	PROYECTO TIPO DE
PROYECTADO JUL-2023	-	LÍNEAS DE ALTA TENSION
DIBUJADO JUL-2023	-	SUBTERRÁNEAS (>36 kV)
COMPROBADO JUL-2023	-	
APROBADO JUL-2023	-	
ESCALA	1/20	ARQUETAS EN ANGULO PARA
		LÍNEAS EN SIMPLE CIRCUITO



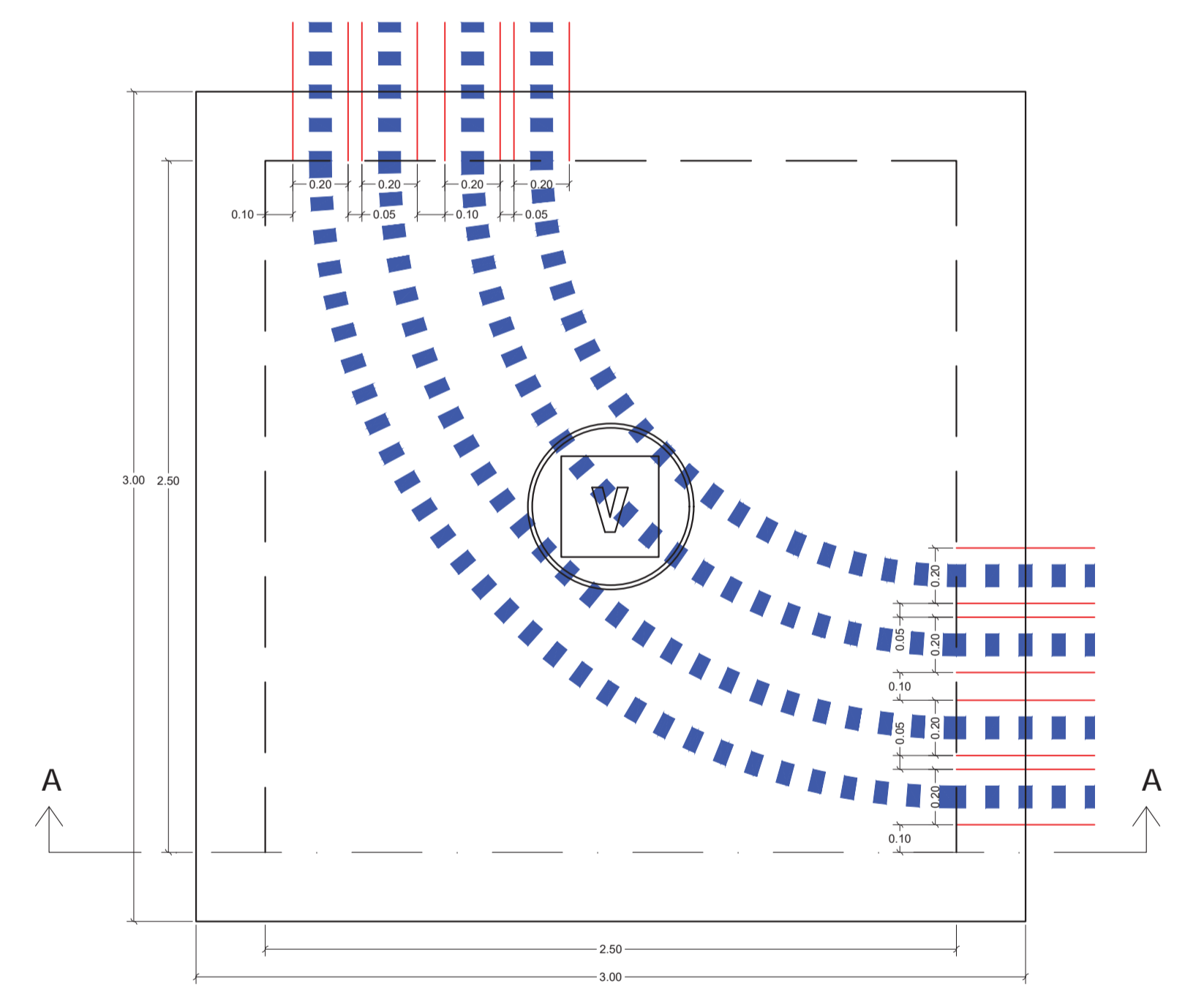
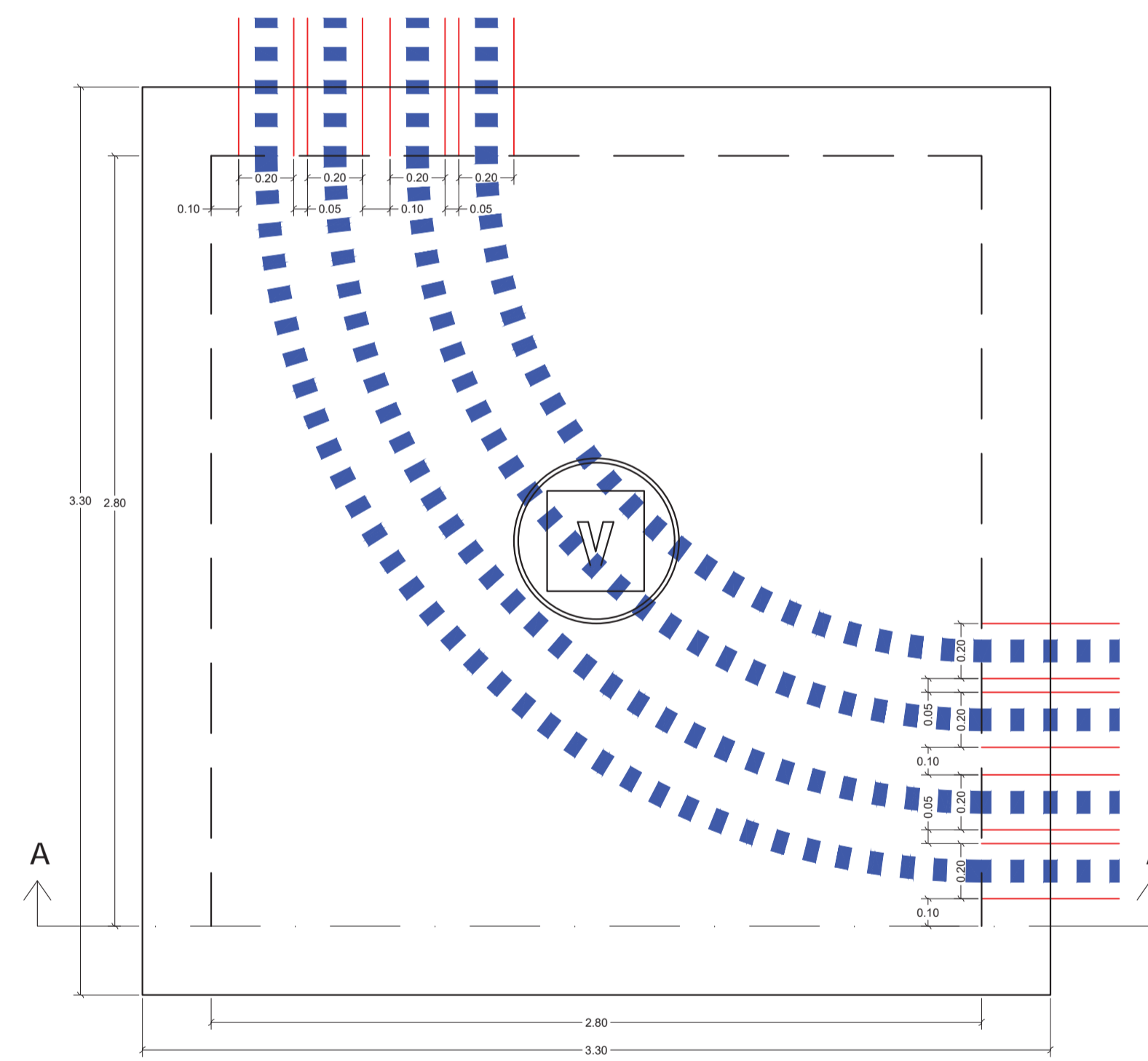
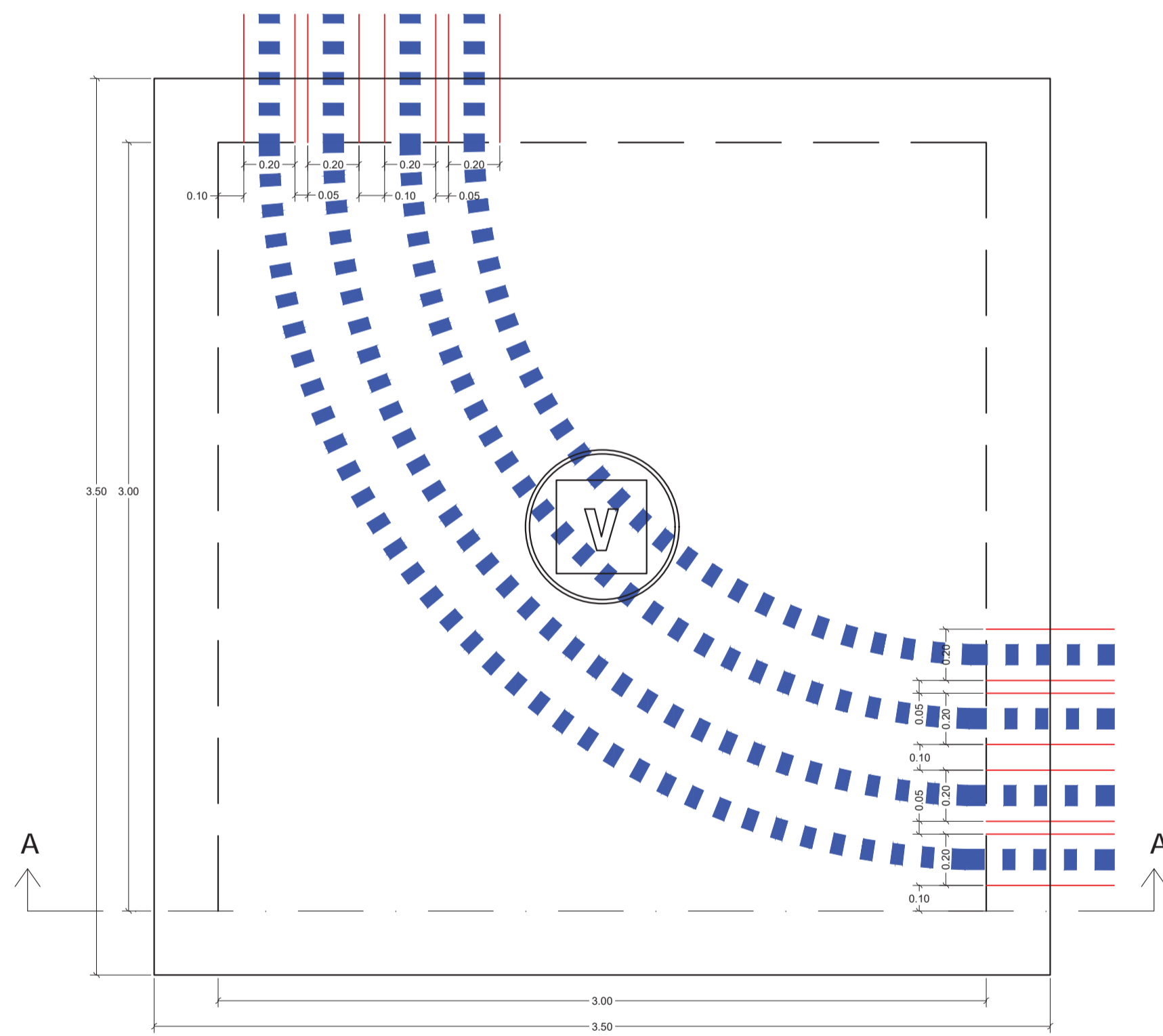
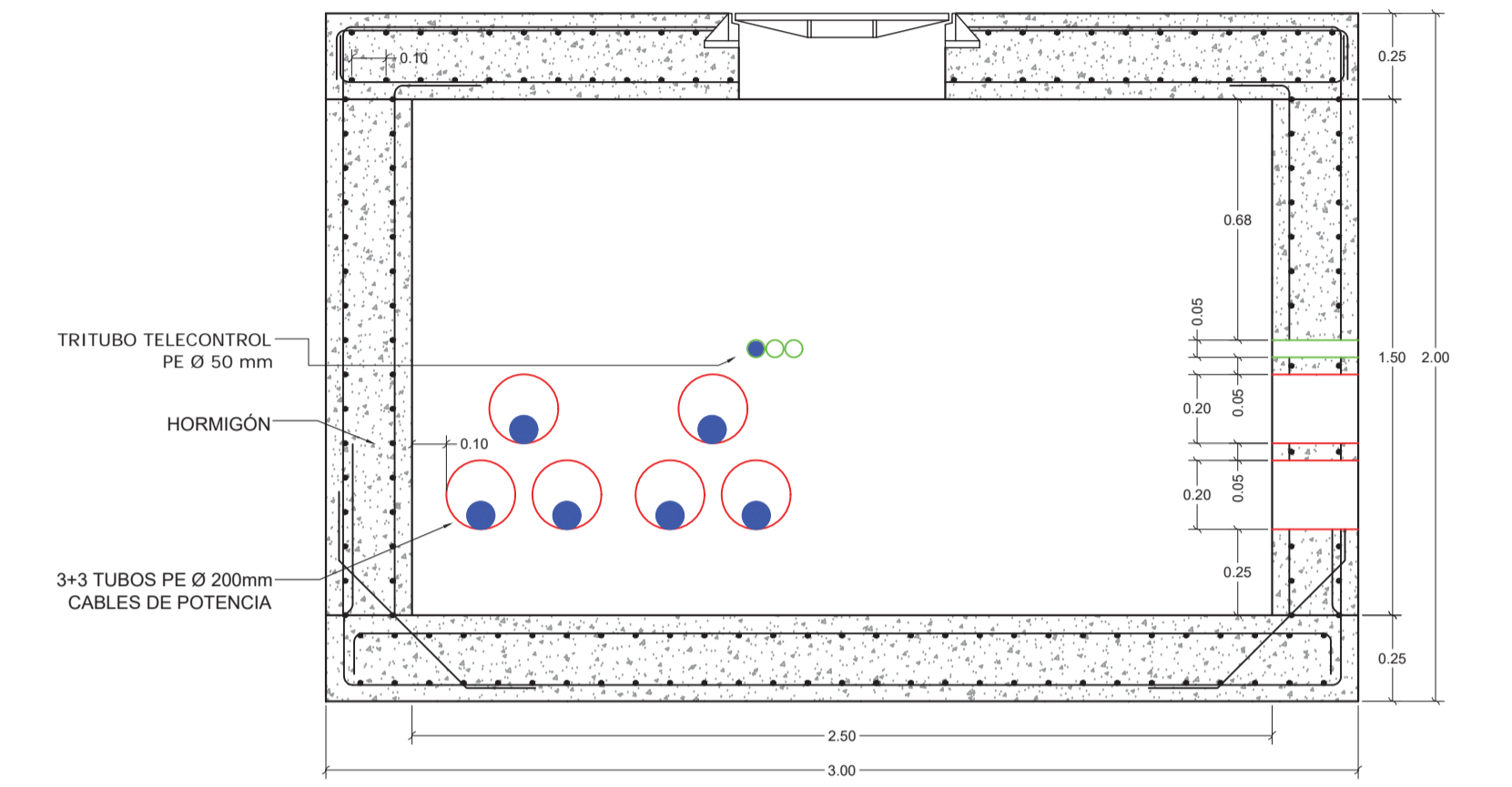
RHZ1 OL 76/132 kV. 1x1200 Cu +205



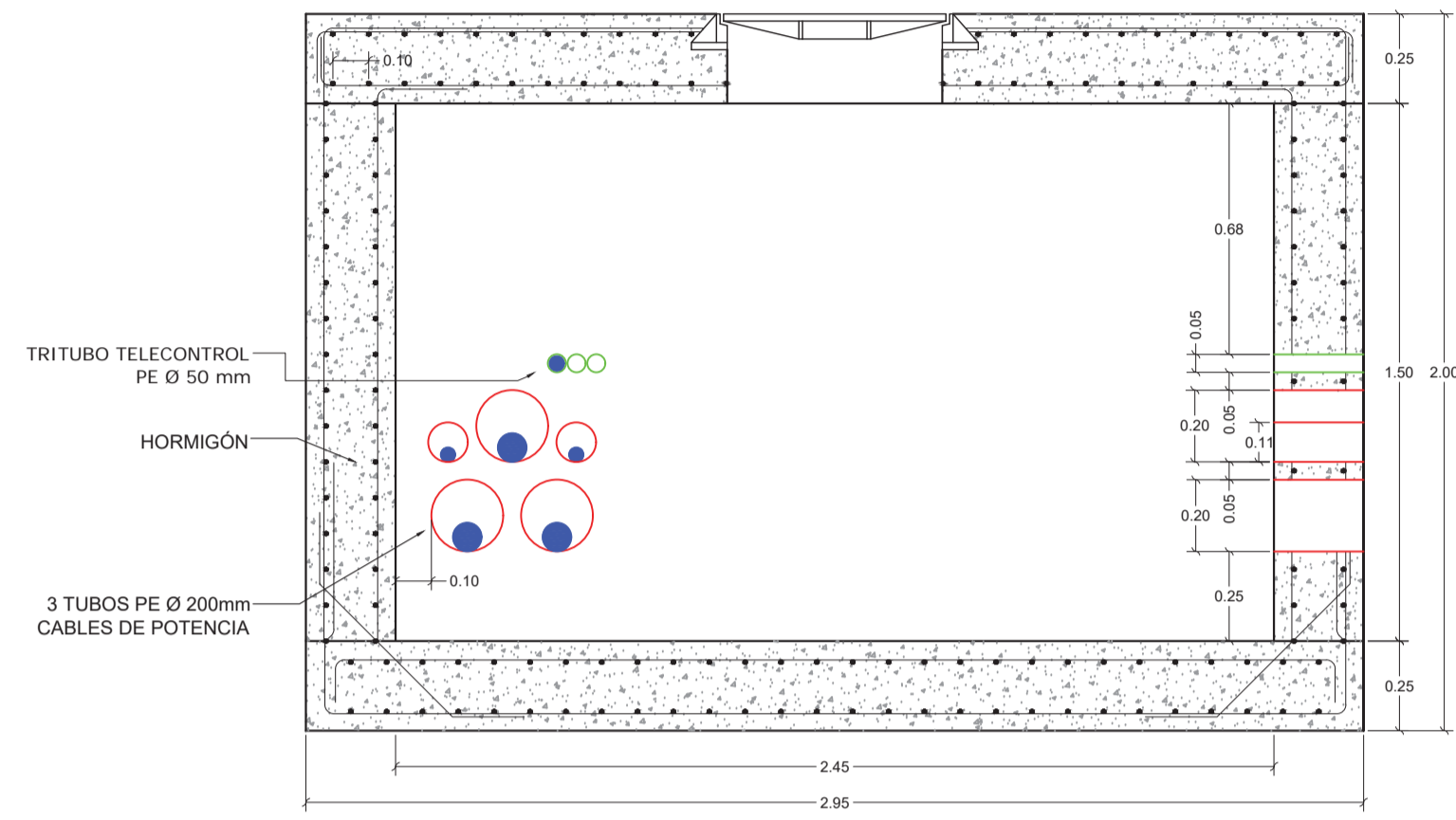
RHZ1 OL 76/132 kV. 1x800 Al +205



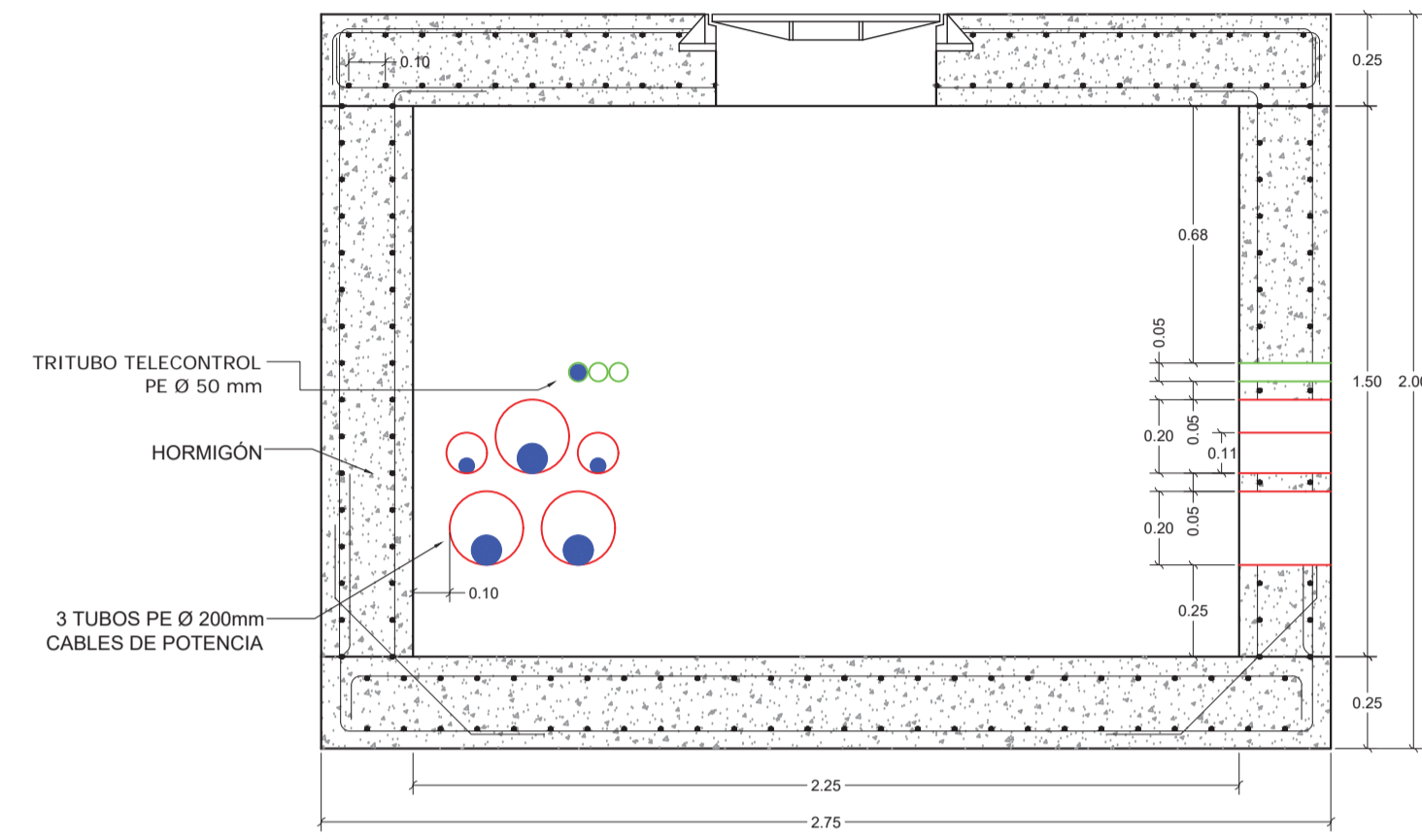
RHZ1 OL 36/76 kV. 1x800 Al +205



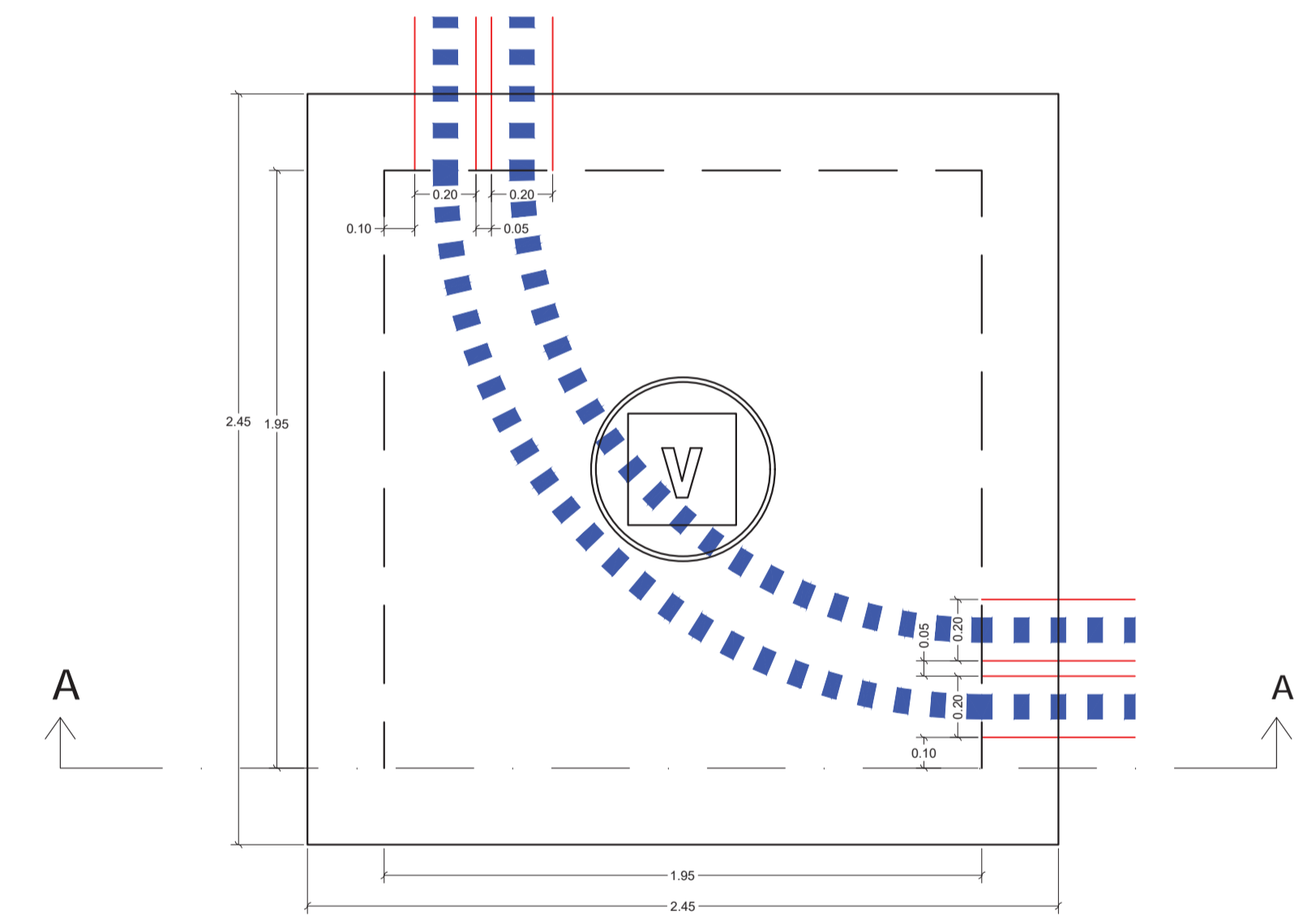
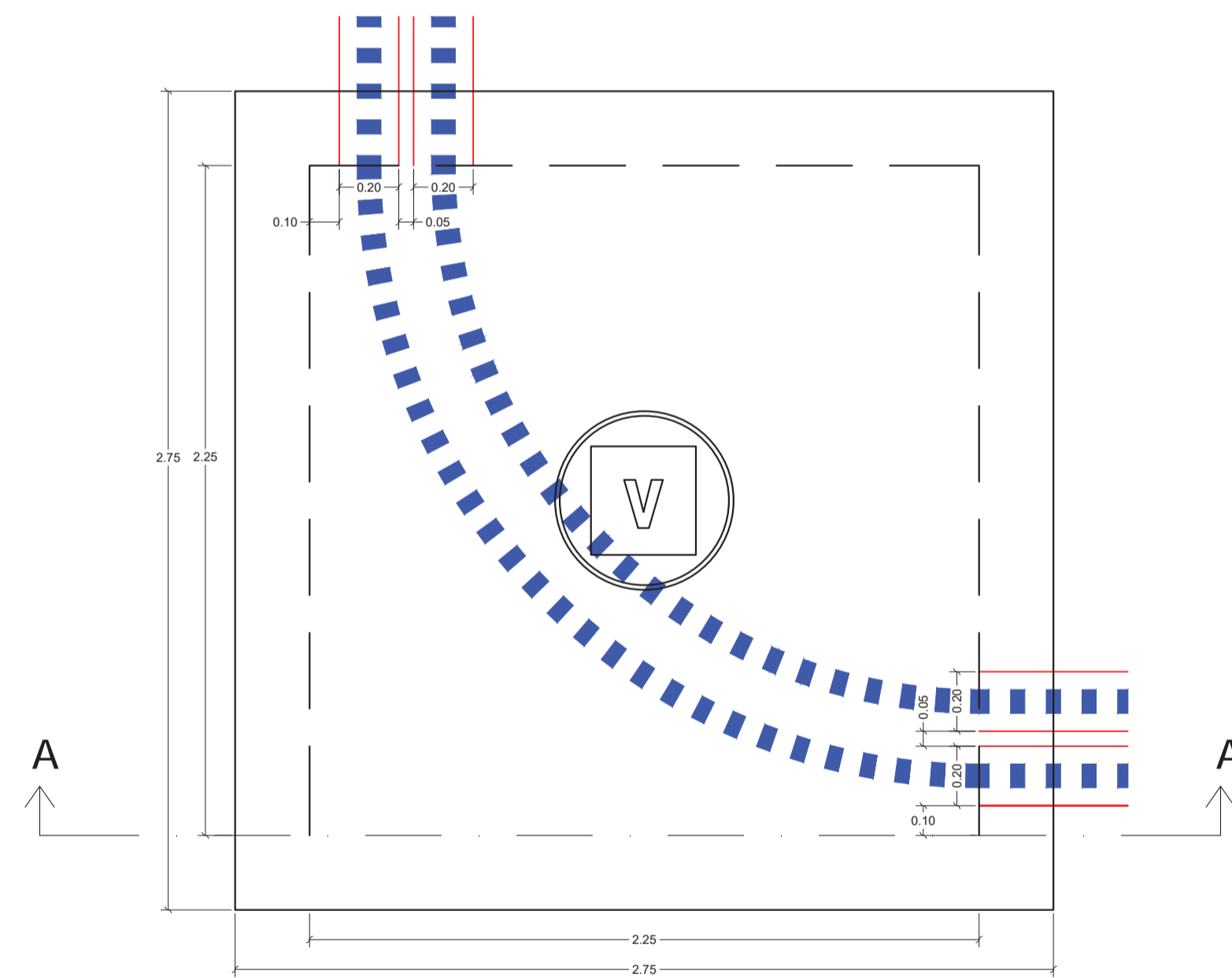
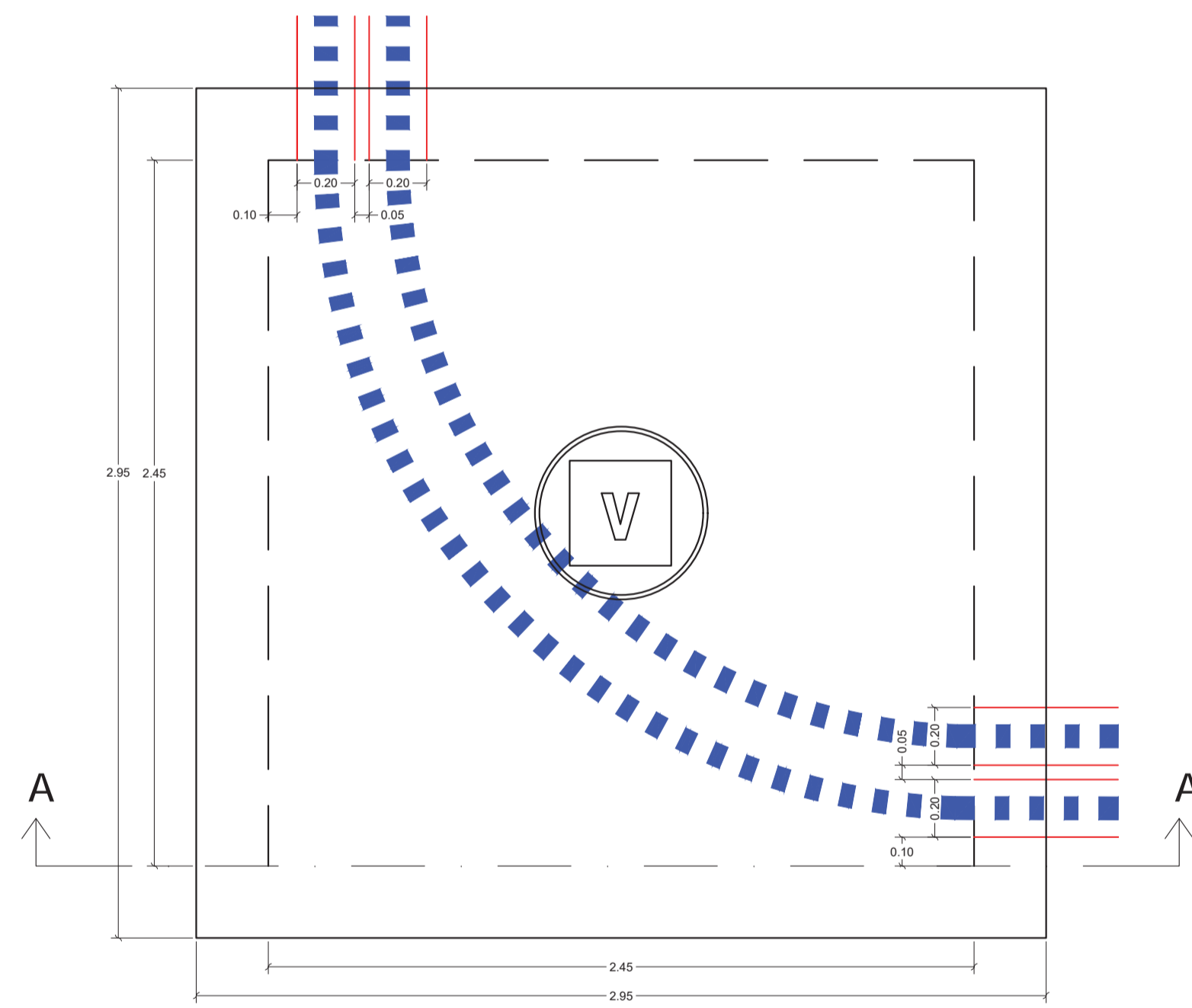
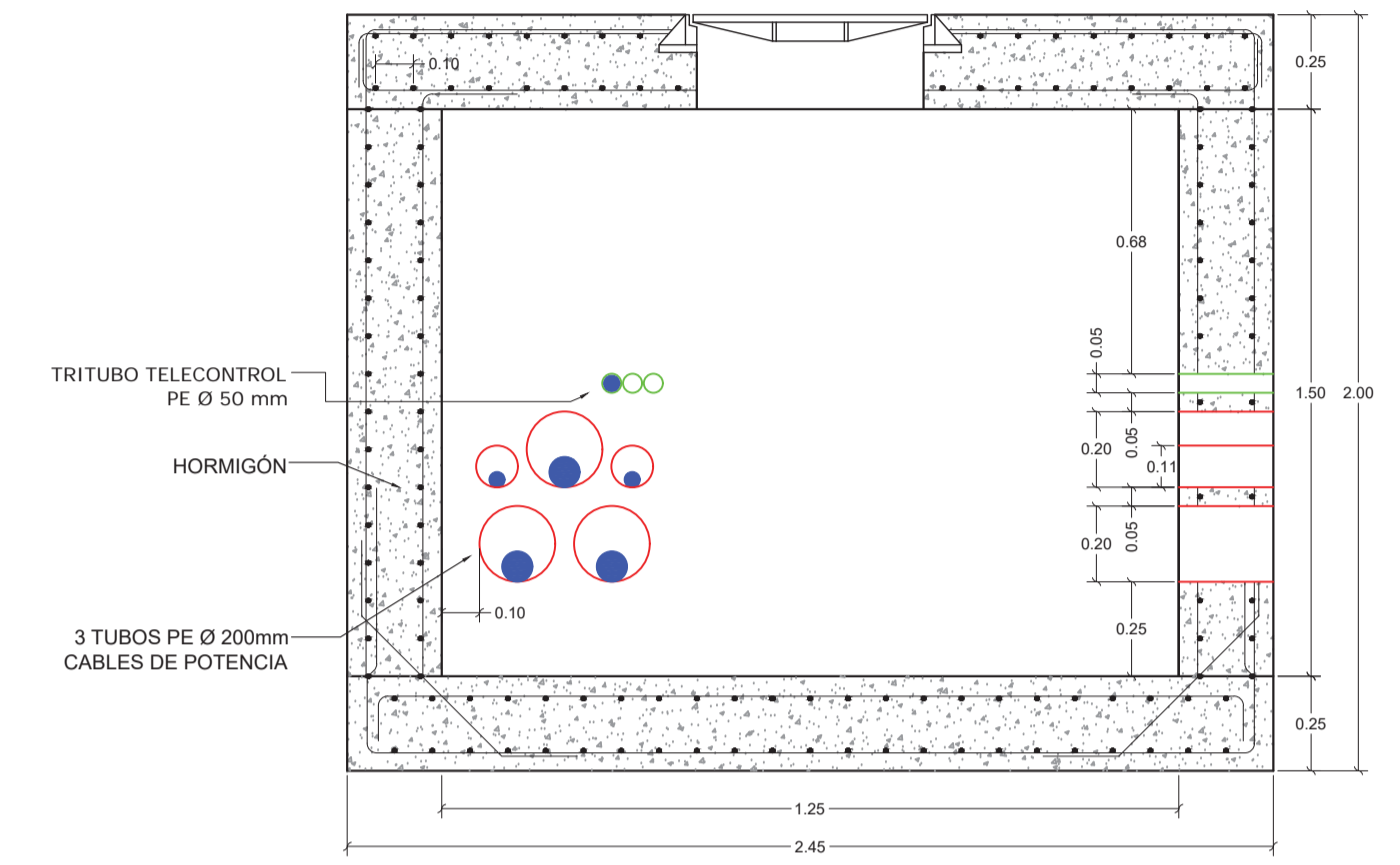
RHZ1 OL 76/132 kV. 1x1200 Cu +205



RHZ1 OL 76/132 kV. 1x800 Al +205

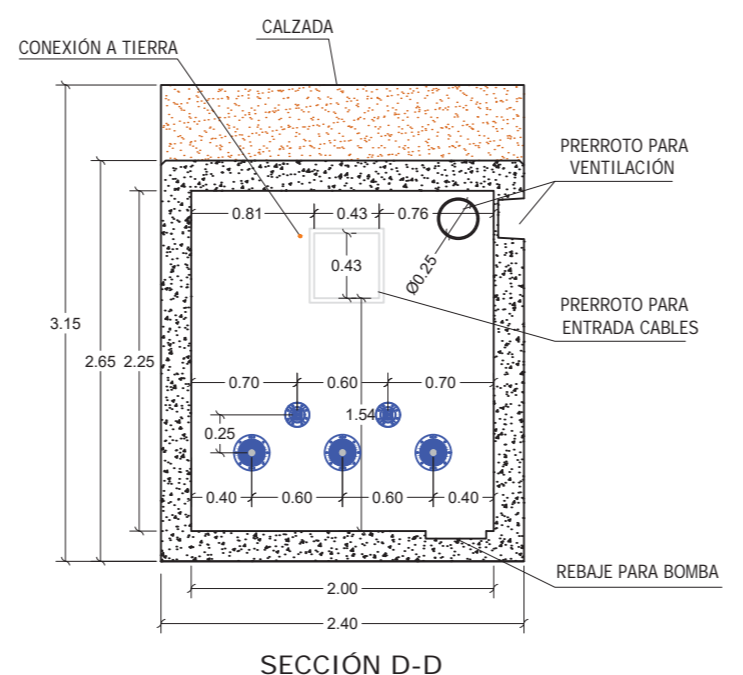
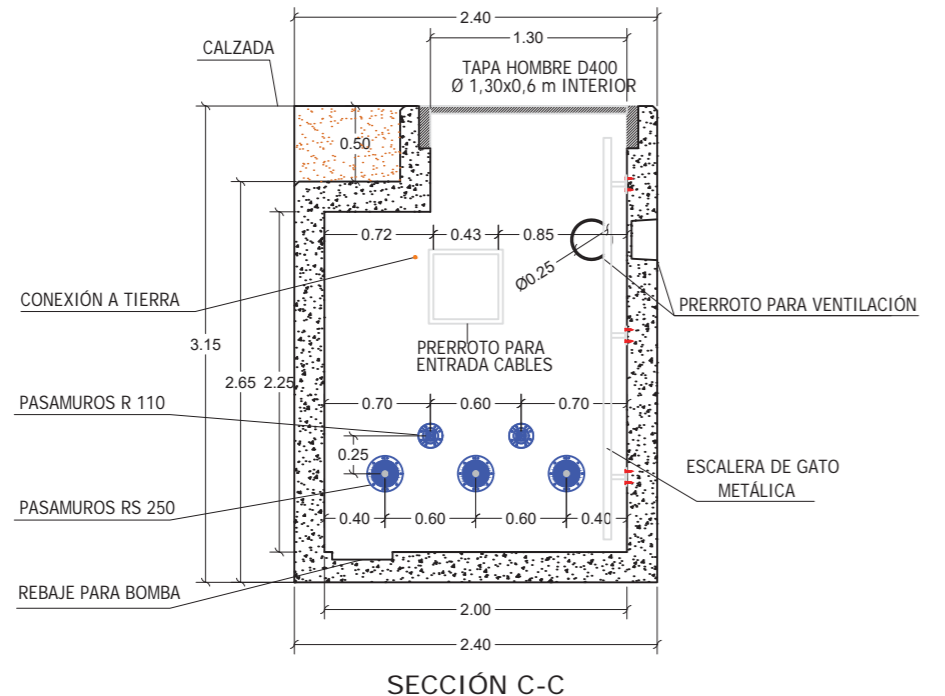
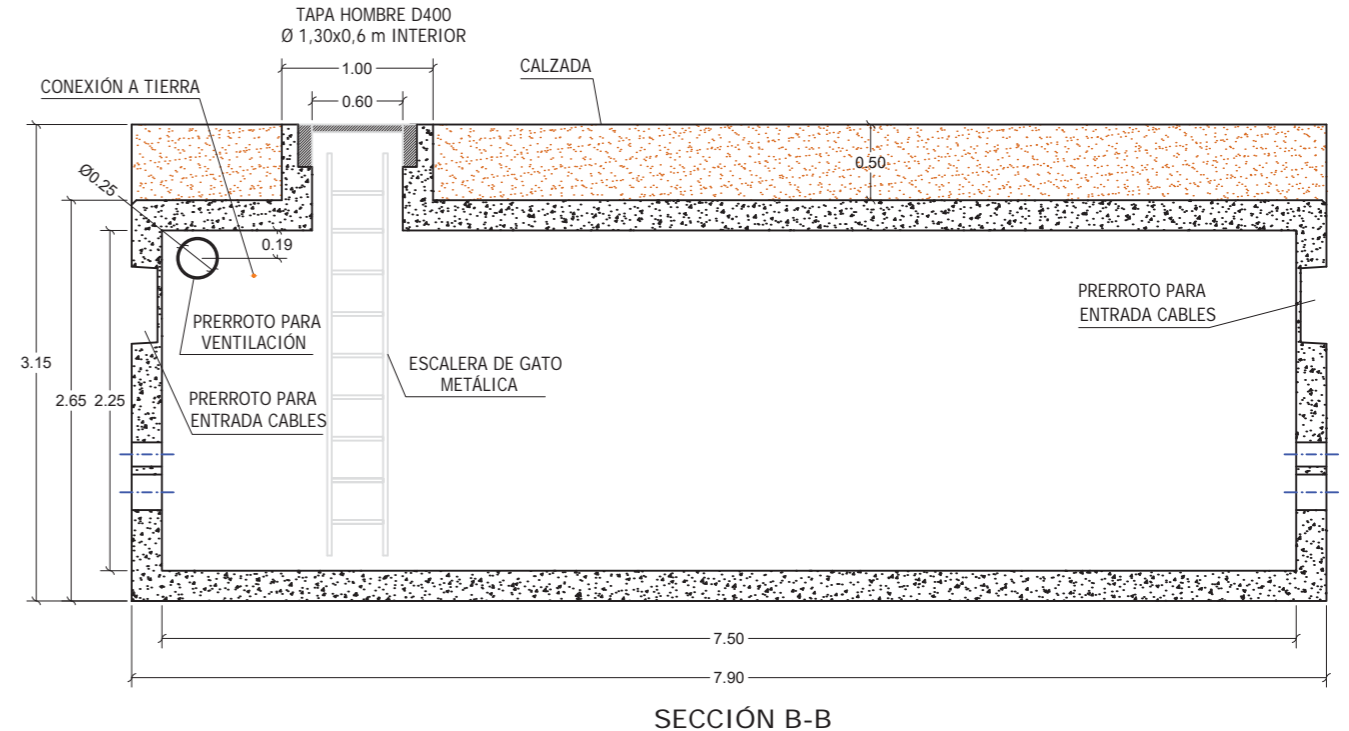
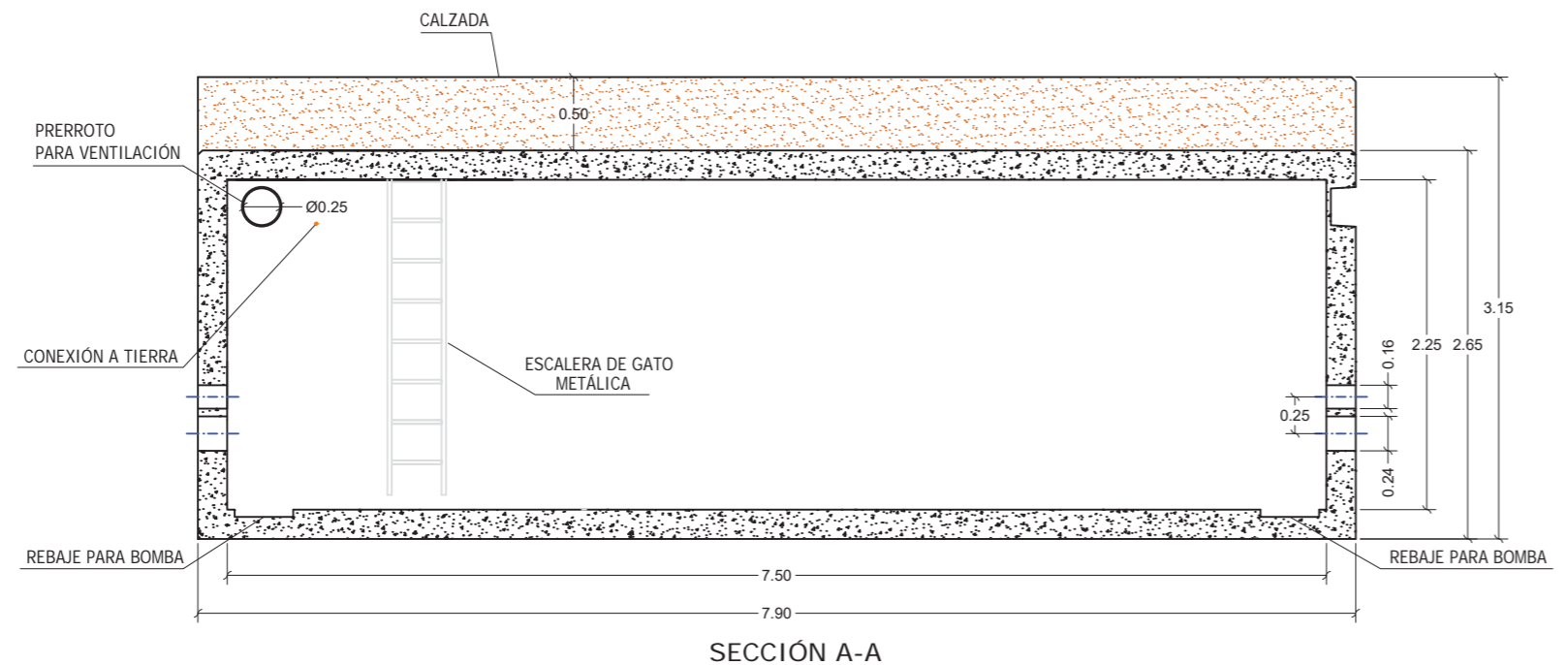
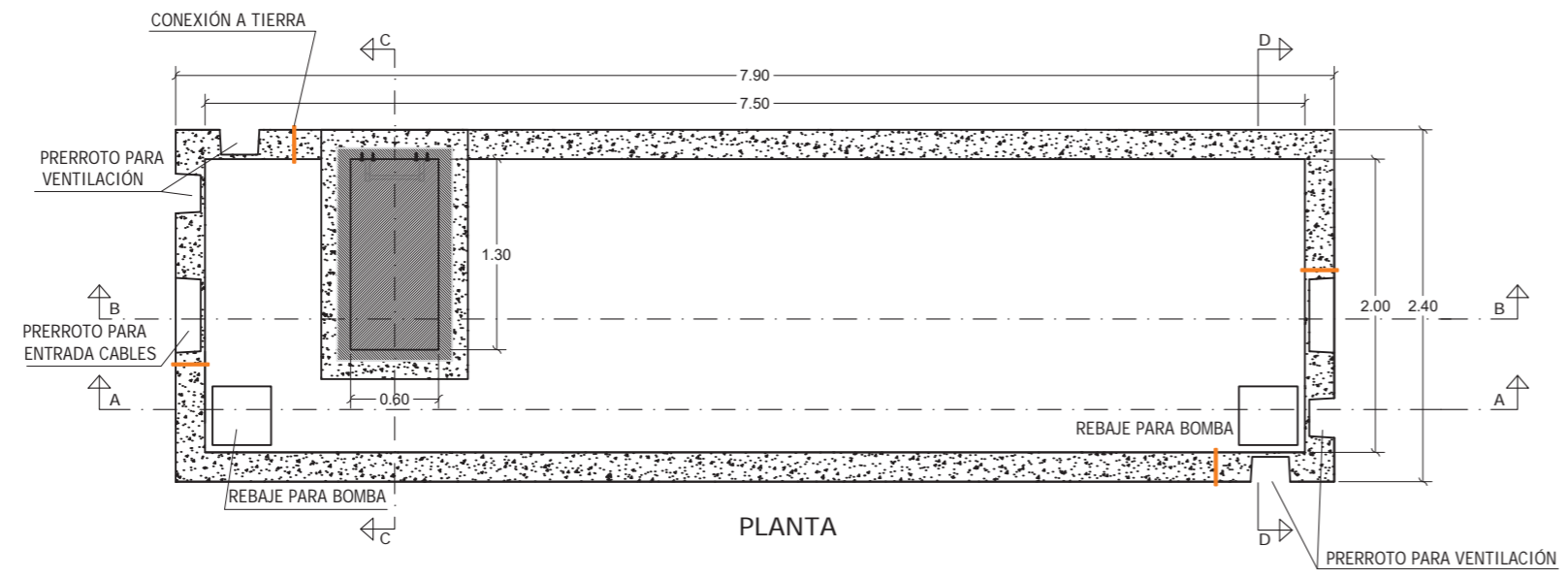


RHZ1 OL 36/76 kV. 1x800 Al +205




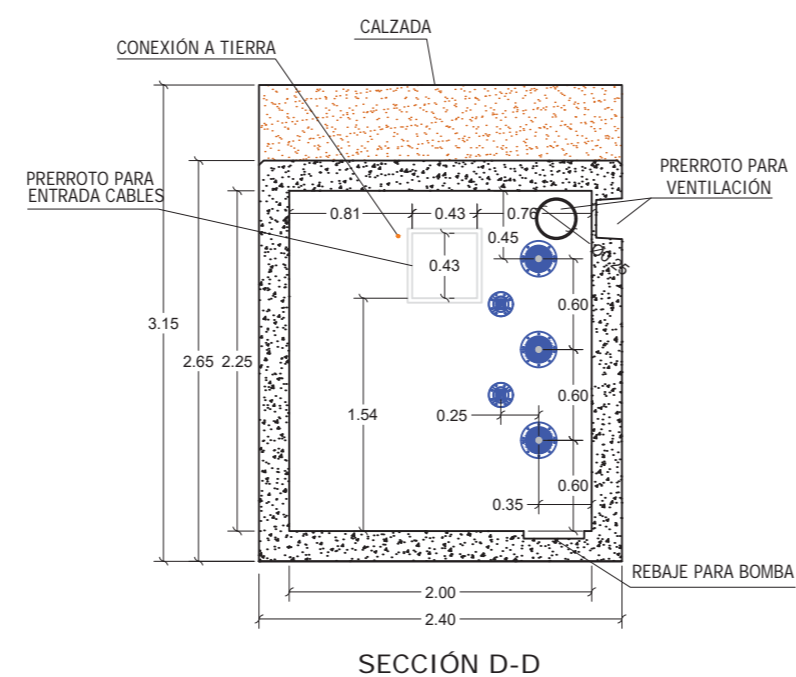
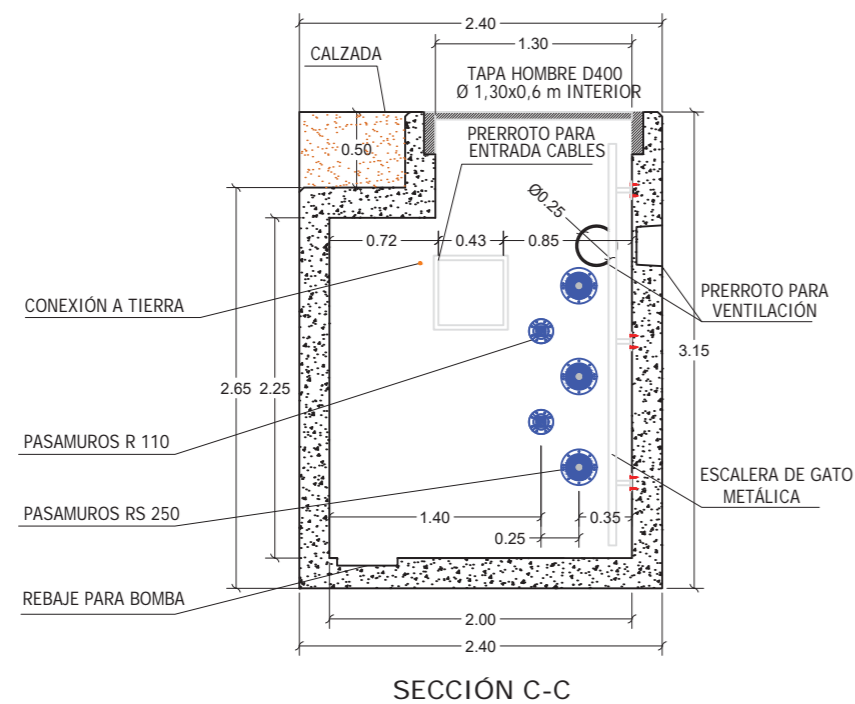
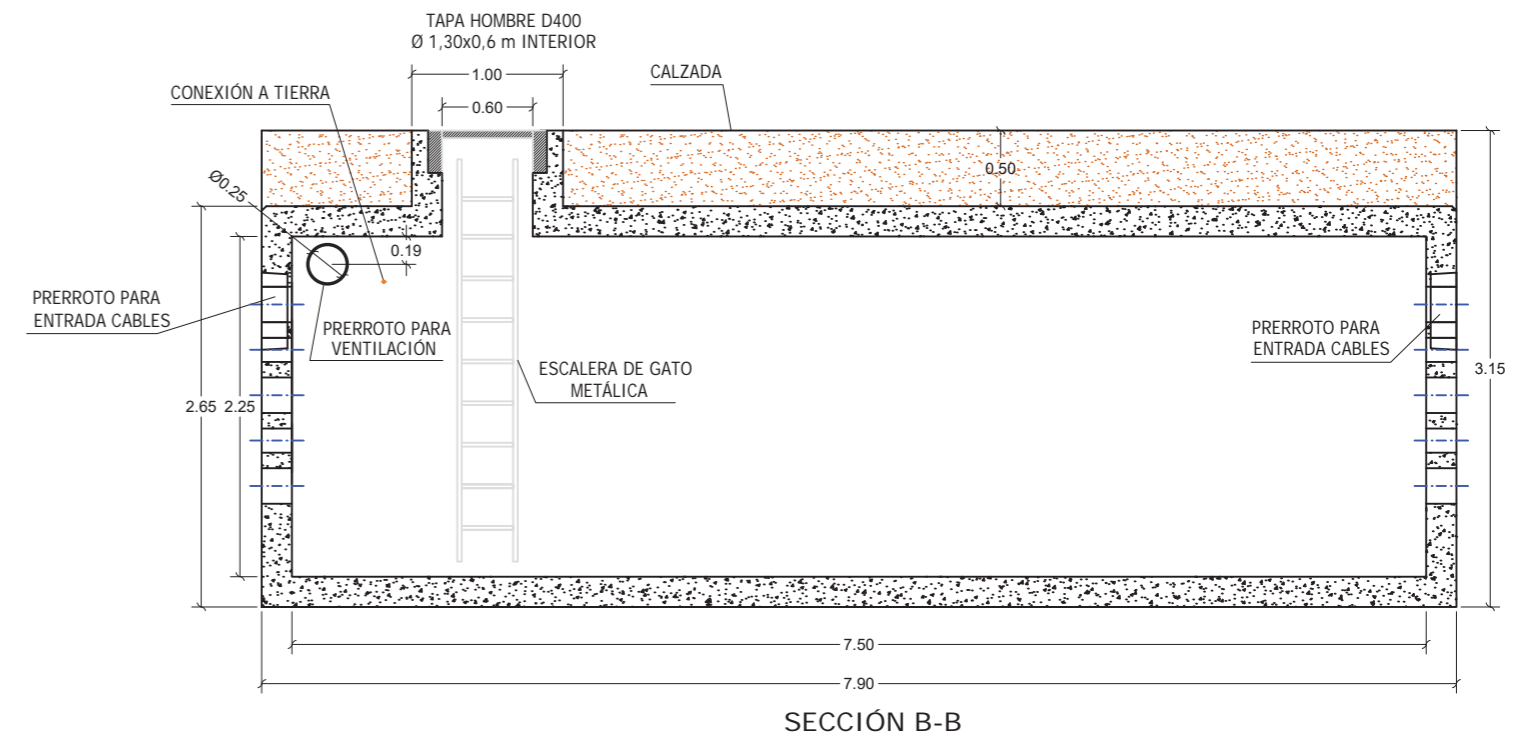
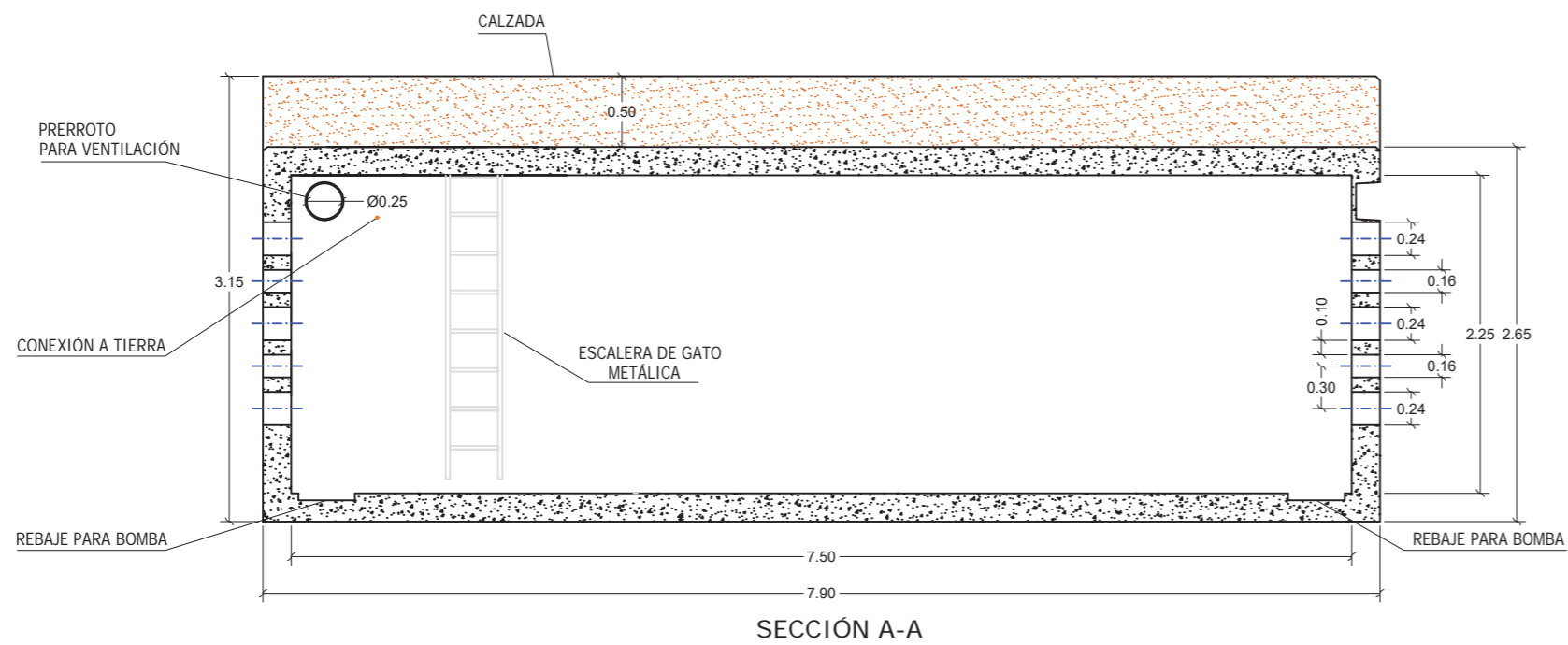
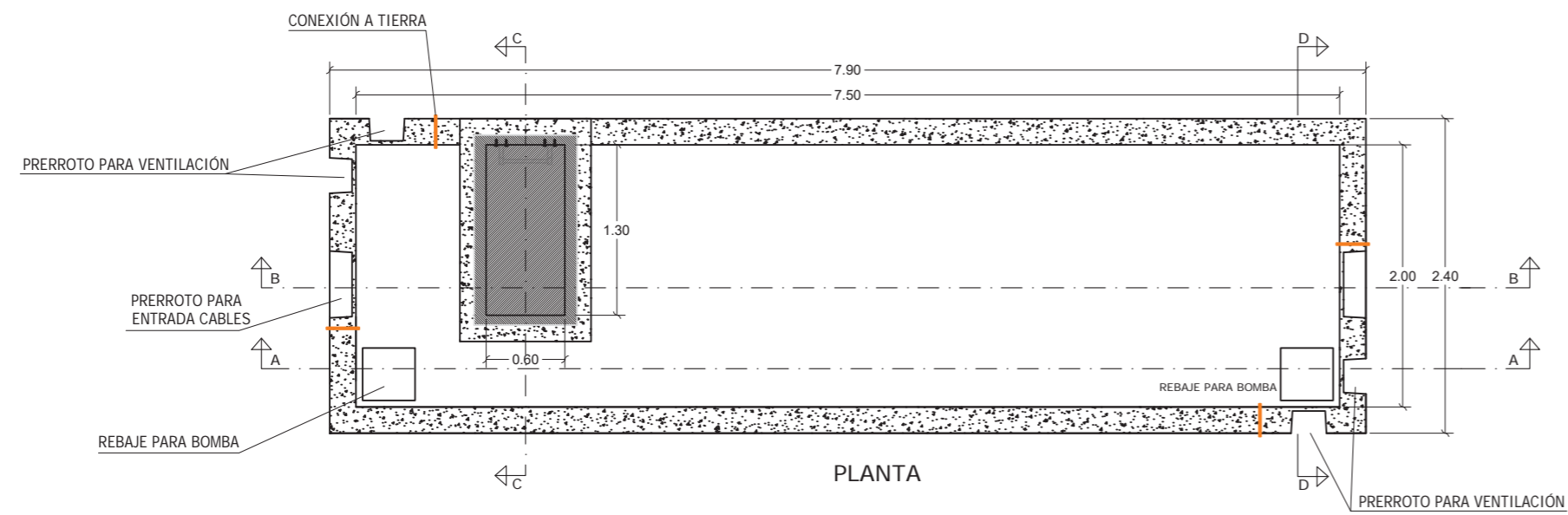
FECHA	NOMBRE	PROYECTO TIPO DE
PROYECTADO JUL-2023	-	LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
DIBUJADO JUL-2023	-	SUBTERRÁNEAS (>36 kV)
COMPROBADO JUL-2023	-	
APROBADO JUL-2023	-	
ESCALA	1/20	ARQUETAS EN ÁNGULO PARA LÍNEAS EN SIMPLE CIRCUITO CON SISTEMA DE PUESTA A TIERRA SINGLE-POINT






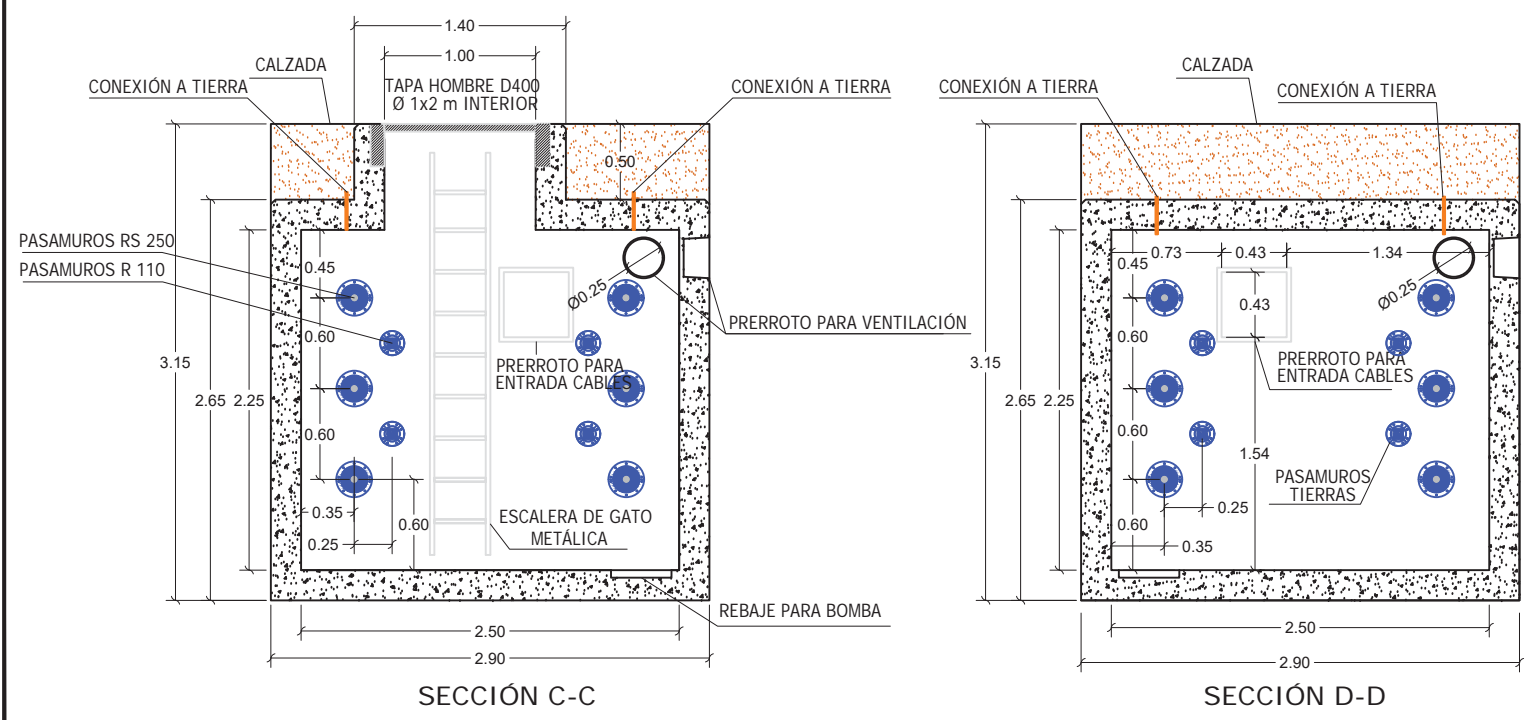
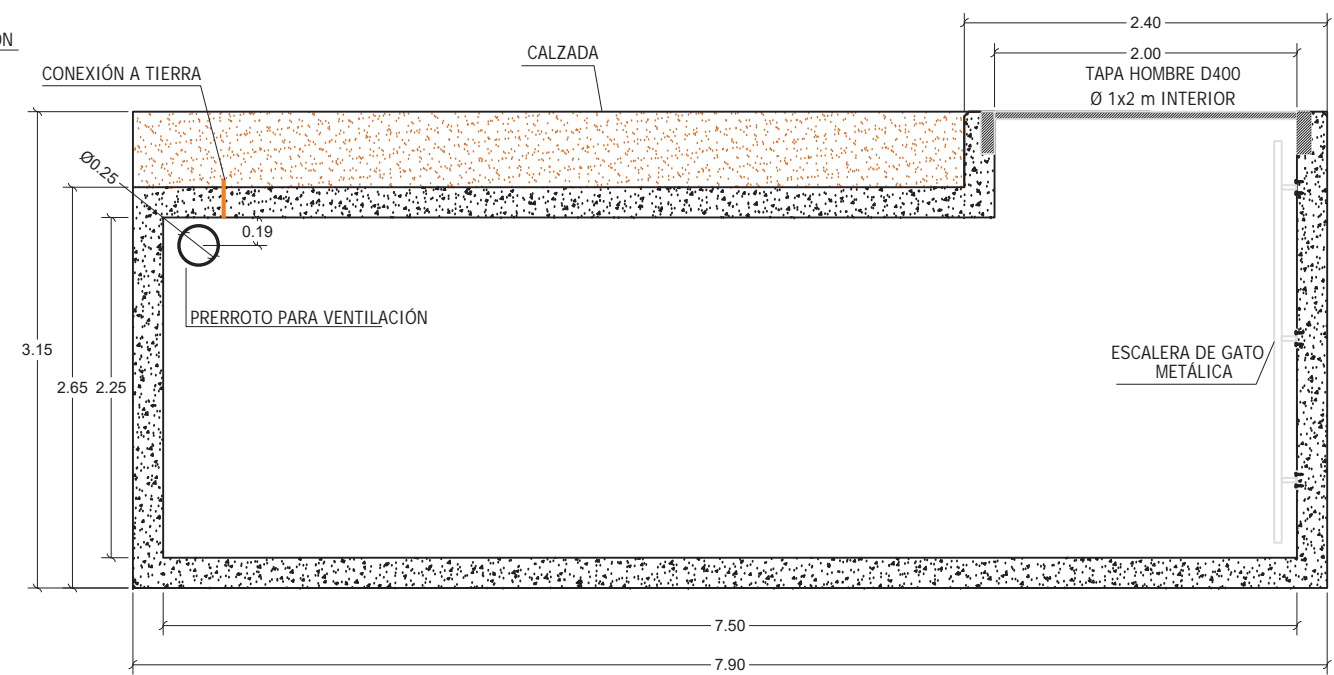
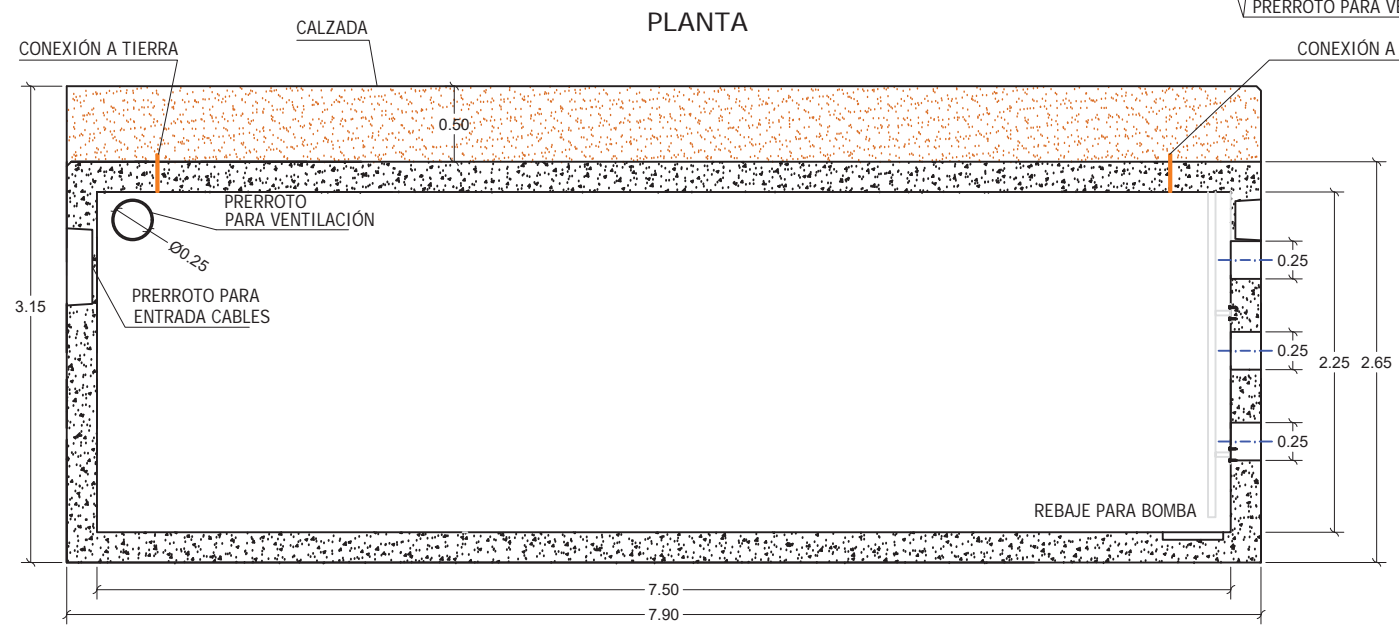
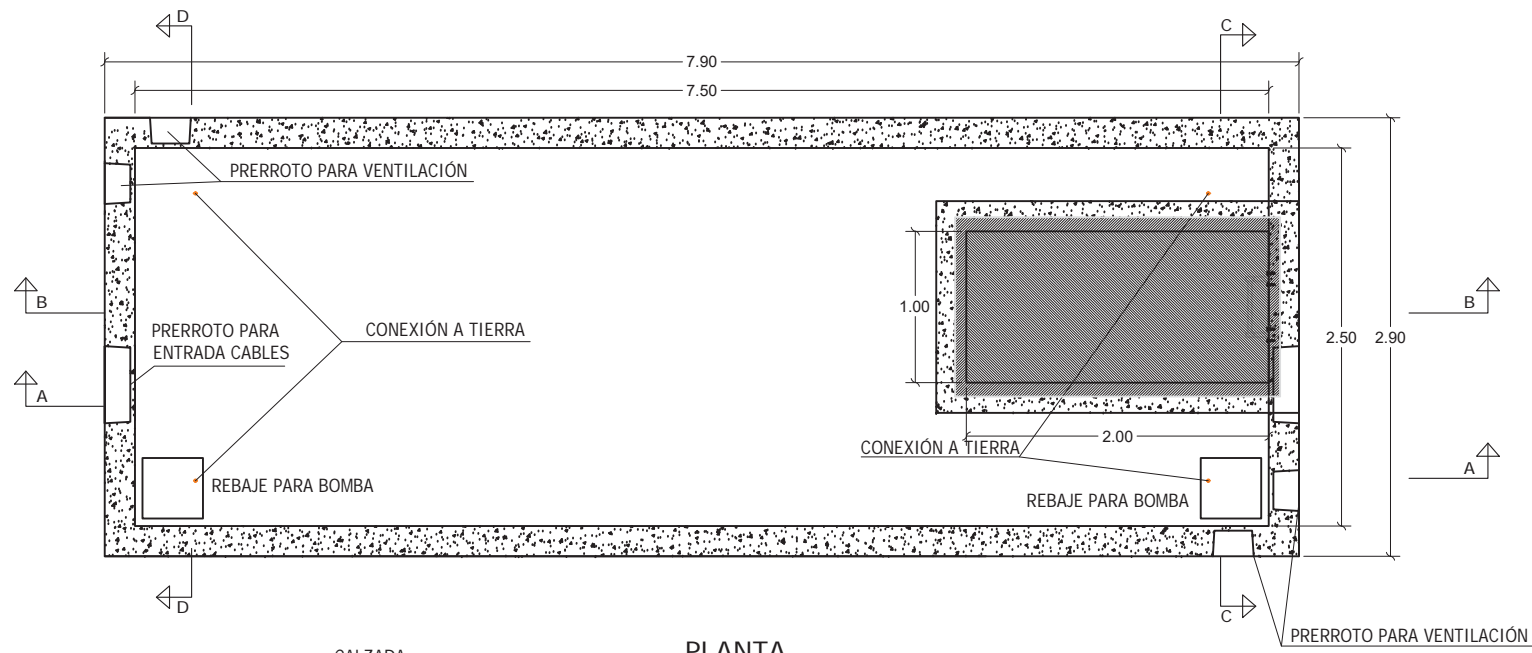
NOTA:
- Dimensiones orientativas.

	FECHA	NOMBRE	PROYECTO TIPO DE LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN SUBTERRÁNEAS (>36 kV) CÁMARA DE EMPALME PREFABRICADA PARA LÍNEA EN SIMPLE CIRCUITO - DISPOSICIÓN HORIZONTAL -	 N° LSAT-13 0 Rev.	
PROYECTADO	JUL-2023	-			
DIBUJADO	JUL-2023	-			
COMPROBADO	JUL-2023	-			
APROBADO	JUL-2023	-			
ESCALA	1/50		H0JA 1 SIGUE -		




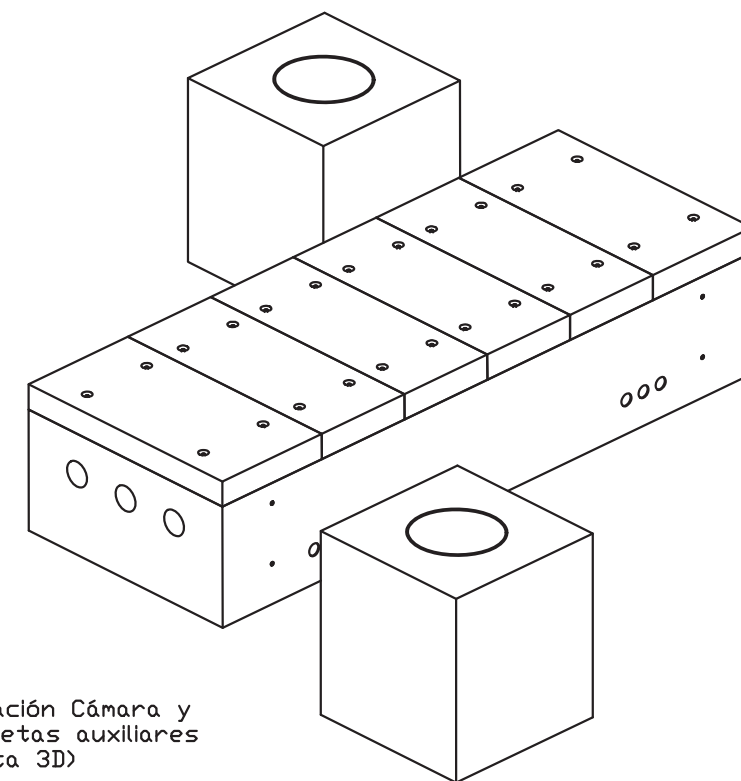
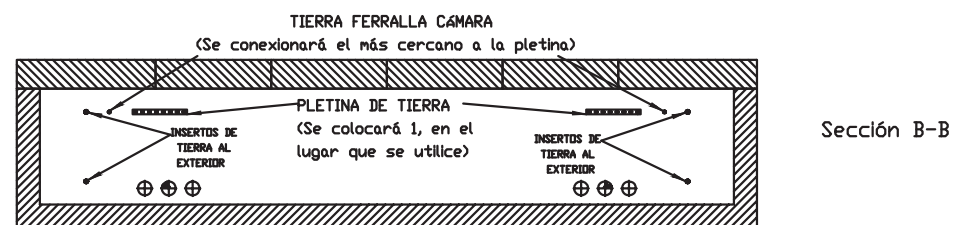
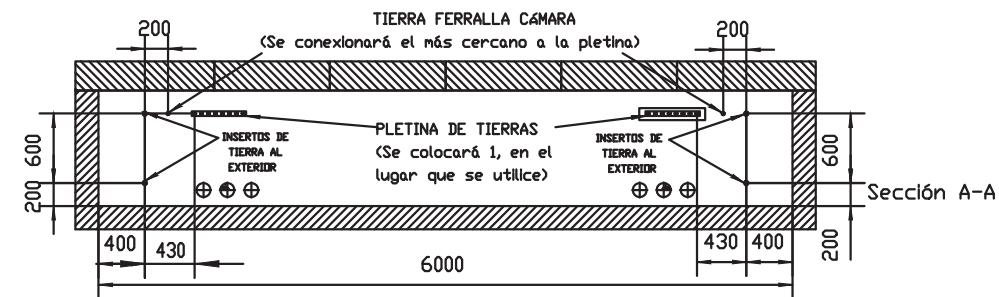
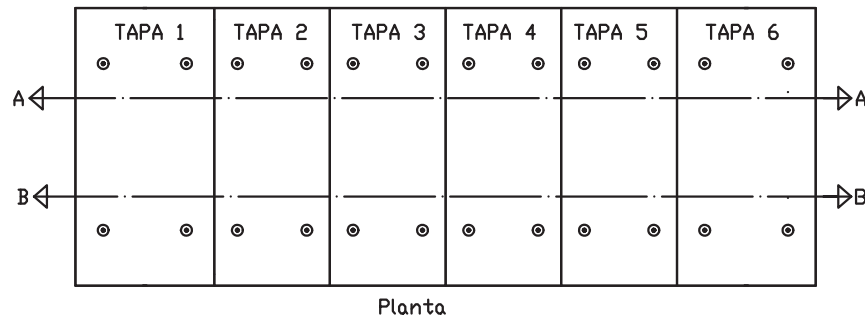
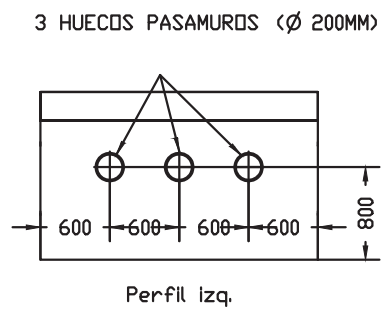
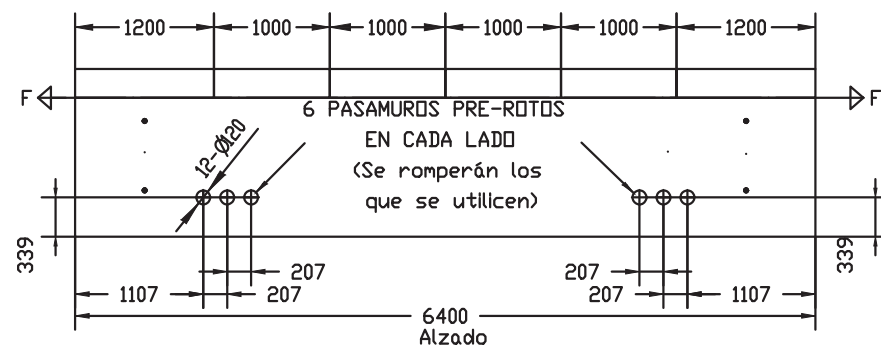
NOTA:
- Dimensiones orientativas.

	FECHA	NOMBRE	PROYECTO TIPO DE LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN SUBTERRÁNEAS (>36 kV)		
PROYECTADO	JUL-2023	-	 CÁMARA DE EMPALME PREFABRICADA PARA LÍNEA EN SIMPLE CIRCUITO - DISPOSICIÓN VERTICAL -		
DIBUJADO	JUL-2023	-			
COMPROBADO	JUL-2023	-			
APROBADO	JUL-2023	-			
ESCALA	1/50		Nº	LSAT-14	0
			HOJA	1	SIGUE -



NOTA:
- Dimensiones orientativas.

	FECHA	NOMBRE	PROYECTO TIPO DE LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN SUBTERRÁNEAS (>36 kV)		
PROYECTADO	JUL-2023	-			
DIBUJADO	JUL-2023	-			
COMPROBADO	JUL-2023	-			
APROBADO	JUL-2023	-			
ESCALA	1/50		CÁMARA DE EMPALME PREFABRICADA PARA LÍNEA EN DOBLE CIRCUITO - DISPOSICIÓN VERTICAL -		
			Nº	LSAT-15	0
			HOJA	1	SIGUE -



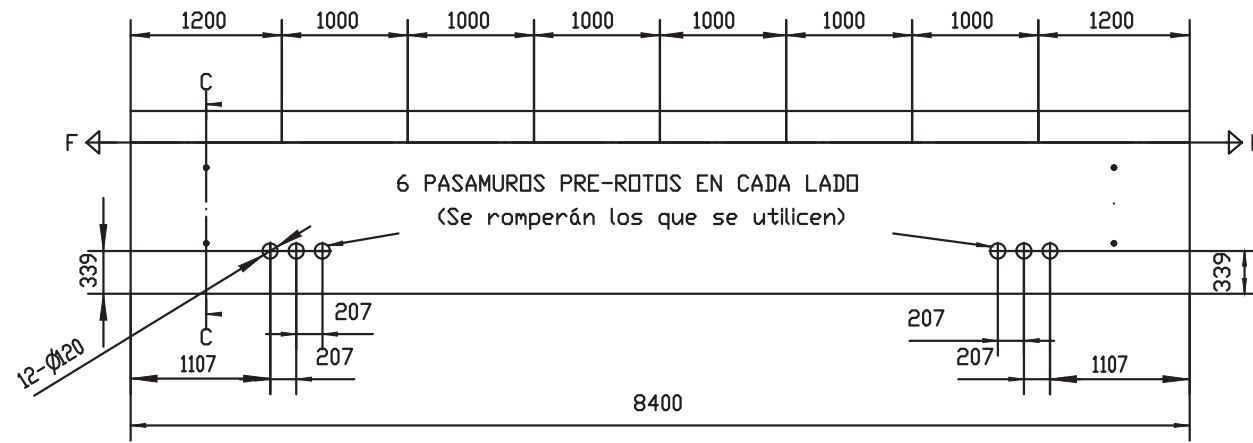
Situación Cámara y Arquetas auxiliares (Vista 3D)

NOTA:
- Dimensiones orientativas.

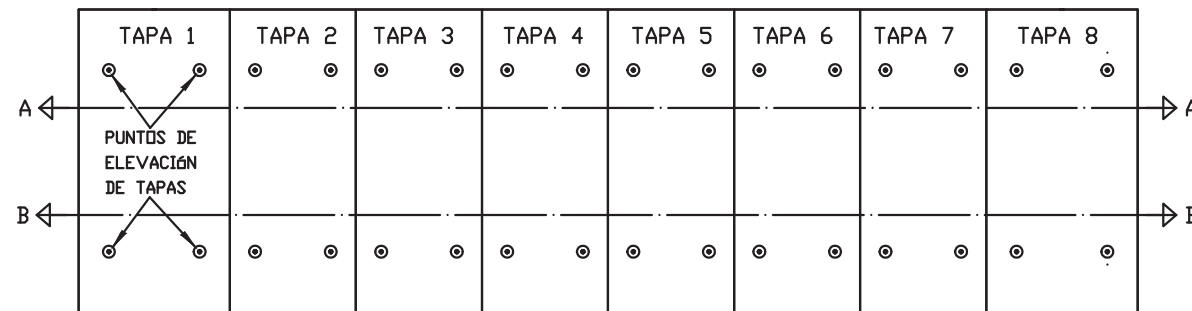
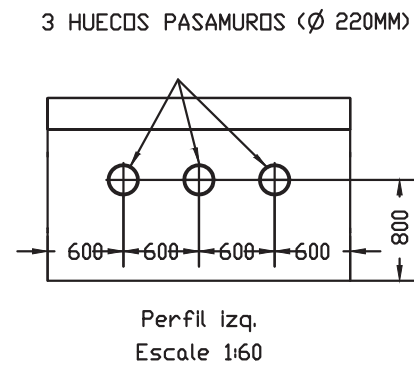
	FECHA	NOMBRE
PROYECTADO	JUL-2023	-
DIBUJADO	JUL-2023	-
COMPROBADO	JUL-2023	-
APROBADO	JUL-2023	-
ESCALA	1/60	

PROYECTO TIPO DE LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN SUBTERRÁNEAS (>36 kV)		
CÁMARA DE EMPALME NO VISITABLE PARA LÍNEA EN SIMPLE CIRCUITO (50-55 kV)		

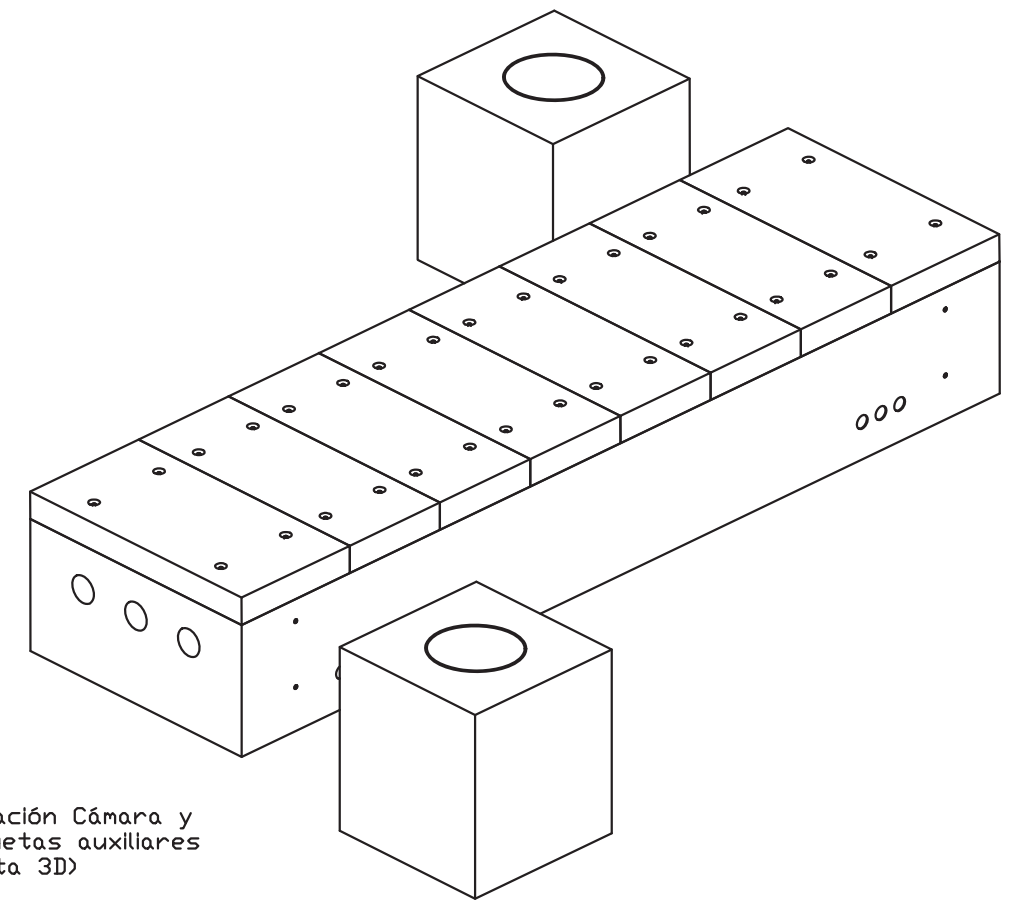
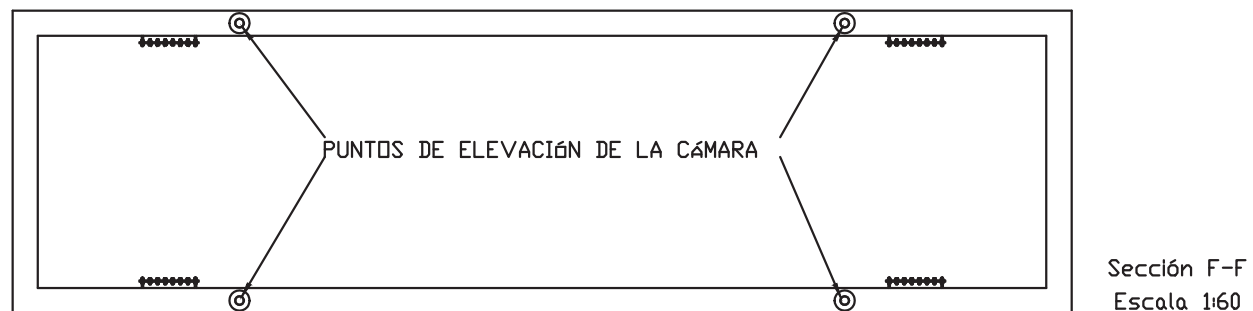
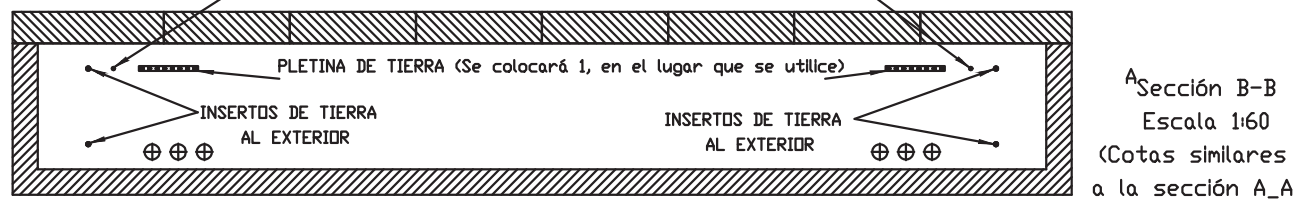
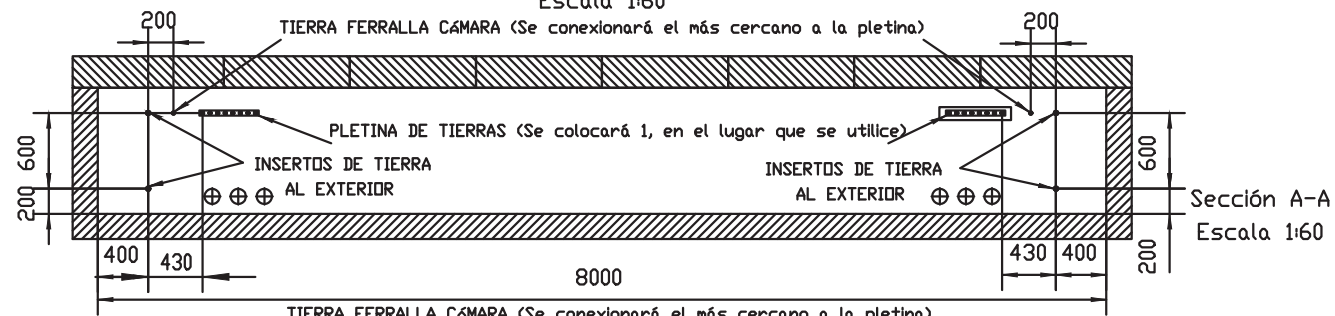
Nº	LSAT-16	0
HOJA	1	SIGUE -



Alzado
Escala 1:60



Planta
Escala 1:60



NOTA:
- Dimensiones orientativas.

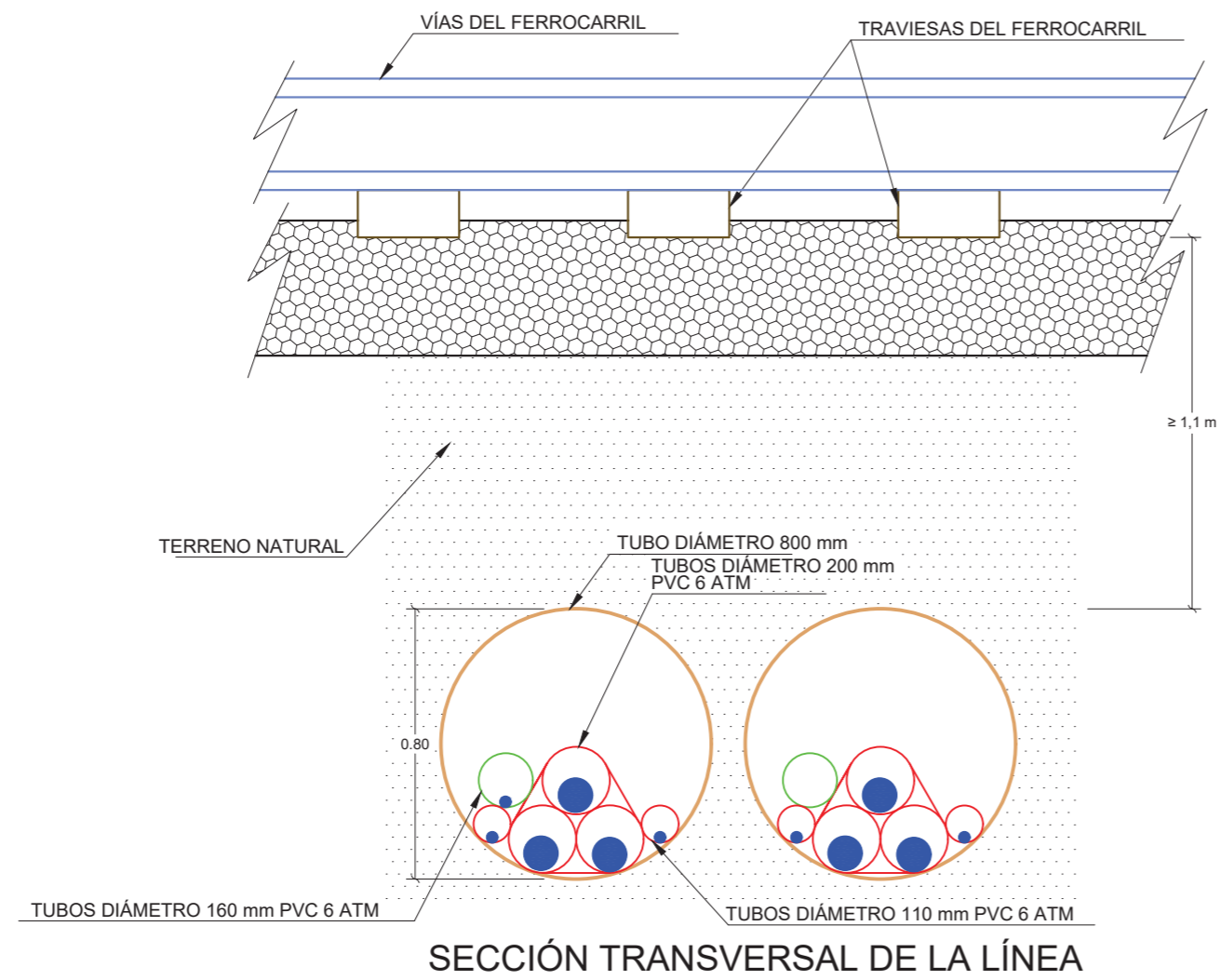
	FECHA	NOMBRE
PROYECTADO	JUL-2023	-
DIBUJADO	JUL-2023	-
COMPROBADO	JUL-2023	-
APROBADO	JUL-2023	-
ESCALA	1/50	

PROYECTO TIPO DE
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
SUBTERRÁNEAS (>36 kV)

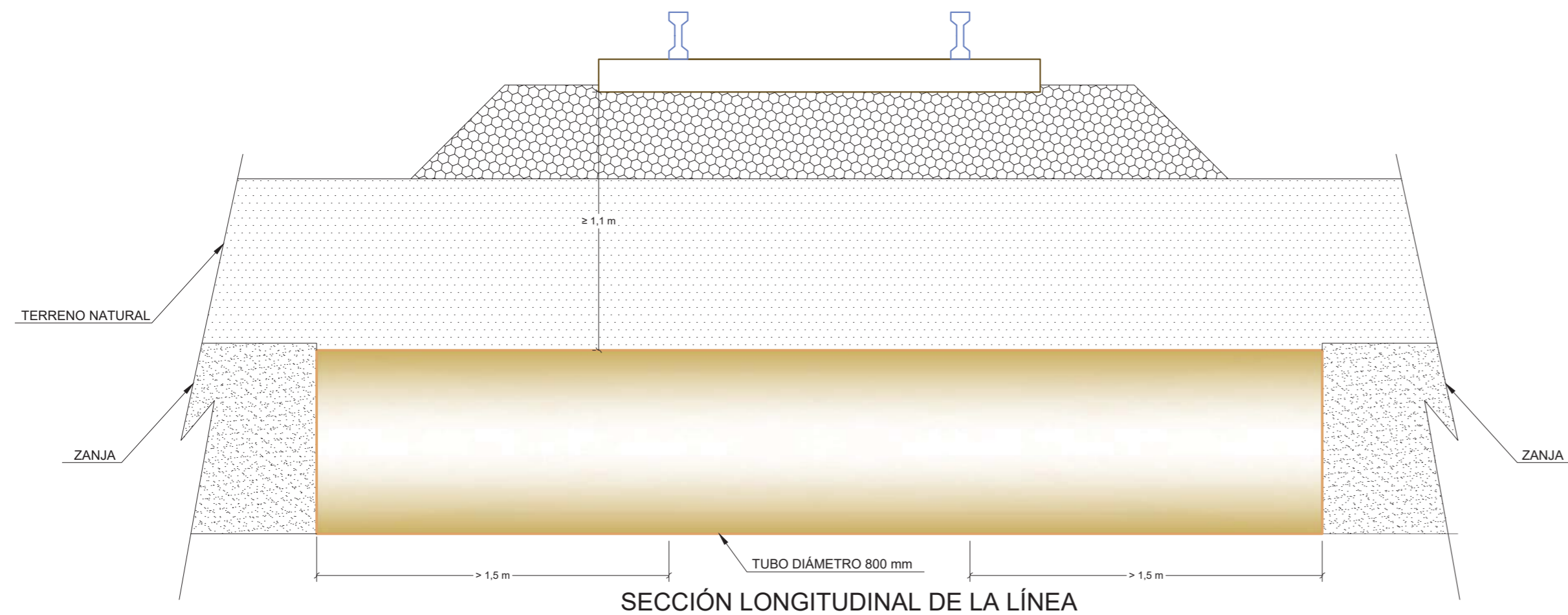
CÁMARA DE EMPALME NO VISITABLE
PARA LÍNEA EN SIMPLE CIRCUITO (132 kV)



Nº	LSAT-17	0
HOJA	1	SIGUE -
Rev.		




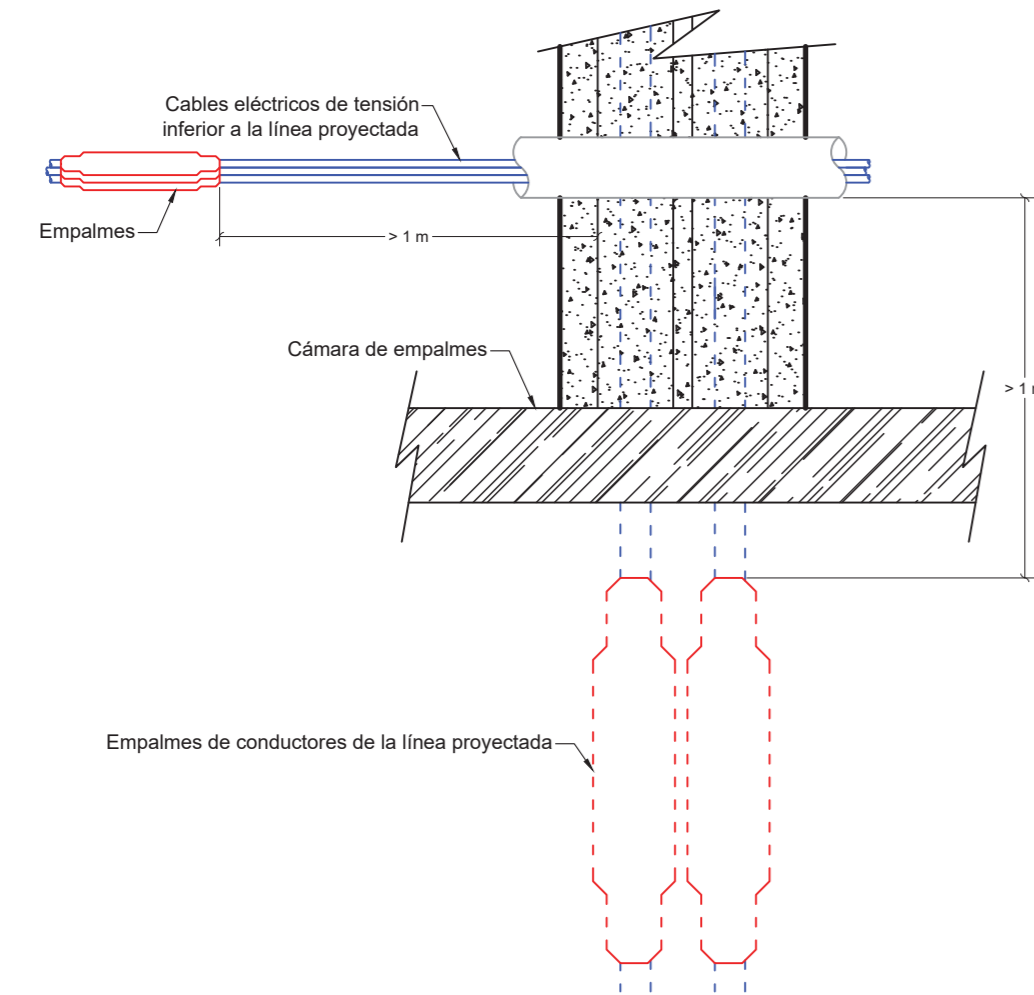
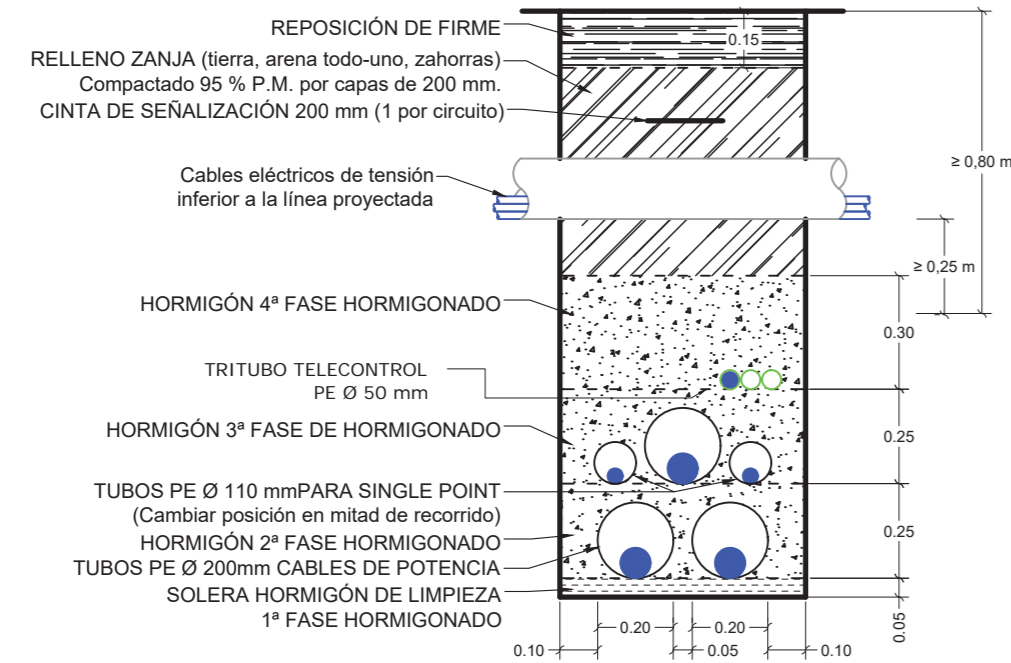
SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA LÍNEA



SECCIÓN LONGITUDINAL DE LA LÍNEA

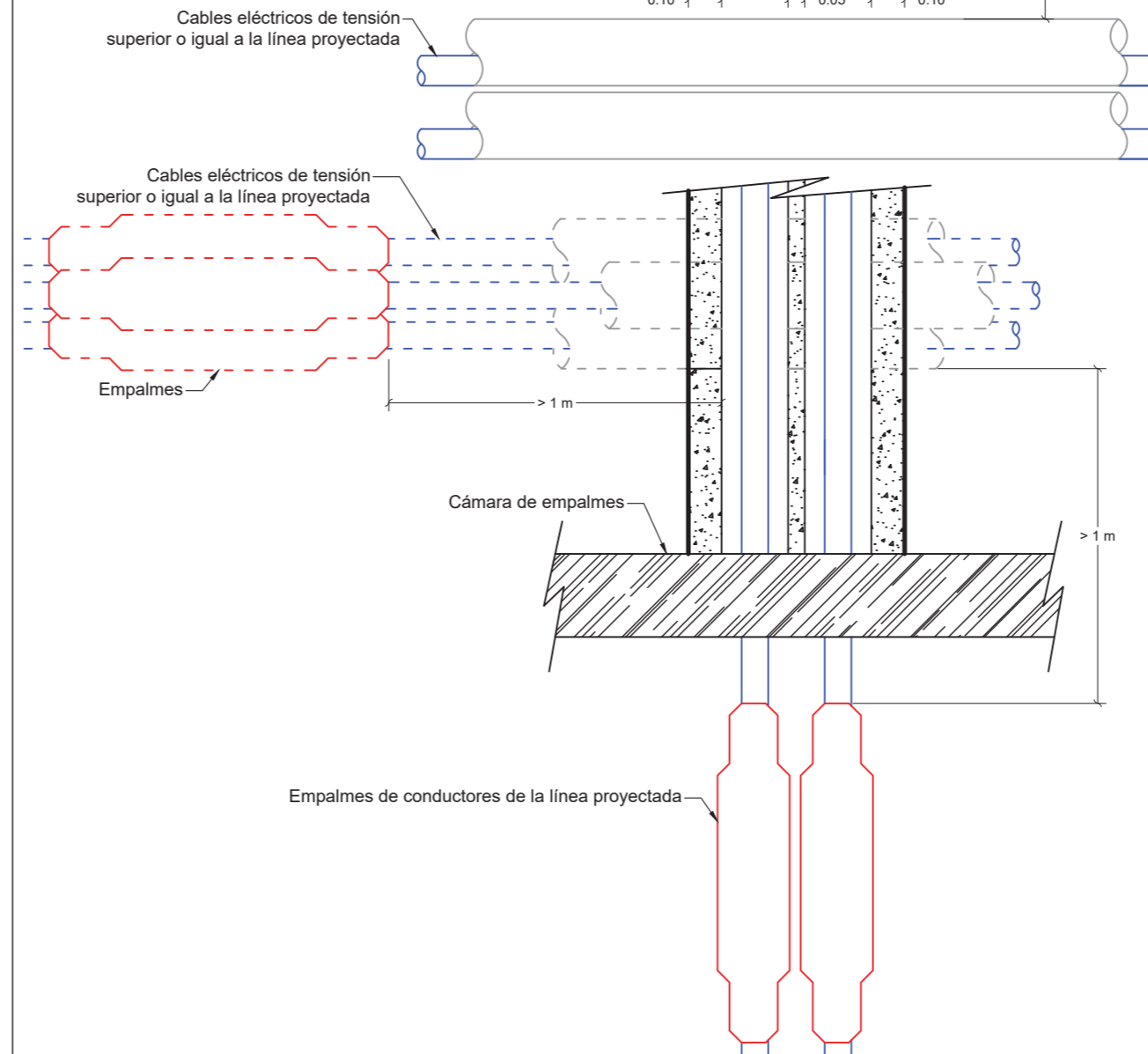
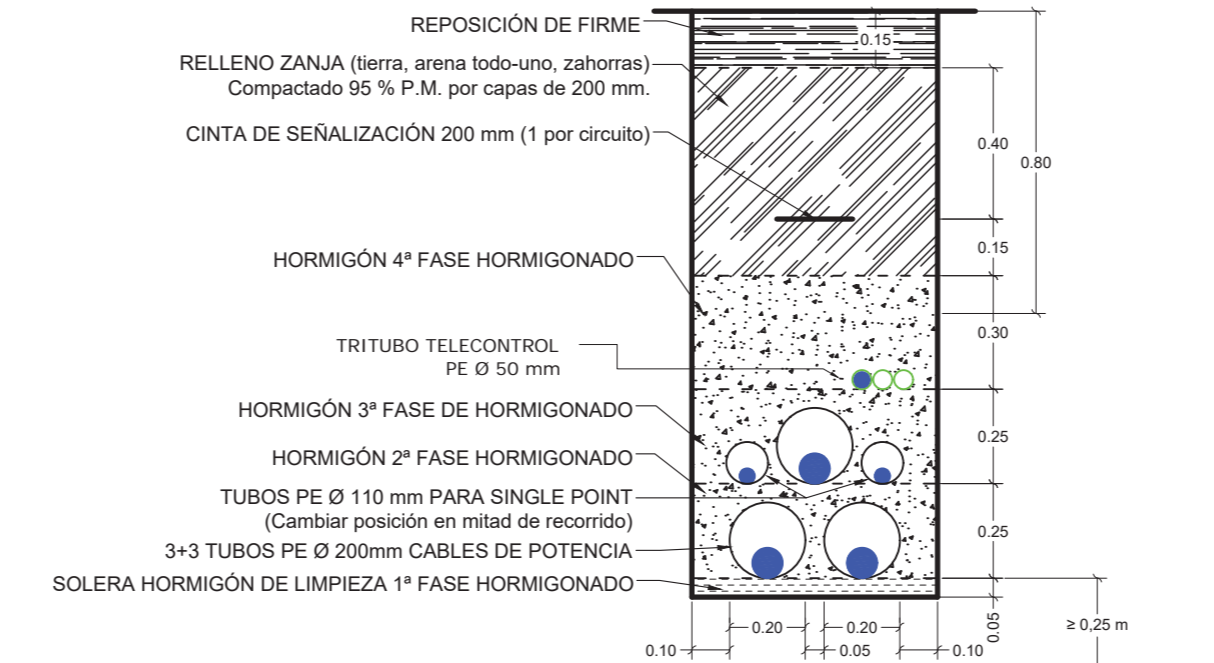
NOTA:
-Para líneas en simple circuito, las distancias mínimas en el cruzamiento serán las mismas.

	FECHA	NOMBRE	PROYECTO TIPO DE LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN SUBTERRÁNEAS (>36 kV)		
PROYECTADO	JUL.-2023	-			
DIBUJADO	JUL.-2023	-			
COMPROBADO	JUL.-2023	-			
APROBADO	JUL.-2023	-			
ESCALA	S/E		CRUZAMIENTO CON FERROCARRILES		
Nº	LSAT-18		0	Rev.	
HOJA	1	SIGUE	-		




CRUZAMIENTO CON LÍNEAS ELÉCTRICAS DE TENSIÓN INFERIOR A LA LÍNEA PROYECTADA

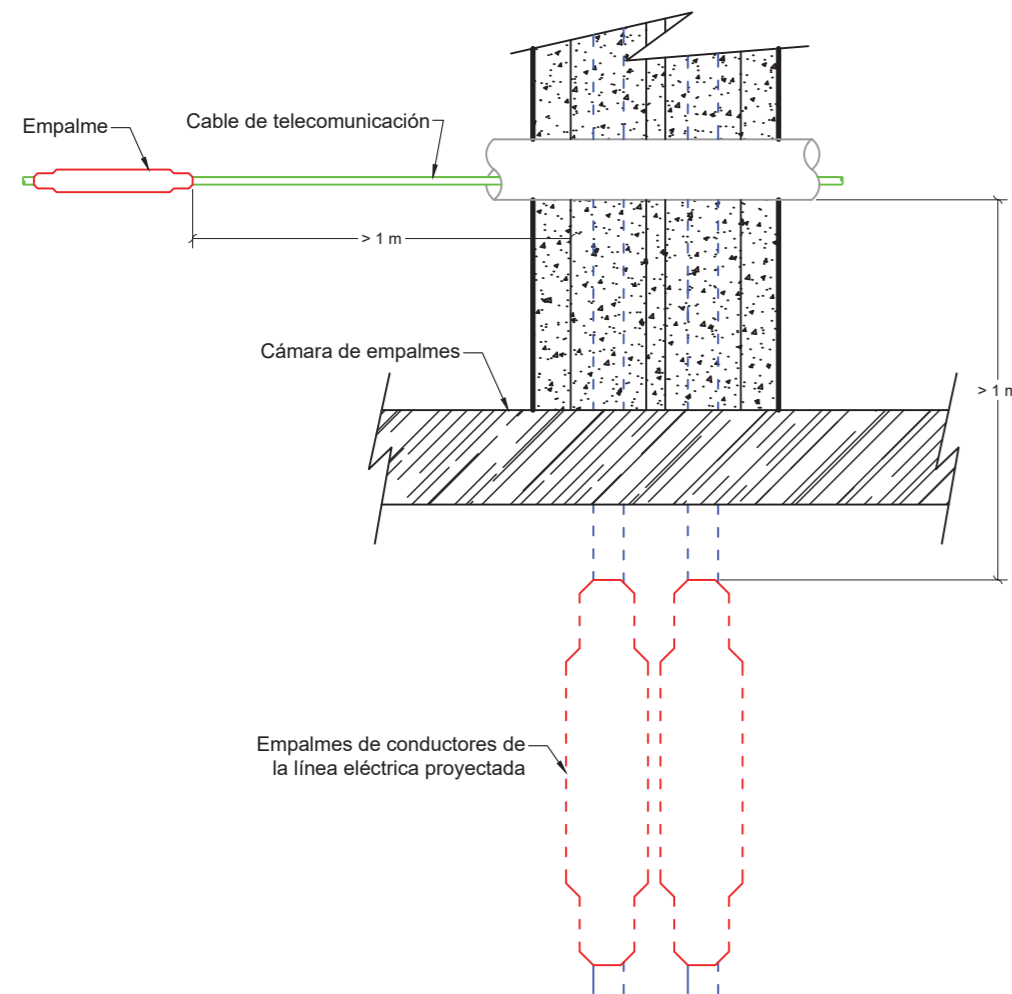
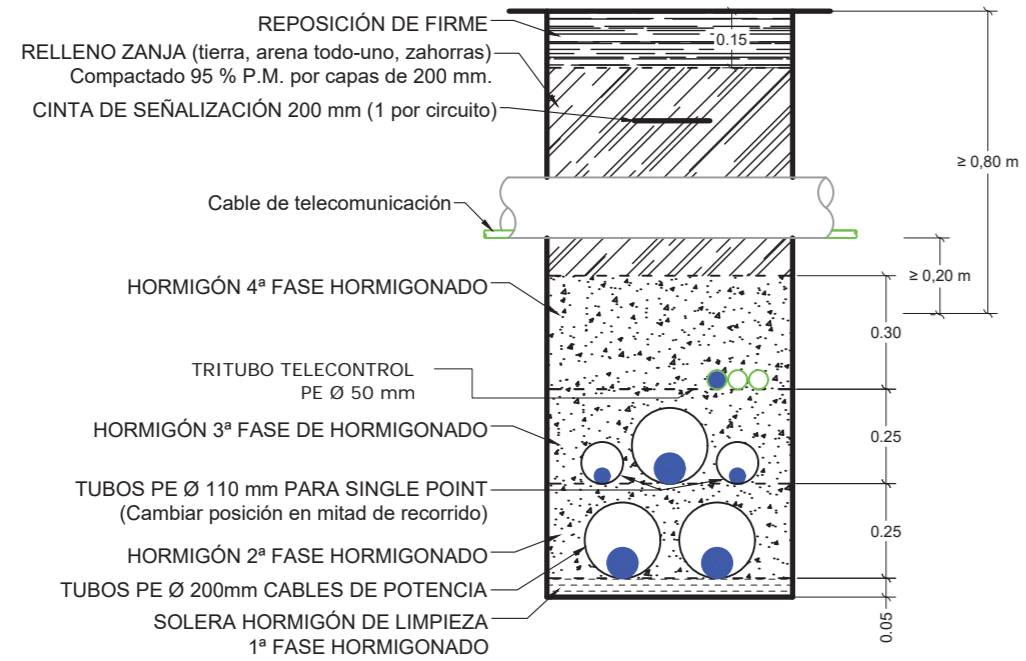
LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión noviembre 2023.



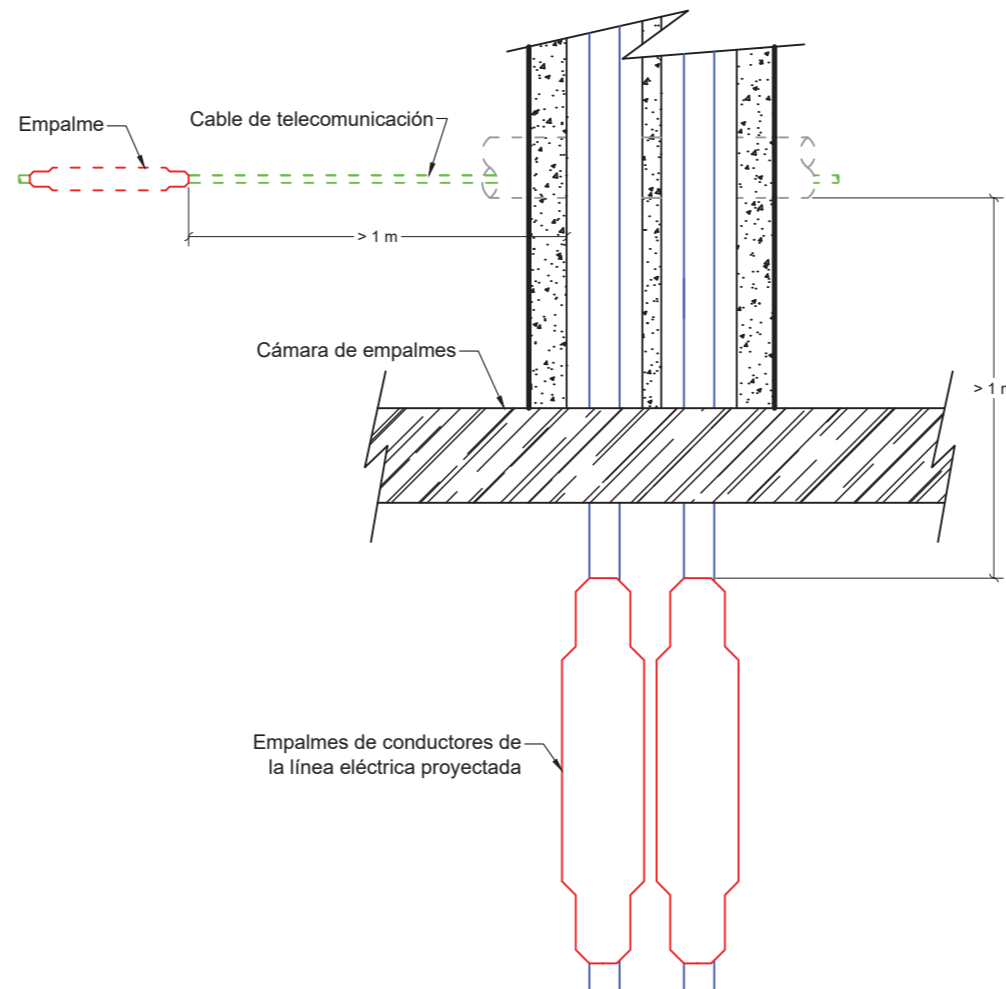
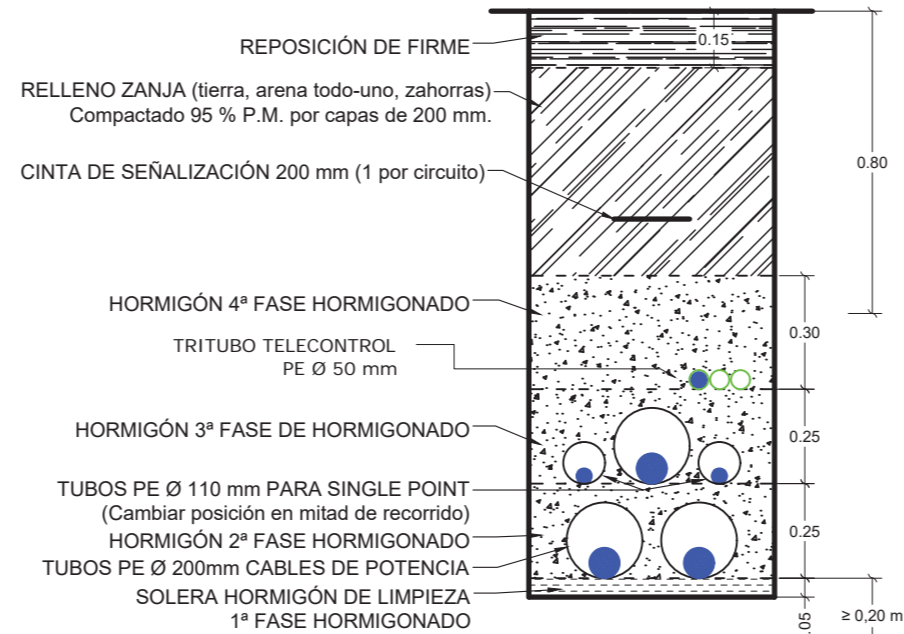
CRUZAMIENTO CON LÍNEAS ELÉCTRICAS DE TENSIÓN SUPERIOR O IGUAL A LA LÍNEA PROYECTADA

- NOTAS:
- Para líneas en doble circuito, las distancias mínimas en el cruzamiento entre líneas serán las mismas.
 - La distancia desde el punto de cruce a los empalmes de los conductores será siempre superior a 1 m.

	FECHA	NOMBRE	PROYECTO TIPO DE LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN SUBTERRÁNEAS (>36 kV)			
PROYECTADO	JUL-2023	-				
DIBUJADO	JUL-2023	-				
COMPROBADO	JUL-2023	-				
APROBADO	JUL-2023	-				
ESCALA	S/E		CRUZAMIENTOS CON OTROS CABLES DE ENERGÍA ELÉCTRICA	Nº	LSAT-19	0
			HOJA	1	SIGUE	-




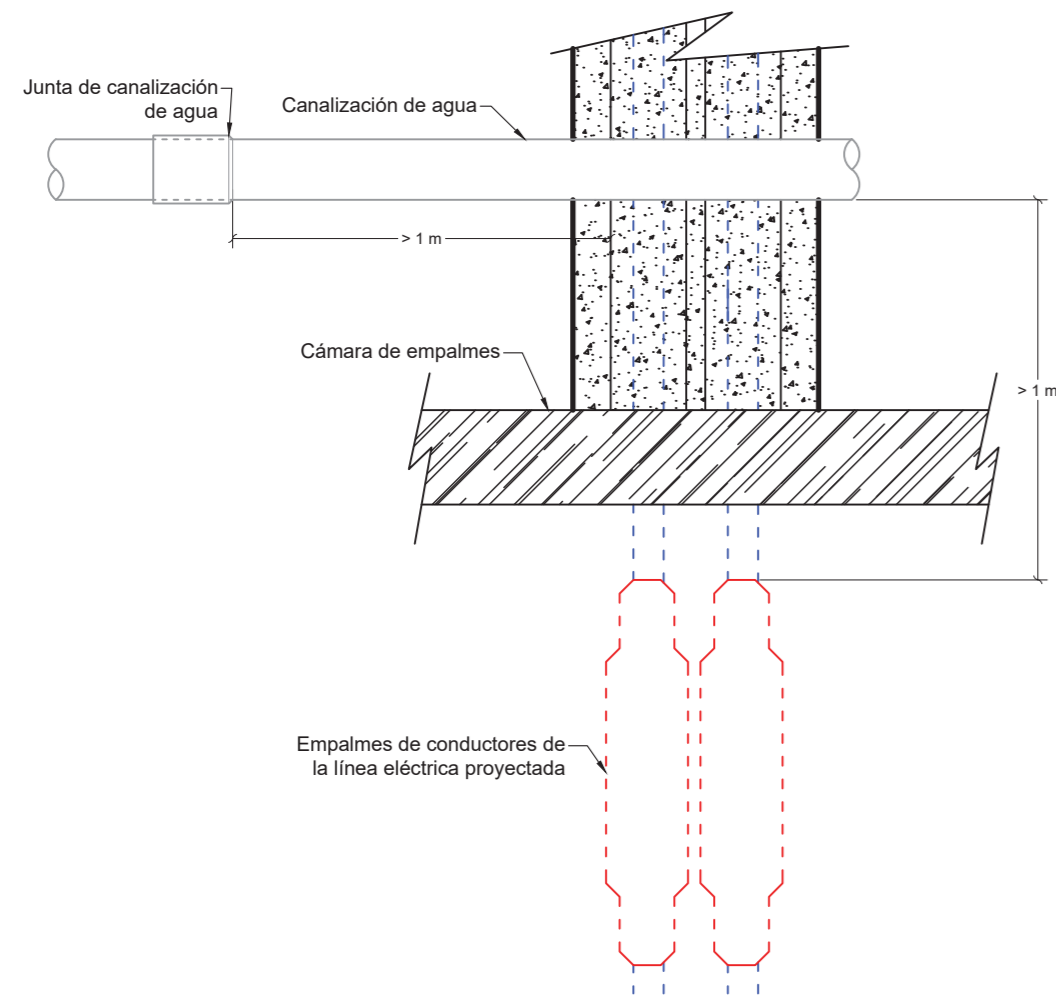
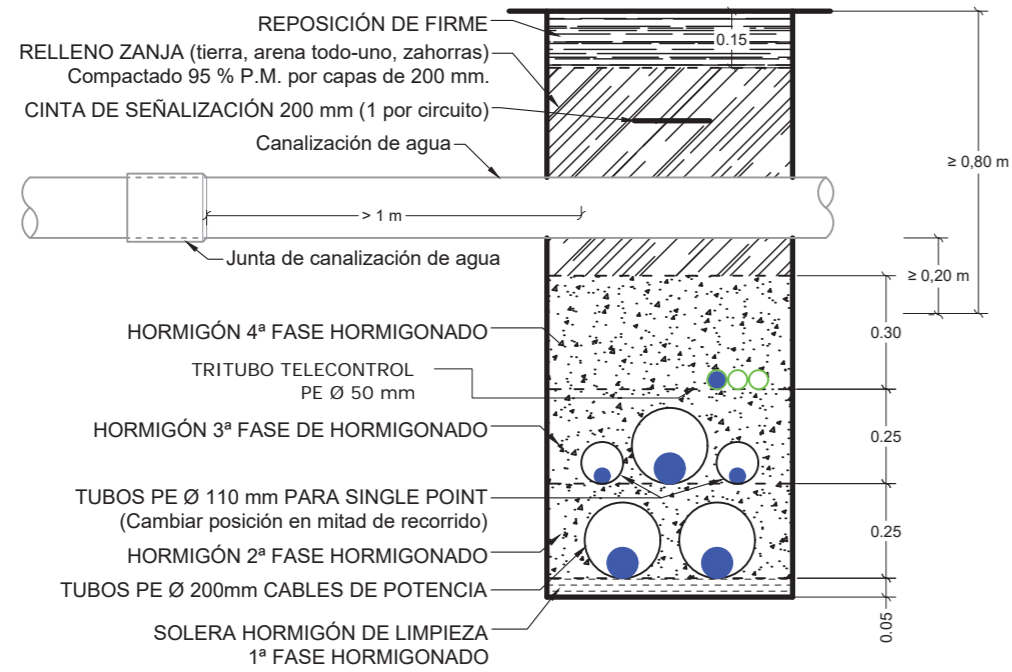
CRUZAMIENTO POR DEBAJO DE LOS CABLES DE TELECOMUNICACIÓN



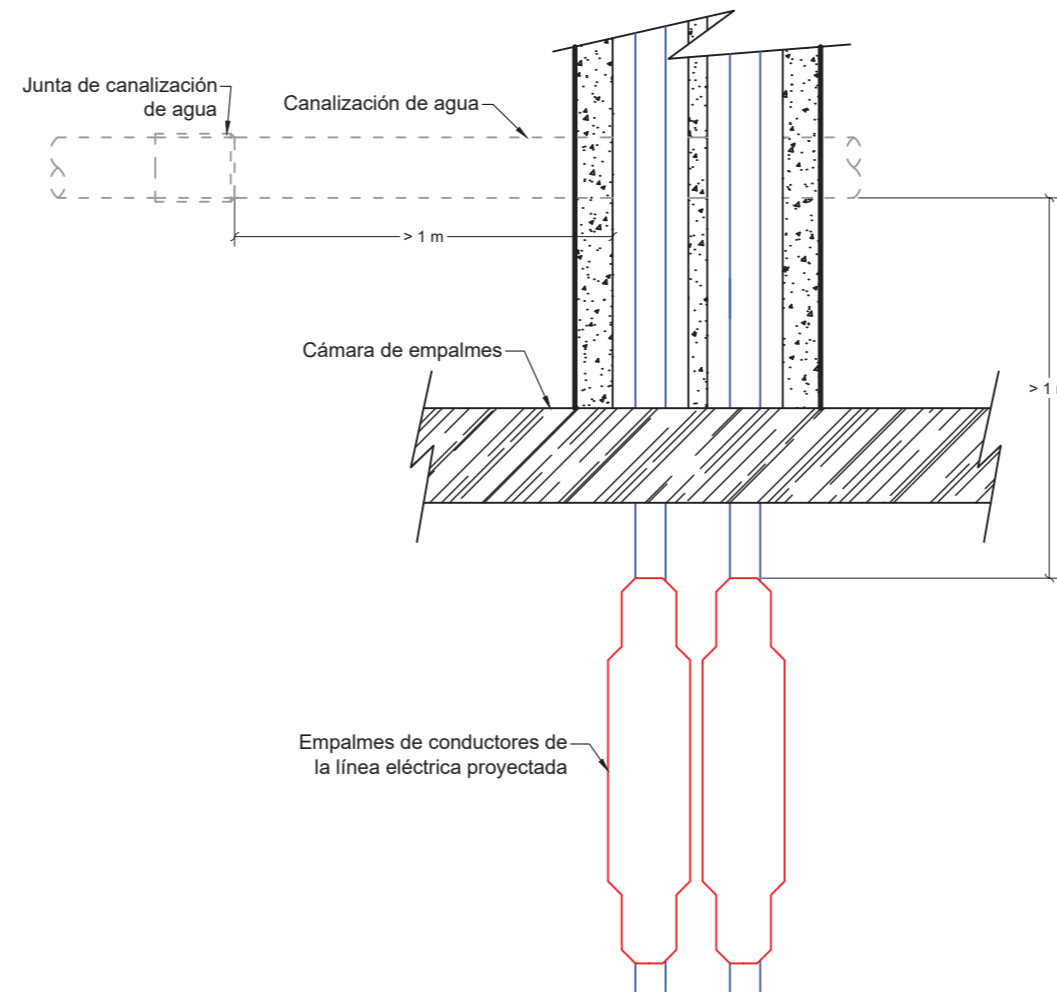
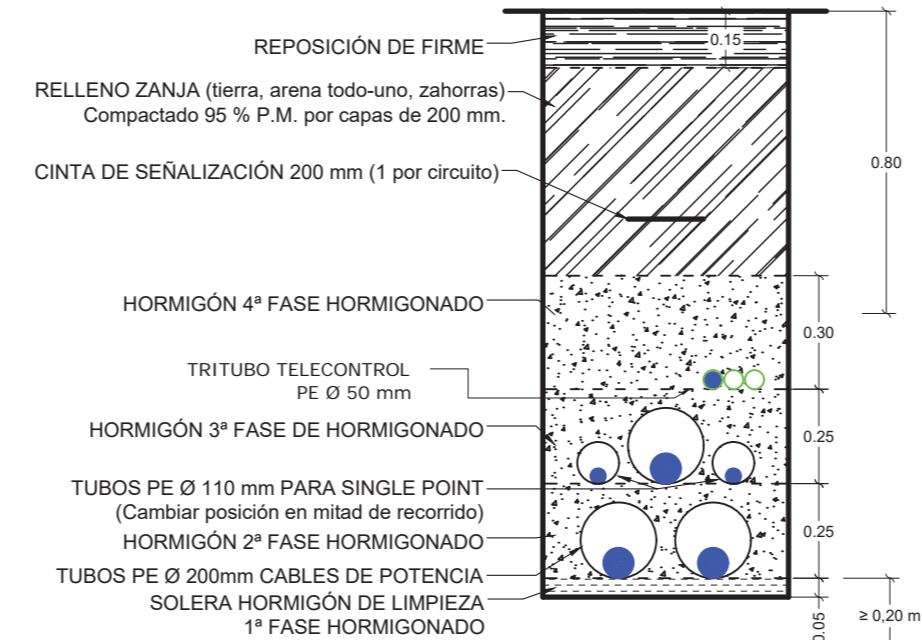
CRUZAMIENTO POR ENCIMA DE LOS CABLES DE TELECOMUNICACIÓN

NOTAS:
 - Para líneas en doble circuito, las distancias mínimas en el cruzamiento entre líneas serán las mismas.
 - La distancia desde el punto de cruce a los empalmes de los conductores será siempre superior a 1 m.

	FECHA	NOMBRE	PROYECTO TIPO DE LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN SUBTERRÁNEAS (> 36 kV)			
PROYECTADO	JUL-2023	-				
DIBUJADO	JUL-2023	-				
COMPROBADO	JUL-2023	-				
APROBADO	JUL-2023	-				
ESCALA	S/E		CRUZAMIENTOS CON CABLES DE TELECOMUNICACIÓN	Nº	LSAT-20	0
			HOJA	1	SIGUE	-




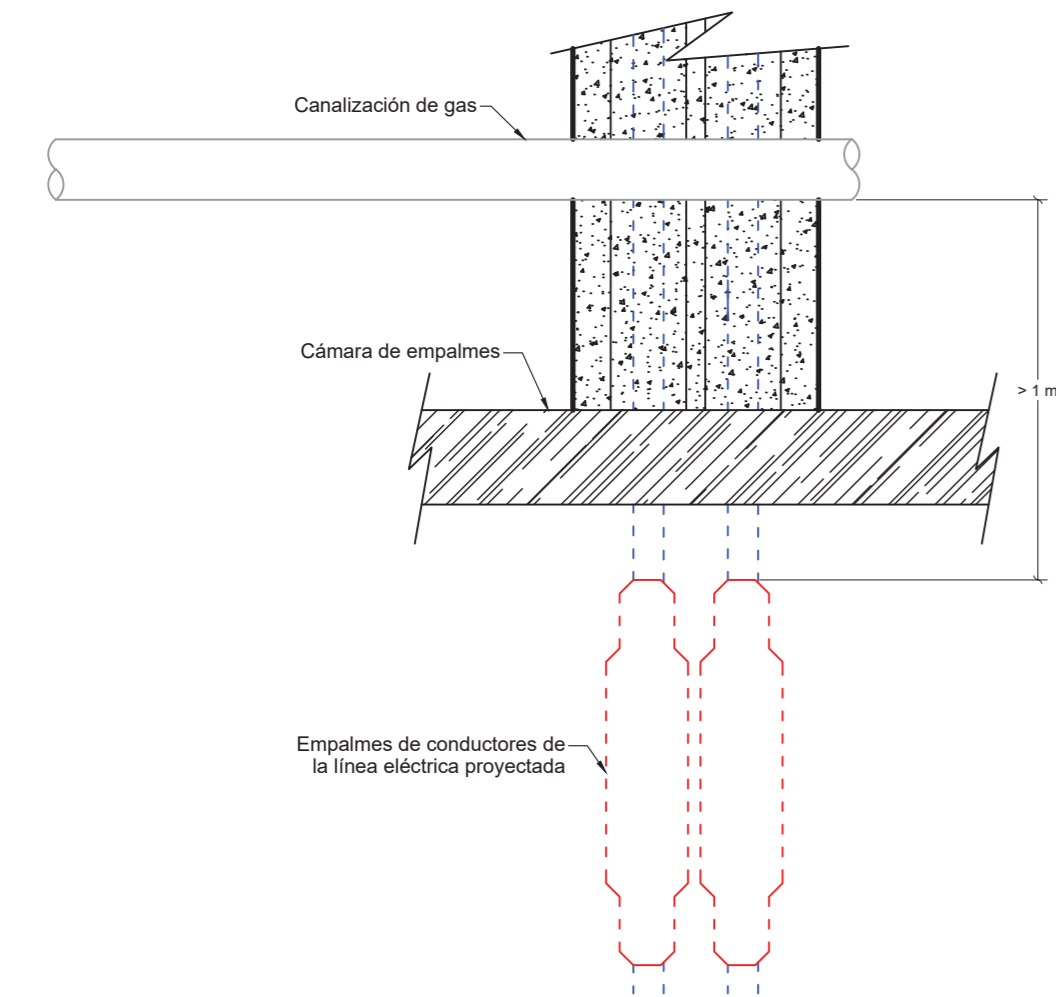
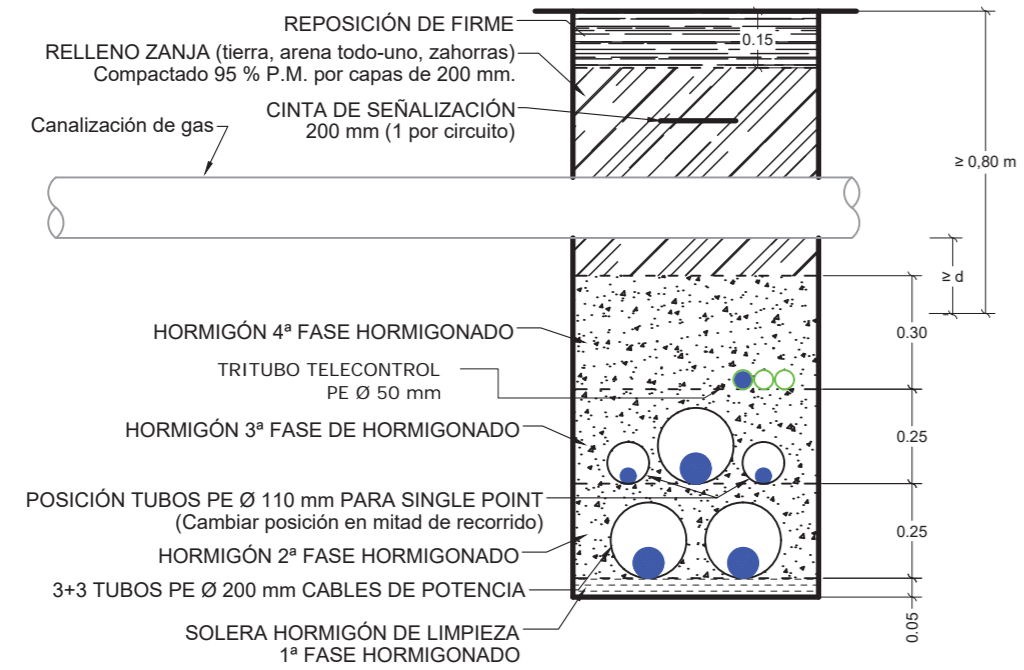
CRUZAMIENTO POR DEBAJO DE LA CANALIZACIÓN DE AGUA



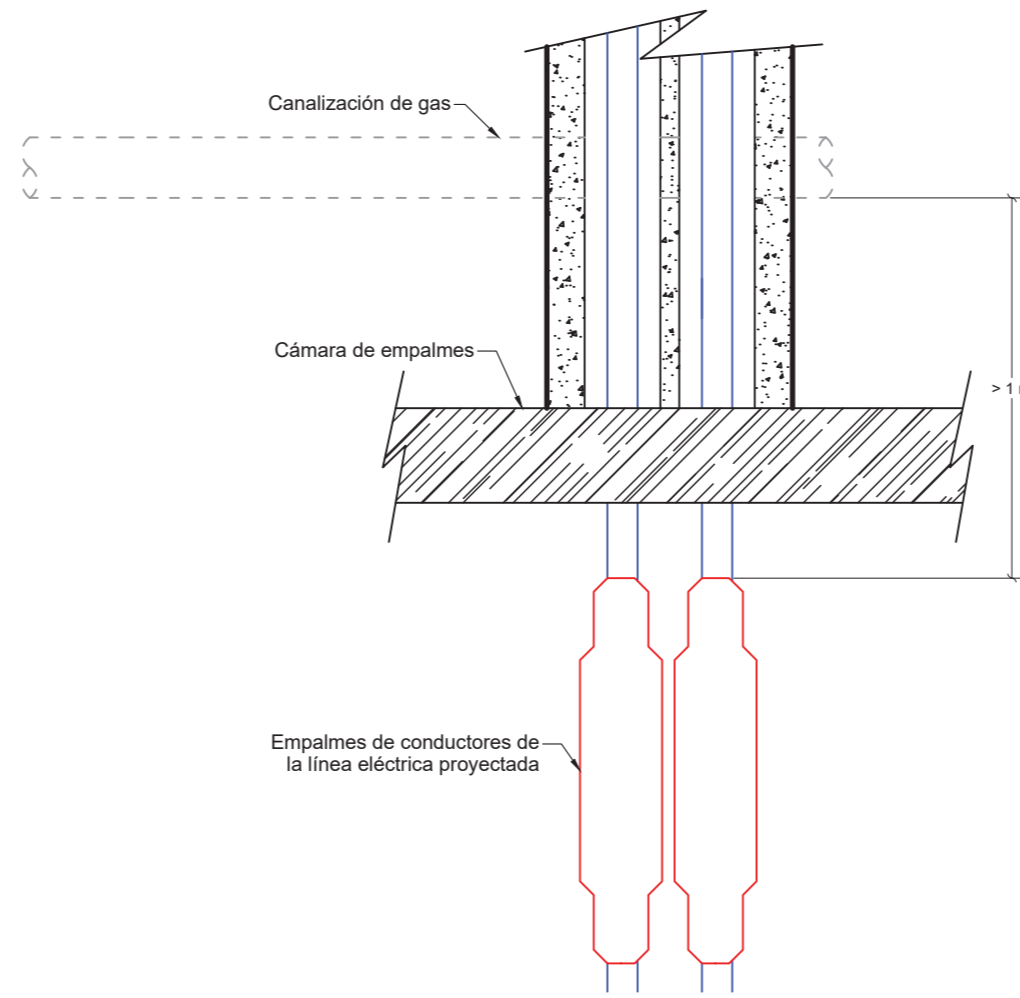
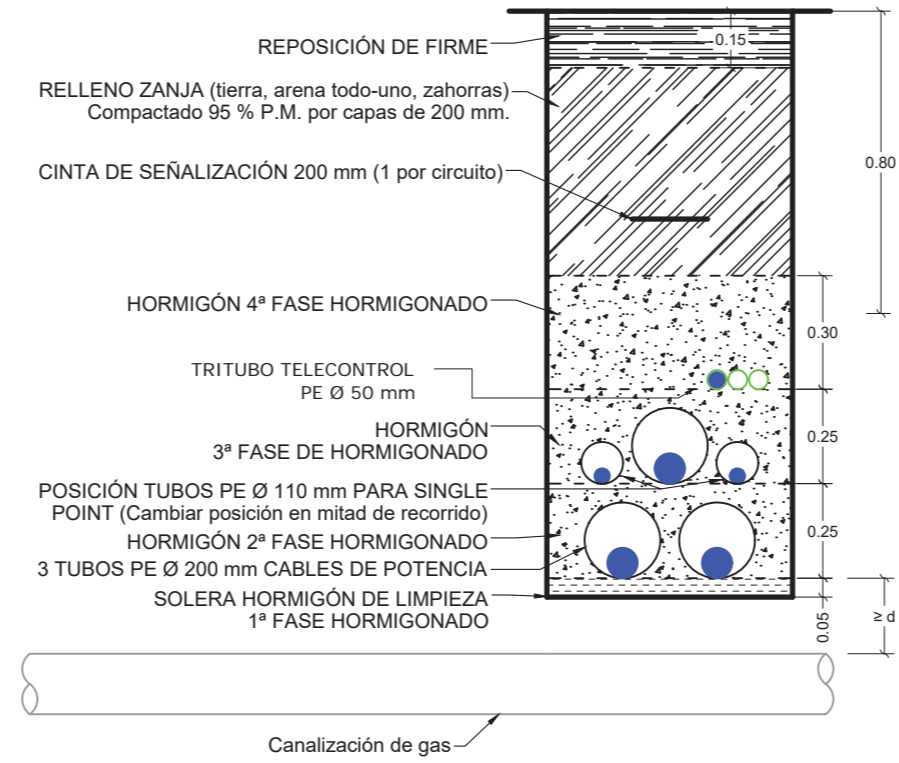
CRUZAMIENTO POR ENCIMA DE LA CANALIZACIÓN DE AGUA

NOTAS:
 - Para líneas en doble circuito, las distancias mínimas en el cruzamiento entre líneas serán las mismas.
 - La distancia desde el punto de cruce a los empalmes de los conductores o juntas de la canalización de agua será siempre superior a 1 m.

	FECHA	NOMBRE	PROYECTO TIPO DE LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN SUBTERRÁNEAS (>36 kV)		
PROYECTADO	JUL-2023	-			
DIBUJADO	JUL-2023	-			
COMPROBADO	JUL-2023	-			
APROBADO	JUL-2023	-			
ESCALA	S/E		CRUZAMIENTOS CON CANALIZACIONES DE AGUA		
			Nº	LSAT-21	0
			HOJA	1	SIGUE -




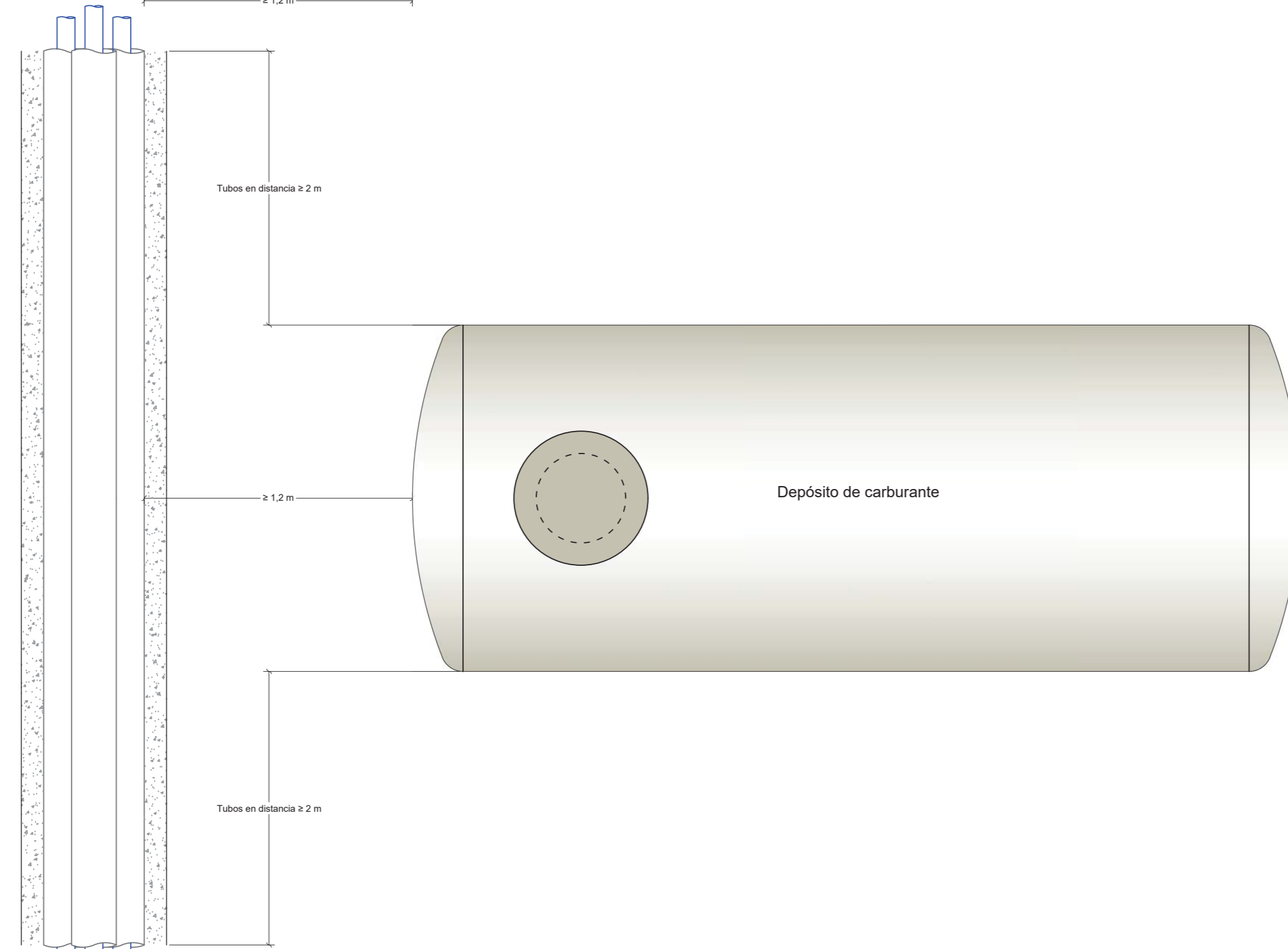
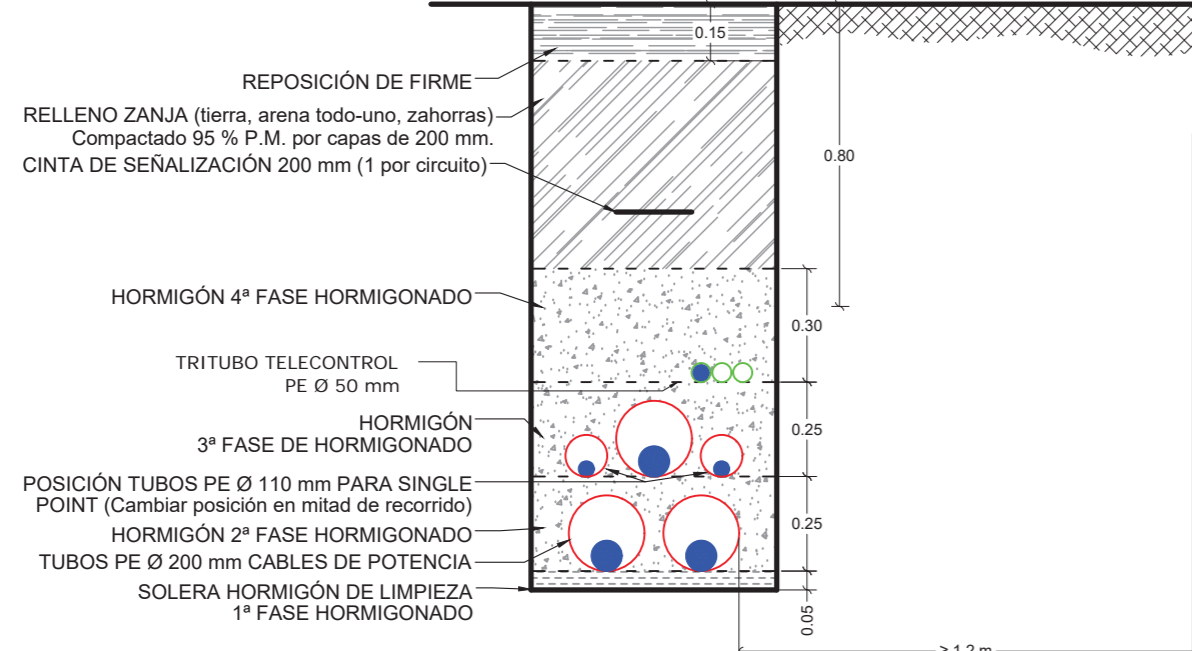
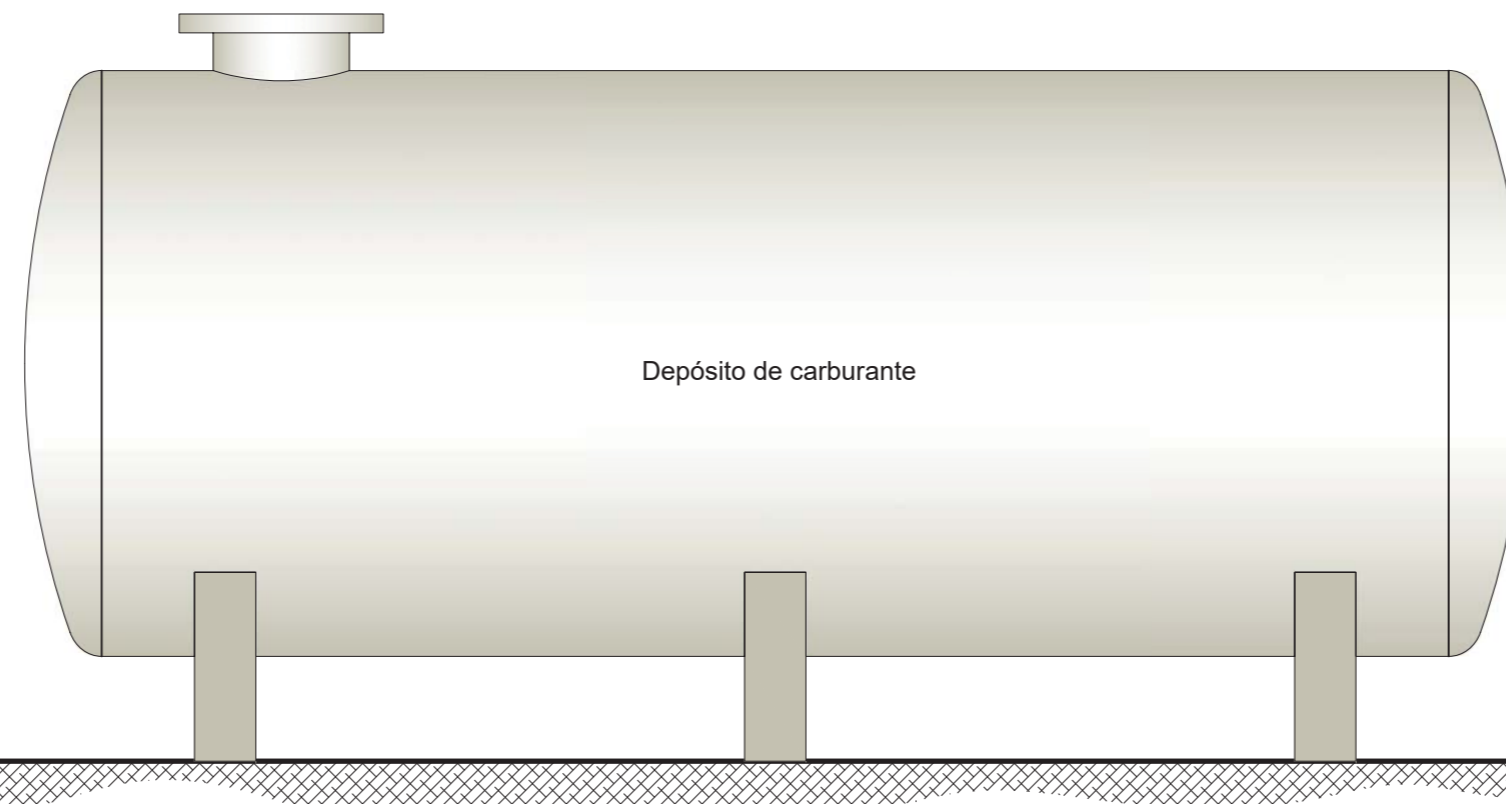
CRUZAMIENTO POR DEBAJO DE LA CANALIZACIÓN DE GAS




CRUZAMIENTO POR ENCIMA DE LA CANALIZACIÓN DE GAS

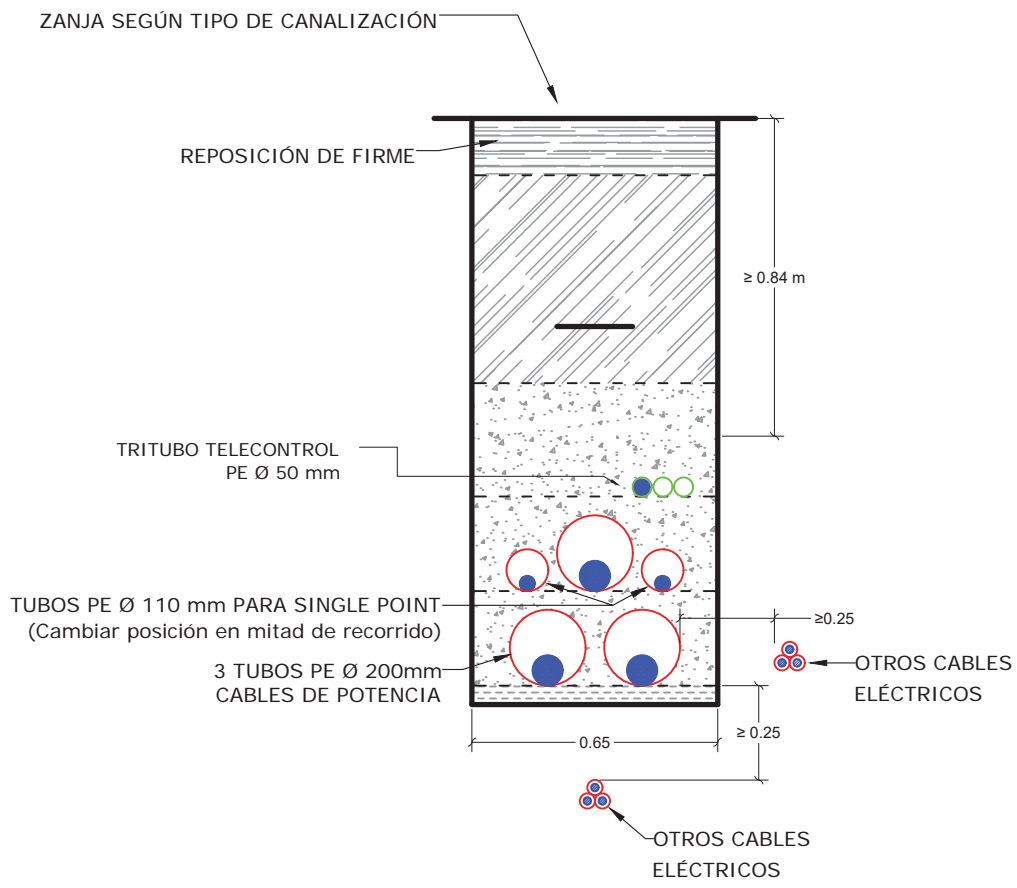
DISTANCIAS (d) EN CRUZAMIENTOS CON CANALIZACIONES DE GAS		
	Presión de la instalación de gas	Distancia mínima (d) en metros, para cables instalados bajo tubo
Canalizaciones y acometidas	En alta presión > 4 bar	0,25
	En media y baja presión ≤ 4 bar	0,25
Acometida interior	En alta presión > 4 bar	0,25
	En media y baja presión ≤ 4 bar	0,10

FECHA	NOMBRE	PROYECTO TIPO DE LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN SUBTERRÁNEAS (>36 kV)			
PROYECTADO JUL.-2023	-				
DIBUJADO JUL.-2023	-				
COMPROBADO JUL.-2023	-				
APROBADO JUL.-2023	-				
ESCALA S/E		CRUZAMIENTOS CON CANALIZACIONES DE GAS	Nº	LSAT-22	0
			HOJA 1	SIGUE -	Rev.



NOTAS:
 - Para líneas en doble circuito, las distancias mínimas desde el tubo más cercano al depósito será la misma.

	FECHA	NOMBRE	PROYECTO TIPO DE LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN SUBTERRÁNEAS (>36 kV)		
PROYECTADO	JUL-2023	-			
DIBUJADO	JUL-2023	-			
COMPROBADO	JUL-2023	-			
APROBADO	JUL-2023	-			
ESCALA	S/E		DISTANCIAS A DEPÓSITOS DE CARBURANTE		
			Nº	LSAT-23	0
			HOJA	1	SIGUE -



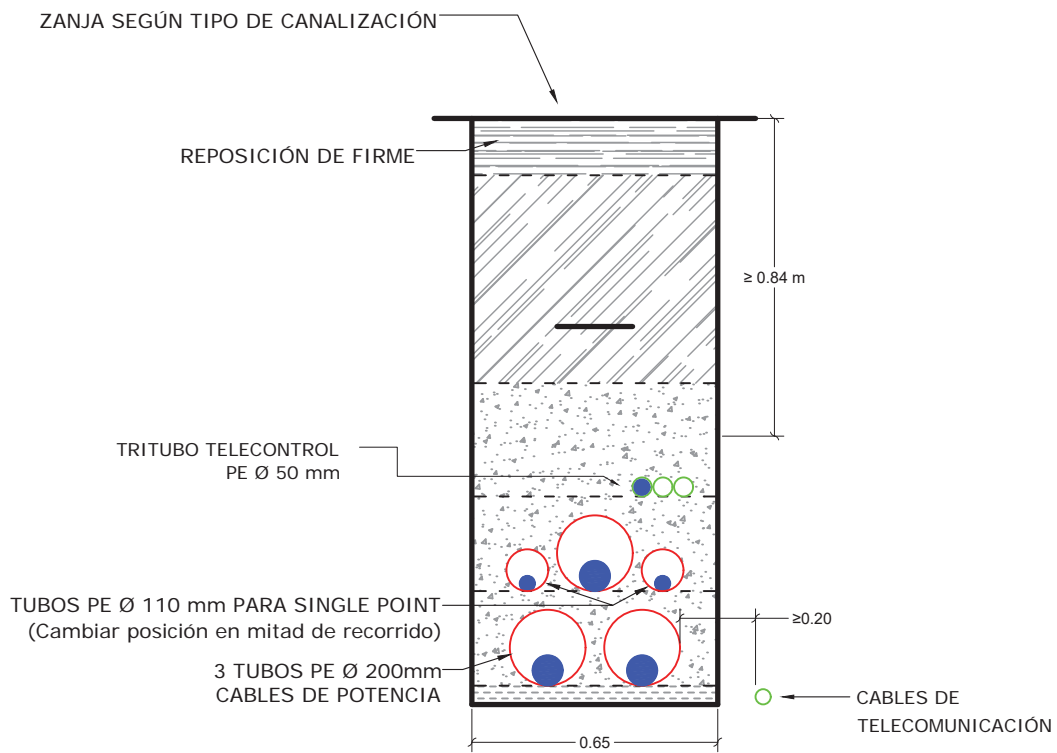
	FECHA	NOMBRE
PROYECTADO	JUL.-2023	-
DIBUJADO	JUL.-2023	-
COMPROBADO	JUL.-2023	-
APROBADO	JUL.-2023	-
ESCALA	1/20	

PROYECTO TIPO DE LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN SUBTERRÁNEAS (> 36 kV)	
PARALELISMO CON CABLES ELÉCTRICOS	



Nº	LSAT-24	0
Rev.		

HOJA 1 SIGUE -

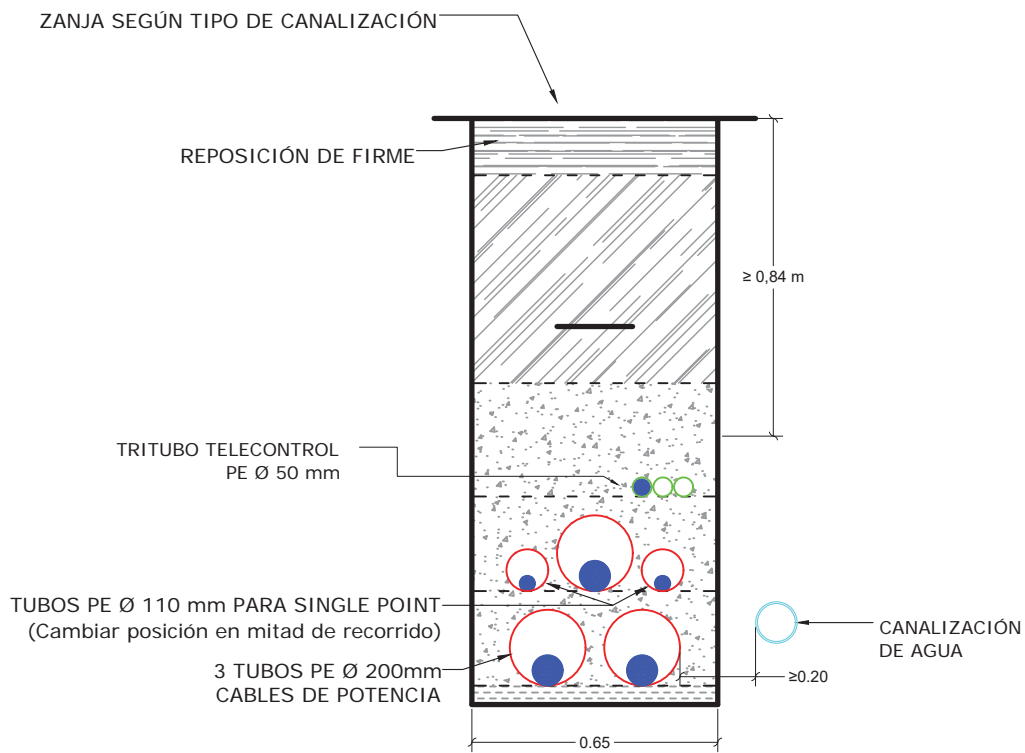


	FECHA	NOMBRE
PROYECTADO	JUL.-2023	-
DIBUJADO	JUL.-2023	-
COMPROBADO	JUL.-2023	-
APROBADO	JUL.-2023	-
ESCALA	1/20	

PROYECTO TIPO DE LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN SUBTERRÁNEAS (>36 kV)	
PARALELISMO CON CABLES DE TELECOMUNICACIÓN	



Nº	LSAT-25	0
HOJA	1	Rev.



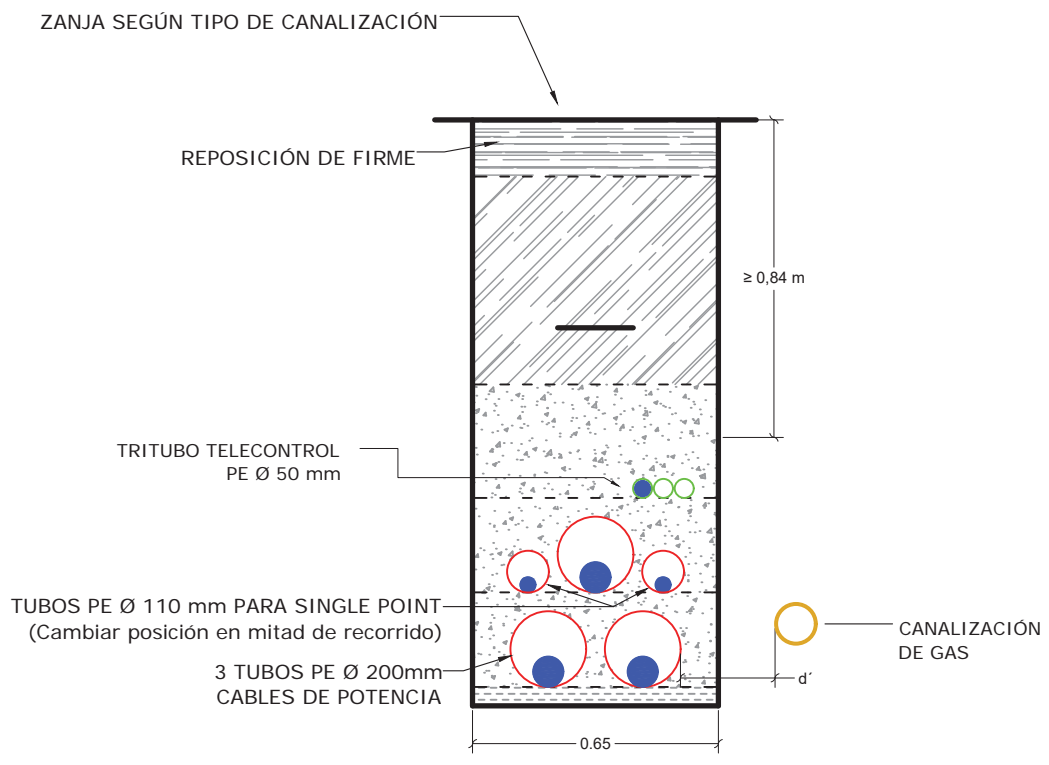
	FECHA	NOMBRE
PROYECTADO	JUL.-2023	-
DIBUJADO	JUL.-2023	-
COMPROBADO	JUL.-2023	-
APROBADO	JUL.-2023	-
ESCALA	1/20	

PROYECTO TIPO DE
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
SUBTERRÁNEAS (> 36 kV)



PARALELISMO CON CANALIZACIONES DE AGUA

Nº	LSAT-26	0 Rev.
HOJA	1	SIGUE -




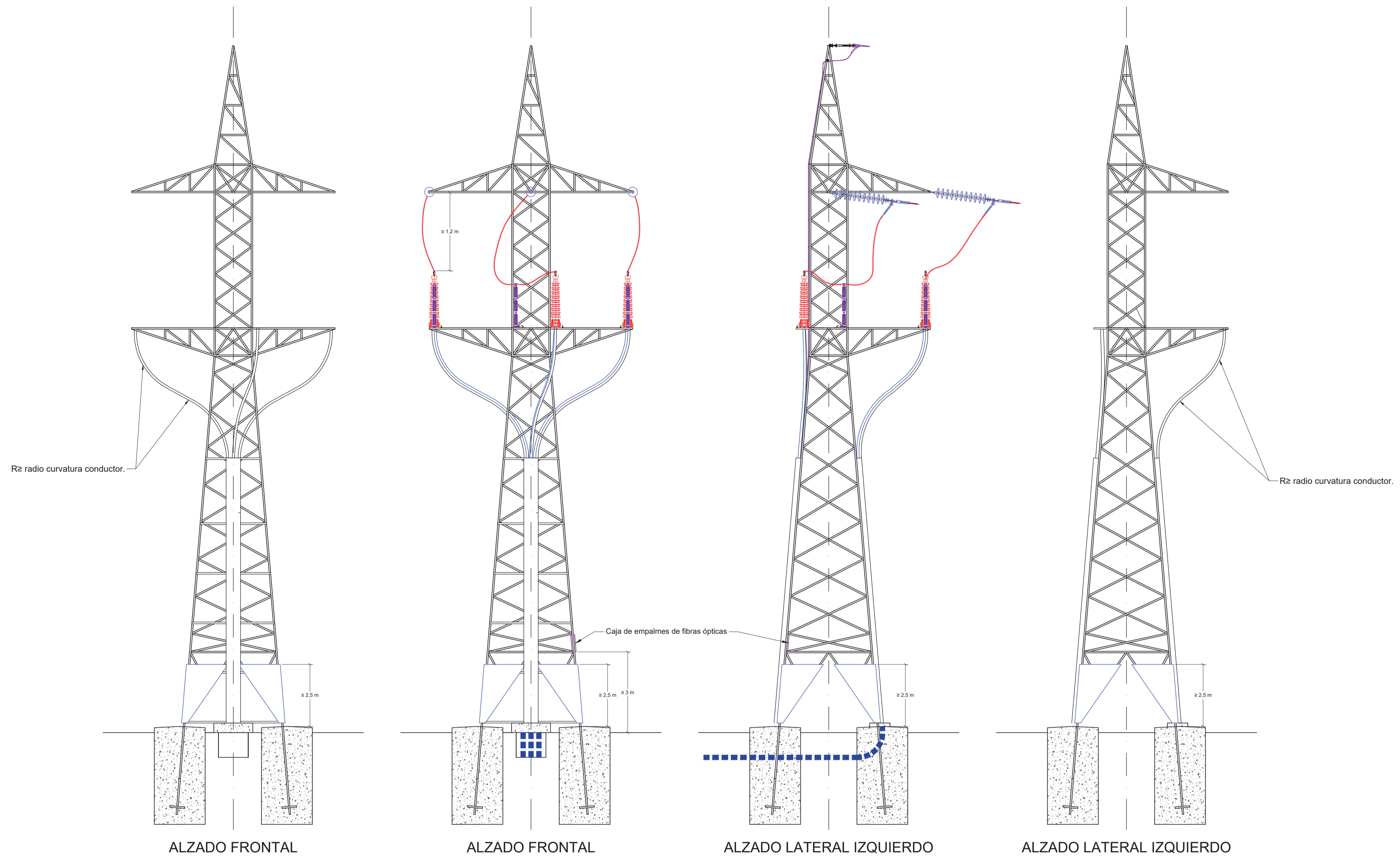
DISTANCIAS EN PARALELISMOS EN CANALIZACIONES DE GAS

	PRESIÓN DE LA INSTALACIÓN DE GAS	DISTANCIA MÍNIMA (d) CABLES DIRECTAMENTE ENTERRADOS	DISTANCIA MÍNIMA (d') CABLES BAJO TUBO
CANALIZACIONES Y ACOMETIDAS	EN ALTA PRESIÓN >4 bar	0,40 m.	0,25 m.
	EN MEDIA Y BAJA PRESIÓN ≤ 4 bar	0,25 m.	0,15 m.
ACOMETIDA INTERIOR	EN ALTA PRESIÓN >4 bar	0,40 m.	0,25 m.
	EN MEDIA Y BAJA PRESIÓN ≤ 4 bar	0,25 m.	0,10 m.

NOTA:

-La distancia mínima entre los empalmes de los cables y las juntas de las canalizaciones de gas será igual a 1 m.

	FECHA	NOMBRE	PROYECTO TIPO DE LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN SUBTERRÁNEAS (> 36 kV)		
PROYECTADO	JUL.-2023	-			
DIBUJADO	JUL.-2023	-			
COMPROBADO	JUL.-2023	-			
APROBADO	JUL.-2023	-			
ESCALA	PARALELISMO CON CANALIZACIONES DE GAS		Nº	LSAT-27	0
LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión noviembre 2023.			HOJA	1	SIGUE -

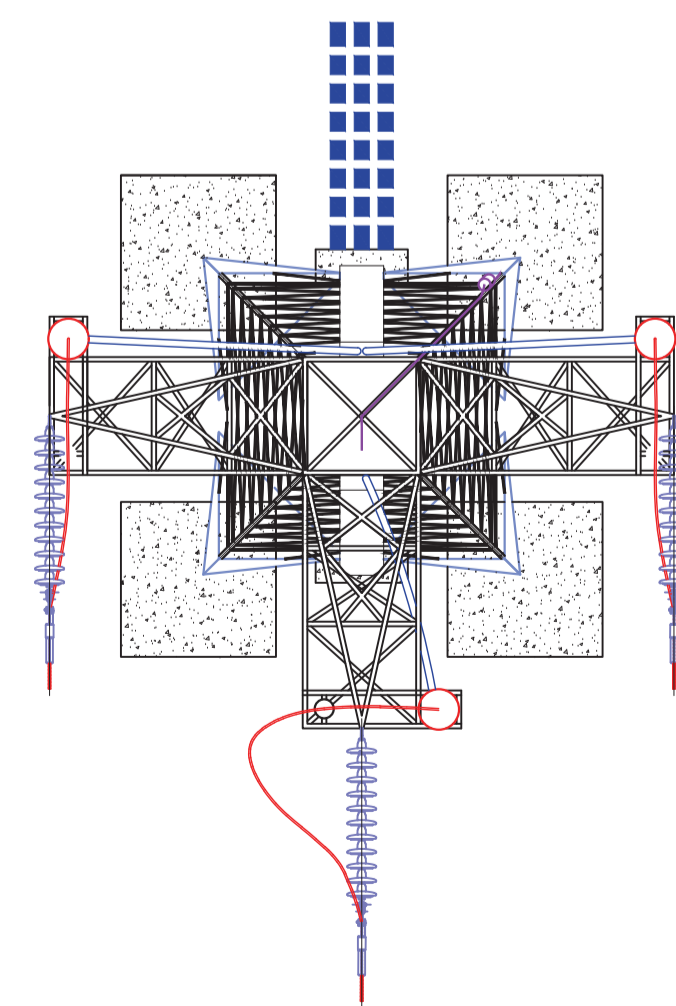


ALZADO FRONTAL

ALZADO FRONTAL

ALZADO LATERAL IZQUIERDO

ALZADO LATERAL IZQUIERDO

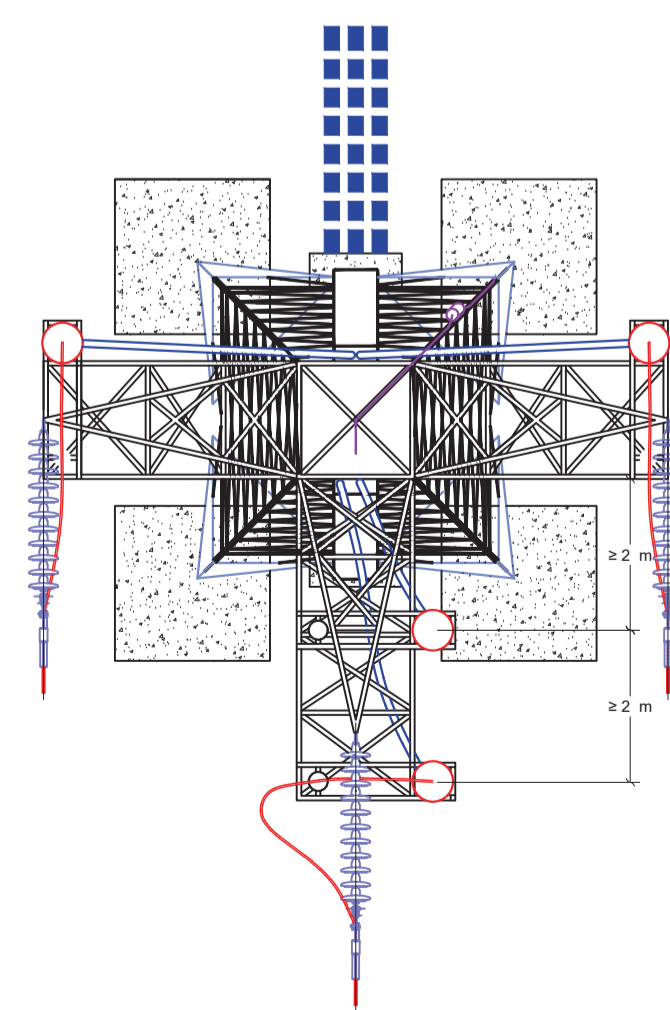
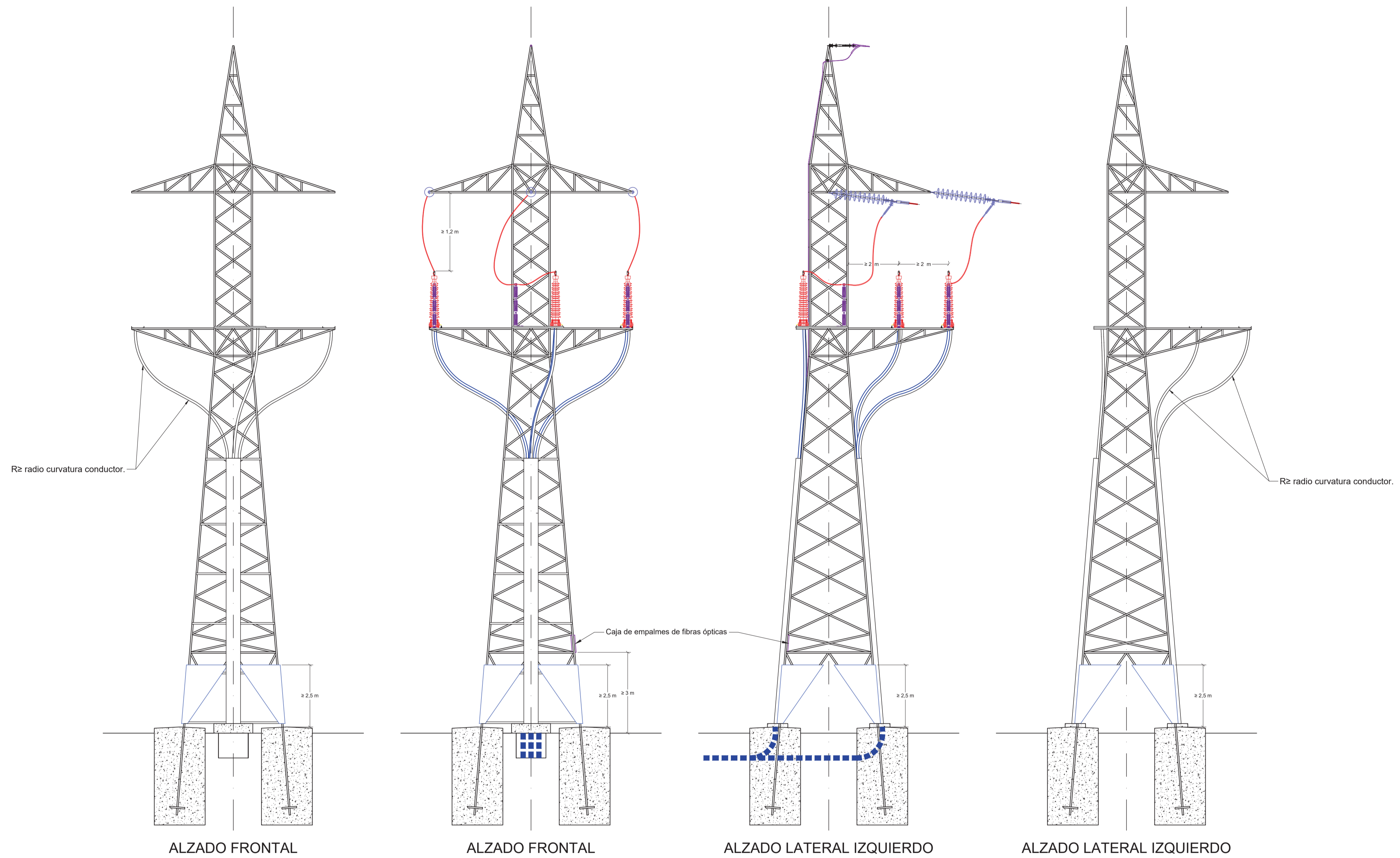


PLANTA

FECHA	NOMBRE	PROYECTO TIPO DE LÍNEAS DE ALTA TENSION SUBTERRANEAS (>36 kV)	
PROYECTADO	JAL-2023	-	
DIBUJADO	JAL-2023	-	
COMPROBADO	JAL-2023	-	
APROBADO	JAL-2023	-	
ESCALA	S/E	PASO AEREO - SUBTERRANEO PARA LINEA EN SIMPLE CIRCUITO	

N°	LSAT-28	0
HOJA	1	SIGUE -



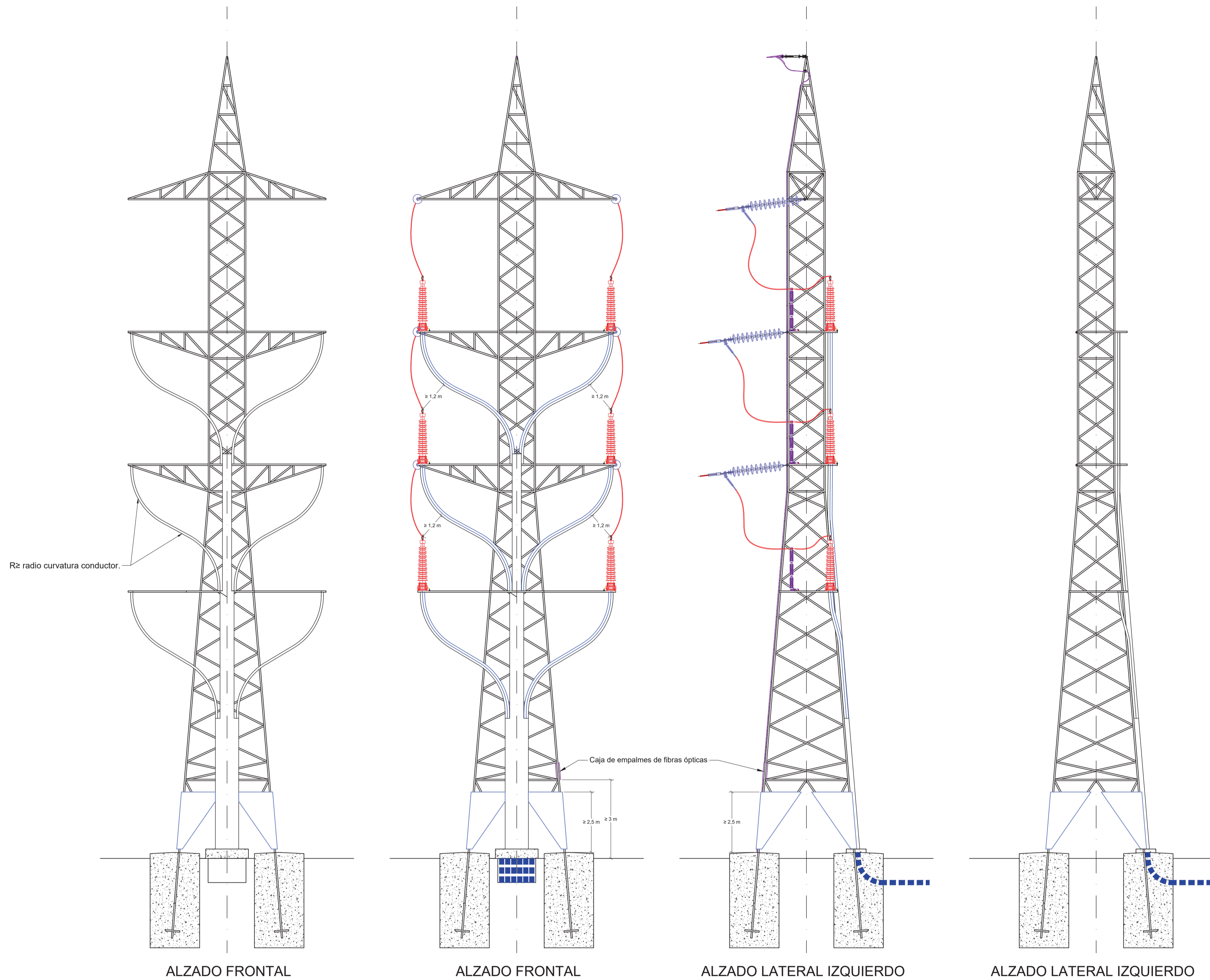


PLANTA

FECHA	NOMBRE	PROYECTO TIPO DE LÍNEAS DE ALTA TENSION SUBTERRANEAS (>36 kV)	
PROYECTADO	JAL-2023	-	-
DIBUJADO	JAL-2023	-	-
COMPROBADO	JAL-2023	-	-
APROBADO	JAL-2023	-	-
ESCALA	S/E	PASO AEREO - SUBTERRANEO PARA LINEA EN SIMPLE CIRCUITO MAS FASE DE RESERVA	

N°	LSAT-29	0
	HOJA 1	SIGUE -



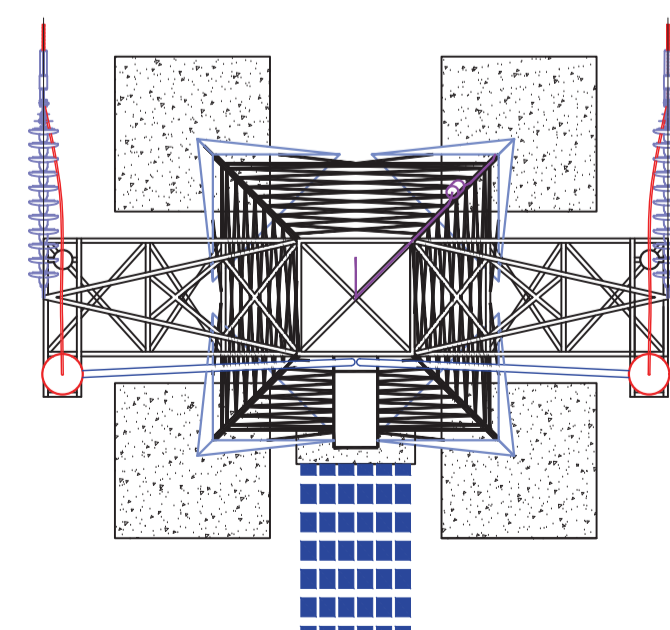


ALZADO FRONTAL

ALZADO FRONTAL

ALZADO LATERAL IZQUIERDO

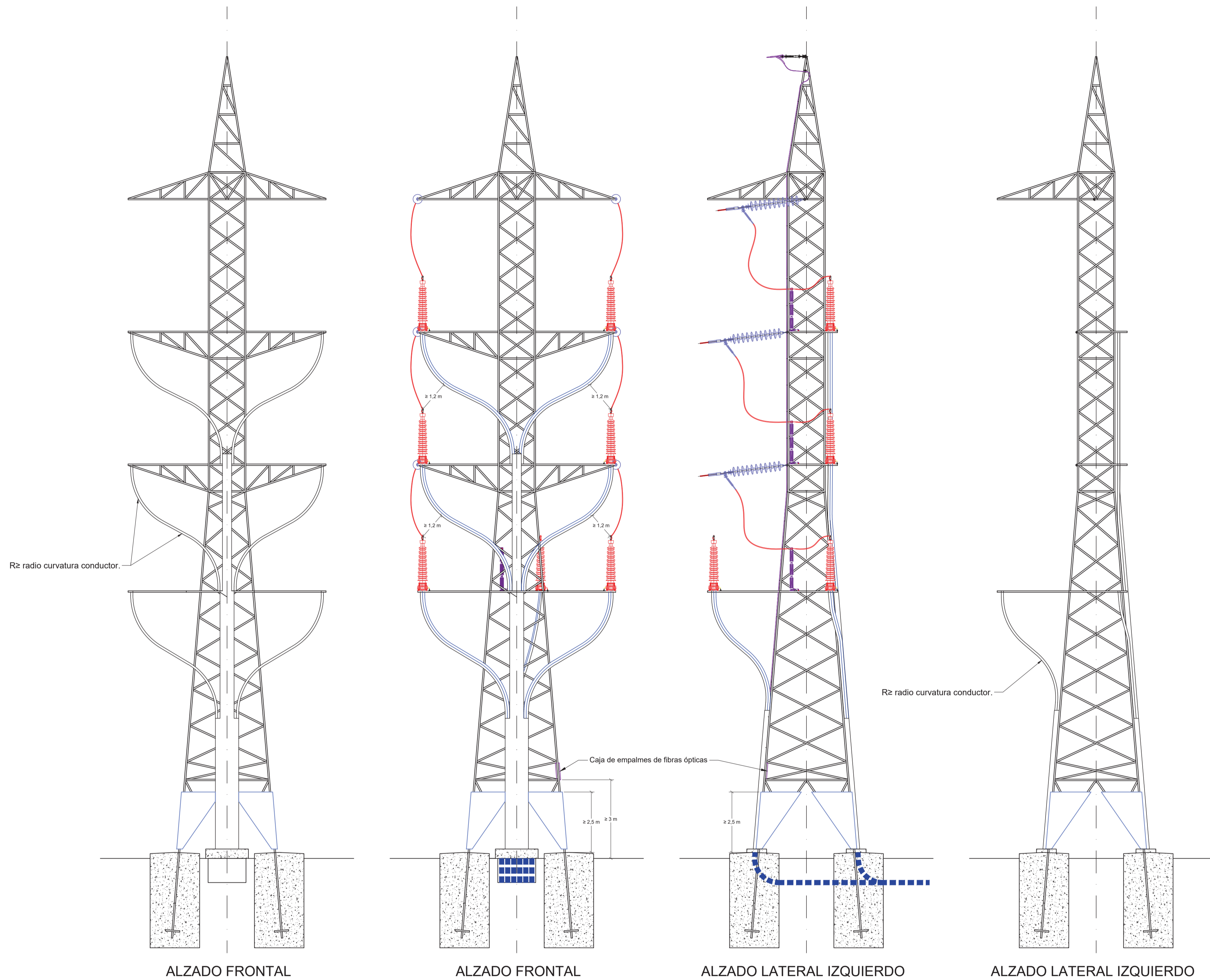
ALZADO LATERAL IZQUIERDO



PLANTA

FECHA	NOMBRE	PROYECTO TIPO DE LÍNEAS DE ALTA TENSION SUBTERRANEAS (>36 kV)	
PROYECTADO	JAL-2023	-	-
DIBUJADO	JAL-2023	-	-
COMPROBADO	JAL-2023	-	-
APROBADO	JAL-2023	-	-
ESCALA	S/E	PASO AEREO - SUBTERRANEO PARA LINEA EN DOBLE CIRCUITO	



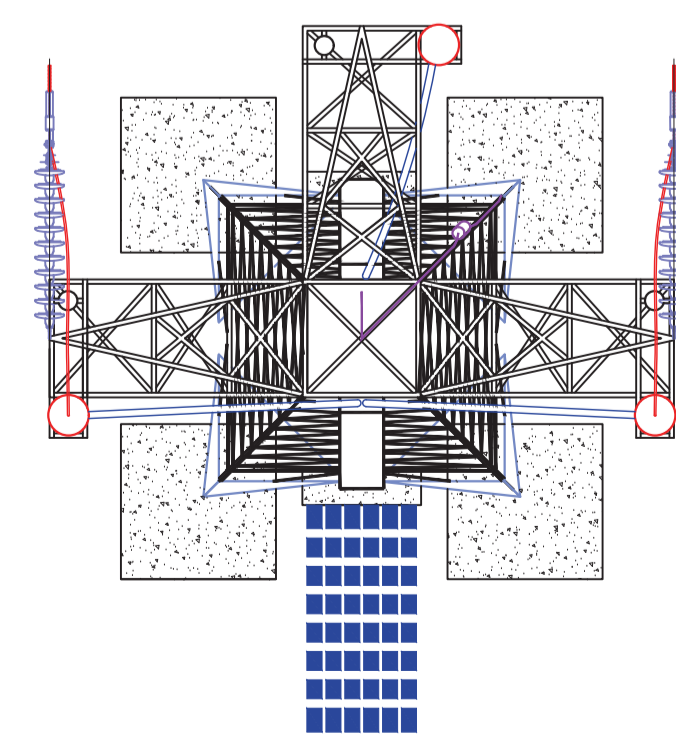


ALZADO FRONTAL

ALZADO FRONTAL

ALZADO LATERAL IZQUIERDO

ALZADO LATERAL IZQUIERDO



PLANTA

FECHA	NOMBRE	PROYECTO TIPO DE LÍNEAS DE ALTA TENSION SUBTERRÁNEAS (>36 kV)	
PROYECTADO	JAL-2023	-	-
DIBUJADO	JAL-2023	-	-
COMPROBADO	JAL-2023	-	-
APROBADO	JAL-2023	-	-
ESCALA	S/E	PASO AÉREO - SUBTERRÁNEO PARA LINEA EN DOBLE CIRCUITO MÁS FASE DE RESERVA	

N°	LSAT-31	0
HOJA	1	SIGUE -





**PROYECTO TIPO DE
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
SUBTERRÁNEAS
(> 36 kV)**

PT-LSAT.VI

Fecha: julio 2023

Edición: 1

Página 151 de 210

PRESUPUESTO



**PROYECTO TIPO DE
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
SUBTERRÁNEAS
(> 36 kV)**

PT-LSAT.VI

Fecha: julio 2023

Edición: 1

Página 152 de 210

POS	CANTIDAD	UD	DESCRIPCION	P UNITARIO	IMPORTE TOTAL
1	BLOQUE 1: OBRA CIVIL				
1.1			REPLANTEO, CATAS DE LOCALIZACION, SEÑALIZACION Y BALIZAMIENTO		
1.2			APERTURA Y CIERRE DE ZANJAS		
1.3			CONSTRUCCIÓN DE ARQUETAS Y CÁMARAS		
1.4			INSTALACION DE TUBOS		
1.5			OTROS		
IMPORTE TOTAL BLOQUE 1				

POS	CANTIDAD	UD	DESCRIPCION	P UNITARIO	IMPORTE TOTAL
2	BLOQUE 2: SUMINISTRO Y TENDIDO DE CONDUCTORES				
2.1			ACONDICIONAMIENTO DE LA CANALIZACION, LIMPIEZA DE ARQUETAS Y TUBOS		
2.2			INSTALACION DE CONDUCTORES, HERRAJES Y ACCESORIOS		
2.3			CONVERSIONES AEREO - SUBTERRANEAS		
2.4			CONEXIONES Y EMPALMES		
2.5			PROTECCIONES		
2.6			OTROS		
IMPORTE TOTAL BLOQUE 2				

POS	CANTIDAD	UD	DESCRIPCION	P UNITARIO	IMPORTE TOTAL
3	BLOQUE 3: VARIOS				
3.1			ENSAYOS		
3.2			MEDICIONES		
3.3			PUESTA EN MARCHA		
3.4			OTROS		
IMPORTE TOTAL BLOQUE 3				

POS	CANTIDAD	UD	DESCRIPCION	P UNITARIO	IMPORTE TOTAL
4	BLOQUE 4: SEGURIDAD Y SALUD				
4.1			PRESUPUESTO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD		
IMPORTE TOTAL BLOQUE 4				

POS	CANTIDAD	UD	DESCRIPCION	P UNITARIO	IMPORTE TOTAL
5	BLOQUE 5: GESTION DE RESIDUOS				
5.1			PRESUPUESTO DEL ESTUDIO DE GESTION DE RESIDUOS		
IMPORTE TOTAL BLOQUE 5				



**PROYECTO TIPO DE
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
SUBTERRÁNEAS
(> 36 kV)**

PT-LSAT.VI

Fecha: julio 2023

Edición: 1

Página 153 de 210

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD



**PROYECTO TIPO DE
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
SUBTERRÁNEAS
(> 36 kV)**

PT-LSAT.VI

Fecha: julio 2023

Edición: 1

Página 154 de 210

Índice

1. OBJETIVO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN.....	155
2. DEFINICIONES.....	156
3. REFERENCIAS	158
4. OBLIGATORIEDAD DEL ESS O EBSS EN LAS OBRAS.....	159
5. CONSIDERACIONES GENERALES	159
6. CONTENIDO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	162
6.1. MEMORIA	163
6.2. PLIEGO DE CONDICIONES.....	167
6.3. PLANOS	170
6.4. MEDICIONES	171
6.5. PRESUPUESTO.....	173
7. CONTENIDO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	174
7.1. MEMORIA	175
7.2. PLIEGO DE CONDICIONES	180
7.3. PLANOS, DETALLES Y DIAGRAMAS	182
7.4. DESGLOSE PRESUPUESTARIO.	183
8. OTROS ASPECTOS A INCORPORAR EN LOS ESS Y EBSS.....	183



**PROYECTO TIPO DE
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
SUBTERRÁNEAS
(> 36 kV)**

PT-LSAT.VI

Fecha: julio 2023

Edición: 1

Página 155 de 210

1. Objetivo y Ámbito de Aplicación

LA EMPRESA ha acometido la tarea de Normalizar y estandarizar la realización de los proyectos tipo de sus líneas subterráneas de alta tensión (>36kV).

Hay que destacar que, aunque en el título del presente documento se hace referencia explícita al Estudio de Seguridad y Salud lo expuesto a continuación engloban tanto los artículos 5 y 6 relativos al Estudio de seguridad y Salud y el Estudio Básico de Seguridad y Salud, del 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.

Con el propósito de gestionar adecuadamente los aspectos de seguridad y salud relacionados con las obras de construcción, se relatan a continuación los requisitos mínimos asociados al Estudio Básico de Seguridad y Salud (en adelante EBSS) o al Estudio de Seguridad y Salud (en adelante ESS) que según corresponda debe formar parte de cada proyecto para que las obras se desarrollen en las más adecuadas condiciones de seguridad y salud.

A nivel legal o normativo el cumplimiento de estas recomendaciones u obligaciones se realizará conjuntamente con las medidas correctoras o compensatorias recogidas en los Estudios de Impacto y Declaraciones de Impacto de la administración cuando la infraestructura conlleve la realización de trámite ambiental.

El contenido de este documento será de aplicación a todas las obras e instalaciones promovidas por LA EMPRESA y reguladas por el R.D. 1627/1997.

Según lo anterior, los perfiles formativos, instrucciones y procedimientos indicados en el presente documento serán de aplicación para las obras en las que LA EMPRESA sea la promotora de las mismas. En obras que sean realizadas por terceros que una vez terminadas sean cedidas a LA EMPRESA deberán de cumplir estrictamente lo indicado en la legislación vigente.

2. Definiciones

Obra de construcción u obra: cualquier obra, pública o privada, en la que se efectúen trabajos de construcción o ingeniería civil cuya relación no exhaustiva figura en el anexo I del Real Decreto 1627/97.

Trabajos con riesgos especiales: trabajos cuya realización exponga a los trabajadores a riesgos de especial gravedad para su seguridad y salud, comprendidos los indicados en la relación no exhaustiva que figura en el anexo II del Real Decreto 1627/97.

Proyecto: conjunto de documentos mediante los cuales se definen y determinan las exigencias técnicas de las obras de construcción, de acuerdo con las especificaciones requeridas por la normativa técnica aplicable a cada obra. Se considera que la documentación técnica y económica de un proyecto está formada, como mínimo, por: memoria, pliego de condiciones, planos, mediciones y presupuesto. Del mismo modo, formará parte de dicha documentación el estudio o estudio básico de seguridad y salud, según corresponda.

Obras de construcción con proyecto: Son aquellas donde es legalmente exigible un proyecto.

Promotor: cualquier persona física o jurídica por cuenta de la cual se realice una obra.

Proyectista: el autor o autores, por encargo del promotor, de la totalidad o parte del proyecto de obra.

Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la elaboración del proyecto de obra: el técnico competente designado por el promotor para coordinar, durante la fase del proyecto de obra, la aplicación de los principios que se mencionan en el artículo 8 del Real decreto 1627/97. La designación de los coordinadores en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto de obra y durante la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona. En relación con la intervención de uno o varios proyectistas de cara, entre otros, a la designación de un coordinador en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto (artículo 3 del Real Decreto 1627/1997), se distinguen dos posibles situaciones:

- Cuando la totalidad del proyecto de obra sea encargado por el promotor mediante contrato a una persona física o jurídica cualificada, se entiende que esta es la autora o la responsable de la autoría del proyecto y que en la elaboración del mismo interviene un único proyectista. Tal consideración es independiente de que la firma del proyecto le corresponda, en todo caso, a personas físicas (proyectistas). En este caso no se precisa la designación del coordinador en materia de seguridad y de salud durante la elaboración del proyecto de obra por existir un único proyectista. Será necesario que sea este último quien aplique al proyecto de obra los principios generales especificados en el artículo 8, apartados 1 y 2, del Real Decreto 1627/1997.
- Cuando la totalidad del proyecto sea encargado por el promotor mediante contrato a varias personas físicas o jurídicas cualificadas, se entiende que estas son los autores del proyecto y, por lo tanto, que en la elaboración del mismo intervienen varios proyectistas. Igualmente, debe entenderse que existen varios proyectistas cuando el promotor encarga (mediante contrato) partes de un mismo proyecto (cimentación, estructura, instalaciones, etc.) a diferentes personas físicas o jurídicas cualificadas. En ambos casos se mantendrá entre todos los proyectistas la necesaria coordinación, sin que se produzca duplicidad en la documentación. Tal consideración es independiente de que la firma del proyecto le corresponda, en todo caso, a personas físicas (proyectistas). Cuando en la elaboración del proyecto intervengan varios proyectistas, la coordinación entre ellos debe hacerse extensiva al ámbito de la prevención de riesgos laborales a través del correspondiente coordinador en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto de obra, designado por el promotor.

Estudio de seguridad y salud: documento será elaborado por el técnico competente designado por el promotor. Cuando deba existir un coordinador en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto de obra, le corresponderá a este elaborar o hacer que se elabore, bajo su responsabilidad, dicho estudio. Los documentos que configuran un estudio de seguridad y salud son los mismos que los que conforman el proyecto del que forma parte.

Contratista: la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el promotor, con medios humanos y materiales, propios o ajenos, el compromiso de ejecutar la totalidad o parte de las obras con sujeción al proyecto y al contrato.

Subcontratista: 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.

Procedimientos: forma especificada de realización de una actividad. Tiene que incluir, como mínimo, qué debe realizarse y cómo debe hacerse. Conviene especificar, además, su objetivo y otras precisiones relativas a su planificación y organización.

Proceso constructivo: secuencia ordenada de los trabajos a ejecutar en una obra organizada por fases, tareas y operaciones en las que se divide la misma.

Orden de ejecución de los trabajos: asignación de tiempos y ordenación de las posibles concurrencias, solapamientos y simultaneidades.

3. Referencias

Se incluye un listado, meramente orientativo y no exhaustivo, de la legislación aplicable en el ámbito de la seguridad y salud para la elaboración del presente documento.

- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de riesgos laborales, corrección de errores y modificaciones posteriores.
- Real Decreto 39/97 de 17 de Enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención, corrección de errores y modificaciones posteriores.
- Real Decreto 1627/97 de 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 171/04 de 30 de Enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la LPRL en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a las obras de construcción.

No obstante, y pese a las referencias legislativas indicadas en el presente punto se tendrá en cuenta que será siempre de aplicación la legislación vigente en el momento de redacción del proyecto.

4. Obligatoriedad del ESS o EBSS en las Obras

En el Estudio o Estudio Básico se establecerán las bases y, sobre todo, los niveles y requisitos preventivos mínimos a tener en cuenta por parte del contratista, por lo tanto debe de quedar claramente definido y desarrollado la obligatoriedad del ESS o del EBSS en las obras.

El promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio de Seguridad y Salud en los proyectos de obras en que se den alguno de los supuestos siguientes:

- Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.759,08 euros.
- Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas. El concepto de "conducciones subterráneas" que se recoge en este apartado comprende las tareas relativas a cualquier tipo de trabajo que sea necesario ejecutar para la correcta instalación de conducciones enterradas, siempre que estas se realicen por debajo de la cota del terreno, no sean a cielo abierto y requieran la presencia de trabajadores en su interior.

En los proyectos de obras no incluidos en ninguno de los anteriores supuestos, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un EBSS.

5. Consideraciones generales

El ESS o el EBSS de una determinada obra es un documento coherente con el proyecto, que formando parte del mismo y partiendo de todos los elementos proyectados y de unas hipótesis de ejecución (incluidos los previsibles trabajos posteriores), contiene las

medidas de prevención y protección técnica necesarias para la realización de la obra en condiciones de seguridad y salud.

En este sentido el ESS y el EBSS deberá contemplar la totalidad de las actividades que se prevea realizar en la obra, incluidas aquellas para las que administrativamente se exija un proyecto específico, una memoria valorada o cualquier otro documento de similares características. Por ejemplo: instalación de grúa, montaje e instalación de andamios, instalación eléctrica de la obra, etc.

No obstante, y pese a todo lo anterior, existen determinadas obras en las que su especial envergadura y complejidad puede conllevar una inicial indefinición de la naturaleza y técnicas constructivas de algunos de los trabajos a realizar, y por tanto, el proyecto inicial de las mismas no dispone de la información necesaria que permita, en esa fase del proceso, la realización detallada del ESS o el EBSS de toda la obra. Consecuentemente, en estos casos, los requisitos de documentación que se citan en este apartado se cumplimentarán tomando como base la información disponible e incluyendo, cuando ésta no sea completa, los criterios y procedimientos de organización, coordinación, seguimiento y control que permitan, en cada fase de la obra, establecer de forma concreta y cuantificada las medidas de prevención y protección requeridas para el desarrollo de los distintos trabajos.

El ESS y el EBSS junto con el proyecto son elementos esenciales y punto de partida para la planificación preventiva de la obra.

Para dotar al ESS o el EBSS de su carácter preventivo en relación con el proyecto del que forma parte hay que tener presentes, entre otras, las siguientes premisas:

- El proyecto integra la prevención en su origen mediante la aplicación del artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- El proyecto define cómo ha de realizarse la obra (incluidos los medios técnicos y los materiales a utilizar) y establece un plan de ejecución para la misma.

Por lo tanto, y dado que el ESS y el EBSS debe contemplar los dos aspectos anteriores (realización y ejecución), se recomienda que ambos documentos (proyecto y estudio) se elaboren simultáneamente para conseguir la coherencia de los aspectos preventivos entre ellos.



**PROYECTO TIPO DE
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
SUBTERRÁNEAS
(> 36 kV)**

PT-LSAT.VI

Fecha: julio 2023

Edición: 1

Página 161 de 210

El ESS al que se refiere el apartado 1 del artículo 4 del RD 1627/1997 y el EBSS al que se refiere el apartado 2 del artículo 4 del mismo real decreto, será elaborado por el técnico competente designado por el promotor. Cuando deba existir un coordinador en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto de obra, le corresponderá a éste elaborar o hacer que se elabore, bajo su responsabilidad, dicho estudio.

El ESS y el EBSS (elaborado junto con el proyecto) corresponde al proyectista y deberá ser realizado por un técnico competente, independientemente del hecho de que el promotor no esté obligado a designar coordinador en materia de seguridad y de salud durante la elaboración del proyecto.

Como se ha expresado, el ESS y el EBSS deberá tener en cuenta, en su caso, cualquier tipo de actividad que se lleve a cabo en la obra, debiendo estar localizadas e identificadas las zonas en las que se presten trabajos incluidos en uno o varios de los apartados del anexo II del RD 1627/1997, así como sus correspondientes medidas específicas.

Se tendrá en consideración cualquier actividad propia de la obra, tenga o no carácter constructivo, como puede ser: tareas de vigilancia, suministro de materiales, reuniones de coordinación, actividades de información, visitas de personas ajenas a la ejecución, etc.

El Real Decreto 1627/1997 hace nuevamente alusión a los trabajos con riesgos especiales incluidos en la lista no exhaustiva del anexo II. Por ello será preciso identificar y localizar estas zonas determinando las medidas específicas necesarias para eliminar o reducir cada uno de los riesgos que puedan presentarse. Resultaría conveniente concretar para cada zona qué trabajos con riesgos especiales existen y las correspondientes medidas preventivas a implantar para eliminar o reducir cada uno de ellos.

En todo caso, tanto en el ESS como en el EBSS se contemplarán también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

Se entiende por trabajos posteriores los de reparación, conservación y mantenimiento de la totalidad de la obra en sí misma y de sus instalaciones una vez entregada (sustitución de material de cubrición, biondas, luminarias, equipos, limpieza de canalones, bajantes, muros cortina, lucernarios, cunetas, mantenimiento de instalaciones, desbroces, etc.).



**PROYECTO TIPO DE
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
SUBTERRÁNEAS
(> 36 kV)**

PT-LSAT.VI

Fecha: julio 2023

Edición: 1

Página 162 de 210

Se deberán prever los elementos de seguridad y salud (medios auxiliares, puntos de anclaje, etc.) y la información necesarios para el desarrollo de los trabajos contemplados en este apartado, incluyendo el acceso a los lugares donde hayan de ejecutarse los mismos.

Como quiera que algunos tipos de trabajos no pueden preverse "a priori", en el caso de ser precisa la ejecución de alguno de éstos al cabo del tiempo, será ese el momento en el que se definirá su procedimiento de ejecución con las medidas de seguridad y salud necesarias.

En cualquier circunstancia para la realización de todos estos trabajos se tomará como referente la tecnología existente en ese momento. Llegado el caso concreto, si la evolución de la técnica permitiera utilizar otros equipos de trabajo que proporcionen un mayor nivel de seguridad y salud, de acuerdo con el contenido del artículo 15.1.e) de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, serán estos últimos los que deberán emplearse, independientemente de lo previsto en el ESS o en el EBSS.

Hay que resaltar que todas estas previsiones e informaciones para efectuar los trabajos posteriores debieran quedar en poder del promotor a fin de que éste proceda a su posterior traslado al futuro usuario o usuarios de la obra.

Como conclusión, para elaborar un ESS o un EBSS conforme a lo regulado en el RD 1627/1997, el proyectista y el redactor del estudio tendrán que coordinar sus acciones buscando la coherencia y complementariedad entre ambos documentos.

6. Contenido del Estudio de Seguridad y Salud

Como se observará a continuación, los documentos que configuran un estudio de seguridad y salud son los mismos que los que conforman el proyecto del que forma parte.



**PROYECTO TIPO DE
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
SUBTERRÁNEAS
(> 36 kV)**

PT-LSAT.VI

Fecha: julio 2023

Edición: 1

Página 163 de 210

6.1. Memoria

Memoria descriptiva de los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares que hayan de utilizarse o cuya utilización pueda preverse; identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando a tal efecto las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos laborales que no puedan eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas.

Asimismo, se incluirá la descripción de los servicios sanitarios y comunes de que deberá estar dotado el centro de trabajo de la obra, en función del número de trabajadores que vayan a utilizarlos.

En la elaboración de la memoria habrán de tenerse en cuenta las condiciones del entorno en que se realice la obra, así como la tipología y características de los materiales y elementos que hayan de utilizarse, determinación del proceso constructivo y orden de ejecución de los trabajos.

La memoria del estudio de seguridad y salud debería seguir un procedimiento para su redacción consistente en una descripción de la obra y un análisis detallado de los métodos de ejecución y de los materiales y equipos a utilizar. Todo ello encaminado a identificar los riesgos que pueden ser evitados, a relacionar los riesgos que no puedan eliminarse y a la adopción de las medidas preventivas necesarias para dicha eliminación o reducción.

Los riesgos derivados de la utilización de equipos de trabajo (máquinas, aparatos, o instrumentos) deberán ser identificados en relación con el entorno de la obra en la que se encuentren. No se considerarán por tanto los riesgos propios de dichos equipos que no tengan tal relación, evitándose así la redacción de listados genéricos.

Ejemplo:

Cuando se consideren los riesgos provenientes de la utilización de una grúa torre se identificarán únicamente los que se deriven de su ubicación en la obra, ya que los de la propia máquina deberán estar especificados con anterioridad a su utilización en la obra.

El contenido de la memoria deberá ser coherente con el resto de los documentos que componen el estudio de seguridad y salud.

Se considera que la Memoria de seguridad y salud debe hacer referencia a los siguientes aspectos:

- Conjunto de unidades de obra descritas según los métodos y sistemas de ejecución previstos en el proyecto. Ello implica analizar, desde el punto de vista preventivo, las tareas y operaciones a desarrollar durante la realización de dichas unidades de obra.
- Orden cronológico de ejecución de la obra.
- Localización en el centro de trabajo de las unidades de obra a ejecutar.
- Identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados y relación de aquellos que no puedan eliminarse.
- Descripción de las medidas preventivas, protecciones, equipos a utilizar y procedimientos a aplicar.

Entendiéndose por:

- "Procedimientos": secuencia de las operaciones a desarrollar para realizar un determinado trabajo, con inclusión de los medios materiales (de trabajo o de protección) y humanos (cualificación o formación del personal) necesarios para ejecutar de una forma segura y organizada las sucesivas fases y tareas de la obra. En esencia, estos procedimientos tienen que referirse a los aspectos que determinen las condiciones de seguridad y salud de la obra. Su grado de detalle dependerá del que tenga el proyecto de la obra correspondiente. Se deberá prestar especial atención a los trabajos incluidos en el anexo II del Real Decreto 1627/1997.
- "Equipos técnicos y medios auxiliares": cualquier máquina, herramienta, instrumento o instalación empleados en la obra que deberán cumplir las condiciones técnicas y de utilización que se determinan en el anexo IV del RD 1627/1997, así como en su reglamentación específica.

Una vez definidos los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares necesarios para la ejecución de la obra, el RD 1627/1997 diferencia, como se ha dicho anteriormente y en consonancia con la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, entre dos tipos de riesgos: los que puedan ser evitados y los que no puedan eliminarse.

- No es necesaria la identificación de aquellos riesgos laborales que han sido evitados en el propio proyecto por la aplicación de decisiones técnicas tomadas por el proyectista -puesto que dichos riesgos ya no existen-. Aquellos riesgos no evitados en proyecto serán identificados en el estudio y, en su caso, evaluados.
- "Riesgos que puedan ser evitados": aquellos que mediante la aplicación de medidas técnicas desaparecen. Las medidas técnicas a las que se hace referencia son las que actúan sobre la tarea o agente mediante soluciones técnicas, organizativas, cambios en el proceso constructivo, sustitución de materiales peligrosos, etc. La utilización de equipos de protección individual no se considerará, en ningún caso, medidas técnicas para evitar riesgos.

Ejemplos:

- Desviar una línea de alta tensión.
- No habilitar puestos de trabajo fijos en áreas afectadas por desplazamientos de cargas.
- Sustituir pinturas que contengan productos tóxicos y peligrosos por otras cuya composición no resulte lesiva.
- "Riesgos laborales que no pueden eliminarse": por exclusión, son aquellos que no han podido ser evitados. Estos riesgos que no han podido ser evitados deberán ser evaluados y, en función de los resultados de la evaluación, se procederá, en su caso, a adoptar las medidas necesarias para su reducción o control, dándose prioridad a las de protección colectiva frente a las de protección individual. Una vez adoptadas las medidas preventivas que correspondan se evaluará nuevamente el riesgo.
- En ocasiones puede darse la circunstancia de que existan varias "medidas alternativas" para el control de un determinado riesgo (*). La valoración de estas alternativas se realizará teniendo en cuenta los principios de la acción preventiva establecidos en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

(*) Ejemplo: durante la ejecución de la estructura de un edificio se pueden utilizar como medidas alternativas de protección colectiva, entre otras, las siguientes:

- Andamio fijo perimetral apoyado, arriostrado y anclado.
- Redes de seguridad tipos S, T y V.
- Plataformas fijas voladas y ancladas en la estructura.
- Barandillas (sistemas periféricos temporales de protección).

- La memoria incluirá así mismo la descripción de "los servicios sanitarios y comunes" de los que estará dotada la obra aplicando las especificaciones contenidas en los apartados 14, 15, 16 y 19 apartado b) de la parte A del anexo IV del RD 1627/1997.
- El concepto "las condiciones del entorno" hacen referencia a los aspectos propios de la ubicación concreta de la obra que pueden influir en la generación de riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores. En este sentido cabe citar, por ejemplo, entre otros:
 - Condiciones de los accesos y vías de acceso a la obra.
 - Presencia de líneas eléctricas aéreas en tensión.
 - Conducciones enterradas.
 - Estado de las medianeras.
 - Interferencias con otras edificaciones.
 - Servidumbres de paso.
 - Presencia de tráfico rodado.
 - Presencia de peatones.
 - Condiciones climáticas y ambientales.
 - Condiciones orográficas.
 - Contaminación del terreno.
 - Trabajos en el interior o proximidad de cauces de ríos o en el mar.
 - Trabajos en los conos de aproximación a las pistas de aterrizaje de los aeropuertos.
 - Trabajos en zonas de montaña.
 - Trabajos en carreteras o vías de ferrocarril en servicio.
 - Trabajos próximos a carreteras o a vías de ferrocarriles.

- Trabajos en obras que se encuentren insertas en el ámbito de un centro de trabajo y éste mantenga su actividad o estén afectadas por actividades de otras empresas.

La expresión "tipología y características de los materiales y elementos, determinación del proceso constructivo y orden de ejecución de los trabajos" puede ser interpretada con los siguientes criterios:

- Tipología de los materiales y elementos: relativo a los aspectos que tienen que ver con el peso, la forma y el volumen de los materiales y elementos que vayan a utilizarse.
- Características del material: información sobre el mismo relacionada esencialmente con los riesgos derivados de su utilización y las medidas preventivas a adoptar. Por ejemplo, si se trata de una sustancia o preparado peligroso, la información correspondiente sería básicamente la aportada por la ficha de datos de seguridad exigida en la normativa sobre clasificación, envasado y etiquetado de dichos productos.
- Elementos: materiales que son partes o componentes integrantes de una pieza, dispuestos para ser montados o instalados en la obra. En función de la tipología y de las características de los materiales y elementos se deberán incluir todos los aspectos preventivos relativos a su manipulación y almacenaje.
- Proceso constructivo: secuencia ordenada de los trabajos de la obra organizado por fases, tareas y operaciones en las que se divide la misma.
- Orden de ejecución de los trabajos: asignación de tiempos y ordenación de las posibles concurrencias, solapamientos y simultaneidades.

6.2. Pliego de condiciones

Pliego de condiciones particulares en el que se tendrán en cuenta las normas legales y reglamentarias aplicables a las especificaciones técnicas propias de la obra de que se trate, así como las prescripciones que se habrán de cumplir en relación con las características, la utilización y la conservación de las máquinas, útiles, herramientas, sistemas y equipos preventivos.

Las expresiones "**normas legales y reglamentarias**", "**especificación técnica**" y "**prescripciones**" pueden ser interpretadas con los siguientes criterios:

- "Norma legal": cualquier disposición normativa con rango de Ley.
- "Norma reglamentaria": cualquier disposición normativa con rango de Reglamento (Reales Decretos, Decretos, órdenes Ministeriales).
- "Especificación técnica": documento que define las características requeridas de un producto o servicio.
- "Prescripciones": determinaciones y mandatos.

El Pliego de condiciones particulares hará referencia (en función de lo anterior) a:

- Normas y reglamentos que se vean afectados por las características de la obra y que deberán ser tenidas en cuenta durante la ejecución de la misma, evitando los listados generales de la normativa vigente.
- Criterios que se tomarán como base para realizar las mediciones, valoraciones, certificaciones, abonos (incluidas las partidas alzadas de seguridad y salud) de cada una de las unidades de obra, así como para la aplicación de posibles sanciones.
- Normas que afectan a los medios de protección colectiva que estén normalizados y que vayan a utilizarse en la obra.
- Cálculos, prescripciones, pruebas, etc. que sean necesarios realizar para el diseño o adecuación, instalación, utilización y mantenimiento de los medios de protección colectiva no normalizados que se prevean usar en la obra.
- Requisitos para la correcta instalación, utilización y mantenimiento de cada uno de los equipos, máquinas y medios auxiliares que se tenga previsto emplear en la obra.
- Se podría establecer un procedimiento que permita verificar, con carácter previo a su utilización en la obra, que dichos equipos, máquinas y medios auxiliares disponen de la documentación necesaria para ser catalogados como "seguros" desde la perspectiva de su fabricación o adaptación.
- Requisitos de los materiales y productos sometidos a reglamentación específica que vayan a ser utilizados en la obra.
- Requisitos de los equipos de protección individual y sus elementos complementarios en cuanto a su diseño, fabricación, utilización y mantenimiento.



**PROYECTO TIPO DE
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
SUBTERRÁNEAS
(> 36 kV)**

PT-LSAT.VI

Fecha: julio 2023

Edición: 1

Página 169 de 210

- Requisitos respecto a la cualificación profesional, formación e información preventiva del personal de obra (jefes de obra, encargados, capataces, oficiales, ayudantes, peones y aprendices), así como la capacitación eléctrica, formación e información preventiva del personal de obra, de acuerdo con los requisitos dispuestos en la reglamentación y los perfiles existentes en LA EMPRESA.
- Procedimientos de seguridad y salud para la realización de trabajos con riesgos especiales señalados en la relación no exhaustiva del anexo II del RD 1627/1997 (trabajos en tensión, en espacios confinados, subacuáticos etc.) o de otro tipo de trabajos que no estando especificados en el mencionado anexo II, tras su evaluación, adquieran tal consideración.
- Requisitos de la señalización en materia de seguridad y salud, vial, conforme a la instrucción de LA EMPRESA de señalización y delimitación de trabajos, señalización vial, etc.
- Procedimientos para el control de acceso de personas a la obra. Cumpliendo lo establecido en procedimiento de gestión de contratistas y terceros en seguridad y salud de LA EMPRESA.
- Requisitos de los servicios higiénicos, locales de descanso y alojamiento, comedores y locales para la prestación de los primeros auxilios.
- Obligaciones específicas para la obra proyectada relativas a contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.
- Requisitos técnicos o referencias a normativas específicas que pueden complementar cada uno de los procedimientos.
- Referencias específicas a los procedimientos generales o específicos de LA EMPRESA que sean de aplicación.

Ejemplo:

El pliego de condiciones particulares, en su parte correspondiente a la utilización y características de una grúa torre, deberá indicar, además de lo estipulado en la reglamentación específica que le afecte (máquinas, equipos de trabajo, reglamento de aparatos de elevación, ITC MIE-AEM-2), los procedimientos de seguridad y salud a establecer por las posibles incidencias de la grúa torre respecto a su lugar de ubicación como pueden ser: la propia obra; obras o edificios colindantes o próximos; presencia de otras grúas, líneas eléctricas aéreas en tensión, etc. en su área de acción; zonas sin visibilidad para realización de las maniobras, etc.

6.3. Planos

Planos en los que se desarrollarán los gráficos y esquemas necesarios para la mejor definición y comprensión de las medidas preventivas definidas en la Memoria, con expresión de las especificaciones técnicas necesarias.

Las medidas preventivas desarrolladas en la memoria deben ser identificadas para su puesta en práctica mediante planos generales que indiquen su ubicación, y planos de detalle que tienen como finalidad definir y facilitar la comprensión de los medios y equipos que vayan a ser utilizados, así como los elementos y dispositivos necesarios para su montaje e instalación en obra. En caso de que se precise acopiar medios de protección para su posterior utilización se determinará la zona de ubicación de los mismos.

Los planos deben ser descriptivos y coherentes con el proyecto de ejecución y el resto de los documentos que conforman el estudio de seguridad y salud, de tal modo que faciliten la ubicación de las protecciones en la obra y sean relevantes desde el punto de vista de la seguridad y salud de los trabajadores y de ellos puedan obtenerse las mediciones, de tal modo que:

- Su presentación sea adecuada.
- Los medios de protección y sus elementos se ubiquen de manera específica y concreta, especificándose los detalles constructivos necesarios para su montaje en obra.
- Figuren las fechas y firmas de los autores.
- Si los planos estuvieran contenidos en un apartado ajeno al estudio o estudio básico de seguridad y salud, deberá referenciarse tanto el apartado como la codificación de los planos que contienen la información.

Aspectos que deben figurar en los planos:

- Situación geográfica de la obra con identificación de las principales infraestructuras existentes en el entorno (carreteras, industrias, etc.).
- Cerramientos en el caso de que existan y accesos a la obra.

- Vías de circulación.
- Zonas de acopio de materiales o de equipos.
- Traza e identificación de los servicios afectados.
- Localización de anclajes para la colocación de soportes para los sistemas provisionales de protección de borde, en el caso de que existan.
- Puntos de anclaje necesarios que forman parte de los sistemas de protección individual/colectiva contra caídas, en el caso de que existan.

6.4. Mediciones

Contendrá las mediciones de todas aquellas unidades o elementos de seguridad y salud en el trabajo que hayan sido definidos o proyectados.

Se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

- Las mediciones siempre están relacionadas con el presupuesto de tal modo que solamente deberán figurar en ellas aquellas partidas que sean objeto de valoración económica.
- En el artículo 5, apartado 4 de la guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a las obras de construcción del RD 1627/1997 se especifica que: "no se incluirán en el presupuesto del estudio de seguridad y salud los costes exigidos por la correcta ejecución profesional de los trabajos, conforme a las normas reglamentarias en vigor y los criterios técnicos generalmente admitidos, emanados de organismos especializados".

Existe una gran dificultad a la hora de discernir lo que debe incluirse en las mediciones. El autor del estudio de seguridad y salud es quien debe determinar cuál de las decisiones preventivas incluidas en el mencionado estudio tienen trascendencia económica.

Como criterio general, todo aquello que se ha valorado en el proyecto no debe ser medido y valorado nuevamente en el estudio de seguridad y salud.

A modo de orientación, y como consecuencia de todo lo anterior, deben ser medidos para ser presupuestados, siempre que proceda, los epígrafes de la lista no exhaustiva que se expresa a continuación que afecten exclusivamente a la propia ejecución de la obra:

- Dispositivos asociados a máquinas, equipos y medios auxiliares que requieran ser incorporados a los mismos por circunstancias específicas de la obra (exceptuando aquellos que deben tener agregados para cumplir con la reglamentación en materia de seguridad y salud y demás normas que les sean de aplicación).
- Medios de protección colectiva.
- Medios de delimitación física de la obra: vallado, barreras de seguridad rígidas portátiles, etc.
- Señalización y balizamiento.
- Iluminación de emergencia.
- Equipos de lucha contra incendios fijos o móviles.
- Material de primeros auxilios.
- Sistemas de ventilación y extracción de aire.
- Sistemas de detección de gases en recintos confinados (fijos o móviles).
- Servicios sanitarios y comunes incluidas sus infraestructuras y equipamiento.
- Mano de obra dedicada a la verificación, instalación y mantenimiento de las medidas preventivas previstas en la obra siempre y cuando dicha prestación se realice de manera exclusiva para tales labores.
- Reuniones de coordinación.
- Equipos de protección individual.

6.5. Presupuesto

Como se ha expresado con anterioridad el presupuesto del estudio de seguridad y salud se obtiene valorando cada una de las unidades medidas, según el cuadro de precios unitarios.

El presupuesto para la aplicación y ejecución del estudio de seguridad y salud deberá cuantificar el conjunto de gastos previstos, tanto por lo que se refiere a la suma total como a la valoración unitaria de elementos, con referencia al cuadro de precios sobre el que se calcula. Sólo podrán figurar partidas alzadas en los casos de elementos u operaciones de difícil previsión.

Las mediciones, calidades y valoración recogidas en el presupuesto del estudio de seguridad y salud podrán ser modificadas o sustituidas por alternativas propuestas por el contratista en el plan de seguridad y salud a que se refiere el artículo 7, previa justificación técnica debidamente motivada, siempre que ello no suponga disminución del importe total ni de los niveles de protección contenidos en el estudio. A estos efectos, el presupuesto del estudio de seguridad y salud deberá ir incorporado al presupuesto general de la obra como un capítulo más del mismo.

No se incluirán en el presupuesto del estudio de seguridad y salud los costes exigidos por la correcta ejecución profesional de los trabajos, conforme a las normas reglamentarias en vigor y los criterios técnicos generalmente admitidos, emanados de Organismos especializados.

Para la obtención del presupuesto es recomendable seguir los siguientes pasos:

- Determinación de precios simples.
 - Costes de mano de obra y materiales a pie de obra.
 - Costes de las partidas alzadas.
- Elaboración del cuadro de precios unitarios.
- Elaboración del presupuesto de ejecución material.

- Resultado obtenido del sumatorio de cada unidad de obra (incluidas las partidas alzadas) por su precio unitario.

Las bases de precios y criterios de referencia que se establezcan en el presupuesto del estudio de seguridad y salud deben ser coherentes con las empleadas para la elaboración del proyecto.

El presupuesto del estudio de seguridad y salud tiene el mismo rango que el resto del presupuesto del proyecto, considerándose como una inversión necesaria para realizar la obra.

Los medios auxiliares y los equipos de trabajo (acordes con la normativa en materia de prevención por la que estén afectados) cuya utilización se prevea para la correcta ejecución de la obra, estarán incluidos en las correspondientes unidades del proyecto. Por tanto, el costo de los mismos no deberá tenerse en cuenta a la hora de elaborar el presupuesto del estudio de seguridad y salud.

Cuando sea necesario incorporar al medio auxiliar o equipo de trabajo correspondiente uno o varios elementos de seguridad específicos, para prevenir riesgos que no pueden eliminarse o reducirse con los elementos intrínsecos que dicho medio o equipo deben poseer para el cumplimiento de la normativa, el costo de estos elementos de seguridad se incluirá en el presupuesto del estudio de seguridad y salud.

Por otro lado, cuando existan modificados de proyecto que supongan la adopción de medidas preventivas distintas de las previstas o variaciones en la medición inicial de estas medidas, su valoración repercutirá en el presupuesto del estudio de seguridad y salud.

7. Contenido del Estudio Básico de Seguridad y Salud

El estudio básico deberá precisar las normas de seguridad y salud aplicables a la obra. A tal efecto, deberá contemplar la identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos laborales que no puedan eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando



**PROYECTO TIPO DE
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
SUBTERRÁNEAS
(> 36 kV)**

PT-LSAT.VI

Fecha: julio 2023

Edición: 1

Página 175 de 210

las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas. En su caso, tendrá en cuenta cualquier otro tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma, y contendrá medidas específicas relativas a los trabajos incluidos en uno o varios de los apartados del anexo II.

Como se observará a continuación, la información que contendrá un estudio básico de seguridad y salud será la siguiente.

7.1. Memoria

La memoria del estudio básico de seguridad y salud debería seguir un procedimiento para su redacción consistente en una descripción de la obra y un análisis detallado de los métodos de ejecución y de los materiales y equipos a utilizar. Todo ello encaminado a identificar los riesgos que pueden ser evitados, a relacionar los riesgos que no puedan eliminarse y a la adopción de las medidas preventivas necesarias para dicha eliminación o reducción.

Los riesgos derivados de la utilización de equipos de trabajo (máquinas, aparatos, o instrumentos) deberán ser identificados en relación con el entorno de la obra en la que se encuentren. No se considerarán por tanto los riesgos propios de dichos equipos que no tengan tal relación, evitándose así la redacción de listados genéricos.

Ejemplo:

Cuando se consideren los riesgos provenientes de la utilización de una grúa torre se identificarán únicamente los que se deriven de su ubicación en la obra, ya que los de la propia máquina deberán estar especificados con anterioridad a su utilización en la obra.

Se considera que la Memoria de seguridad y salud debe hacer referencia a los siguientes aspectos:



**PROYECTO TIPO DE
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
SUBTERRÁNEAS
(> 36 kV)**

PT-LSAT.VI

Fecha: julio 2023

Edición: 1

Página 176 de 210

- Conjunto de unidades de obra descritas según los métodos y sistemas de ejecución previstos en el proyecto. Ello implica analizar, desde el punto de vista preventivo, las tareas y operaciones a desarrollar durante la realización de dichas unidades de obra.
- Orden cronológico de ejecución de la obra.
- Localización en el centro de trabajo de las unidades de obra a ejecutar.
- Identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados y relación de aquellos que no puedan eliminarse.
- Descripción de las medidas preventivas, protecciones, equipos a utilizar y procedimientos a aplicar.

Memoria descriptiva de los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares que hayan de utilizarse o cuya utilización pueda preverse. Entendiéndose por:

- "Procedimientos": secuencia de las operaciones a desarrollar para realizar un determinado trabajo, con inclusión de los medios materiales (de trabajo o de protección) y humanos (cualificación o formación del personal) necesarios para ejecutar de una forma segura y organizada las sucesivas fases y tareas de la obra. En esencia, estos procedimientos tienen que referirse a los aspectos que determinen las condiciones de seguridad y salud de la obra. Su grado de detalle dependerá del que tenga el proyecto de la obra correspondiente. Se deberá prestar especial atención a los trabajos incluidos en el anexo II del Real Decreto 1627/1997.
- "Equipos técnicos y medios auxiliares": cualquier máquina, herramienta, instrumento o instalación empleados en la obra que deberán cumplir las condiciones técnicas y de utilización que se determinan en el anexo IV del RD 1627/1997, así como en su reglamentación específica.

Una vez definidos los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares necesarios para la ejecución de la obra, el RD 1627/1997 diferencia, como se ha dicho anteriormente y en consonancia con la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, entre dos tipos de riesgos: los que puedan ser evitados y los que no puedan eliminarse.

No es necesaria la identificación de aquellos riesgos laborales que han sido evitados en el propio proyecto por la aplicación de decisiones técnicas tomadas por el proyectista - puesto que dichos riesgos ya no existen-. Aquellos riesgos no evitados en proyecto serán identificados en el estudio y, en su caso, evaluados.

- "Riesgos que puedan ser evitados": aquellos que mediante la aplicación de medidas técnicas desaparecen. Las medidas técnicas a las que se hace referencia son las que actúan sobre la tarea o agente mediante soluciones técnicas, organizativas, cambios en el proceso constructivo, sustitución de materiales peligrosos, etc. La utilización de equipos de protección individual no se considerará, en ningún caso, medidas técnicas para evitar riesgos.

Ejemplos:

- Desviar una línea de alta tensión.
 - No habilitar puestos de trabajo fijos en áreas afectadas por desplazamientos de cargas.
 - Sustituir pinturas que contengan productos tóxicos y peligrosos por otras cuya composición no resulte lesiva.
- "Riesgos laborales que no pueden eliminarse": por exclusión, son aquellos que no han podido ser evitados. Estos riesgos que no han podido ser evitados deberán ser evaluados y, en función de los resultados de la evaluación, se procederá, en su caso, a adoptar las medidas necesarias para su reducción o control, dándose prioridad a las de protección colectiva frente a las de protección individual. Una vez adoptadas las medidas preventivas que correspondan se evaluará nuevamente el riesgo.
 - En ocasiones puede darse la circunstancia de que existan varias "medidas alternativas" para el control de un determinado riesgo (*). La valoración de estas alternativas se realizará teniendo en cuenta los principios de la acción preventiva establecidos en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

(*) Ejemplo: durante la ejecución de la estructura de un edificio se pueden utilizar como medidas alternativas de protección colectiva, entre otras, las siguientes:

- Andamio fijo perimetral apoyado, arriostrado y anclado.
- Redes de seguridad tipos S, T y V.
- Plataformas fijas voladas y ancladas en la estructura.
- Barandillas (sistemas periféricos temporales de protección).

- La memoria incluirá así mismo la descripción de "los servicios sanitarios y comunes" de los que estará dotada la obra aplicando las especificaciones contenidas en los apartados 14, 15, 16 y 19 apartado b) de la parte A del anexo IV del RD 1627/1997.

En la elaboración de la memoria habrán de tenerse en cuenta las condiciones del entorno en que se realice la obra, así como la tipología y características de los materiales y elementos que hayan de utilizarse, determinación del proceso constructivo y orden de ejecución de los trabajos.

- El concepto "las condiciones del entorno" hacen referencia a los aspectos propios de la ubicación concreta de la obra que pueden influir en la generación de riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores. En este sentido cabe citar, por ejemplo, entre otros:
 - Condiciones de los accesos y vías de acceso a la obra.
 - Presencia de líneas eléctricas aéreas en tensión.
 - Conducciones enterradas.
 - Estado de las medianeras.
 - Interferencias con otras edificaciones.
 - Servidumbres de paso.
 - Presencia de tráfico rodado.
 - Presencia de peatones.
 - Condiciones climáticas y ambientales.
 - Condiciones orográficas.
 - Contaminación del terreno.
 - Trabajos en el interior o proximidad de cauces de ríos o en el mar.

- Trabajos en los conos de aproximación a las pistas de aterrizaje de los aeropuertos.
- Trabajos en zonas de montaña.
- Trabajos en carreteras o vías de ferrocarril en servicio.
- Trabajos próximos a carreteras o a vías de ferrocarriles.
- Trabajos en obras que se encuentren insertas en el ámbito de un centro de trabajo y éste mantenga su actividad o estén afectadas por actividades de otras empresas.

La expresión "tipología y características de los materiales y elementos, determinación del proceso constructivo y orden de ejecución de los trabajos" puede ser interpretada con los siguientes criterios:

- Tipología de los materiales y elementos: relativo a los aspectos que tienen que ver con el peso, la forma y el volumen de los materiales y elementos que vayan a utilizarse.
- Características del material: información sobre el mismo relacionada esencialmente con los riesgos derivados de su utilización y las medidas preventivas a adoptar. Por ejemplo, si se trata de una sustancia o preparado peligroso, la información correspondiente sería básicamente la aportada por la ficha de datos de seguridad exigida en la normativa sobre clasificación, envasado y etiquetado de dichos productos.
- Elementos: materiales que son partes o componentes integrantes de una pieza, dispuestos para ser montados o instalados en la obra. En función de la tipología y de las características de los materiales y elementos se deberán incluir todos los aspectos preventivos relativos a su manipulación y almacenaje.
- Proceso constructivo: secuencia ordenada de los trabajos de la obra organizado por fases, tareas y operaciones en las que se divide la misma.
- Orden de ejecución de los trabajos: asignación de tiempos y ordenación de las posibles concurrencias, solapamientos y simultaneidades.

7.2. Pliego de Condiciones

Pliego de condiciones particulares en el que se tendrán en cuenta las normas legales y reglamentarias aplicables a las especificaciones técnicas propias de la obra de que se trate, así como las prescripciones que se habrán de cumplir en relación con las características, la utilización y la conservación de las máquinas, útiles, herramientas, sistemas y equipos preventivos.

Las expresiones "**normas legales y reglamentarias**", "**especificación técnica**" y "**prescripciones**" pueden ser interpretadas con los siguientes criterios:

- "Norma legal": cualquier disposición normativa con rango de Ley.
- "Norma reglamentaria": cualquier disposición normativa con rango de Reglamento (Reales Decretos, Decretos, órdenes Ministeriales).
- "Especificación técnica": documento que define las características requeridas de un producto o servicio.
- "Prescripciones": determinaciones y mandatos.

El Pliego de condiciones particulares hará referencia (en función de lo anterior) a:

- Normas y reglamentos que se vean afectados por las características de la obra y que deberán ser tenidas en cuenta durante la ejecución de la misma, evitando los listados generales de la normativa vigente.
- Normas que afectan a los medios de protección colectiva que estén normalizados y que vayan a utilizarse en la obra.
- Cálculos, prescripciones, pruebas, etc. que sean necesarios realizar para el diseño o adecuación, instalación, utilización y mantenimiento de los medios de protección colectiva no normalizados que se prevean usar en la obra.
- Requisitos para la correcta instalación, utilización y mantenimiento de cada uno de los equipos, máquinas y medios auxiliares que se tenga previsto emplear en la obra.
- Se podría establecer un procedimiento que permita verificar, con carácter previo a su utilización en la obra, que dichos equipos, máquinas y medios auxiliares disponen de



**PROYECTO TIPO DE
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
SUBTERRÁNEAS
(> 36 kV)**

PT-LSAT.VI

Fecha: julio 2023

Edición: 1

Página 181 de 210

la documentación necesaria para ser catalogados como "seguros" desde la perspectiva de su fabricación o adaptación.

- Requisitos de los materiales y productos sometidos a reglamentación específica que vayan a ser utilizados en la obra.
- Requisitos de los equipos de protección individual y sus elementos complementarios en cuanto a su diseño, fabricación, utilización y mantenimiento.
- Procedimientos de seguridad y salud para la realización de trabajos con riesgos especiales señalados en la relación no exhaustiva del anexo II del RD 1627/1997 (trabajos en tensión, en espacios confinados, subacuáticos etc.) o de otro tipo de trabajos que no estando especificados en el mencionado anexo II, tras su evaluación, adquieran tal consideración.
- Requisitos de la señalización en materia de seguridad y salud, vial, conforme a la instrucción de LA EMPRESA de señalización y delimitación de trabajos, señalización vial, etc.
- Procedimientos para el control de acceso de personas a la obra. Cumpliendo lo establecido en procedimiento de gestión de contratistas y terceros en seguridad y salud de LA EMPRESA.
- Requisitos de los servicios higiénicos, locales de descanso y alojamiento, comedores y locales para la prestación de los primeros auxilios.
- Obligaciones específicas para la obra proyectada relativas a contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.
- Referencias específicas a los procedimientos generales o específicos de LA EMPRESA que sean de aplicación.

Ejemplo:

El pliego de condiciones particulares, en su parte correspondiente a la utilización y características de una grúa torre, deberá indicar, además de lo estipulado en la reglamentación específica que le afecte (máquinas, equipos de trabajo, reglamento de aparatos de elevación, ITC MIE-AEM-2), los procedimientos de seguridad y salud a establecer por las posibles incidencias de la grúa torre respecto a su lugar de ubicación como pueden ser: la propia obra; obras o edificios colindantes o próximos; presencia de otras grúas, líneas eléctricas aéreas en tensión, etc. en su área de acción; zonas sin visibilidad para realización de las maniobras, etc.

7.3. Planos, Detalles y Diagramas

Se desarrollarán los gráficos y esquemas necesarios para la mejor definición y comprensión de las medidas preventivas definidas en la memoria, con expresión de las especificaciones técnicas necesarias.

Las medidas preventivas desarrolladas en la memoria deben ser identificadas para su puesta en práctica mediante planos generales que indiquen su ubicación y planos de detalle que tienen como finalidad definir y facilitar la comprensión de los medios y equipos que vayan a ser utilizados, así como los elementos y dispositivos necesarios para su montaje e instalación en obra.

Los planos deben ser descriptivos y coherentes con el proyecto de ejecución, así como con el resto de los documentos que conforman el estudio básico de seguridad y salud, de tal modo que se facilite la localización y, en su caso, medición de aquellos elementos que puedan ser ubicados en la obra y sean relevantes desde el punto de vista de la seguridad y salud de los trabajadores. Si los planos estuvieran contenidos en un apartado ajeno al estudio básico de seguridad y salud, deberá referenciarse tanto el apartado como la codificación de los planos que contienen la información

Aspectos que deben figurar en los planos:

- Situación geográfica de la obra con identificación de las principales infraestructuras existentes en el entorno (carreteras, industrias, etc.)
- Cerramientos y accesos a la obra.
- Vías de circulación.
- Zonas de acopio de materiales o de equipos.
- Traza e identificación de los servicios afectados.
- Localización de anclajes para la colocación de soportes para los sistemas provisionales de protección de borde.
- Puntos de anclaje necesarios que forman parte de los sistemas de protección individual/colectiva contra caídas.



**PROYECTO TIPO DE
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
SUBTERRÁNEAS
(> 36 kV)**

PT-LSAT.VI

Fecha: julio 2023

Edición: 1

Página 183 de 210

7.4. Desglose Presupuestario.

Debe cuantificar el conjunto de gastos previstos, para la aplicación y ejecución del estudio básico de seguridad y salud, tanto por lo que se refiere a la suma total como a la valoración unitaria de elementos, con referencia al cuadro de precios sobre el que se calcula. Sólo podrán figurar partidas alzadas en los casos de elementos u operaciones de difícil previsión.

El presupuesto del estudio básico de seguridad y salud forma parte del presupuesto del proyecto como un capítulo más del mismo. Todo aquello que se ha valorado en un capítulo del proyecto no debe ser cuantificado nuevamente en el capítulo correspondiente al estudio básico de seguridad y salud, y viceversa. Finalmente, toda unidad o elemento de seguridad y salud que sea necesaria en la obra debe ser presupuestada.

No se incluirán en el presupuesto del estudio básico de seguridad y salud los costes exigidos por la correcta ejecución profesional de los trabajos. Los medios auxiliares y los equipos de trabajo, cuya utilización se prevea para la correcta ejecución de la obra, estarán incluidos en las correspondientes unidades del proyecto.

8. Otros Aspectos a Incorporar en los ESS y EBSS

Derivado de la experiencia se enumeran los siguientes aspectos para que sean tenidos en consideración por el proyectista en la elaboración del ESS y EBSS:

- Se debe dejar reflejado la obligatoriedad de ejecutar únicamente trabajos valorados y planificados previamente, con la premisa básica de: "en caso de duda para y consulta".
- En caso de existir y ser de aplicación se hará mención a los procedimientos propios de LA EMPRESA.
- Debe reflejarse que la gestión documental durante la fase de ejecución de la obra se llevará a cabo a través de la plataforma que LA EMPRESA designe.



**PROYECTO TIPO DE LÍNEAS
DE ALTA TENSIÓN
SUBTERRÁNEAS
(> 36 kV)**

PT-LSAT.VI

Fecha: julio 2023

Edición: 1

Página 184 de 210

PRESCRIPCIONES MEDIOAMBIENTALES



**PROYECTO TIPO DE LÍNEAS
DE ALTA TENSIÓN
SUBTERRÁNEAS
(> 36 kV)**

PT-LSAT.VI

Fecha: julio 2023

Edición: 1

Página 185 de 210

Índice

1. OBJETIVO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN.....	186
2. PRESCRIPCIONES AMBIENTALES	187
2.1. IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES	187
2.2. EVALUACIÓN DE REQUISITOS LEGALES	188
2.3. RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS	188
2.4. LISTADO DE ASPECTOS AMBIENTALES	188
2.4.1. Producción de Residuos	189
2.4.2. Afecciones al Suelo y la Geomorfología de la Ubicación.....	190
2.4.3. Afecciones a la Red Hidrológica Superficial y Subterránea.....	191
2.4.4. Emisiones al Aire	192
2.4.5. Energía Emitida	192
2.4.6. Fauna, Flora, Espacios Protegidos y Paisaje	193
2.4.7. Utilización de Recursos, Materias Primas y Energía	194
2.4.8. Bienes culturales y arqueológicos	194

1. Objetivo y Ámbito de Aplicación

El objetivo de este documento es establecer las prescripciones medioambientales con el propósito de gestionar adecuadamente los aspectos ambientales ligados a la actividad de construcción de infraestructuras asociadas a la actividad y como componente fundamental del proyecto tipo.

Se ha prestado atención a la inclusión dentro del proyecto tipo de un apartado ambiental que recoja una serie de requerimientos mínimos a cumplir antes, durante y al finalizar la realización de las infraestructuras.

A nivel legal o normativo el cumplimiento de estas recomendaciones u obligaciones se realizará juntamente con las medidas correctoras o compensatorias recogidas en los Estudios de Impacto Ambiental y Declaraciones de Impacto de la administración, cuando la infraestructura conlleve la realización de trámite ambiental y según las posibles particularidades que se puedan producir en cada zona según la legislación vigente.

Dada la heterogeneidad de legislaciones autonómicas dentro del ámbito geográfico de distribución de LA EMPRESA es necesario que el proyectista que elabore el proyecto simplificado se informe de la necesidad de tramitación y tipo de la misma desde el punto de vista ambiental dentro de la comunidad autónoma en la que se desarrolla el proyecto técnico.

El contenido de estas prescripciones medioambientales se aplicará a todas las obras cuyo promotor sea LA EMPRESA susceptibles de generar una alteración ambiental apreciable y que pertenezcan al siguiente tipo de instalaciones:

- Líneas Subterráneas de Alta Tensión superiores a 36 Kv



**PROYECTO TIPO DE LÍNEAS
DE ALTA TENSIÓN
SUBTERRÁNEAS
(> 36 kV)**

PT-LSAT.VI

Fecha: julio 2023

Edición: 1

Página 187 de 210

2. Prescripciones Ambientales

Este apartado recoge una serie de prescripciones ambientales aplicables a los proyectos y actividades que realiza LA EMPRESA dentro de su ámbito geográfico de distribución.

2.1. Identificación de Aspectos Ambientales

Independientemente de que la instalación o actividad descrita en el proyecto simplificado pueda someterse de forma obligatoria por normativa a Evaluación de Impacto Ambiental, en la redacción del proyecto simplificado se deberá realizar la identificación de los aspectos ambientales que se puedan controlar y sobre los que se pueda influir y determinar los que tienen o pueden tener impactos ambientales significativos.

Esta identificación ha de tener en cuenta todas las fases de la actividad: fase de construcción, fase de explotación y fase de desmantelamiento, según ISO 14001.

Se deberán proponer medidas preventivas y correctoras a todos los impactos negativos significativos que se identifiquen. De manera orientativa y no exhaustiva, se incluye en el apartado 2.4 de este documento una serie de potenciales aspectos ambientales, así como condicionantes que pueden aplicarse a cada uno.

Las acciones preventivas y correctoras se revisarán con la periodicidad establecida por LA EMPRESA y en cualquier caso si se producen ampliaciones o modificaciones al proyecto, y siempre después de haberse producido un incidente con consecuencias ambientales.

2.2. Evaluación de Requisitos Legales

El proyecto habrá de contener un apartado en el que se recojan y evalúen los requisitos legales en materia de Medio Ambiente aplicables al mismo, así como otros requisitos que LA EMPRESA haya suscrito. Se deberá evaluar su cumplimiento, así como revisar el listado de requisitos en caso de ampliación o modificaciones del proyecto.

Se deberá asegurar en el momento de redacción del proyecto la vigencia de todo texto legal aplicable, analizando además las disposiciones nivel europeo si procede y local.

2.3. Respuesta Ante Emergencias

En la redacción del proyecto se incluirá un apartado que identifique situaciones potenciales de emergencia y accidentes potenciales que puedan tener impactos sobre el medio y cómo responder ante ellos.

En función de la duración del proyecto se deberá analizar la necesidad de realizar pruebas periódicas de los protocolos de respuesta ante emergencias.

2.4. Listado de Aspectos Ambientales

Con un fin meramente informativo y como guía no exhaustiva, a continuación, se recogen potenciales aspectos ambientales, condicionantes, requisitos o recomendaciones que pueden resultar de aplicación y por tanto, en su caso, deberá contemplar el proyecto simplificado.

Se deberá garantizar que en la redacción del proyecto simplificado se incluyan las acciones necesarias para que se cumplan los puntos incluidos en cada apartado de los que se describen a continuación:

2.4.1. Producción de Residuos

Respeto a la producción, generación o almacenamiento de residuos se tendrán en cuenta las siguientes medidas:

- La gestión de residuos debe hacerse siempre a través de gestores autorizados, habiendo formalizado con ellos un contrato de tratamiento previo a la recogida.
- Todos los residuos gestionados deben contar con su correspondiente Documento de Identificación.
- Se deberá redactar el Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición establecido por la normativa vigente; éste se adaptará al formato que cada comunidad autónoma haya determinado o bien contendrá los campos obligatorios contemplados en la normativa estatal en el caso de que aquella no exista.
- Se determinarán medidas de minimización de la producción de residuos en todas las fases de la actividad del proyecto.
- Las zonas de almacenamiento ("Puntos limpios") previo a la gestión siempre se situarán dentro de los terrenos afectados por la obra, quedando prohibido depositar residuos fuera de su emplazamiento. Los residuos se clasificarán según su peligrosidad y tipo, además se identificarán mediante sus correspondientes etiquetas según la legislación vigente, evitando las mezclas. Si es necesario se protegerá la superficie de almacenamiento para evitar potenciales contaminaciones al suelo, delimitando y señalando las áreas de almacenamiento para optimizar las prácticas de separación en origen y evitar las mezclas.
- Se asegurará el restablecimiento de las condiciones ambientales de partida de las zonas de almacenamiento temporal de residuos, pudiéndose dar el caso de tener que habilitar varias conforme avance la obra (ejemplo construcción de líneas). En todo caso, deben quedar completamente libres de residuos y de cualquier otra afección.
- Se tomarán las medidas necesarias para evitar todo vertido de hormigón; en el caso de que se produzca se tratará como residuo de construcción y demolición, siendo gestionado conforme a la normativa aplicable.

Si por necesidades derivadas de la ejecución de los trabajos, fuese necesario realizar el lavado de tejas de hormigones, cubilotes de hormigón, hormigoneras eléctricas o

similar, dentro del recinto de obra, se deberá actuar de acuerdo con una de las siguientes opciones:

- Se habilitará un contenedor para almacenar los residuos de dichos lavados, previo a su recogida por gestor autorizado. Dicho contenedor deberá estar sobre una superficie impermeable que permita la recogida del material que pudiera caer fuera del mismo.
 - Si las características de la obra lo permitan y habiendo sido consultado y aprobado por la Dirección Facultativa y Medio Ambiente, se depositarán los residuos de hormigón de lavado en otras zonas de la obra, debidamente protegidas de la escorrentía (en zonas sin pendiente y protegidas), alejado de cauces o suelo desprotegido, siempre sobre superficies impermeables suficientemente resistentes como para soportar la retirada posterior sin afectar al suelo sobre el que se asienta.
- Se procurará reducir al mínimo las tierras de relleno, respetando en todo caso la legislación vigente para su reutilización y retirada.

2.4.2. Afecciones al Suelo y la Geomorfología de la Ubicación

Con el objeto de prevenir y evitar impactos sobre los suelos y su morfología se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- En el caso de emplazamientos de los que se tengan sospechas o constancia de que se hayan llevado a cabo actividades potencialmente contaminantes del suelo, se deberá tener en cuenta en fase de diseño la información contenida en el informe preliminar de situación de suelos aportado por el anterior propietario además del resto de aspectos incluidos en el Real Decreto 9/2005 y resto de normativa aplicable. Se establecerán cuantas medidas previas a la obra sean necesarias en caso de emplazamientos que hayan sido declarados suelos contaminados.
- Se evitará la invasión de terrenos fuera de los accesos ya existentes. Se utilizarán éstos en la medida que sea posible, como medio de garantizar el mejor acceso a la infraestructura en fase de explotación y minimizar el impacto por cambios de uso del suelo. Una vez finalizada la ejecución del proyecto se revisarán estos accesos y se procederá a su restauración si es necesario.
- Se tomarán las precauciones necesarias para evitar la contaminación con sustancias peligrosas de los suelos e indirectamente de las aguas subterráneas.



**PROYECTO TIPO DE LÍNEAS
DE ALTA TENSIÓN
SUBTERRÁNEAS
(> 36 kV)**

PT-LSAT.VI

Fecha: julio 2023

Edición: 1

Página 191 de 210

- Si es necesario se creará un área delimitada y acondicionada de aparcamiento para la maquinaria, que permita evitar la compactación y contaminación del suelo. Posteriormente a las obras ha de ser desmantelada.
- La tierra retirada durante los trabajos de excavación será conservada para favorecer su reutilización en la misma obra o en una posterior recuperación y aprovechamiento en trabajos posteriores de restauración paisajística, salvo en los casos en los que existan prohibiciones al respecto. Se dispondrá de los medios necesarios para preservar sus propiedades fisicoquímicas y se establecerán las condiciones necesarias de depósito, procurando la prevención de su contaminación no mezclándolas con residuos de ningún tipo. De resultar contaminadas con sustancias peligrosas se deberán tratar en todo caso como residuo peligroso.

2.4.3. Afecciones a la Red Hidrológica Superficial y Subterránea

Con el fin de evitar potenciales impactos sobre las aguas del entorno de las instalaciones se tendrán en cuenta las siguientes medidas:

- Se respetará la normativa vigente de protección de las aguas, tanto en relación con la ocupación de zonas adyacentes de cauces o zonas de litoral, como en la prevención de su contaminación, evitando realizar operaciones que entrañen riesgo de contaminación por manipulación de productos químicos en las cercanías de medios receptores sensibles: cauces, sumideros, alcantarillas o cualquier tipo de conducción de agua, natural o artificial, superficial o subterránea.
- En las zonas de acopio de materiales o residuos de obra se deberá impedir el arrastre de materiales por escorrentía o erosión, así como lixiviaciones de cualquier tipo.
- Se evitará, siempre que sea posible, la modificación de la red hidrológica de la zona de actuación. Si durante la fase de construcción de los elementos del proyecto se detectasen surgencias o afloramientos de agua, se analizará en cada caso optando siempre por aquellas actuaciones que aseguren la continuidad de las mismas y que eviten su contaminación.
- Toda la maquinaria utilizada en la obra seguirá un adecuado plan de mantenimiento fuera del emplazamiento de la obra en talleres autorizados, con el fin de evitar pérdidas de aceite hidráulico, lubricante u otros fluidos contaminantes que puedan dar lugar a una contaminación del suelo o de aguas superficiales. Se realizarán comprobaciones visuales del estado de la misma antes de su utilización para constatar que no existe riesgo de derrames durante los trabajos.
- La limpieza de las cubas y canaletas de hormigón se realizará en la propia planta de hormigones, nunca en la obra. Si por necesidades derivadas de la ejecución de los trabajos, fuese necesario realizar el lavado de hormigón en la obra, se tendrá en

cuenta lo especificado en el punto 2.4.1 de Producción de Residuos, relativo a residuos de vertidos de hormigón.

2.4.4. Emisiones al Aire

Respecto a los potenciales impactos sobre la calidad del aire, se atenderán las siguientes prescripciones:

- Toda la maquinaria a emplear deberá estar dentro de los márgenes permitidos de emisión gases contaminantes procedentes de los motores.
- Se deberán adoptar las medidas necesarias para evitar la emisión de polvo a la atmósfera (como consecuencia, por ejemplo, de los movimientos de tierra y la circulación de vehículos por los viales de servicio de la obra), como la disminución de la velocidad de los vehículos y la aplicación de riesgos, disminuyendo así la liberación de partículas en suspensión a la atmósfera.
- Se deberá tener en cuenta la utilización de productos químicos con compuestos volátiles en la identificación de aspectos ambientales y sus impactos asociados.

2.4.5. Energía Emitida

Respecto a las posibles fuentes de emisión de energía al entorno, se atenderán las siguientes prescripciones:

- Se deberá tener en cuenta la legislación referente a emisión de ruido y vibraciones, tanto en la elección de los equipos a instalar (que deberán cumplir todos los requisitos de fabricación) como en el desarrollo de las obras en relación con el tránsito de vehículos, maquinaria empleada, etc. Se deberá analizar la situación de las instalaciones con respecto a receptores sensibles (por ejemplo, viviendas, espacios protegidos), y realizar los cálculos pertinentes del nivel de ruido y vibraciones emitido por el conjunto de la instalación, indicando medidas preventivas y correctoras en el caso de que se superen los límites. Se valorará el cambio de ubicación en el proyecto si las medidas correctoras son insuficientes para garantizar que la infraestructura cumple con los límites de emisión de ruidos y vibraciones.

2.4.6. Fauna, Flora, Espacios Protegidos y Paisaje

El respeto al emplazamiento natural, la fauna y la vegetación presentes en la zona en la que se proyecte la instalación debe seguir las siguientes pautas:

- Se identificará la zona en relación con su catalogación como espacio protegido o a la existencia de especies de fauna o comunidades de flora especialmente sensibles, así como su situación en relación con los espacios protegidos adyacentes en el caso de no constituir el mismo una figura de protección.
- En el proyecto se incluirá un apartado que valore la inclusión del emplazamiento dentro del ámbito de actuación del R.D. 1432/2008, y de las áreas delimitadas por las comunidades autónomas, valorando y justificando las soluciones de protección de la avifauna.
- Las soluciones de protección de la avifauna serán las recogidas en el R.D. 1432/2008 o cualquier otra de probada eficacia y homologada por la administración competente.
- Se respetarán escrupulosamente las especies de flora y fauna, así como su entorno anexos a la zona de obras, éste se restaurará en el caso que sea necesaria su alteración puntual.
- En el caso de tener constancia, ya sea por una comunicación oficial o por conocimiento de la existencia en el entorno de alguna especie animal catalogada, se evitará trabajar en su entorno, o si no es posible se procurará compaginar las labores constructivas con el ciclo vital de la especie catalogada.
- No se aplicará herbicidas ni pesticidas en las zonas de ocupación o trazado, quedando los tratamientos sobre la vegetación restringidos a actuaciones mecánicas preferentemente, como tratamientos de poda y roza.
- En el caso de ser necesaria la restauración de pasos o zonas de obra las especies vegetales a utilizar serán preferentemente autóctonas. En el caso de árboles y arbustos tendrán una o dos savias, presentadas en alvéolos forestales. La plantación se adecuará al ciclo vital de las especies con las que se realice la revegetación para garantizar el éxito de la misma.
- Se tendrán en cuenta las prescripciones normativas en relación con el paisaje, tendiendo en cualquier caso a la integración de la infraestructura dentro del territorio donde se asienta.



**PROYECTO TIPO DE LÍNEAS
DE ALTA TENSIÓN
SUBTERRÁNEAS
(> 36 kV)**

PT-LSAT.VI

Fecha: julio 2023

Edición: 1

Página 194 de 210

2.4.7. Utilización de Recursos, Materias Primas y Energía

Respeto a la utilización, elección de materiales y recursos, así como el uso de energía, se tendrá en consideración:

- Se aplicarán medidas de eficiencia de utilización de materiales y productos químicos, optando por aquellos de menor incidencia sobre el medio, a igualdad de calidad. Todos los productos químicos deberán ser inventariados y evaluados según su peligrosidad para el medio.
- La utilización de agua, energía y recursos será optimizada, y se procurará tener en cuenta en fase de diseño el comportamiento de las instalaciones en relación con el consumo de recursos, optando por las soluciones más eficientes desde el punto de vista ambiental que no comprometan el funcionamiento de la instalación en cuanto a la calidad de servicio.

2.4.8. Bienes culturales y arqueológicos

En función de la localización del proyecto, la legislación aplicable y especialmente si existen datos inventariados de restos arqueológicos, el proyecto simplificado incluirá:

- Estudio preliminar de Afecciones Arqueológicas, donde se reflejen las zonas susceptibles de tener yacimientos o elementos arqueológicos, así como las medidas a tomar en todas y cada una de las fases de ejecución de la obra, con el fin de preservar dichos elementos.



**PROYECTO TIPO DE LÍNEAS
DE ALTA TENSIÓN
SUBTERRÁNEAS
(> 36 kV)**

PT-LSAT.VI

Fecha: julio 2023

Edición: 1

Página 195 de 210

ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN



**PROYECTO TIPO DE LÍNEAS
DE ALTA TENSIÓN
SUBTERRÁNEAS
(> 36 kV)**

PT-LSAT.VI

Fecha: julio 2023

Edición: 1

Página 196 de 210

Índice

1. OBJETIVO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN	197
2. DEFINICIONES	197
3. REFERENCIAS	201
4. OBLIGACIONES DE ÁMBITO NACIONAL	202
4.1. OBLIGACIONES DEL PRODUCTOR DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN BASE AL REAL DECRETO 105/2008	202
4.2. OBLIGACIONES DEL POSEEDOR DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN BASE AL REAL DECRETO 105/2008	203
5. CONTENIDO MÍNIMO DEL ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	204
6. PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS SEGÚN EL REAL DECRETO 105/2008	207
7. CLASIFICACIÓN Y RESIDUOS TIPO.....	207
7.1. RESIDUOS NO PELIGROSOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	207
7.2. RESIDUOS PELIGROSOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	209

1. Objetivo y Ámbito de Aplicación

El presente documento tiene por objeto garantizar el cumplimiento de la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular y el Real Decreto 105/2008 por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, dentro de las obras de infraestructura que realiza LA EMPRESA.

Dadas las características de las mismas es preciso normalizar y dar las pautas principales para el cumplimiento de los requisitos legales y medioambientales recogidos en la legislación, por lo que en los siguientes apartados se detalla el contenido mínimo del "Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición", documento básico que debe acompañar al proyecto simplificado siempre y cuando se generen residuos de construcción y demolición.

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

Dada la heterogeneidad de legislaciones autonómicas dentro del ámbito geográfico de distribución de LA EMPRESA es recomendable que el proyectista se informe de la necesidad de tramitación y tipo de la misma desde el punto de vista de gestión de residuos dentro de la comunidad autónoma en la que se desarrolla el proyecto técnico.

2. Definiciones

Residuo: cualquier sustancia u objeto que su poseedor deseche o tenga la intención o la obligación de desechar.

Residuo de Construcción y Demolición (RCD): cualquier sustancia u objeto que, cumpliendo la definición de «Residuo» incluida en el artículo 3.a) de la Ley 10/1998, de 21 de abril, se genere en una obra de construcción o demolición.

Residuo peligroso: residuo que presenta una o varias de las características de peligrosidad enumeradas en el anexo I (Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular) y aquél que sea calificado como residuo peligroso por el Gobierno de conformidad con lo establecido en la normativa de la Unión Europea o en los convenios internacionales de los que España sea parte. También se comprenden en esta definición los recipientes y envases que contengan restos de sustancias o preparados peligrosos o estén contaminados por ellos, a no ser que se demuestre que no presentan ninguna de las características de peligrosidad enumeradas en el anexo I (Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular).

EGR: Estudio de Gestión de Residuos.

Prevención: conjunto de medidas adoptadas en la fase de concepción y diseño, de producción, de distribución y de consumo de una sustancia, material o producto, para reducir:

- 1º La cantidad de residuo, incluso mediante la reutilización de los productos o el alargamiento de la vida útil de los productos.
- 2º Los impactos adversos sobre el medio ambiente y la salud humana de los residuos generados, incluyendo el ahorro en el uso de materiales o energía.
- 3º El contenido de sustancias peligrosas en materiales y productos.

Productor de residuos: cualquier persona física o jurídica cuya actividad produzca residuos (productor inicial de residuos) o cualquier persona que efectúe operaciones de tratamiento previo, de mezcla o de otro tipo que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de esos residuos. En el caso de las mercancías retiradas por los servicios de control e inspección en las instalaciones fronterizas, se considerará productor de residuos al titular de la mercancía o bien al importador o exportador de la misma según se define en la legislación aduanera. En el caso de las mercancías retiradas por las autoridades policiales en actos de decomisos o incautaciones efectuadas bajo mandato judicial, se considerará productor de residuos al titular de la mercancía.



**PROYECTO TIPO DE LÍNEAS
DE ALTA TENSIÓN
SUBTERRÁNEAS
(> 36 kV)**

PT-LSAT.VI

Fecha: julio 2023

Edición: 1

Página 199 de 210

Poseedor de residuos: el productor de residuos u otra persona física o jurídica que esté en posesión de residuos. Se considerará poseedor de residuos al titular catastral de la parcela en la que se localicen residuos abandonados o basura dispersa, siendo responsable administrativo de dichos residuos, salvo en aquellos casos en los que sea posible identificar al autor material del abandono o poseedor anterior.

Gestión de residuos: la recogida, el transporte, la valorización y la eliminación de los residuos, incluida la clasificación y otras operaciones previas; así como la vigilancia de estas operaciones y el mantenimiento posterior al cierre de los vertederos. Se incluyen también las actuaciones realizadas en calidad de negociante o agente.

Gestor de residuos: la persona física o jurídica, pública o privada, registrada mediante autorización o comunicación que realice cualquiera de las operaciones que componen la gestión de los residuos, sea o no el productor de los mismos.

Recogida: operación consistente en el acopio, la clasificación y almacenamiento iniciales de residuos, de manera profesional, con el objeto de transportarlos posteriormente a una instalación de tratamiento.

Recogida separada: la recogida en la que un flujo de residuos se mantiene por separado, según su tipo y naturaleza, para facilitar un tratamiento específico.

Reutilización: cualquier operación mediante la cual productos o componentes de productos que no sean residuos se utilizan de nuevo con la misma finalidad para la que fueron concebidos.

Tratamiento: las operaciones de valorización o eliminación, incluida la preparación anterior a la valorización o eliminación.

Valorización: cualquier operación cuyo resultado principal sea que el residuo sirva a una finalidad útil al sustituir a otros materiales, que de otro modo se habrían utilizado para cumplir una función particular, o que el residuo sea preparado para cumplir esa función en la instalación o en la economía en general. En el anexo II (Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular) se recoge una lista no exhaustiva de operaciones de valorización.



**PROYECTO TIPO DE LÍNEAS
DE ALTA TENSIÓN
SUBTERRÁNEAS
(> 36 kV)**

PT-LSAT.VI

Fecha: julio 2023

Edición: 1

Página 200 de 210

Preparación para la reutilización: la operación de valorización consistente en la comprobación, limpieza o reparación, mediante la cual productos o componentes de productos que se hayan convertido en residuos se preparan para que puedan reutilizarse sin ninguna otra transformación previa y dejen de ser considerados residuos si cumplen las normas de producto aplicables de tipo técnico y de consumo.

Reciclado: toda operación de valorización mediante la cual los materiales de residuos son transformados de nuevo en productos, materiales o sustancias, tanto si es con la finalidad original como con cualquier otra finalidad. Incluye la transformación del material orgánico, pero no la valorización energética ni la transformación en materiales que se vayan a usar como combustibles o para operaciones de relleno.

Eliminación: cualquier operación que no sea la valorización, incluso cuando la operación tenga como consecuencia secundaria el aprovechamiento de sustancias o materiales, siempre que estos no superen el 50 % en peso del residuo tratado, o el aprovechamiento de energía. En el anexo III (Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular) se recoge una lista no exhaustiva de operaciones de eliminación.

Mejores técnicas disponibles: las mejores técnicas disponibles, tal y como se definen en el artículo 3.12 del texto refundido de la Ley de prevención y control integrados de la contaminación, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2016, de 16 de diciembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de prevención y control integrados de la contaminación.

Suelo contaminado: aquel cuyas características han sido alteradas negativamente por la presencia de componentes químicos de carácter peligroso procedentes de la actividad humana, en concentración tal que comporte un riesgo inaceptable para la salud humana o el medio ambiente, de acuerdo con los criterios y estándares que se determinen por el Gobierno.

Compost: material orgánico higienizado y estabilizado obtenido a partir del tratamiento controlado biológico aerobio y termófilo de residuos biodegradables recogidos separadamente. No se considerará compost el material bioestabilizado.

3. Referencias

A nivel legislativo, desde el punto de vista de la legislación nacional este tipo de residuos está regulado por la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, complementada con 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.

De forma general se tomará como referencia para la elaboración del Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición el Real Decreto 105/2008. En el caso en la que la Comunidad Autónoma en la que se esté realizando el estudio disponga de legislación específica, será ésta la que aplique, como es en el caso de la Comunidad Autónoma de Cantabria, que mediante el Decreto 72/2010 de 28 de octubre regula la producción y gestión de los RCD en dicha comunidad.

El conjunto de referencias legislativas básicas que a nivel nacional regula la producción, posesión, y gestión de residuos son:

- Real Decreto 679/2006, de 2 de junio, por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados.

Este Real Decreto tiene por objeto establecer medidas para prevenir la incidencia ambiental de los aceites industriales, así como para reducir la generación de aceites usados tras su utilización o, al menos, facilitar su valorización, preferentemente mediante regeneración u otras formas de reciclado, de acuerdo con el orden de prioridades establecido en su artículo 7.

- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Decisión 2014/955/UE de la Comisión, de 18 de diciembre de 2014, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.
- Orden APM/1007/2017, de 10 de octubre, sobre normas generales de valorización de materiales naturales excavados para su utilización en operaciones de relleno y obras distintas a aquéllas en las que se generaron.
- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.

4. Obligaciones de Ámbito Nacional

Este apartado desglosa las principales actividades y documentos a incluir y desarrollar dentro del proyecto simplificado de una infraestructura.

4.1. Obligaciones del Productor de Residuos de Construcción y Demolición en base al Real Decreto 105/2008

Conforme a este Decreto en el proyecto simplificado se debe incluir un Estudio de Gestión de residuos de construcción y demolición (en adelante RCD) con el siguiente contenido:

- Una estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la lista europea de residuos. El documento de referencia para las operaciones de valorización y eliminación de residuos será la Decisión 2014/955/UE de la Comisión, de 18 de diciembre de 2014, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, o norma que la sustituya.
- Las medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.
- Las operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
- Las medidas para la separación de los residuos en obra, en particular, para el cumplimiento por parte del poseedor de los residuos, de la obligación establecida en el apartado de Obligaciones del Poseedor de Residuos.
- Los planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra. Posteriormente, dichos planos podrán ser objeto de adaptación a las características particulares de la obra y sus sistemas de ejecución, previo acuerdo de la dirección facultativa de la obra.
- Las prescripciones del pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.

- Una valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo independiente.

En obras de demolición, rehabilitación, reparación o reforma, hacer un inventario de los residuos peligrosos que se generarán, que deberá incluirse en el Estudio de Gestión de RCD, así como prever su retirada selectiva, con el fin de evitar la mezcla entre ellos o con otros residuos no peligrosos, y asegurar su envío a gestores autorizados de residuos peligrosos.

Disponer de la documentación que acredite que los residuos de construcción y demolición realmente producidos en sus obras han sido gestionados, en su caso, en obra o entregados a una instalación de valorización o de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos recogidos en este Real Decreto y, en particular, en el estudio de gestión de residuos de la obra o en sus modificaciones. La documentación correspondiente a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.

En el caso de obras sometidas a licencia urbanística, constituir, cuando proceda, en los términos previstos en la legislación de las comunidades autónomas, la fianza o garantía financiera equivalente que asegure el cumplimiento de los requisitos establecidos en dicha licencia en relación con los residuos de construcción y demolición de la obra.

4.2. Obligaciones del Poseedor de Residuos de Construcción y Demolición en base al Real Decreto 105/2008

Además de las obligaciones previstas en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de la misma un plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra, en particular las recogidas en el Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición. El plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se

destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.

La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, o norma que la sustituya, y la identificación del gestor de las operaciones de destino.

5. Contenido mínimo del Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición

El Estudio de Gestión de Residuos de construcción y demolición para cada proyecto particular se ajustará al modelo general siguiente, siendo válidos otros formatos equivalentes, sin perjuicio del resto de documentación que se desee acompañar al mismo por parte del redactor del estudio y deberá incorporar al menos, los siguientes apartados.

- Identificación de la obra.

Tipo de obra:

Situada en: C/

Municipio:

Proyecto:

Promotor:

Redactor del Proyecto:

- Identificación de los residuos y estimación de la cantidad a generar.

ESTIMACIÓN SOBRE LOS RESIDUOS A GENERAR				
	Descripción	Código LER	Volumen (m ³)	Peso (t)
TOTAL				
Observaciones:				

Justificación: A esta estimación se acompañará una breve explicación del método empleado para poder llegar a la misma. La indicada justificación sólo se realizará en los casos que así lo exija la legislación comunitaria aplicable.

- **Medidas a adoptar para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto**

Se deberá incluir una descripción y justificación de las medidas que se adoptarán para prevenir la producción de residuos en la obra.

- **Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra**

OPERACIONES DE GESTIÓN A REALIZAR CON LOS RESIDUOS			
Identificación residuo Código LER	Operación a realizar (Decisión 2014/955/UE)		
	Reutilización	Valorización	Eliminación
	Describir	(Identificar la operación con código R)	(Identificar la operación con código D)
	Describir	(Identificar la operación con código R)	(Identificar la operación con código D)
	Describir	(Identificar la operación con código R)	(Identificar la operación con código D)
	Describir	(Identificar la operación con código R)	(Identificar la operación con código D)
	Describir	(Identificar la operación con código R)	(Identificar la operación con código D)
	Describir	(Identificar la operación con código R)	(Identificar la operación con código D)
Observaciones:			

- **Medidas a adoptar para la separación de los residuos en obra**

Se deberá incluir una descripción y justificación de las medidas que se adoptarán para separar los residuos en origen.

Se deberá de prever una zona dentro de la obra, para que el poseedor de residuos pueda acopiar los distintos residuos generados. Dicho lugar quedará representado en un plano a incluir en el Estudio RCD del proyecto particular.

La separación de los residuos se realizará según las fracciones indicadas en los marcos regulatorios nacionales o autonómicos en el caso de que existan estos últimos.



**PROYECTO TIPO DE LÍNEAS
DE ALTA TENSIÓN
SUBTERRÁNEAS
(> 36 kV)**

PT-LSAT.VI

Fecha: julio 2023

Edición: 1

Página 206 de 210

- **Instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.**

NOTA: El presente punto sólo se incluirá en los Estudio de Gestión de Residuos en los que las comunidades autónomas donde se realiza así lo exijan.

INSTALACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN OBRA		
Instalaciones de gestión	Superficie prevista (m ²)	Contenedores previstos (nº y para qué tipo de residuos)
Almacenamiento		
Manejo		
Separación		
Otras operaciones de gestión		
Observaciones:		

Se adjuntará asimismo plano de la planta global de la obra en el que se indicará la situación de cada una de estas instalaciones, así como las zonas de entrada y salida de los residuos.

Cuando proceda, se incluirán las determinaciones del pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.

- **Inventario de residuos peligrosos para las obras de demolición, rehabilitación, reparación o reforma.**

En el caso de que prevea generar residuos peligrosos se debe cumplimentar una tabla como la que se muestra a continuación, a modo de inventario para garantizar la correcta identificación, acopio y envío a un gestor autorizado.

INVENTARIO DE RESIDUOS PELIGROSOS				
Descripción	Código LER	Tratamiento previsto	Peso (t)	Volumen (m ³)
TOTAL				
Observaciones:				

Justificación: Este inventario se acompañará de una descripción del método empleado para realizar el inventario. La indicada justificación sólo se realizará en los casos que así lo exija la legislación comunitaria aplicable.

- **Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición.**

Se deberá incluir una descripción y justificación del presupuesto de gestión de los residuos.

6. Plan de Gestión de Residuos según el Real Decreto 105/2008

El Plan de Gestión de Residuos será redactado por el poseedor de Residuos, el cual viene definido en el Real Decreto 105/2008 como la persona física o jurídica que ejecute las obras, la cual está obligada a presentar al promotor, un plan en el que se detalle cómo va a dar cumplimiento a las obligaciones respecto a los residuos de construcción y demolición generados en la misma.

Este plan se basará en el Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición que acompañará al proyecto simplificado.

7. Clasificación y Residuos Tipo

A continuación, se recogen los tipos de residuo más usuales en las obras de construcción de instalaciones eléctricas.

7.1. Residuos no Peligrosos de Construcción y Demolición

Se detallan a continuación los tipos básicos de algunos residuos habituales que se generan en las obras de LA EMPRESA con su correspondiente código LER:

- Siliconas (07 02 17): Constituidos principalmente por restos de material para la protección de avifauna, como recortes de forros premoldeados.
- Envases de papel y cartón (15 01 01): Incluye cartón para embalajes de aisladores, pararrayos, material para protección de avifauna, fluorescentes, cuadros eléctricos y en general cualquier tipo de cartón que se produzca como residuo de embalajes en la obra.
- Envases de plástico (15 01 02): Incluye envases y embalajes de plástico para material de avifauna, telegestores, celdas, cuadros eléctricos, transformadores y en general cualquier tipo de plástico que se produzca como residuo de embalajes en la obra.
- Equipos desechados (16 02 14): Incluye armarios de concentradores de telegestión, armarios de distribución de BT, celdas aisladas al aire entre otros.
- Hormigón (17 01 01): Incluye residuos de demolición de cimentaciones.
- Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, distintas de las especificadas en el código 17 01 06 (17 01 07): Hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, deben ser exclusivamente material pétreo de obra (restos de demolición, excavación, materiales cerámicos, mortero, escayola, etc.). La tasa de vertido difiere entre escombros limpios y escombros mezclados con otros inertes.
- Madera (17 02 01): Están constituidos principalmente por palés, encofrados, tabloncillos, embalajes, madera procedente de demoliciones, bobinas para cables, cuñas, etc.
- Plástico (17 02 03): Se incluyen los tubos, bidones, envoltorios de equipos y otros como fin protector, bolsas, sacos, flejes de embalajes, bridas, materiales plásticos, etc.
- Vidrio (17 02 02): Presencia ocasional y básicamente procedente de labores de demolición.
- Mezclas bituminosas (asfalto) (17 03 02): Generado principalmente por la realización de canalizaciones en calzada.
- Cobre, bronce, latón (17 04 01): Se obtiene principalmente por el desmontaje de varilla de cobre de centro de transformación antiguos, así como como de pletinas, embarrados, etc.
- Aluminio (17 04 02): Residuos principalmente generados por el desmontaje de palcas indicadores, puertas, ventanas, rejillas y material de carpintería metálica principalmente.

- Hierro y acero (17 04 05): Residuos generados principalmente por el desmontaje de puertas, ventanas, rejillas, mamparas, crucetas, apoyos metálicos, placas indicadoras, vientos de apoyos y por pequeño material como: tornillos, tuercas, bridas, etc.
- Cables (17 04 11): Residuos generados principalmente por el desmontaje de cables de guarda y conductores con o sin aislamiento, tanto de acero-aluminio como cobre.
- Tierra y piedras (17 05 04): Son tierras procedentes de excavación, principalmente por la apertura de zanjas, catas, cimentaciones, soleras, depósitos para la recogida de aceites, perforaciones dirigidas, etc. Este tipo de tierras son procedentes de suelo natural no contaminadas o que no hayan soportado una actividad potencialmente contaminante este tipo de tierras pueden ser reutilizadas.
- Residuos mezclados de construcción y demolición (17 09 04): Incluiría principalmente postes de hormigón con estructura metálica, aisladores de vidrio o cerámica con metal, seccionadores (metal + cerámica/polímero), derribo de casetas, demolición de pavimentos, etc.

7.2. Residuos Peligrosos de Construcción y Demolición

Se detallan a continuación los tipos básicos de algunos residuos habituales que se generan en las obras de LA EMPRESA con su correspondiente código LER:

- Mezclas bituminosas, alquitrán de hulla y otros productos alquitranados (17 03 01*): procedentes de escombros de zanjas sobre asfalto y zonas asfaltadas.
- Envases contaminados (15 01 10*): Los envases que han contenido sustancias peligrosas, y que por tanto van etiquetados con alguno de los pictogramas naranjas de peligrosidad, también son residuos peligrosos.
- Incluyen una gran variedad de residuos, en formatos muy diferentes; a efectos de almacenamiento se puede distinguir entre aquellos que son voluminosos (garrafas y bidones) y aquellos otros de pequeño tamaño (latas, botellas, sacos de cemento, etc.).
- Espray (16 05 04*): Incluye los botes de espray y aerosoles con alguno de los pictogramas naranjas de peligrosidad, fundamentalmente generados en señalización y tipografía, así como botes espuma de poliuretano para el sellado de tubos.

- Equipos desechados que contienen componentes peligrosos (1), distintos de los especificados en los códigos 16 02 09 a 16 02 12 (16 02 13*): Incluye celdas con SF₆, contadores de telegestión, etc.
- Absorbentes, materiales de filtración (incluidos los filtros de aceite no especificados en otra categoría), trapos de limpieza y ropas protectoras contaminadas por sustancias peligrosas (15 02 02*).

En general cada tipo de instalación y de obra tiene sus peculiaridades que serán reflejadas desde el punto de visto de la caracterización de residuos en el Estudio y el Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición.