

Proyecto Tipo Líneas Aéreas de Baja Tensión

Código: **IT.10276**

Edición: **1**

Los datos relativos a la aprobación de este documento se encuentran disponibles en el Gestor Documental de Normativa



Índice

	Página
1. Objeto	3
2. Alcance	3
3. Documentos de referencia	4
4. Definiciones	4
5. Responsabilidades	6
6. Memoria	7
7. Presupuesto	62
8. Planos	62
9. Relación de Anexos	64
Anexo 00: Histórico de revisiones	65
Anexo 01. Reglamento de Servicio.	66
Anexo 02. Pliego de Condiciones Técnicas	67
Anexo 03. Normas de Prevención de Riesgos Laborales y de Protección del Medio Ambiente.	78
Anexo 04. Proyecto Específico	87



1. Objeto

El objetivo del presente documento Proyecto Tipo es la de establecer las características técnicas que deben cumplir las obras de construcción con líneas eléctricas aéreas de baja tensión con conductores trenzados aislados de aluminio para las fases y aleación de Aluminio (AAAC) para el conductor neutro y con conductores concéntricos de aluminio comprimidos con neutro en espiral.

En cada Proyecto Tipo se presentan las particularidades específicas del mismo (cálculos eléctricos y mecánicos, plano de situación y emplazamiento, plano de perfil, relación de propietarios, cruzamientos, presupuestos, etc.).

Por otro lado, el presente documento servirá de base genérica para la tramitación oficial de cada obra, en cuanto a la Autorización Administrativa, Autorización de Ejecución y Declaración de Utilidad Pública en concreto, sin más requisitos que la presentación de las características particulares de la misma, haciendo constar que su diseño se ha realizado de acuerdo con el proyecto tipo de líneas eléctricas aéreas de baja tensión.

2. Alcance

El Proyecto Tipo de Líneas Eléctricas Aéreas de Baja Tensión se aplicará al diseño general y cálculo de los diferentes elementos que intervienen en la construcción de líneas eléctricas aéreas de baja tensión con conductores trenzados de aluminio, aleación de aluminio o aluminio acero, o concéntricos de aluminio.

Para su aplicación al proyectar una obra concreta deberán tenerse en cuenta las siguientes características:

- a) Longitud, topología de la línea y potencia a distribuir a medio plazo.
- b) Características del terreno.
- c) Máxima caída de tensión porcentual admisible hasta las distintas cargas.
- d) Factores de potencia de las distintas cargas.
- e) Accesibilidad media al trazado de la línea para el acopio de los postes.
- f) Emplazamientos de posibles centros de transformación.
- g) Características de la red existente a la que ha de ser conectada.
- h) Consideraciones económicas.

Los puntos a) y c) están íntimamente ligados y conducen a distintos valores de “momento eléctrico”, que dependerán de la caída de tensión admisible y del factor de potencia de la instalación. La optimización de estas variables conducirá a una elección adecuada de los conductores a emplear así como de los vanos y postes necesarios.

Ha de tenerse en cuenta que la potencia considerada para el diseño debe ser aquella que se prevea ha de transportar la línea, al menos a medio plazo, determinada por un anteproyecto general o considerando los previsibles aumentos de demanda.

En cuanto a la longitud y la topología de la línea, también se deberá tener en cuenta si se prevé o no prolongar la línea en el futuro, para poder atender a los nuevos puntos de suministro.

Respecto al punto e) y como norma general, se realizará el diseño de la línea atendiendo a las directrices mostradas en el presente Proyecto Tipo cuando la accesibilidad al trazado de la línea no presente especiales dificultades.



También puede ser aconsejable en algunos casos, y a esto se refiere el punto g), que cuando se construyan ramales que deriven de líneas ya existentes y que se consideren definitivas, se debe seleccionar la clase de postes y el tipo de aislamiento con las mismas características de la red existente, con el objeto de mantener cierta uniformidad. Si la red existente posee postes de madera no implica que en la línea o ramal de distribución nuevo se deban utilizar este tipo de postes, además se evitará la expansión y crecimiento de instalaciones a tensiones diferentes a las normalizadas.

En consecuencia, cuando las características particulares de la línea aconsejen hacer un proyecto especial, por ejemplo nivel de tensión o uso de conductores distintos a los establecidos, no se tendrá que adoptar estrictamente este Proyecto Tipo.

Todos los cálculos y detalles de diseño que no estén expresamente detallados o calculados en el presente Proyecto Tipo deberán ser incluidos y justificados en el Proyecto Específico y los planos del proyecto correspondiente.

3. Documentos de referencia

En la redacción del presente Proyecto Tipo se ha tenido en cuenta, en lo aplicable, la siguiente documentación técnica:

- Manual de Normas y Condiciones para la Prestación del Servicio Público de Distribución de Energía Eléctrica (Volumen I), Naturgy Panamá.
- National Electrical Safety Code (NESC) – Estados Unidos. Edición 2017.
- National Electrical Code (NEC) , Última Edición en español.

4. Definiciones

Acometida (Service): conductores y equipo para entrega de energía eléctrica desde la red de distribución local de servicio público, hasta el sistema de cableado del inmueble servido.

Acometida lateral (Service Lateral): conductores subterráneos entre el sistema de suministro eléctrico de la compañía de electricidad y el punto de acometida.

Acometida Aérea: conjunto de conductores o cables que parten de la red de distribución aérea de la empresa distribuidora para conectarse a la instalación del cliente en el inmueble.

Aislamiento: recubrimiento que envuelve al conductor, para evitar la circulación de corriente eléctrica fuera del mismo.

Alambrado: montaje, distribución y conexión de conductores de modo que por ellos pueda transmitirse energía eléctrica desde una fuente hasta una carga dada.

Alimentador: todos los conductores de un circuito entre el equipo de acometida, la fuente de un sistema derivado independiente u otra fuente de suministro de energía eléctrica y el dispositivo de protección contra sobre corriente del circuito ramal final.

AWG (American Wire Gauge): escala estadounidense para representar el calibre de cables o conductores hasta calibre 4/0.

Cable: conductor o conjunto de ellos recubierto de un material aislante o protector.



Proyecto Tipo Líneas Aéreas de Baja Tensión

Baja Tensión o BT: tensión igual o inferior a 600 V.

Capacidad de Corriente: corriente máxima en amperios que puede transportar continuamente un conductor en condiciones de uso sin superar su temperatura nominal de servicio.

Carga Instantánea: es la potencia eléctrica demandada en cualquier instante por una instalación eléctrica o un elemento específico de ella.

Carga de Diseño: es la potencia máxima calculada que podría soportar una instalación eléctrica y que se determina utilizando los factores de carga adecuados.

Conductor: elemento que conduce la corriente eléctrica y no tiene ningún tipo de cubierta o aislamiento eléctrico, puede estar formado por uno o varios hilos.

Distancia de Seguridad: es la distancia entre una línea energizada y una zona donde se garantiza que no habrá un accidente por acercamiento.

Electrodo de Puesta a Tierra: elemento o conjunto metálico conductor que se pone en contacto con la tierra física o suelo, ubicado lo más cerca posible del área de conexión del conductor de puesta a tierra al sistema.

Instalación del cliente: es todo alambrado, artefacto o aparatos de cualquier índole, de pertenencia y operados por el cliente, del lado del cliente desde el punto de entrega de la acometida (con excepción de los equipos de medición propiedad de la distribuidora, usados de acuerdo con la facultad del cliente para tomar y usar el servicio eléctrico de la empresa.

Inmueble: estructura fija, aislada de las demás y con límites determinados. Se usa en el contexto de este documento para designar una casa, local o edificio.

Interruptor Principal: es el dispositivo diseñado para que abra el circuito automáticamente en la acometida del cliente.

Normalizado: material o equipo fabricado con las especificaciones aceptadas por la distribuidora.

Parte Viva: cualquier elemento del sistema que tenga alguna diferencia de tensión a tierra y a neutro, diseñado para transportar energía eléctrica.

Persona Cualificada: persona idónea por su formación profesional y capacitación en riesgos eléctricos que cuente con matrícula profesional otorgado por Junta Técnica de Ingenieros y Arquitectos de Panamá que lo acredite para el ejercicio de la profesión.

Proyecto Específico: es un documento que hace parte del Proyecto Tipo, establece un modelo para el diseño de una línea que regula: presentación de los cálculos eléctricos y mecánicos, presentación de planos, informe de cruzamientos y paso por zonas, presupuesto de obra, etc.

Proyecto Tipo: documento normalizado por Naturgy Panamá que establece y justifica los conceptos y criterios para el diseño, cálculo y construcción de las instalaciones, considerando normas y legislación aplicables, así como especificaciones de materiales.

Punto de Entrega: es el punto de conexión entre las instalaciones de Naturgy Panamá y el cliente, está determinado por la ubicación del equipo de medición, en inmuebles con un (1) solo medidor el punto de entrega es el medidor. El punto de conexión en inmuebles con dos (2) o más medidores será el lado de suministro del interruptor principal del edificio, local o vivienda. El punto de entrega debe colocarse al límite de propiedad.



Proyecto Tipo Líneas Aéreas de Baja Tensión

Red de Distribución: es el sistema eléctrico individual, formado por uno o más circuitos de media tensión y baja tensión conectados entre sí y eventualmente interconectados.

Servidumbre Eléctrica: franja territorial de uso público destinada al mantenimiento y a la protección de playas, ríos, quebradas, desagües sanitarios y pluviales, energía eléctrica, aguas potables, telecomunicaciones y vías de comunicación

Tensión: diferencia de potencial entre dos puntos o conductores cualesquiera del circuito al que pertenecen.

Unidad Constructiva: conjunto de materiales y mano de obra dispuestos de una forma preestablecida que componen una unidad de montaje. Constituyen elementos constructivos básicos que facilitan el diseño de las instalaciones eléctricas de distribución de manera sencilla, ordenada y uniforme.

XLPE: aislamiento en Polietileno Reticulado.

5. Responsabilidades

- **Centro de Proyectos/Diseñadores propios, contratados o de terceros**
 - Realizar el diseño y cálculo de los proyectos de red aplicando los criterios establecidos en el presente documento, las normas nacionales e internacionales de referencia aplicables y la buena práctica de la ingeniería.
 - Elaborar el Proyecto Específico, planos y presupuesto según lo establece este Proyecto Tipo.
- **Unidades Operativas de Zona, Sectores y Proyectos de Red.**
 - Supervisar que las unidades ejecutaras construyan las obras según el diseño aprobado, aplicando el Reglamento de Servicio y el Pliego de Condiciones Técnicas del presente Proyecto Tipo.
- **Unidades de Ejecutoras propias, contratadas o de terceros.**
 - Ejecutar la obra según el diseño aprobado, aplicando el Reglamento de Servicio y el Pliego de Condiciones Técnicas del presente Proyecto Tipo.
 - Atender las normas de prevención de riesgos laborales y prevención medioambiental establecidas en este Proyecto Tipo así como las leyes y normas nacionales que apliquen a la actividad.
- **Unidades de Planificación, Calidad y Seguridad de Gestión del Sistema de Distribución.**
 - Responsables planificar y realizar el aseguramiento de la calidad y seguridad de los proyectos y obras que apliquen, siguiendo los criterios del presente Proyecto Tipo.
- **Unidad de Normativa**
 - Responsable de velar por el mantenimiento y actualización de este documento.



Proyecto Tipo Líneas Aéreas de Baja Tensión

6. Memoria

6.1. Características.

6.1.1. Características Generales

Las características generales comunes en todos los Proyectos Específicos que se realicen según el presente Proyecto Tipo serán las indicadas a continuación.

6.1.1.1. Conductores.

Los conductores que se emplearán para la red de baja tensión serán concéntricos comprimidos con neutro en espiral de aluminio Serie 8000 y conductores trenzados aislados Aluminio 1350-H19. Los conductores trenzados se construirán con los conductores de fase de aluminio (AAC), mientras que el neutro será de aleación de aluminio (AAAC). En la siguiente tabla se describen los diferentes conductores empleados en el presente Proyecto Tipo.

Tabla No. 1.
Características Constructivas de Cables y Conductores Normalizados.

Conductor	Descripción
Conductores de Uso Exclusivo en Acometidas.	
Concéntrico 2 x #6	Concéntrico; Fase y Neutro: #6 Al
Concéntrico 3 x #6	Concéntrico; Fases y Neutro: #6 Al
Concéntrico 4 x #6	Concéntrico; Fases y Neutro: #6 Al
Concéntrico 3 x #4	Concéntrico; Fases y Neutro: #4 Al
Concéntrico 4 x #4	Concéntrico; Fases y Neutro: #4 Al
Dúplex 6 AWG	Trenzado; Fases: #6 AAC – Neutro: #6 AAC
Tríplex 6 AWG	Trenzado; Fases: #6 AAC – Neutro: #6 AAC
Tríplex 4 AWG	Trenzado; Fases: #4 AAC – Neutro: #4 AAAC
Conductores de Uso en Líneas y Acometidas.	
Tríplex 2 AWG	Trenzado; Fases: #2 AAC – Neutro: #2 AAAC
Tríplex 1/0 AWG	Trenzado; Fases: 1/0 AAC – Neutro: 1/0 AAAC
Cuádruplex 1/0 AWG	Trenzado; Fases: 1/0 AAC – Neutro: 1/0 AAAC
Tríplex 4/0 AWG	Trenzado; Fases: 4/0 AAC – Neutro: 4/0 AAAC
Cuádruplex 4/0 AWG	Trenzado; Fases: 4/0 AAC – Neutro: 4/0 AAAC
Cuádruplex 336,4 kcmil	Trenzado; Fases: 336,4 AAC – Neutro: 4/0 AAAC

Las principales características de los citados conductores aparecen reflejadas en las tablas mostradas a continuación.



Tabla No. 2.
Características de los Cables y Conductores de uso Exclusivo en Acometidas.

Conductores Concéntricos					
Conductor	Conc. 2xNo.6	Conc. 3xNo.6	Conc. 4xNo.6	Conc. 3xNo.4	Conc. 4xNo.4
Sección de la fase (mm²)	13,30	13,30	13,30	21.20	21.20
Sección del neutro (mm²)	13,33	13,21	13,21	21,12	21,12
Composición fase (nº alam. x ϕ en mm)	7x1,55	7x1,55	7x1,55	7x1,96	7x1,96
Tipo de aislamiento (1)	XLPE				
Diámetro del haz (mm) (2)	≈ 11.14	≈ 11,2 x 18,1	≈ 19,1	≈ 13.8 x21.9	≈ 22,0
Peso del haz (daN/m)	≤ 0.152	≤ 0.244	≤ 0,625	≤0,335	≤ 0.397
Resistencia eléctrica en C.C. a 20 °C (Ω/km)	≤ 2.16	≤ 2.16	≤ 2,16	≤1.36	≤1.36
Intensidad máxima admisible (A) (3)	60	60	60	75	75
Conductores Trenzados					
Conductor	Dúplex 6 AWG	Tríplex 6 AWG		Tríplex 4 AWG	
Sección de la fase (mm2)	13,3	13,3		21,12	
Sección del neutro (mm2)	13,3	13,3		21,12	
Composición fase (nº x ϕ en mm)	7 x 1,56	7 x 1,56		7x1,96	
Composición neutro (nº x ϕ en mm)	7 x 1,56	7 x 1,56		7x1,96	
Tipo de aislamiento	XLPE				
Diámetro aprox. del haz (mm)	13.3	15		17,6	
Peso del haz (daN/m)	≤ 0,099	≤ 0,156		≤ 0,227	
Carga de rotura por conductor (daN)	251	251		391	
Resist. eléct. en C.C. a 20 °C (Ω/km)	≤ 2,155	≤ 2,155		≤ 1,392	
Resist. eléct. en C.C. a 50 °C (Ω/km)	≤ 2,416	≤ 2,416			
Intensidad máxima admisible (A) (3)	85	85		103	

(1) En los conductores concéntricos solo se aislarán con polietileno reticulado (XLPE).

(2) En el caso de conductores concéntricos que no posean una sección circular, se indican las dimensiones que definen la sección del conductor.

(3) Valor no determinado en la norma. Son valores de referencia. Se consideran las intensidades máximas admisibles en ambiente seco. Valores calculados en las siguientes condiciones: T° ambiente: 25°C, T. Conductor: 75°C, velocidad del viento: 0,6 m/s y sin radiación solar.



Tabla No. 3.
Cables y Conductores de uso en Líneas y Acometidas

Conductor	Tríplex 2	Tríplex 1/0	Cuádruplex 1/0	Tríplex 4/0	Cuádruplex 4/0	Cuádruplex 336,4
Sección de la fase (mm ²)	33,62	53,51	53,51	107,20	107,20	170,45
Sección del neutro (mm ²)	33,62	53,51	53,51	107,20	107,20	107,20
Composición fase (nº x ϕ en mm)	7 x 2,47	7 x 3,12	7 x 3,12	13 x 2,9 + 6 x 2,12	13x2,9 + 6x2,12	13x3,66 + 6x2,68
Composición neutro (nº x ϕ en mm)	7 x 2,47	7 x 3,12	7 x 3,12	7 x 4,42	7 x 4,42	7 x 4,42
Tipo de aislamiento	XLPE					
Diámetro aprox. del haz (mm)	21	27	33	35	40	49
Peso del haz (daN/m)	≤ 0,351	≤ 0,631	≤ 0,870	≤ 1,189	≤ 1,570	≤ 2,257
Carga de rotura por conductor (daN) (1)	1,063	1,700	1,700	3,264	3,264	3,264
Resist. eléct. en C.C. a 20 °C (Ω /km) (2)	F: ≤ 0,860 N: ≤ 0,999	F: ≤ 0,539 N: ≤ 0,626	F: ≤ 0,539 N: ≤ 0,626	F: ≤ 0,269 N: ≤ 0,312	F: ≤ 0,269 N: ≤ 0,312	F: ≤ 0,169 N: ≤ 0,312
Resist. eléct. en C.C. a 50 °C (Ω /km)	F: ≤ 0,964 N: ≤ 1,120	F: ≤ 0,604 N: ≤ 0,702	F: ≤ 0,604 N: ≤ 0,702	F: ≤ 0,302 N: ≤ 0,350	F: ≤ 0,302 N: ≤ 0,350	F: ≤ 0,189 N: ≤ 0,350
Intensidad máxima admisible (A) (3)	150	205	180	300	275	370

- (1) Cuando se cita la carga de rotura por conductor se refiere al neutro.
- (2) La letra "F" indica el valor de la resistencia del conductor de fase mientras que la letra "N" indica el valor de la resistencia del conductor neutro.
- (3) Valores calculados en las siguientes condiciones: T. ambiente: 25 °C, conductor 75 °C, velocidad del viento: 0.6 m/s y sin radiación solar.

6.1.1.2. Postes

Los postes serán mayormente de hormigón, en casos específicos y sujetos a previa aprobación se utilizarán postes de chapa metálica o de poliéster reforzado con fibra de vidrio, de resistencia adecuada al esfuerzo que hayan de soportar y estarán descritos en las respectivas especificaciones técnicas.



Las características principales de los postes y accesorios de sujeción se indican en el apartado 6.3 “Postes” del presente documento y en los planos de postes y accesorios del apartado 8 Planos.

6.1.1.3. Accesorios para el montaje de la red trenzada

a. Material de Conexión.

-Empalmes

Se emplearán dos tipos de material para la realización de los empalmes en las líneas de B.T. en los cuales no se prevea la posibilidad de una posterior desconexión.

- Empalme a plena tracción: se utilizarán preferentemente para conexiones de empalme bajo tensión mecánica del neutro fiador. Una vez instalado, cuando sea necesario, se procederá a su aislamiento mediante el empleo de un empalme contráctil en frío.
- Empalme manguito a compresión: se utilizará para conexiones de empalme que no soporten tensiones mecánicas. Su instalación se efectuará por compresión mediante prensas con matricería hexagonal. Este empalme será preaislado, de modo que no será necesario el aislamiento posterior a su instalación.

-Conectores de Derivación.

Conectores de derivación por perforación: se utilizarán para la derivación de conductores de línea y acometida, permitiendo con facilidad el desmontaje independiente del conductor de línea y del conductor o conductores derivados.

Su diseño será tal, que una vez instalados, no presenten accesible ningún elemento metálico bajo tensión eléctrica. La conexión se realizará mediante la perforación de los aislantes del conductor principal y derivado.

b. Conjuntos de anclaje y suspensión:

En todos los postes o puntos de amarre, se instalarán los correspondientes conjuntos de anclaje o suspensión.

En conductores con neutro fiador se dispondrán conjuntos de alineación en los ángulos de desviaciones inferiores a 20°.

En el resto de los casos (ángulos mayores, conductores sin neutro fiador, etc.) se instalarán conjuntos de amarre.

-Soportes de anclaje y suspensión: Estarán diseñados de modo que permitan la instalación de pinzas de anclaje y grapas de suspensión.

En los postes se utilizarán tornillos pasantes de acero galvanizado con cabeza de ojo o algún material similar para fijarlo al mismo.



Todos los soportes, una vez instalados deben soportar convenientemente los esfuerzos mecánicos a los que se vean sometidos.

-Grapas de suspensión: se usarán grapas de suspensión sólo con los conductores con neutro fiador de aleación de aluminio (AAAC). La grapa sujetará al haz de conductores únicamente por el neutro.

Es necesario el empleo de abrazaderas de plástico o sintéticas para asegurar la unión del conjunto de conductores antes y después de la grapa de suspensión.

Todas las grapas de suspensión deben permitir las oscilaciones transversales y longitudinales de los conductores. Estarán fabricadas en materiales de alta resistencia a la intemperie y deberán soportar esfuerzos de tracción de acuerdo con la correspondiente especificación de materiales.

-Pinzas de anclaje: en los conjuntos de anclaje los conductores se fijarán a los soportes y al tipo de entrada mediante pinzas de anclaje resistentes a la intemperie.

Distinguimos dos (2) tipos de pinzas de anclaje:

- Pinzas para el neutro fiador: las pinzas serán de cuerpo metálico, mientras que las cuñas que estén en contacto con el conductor serán de material plástico, para evitar cualquier tipo de deterioro sobre el aislamiento del conductor. Deberán soportar los esfuerzos mecánicos indicados en la correspondiente especificación de materiales. Una vez instaladas, es necesario el empleo de abrazaderas para asegurar la unión del haz de conductores antes y después de la pinza de anclaje.
- Pinzas para conductores de acometida: se utilizarán en el caso de los conductores concéntricos y conductores trenzados de aluminio dúplex y tríplex 6 o 4 AWG, por carecer éstos de neutro fiador de aleación de aluminio (AAC). El cuerpo de estas pinzas será de un material de alta resistencia a la intemperie, y sujetarán al conductor abrazando a todo el conjunto. Deberán poseer las características mecánicas indicadas en la correspondiente especificación de materiales.

c. Materiales varios.

-Abrazaderas: estarán fabricadas en material sintético de alta resistencia a la intemperie y sin aristas vivas que puedan dañar al aislamiento de los conductores.

Se utilizarán para sujetar entre sí los conductores del haz en los puntos donde se crea conveniente y en todos los amarres del neutro fiador.

-Capuchones aislantes: los extremos del haz de conductores se protegerán mediante capuchones que aseguren su estanqueidad.



En el apartado 8 del presente Proyecto Tipo se incluyen diversos planos en los cuales se pueden observar los distintos materiales. Todos ellos estarán definidos en las correspondientes especificaciones de materiales.

6.1.1.4. Acometidas

Las acometidas monofásicas, tanto de 120V como de 240V, se realizarán mediante conductores concéntricos bipolares (2 x No.6) o conductores trenzados de aluminio dúplex 6 AWG.

A su vez, las acometidas monofásicas (120/240V) se realizarán mediante conductores concéntricos tripolares (3 x No.6 o 3 x No.4) o conductores trenzados de aluminio tríplex # 6 hasta 4/0 AWG, mientras las acometidas trifásicas (120/240 V o 120/208 V) se realizarán mediante conductores concéntricos de aluminio tetrapolares (4 x No.6 o 4 x No.4) o conductores trenzados de aluminio cuádruplex # 1/0 hasta 336.4 kcmil

La conexión de la acometida a la línea de B.T. se realizará mediante conectores de derivación adecuados a las secciones de los conductores, limitándose a un máximo de (4) cuatro, de cada lado del poste.

6.1.2. Características particulares

Cada Proyecto Específico, diseñado basándose en el presente Proyecto Tipo, deberá aportar los documentos mostrados a continuación.

6.1.2.1. Memoria

El formato de la memoria del Proyecto Específico se ajustará al establecido en el Anexo 04 "Proyecto Específico". En ella se justificará la finalidad de la instalación, razonando su necesidad o conveniencia.

A continuación se describirá el trazado de la línea, indicando los lugares o localidades afectados.

Se pondrán de manifiesto las características particulares y la descripción de la instalación indicando la siguiente información:

- Tensión nominal.
- Frecuencia.
- Tipos de conductores.
- Zona climática de la línea.
- Tipos de postes utilizados.

Así mismo se adjuntarán una serie de tablas que mostrarán los resultados de los cálculos eléctricos y cálculos mecánicos, indicando la siguiente información técnica:

- Resistencia y reactancia por unidad de longitud.
- Corrientes de cortocircuito.



- Caídas de tensión.
- Pérdidas de potencia.
- Distancias de los conductores al terreno.
- Resumen de postes.
- Cimentaciones y retenidas.

En los casos en los que sea necesario se incluirá una relación de cruzamientos, paralelismos y demás situaciones con los datos necesarios para su localización e identificación del propietario, entidad u organismo afectado.

6.1.2.2. Planos

a. Plano de situación y emplazamiento.

El plano de situación representará el trazado de la línea en un plano a escala 1:50,000 o 1:25,000, en donde sea perfectamente identificable el emplazamiento de la línea y sus correspondientes postes. El trazado de las líneas se representará en un plano a escala de 1:2,000 o 1:1,000 según las necesidades.

En caso necesario se podrán utilizar otras escalas equivalentes a las indicadas, que muestren con el detalle necesario las instalaciones, en función de la cartografía disponible en el país.

b. Otros planos.

Cuando sea preceptivo se incluirán planos de los elementos constructivos que sean necesario (postes, cimentaciones, puesta a tierra, etc.). Además, siempre que se empleen postes o aplicaciones especiales que no estén reflejadas en este documento y sea necesaria su definición, se incluirán los correspondientes planos descriptivos.

6.1.2.3. Presupuesto

El Presupuesto del Proyecto Específico de la instalación se realizará siguiendo la estructura establecida en el apartado 7. “Presupuesto” siendo el formato del mismo el establecido en el Anexo 04 “Proyecto Específico”.

6.2. Conductores

6.2.1. Cálculo eléctrico

En el presente capítulo se indican los cálculos eléctricos a realizar en cualquier Proyecto Específico realizado según el presente Proyecto Tipo.

6.2.1.1. Intensidad máxima de cortocircuito.

Es la intensidad que no provoca ninguna disminución de las características mecánicas de los conductores, incluso después de un número elevado de



cortocircuitos. Se calcula admitiendo que el calentamiento de los conductores se realiza mediante un proceso adiabático (a calor constante).

La intensidad máxima de cortocircuito para un conductor de sección “S”, viene dada por:

$$I_{cc} = K \cdot S \cdot \sqrt{\frac{1}{t}} \quad (A)$$

Donde:

I_{cc}: Intensidad máxima de cortocircuito (A).

K: Coeficiente que depende de la naturaleza del conductor, del aislamiento y de sus temperaturas al principio y al final del cortocircuito. En este caso se toman como valores 143 para el cobre y 93 para el aluminio.

S: Sección del conductor (mm²).

t: Tiempo de duración del cortocircuito (s).

Sustituyendo los valores para las secciones normalizadas, obtenemos los valores representados en la siguiente tabla.

Tabla No. 4
Intensidad de cortocircuito admisible en conductores de Al, aislados con polietileno reticulado (A). (*)

Duración del cortocircuito(s)	Conductor	
	Al 6 AWG	Al 4 AWG
0,1	3,911	6,220
0,2	2,766	4,398
0,3	2,258	3,591
0,5	1,749	2,782
1,0	1,237	1,967
1,5	1,010	1,606
2,0	875	1,391
2,5	782	1,244
3,5	661	1,051

(*) Los conductores de fase se aíslan con polietileno reticulado (XLPE), mientras que el cable final lleva un forro de PVC.

Tabla No. 5
Intensidad de cortocircuito admisible en conductores de aluminio, aislados con polietileno reticulado (A)

Duración del cortocircuito (s)	Conductor					
	AAC 6 AWG	AAC 4 AWG	AAC 2 AWG	AAC 1/0 AWG	AAC 4/0 AWG	AAC 336,4 MCM
0,1	3,911	6,220	9,887	15,737	31,527	50,128
0,2	2,766	4,398	6,991	11,128	22,293	35,446
0,3	2,258	3,591	5,708	9,086	18,202	28,941
0,5	1,749	2,782	4,422	7,038	14,099	22,418
1,0	1,237	1,967	3,127	4,976	9,970	15,852



1,5	1,010	1,606	2,553	4,063	8,140	12,943
2,0	875	1,391	2,211	3,519	7,050	11,209
2,5	782	1,244	1,977	3,147	6,305	10,026
3,5	661	1,051	1,805	2,660	5,329	8,473

6.2.1.2. Resistencia

El valor de la resistencia por unidad de longitud, para corriente continua y a la temperatura θ , vendrá dada por la siguiente expresión:

$$R'_{\theta} = R'_{20} \cdot [1 + \alpha_{20} \cdot (\theta - 20)] \quad (\Omega/\text{km})$$

Donde:

R'_{θ} : Resistencia del conductor con corriente continua a la temperatura θ °C (Ω/km).

R'_{20} : Resistencia del conductor con corriente continua a la temperatura de 20 °C (Ω/km).

α_{20} : Coeficiente de variación de la resistividad a 20 °C en función de la temperatura. Esta variable adopta un valor de 0,00393 para el Cu suave y 0,00403 para el Al ($^{\circ}\text{C}^{-1}$).

θ : Temperatura de servicio del conductor ($^{\circ}\text{C}$).

En la tabla mostrada a continuación se observan los valores de la resistencia de los conductores normalizados en el presente Proyecto Tipo.

Tabla No. 6
Resistencia por conductor en función de la temperatura

Conductor	R'_{20} (Ω/km)	R'_{75} (Ω/km)	R'_{90} (Ω/km)
Conc. 6 AWG	2.17	2.639	2.769
Conc. 4 AWG	1.36	1.661	1.744
AAC 6 AWG	2.17	2.639	2.769
AAC 4 AWG	1.36	1.66	1.74
AAC 2 AWG	0.86	1.051	1.103
AAAC #2 AWG	0.854	1.220	1.281
AAC 1/0 AWG	0.539	0.658	0.691
AAAC 1/0 AWG	0.536	0.765	0.803
AAC 4/0 AWG	0.269	0.329	0.345
AAAC 4/0 AWG	0.267	0.381	0.400
AAC 336,4 kcmil	0.169	0.206	0.217

En los conductores concéntricos se toma la resistencia del neutro igual a la de las fases, por ser los valores muy parecidos.



Para los cálculos del presente Proyecto Tipo despreciamos el efecto pelicular, y por lo tanto, suponemos equivalentes los valores de resistencia del conductor con corriente continua y con corriente alterna.

6.2.1.3. Reactancia inductiva

La reactancia “X” del conductor varía con el diámetro y la separación de los conductores.

En el caso de los conductores trenzados en haz se adopta el valor de “X” igual a 0,1 Ω/km , que se puede introducir en los cálculos sin error apreciable.

Este valor también se puede emplear para los cálculos relativos a los conductores concéntricos de cobre debido a que en éstos el valor real de la reactancia será incluso menor.

6.2.1.4. Caída de tensión

Dadas las características particulares de distribución será necesario tener en cuenta la caída de tensión que se produce en la línea, debido a la propia resistencia de los conductores.

Los cálculos serán aplicables a un tramo de línea, siendo la caída total de tensión la suma de las caídas en cada uno de los tramos intermedios.

La aplicación de este método permite llegar a resultados aproximados muy útiles cuando se quieren tantear diferentes soluciones con distintas configuraciones de línea. Se supone que la carga está concentrada en el punto final de cada tramo de línea.

Podemos expresar la caída de tensión en una línea trifásica equilibrada como:

$$\Delta U = 1000 \cdot \frac{(R + X \cdot \text{tg} \varphi)}{U} \cdot P \cdot L \quad (\text{V})$$

La caída de tensión relativa, en tanto por ciento, se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$e = 10^5 \cdot \frac{(R + X \cdot \text{tg} \varphi)}{U^2} \cdot P \cdot L \quad (\%)$$

Siendo:

ΔU : Caída de tensión (V).

e: Caída de tensión relativa (%).

R: Resistencia del conductor (Ω/km).



X: Reactancia del conductor (Ω/km).

ϕ : Desfase entre tensión e intensidad.

U: Tensión entre fases (V).

P: Potencia consumida por la carga alimentada por la línea (kW).

L: Longitud del tramo de línea (km).

Al producto $M = P \cdot L$ se le denomina momento eléctrico de la carga “P”, situada a la distancia “L” del origen de la energía.

Para una línea monofásica la caída de tensión se obtendrá mediante la siguiente expresión:

$$\Delta U = 1000 \cdot \frac{[(R_f + R_n) + (2 \cdot X \cdot \text{tg} \phi)]}{U} \cdot P \cdot L \quad (\text{V})$$

Y la caída de tensión relativa en tanto por ciento:

$$e = 10^5 \cdot \frac{[(R_f + R_n) + (2 \cdot X \cdot \text{tg} \phi)]}{U^2} \cdot P \cdot L \quad (\%)$$

Donde:

ΔU : Caída de tensión (V).

e: Caída de tensión relativa (%).

R_f : Resistencia del conductor de fase (Ω/km).

R_n : Resistencia del conductor de neutro (Ω/km).

X: Reactancia del conductor (Ω/km).

ϕ : Desfase entre tensión e intensidad.

U: Tensión entre fases (V).

P: Potencia consumida por la carga alimentada por la línea (kW).

L: Longitud del tramo de línea (km).

En el caso de las líneas monofásicas bitensión (120/240 V) a tres hilos se considerará la carga equilibrada y por lo tanto, equivalente a una línea monofásica a 240 V.

En las siguientes tablas se muestran los valores de caída de tensión para los diferentes conductores y tensiones, en función de la potencia consumida por las cargas y de la longitud del tramo de línea.



Tabla No. 7
Valores de Caída de Tensión Conductores de Acometida.

Conductor	Tensión	Caída de tensión Conductores de acometida (e%) (*)		
		cos φ = 0,8	cos φ = 0,9	cos φ = 1
Circuito Monofásico				
Conc. 2 x No.6	120 V	39.50·P·L	39.14·P·L	38.46·P·L
Conc. 3 x No.6	240 V	9.88·P·L	9.78·P·L	9.62·P·L
Conc. 3 x No.4		6.31·P·L	6.22·P·L	6.05·P·L
Dúplex 6	120 V	39.50·P·L	39.14·P·L	38.46·P·L
Tríplex 6	240 V	9.88·P·L	9.78·P·L	9.62·P·L
Triplex 4	240 V	6.31·P·L	6.22·P·L	6.05·P·L
Circuito Trifásico				
Conc. 4 x No.6	208 V	6.57·P·L	6.51·P·L	4.81·P·L
	240 V	4.94·P·L	4.89·P·L	6.40·P·L
Conc. 4 x No.4	208 V	4.20·P·L	4.14·P·L	3.03·P·L
	240 V	3.16·P·L	3.11·P·L	4.03·P·L

Tabla No. 8
Valores de Caída de Tensión Conductores de Línea.

Conductor	Tensión	Caída de tensión Conductores de línea (e%) (*)		
		$\cos \varphi = 0,8$	$\cos \varphi = 0,9$	$\cos \varphi = 1$
		Circuito Monofásico		
Tríplex #2	240 V	4.40·P·L	4.31·P·L	4.14·P·L
Tríplex 1/0		2.85·P·L	2.76·P·L	2.59·P·L
Tríplex 4/0		1.55·P·L	1.46·P·L	1.29·P·L
Circuito Trifásico				
Cuádruplex 1/0	208 V	1,77·P·L	1,71·P·L	1,60·P·L
	240 V	1,33·P·L	1,28·P·L	1,20·P·L
Cuádruplex 4/0	208 V	0,97·P·L	0,91·P·L	0,80·P·L
	240 V	0,73·P·L	0,68·P·L	0,60·P·L
Cuádruplex 336,4	208 V	0,67·P·L	0,61·P·L	0,50·P·L
	240 V	0,51·P·L	0,46·P·L	0,38·P·L

(*) Los valores de la impedancia de la línea (Z) utilizados en la realización de estas tablas se han calculado utilizando el valor de la resistencia del conductor a 90°C.

En el apartado 6.6.1. del presente documento se muestra la gráfica que indica la caída de tensión máxima para un número dado de cargas iguales y equidistantes en función de la potencia y la distancia entre ellas.

6.2.1.5. Potencia a transportar

La potencia máxima que puede transportar la línea vendrá limitada por la intensidad máxima admisible del conductor, mostrada en el apartado



6.1.1.1., y por la caída de tensión máxima fijada en +/- 5 % en zona rural y urbana.

El transformador tendrá tomas de regulación de $\pm 5 \%$ y $\pm 2,5 \%$.

- a. La caída de tensión máxima admisible sea menor o igual que la diferencia entre la tensión nominal del transformador y la tensión mínima admitida en el punto de entrega de energía al cliente (final de la acometida), por el ente regulador de cada país.

En este caso se admitirá una caída de tensión en acometidas hasta un 1,6 %. La máxima potencia de transporte de un circuito de una línea trifásica equilibrada, limitada por la intensidad máxima admisible, se determinará mediante la siguiente expresión:

$$P_{\max} = \frac{\sqrt{3} \cdot U \cdot I_{\max} \cdot \cos \varphi_m}{1000} \quad (\text{kW})$$

Siendo:

$P_{\max}$: Potencia máxima que puede transportar la línea (kW).

U: Tensión nominal entre fases de la línea (V).

$I_{\max}$: Intensidad máxima admisible del conductor (A).

$\cos \varphi_m$: Factor de potencia medio de las cargas receptoras.

En el caso de una línea monofásica, la expresión que se utiliza para calcular la máxima potencia de transporte es la siguiente:

$$P_{\max} = \frac{U \cdot I_{\max} \cdot \cos \varphi_m}{1000} \quad (\text{kW})$$

Siendo:

$P_{\max}$: Potencia máxima que puede transportar la línea (kW).

U: Tensión nominal de la línea (V).

$I_{\max}$: Intensidad máxima admisible del conductor (A).

$\cos \varphi_m$: Factor de potencia medio de las cargas receptoras.

En las siguientes tablas aparecen los valores de potencia máxima para circuitos monofásicos y trifásicos, limitada únicamente por la intensidad



máxima admisible del conductor, para los distintos niveles de tensión y para factores de potencia de 0,8, 0,9 y 1.

Tabla No. 9
Potencia máxima limitada por intensidad máxima (kW)

Conductores de Acometida				
Conductor	Tensión	$\cos \varphi = 0,8$	$\cos \varphi = 0,9$	$\cos \varphi = 1$
Circuito Monofásico				
Conc. 2 x #6	120 V	7.2	8.1	9.0
Conc. 3 x #6	240 V	14.4	16.2	18.0
Conc. 3 x #4		18.2	20.5	23,9
Dúplex #6	120 V	8.2	9.6	10,2
Tríplex #6	240 V	16.3	18.36	20,4
Triplex #4	240 V	18.2	20.5	23,9
Circuito Trifásico				
Conc. 4 x #6	208 V	21.6	24.3	27.0
	240 V	24.9	28.1	31.2
Conc. 4 x #4	208 V	27.4	30.8	34.2
	240 V	31.6	35.5	39.5

Tabla No. 10
Potencia máxima limitada por intensidad máxima (kW)

Conductores de línea y acometida				
Conductor	Tensión	cos φ = 0,8	cos φ = 0,9	cos φ = 1
Circuito monofásico				
Tríplex 2	240 V	28.8	32,4	36.0
Tríplex 1/0		39.4	44,3	49.2
Tríplex 4/0		57.6	64.8	72.0
Circuito trifásico				
Cuádruplex 1/0	208 V	51.9	58.4	64.9
	240 V	59.9	67.3	74.8
Cuádruplex 4/0	208 V	79.3	89.2	99.1
	240 V	91.5	102.9	114.3
Cuádruplex 336,4	208 V	106.6	119.9	133.3
	240 V	123.0	138.4	153.8

6.2.1.6. Pérdidas de potencia

Las pérdidas de potencia en una línea serán las debidas al efecto Joule causado por la resistencia de la misma. Para una línea trifásica o monofásica vendrán dadas, respectivamente, por las siguientes expresiones:



$$p = 3 \cdot R_f \cdot L \cdot I^2 \quad (W)$$

$$p = (R_f + R_n) \cdot L \cdot I^2 \quad (W)$$

Donde:

p: Pérdidas de potencia de la línea (W).

R_f: Resistencia del conductor de fase por kilómetro (Ω/km).

R_n: Resistencia del conductor neutro por kilómetro (Ω/km).

L: Longitud de la línea (km).

I: Intensidad de la línea (A).

La potencia transportada por la línea, para el caso de una línea trifásica, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi \quad (W)$$

Mientras que para una línea monofásica la expresión se muestra a continuación:

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi \quad (W)$$

Siendo:

P: Potencia transportada por la línea (W).

U: Tensión entre fases de la línea (V).

I: Intensidad de la línea (A).

cos φ: Factor de potencia de la línea.

El porcentaje de potencia perdida en la línea vendrá dado por el cociente entre la potencia perdida y la potencia transportada. De esta manera se obtiene la siguiente expresión:

$$\Delta P = \frac{p}{P} \cdot 100 = 100 \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot R_f \cdot L \cdot I}{U \cdot \cos \varphi} \quad (\%)$$



Sustituyendo el valor de la intensidad:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} \quad (A)$$

Finalmente, se deduce la expresión final:

$$\Delta P = 100 \cdot \frac{P \cdot R_f \cdot L}{U^2 \cdot \cos^2 \varphi} \quad (\%)$$

Siendo:

P: Potencia consumida (W).

R_f: Resistencia del conductor de fase por kilómetro (Ω/km).

L: Longitud de la línea (km).

U: Tensión entre fases de línea (V).

cos φ: Factor de potencia de la línea.

De forma análoga, para el caso de una línea monofásica obtenemos los siguientes resultados.

$$\Delta P = 100 \cdot \frac{P \cdot (R_f + R_n) \cdot L}{U^2 \cdot \cos^2 \varphi} \quad (\%)$$

En las siguientes tablas se muestran los porcentajes de pérdida de potencia en función de la potencia y de la distancia, para las dos tensiones objeto de este proyecto y para varios valores del factor de potencia.

Tabla No. 11
Porcentaje de Potencia Pérdida – Conductores de Acometida (*)

Conductor	Tensión	Pérdida de potencia (%)		
		cos φ = 0,8	cos φ = 0,9	cos φ = 1
Circuito Monofásico				
Conc. 2 x No.6	120 V	60.1·10 ⁻³ ·P·L	47.5·10 ⁻³ ·P·L	38.4·10 ⁻³ ·P·L
Conc. 3 x No.6	240 V	15.02·10 ⁻³ ·P·L	11.8·10 ⁻³ ·P·L	9.62·10 ⁻³ ·P·L
Conc. 3 x No. 4		9.45·10 ⁻³ ·P·L	7.47·10 ⁻³ ·P·L	6.05·10 ⁻³ ·P·L
Dúplex 6	120 V	60.1·10 ⁻³ ·P·L	47.5·10 ⁻³ ·P·L	38.5·10 ⁻³ ·P·L
Tríplex 6	240 V	30.0·10 ⁻³ ·P·L	23.7·10 ⁻³ ·P·L	19.2·10 ⁻³ ·P·L
Tríplex 4	240 V	9.45·10 ⁻³ ·P·L	7.47·10 ⁻³ ·P·L	6.05·10 ⁻³ ·P·L
Circuito Trifásico				
Conc. 4 x No.6	208 V	10.0·10 ⁻³ ·P·L	7.90·10 ⁻³ ·P·L	6.40·10 ⁻³ ·P·L
	240 V	7.51·10 ⁻³ ·P·L	5.94·10 ⁻³ ·P·L	4.81·10 ⁻³ ·P·L
Conc. 4 x No.4	208 V	62.9·10 ⁻³ ·P·L	4.97·10 ⁻³ ·P·L	4.03·10 ⁻³ ·P·L
	240 V	4.73·10 ⁻³ ·P·L	3.74·10 ⁻³ ·P·L	3.03·10 ⁻³ ·P·L

(*) En la realización de esta tabla se ha utilizado el valor de la resistencia del conductor a 90 °C (R₅₀).

Tabla No. 12



Porcentaje de Potencia Pérdida–Conductores de Línea y Acometida (*).

Conductor	Tensión	Pérdida de potencia (%)		
		cos φ = 0,8	cos φ = 0,9	cos φ = 1
Circuito Monofásico				
Tríplex 2	240 V	6.46.10 ⁻³ .P.L	19.5.10 ⁻³ .P.L	4.14.10 ⁻³ .P.L
Tríplex 1/0		4.05.10 ⁻³ .P.L	31.2.10 ⁻³ .P.L	2.59.10 ⁻³ .P.L
Tríplex 4/0		2.02.10 ⁻³ .P.L	62.6.10 ⁻³ .P.L	1.29.10 ⁻³ .P.L
Circuito Trifásico				
Cuádruplex 1/0	208 V	2.49.10 ⁻³ .P.L	1.97.10 ⁻³ .P.L	1.59.10 ⁻³ .P.L
	240 V	1.88.10 ⁻³ .P.L	1.48.10 ⁻³ .P.L	1.20.10 ⁻³ .P.L
Cuádruplex 4/0	208 V	1.24.10 ⁻³ .P.L	0.98.10 ⁻³ .P.L	0.79.10 ⁻³ .P.L
	240 V	9.36.10 ⁻³ .P.L	0.74.10 ⁻³ .P.L	0.59.10 ⁻³ .P.L
Cuádruplex 336,4	208 V	0.78.10 ⁻³ .P.L	0.62.10 ⁻³ .P.L	0.50.10 ⁻³ .P.L
	240 V	0.58.10 ⁻³ .P.L	0.46.10 ⁻³ .P.L	0.37.10 ⁻³ .P.L

(*) En la realización de esta tabla se ha utilizado el valor de la resistencia del conductor a 90 °C (R_{50}).

Para determinar el porcentaje de pérdidas de potencia, en el caso de varias cargas conectadas a diferentes distancias, se realizará el sumatorio de cada uno de los productos, tal y como se muestra en la siguientes expresión.

$$\Delta P = 100 \cdot \frac{R_f \cdot \sum_{i=1}^n P_i \cdot L_i}{U^2 \cdot \cos^2 \varphi} \quad (\%)$$

$$\Delta P = 100 \cdot \frac{(R_f + R_n) \cdot \sum_{i=1}^n P_i \cdot L_i}{U^2 \cdot \cos^2 \varphi} \quad (\%)$$

En el apartado 6.6 del presente documento se indican de forma gráfica las pérdidas de potencia.

6.2.1.7. Niveles de potencia

Para la realización de los cálculos para el diseño de las redes de B.T. se emplearán los niveles de potencia definidos en la siguiente tabla:

- Red rural



Nivel de electrificación:

- Bajo: 0,9 kW.
- Medio: 1,6 kW.
- Alto: 2,4 kW.

- Red urbana

Nivel de electrificación:

- Bajo: 3,6 kW.
- Medio: 4,8 kW.
- Alto: 6 kW.
- Cliente singular.

En el caso de existir alguna vivienda o edificio con un grado de electrificación clasificado como cliente singular (mayor de 6 kW), para el cálculo se considerarán las potencias reales. Asimismo, las áreas suburbanas de nivel bajo se considerarán como rurales.

6.2.1.8. Coeficientes de simultaneidad

Para el cálculo de las caídas de tensión en las redes se considerará que las cargas los usuarios no estarán conectadas de forma simultánea.

Los coeficientes de simultaneidad en función del número de suministro de la línea son los que muestra la siguiente tabla.

Tabla No. 13
Coeficientes de Simultaneidad

Número de suministros	1	2 a 4	5 a 15	> 15
Ns	1	0,8	0,6	0,4

6.2.2. Cálculo mecánico

En este apartado se indican los cálculos mecánicos de conductores a realizar en cualquier Proyecto Específico realizado según el presente Proyecto Tipo, ver referencia en proyecto tipo de líneas aéreas de media tensión con conductor desnudo.

Los conductores normalizados utilizados en el presente Proyecto Tipo son de dos tipos: homogéneos y heterogéneos. Dentro de los homogéneos se encuentran aquellos que están compuestos sólo de aluminio (AAC), tanto los conductores de fase como el conductor neutro. En el grupo de los heterogéneos se encuadran



aquellos en los que los conductores de fase son de aluminio (AAC) y los conductores neutros de aleación de aluminio (AAAC).

Se debe observar que cuando los conductores sean homogéneos de aluminio, la pinza de anclaje abrazará a todo el conjunto de conductores y, por lo tanto, se tendrán en cuenta las características mecánicas del conjunto en lugar de las de cada conductor. Para el resto de los conductores se utiliza una pinza de anclaje que sujeta únicamente al neutro. En este caso sólo se considerarán las características mecánicas del neutro fiador.

Los tenses y flechas con los que debe ser tendido el conductor dependen de la longitud del vano y de la temperatura del conductor en el momento del tendido, de forma que, al variar ésta, el tense del conductor en las condiciones más desfavorables no sobrepase los límites establecidos.

Los conductores de B.T. se situarán sobre los mismos postes que soportan las líneas de media tensión o sobre postes independientes, es decir, sólo para B.T., cuando sea necesario.

6.2.2.1. Hipótesis de cálculo

Teniendo en cuenta que este Proyecto Tipo será de aplicación en distintas áreas geográficas con diferentes condiciones climáticas, se definen tres zonas diferentes, fijándose para cada una de ellas las hipótesis de cálculo a considerar. Estas zonas son:

Área A-Zona 1: Será de aplicación en las zonas con velocidades del viento de 115 km/h con altitudes inferiores a los 1,000 m.

Área A-Zona 2: Se aplicará cuando las líneas se instalen en zonas con velocidades del viento de 115 km/h con altitudes superiores a los 1,000 m.

Área B-Zona 1: Será de aplicación en las zonas con velocidades del viento de 140 km/h con altitudes inferiores a los 1,000 m.

Área B-Zona 2: Se aplicará cuando las líneas se instalen en zonas con velocidades del viento de 140 km/h con altitudes superiores a los 1,000 m.



Tabla 14.
Hipótesis de Diseño

Condición		Área A				Área B			
		Velocidad de viento 115 km/h				Velocidad de viento 140 km/h			
		Zona 1		Zona 2		Zona 1		Zona 2	
		Altitud menor de 1000 m		Altitud mayor de 1000 m		Altitud menor de 1000 m		Altitud mayor de 1000 m	
		Temperatura	Sobrecarga	Temperatura (3)	Sobrecarga	Temperatura	Sobrecarga	Temperatura (3)	Sobrecarga
Tracción máxima	Hipótesis viento	20 °C	Presión de viento de 62,38 daN/m ² (1)	10 °C	Presión de viento de 62,38 daN/m ² (1)	20 °C	Presión de viento de 92,45 daN/m ² (2)	10 °C	Presión de viento de 92,45 daN/m ² (2)
	Hipótesis temperatura	15 °C	Ninguna	2 °C	Ninguna	15 °C	Ninguna	2 °C	Ninguna
Flecha máxima	Hipótesis temperatura máxima	50 °C	Ninguna	25 °C	Ninguna	50 °C	Ninguna	25 °C	Ninguna
	Hipótesis temperatura máxima Excepcional.	75 °C	Ninguna	35 °C	Ninguna	75 °C	Ninguna	35 °C	Ninguna
Flecha mínima	Hipótesis temperatura	15 °C	Ninguna	2 °C	Ninguna	15 °C	Ninguna	2 °C	Ninguna
CHS		18 °C	Ninguna	5 °C	Ninguna	18 °C	Ninguna	5 °C	Ninguna
EDS		28 °C	Ninguna	14 °C	Ninguna	28 °C	Ninguna	14 °C	Ninguna

(1) Sobrecarga por viento de 62,38 (daN/m²) para una velocidad de viento de 115 km/h.

(2) Sobrecarga por viento de 92,45 (daN/m²) para una velocidad de viento de 140 km/h.

(3) Temperaturas para zonas a altitud > a 1000 msnm.



Se calcularán las tensiones máximas de los conductores para las hipótesis de tracción máxima (hipótesis de viento y de temperatura), CHS (Cold Hours Stress), EDS (Everyday Stress), flecha máxima y flecha mínima.

6.2.2.2. Diámetro del haz

Para los cálculos mecánicos es necesario conocer el diámetro real aproximado de los conductores que empleamos en este Proyecto Tipo. Este diámetro es una característica fundamental para calcular el esfuerzo que, debido a la acción del viento, transmiten los conductores de baja tensión a los postes.

Para determinar este diámetro hay que conocer el diámetro de cada conductor (incluido el aislamiento), tanto de fase como neutro, y aplicar unos coeficientes en función de la configuración del mismo, dependiendo si es dúplex, tríplex o cuádruplex.

En la siguiente tabla se muestran los diámetros aparentes del haz empleados en los cálculos mecánicos.

Tabla No. 15
Diámetro a Considerar a Efectos de Viento Conductores de Línea.

Conductor	Diámetro aparente aprox. (mm)
Tríplex #2	23,0
Tríplex 1/0	27,0
Cuádruplex 1/0	33,0
Tríplex 4/0	35,0
Cuádruplex 4/0	40,0
Cuádruplex 336,4	49,0

6.2.2.3. Coeficientes de sobrecarga

Se definen los coeficientes de sobrecarga (Q) como el cociente entre el peso aparente (p_a) y el peso normal (p) de los conductores. A continuación se deducen los citados coeficientes:

$$P_v = 0.613 \cdot v^2$$

Donde:

v : Velocidad del viento en (m/sg)

$$P_c = p_v \cdot d \left(\frac{daN}{m} \right)$$



Proyecto Tipo Líneas Aéreas de Baja Tensión

Área A (Viento 115 km/h)

La sobrecarga (p_v) se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$P_c = 62,5 \cdot d \cdot 10^{-3} \quad (\text{daN/m})$$

Área B (Viento 140 km/h)

$$P_c = 92,70 \cdot d \cdot 10^{-3} \quad (\text{daN/m})$$

Siendo en los dos casos:

P_c: Fuerza por unidad de longitud del viento sobre el conductor (daN/m).

d: Diámetro aparente del haz (mm).

El peso aparente se obtiene mediante la expresión mostrada a continuación:

$$p_a = \sqrt{p^2 + p_c^2} \quad (\text{daN/m})$$

Donde:

p_a: Fuerza por unidad de longitud o peso aparente del conductor con condiciones de sobrecarga (daN/m).

p: Peso por unidad de longitud del conductor (daN/m).

p_v: Fuerza por unidad de longitud del viento sobre el conductor (daN/m).

Teniendo en cuenta las dimensiones de los distintos conductores se obtienen los resultados expuestos en la siguiente tabla:

Tabla No. 16
Coeficientes de Sobrecarga – Conductores de Línea

Conductor	D (mm)	Área	P (daN/m)	p _{vc} (daN/m)	p _a (daN/m)	Q (p _a /p)
Tríplex - 2	≈ 23	A	≤ 0,351	1.43	1.47	4.18
		B		2.13	2.15	6.12
Tríplex - 1/0	≈ 27	A	≤ 0,631	1.69	1.80	2.85
		B		2.50	2.58	4.09
Cuádruplex - 1/0	≈ 33	A	≤ 0,870	2.06	2.24	2.57
		B		3.06	3.18	3.66
Tríplex - 4/0	≈ 35	A	≤ 1,189	2.19	2.49	2.09
		B		3.24	3.45	2.90
Cuádruplex - 4/0	≈ 40	A	≤ 1,570	2.50	2.95	1.88
		B		3.71	4.03	2.56
Cuádruplex – 336,4	≈ 49	A	≤ 2,257	3.06	3.80	1.68
		B		4.54	5.07	2.25



Proyecto Tipo Líneas Aéreas de Baja Tensión

6.2.2.4. Características mecánicas

Las tensiones máximas que son capaces de soportar cada uno de los conductores aparecen reflejadas en la siguiente tabla:

Tabla No. 17
Características Mecánicas de los Conductores de Línea

Conductor	Carga de rotura (daN) ⁽¹⁾	Coef. de seguridad	Carga máxima admisible (daN)
Tríplex - 2	1,067	3	356
Tríplex - 1/0	1,699		566
Cuádruplex - 1/0	1,699		566
Tríplex - 4/0	3,780		1,260
Cuádruplex - 4/0	3,780		1,260
Cuádruplex - 336,4	3,265		1,088

(1) La columna denominada carga de rotura indica la resistencia mecánica del conductor neutro de AAAC.

Una vez conocidas las cargas de rotura máximas admisibles por cada conductor, se eligen las siguientes tensiones máximas para el tendido de los diversos haces. Los valores seleccionados se muestran en la tabla siguiente:

Tabla No. 18
Tensiones Máximas – Conductores de Línea y Acometida.

Conductor	350 daN	500 daN	800 daN
Tríplex - 2	***		
Tríplex - 1/0	***	***	
Cuádruplex – 1/0	***	***	
Tríplex – 4/0		***	***
Cuádruplex – 4/0		***	***
Cuádruplex – 336,4		***	***

6.2.2.5. Tenses y flechas de tendido

La ecuación del cambio de condiciones permite calcular la tensión a la que estará sometido un conductor en unas condiciones determinadas de temperatura y sobrecarga, partiendo de una tensión hallada previamente para unas condiciones iniciales.

Estas condiciones de partida se fijarán teniendo en cuenta conjuntamente las distintas hipótesis aparecidas en la tabla No. 14 del apartado 6.2.2.1



del presente documento, de forma que la situación inicial será la que establezca las condiciones más desfavorables.

Las tablas de cálculo mecánico de conductores se determinarán empleando la ecuación de cambio de condiciones para un vano nivelado:

$$T_{02}^3 + T_{02}^2 \cdot \left[\alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1) \cdot S \cdot E + \frac{a^2 \cdot p_1^2 \cdot S \cdot E}{24 \cdot T_{01}^2} - T_{01} \right] = \frac{a^2 \cdot p_2^2 \cdot S \cdot E}{24}$$

El cálculo de la flecha para vanos nivelados se determinará mediante la siguiente expresión:

$$f_2 = \frac{T_{02}}{p_2} \cdot \left[\cosh \left(\frac{a \cdot p_2}{2 \cdot T_{02}} \right) - 1 \right] \quad (\text{m})$$

Siendo:

T₀₂: Componente horizontal de la tensión del conductor en las condiciones finales (daN).

T₀₁: Componente horizontal de la tensión del conductor en las condiciones iniciales (daN).

α: Coeficiente de dilatación del conductor (°C⁻¹).

θ₂: Temperatura del conductor en las condiciones finales (°C).

θ₁: Temperatura del conductor en las condiciones iniciales (°C).

S: Sección total del conductor (mm²).

E: Módulo de elasticidad del conductor (daN/mm²).

a: Longitud del vano medido en la dirección longitudinal (m).

p₁: Peso aparente del conductor en las condiciones iniciales (daN/m).

p₂: Peso aparente del conductor en las condiciones finales (daN/m).

f₂: Flecha del conductor (m).

Al referirnos al peso aparente del conductor hay que tener en cuenta las sobrecargas que están actuando sobre él en ese momento.

Sustituyendo los valores en las condiciones iniciales se llega a una ecuación de tercer grado en función de T₂, θ₂ y p₂. De esta forma, para cada temperatura final θ₂ y peso aparente final p₂ predeterminados, se obtienen los valores de tensión final T₂ y, en consecuencia, una flecha final f₂.



6.2.2.6. Vanos ideales de regulación

Como el haz de conductores suele tensarse entre una serie de vanos consecutivos entre dos postes de amarre, en el momento del tendido se igualan todas las tensiones en dichos vanos.

En condiciones extremas las tensiones son idénticas para todos esos vanos, mientras que en otras condiciones se producen diferencias de tense que son absorbidas por los postes de suspensión.

Por lo tanto, el comportamiento de la componente horizontal de la tensión del conductor en un cantón de la línea se puede asemejar al comportamiento del mismo conductor en un único vano tipo llamado vano ideal de regulación. Este vano representativo se calcula mediante la siguiente expresión:

$$k = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{a_i'^3}{a_i^2}}{\sum_{i=1}^n \frac{a_i'^2}{a_i}}$$

$$a_i' = \sqrt{a_i^2 + b_i^2} \quad (m)$$

Donde:

a_i: Longitud del vano i medido en la dirección longitudinal (m).

b_i: Desnivel del vano i medido en la dirección vertical (m).

La longitud del vano ideal de regulación se determinará mediante la siguiente expresión:

$$a_r = k \sqrt{\frac{\sum a_i^3}{\sum \frac{a_i'^2}{a_i}}} \quad (m)$$

Al operar de este modo, el valor de las flechas en los vanos que no sean el de regulación no será el indicado en las tablas, sino que deberá corregirse multiplicándolo por la relación:



$$\delta = \frac{T}{T_r}$$

Siendo:

δ : Coeficiente de corrección.

T: Tensión del conductor en el vano considerado (daN).

T_r: Tensión del conductor en el vano de regulación (daN).

Una vez calculada la tensión real del conductor en el vano objeto de estudio, se determina el valor real de la flecha en dicho vano.

6.2.2.7. Tablas de regulación

Las tablas de regulación indican las flechas y tensiones con las que debe ser instalado el conductor en función de la temperatura ambiente y sin actuar sobrecarga alguna.

A diferencia del tendido, se tendrá en cuenta el desnivel existente entre los postes que constituyen cada vano.

La componente horizontal de la tensión de cada cantón se calculará mediante la ecuación de cambio de condiciones establecida en el apartado 5.2.2.4, para el vano ideal de regulación correspondiente.

Las flechas de cada vano del cantón se determinarán mediante la siguiente expresión:

$$f = \frac{T_{mi}}{p} \cdot \left[\cosh\left(\frac{a_i}{2 \cdot H}\right) - 1 \right] \quad (m)$$

Donde:

f: Flecha (m).

T_{mi}: Tensión del conductor en el punto medio del vano i (daN).

p: Fuerza por unidad de longitud o peso aparente (daN/m).

a_i: Longitud del vano i medido en la dirección longitudinal (m).

H: Parámetro de la catenaria (m).

6.3. Postes

En el presente apartado se mostrarán todas las características de los postes además del método de cálculo empleado.

Las líneas de B.T. se instalarán:

- Sobre postes existentes que soporten líneas de M.T.



En este caso se calcularán los esfuerzos suplementarios a los que se verán sometidos los postes debido a la instalación de la línea de B.T., según se describe en el apartado 6.2.2 de esta Memoria. Estos esfuerzos se sumarán a los que ya soporte el poste, descritos en el Proyecto Tipo de líneas eléctricas aéreas de 13,2 y 34,5 kV.

Se debe asegurar que el poste es capaz de soportar las solicitaciones mecánicas provocadas por la nueva línea.

- Sobre postes nuevos que sólo soporten líneas de B.T.

Se deben calcular los esfuerzos transmitidos a los postes por la línea de B.T. según se describe en el apartado 6.3.5 de la presente Memoria. En función de los resultados se seleccionará el poste más adecuado.

6.3.1. Clasificación de los postes

Los postes se clasificarán según su función, quedando definidas las siguientes categorías:

- AL: Postes de alineación.
- AG: Postes de ángulo.
- AC: Postes de estrellamiento.
- FL: Postes de fin de línea.

Se debe tener en cuenta que en la mayoría de los casos los postes pueden soportar líneas de M.T., de comunicación, etc. además de las líneas de B.T. que se vayan a incorporar. En consecuencia, un poste puede ser de alineación atendiendo a la línea de M.T. y fin de línea atendiendo a la línea de B.T.

Normalmente en líneas de B.T. las cargas permanentes tendrán muy poca influencia y, en general, se podrá prescindir de ellas en el cálculo.

6.3.2. Utilización de los postes

Cuando las líneas de B.T. se instalen sobre postes nuevos se utilizarán los postes normalizados, indicados en el siguiente apartado.

En casos excepcionales, se permite el uso de postes con características dimensionales y mecánicas diferentes a las citadas en este documento.

6.3.2.1. Postes de hormigón, metálicos, y fibra de vidrio.

Para la construcción de nuevas líneas se utilizarán postes de hormigón pretensado centrifugado o vibrado, Chapa metálica, y Fibra de Vidrio de 9 y 10.5 m de altura.

Las características de dichos postes se describen en la Especificación de Materiales correspondiente.



6.3.3. Cimentaciones

Cuando por las características particulares de la línea no se puedan utilizar los postes existentes se emplearán los postes previstos en el apartado 6.3.2. Las cimentaciones de dichos postes se realizarán como se indica en este apartado 6.9 de la memoria de líneas aéreas de media tensión en conductor desnudo.

6.3.4. Puesta a tierra

Se colocarán puestas a tierra del conductor neutro con objeto de limitar las tensiones que puedan aparecer respecto a tierra

6.3.4.1. Puesta a tierra del neutro

Cuando se instale la red de baja tensión sobre postes existentes, se conectará el conductor neutro de la línea de B.T. con el conductor neutro de la línea de M.T. (en el caso de haberlo) en cada poste.

Las características de la puesta a tierra del neutro varían en función del tipo de instalación:

-Red de B.T. instalada sobre postes existentes.

El conductor neutro de la red de BT estará puesto a tierra en varios puntos, a saber:

- En todos los postes que soporten un centro de transformación.
- En todos los postes fin de línea.

-Red de B.T. independiente instalada sobre nuevos postes.

Cuando se realice el tendido de la red de B.T. sobre nuevos postes, el conductor neutro estará puesto a tierra:

- En todos los postes de fin de línea.
- En todos los postes que soporten un centro de transformación.
- En los postes desde los que arranque una derivación importante.
- Se garantizará un mínimo de una puesta a tierra del conductor neutro cada 200 metros de longitud de la línea.

6.3.4.2. Elementos constitutivos de la instalación de puesta a tierra

Los elementos que constituyen la instalación de puesta a tierra serán:

-Línea de tierra.

-Electrodo de puesta a tierra.

La línea de tierra es el conductor que une el electrodo de puesta a tierra con el punto de la línea que ha de conectarse a tierra.



Como conductor de puesta a tierra se empleará un conductor de cobre desnudo No.2 AWG. Sus características están definidas en la correspondiente Especificación Técnica.

Los electrodos serán picas con alma de acero y recubrimiento de cobre, de una longitud de 2.44 metros (8 pies). Estas picas de cobre-acero están definidas en la correspondiente Especificación de Materiales.

La pica de puesta a tierra se hincará en la proximidad del poste. El extremo superior de cada pica deberá penetrar tanto como sea posible por debajo del nivel de humedad permanente, con un mínimo de 0,5 metros por debajo de la superficie del terreno. A esta profundidad irá también la línea de tierra que conecte las picas con el poste.

6.3.4.3. Conexiones entre la línea de tierra y los electrodos de puesta a tierra.

Los conductores de los circuitos de tierra tendrán un buen contacto eléctrico, tanto con las partes metálicas que se deseen poner a tierra como con el electrodo. Las conexiones de la línea de tierra con los electrodos se efectuarán por medio de conectores de compresión. En líneas de BT la resistencia de puesta a tierra no puede ser mayor de 25 ohms.

La línea de enlace con el electrodo deberá ser lo más corta posible y sin cambios bruscos de dirección (ángulos cerrados o esquinas), no debiendo estar sujeta a esfuerzos mecánicos.

6.3.4.4. Gradiente de potencial

Se tomarán las precauciones necesarias para que en ningún caso el gradiente de potencial en la superficie del terreno pueda ser perjudicial a personas o animales.

Siempre se debe garantizar que las tensiones de paso, contacto y transferidas en caso de una falta de tierra no superen las máximas permitidas.

6.3.5. Cálculo mecánico de los postes

Los cálculos descritos a continuación se tendrán en cuenta en la construcción de nuevas líneas cuando no se empleen postes existentes.

Los postes utilizados serán los descritos en el apartado 5.3.2 del presente documento.

6.3.5.1. Definición de esfuerzo nominal

La resistencia mecánica de un poste vendrá determinada por su esfuerzo nominal. Se define el citado esfuerzo como aquél que es capaz de soportar el poste en la dirección principal, normal a su eje y aplicada a la distancia de la cabeza/superficie indicada en las normas correspondientes.



Proyecto Tipo Líneas Aéreas de Baja Tensión

6.3.5.2. Hipótesis de cálculo.

En el cuadro mostrado a continuación se muestran la hipótesis a tener en cuenta dependiendo de la función del poste y de la zona de emplazamiento.

Tabla No. 20
Zona de Emplazamiento

Poste	Área A		Área B	
	Zona 1	Zona 2	Zona 2	Zona 3
Alineación	• Esf. horizontal transversal con viento 115 km/h y temperatura 15 °C.	• Esf. horizontal transversal con viento 115 km/h y temperatura 10 °C.	• Esf. horizontal transversal con viento 140 km/h y temperatura 15 °C.	• Esf. horizontal transversal con viento 140 km/h y temperatura 10 °C.
Angulo	• Esf. horizontal transversal debido a la resultante de tensiones y a la acción del viento a 115 km/h con temperatura 15 °C.	• Esf. horizontal transversal debido a la resultante de tensiones y a la acción del viento a 115 km/h con temperatura 10 °C.	• Esf. horizontal transversal debido a la resultante de tensiones y a la acción del viento a 140 km/h con temperatura 15 °C.	• Esf. horizontal transversal debido a la resultante de tensiones y a la acción del viento a 140 km/h con temperatura 10 °C.
Estrellamiento	• Esf. horizontal transversal resultante con viento a 115 km/h con temperatura 15 °C.	• Esf. horizontal transversal resultante con viento a 115 km/h con temperatura 10 °C.	• Esf. horizontal transversal resultante con viento a 140 km/h con temperatura 15 °C.	• Esf. horizontal transversal resultante con viento a 140 km/h con temperatura 10 °C.
Fin de línea	• Esf. horizontal transversal con viento a 115 km/h con temperatura 15 °C. • Tiro de conductores	• Esf. horizontal transversal con viento a 115 km/h con temperatura 10 °C. • Tiro de conductores	• Esf. horizontal transversal con viento a 140 km/h con temperatura 15 °C. • Tiro de conductores	• Esf. horizontal transversal con viento a 140 km/h con temperatura 10 °C. • Tiro de conductores



Para el cálculo mecánico de los postes no se tendrán en cuenta las cargas permanentes producidas por el peso del propio conductor y de los distintos accesorios, debido a su pequeño valor respecto al resto de las sollicitaciones mecánicas que debe soportar el poste.

-Postes de alineación

En condiciones normales de instalación únicamente se considerará la sobrecarga debida a la acción del viento sobre el haz de conductores, teniendo en cuenta el eolovano correspondiente.

-Postes de ángulo

La hipótesis de cálculo más desfavorable corresponderá a la acción del viento aplicada al eolovano correspondiente más la resultante del tense de los conductores en la dirección de la bisectriz del ángulo.

Los esfuerzos debidos a la acción del viento se determinan aplicando la siguiente expresión:

$$F = P_v \cdot a_v \cdot \cos^2\left(\frac{\alpha}{2}\right) + 2 \cdot \max[T_{01}, T_{02}] \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) \quad (\text{daN})$$

Donde:

F: Esfuerzo resultante aplicado al apoyo (daN).

P_v: Esfuerzo debido al viento sobre los conductores en los semivanos considerados (tabla 16) (daN/m).

a_v: Eolovano considerado (m).

$$a_v = \frac{a_1 + a_2}{2} \quad (\text{m})$$

a₁: vano anterior al poste (m).

a₂: vano posterior al poste (m).

α: Ángulo de desviación de la línea. Es el ángulo formado entre la prolongación de la dirección del conductor antes del vano y la dirección del conductor después del vano.

T₀₁, T₀₂: Tense de los conductores en cada vano, en las condiciones indicadas en cada hipótesis (daN).

Se puede determinar el ángulo máximo de desviación de la línea que es capaz de resistir un poste sin retenidas, en función de su esfuerzo nominal, el tense de los conductores, la presión del viento y el eolovano que soporta el poste. Para ello se aplican las siguientes expresiones.



$$\operatorname{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right) = \frac{T - \sqrt{T^2 + P_v \cdot a_v \cdot (P_v \cdot a_v - F)}}{P_v \cdot a_v}$$

$$\alpha = 2 \cdot \left[\operatorname{arcsen} \left(\frac{T - \sqrt{T^2 + P_v \cdot a_v \cdot (P_v \cdot a_v - F)}}{P_v \cdot a_v} \right) \right]$$

Mediante esta ecuación sólo se podrá calcular el ángulo máximo cuando el poste en cuestión únicamente soporte una línea de B.T. En el resto de los casos se deberán tener en cuenta los esfuerzos aplicados al poste por la línea de M.T., que se sumarán a los provocados por la línea de B.T. que se pretende construir.

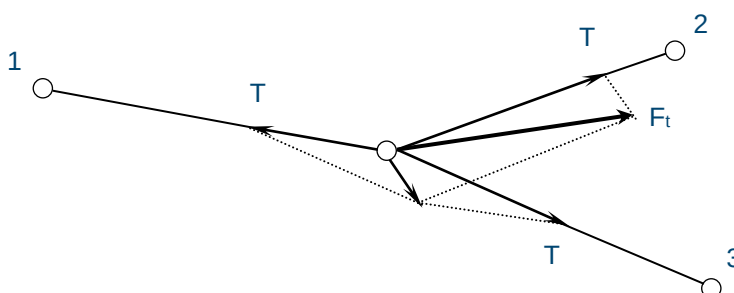


Figura No. 1.

Para ángulos mayores a los que pueda soportar el poste, se instalarán las retenidas adecuadas.

-Postes de fin de línea

El esfuerzo horizontal que los postes fin de línea deben soportar se determina en función del tense máximo de los conductores elegido.

$$F = T \quad (\text{daN})$$

Siendo:

F: esfuerzo aplicado al poste (daN).

T: Tense máximo del haz de conductores en las hipótesis consideradas (daN).



En la mayoría de los casos se deberán reforzar los postes mediante la colocación de retenidas para que sólo trabajen a compresión y puedan soportar los esfuerzos horizontales a los que se verán sometido.

-Postes en estrellamiento

Para determinar el esfuerzo útil mínimo en los postes se recomienda adoptar el cálculo gráfico por su sencillez.

Los valores de los tenses T_1 , T_2 y T_3 se obtendrán mediante las fórmulas indicados en la presente Memoria.

Se calculará el esfuerzo F_t resultante de la suma de los tenses de cada conductor, tal y como se muestra en el siguiente gráfico:

Para un cálculo más preciso es necesario añadir a la resultante el esfuerzo debido a la acción del viento sobre los semi-vanos de las distintas líneas que convergen en el poste de estrellamiento. Para ello se supone el viento en la dirección de la resultante y se procede como sigue:

- a) Se determinan las proyecciones (P_1 , P_2 y P_3) de cada semi-vano (E_1 , E_2 y E_3) sobre la perpendicular a la resultante de las tensiones.

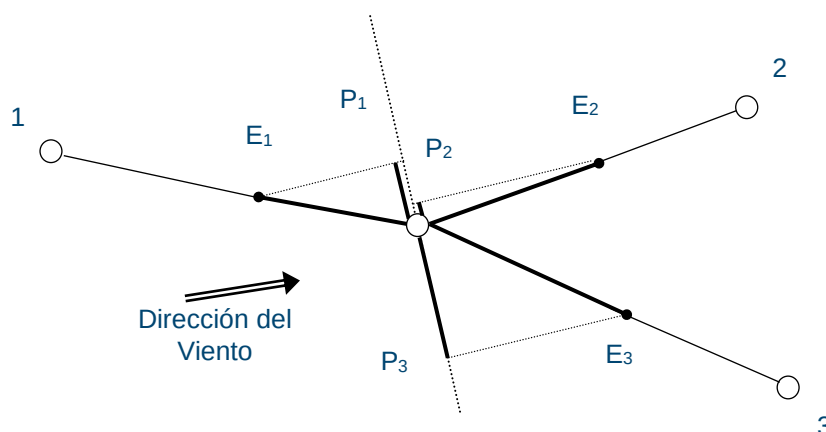


Figura No. 2.

- b) El esfuerzo de viento (F_{et}) es el resultado de multiplicar la longitud de estas proyecciones por la presión de viento sobre cada uno de los conductores de cada línea.



- c) La suma de estos esfuerzos, en la dirección de la resultante de las tensiones, se suma a esta y nos da el esfuerzo total.

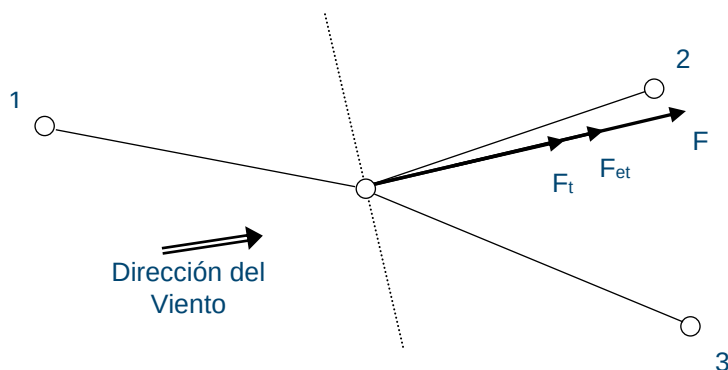


Figura No. 3.

Normalmente este valor es muy inferior al resultado de las tenses por lo que, en general, se puede despreciar y se considera solamente el resultante del cálculo propio de las tensiones.

El poste se orientará en la dirección de la resultante.

6.4. Acometidas

La acometida es la parte de la instalación comprendida entre la red de distribución general y la instalación receptora. Por lo tanto, forman parte de ella, siendo sus extremos, los siguientes elementos:

- Elementos de conexión y anclaje a la red de distribución.
- Línea de acometida.
- Los terminales de los conductores de entrada a la instalación receptora.

6.4.1. Tipos de acometida

En la red trezada aérea se utiliza acometida aérea tensada entre postes o de poste a tipo de entrada.

No se permitirán acometidas posadas sobre fachadas o muros.

6.4.2. Conductores

Los conductores a emplear en las acometidas serán los normalizados en el presente Proyecto Tipo. Se realizarán los cálculos mostrados a continuación y se elegirá el conductor que posea las características más adecuadas.

En las acometidas serán de uso preferente los conductores concéntricos de aluminio. Para potencias superiores a las admitidas por estos conductores se empleará el cable trenzado normalizado de sección adecuada a las mismas.



6.4.2.1. Cálculo eléctrico

La sección de los conductores de la acometida se determinará en función de los criterios expuestos a continuación:

Con el fin de garantizar que todos los clientes conectados a las acometidas estén incluidos dentro de los márgenes de tolerancia, se asigna un porcentaje de caída de tensión del 0,8 % a la acometida, tanto para red rural como para red urbana.

La intensidad máxima admisible por el conductor seleccionado para realizar una acometida, debe ser superior a la intensidad máxima que se prevea para el suministro.

A continuación se muestra el proceso de cálculo que se debe seguir.

Se calcula la sección teórica necesaria de los conductores.

Para la acometida monofásica se utiliza la siguiente expresión:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\lambda \cdot e \cdot U} \quad (\text{mm}^2)$$

En el caso de acometidas trifásicas la ecuación empleada es la siguiente:

$$S = \frac{P \cdot L}{\lambda \cdot e \cdot U} \quad (\text{mm}^2)$$

Siendo en los dos casos:

S: Sección teórica del conductor (mm²).

P: Potencia demandada (W).

L: Longitud de la acometida (m).

λ: Conductividad del material (aluminio = 35; aleación de aluminio = 30; (m/Ω·mm²)).

e: Caída de tensión admisible (V).

U: Tensión de servicio. Para acometidas trifásicas se considera como tensión de servicio la tensión de línea (V).

- a) Se determina la intensidad de corriente del suministro mediante las siguientes expresiones según sean acometidas monofásicas o trifásicas respectivamente:



$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} \quad (A)$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} \quad (A)$$

Donde:

I: Intensidad máxima prevista para el suministro (A).

P: Potencia máxima prevista para el suministro (W).

U: Tensión de servicio. Para acometidas trifásicas se considera como tensión de servicio la tensión de línea (V).

cos φ : Factor de potencia medio del suministro.

- b) Una vez determinada la sección se elige el conductor normalizado adecuado según las características mostradas en el apartado 6.1.1.1 del presente Documento. La intensidad máxima admisible del conductor seleccionado debe ser superior a la intensidad máxima prevista para el suministro. En caso contrario se elegirá el siguiente conductor normalizado que posea una intensidad y sección adecuadas.

Para determinar la sección necesaria del conductor en una acometida trifásica, cuando este también alimente a una carga monofásica, se considerará la intensidad en la fase más cargada como la suma de la intensidad debida a la potencia trifásica y la debida a la potencia monofásica. A efectos del cálculo de la caída de tensión, la intensidad en la fase más cargada será la suma de la intensidad debida a la carga trifásica más la debida a otra carga trifásica de valor seis veces la potencia de la carga monofásica.

6.4.3. Instalación

6.4.3.1. Conexión a la línea

La conexión a la línea de los conductores se realizará mediante los conectores de derivación definidos en el apartado 6.1.1.3. de la presente Memoria.

En líneas tensadas la conexión se efectuará, siempre y cuando sea posible, en el poste.



El número de conexiones de acometida a la red en el mismo poste se limitará a un máximo de (4) cuatro en red trenzada y (6) seis en red concéntrica.

Se fijará en los extremos de la acometida tensada una pinza adecuada a las características del conductor, amarrándola sobre el soporte dispuesto para dicho fin. Las características de dicha pinza se describen en la Especificación de Materiales correspondiente.

6.4.3.2. Montaje de la acometida aérea sobre tipo de entrada.

El conductor de la acometida, en su llegada al tipo de entrada, se fijará mediante una pinza adecuada a sus características.

Cuando el tipo de entrada, en la acometida eléctrica, no tenga una altura suficiente para asegurar las distancias verticales de seguridad, se dispondrá de un poste que garantice dichas distancias. La acometida podrá descender por dicho poste, hasta el tipo de entrada o medidor. Sus características se describirán en la Especificación Técnica correspondiente.

6.4.3.3. Montaje de la acometida aérea tensada sobre postes.

El montaje de la acometida aérea tensada sobre postes se realizará empleando los materiales adecuados que se describen en las correspondientes Especificaciones de Materiales. Los conductores empleados se instalarán con el tense indicado en la tabla No.18 de la presente Memoria.

Los conductores concéntricos y trenzados de aluminio N° 6 no se tensarán pero se asegurarán en todo momento las distancias verticales de seguridad descritas en el presente Proyecto Tipo.

6.4.4. Protección de la acometida.

La protección de la acometida (IP) delimita el principio de la instalación del cliente, para instalaciones . Dicha protección pertenece a la instalación del cliente y debe desconectar todos los conductores que suministren energía al edificio o estructura. La ubicación de este dispositivo deberá estar localizada en un punto fácilmente accesible fuera de la estructura o edificio o dentro de este lo más cercano al punto de entrega .

La protección de la acometida se hará como sigue:

- a) Suministros individuales: Interruptor automático unipolar para acometidas monofásicas a 120 V a 2 hilos, bipolar para acometidas a 3 hilos en 240 V o tripolar trifásica de la intensidad adecuada a la potencia solicitada por el cliente.
- b) Suministro a edificios de varios usuarios: Interruptor automático bipolar, de la intensidad adecuada a la potencia total del conjunto de los suministros.



Proyecto Tipo Líneas Aéreas de Baja Tensión

En la siguiente tabla se indican las intensidades máximas de los interruptores automáticos a instalar como protección de la acometida en función de la sección del conductor a emplear en la misma.

Tabla No. 21
Interruptores automáticos para la protección de la acometida

IP	Acometida
Sistema Monofásico	
60-70 A	Concéntrico #6 / Dúplex #6 /Tríplex #6
80 A	Dúplex #6 /Tríplex #6
90 A	Concéntrico #4 /Tríplex #4
100-110 A	Tríplex #4
125-150 A	Tríplex #2
175-200 A	Tríplex 1/0
225-300 A	Tríplex 4/0
Sistema Trifásico	
70-175 A	Cuádruplex 1/0
200-275 A	Cuádruplex 4/0
300-350 A	Cuádruplex 336

6.4.5. Acometidas de alumbrado público.

La red de alumbrado público no es objeto del presente Proyecto Tipo sus características se describen en el correspondiente Proyecto Tipo.

Estas instalaciones incluirán siempre las protecciones adecuadas. Se montarán de forma que la acometida para el alumbrado se derive directamente desde un poste que soporte un centro de transformación (CT).

Cuando las instalaciones de alumbrado público sean responsabilidad de la empresa distribuidora, éstas se realizarán de acuerdo con el Proyecto Tipo de instalaciones de Alumbrado Público en vigencia.



Proyecto Tipo Líneas Aéreas de Baja Tensión

6.5. Distancias de seguridad

En este apartado se muestran las distancias de seguridad que deben mantenerse en torno a los conductores de Baja Tensión para evitar riesgos a las personas e impedir, en la medida de lo posible, daños a las instalaciones e interrupciones en el servicio.

Todas las distancias de seguridad aquí descritas se deben medir de superficie a superficie.

En la medición de distancias, los herrajes y accesorios que están energizados debido a su conexión eléctrica a los conductores de la línea se deben considerar como parte integral de los mismos.

Las distintas distancias de seguridad a tener en cuenta en el presente Proyecto Tipo, serán las siguientes:

6.5.1. Distancias de seguridad entre elementos soportados en la misma estructura.

Los conductores de baja tensión de distintos circuitos soportados por el mismo poste se separarán verticalmente 0,41 m mientras que horizontalmente se situarán a 0,30 m.

Las distancias de seguridad entre conductores en sus soportes serán las indicadas en la tabla mostrada a continuación.

Tabla No. 22
Distancias Vertical de Seguridad entre Cables y Conductores en sus Soportes.

Nivel inferior	Nivel superior (m)			
	Conductores de B.T.	Conductores de M.T. (kV)		
		Neutro	13,2	34,5
Conductores de Comunicación	1 m	1 m	1 m	1 m más 0.01 por kV sobre 8.7 kV
Conductores de B.T.	0.41 m	0,41 m	0,41 m	1 m más 0.01 por kV sobre 8.7 kV

(1) Tabla 235-5 del NESC.

6.5.2. Cruzamientos

La altura de los postes será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical, queden situados a la distancia indicada en los siguientes apartados por encima de cualquier punto del terreno o superficie.

6.5.2.1. Cruce con línea eléctrica aéreas de M.T.

La línea de baja tensión deberá cruzar por debajo de la línea de media tensión.



Cuando sea posible y práctico, el cruce de conductores se hará aprovechando una misma estructura.

Las distancias indicadas en este apartado se medirán en el punto de mayor acercamiento entre los dos conductores, considerando las posibles posiciones de los mismos y teniendo en cuenta el desplazamiento más desfavorable de la línea.

Cuando el cruce sea en diferentes estructuras se procurará que se efectúe en la proximidad de uno de los postes de la línea de media tensión.

En cruzamientos o entre conductores adyacentes, la distancia horizontal entre la línea de baja tensión y las partes más próximas de la línea de media tensión no será inferior a 1,5 m.

Las distancias verticales que se deben respetar serán las que indica la siguiente tabla.

Tabla No. 23
Distancias Vertical de Seguridad entre Cables y Conductores en sus Soportes Diferentes.

Nivel inferior	Nivel superior – Conductores de M.T.	
	Fases	Neutro
Conductores de B.T.	0,6 m	

(1) Tabla 233-1 del NESC.

6.5.2.2. Cruce con línea eléctrica aéreas de B.T.

En los cruzamientos entre líneas aéreas de B.T., situadas en postes diferentes, la distancia entre los conductores más próximos no será inferior a 0,6 m.

6.5.2.3. Cruces con líneas aéreas de telecomunicación.

Las líneas de baja tensión cruzarán por encima de las de telecomunicación. Solo en casos excepcionales se permitirá que pasen por debajo, respetando siempre la distancia mínima vertical de seguridad respecto al suelo.

La distancia de seguridad entre los conductores más próximos, cuando están instalados en diferentes estructuras, será de 1.20 m.

6.5.2.4. Cruces con carreteras, caminos y vías de ferrocarril sin electrificar.

La altura de los conductores sobre la superficie de la carretera o sobre las cabezas de los rieles, en el caso de vías de ferrocarril sin electrificar, será de:



Tabla No. 24.
Distancias de Seguridad de Conductores de BT sobre Carretera, Caminos y Vías Férreas.

Naturaleza de la superficie	Distancia de seguridad mínima (m)
Carreteras, calles y áreas de tránsito	5.0 m
Aceras o caminos para peatones	3.8 m
Ferrocarriles	7,5 m

(1) Tabla 232-1 del NESC.

6.5.2.5. Cruces con ferrocarriles electrificados y trenes.

La distancia vertical de los conductores de baja tensión sobre los cables, hilos sustentadores o conductores de la línea de contacto no será menor de 2 m.

En el caso de ferrocarriles, tranvías o trolebuses provistos de pértigas de hierro para transmitir la energía eléctrica del cable conductor al vehículo (trole) u otros elementos de toma de corriente que puedan separarse accidentalmente de la línea de contacto, los conductores de baja tensión deben estar a una altura tal que, al desconectarse el mecanismo de toma de corriente, en la posición más desfavorable que pueda adoptar, se mantenga una distancia mínima de 0,3 m entre ambos.

6.5.2.6. Ríos y canales, navegables o flotables

En los cruzamientos con ríos y canales, navegables o flotables, la altura de los conductores sobre la superficie del agua, para el máximo nivel que pueda alcanzar ésta será de:

Tabla No. 25
Distancias Verticales de Seguridad de Cables y Conductores de BT sobre Ríos y Canales.

Naturaleza de la superficie	Distancia de seguridad mínima (m)
Áreas acuáticas no adecuadas para embarcaciones o donde se prohíbe la navegación.	3,8 m



Áreas acuáticas adecuadas para embarcaciones con un área de superficie no obstruida de mas de 0.8 a 8 km ² .	9,9 m
Áreas acuáticas adecuadas para embarcaciones con un área de superficie no obstruida de menos de 0.08 km ² .	5,6 m

(1) Tabla 232-1 del NESC.

Para el cálculo se tomará la flecha final obtenida según la hipótesis de cálculo más desfavorable a efectos del cálculo de la flecha, sin tener en cuenta el desplazamiento producido por la acción del viento.

6.5.3. Paso por zonas

6.5.3.1. De conductores a edificios, chimeneas, carteles, antenas, excepto puentes

Los conductores pueden ser colocados adyacentes a los elementos mencionados, siempre y cuando las distancias verticales y horizontales no sean menores que las indicadas por la tabla que se acompaña, bajo las siguientes condiciones:

-Cuando los conductores discurran por encima y a lo largo de las instalaciones, las separaciones se respetarán teniendo en cuenta la temperatura máxima del conductor (60 °C en zona 1 y 50 °C en zona 2 y 3), sin desplazamiento de viento (flecha final).

-Cuando los conductores discurran por encima y a lo largo de las instalaciones, las separaciones se respetarán teniendo en cuenta temperatura del conductor para la cual se diseña la línea, sin desplazamiento de viento (flecha final).

Tabla No. 26
Distancias de Seguridad de Cables y Conductores de BT
a Otras Estructuras.

Naturaleza de la superficie		Distancia de seguridad mínima (m)
IT.10276	Anuncios, chimeneas, antenas, etc. no accesibles a personas.	1.70 m



	Zonas de edificios y áreas accesibles a personas	1,70 m
Vertical (*)	Anuncios, chimeneas, antenas, etc. accesibles a personas	3.5 m
	Zonas de edificios no accesibles a personas	3.5 m
	Zonas accesibles a personas y de tránsito de vehículos de menos de 2,45 m de altura	3,5 m
	Zonas de tránsito de vehículos de más de 2,45 m de altura	5.0 m

Tabla 234-1 del NESC.

(*) Las distancias verticales se respetarán tanto por encima como por debajo de la superficie de referencia en las condiciones indicadas en este apartado.

Se permite el cruce de los conductores de baja tensión en los predios de la residencia o edificios siempre que se respetan las distancias verticales de seguridad indicadas en este apartado y se sitúen como a 3.5 m del suelo.

Los conductores de acometida deberán mantener una distancia de seguridad de 3.5 m respecto al punto más alto del techo o balcón de la vivienda excepto cuando éste no sea accesible, en este caso la distancia puede reducirse a 3.2 m. Se considera que no es fácilmente accesible cuando no se pueda acceder a él a través de puertas, ventanas, escaleras, etc. sin que la persona realice un gran esfuerzo físico o utilice alguna herramienta especial.

El conductor de la acometida debe situarse a una distancia de 1.70 m en cualquier dirección de ventanas, puertas, pórticos, salida de incendios o localizaciones similares excepto cuando se sitúen sobre el nivel superior de la ventana o cuando las ventanas se diseñen para no abrirse.

6.5.3.2. Bosques, árboles y masas de arbolado.

Para evitar las interrupciones del servicio producidos por la caída o contacto de ramas o troncos de árboles sobre los conductores de la línea eléctrica, se cortarán todas aquellas ramas, troncos, etc. que debido a su flexibilidad puedan alcanzar a los conductores debido a la acción del viento soplando a las velocidades habituales de la zona.

La poda o tala se hará en la servidumbre a ambos lados de la línea, cuya anchura será la necesaria para que, considerando la desviación máxima producida por el viento, aún la separación del arbolado y las líneas eléctricas no sea inferior a 1 metros de proximidad, medidos lateralmente desde las fases externas de la línea trifásica, bifásica o monofásica, en cualquier voltaje de distribución primaria y secundaria.



Igualmente, deberán ser cortados todos aquellos árboles que constituyen un peligro para la conservación de la línea, entendiéndose como tales los que, por su flexibilidad puedan alcanzar a los conductores en su posición normal.

6.5.4. Proximidades y paralelismos

6.5.4.1. Con líneas eléctricas de M.T.

Se mantendrá una distancia mínima de 2 m en paralelismos entre línea de B.T. y líneas de M.T.

6.5.4.2. Con otras líneas de B.T. o Telecomunicación.

Las distancias de seguridad mínimas que deben mantener los conductores de BT no serán inferiores a las mostradas en la tabla.

Tabla No. 27
Distancias de Seguridad de Conductores de BT a Cables de BT o Comunicación

Conductores	Distancia (m)	
	Horizontal	Vertical
De telecomunicaciones	1.50	1,20
De BT desnudos	1.50	0,60
De BT trenzados	1.50	0,60

Tabla 233-1 del NESC.

6.5.4.3. Con retenidas y mensajeros sujetos a la misma estructura

Cuando por determinadas circunstancias existan retenidas o mensajeros que discurren paralelos a la línea y estén sujetos a la misma estructura, las distancias de seguridad que se han de respetar son las siguientes:

- A vientos o retenidas paralelas a la línea: 0,30 m.
- Otros: 0,15 m.

6.5.4.4. Carreteras, caminos y calles

Las estructuras, incluyendo sus retenidas deberán estar colocadas lo más separado posible de la orilla de la carretera, camino o calle. En el caso de que existan bordillos la estructura deberá colocarse lo más separado posible de la orilla del bordillo y nunca a menos de 0,15 m. Las estructuras deben estar colocadas lo más lejos posible del inicio de la curvatura de las esquinas.



6.5.4.5. Vías de ferrocarril

Todos los elementos de la estructura de soporte deben estar a una distancia horizontal mínima de 4.3 m.



6.6. Gráficos y Tablas

6.6.1. Gráficos de caída de tensión

GRÁFICO CAÍDA DE TENSIÓN

Circuito monofásico

Tríplex 1/0 - 240 V

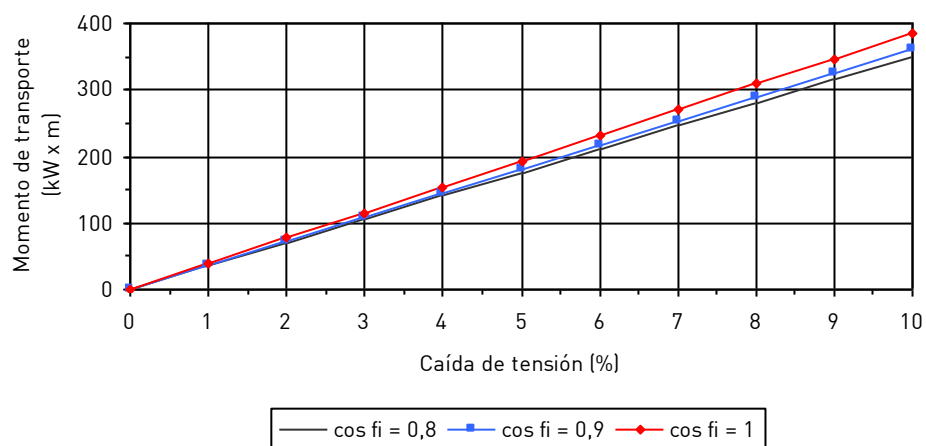
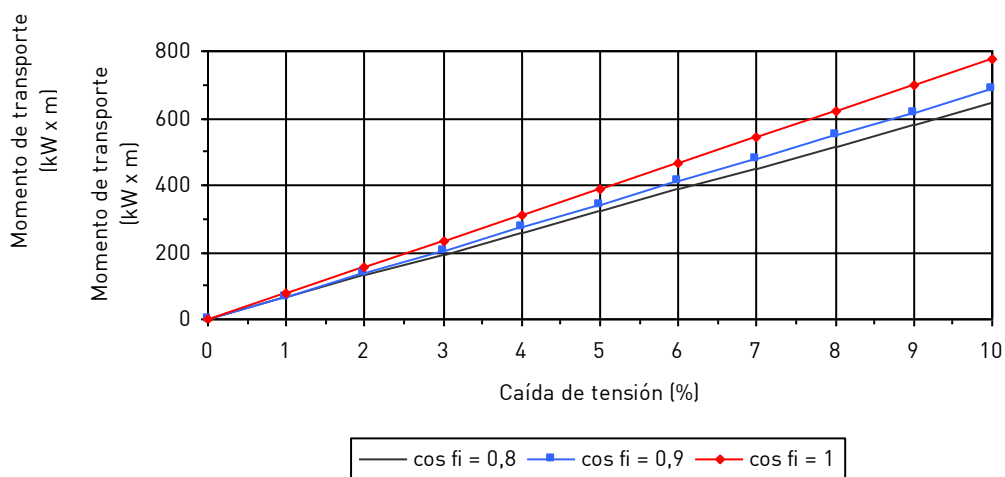


GRÁFICO CAÍDA DE TENSIÓN

GRÁFICO CAÍDA DE TENSIÓN

Circuito monofásico

Tríplex 4/0 - 240 V





Proyecto Tipo Líneas Aéreas de Baja Tensión

GRÁFICO CAÍDA DE TENSIÓN

Circuito monofásico

Dúplex #6 - 120 V

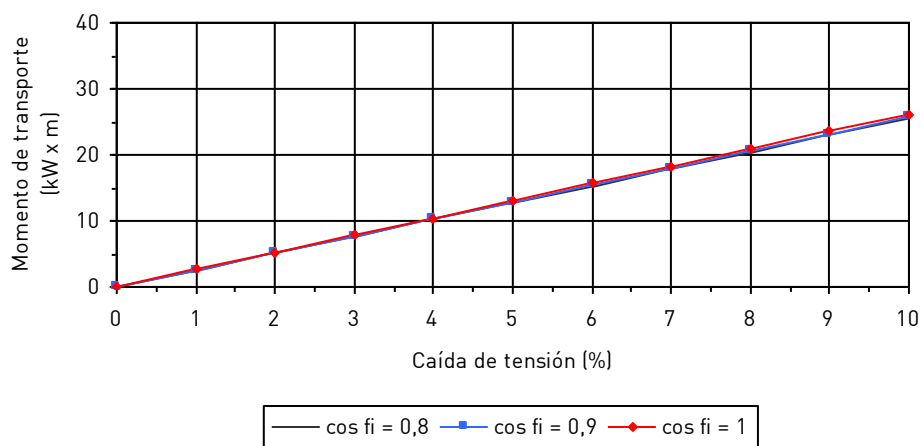


GRÁFICO CAÍDA DE TENSIÓN

Circuito monofásico

Dúplex #6 y Tríplex #6 - 240 V

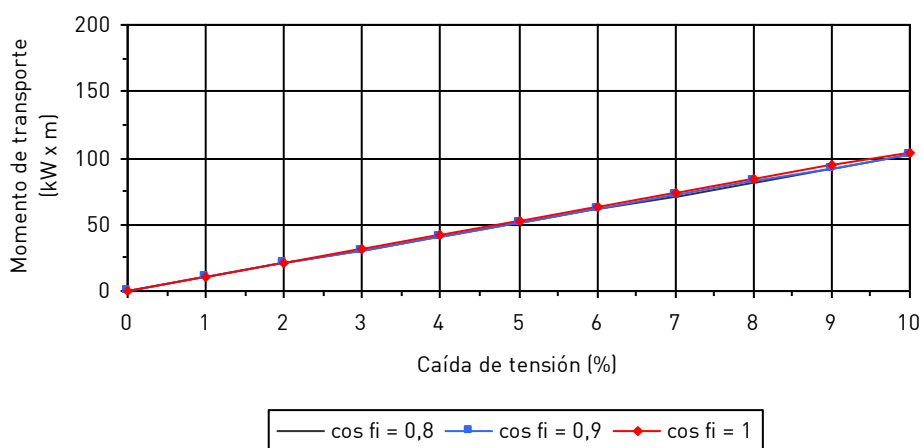




GRÁFICO CAÍDA DE TENSIÓN

Circuito trifásico

Cuádruplex 1/0 - 208 V

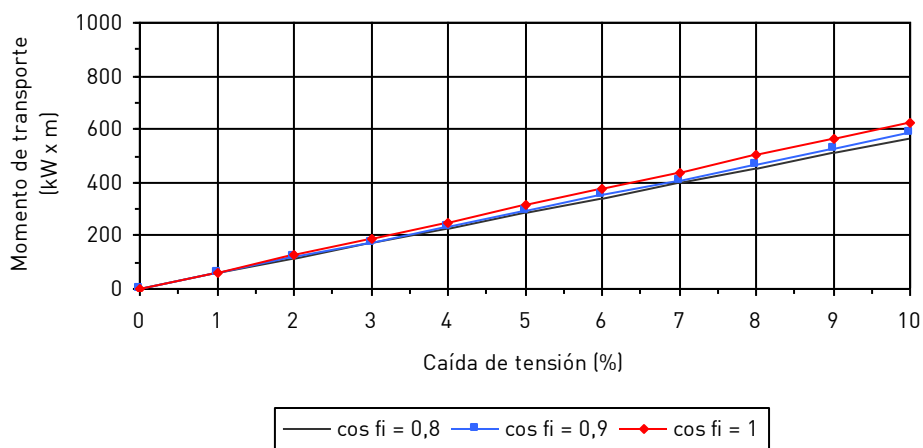


GRÁFICO CAÍDA DE TENSIÓN

Circuito trifásico

Cuádruplex 1/0- 240 V

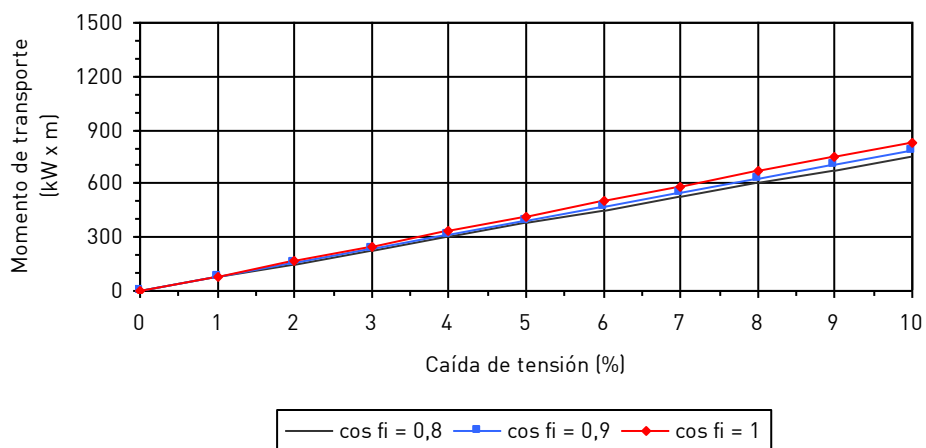




GRÁFICO CAÍDA DE TENSIÓN

Circuito trifásico
Cuádruplex 4/0 - 208 V

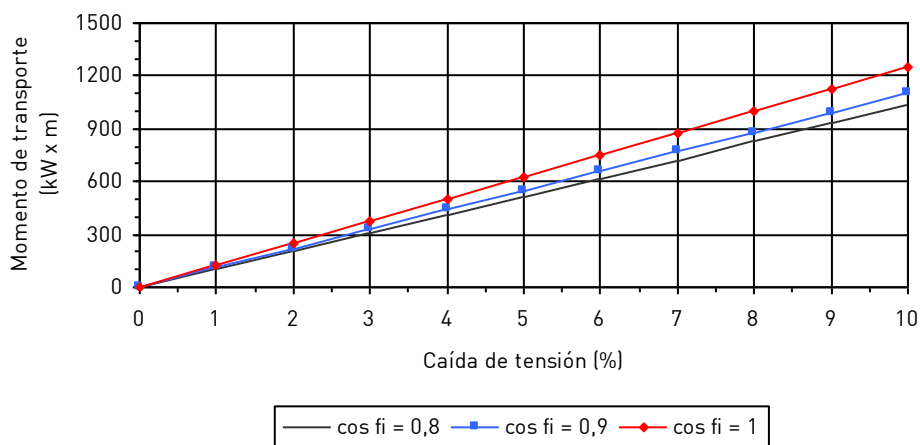
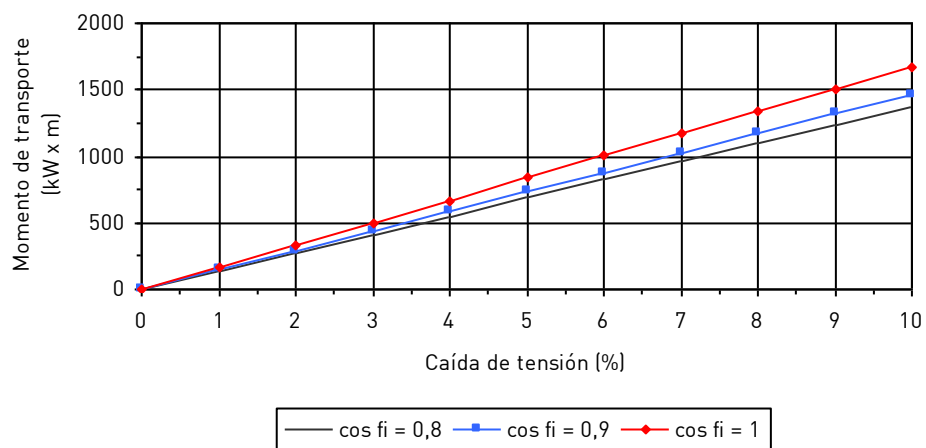


GRÁFICO CAÍDA DE TENSIÓN

Circuito trifásico
Cuádruplex 4/0 - 240 V





Proyecto Tipo Líneas Aéreas de Baja Tensión

GRÁFICO CAÍDA DE TENSIÓN

Circuito trifásico

Cuádruplex 336,4 - 208 V

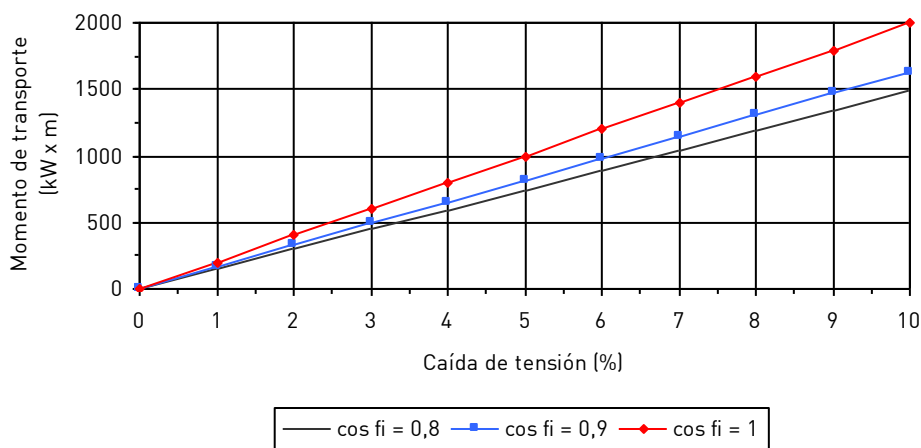
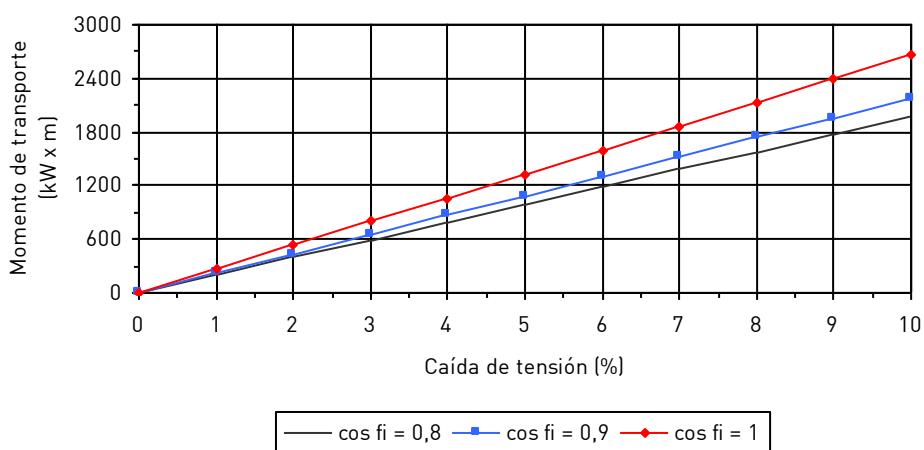


GRÁFICO CAÍDA DE TENSIÓN

Circuito trifásico

Cuádruplex 336,4 - 240 V





Proyecto Tipo Líneas Aéreas de Baja Tensión

6.6.2. Gráficos de pérdidas de potencia.

GRÁFICO PÉRDIDA DE POTENCIA
Tríplex 1/0 - Circuito monofásico - 240 V

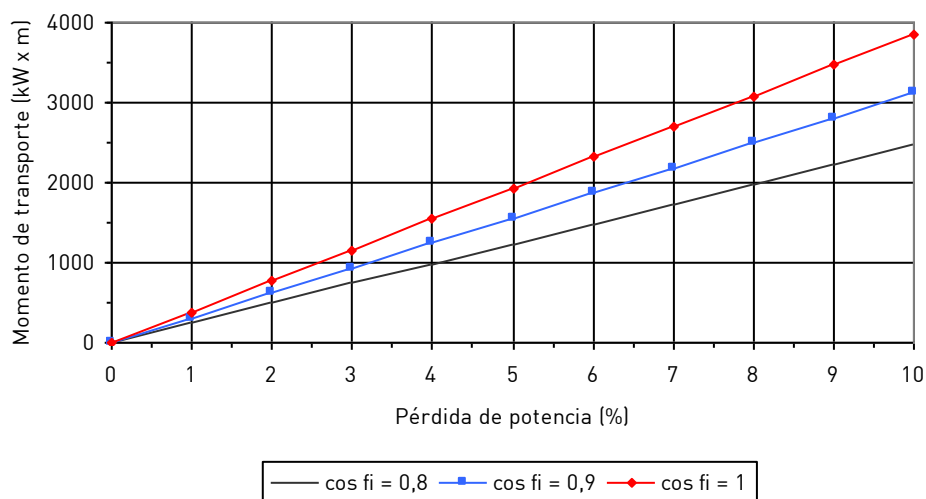
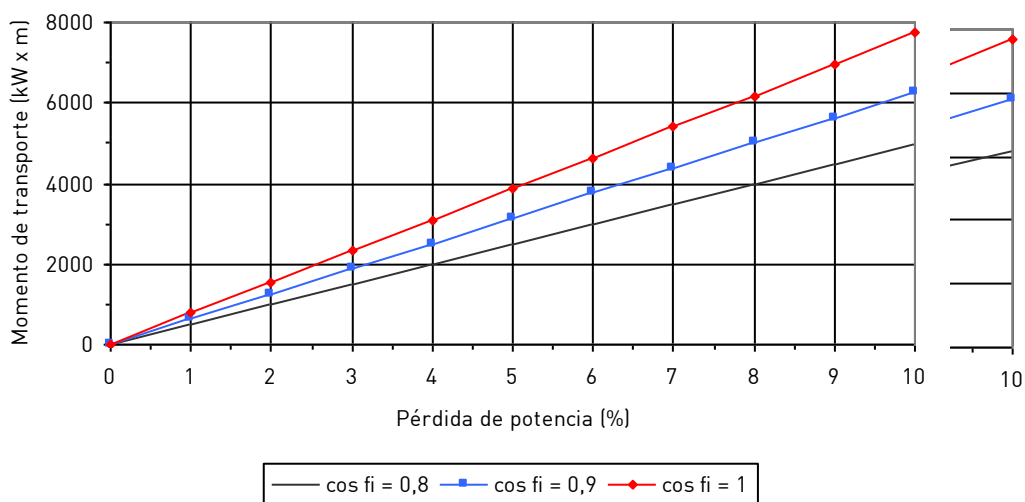


GRÁFICO PÉRDIDA DE POTENCIA
Tríplex 4/0 - Circuito monofásico - 240 V





Proyecto Tipo Líneas Aéreas de Baja Tensión

GRÁFICO PÉRDIDA DE POTENCIA
Dúplex #6 - Circuito monofásico - 120 V

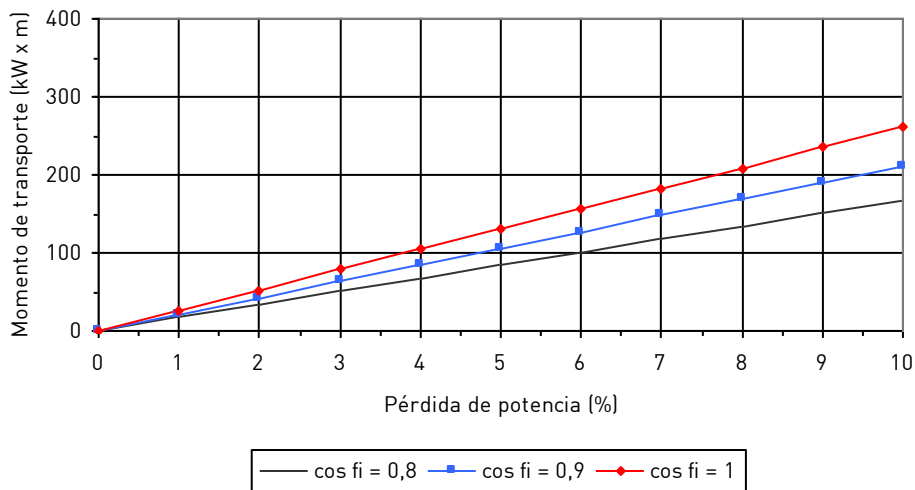


GRÁFICO PÉRDIDA DE POTENCIA
Dúplex y Tríplex #6 - Circuito monofásico - 240 V

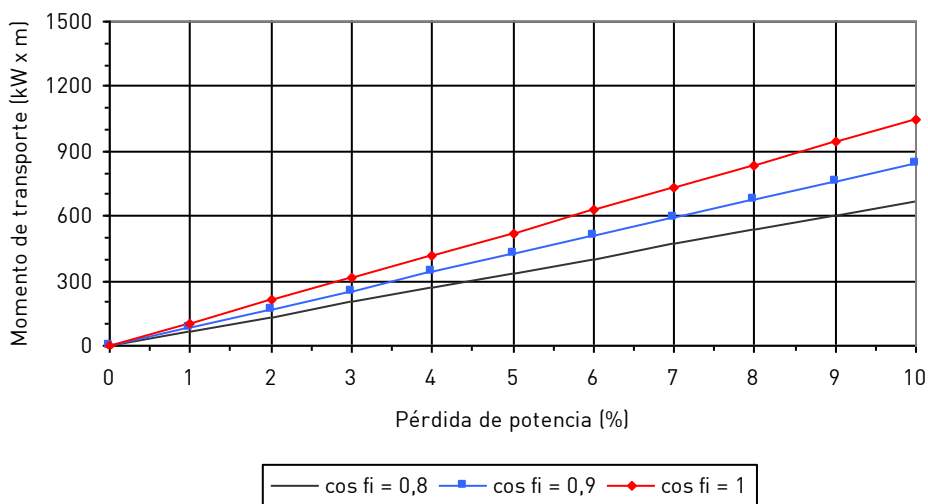




GRÁFICO PÉRDIDA DE POTENCIA
Cuádruplex 1/0- Circuito trifásico - 208 V

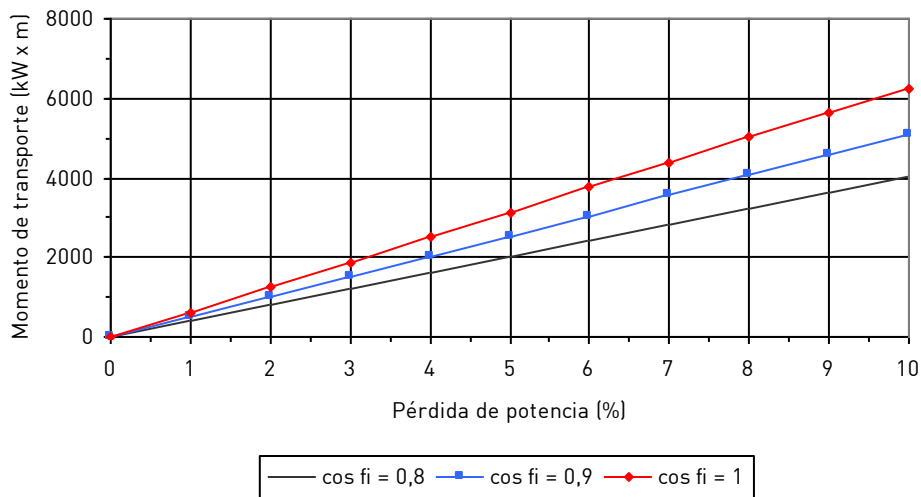


GRÁFICO PÉRDIDA DE POTENCIA
Cuádruplex 1/0 - Circuito trifásico - 240 V

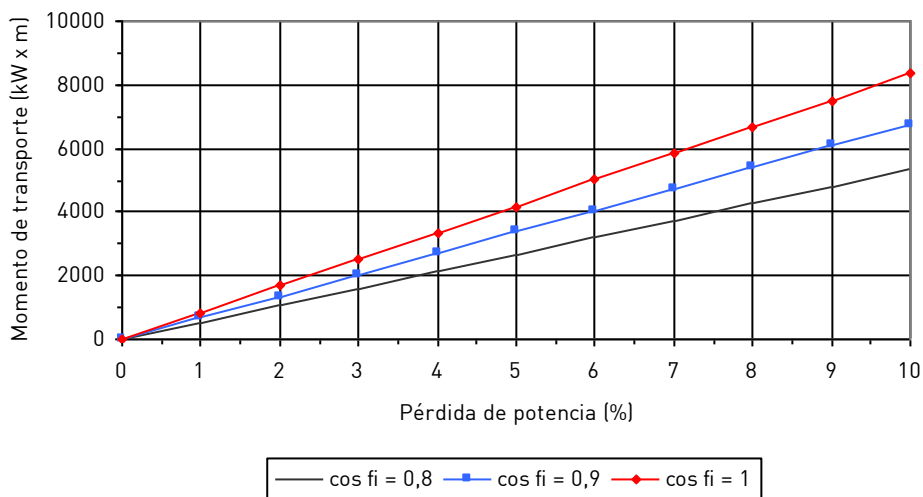




GRÁFICO PÉRDIDA DE POTENCIA
Cuádruplex 4/0 - Circuito trifásico - 208 V

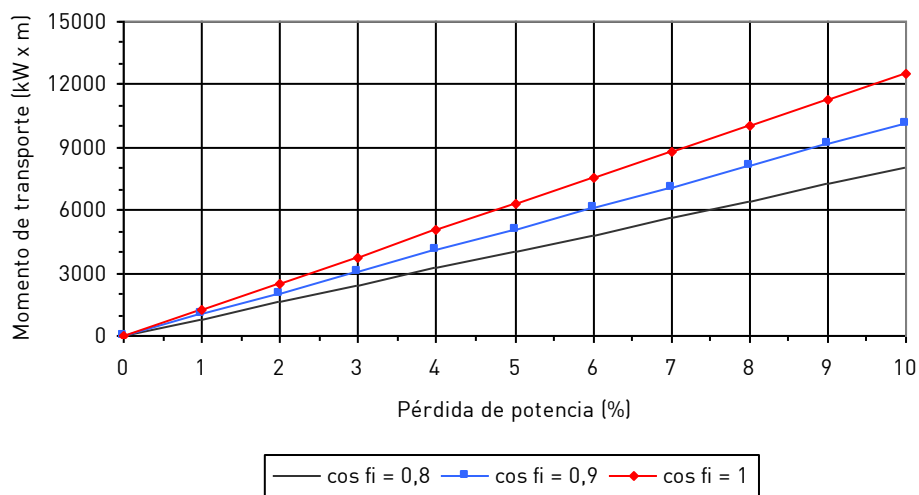
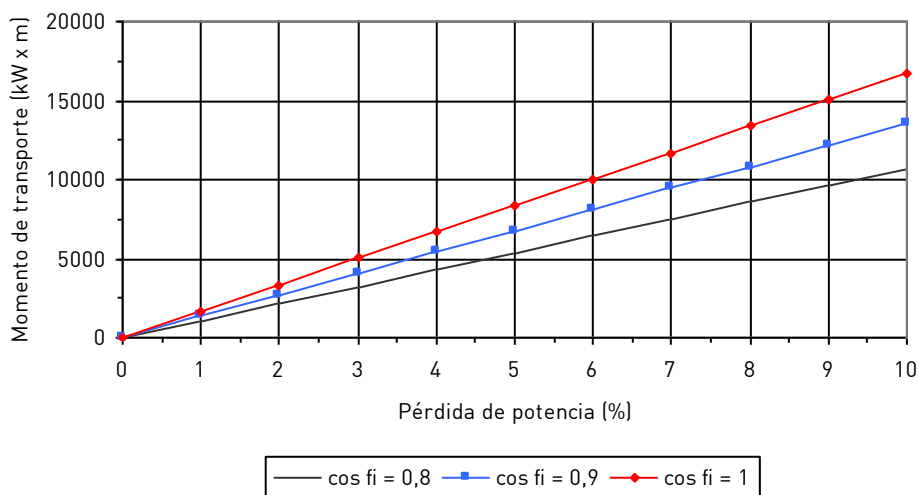


GRÁFICO PÉRDIDA DE POTENCIA
Cuádruplex 4/0 - Circuito trifásico - 240 V





Proyecto Tipo Líneas Aéreas de Baja Tensión

GRÁFICO PÉRDIDA DE POTENCIA
Cuádruplex 336,4 - Circuito trifásico - 208 V

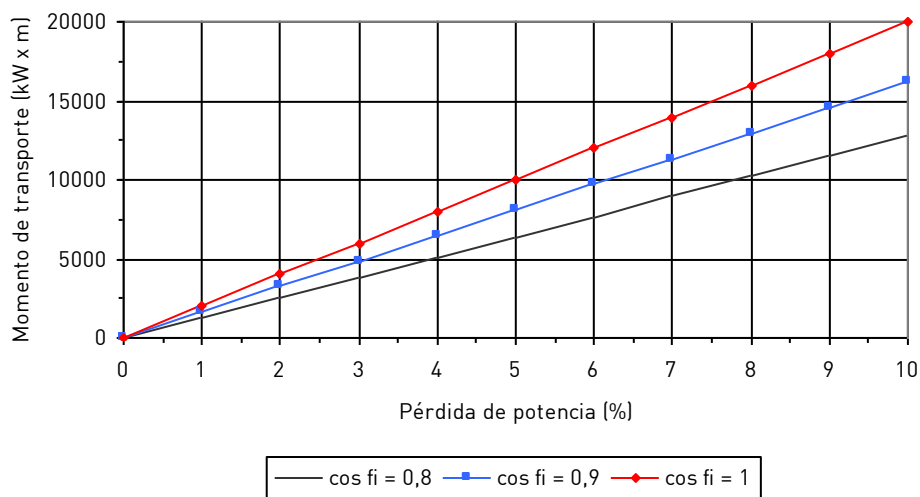
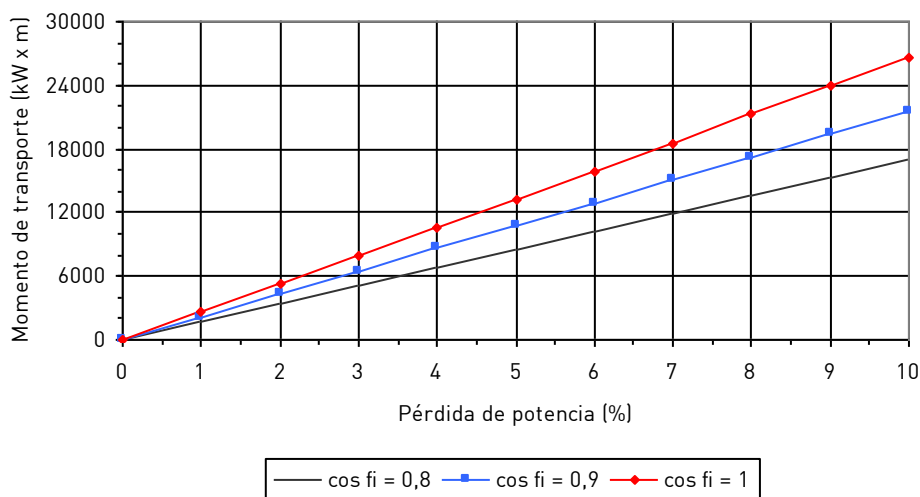


GRÁFICO PÉRDIDA DE POTENCIA
Cuádruplex 336,4 - Circuito trifásico - 240 V





Proyecto Tipo Líneas Aéreas de Baja Tensión

6.6.3. Tabla de Selección de Conductor de Acometida.

Tabla No 28

IP	Acometida	Diámetro del ducto
Sistema Monofásico		
60 -70 A	Concéntrico # 6 / Dúplex # 6 / Tríplex # 6	31.8 mm(1 -1/4") 25.4 mm (1")
80 A	Concéntrico #4 / Dúplex # 6 / Tríplex #6	25.4 mm (1")
90A	Concéntrico # 4 / Tríplex # 4	31.8 mm(1 -1/4")
100-110 A	Tríplex # 4	31.8 mm(1 -1/4")
125-150 A	Tríplex # 2	50.8 mm (2")
175-200 A	Tríplex # 1/0	50.8 mm (2")
225-300 A	Tríplex # 4/0	50.8 mm (2")
Sistema Trifásico		
150-175 A	Cuádruplex 1/0	50.8 mm (2")
200- 275 A	Cuádruplex 4/0	101.6 mm (4")
300-350 A	Cuádruplex 336	101.6 mm (4")

7. Presupuesto

El presupuesto de ejecución material se obtendrá especificando la cantidad de cada una de las distintas Unidades Constructivas y sus correspondientes precios unitarios.

Para obtener el Presupuesto General será preciso incrementar, si procede, el Presupuesto de Ejecución Material en los porcentajes de Gastos Generales, Beneficio Industrial, Dirección de Obra y cualquier otro que proceda.

Las Unidades Constructivas que se incluirán en este Presupuesto forman parte del Manual de Unidades Constructivas para Obras de Distribución.

En la siguiente tabla y en el Anexo D Proyecto Específico del presente Proyecto Tipo se muestra un ejemplo de la estructura que debe emplearse en la realización del presupuesto.

Tabla No. 29
Modelo de Tabla de Presupuesto

Código	Descripción Unidad Constructiva	Unidad	Cantidad	Total

8. Planos

La lista de planos especificados a continuación corresponde a materiales, elementos y patrones constructivos a utilizar en la red aérea de baja tensión.



Tabla No. 30
Lista de planos y patrones para Líneas Aéreas de Baja Tensión

Codigo	Titulo
Grupo 10. Postes red BT	
PL011200	Poste de Hormigón Centrifugado o Vibrado 9M 300daN
PL012200	Poste de PRFV 9m x 300daN
PL013200	Poste Metálico de Chapas 300-9
Grupo 010. Cables y Conductores	
PL010000	Conductor Trenzado de Uso Exclusivo en Acometidas - Duplex 6 AWG
PL010100	Conductor Trenzado de Uso Exclusivo en Acometidas - Triplex 6 AWG
PL010110	Conductor Trenzado de Uso Exclusivo en Acometidas - Triplex 2 AWG
PL010120	Conductor Trenzado de Uso Exclusivo en Acometidas - Triplex 1/0 AWG
PL010130	Conductor Trenzado de Uso Exclusivo en Acometidas - Triplex 4/0 AWG
PL010200	Conductor Trenzado de Uso Exclusivo en Acometidas - Cuadriplex 1/0 AWG
PL010210	Conductor Trenzado de Uso Exclusivo en Acometidas - Cuadriplex 4/0 AWG
PL010220	Conductor Trenzado de Uso Exclusivo en Acometidas - Cuadriplex 336 kcmil
PL010400	Conductor Conc. de Uso Exclusivo en Acometidas - 2 x No. 6 AWG
PL010410	Conductor Conc. de Uso Exclusivo en Acometidas - 3 x No. 6 AWG
PL010420	Conductor Conc. de Uso Exclusivo en Acometidas - 4 x No. 6 AWG
PL010500	Conductor Conc. de Uso Exclusivo en Acometidas - 3 x No. 4 AWG
PL010510	Conductor Conc. de Uso Exclusivo en Acometidas - 4 x No. 4 AWG
Grupo 011. Elementos o Materiales de Conexión	
PL011100	Empalmes a Compresión preaislados en baja tensión
PL011200	Conector de compresión
PL011300	Conector de Perforación una Acometida
PL011400	Conector de Perforación dos Acometida
Grupo 012. Elementos o Materiales para Amarre	
PL012100	Pinza de Amarre para Neutro Fiador
PL012200	Pinza de Amarre para Acometidas



Proyecto Tipo Líneas Aéreas de Baja Tensión

Codigo	Titulo
Grupo 013. Material para Suspensión	
PL013100	Grapa de Suspensión para Neutro Fiador
Grupo 014. Materiales Varios	
PL014100	Brida de Sujeción
Grupo 021. Conjunto de Alineación	
PL021100	Armado BT Alineación y Ángulo hasta 30 para Neutro Fiador en Poste BT
PL021110	Armado BT Alineación y Ángulo hasta 30 para Neutro Fiador en Poste MT
Grupo 022. Conjunto de Anclaje y Angulo de Apoyo	
PL022100	Armado BT Alineación y Ángulo de 30 a 90 para Neutro en Poste BT
PL022110	Armado BT Alineación y Ángulo de 30 a 90 para Neutro en Poste MT
Grupo 023. Conjuntos Fin de Línea	
PL023100	Armado BT Fin de Línea para para Neutro Fiador en Poste BT
PL023110	Armado BT Fin de Línea para para Neutro Fiador en Poste MT
PL023200	Armado BT Fin de Línea con Tornillo Existente para Acometidas
PL023210	Armado BT Fin de Línea con tuerca para Acometidas
PL023300	Armado BT Fin de Línea para acometida en poste BT
PL023310	Armado BT Fin de Línea para acometida en poste MT
Grupo 025. Conjuntos Varios	
PL025300	Puesta a tierra para acometidas
PL025400	Distancias mínimas de seguridad para BT
PL025500	Acometida aérea al límite de propiedad con postecillo elevador
PL025600	Poda de árboles

9. Relación de Anexos

- **Anexo 00:** Histórico de revisiones
- **Anexo 01:** Reglamento de Servicio.
- **Anexo 02:** Pliego de Condiciones Técnicas
- **Anexo 03:** Normas de Prevención de Riesgos Laborales y de Protección del Medio Ambiente.
- **Anexo 04:** Proyecto Específico



Proyecto Tipo Líneas Aéreas de Baja Tensión

Anexo 00: Histórico de revisiones

Edición	Fecha	Motivos de la edición y/ o resumen de cambios
1	01/07/2020	Primera edición del documento.



Proyecto Tipo Líneas Aéreas de Baja Tensión

Anexo 01. Reglamento de Servicio.

En el presente Proyecto Tipo para Líneas Aéreas de Baja Tensión con conductores trenzados se debe tener en cuenta las siguientes reglas:

Personal Involucrado: El personal que ha de trabajar en las líneas aéreas de baja tensión será personal idóneo según las leyes de la república de Panamá y debidamente capacitado en riesgo eléctrico, trabajo en altura y espacios de trabajo.

Queda terminantemente prohibido escalar los postes a toda persona ajena al servicio ofrecido por la empresa, sin la debida autorización o permiso autorizado por parte de la distribuidora.

Seguridad y Salud en el Trabajo: Será responsabilidad del supervisor y/o encargado del desarrollo de los trabajos, verificar que se estén cumpliendo con las respectivas normas de seguridad y el uso de equipos de protección.

- Señalización del área de trabajo.
- Superficie libre de obstáculos tanto en suelo como en altura.
- Comprobar la solidez de techos y fachadas donde se trabaje.
- Escaleras
- Casco dieléctrico
- Botas dieléctricas
- Guantes mecánicos y dieléctricos
- Vehículos de transporte de personal

Materiales: Los materiales a ser empleados en la construcción y/o reparación de, Líneas Aéreas de Baja Tensión deberán ser los nombrados en el documento de especificaciones técnicas de materiales del Proyecto Tipo. Los materiales deberán estar normalizados y acordes a las normativas nacionales y/o internacionales vigentes a las que apliquen.



Proyecto Tipo Líneas Aéreas de Baja Tensión

Anexo 02. Pliego de Condiciones Técnicas

1.Objeto	68
2.Ejecucion del Trabajo	68
2.1 Apertura de Hoyos	68
2.2 Transporte y Acopio de Materiales a Pie de Hoyo	69
2.3 Cimentaciones	70
2.4. Protección de las Superficies Metálicas	72
2.5. Izado depostes	72
2.6. Vientos o retenidas	73
2.7. Reposición del terreno	73
2.8. Puesta a tierra	73
3.0. Ejecucion del Trabajo de Redes Trenzadas	74
3.1. Instalacion de Conductores	74
4.0. Instalacion	75
4.1. Red Posada sobrepostes	75
5. Materiales	76
5.1.Postes	76
5.2. Accesorios para el montaje de la red trenzada	76
5.3. Elementos de conexión y derivación	76
5.3. Conductores	76
6.0. Condiciones generales para cruzamientos, proximidades y paralelismos.	76
7.0. Recepción de Obra	77
8.0. Normas de Referencia	77
1. Objeto	79
2. Normas de Prevención de Riesgos Laborales	79
3. Normas de Protección del Medio Ambiente	82
4. Requisitos Durante la Ejecución del Trabajo	83
4.1 Condiciones Ambientales	83
5. Campos Electromagnéticos	86



Proyecto Tipo Líneas Aéreas de Baja Tensión

1. Objeto

El presente Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de montaje de líneas eléctricas aéreas realizadas según el Proyecto Tipo para Líneas Eléctricas Aéreas de Baja Tensión.

Estas obras se refieren a la obra civil, suministro e instalación de los materiales necesarios en la construcción y puesta en servicio de las Líneas Eléctricas Aéreas de Baja Tensión con conductores trenzados en haz y con conductores concéntricos.

Los pliegos de condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

2. Ejecución del Trabajo.

El Contratista es el responsable de la ejecución de los trabajos los cuales deberán realizarse conforme a las reglas descritas en los documentos contractuales y es obligación del mismo coordinar y programar todas las etapas del proyecto cumpliendo con los plazos de entrega estipulados por la empresa distribuidora.

El Contratista deberá revisar todas las condiciones existentes que puedan afectar el trabajo y deberá realizar un reconocimiento a detalle del recorrido de las líneas eléctricas, ubicación de postes, etc, de forma que se familiarice con la ejecución del proyecto.

Es responsabilidad del Contratista gestionar con las autoridades u entidades competentes en la República de Panamá todos los permisos que se requieran para la realización del proyecto, tales como **MOP, MIVIOT, ATTT, Miambiente**, municipios, etc.

El Contratista será responsable por cualquier daño o desperfectos debido a sus operaciones, así como de cualquier tipo de proceso legal asociado a estas, debiendo en cada caso reparar todos los desperfectos ocasionados a terceros, calles, cercas, inmuebles, etc.

En las instalaciones a remodelar el Contratista deberá gestionar con las empresas de comunicación la reubicación de cables y equipos de comunicación, así como la nueva colocación de los mismos.

En general el Contratista deberá cumplir con todas las reglas y normas que así establezca la empresa distribuidora.

2.1. Trazo y Apertura de Hoyos.

La ubicación de los postes y retenidas se deberán marcar en el terreno con estacas fácilmente identificables, con el fin de dejar la ubicación definitiva en sitio, en el sentido correcto y listos para el proceso de apertura.

Las dimensiones de las excavaciones se ajustarán en lo posible a las indicadas por el expediente técnico del proyecto o por el supervisor de obra, deberán ser lo suficientemente amplias para que pueda compactarse.

Aquellas que excedan de las iniciales del Proyecto serán por cuenta del contratista, facturándose de acuerdo con las medidas dadas en el mismo.

El contratista tomará las disposiciones convenientes para dejar el menor tiempo posible abiertas las excavaciones, con objeto de evitar accidentes y tomará las precauciones necesarias a fin de evitar la inundación del hoyo.



Las tierras sobrantes deberán ser extendidas, si el propietario del terreno la autoriza, o retirarlas a vertedero en caso contrario.

El fondo de la excavación deberá ser plano y suficientemente compactado a fin de distribuir adecuadamente las cargas verticales actuantes.

2.1.1. En terrenos con tierra:

Estas excavaciones se harán con herramientas manuales: coa, pala coa y pala tipo espada para apertura del hoyo, pala tipo cuchara para el retiro del material sobrante y pison para compactación del terreno. Cuando las dimensiones de la cimentación lo permitan se utilizara perforadora mecánica o barreno.

Se evitará remover mucho el terreno para que éste no pierda consistencia.

Una vez que el terreno esté nivelado, las paredes de los hoyos serán perpendiculares al terreno.

2.1.2. En terreno con agua

En condiciones normales se utilizará la bomba adecuada para extraer el agua filtrada y permitir el trabajo de excavación.

Se realizará todo el proceso de colocación del poste lo más rápidamente posible y se utilizara material seleccionado para la compactacion, con el fin de evitar desprendimientos en las paredes del hoyo, aumentando las dimensiones del mismo.

2.1.3. En terreno con roca

El Contratista utilizará martillo neumático o retromartillo de tal forma que la excavación real se ajuste lo más posible a la teórica. Toda sobre medida será por cuenta del mismo.

Cuando quedan piedras sueltas en las paredes se retirarán, a no ser que sean lo suficientemente grandes para realizar el hormigonado del poste sin riesgo de seguridad en la cimentación.

Cuando se emplee martillos neumáticos o retro martillos, el contratista deberá tomar las precauciones adecuadas para que en el momento de las tareas no se proyecten al exterior piedras que puedan provocar accidentes o desperfectos, cuya responsabilidad correría a cargo del Contratista.

2.2. Transporte y Acopio de Materiales.

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

Se evitarán las sacudidas bruscas durante el transporte.

En la carga y descarga de los vehículos se evitarán toda clase de golpes o cualquier otra causa que pueda producir el agrietamiento de los mismos.



Proyecto Tipo Líneas Aéreas de Baja Tensión

En el depósito en obra se colocarán los postes estibados sobre madera dejando una separación entre el poste y el suelo, se colocará madera entre cada estiba con tres puntos de apoyo como mínimo, los tacos de madera serán de buena calidad y de igual tamaño; por ninguna razón se utilizarán piedras para tal fin.

Los postes no serán arrastrados, ni golpeados, ni arrojados desde la mesa, deben ser descargados con grúa.

Desde el almacén de obra se transportarán con carros especiales o elementos apropiados.

Los estrobos a utilizar serán los adecuados para no producir daños en los postes. El Contratista tomará nota de los materiales recibidos dando cuenta al supervisor de obra o vigilante de las anomalías que se produzcan.

2.3. Conductores y Herrajes

Las bobinas deben ser almacenadas en un piso firme, plano y distantes de productos químicos o derivados del petróleo, en sus diversos movimientos, serán tratadas con sumo cuidado, para evitar deterioros en los conductores y mantener el carrete de madera en buen estado de conservación. Para ello, en la carga y descarga se utilizarán mecanismos de elevación que eviten choques bruscos.

Las bobinas solo se deben rodar distancias cortas y nunca en terrenos pedregosos que puedan ocasionar daños sobre los conductores.

2.4. Cimentaciones.

Los postes se cimentarán mediante compactación del mismo terreno de excavación o con material seleccionado (grava o piedra picada).

En caso contrario, la cimentación de los postes se realizará de acuerdo con las tablas mostradas en el apartado 5.9 Memoria del Proyecto Tipo Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Desnudo.

Se empleará un hormigón cuya resistencia mecánica no sea inferior de 210 kg/cm^2 ($\approx 3000 \text{ PSI}$).

El amasado del hormigón se realizará siempre sobre chapas metálicas o superficies impermeables cuando se efectúa a mano, o en hormigoneras cuando así sea posible, procurando que la mezcla sea lo más homogénea posible.

Se ventearán los postes antes del vertido para asegurar que, una vez fraguado el hormigón, el poste mantenga posición elegida, evitando desplazamientos del mismo.

Al hacer el vertido se apisonará con objeto de hacer desaparecer las coqueas que pudieran formarse. No se dejarán las cimentaciones cortadas, ejecutándolas con hormigonado continuo hasta su terminación. Si por fuerza mayor hubiera de suspenderse y quedara éste sin terminar, antes de proceder de nuevo al hormigonado se levantará la concha de lechada que tenga, con todo cuidado para no mover la piedra, siendo aconsejable el empleo suave del pico y luego cepillo de alambre con agua, o solamente este último si con él basta. Más tarde se procederá



a mojarlo con una lechada de cemento e inmediatamente se procederá de nuevo al hormigonado.

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

Para los postes de hormigón, los macizos de cimentación quedarán 10 cm por encima del nivel del suelo, y se les dará una ligera pendiente como vierte-aguas.

Para los postes de metálicos y de fibra de vidrio, los macizos sobrepasarán el nivel de 10 cm como mínimo en terrenos normales, y 20 cm en terrenos de cultivo. La parte superior de este macizo estará terminada en forma de punta de diamante, a partir de mortero rico en cemento, con una pendiente de un 10% mínimo a modo de vierte-aguas.

Se tendrá la precaución de dejar un conducto para poder colocar el cable de tierra de los postes. Este conducto, en su parte superior, deberá coincidir a la altura de la salida del agujero para la línea de tierra que posee el poste.

2.4.1. Arena

La arena empleada podrá 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.

2.4.2. Piedra

Procederá 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 piedras y arena unidas sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos. En los casos que se permita el uso de postes metálicos, previa autorización del supervisor de obra o vigilante., podrá utilizarse hormigón ciclópeo.

2.4.3. Cemento

El cemento será de tipo Portland P-350 o equivalente.

2.4.4. Agua

Se empleará agua de río o manantial sancionadas como aceptables por la práctica, quedando prohibido el empleo de aguas de ciénagas.

Deberán rechazarse las aguas en las que se aprecie la presencia de hidratos de carbono, aceites o grasas.

Se descartará la utilización de agua de mar.

2.4.5. Fabricacion

La dosificación de los materiales que constituyen el hormigón se realizará en peso y de tal modo que la resistencia del hormigón sea la adecuada para el uso al que se va a someter.



Proyecto Tipo Líneas Aéreas de Baja Tensión

Cuando el hormigón no sea fabricado en central, el amasado se realizará con un periodo de batido, a la velocidad de régimen, no inferior a 90 s.

El fabricante de hormigón deberá documentar debidamente la dosificación empleada, que deberá ser aceptada expresamente por el supervisor de obra o vigilante..

En la obra existirá, a disposición del supervisor de obra o vigilante., un libro, custodiado por el fabricante de hormigón, que contendrá la dosificación nominal a emplear en la obra así como cualquier corrección realizada durante el proceso mediante la correspondiente justificación.

En este libro figurará la relación de proveedores de materias primas para la elaboración del hormigón, la descripción de los equipos empleados, y la referencia al documento de calibrado de la balanza para la dosificación del cemento. Así mismo figurará el registro del número de amasadas empleadas en cada lote y las fechas del hormigonado, con los resultados de los ensayos de resistencia del hormigón realizados.

En los casos en que el contratista pueda justificar, por experiencias anteriores, que con los materiales, dosificación y proceso de ejecución previstos es posible conseguir un hormigón que posea las condiciones exigibles, podrá prescindir de los ensayos previos.

No se hormigonará a temperaturas superiores a 40 °C o con vientos o retenidas excesivos.

Durante el fraguado y primer período de endurecimiento del hormigón, deberá asegurarse el mantenimiento de la humedad del mismo mediante un adecuado curado.

2.5. Protección de las superficies metálicas.

Los productos fabricados a partir de acero laminado, prensado y forjado estarán galvanizados en caliente de acuerdo a la norma ASTM A123.

Todos los tornillos y sus accesorios también estarán galvanizados en caliente según norma ASTM A153.

2.6. Izado depostes.

La operación de izado de los postes deberá realizarse utilizando el numero de personas, eslingas de acero, cables y grua adecuada al peso del poste.

El poste se debe colocar en las inmediaciones de la excavación y se levanta desde su centro de gravedad sujetándolo con una eslinga.

En los postes de hormigón se realizará un compactado en el fondo de la excavación previo al izado de los mismos, de modo que el poste no se hunda en el terreno.

Cuando estén terminados de instalar los postes que no lleven vientos o retenidas, deberán estar perpendiculares al suelo y perfectamente alineados.



2.7. Vientos o retenidas.

Se utilizarán vientos o retenidas anclados en los postes del tipo ángulo y fin de línea, o en aquellos otros postes en los cuales se requieran, intentando reducir su uso al mínimo posible.

Cualquier desviación de las normas por los detalles de la construcción generados por el contratista, deberá ser comunicada a la supervisión de obra, la cual autorizará las soluciones de anclaje.

Se tratará en todo momento de evitar la interferencia del viento o retenida con conductor de línea y en el caso de que se presente, se solucionará con la aprobación del supervisor de obra.

El viento o retenida se fijará al poste en el sitio indicado en los planos, tan cerca como sea posible del centro de carga del conductor.

Los vientos o retenidas formarán con el poste el ángulo que se indica en los planos correspondientes del apartado No. 8 Planos del presente Proyecto Tipo.

El viento o retenida será solidariamente anclado al suelo con anclas para retenidas adecuados para estos fines y a la profundidad necesaria para soportar las tensiones.

El viento o retenida se anclará con una varilla de acero galvanizado sujeta a su correspondiente ancla.

Deberá ser instalado antes de tensar los conductores de línea y será tensado a una tensión suficiente que incline ligeramente el poste en sentido contrario al de la línea, de manera tal que después de tensados los conductores, el poste adquiera su perpendicularidad y que no ceda en ningún caso.

El cable de viento a instalarse debe ser puesto a tierra correctamente.

2.8. Reposición del terreno.

Las tierras sobrantes, así como los restos del hormigonado deberán ser extendidas, si el propietario del terreno lo autoriza, o retiradas a vertedero, en caso contrario. Estas operaciones serán a cargo del contratista.

Todos los daños serán por cuenta del Contratista, salvo aquellos aceptados por el supervisor de obra o vigilante..

2.9. Puesta a tierra.

Los postes de la línea deberán conectarse a tierra de un modo eficaz, de acuerdo con el apartado 6.3.4 Memoria del presente Proyecto Tipo.

Los electrodos de puesta a tierra deberán tener una resistencia que no exceda los 25 ohm, cuando no se pueda lograr esta resistencia a tierra con un solo electrodo, se instalara otro electrodo para conseguir la resistencia indicada, dichos electrodos tendrán una separacion minima de 1.83 m respecto al otro.



3. Ejecución del Trabajo de Redes Trenzadas

3.1. Instalación de Conductores

El haz de conductores que constituyen la red posada se debe mantener separado del muro por medio de herrajes adecuados. Esta separación no debe ser inferior a 1 cm. Este espacio entre el haz y la fachada se deja libre con el objeto de evitar depósitos de polvo y facilitar los trabajos de mantenimiento.

El trazado del haz será horizontal y pasará sensiblemente al nivel medio de los puntos de entrada de las acometidas, evitando los resaltes importantes. La altura de los conductores sobre el suelo será de 4,9 m como mínimo, salvo que esté prevista una protección suplementaria resistente a los choques.

Los cambios de dirección del trazado se realizarán verticalmente, en el límite del inmueble, aprovechando salientes intermedios, tales como tuberías.

No se debe colocar ningún soporte a menos de 0,25 m de un ángulo saliente del muro o de una techumbre. Sólo no se aplicará esta regla en el caso de fijación sobre el mismo ángulo, en cuyo caso se colocará el soporte en la bisectriz del ángulo con un empotramiento conveniente.

Cuando el haz está situado en la proximidad de aberturas, se procurará que el trazado vaya por la parte superior de las mismas. Si no fuera posible y hubiera que pasar por debajo, no se situará a menos de 0,30 m de la parte inferior de estas aberturas, a menos que los conductores estén separados de dicha abertura por un balcón o una parte que sobresalga 0,10 m como mínimo sobre la fachada.

Si razones de estética en una avenida principal se oponen al cruce de una calle adyacente en alineación con dicha avenida, dicho cruce puede efectuarse retirándose 3 ó 4 m como máxima de la avenida principal.

En cualquier caso el trazado de la red debe ser juiciosamente elegido en función de las líneas dominantes de la arquitectura y se procurará aprovechar cada uno de los salientes de la fachada para asegurar el camuflaje de la red. Por igual motivo, en determinadas ocasiones, los cruces de calles o de espacios vacíos podrán ser realizados en canalización subterránea.

La preparación de las bobinas y las operaciones de desarrollado, tirado y colocación del haz sobre herrajes se ejecutarán con el mayor cuidado para evitar cualquier daño al aislamiento de los conductores.

Cualquier desperfecto real como torsión, aplastamiento o rotura de los conductores o de los alambres, rozadura de los conductores contra el suelo, contra los herrajes o contra cualquier objeto abrasivo, desgarrón del aislamiento, etc., debe obligatoriamente evitarse.

Las bobinas de los haces de conductores, almacenadas al abrigo de la humedad, no deben descargarse ni depositarse en lugares donde el polvo (arena, cemento, carbón, etc.) o cualquier otro cuerpo extraño pueda introducirse en el haz con peligro de deteriorar el aislamiento.

Las bobinas deben desarrollarse en un terreno desprovisto de asperezas. Este desarrollo se hace una vez para toda la longitud, siempre que sea posible. Se



verificará en el curso de esta operación que el haz está completamente intacto, eliminando cualquier parte que presente deterioro.

Para el tendido de conductores es aconsejable utilizar poleas de madera o de aleación de aluminio en que la anchura y profundidad de la garganta tengan una dimensión mínima igual a una vez y media la del mayor diámetro del haz a tender. En el tendido se deben tomar todas las precauciones necesarias para evitar retorcer los conductores.

Por el extremo del haz a tender se ejercerá la tracción necesaria que permita la mayor rectitud posible. Una vez tensado se colocará el haz de conductores sobre los soportes.

Para rebasar las tuberías se pasará el haz por la parte exterior de la misma mediante una separación progresiva de la fachada iniciada unos 0,80 m antes del obstáculo.

4. Instalación

4.1. Red Tensada sobre Postes.

Las operaciones necesarias se realizarán de acuerdo con lo indicado para la red aérea trenzada en haz.

Las operaciones necesarias para la instalación se realizarán de acuerdo con las siguientes instrucciones:

- Instalar en todos los postes y fachadas los ganchos y los anclajes previstos.
- Efectuar el tendido del conductor. Para esta operación se recomienda la utilización de poleas de madera o aleación de aluminio de diámetro mínimo 23 veces el de los conductores, y en las que el ancho y profundidad de las gargantas no sean inferiores a una vez y media el diámetro del haz.
- Con objeto de evitar que el cable se arrastre por el suelo, la bobina estará dispuesta de forma que el haz de conductores se desenrolle por su parte superior.
- El cable de arrastre debe escogerse de modo que el sentido del cableado sea el mismo que el del haz de conductores, para reducir el destrenzado del haz durante el tendido.
- Se regulará el tense de acuerdo con las tablas de tendido resultantes, para ello, previamente se determinará el vano de regulación.
- La temperatura se medirá cuidadosamente mediante un termómetro situado en las proximidades del conductor y colocado a la sombra de un poste.
- En general, se destensarán los conductores ligeramente por encima del tense requerido, y se regulará destensando progresivamente hasta alcanzar la flecha adecuada.
- Se evitará regular los tenses en horas en que la temperatura ambiente varía con rapidez, ya que puede provocar errores el hecho de que las variaciones de temperatura son mucho más rápidas en el aire que en los conductores.



Proyecto Tipo Líneas Aéreas de Baja Tensión

- Es aconsejable esperar 24 horas antes de amarrar definitivamente los conductores, para permitir que se igualen las tensiones en los vanos por efecto de las oscilaciones de los conductores.

5. Materiales.

En ningún caso se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el supervisor de obra o vigilante..

5.1. Postes

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el supervisor de obra o vigilante, aunque no están indicados en este Pliego de Condiciones.

Los postes de hormigón cumplirán las características señaladas en las Especificaciones de Materiales correspondientes.

5.2. Accesorios para el montaje de la red trenzada.

Todos los accesorios: tacos de plástico, pinzas de amarre, grapas de suspensión, pletinas de amarre, pinzas de acometida, abrazaderas, tornillos con ojo, etc. deberán poseer las características indicadas en las Especificaciones de Materiales adecuadas.

Con objeto de conseguir la uniformidad con el resto de las instalaciones de la zona, todos los elementos deberán ser aceptados por el Supervisor de obra o vigilante..

5.3. Elementos de conexión y derivación.

Todos los materiales utilizados para la conexión y derivación de los distintos conductores de baja tensión poseerán las características señaladas en las Especificaciones de Materiales apropiadas.

5.4. Conductores.

Los haces de conductores que constituyen la línea principal serán bipolares (un conductor de fase y un conductor neutro), tripolares (dos conductores de fase y un conductor neutro) y tetrapolares (tres conductores de fase y un conductor neutro).

Estos conductores quedarán definidos en la Especificación de Materiales correspondiente.

6. Condiciones generales para cruzamientos, proximidades y paralelismos.

Las redes con conductores trenzados en haz presentarán, en lo que se refiere a distancias de seguridad, las condiciones que se indican en el apartado 6.5. Memoria del presente Proyecto Tipo.



Proyecto Tipo Líneas Aéreas de Baja Tensión

7. Recepción de Obra.

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el supervisor de obra o vigilante, podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones del presente Pliego de Condiciones. Esta verificación se realizará por cuenta del Contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones, el contratista deberán solicitar la oportuna recepción global de la obra.

En la recepción de la instalación se incluirá la medición de la conductividad de las tomas de tierra y las pruebas de aislamiento pertinentes.

El supervisor de obra o vigilante contestará por escrito al Contratista, comunicando su conformidad a la instalación o condicionando su recepción a la modificación de los detalles que estime susceptibles de mejora.

8. Normas de Referencia.

Norma	Fecha	Título
ASTM A123	2001	Standard specification for zinc (hot-galvanized) coatings on products fabricated from rolled, pressed, and forged steel shapes, plates, bars, and strip.
ASTM A153	2000	Standard specification for zinc coating (hot dip) on iron and steel hardware.

En todo lo que no esté expresamente indicado en estas especificaciones, rige lo establecido en las normas ANSI y ASTM correspondientes, además de en el documento "National Electrical Safety Code" (NESC) editado por el Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).



Proyecto Tipo Líneas Aéreas de Baja Tensión

Anexo 03. Normas de Prevención de Riesgos Laborales y de Protección del Medio Ambiente.

Índice

1. Objeto	79
2. Normas de Prevención de Riesgos Laborales	79
3. Normas de Protección del Medio Ambiente	82
4. Requisitos Durante la Ejecución del Trabajo.	83
5. Campos Electromagnéticos.	86



Proyecto Tipo Líneas Aéreas de Baja Tensión

1. Objeto.

El presente documento tiene por objeto el precisar las normas de seguridad para la prevención de riesgos laborales y de protección medioambiental a desarrollar en cada caso para las obras contempladas en este Proyecto Tipo.

2. Normas de Prevención de Riesgos Laborales.

Las normas de Prevención de Riesgos Laborales (PRL) es todo el conjunto de normas, leyes, decretos y documentos que establecen reglas o medidas preventivas que intentan asegurar las condiciones de trabajo de los empleados y contratistas.

Todo empleado, contratista o empresa deberá adoptar y mantener durante todo el tiempo de realización de las obras o prestación del servicio a la empresa distribuidora las medidas de seguridad desde el punto de vista de prevención de riesgos laborales indicados en la tabla N° 42.



Proyecto Tipo Líneas Aéreas de Baja Tensión

Tabla 1.
Legislación de Prevención de Riesgos Laborales Aplicables.

Fecha de Publicación	Autoridad Competente	Título
1970	Orden Legislativo	Decreto de gabinete nº68 de 31 de marzo de 1970 por el cual se centraliza en la Caja del Seguro Social la cobertura obligatoria de los riesgos profesionales para todos los trabajadores del estado y de la empresa particular que operan en la República.
1971	Ministerio de Trabajo	Código del trabajo – Decreto de Gabinete N° 252 de 30 de diciembre de 1971. Libro II Riesgos profesionales. Título I Higiene y Seguridad en el trabajo.
1978	Orden Legislativo	Constitución Política de la República, reformada por los actos reformativos de 1978, por el acto constitucional de 1983 y los actos legislativos 1 de 1983 y 2 de 1994. Artículo 105.
1987	Ministerio de Obras Públicas	Resolución N°229 de 26 de enero de 1959 por medio de la cual se adopta el Reglamento para las Instalaciones Eléctricas de la República de Panamá y se nombra un Comité Consultivo Permanente para el estudio y actualización del mismo.
1998	Ministerio de Salud	Decreto Ejecutivo N° 77 de 20 de agosto de 1998, por el cual se establece la Presentación y Normas para realización del Estudio de Riesgos a la Salud y el Ambiente.
2000	Ministerio de Comercio e Industrias	Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 44-2000. Condiciones de Higiene y Seguridad en ambientes de Trabajo donde se genere ruidos.
2000	Ministerio de Comercio e Industrias	Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000. Condiciones de Higiene y Seguridad en ambientes de Trabajo donde se genere vibraciones.



Proyecto Tipo Líneas Aéreas de Baja Tensión

Fecha de Publicación	Autoridad Competente	Título
2001	Ministerio de Comercio e Industrias	Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 43-2001. Condiciones de Higiene y Seguridad donde se manejan sustancias químicas.
2002	Ministerio de Salud	Decreto Ejecutivo N° 306 de 4 de septiembre de 2002 que adopta el reglamento para el control de los ruidos en espacios públicos, áreas residenciales o de la habitación, así como en ambientes laborales.
2004	Ministerio de Salud	Decreto Ejecutivo N° 1 de 15 de enero de 2004 que determina los niveles de ruido para las áreas residenciales e industriales.
2005	Orden Legislativo	Ley 51 de 27 de diciembre de 2005 que reforma la Ley Orgánica de la caja de Seguro Social y dicta otras disposiciones.
2007	Ministerio de Trabajo	Decreto Ejecutivo N° 15 de 2007. Por el cual se adoptan medidas de urgencia en la industria de la construcción con el objeto de reducir la incidencia de accidentes de trabajo.
2007	Asamblea Nacional	Ley N° 6 de 11 de enero de 2007 que dicta normas sobre el manejo de residuos aceitosos derivados de hidrocarburos o de base sintética en el territorio nacional.
2008	Ministerio de Trabajo	Decreto Ejecutivo N° 2 de 15 de febrero de 2008. Por el cual se reglamenta la Seguridad Salud e Higiene en la Industria de la Construcción.
2008	Ministerio de Trabajo	Decreto Ejecutivo N°17. Por el cual se deroga el artículo 3 y se modifican algunos artículos del decreto ejecutivo 15 de # julio de 2007.
2009	Ministerio de Comercio e Industrias	Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 81-2009. Sistema de Barandas y Condiciones de Seguridad.
2013	Ministerio de Obras Públicas	Resolución N°7 de 16 de enero de 2013 por medio de la cual se anexan las reglas eléctricas de seguridad en las instalaciones de distribución y transmisión.(RESIDT) al Reglamento de Instalaciones Eléctricas (RIE)
2015	Gas Natural Fenosa	NT.00053.GN-SP.ESS. Estándar de Seguridad y Salud: Señalización. Aplicación a todas las empresas del grupo Gas Natural Fenosa, y a sus empresas colaboradoras en las actividades que realicen para el grupo Gas Natural Fenosa.



Proyecto Tipo Líneas Aéreas de Baja Tensión

3. Normas de Protección del Medio Ambiente.

Todas las instalaciones deberán diseñarse y construirse limitando el impacto en el medio ambiente, por esta razón deberán respetarse las leyes, decretos y demás disposiciones vigentes en la república de Panamá sobre esta materia, al igual que los procedimientos emitidos por la empresa distribuidora en lo concerniente a manejo de productos químicos, productos y desechos peligrosos, manejo de derrames y descargas.

Tabla 2.
Legislación Medioambiental Aplicable.

Fecha de Publicación	Autoridad Competente	Título
1972	Asamblea Nacional	Constitución Política de la República de Panamá 1972, Enfoque Ecológico, capítulo 7 – título III.
1998	Asamblea Nacional	Ley N°41, de 1 de julio de 1998, Ley General de Ambiente de la República de Panamá.
2000	Asamblea Nacional	Decreto N°58 del 2000, Reglamenta el procedimiento para la elaboración de normas de calidad ambiental y límites máximos permisibles.
2009	Ministerio de Economía y Finanzas	Decreto Ejecutivo N° 123 del 14 de agosto del 2009, por el cual reglamenta el Capítulo II del Título IV de la Ley 41 del 1 de julio de 1998, General de Ambiente de la República de Panamá y se deroga el Decreto Ejecutivo 209 de 5 de septiembre 2006.
2011	Ministerio de Economía y Finanzas	Decreto Ejecutivo N° 155 de 5 de agosto de 2011, que modifica el Decreto Ejecutivo N° 123 de 14 de agosto de 2009.

Atendiendo a lo preceptuado por el artículo N° 15 del Título II (de los Proyectos que Ingresan al proceso de Evaluación de Impacto Ambiental) del Decreto Ejecutivo No. 123 del 14 de agosto del 2009, el cual reglamenta el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental.

Los nuevos proyectos o modificaciones de proyectos existentes en sus fases de planificación, ejecución, emplazamiento, instalación, construcción, montaje, ensamblaje, mantenimiento, operación, funcionamiento, modificación, desmantelamiento, abandono, y terminación que ingresarán al proceso de Evaluación de Impacto Ambiental son los indicados en la lista taxativa desarrollada en el Artículo 16.

“Por lo antes señalado, el ingreso al proceso de Evaluación de Impacto Ambiental está sujeto a la lista taxativa de la normativa precitada, indicado en los sectores de Industria Energética, Industria de la Construcción, Manejo de Residuos. El Ministerio de Ambiente puede solicitar la elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental cuando dicha entidad considere que con la ejecución de las actividades u obras propuestas para el desarrollo del proyecto se pueda afectar alguno de los criterios de protección ambiental o se puedan generar riesgos ambientales, en todo caso, ya sea que la actividad, obra o proyecto esté o no en la lista taxativa tal como se indica en el artículo 17 del decreto.”



Proyecto Tipo Líneas Aéreas de Baja Tensión

Para realización de estas actividades se debe cumplir con los requisitos, normas, procedimientos y directrices Medio ambientales.

Para establecer la categoría del Estudio de Impacto Ambiental, se debe considerar lo indicado en el Artículo 23 del Capítulo I del Decreto Ejecutivo N.º 123, del 14 de agosto de 2009 (que reglamenta el proceso de evaluación de impacto ambiental), el cual define cinco Criterios de Protección Ambiental para asignar la categoría de los estudios de impacto ambiental a la que se adscribe un determinado proyecto.

El promotor del proyecto debe mencionar las acciones a realizar en el proyecto, al igual que las medidas de mitigación en caso que las hubiese.

- Actividades Previas: Disposición de materiales, equipos, acondicionamiento de área de trabajo.
- Construcción y Ejecución: Implica toda la construcción de obras civiles, instalación de servicios y manejo de equipos.
- Operación (Si aplica): En esta etapa se prevé que las instalaciones sean ocupadas y operadas.
- Abandono (Si aplica): En esta etapa se prevé el abandono, cierre o desmantelamiento de los equipos o instalaciones.

El estudio de impacto ambiental debe ser realizado por personal idóneo, además debe ser independiente del promotor, proyecto u obra. Debidamente certificado ante el ministerio de ambiente de Panamá.

4. Requisitos Durante la Ejecución del Trabajo.

A continuación se exponen una serie de requisitos ambientales que se deben cumplir a la hora de ejecutar los trabajos definidos en los diferentes Proyecto Tipos.

4.1. Condiciones Ambientales Generales.

Se deberá cumplir con la normativa ambiental vigente para el ejercicio de la actividad, así como con los requisitos internos de las instalaciones de la empresa distribuidora en lo referente a protección ambiental. Así mismo, en caso de existir, se cumplirán los requisitos ambientales establecidos en los Estudios de Impacto Ambiental, Declaraciones de Impacto Ambiental o Planes de Vigilancia Ambientales.

En caso de generarse un incidente o accidente ambiental durante el servicio imputable a una mala ejecución del contratista, se deberán aplicar las medidas correctivas necesarias para restablecer el medio afectado a su situación inicial y hacerse cargo de la restauración del daño causado.

Se deberán realizar los trabajos de acuerdo con las condiciones que resulten de la evaluación ambiental emitidas por la administración competente.

4.1.1. Atmósfera.

Se deberá evitar la dispersión de material por el viento, poniendo en marcha las siguientes medidas:



- Proteger el material de excavación y/o construcción en los sitios de almacenamiento temporal.
- Reducir el área y tiempo de exposición de los materiales almacenados al máximo posible.
- Humedecer los materiales expuestos al arrastre del viento y las vías no pavimentadas.
- Empedrar lo más rápido posible las áreas de suelo desnudo.
- Realizar la carga y transporte de materiales al sitio de las obras vigilando que no se generen cantidades excesivas de polvo, cubriendo las cajas de los camiones.

4.1.2. Presión Acústica.

El nivel máximo admisible de presión acústica depende del tipo de zona en la que se ubique la obra, y variará entre 45 dBA (zonas residenciales) y 50 dBA (zonas industriales), de acuerdo al decreto ejecutivo N° 306 de 4 septiembre de 2002, el decreto ejecutivo 1 del 15 de enero de 2004.

4.1.3. Residuos.

Se deberá implementar como primera medida una política de **no generación de residuos** y una política de manejo de residuos sólidos, que en orden de prioridad incluya los siguientes pasos: Reducir, reutilizar, reciclar y disponer en un vertedero autorizado.

Las zonas de obras se conservarán, limpias, higiénicas y sin acumulaciones de desechos o basuras y depositar los residuos generados en los contenedores destinados y habilitados a tal fin, evitando siempre la mezcla de residuos peligrosos entre sí o con cualquier otro tipo de residuo.

Se cumplirá para el transporte y disposición final de los residuos con la normativa establecida a tal efecto por organismo competente en la materia.

4.1.4. Manejo de Materiales.

Se deberán establecer zonas de almacenamiento y acopio de material en función de las necesidades y evolución de los trabajos en Obra. Las zonas de acopio y almacenamiento se situarán siempre dentro de los límites físicos de la obra y no afectarán a vías públicas o cauces ni se situarán en zonas de pendiente moderada o alta (>12%); salvo necesidad de proyecto y permiso expreso de la autoridad competente.

En el almacenamiento temporal se deberán implementar barreras provisionales alrededor del material almacenado y cubrirlo con lonas o polietileno.

Se deberán gestionar los materiales teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Mínima afectación visual de las zonas de acopio y almacenamiento.



- Mínimas emisiones fugitivas de polvo en las zonas de acceso y movimiento de tierras.

Se colocará de manera temporal y en sitios específicos el material generado por los trabajos de movimiento de tierras, evitando la creación de barreras físicas que impidan el libre desplazamiento de la fauna y/o elementos que modifiquen la topografía e hidrodinámica, así como el arrastre de sedimentos a los cuerpos de agua cercanos a la zona de la obra, deteriorando con ello su calidad.

4.1.5. Aguas Vertidos.

Se deberá dar tratamiento a todos los tipos de aguas residuales que se generen durante la obra, ajustado con los límites máximos permisibles establecidos en la normativa vigente antes de verterla al cuerpo receptor.

Se controlarán los vertidos de obra en función de su procedencia siguiendo los criterios operacionales descritos a continuación:

- Aguas de lavado de cubas de hormigón: En caso necesario se establecerá una zona de lavado de cubas de hormigón en Obra perfectamente delimitada y acondicionada.

En caso de Obra en zonas urbanas se efectuarán los lavados en contenedor asegurándose que no se realizan vertidos a la red de saneamiento. El agua de lavado podrá ser vertido de forma controlada a la red de saneamiento previa autorización del organismo competente.

4.1.6. Conservación y Restauración Ambiental.

Se realizarán operaciones de desbroce y retirada de terreno vegetal de la superficie exclusivamente necesaria para la obra.

Se acumulará y conservará los suelos vegetales removidos para utilizarlos posteriormente en la recomposición de la estructura vegetal.

Se utilizarán los caminos existentes para el transporte de material, equipo y maquinaria que se utilice durante la preparación del sitio y construcción.

Se procederá a la limpieza inmediata y la disposición adecuada de los desechos que evite ocasionar impactos visuales negativos.

Se adaptará la realización de movimientos de tierras a la topografía natural.

4.1.7. Parque de Vehículos.

Realizar el estacionamiento, lavado y mantenimiento del parque automotor en lugares adecuados para tal fin, evitando la contaminación de cuerpos de agua y suelos con residuos sólidos y aceitosos.



Proyecto Tipo Líneas Aéreas de Baja Tensión

4.1.8. Finalización de Obra.

Se deberá remover todos los materiales sobrantes, estructuras temporales, equipos y otros materiales extraños del sitio de las obras y deberá dejar dichas áreas en condiciones aceptables para la operación segura y eficiente.

Se ejecutará la remoción del suelo de las zonas que hayan sido compactadas y cubiertas, para retornarlas a sus condiciones originales, considerando la limpieza del sitio.

5. Campos Electromagnéticos.

Recomendación de la Organización Mundial de la Salud:

Siguiendo un proceso estandarizado de evaluación de riesgos para la salud, la OMS en su nota informativa No 3221 (2007) concluyó, que no hay efectos sustanciales para la salud relacionados con los campos eléctricos y magnéticos de frecuencias extremadamente bajas (0-100 kHz) a los niveles que puede encontrar el público en general.



Proyecto Tipo Líneas Aéreas de Baja Tensión

Anexo 04. Proyecto Específico

Todo Proyecto Específico estará constituido por las siguientes documento:

I. Proyecto.

1. Memoria
2. Planos
3. Presupuesto



MEMORIA

PROYECTO DE LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA DE BAJA TENSIÓN



LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA DE BAJA TENSIÓN

_____ - _____ V

I. Proyecto.

1. Memoria

1.1 Preamble

El presente proyecto se ajustará en su dimensionamiento y diseño a lo especificado en el Proyecto Tipo de Líneas Eléctricas Aéreas De Baja Tensión.

1.2 Objeto.

_____, empresa distribuidora de energía eléctrica, pretende la construcción de la L.A.B.T. _____ V con la finalidad de _____.

El objeto del presente documento es la tramitación oficial de la obra descrita, en cuanto a las consecución de las correspondientes autorizaciones administrativas.

1.3 Emplazamiento

La instalación está ubicada en la provincia de _____, distrito de _____, corregimiento de _____, dirección _____.

En los planos de situación del apartado No.3 Planos del presente anexo se puede observar con mayor precisión los croquis de localización de la instalación.

1.4 Peticionario y Compañía Suministradora.

Penitenciarario:

_____.

Compañía

Suministradora: _____.

1.5 Descripción de la instalación.

La instalación objeto del presente estudio queda definida por las siguientes características:



Tabla No. 1.
Descripción de la Instalación

Tensión de distribución (V)	
Longitud de la línea	
Área de emplazamiento	
Conductores: tipo/sección	
Cant. total de postes	
Cant. total de luminarias	
Cant. total de armados de BT	
Cant. total de clientes a servir	
Cant. total de derivaciones	
Cant. de puesta a tierra	
Máxima caída de tensión admisible (%)	

1.6 Resultados de Cálculos.

1.6.1. Cálculos Eléctricos y Mecánicos

Todos los cálculos eléctricos y mecánicos relativos a la línea objeto del presente estudio. Han sido realizados de acuerdo con el Proyecto Tipo de Líneas Eléctricas Aéreas de Baja Tensión.

Tabla No. 2

Tipo de red (rural o urbana)	
Nivel de electrificación	
Coeficiente de simultaneidad	

Se adjunta el esquema eléctrico y tabla de cálculos eléctricos de la red.

1.6.1.1 Valores Eléctricos.

La potencia que se prevé transportar por la línea es inferior a la máxima admisible.

Dada la longitud de la línea, indicada anteriormente, se obtienen los siguientes valores:

Tabla No.3

Caída de tensión (%)	
Pérdida de potencia (%)	
Momento eléctrico de transporte	



LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA DE BAJA TENSIÓN

_____ - _____ V

1.6.1.2 Tablas Constructivas.

CÁLCULOS ELÉCTRICOS

Potencia del transformador (kVA): _____.

Potencia por cliente considerado (kW): _____.

Circuito eléctrico N°: _____.

Coeficiente de simultaneidad: _____.

Tabla No. 4
Resumen de Calculo de Caída de Tensión

Tx	Tramo		Cable	Carga de Diseño	Cant. Clientes	P (kW)	L (m)	M (PxL)	Mt	Δ%	ΔVt
	De	A									

1.7 Conclusiones.

Expuestas en este Proyecto las razones que justifican la necesidad de la instalación y sus características, se solicita la Aprobación y la Autorización para su construcción y posterior puesta en servicio.

_____ de _____ de 20__

EL AUTOR DEL PROYECTO

Fdo. _____.



Proyecto Tipo Líneas Aéreas de Baja Tensión

LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA DE BAJA TENSIÓN

_____ - _____ V

II. Planos.

2.1 Situación

2.2 Emplazamiento

2.3 Perfil Longitudinal y Planta

2.4 Postes Especiales.



Proyecto Tipo Líneas Aéreas de Baja Tensión

LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA DE BAJA TENSIÓN

_____ - _____ V

III. Presupuestos.

3.1 Presupuesto Detallado.

3.1.1 Presupuesto de Materiales



**Tabla No. 5.
Presupuesto de Materiales**

Código	Descripción UC	Unidad	Cantidad	Aporte Mat.	Costo Unitario	Costo Total Contratista	Costo Total Distribuidora	Costo Total
Postes y Cimentaciones								
					Subtotal A:	B/.	B/.	B/.
Armados en BT								
					Subtotal B:	B/.	B/.	B/.
Conductores y Conexiones								
					Subtotal C:	B/.	B/.	B/.
Acometidas								
					Subtotal D:	B/.	B/.	B/.
Puesta a Tierra								
					Subtotal E:	B/.	B/.	B/.
Retenidas								
					Subtotal F:	B/.	B/.	B/.
					Total:	B/.	B/.	B/.

Proyecto Tipo Líneas Aéreas de Baja Tensión



LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA DE BAJA TENSIÓN

_____ - _____ V

3.1.2. Presupuesto de Mano de Obra

Tabla No. 6. Presupuesto de Mano de Obra.

Código	Descripción UC	Unidad de Medida	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Postes y Cimentaciones					
Subtotal A:					B/.
Armados en BT					
Subtotal B:					B/.
Conductores y Conexiones					
Subtotal C:					B/.
Acometidas					
Subtotal D:					B/.
Puesta a Tierra					
Subtotal E:					B/.
Retenidas					
Subtotal F:					B/.
Total:					B/.



3.2 Presupuesto General

Tabla No. 7
Presupuesto General

Item	Concepto	Costo
1	Costo Directo	
1.1	Presupuesto de materiales	B/.
1.2	Presupuesto de mano de obra	B/.
	Valor Total Costos Directos	B/.
2	Costos Indirectos	
2.1		B/.
2.2		B/.
	Valor Total Costos Indirectos	B/.
		B/.
	Valor Total Presupuesto	B/.

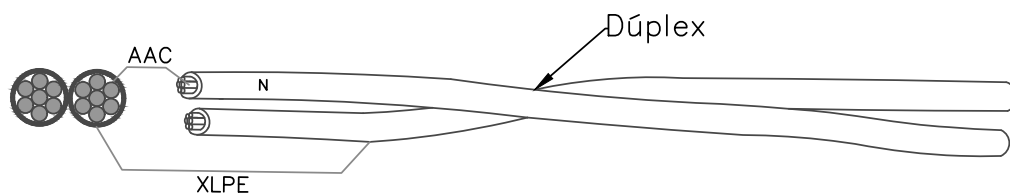
Asciende el presente presupuesto a la cantidad de *presupuesto total en letra (presupuesto total en número) Ptas.*

Localidad, fecha
EL INGENIERO ELECTRICISTA

Fdo.: _____
Matricula profesional nº: _____

CAD: 1. PL010000 CONDUCTOR TRENZADO DÚPLEX 6 AWG.DWG 09/08/2021 12:41 PM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07

DIN-A4

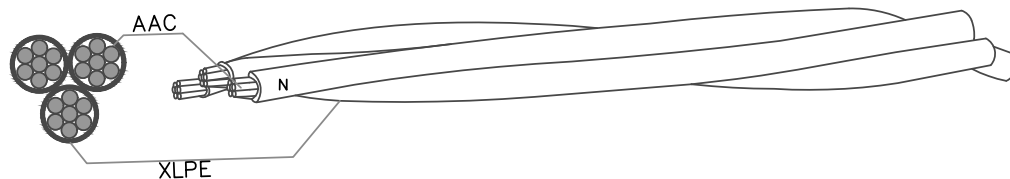


..						
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
ESCALA:		TÍTULO PROYECTO:				
S/E		LÍNEAS AÉREAS DE BAJA TENSIÓN				
ID. CLIENTE		TÍTULO PLANO:				CÓDIGO:
		CONDUCTOR TRENZADO DE USO EXCLUSIVO EN ACOMETIDAS - DÚPLEX 6 AWG				HOJA SIGUE
						PL010000

CAD: 2. PL010100 CONDUCTOR TRENZADO TRIPLEX 6 AWG.DWG 09/08/2021 12:41 PM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07

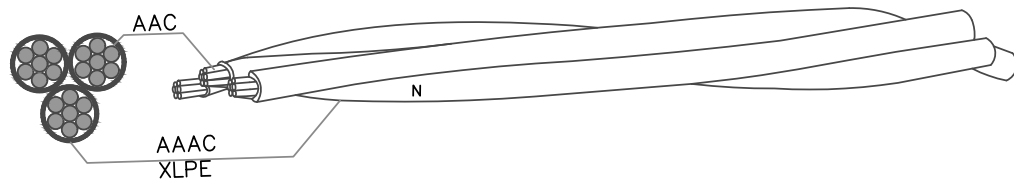
DIN-A4

EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
ESCALA:		TÍTULO PROYECTO:				
ID. CLIENTE		ESPECIFICACION TECNICA				
		TÍTULO PLANO:				CÓDIGO:
		CONDUCTOR TRENZADO DE USO EXCLUSIVO EN ACOMETIDAS - TRÍPLEX 6 AWG				HOJA: SIGUE
						Nº PL010100



CAD: 3. PL010110 CONDUCTOR TRENZADO TRIPLEX 2 AWG.DWG 09/08/2021 12:41 PM
FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07

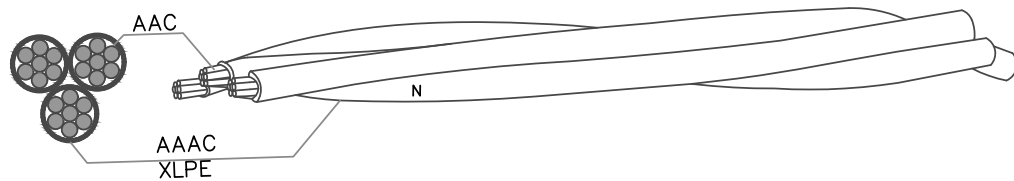
DIN-A4



EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
ESCALA:	S/E		TÍTULO PROYECTO:			Naturgy 
ID. CLIENTE		LÍNEAS AÉREAS DE BAJA TENSIÓN				
		TÍTULO PLANO:			CÓDIGO:	
		CONDUCTOR TRENZADO DE USO EXCLUSIVO EN ACOMETIDAS - TRIPLEX 2 AWG			HOJA	SIGUE
					Nº	PL010110

CAD: 4. PL010120 CONDUCTOR TRENZADO TRIPLEX 1 0 AWG.DWG 09/08/2021 12:42 PM
FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07

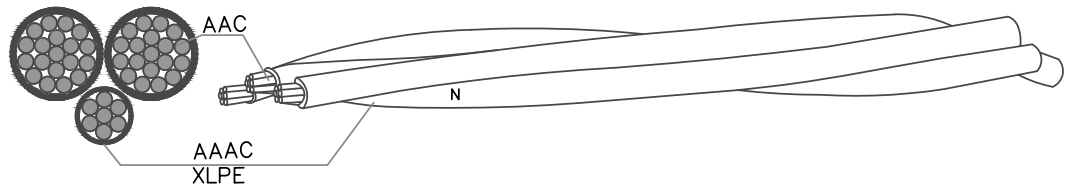
DIN-A4



EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
ESCALA:	S/E		TÍTULO PROYECTO:			Naturgy 
ID. CLIENTE		LÍNEAS AÉREAS DE BAJA TENSIÓN				
		TÍTULO PLANO:			CÓDIGO:	
		CONDUCTOR TRENZADO DE USO EXCLUSIVO EN ACOMETIDAS - TRÍPLEX 1/0 AWG			HOJA SIGUE	
					Nº PL010120	

CAD: 5. PL010130 CONDUCTOR TRENZADO TRIPLEX 40 AWG.DWG 09/08/2021 12:42 PM
FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07

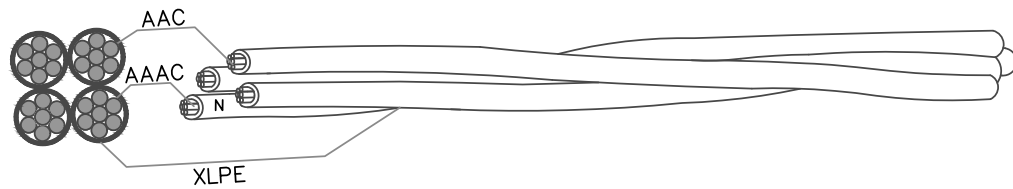
DIN-A4



EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
ESCALA:	S/E	TÍTULO PROYECTO:				Naturgy 
		LÍNEAS AÉREAS DE BAJA TENSIÓN				
ID. CLIENTE		TÍTULO PLANO:				CÓDIGO:
		CONDUCTOR TRENZADO DE USO EXCLUSIVO EN ACOMETIDAS - TRÍPLEX 1/0 AWG				HOJA SIGUE
						Nº PL010130

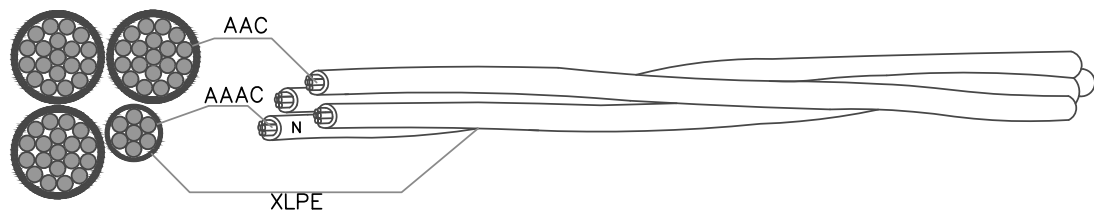
CAD: 6. PL010200 CONDUCTOR TRENZADO CUADRUPLIX 10 AWG.DWG 09/08/2021 12:42 PM
FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07

DIN-A4



EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
ESCALA:	S/E	TÍTULO PROYECTO:				Naturgy 
ID. CLIENTE		LÍNEAS AÉREAS DE BAJA TENSIÓN				
		TÍTULO PLANO:				CÓDIGO:
		CONDUCTOR TRENZADO DE USO EXCLUSIVO EN ACOMETIDAS - TRÍPLEX 4/0 AWG				HOJA SIGUE
						Nº PL010200

CAD: 7. PL010210 CONDUCTOR TRENZADO CUADRUPLIX 40AWG.DWG 09/08/2021 12:42 PM
FORMATO: IT.05093.ES-TIPO.07

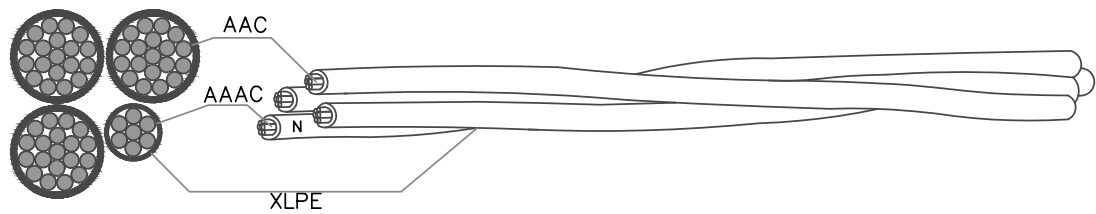


EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
ESCALA:		TÍTULO PROYECTO:				Naturgy 
ID. CLIENTE		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA				
		TÍTULO PLANO:				CÓDIGO:
		CONDUCTOR TRENZADO DE USO EXCLUSIVO EN ACOMETIDAS - CUÁDRUPLEX 4/0 AWG				HOJA SIGUE
						Nº PL010210

DIN-A4

CAD: 8. PL010220 CONDUCTOR TRENZADO CUADRUPLIX 336 KCMIL.DWG 09/08/2021 12:42 PM
FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07

DIN-A4

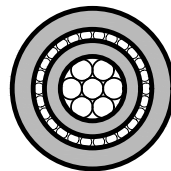
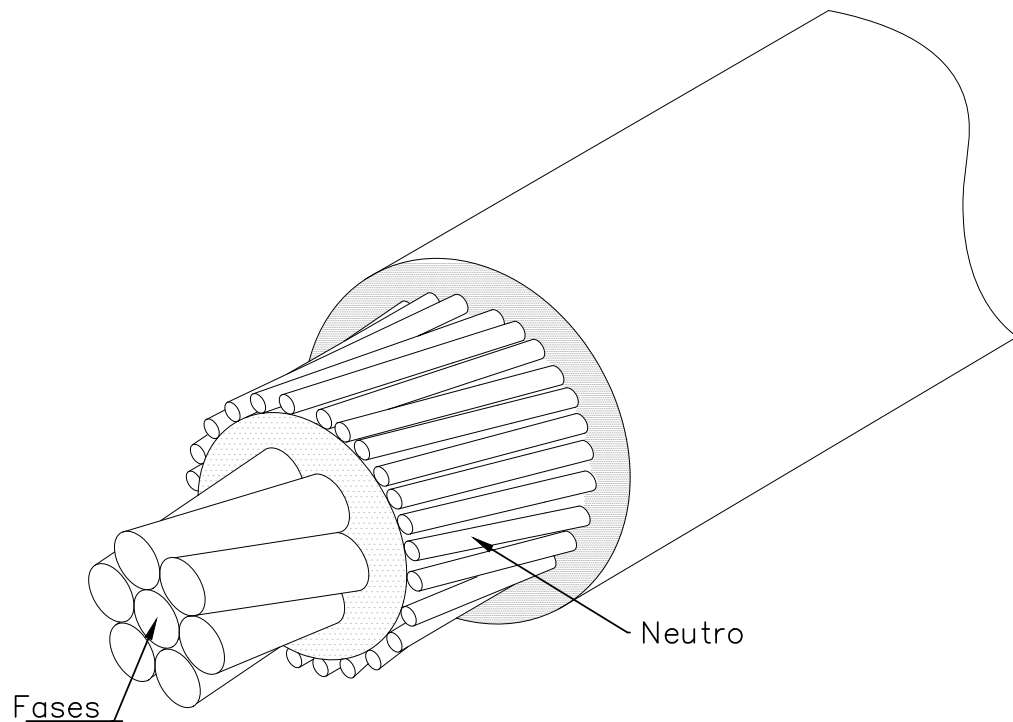


EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
ESCALA	S/E	TÍTULO PROYECTO				Naturgy
ID. CLIENTE		LÍNEAS AÉREAS DE BAJA TENSIÓN				
		TÍTULO PLANO				CÓDIGO:
		CONDUCTOR TRENZADO DE USO EXCLUSIVO EN ACOMETIDAS - CUÁDRUPLEX 336 KCMIL				HOJA SIGUE
						Nº PL010220

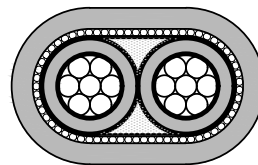
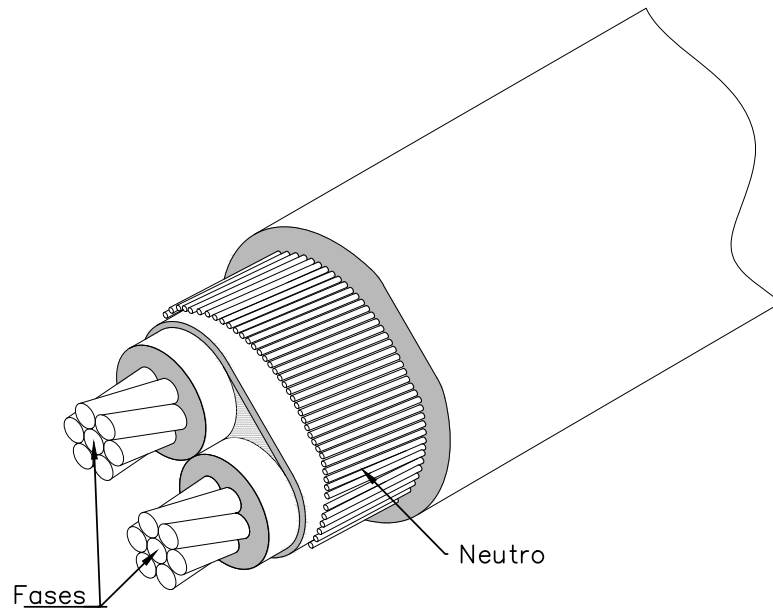
CAD: 11. PL010400 CONDUCTOR CONCENTRICO 2 X 6.DWG 09/08/2021 12:41 PM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07

DIN-A4

EDIC		FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
ESCALA		TÍTULO PROYECTO					
S/E		LÍNEAS AÉREAS DE BAJA TENSIÓN					
ID. CLIENTE		TÍTULO PLANO					Código:
		CONDUCTOR CONC. DE USO EXCLUSIVO EN ACOMETIDAS - 2 X NO. 6 AWG					HOJA SIGUE Nº PL010400



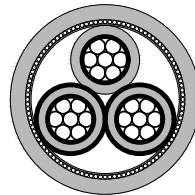
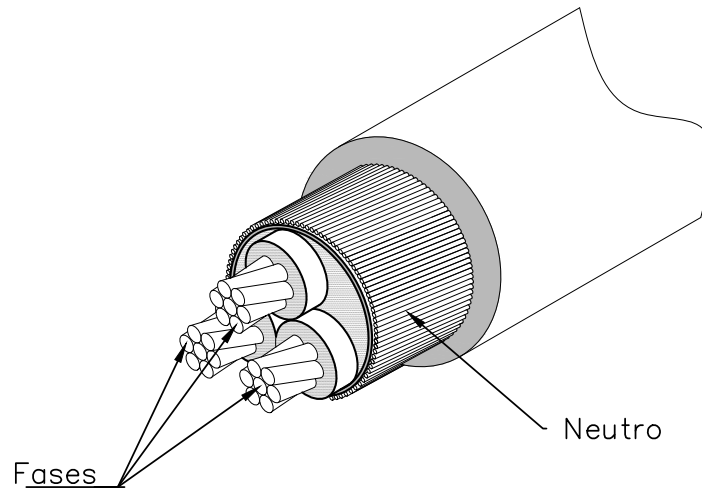
CAD: 12. PL010410 CONDUCTOR CONCÉNTRICO 3 X 6.DWG 09/08/2021 12:41 PM
 FORMATO: IT.05093.ES-TIPO.07



EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA	
ESCALA: S/E		TÍTULO PROYECTO:					
ID. CLIENTE		LÍNEAS AÉREAS DE BAJA TENSIÓN					
		TÍTULO PLANO:				Código:	
		CONDUCTOR CONC. DE USO EXCLUSIVO EN ACOMETIDAS - 3 X NO. 6 AWG				HOJA SIGUE Nº PL010410	

DIN-A4

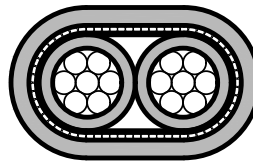
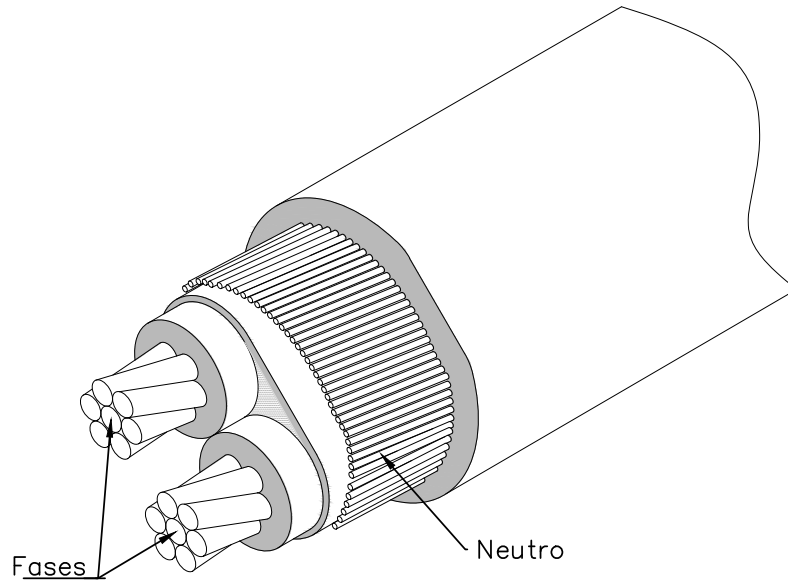
CAD: 13.PL010420 CONDUCTOR CONCÉNTRICO 4 X 6.DWG 09/08/2021 12:41 PM
FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07



EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
ESCALA:	S/E	TÍTULO PROYECTO:				Naturgy
		LÍNEAS AÉREAS DE BAJA TENSIÓN				
ID. CLIENTE		TÍTULO PLANO:				Código:
		CONDUCTOR CONC. DE USO EXCLUSIVO EN ACOMETIDAS - 4 X NO. 6 AWG				HQJA SIGUE
						Nº PL010420

DIN-A4

CAD: 14. PL010500 CONDUCTOR CONCENTRICO 3 X 4.DWG 09/08/2021 12:41 PM
FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07

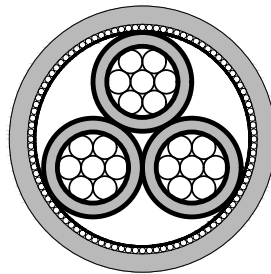
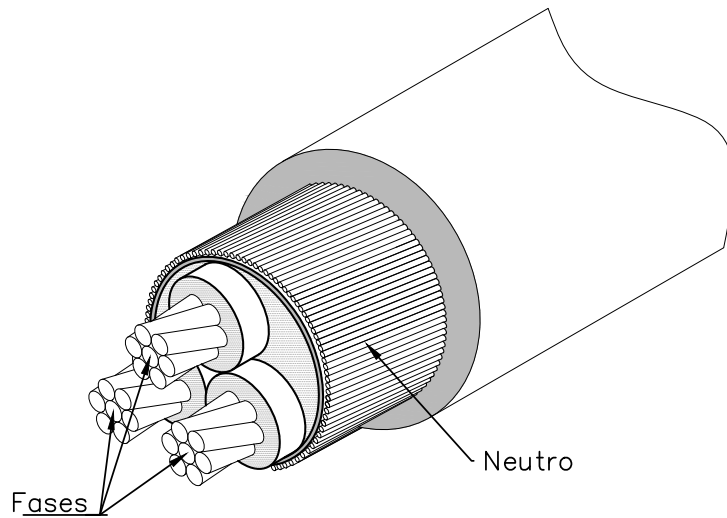


EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
ESCALA	S/E	TÍTULO PROYECTO				Naturgy
ID. CLIENTE		LÍNEAS AÉREAS DE BAJA TENSIÓN				
		TÍTULO PLANO				Código:
		CONDUCTOR CONC. DE USO EXCLUSIVO EN ACOMETIDAS - 3 X NO. 4 AWG				HQJA SIGUE
						Nº PL010500

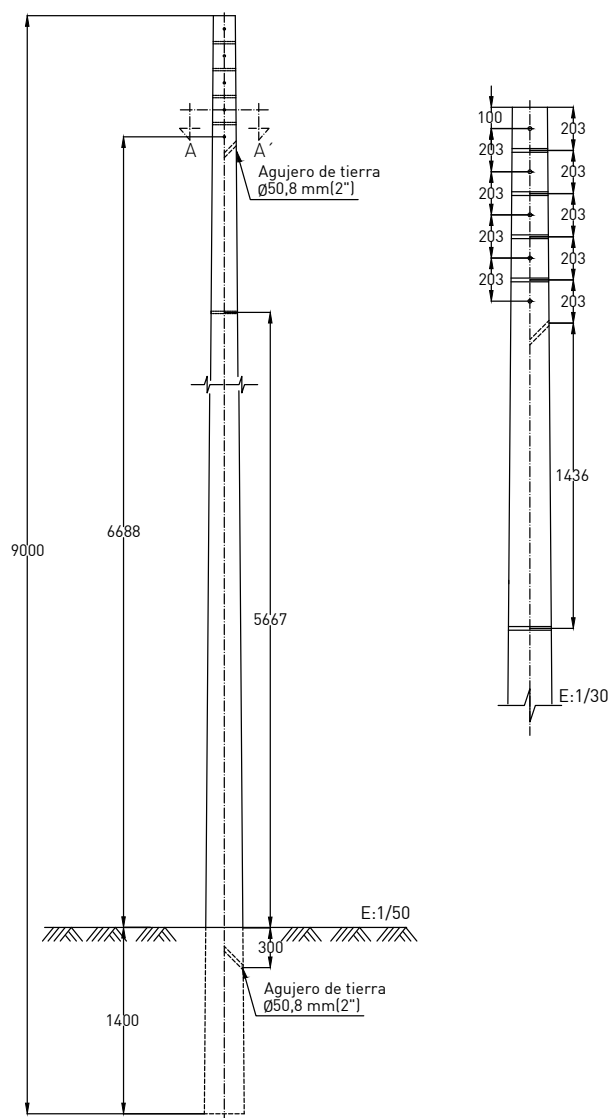
DIN-A4

CAD: 15. PL010510 CONDUCTOR CONCENTRICO 4 X 4.DWG 09/08/2021 12:41 PM
FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07

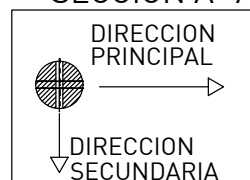
DIN-A4



EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
ESCALA:	S/E	TÍTULO PROYECTO:				Naturgy
		LÍNEAS AÉREAS DE BAJA TENSIÓN				
ID. CLIENTE		TÍTULO PLANO:				Código:
		CONDUCTOR CONC. DE USO EXCLUSIVO EN ACOMETIDAS - 4 X NO. 4 AWG				HQJA SIGUE
						Nº PL010510



SECCION A- A'



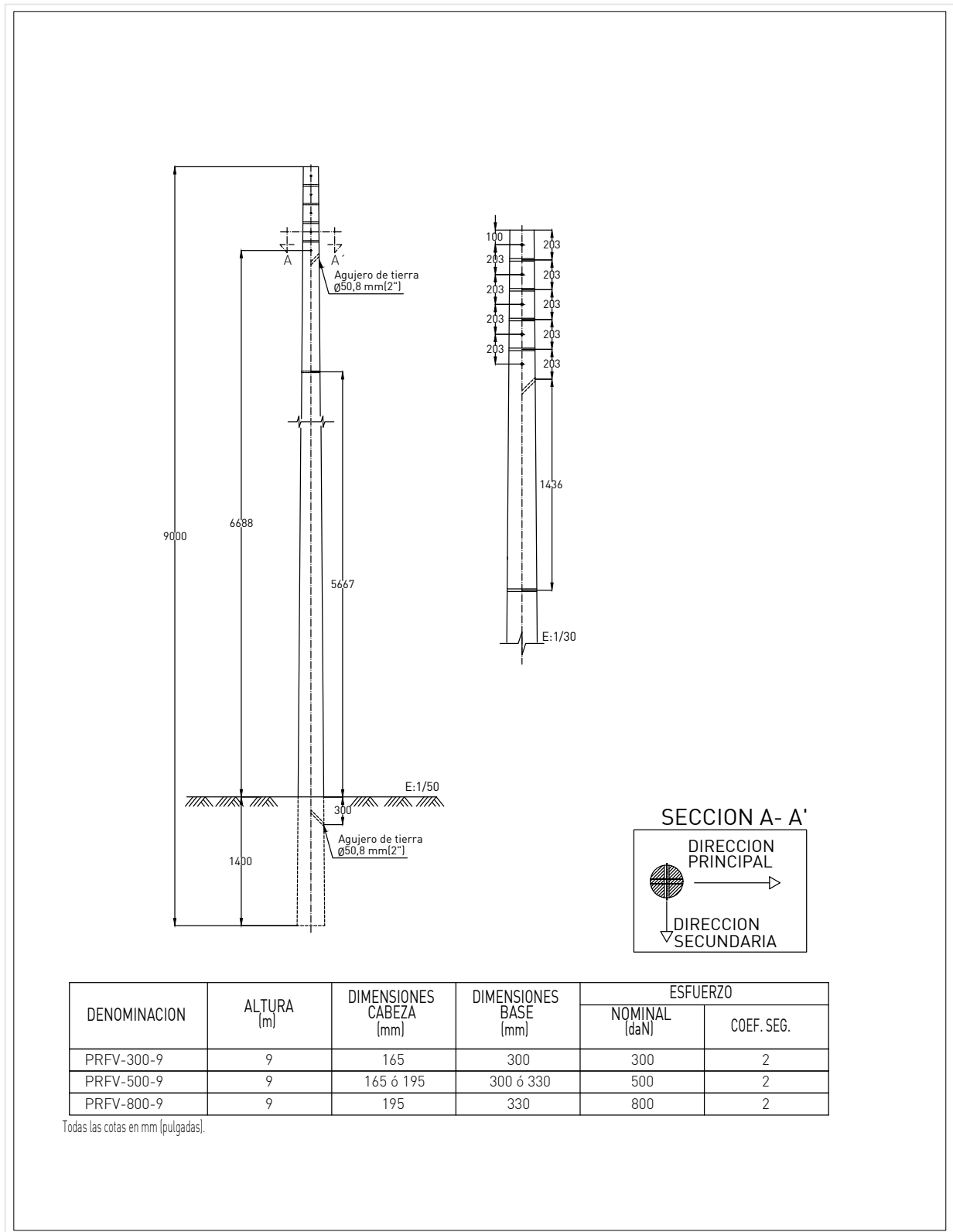
DENOMINACION	ALTURA (m)	DIMENSIONES CABEZA (mm)	DIMENSIONES BASE (mm)	ESFUERZO	
				NOMINAL (daN)	COEF. SEG.
HPC-300-9	9	165	300	300	2
HPC-500-9	9	165 ó 195	300 ó 330	500	2
HPC-800-9	9	195	330	800	2

Todas las cotas en mm (pulgadas).

EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
ESCALA:		TÍTULO PROYECTO:				
ID. CLIENTE		LÍNEAS AÉREAS DE BAJA TENSIÓN POSTE DE HORMIGÓN PRETENSADO CENTRIFUGADO HPC-300-9				
		CÓDIGO: HOJA SIGUE Nº PL011200				

CAD: PL012200_POSTE DE PRFV 9M X 300DAN.DWG 25/08/2021 10:58 AM
FORMATO: IT.05093ES-TI-FO.07

DIN-A4



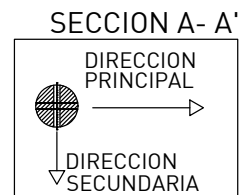
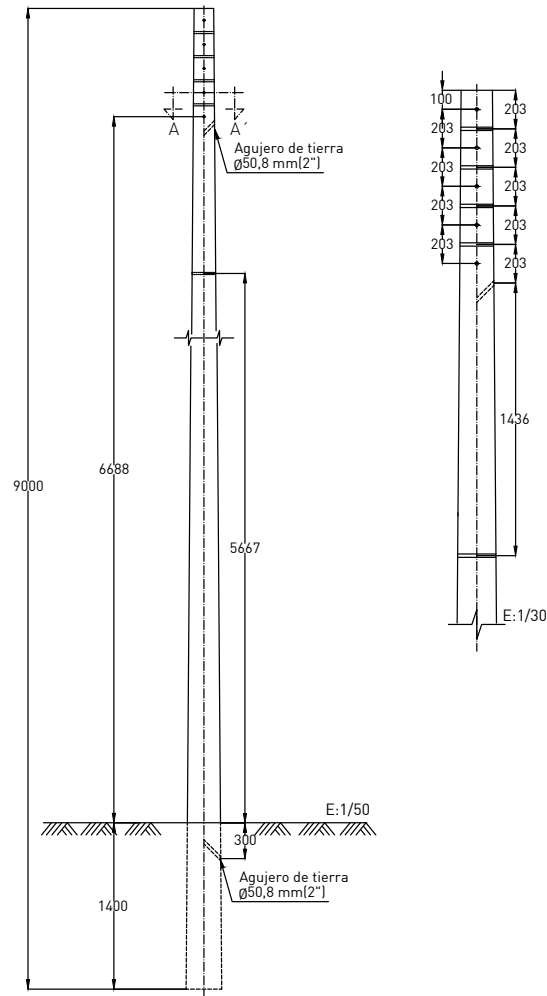
DENOMINACION	ALTURA (m)	DIMENSIONES CABEZA (mm)	DIMENSIONES BASE (mm)	ESFUERZO	
				NOMINAL (daN)	COEF. SEG.
PRFV-300-9	9	165	300	300	2
PRFV-500-9	9	165 ó 195	300 ó 330	500	2
PRFV-800-9	9	195	330	800	2

Todas las cotas en mm [pulgadas].

..	.	.	.	.	.	.	.
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA	
ESCALA:		TÍTULO PROYECTO:				Naturgy	
		LÍNEAS AÉREAS DE BAJA TENSIÓN					
ID. CLIENTE		TÍTULO PLANO:				CÓDIGO:	
		POSTE DE PRFV-300-9				HOJA SIGUE -	
						Nº PL012200	

CAD: PL013200_POSTE METÁLICO DE CHAPA MCH 300-9.DWG 25/08/2021 11:19 AM
FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07

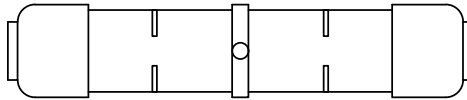
DIN-A4



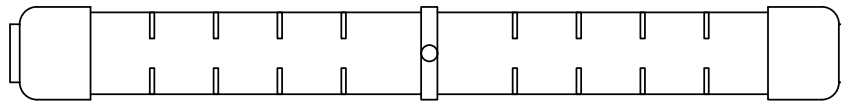
DENOMINACION	ALTURA (m)	DIMENSIONES CABEZA (mm)	DIMENSIONES BASE (mm)	ESFUERZO	
				NOMINAL (daN)	COEF. SEG.
PRFV-300-9	9	165	300	300	2
PRFV-500-9	9	165 ó 195	300 ó 330	500	2
PRFV-800-9	9	195	330	800	2

Todas las cotas en mm (pulgadas).

..	.	.	.	.	.	.	.
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA	
ESCALA:		TÍTULO PROYECTO:				Naturgy	
		LÍNEAS AÉREAS DE BAJA TENSIÓN					
ID. CLIENTE		TÍTULO PLANO:				CÓDIGO:	
		POSTE METÁLICO DE CHAPA MCH 300-9				HOJA SIGUE -	
						Nº PL013200	



EMPALME MANGUITO COMPRESIÓN B.T. PREAISLADO



EMPALME PLENA TRACCIÓN PREAISLADO A
COMPRESIÓN B.T.

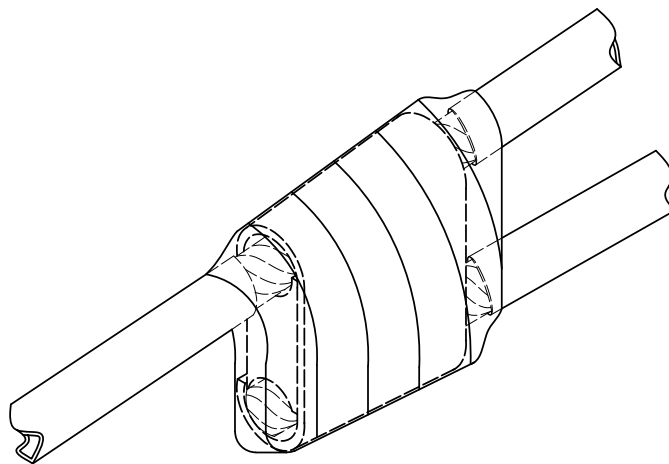
CAD: 1. PL011100 EMPALMES A COMPRESION PREAISLADOS BT.DWG 09/08/2021 12:47 PM
FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07

DIN-A4

EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
ESCALA:		TÍTULO PROYECTO:				
S/E		LÍNEAS AÉREAS DE BAJA TENSIÓN				
ID. CLIENTE		TÍTULO PLANO:				
		EMPALMES A COMPRESION PREAISLADOS EN BAJA TENSIÓN				
						
					Código:	
					HOJA	
					SIGUE	
					Nº PL011100	

CAD: 2. PL011200 CONECTOR DE COMPRESION.DWG 09/08/2021 12:47 PM
FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07

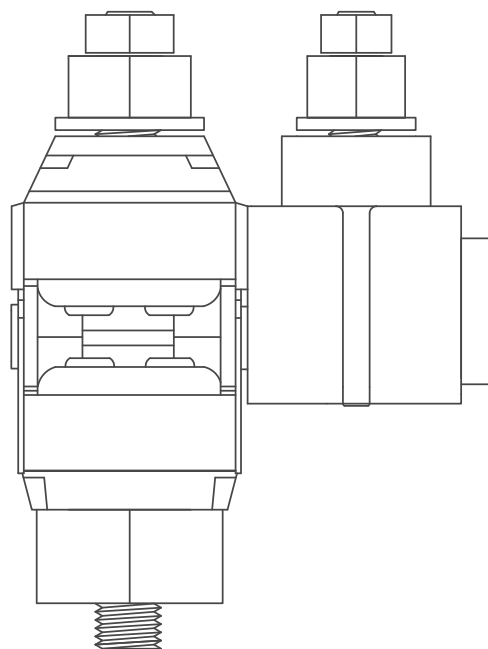
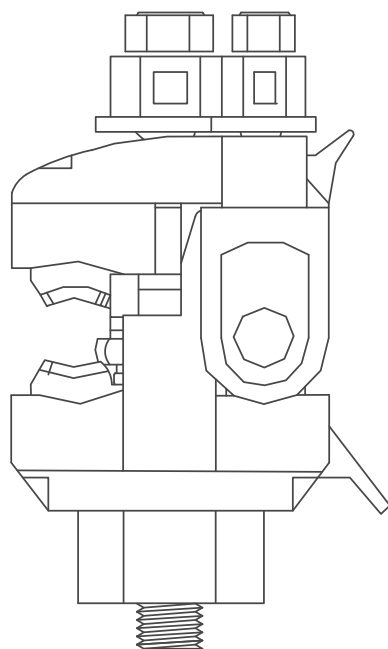
DIN-A4



..							
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA	
ESCALA:		TÍTULO PROYECTO:				Naturgy	
S/E		LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE BAJA TENSIÓN					
S/E		TÍTULO PLANO:				Código:	
		CONECTOR DE COMPRESIÓN				-	
						HOJA	SIGUE
						PL011200	

CAD: 3. PL011300 CONECTOR DE PERFORACIÓN UNA SALIDA.DWG 09/08/2021 12:47 PM
FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07

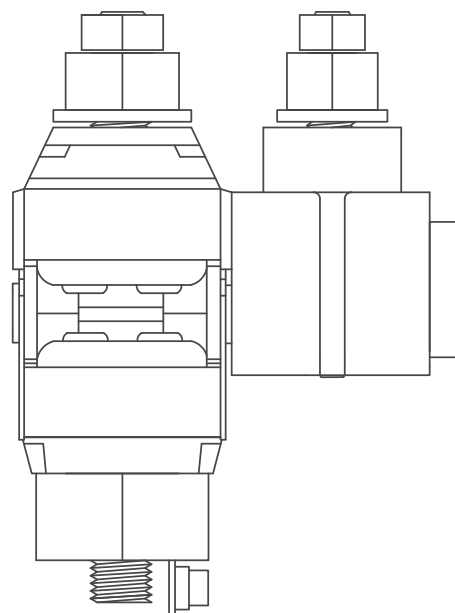
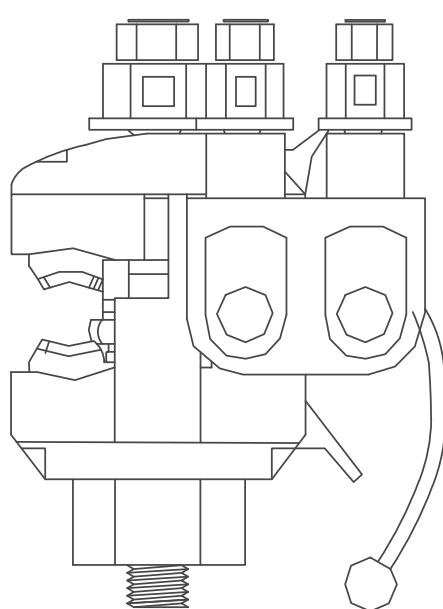
DIN-A4



EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
ESCALA	S/E	TÍTULO PROYECTO				Naturgy
		LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE BAJA TENSIÓN				
ID. CLIENTE	TÍTULO PLANO				Código	-
CONECTOR DE PERFORACIÓN UNA ACOMETIDA				HQJA	SIGUE	
				Nº	PL011300	

CAD: 4. PL011400 CONECTOR DE PERFORACIÓN DOS SALIDAS.DWG 09/08/2021 12:47 PM
FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07

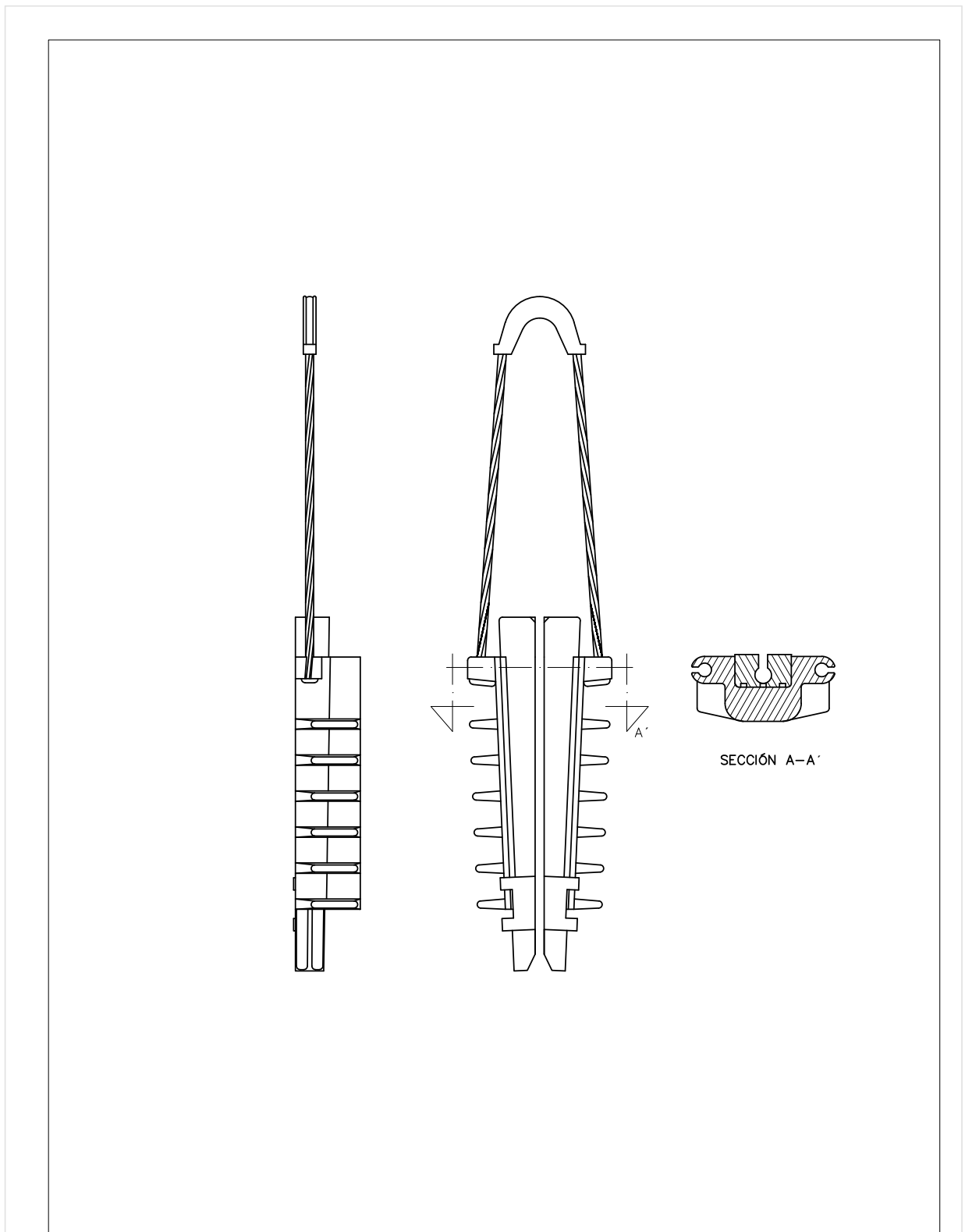
DIN-A4



EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
ESCALA	S/E	TÍTULO PROYECTO				Naturgy
		LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE BAJA TENSIÓN				
ID. CLIENTE	TÍTULO PLANO				Código:	-
CONECTOR DE PERFORACIÓN DOS ACOMETIDA				HQJA	SIGUE	
				Nº	PL011400	

CAD: 1. PL012100 PINZA DE AMARRE PARA NEUTRO FIADOR.DWG 09/08/2021 12:48 PM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07

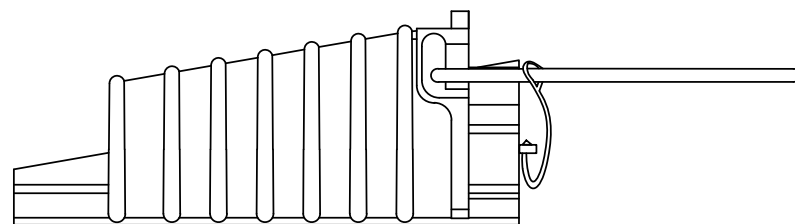
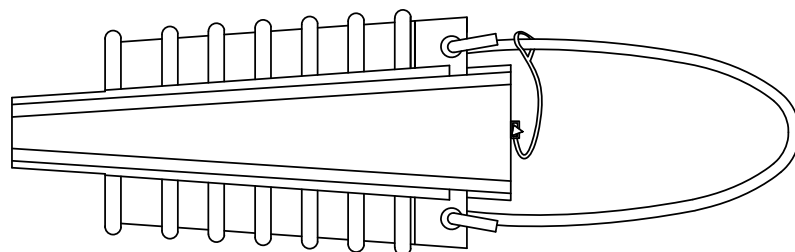
DIN-A4



..	.	.	.	.	.	.
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
ESCALA:		TÍTULO PROYECTO:				Naturgy
S/E		LÍNEAS AÉREAS DE BAJA TENSIÓN				
ID. CLIENTE		TÍTULO PLANO:				CÓDIGO:
		PINZA DE AMARRE PARA NEUTRO FIADOR				HOJA SIGUE
						Nº PL012100

CAD: 2. PL012200 PINZA DE AMARRE PARA ACOMETIDAS.DWG 09/08/2021 12:48 PM
FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07

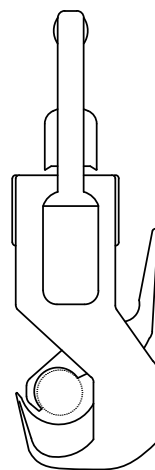
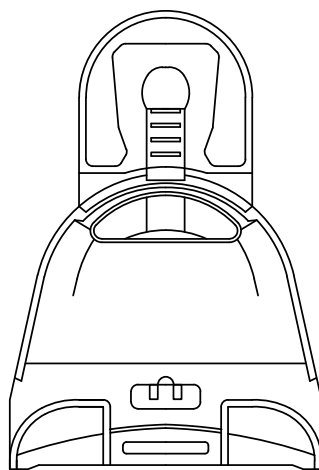
DIN-A4



EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
ESCALA:	S/E	TÍTULO PROYECTO:				Naturgy
		LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE BAJA TENSIÓN				
ID. CLIENTE		TÍTULO PLANO:				Código:
		PINZA DE AMARRE PARA ACOMETIDAS				HOJA SIGUE
						Nº PL012200

CAD: 1. PL013100 GRAPA DE SUSPENSIÓN PARA NEUTRO FIADOR.DWG 09/08/2021 12:51 PM
FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07

DIN-A4

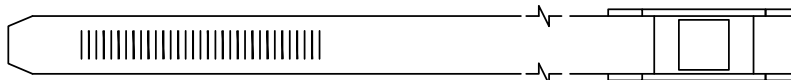
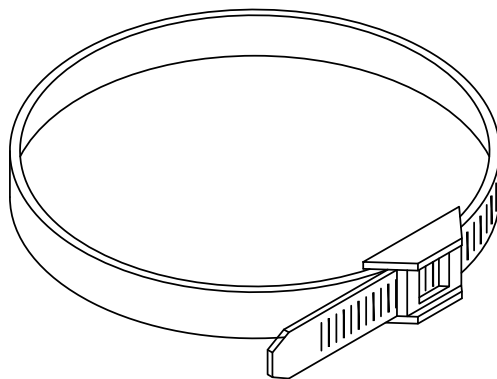


EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
ESCALA:		TÍTULO PROYECTO:				
S/E		LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE BAJA TENSIÓN				
ID. CLIENTE		TÍTULO PLANO				
		GRAPA DE SUSPENSIÓN PARA NEUTRO FIADOR				
		CÓDIGO:				
		HOJA SIGUE				
		Nº PL013100				

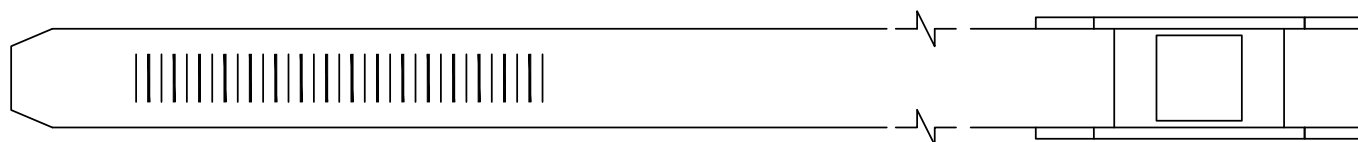
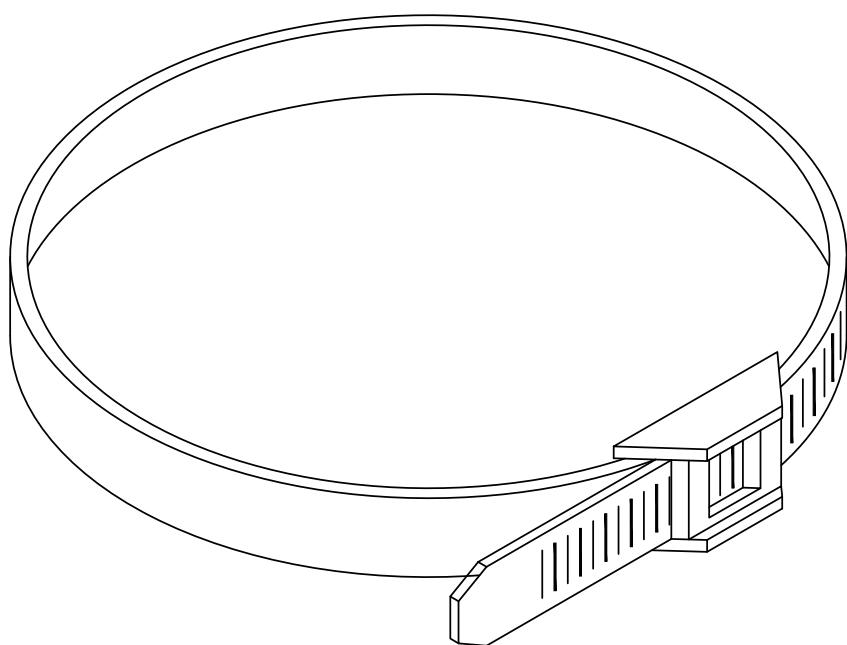


CAD: PL014200 BRIDA DE SUJECIÓN.DWG 09/08/2021 12:52 PM
FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07

DIN-A4

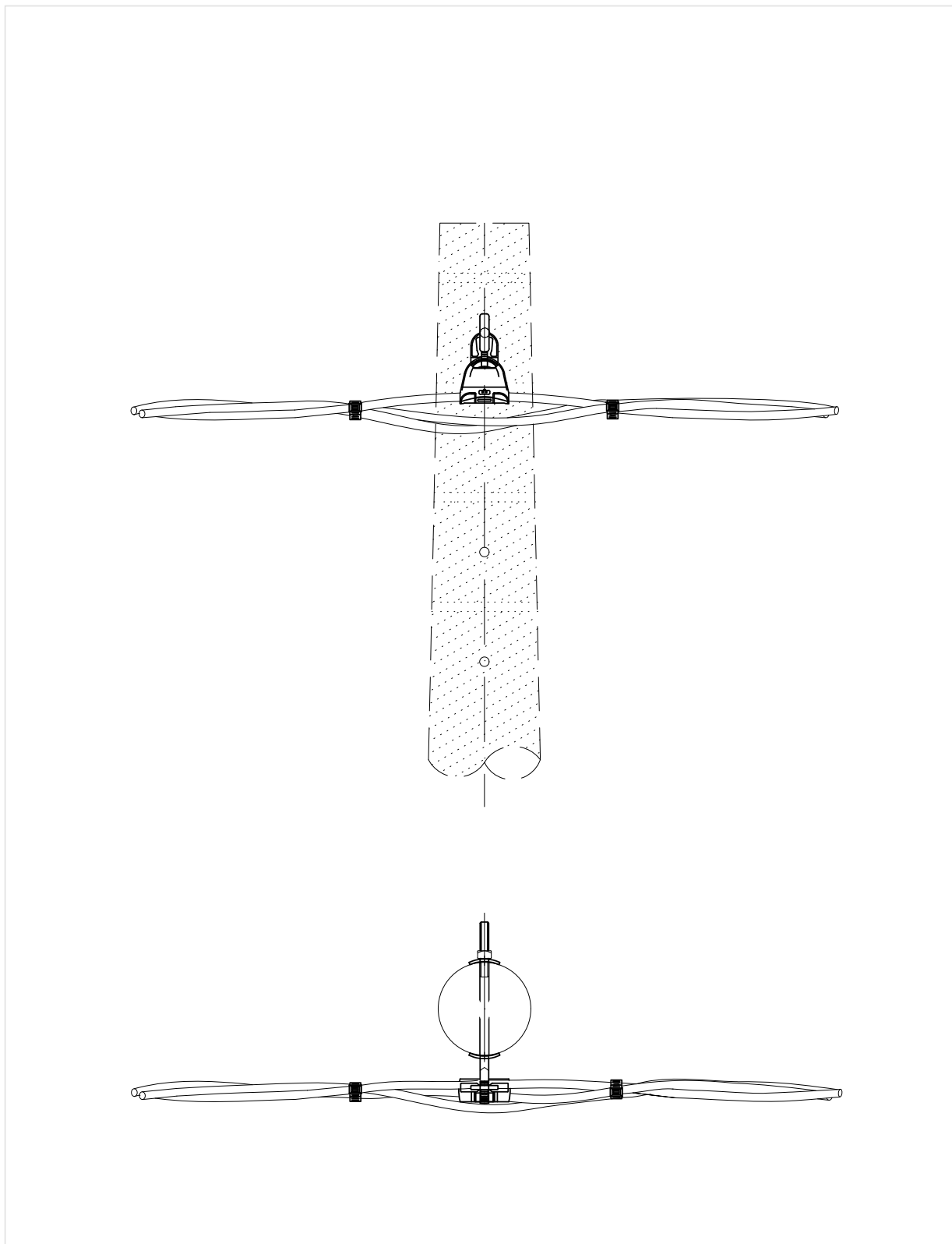


EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
ESCALA:	S/E	TÍTULO PROYECTO:				Naturgy 
		LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE BAJA TENSIÓN				
ID. CLIENTE		TÍTULO PLANO:				Código:
		BRIDA DE SUJECIÓN				HQJA SIGUE
						Nº PL014200



CAD: 1. PL021100 ARMADO B.T. ALINEACIÓN Y ÁNGULO HASTA 30° EN POSTE DE BT.DWG 09/08/2021 12:53 PM
FORMATO: IT.05093ES-TI-FO.07

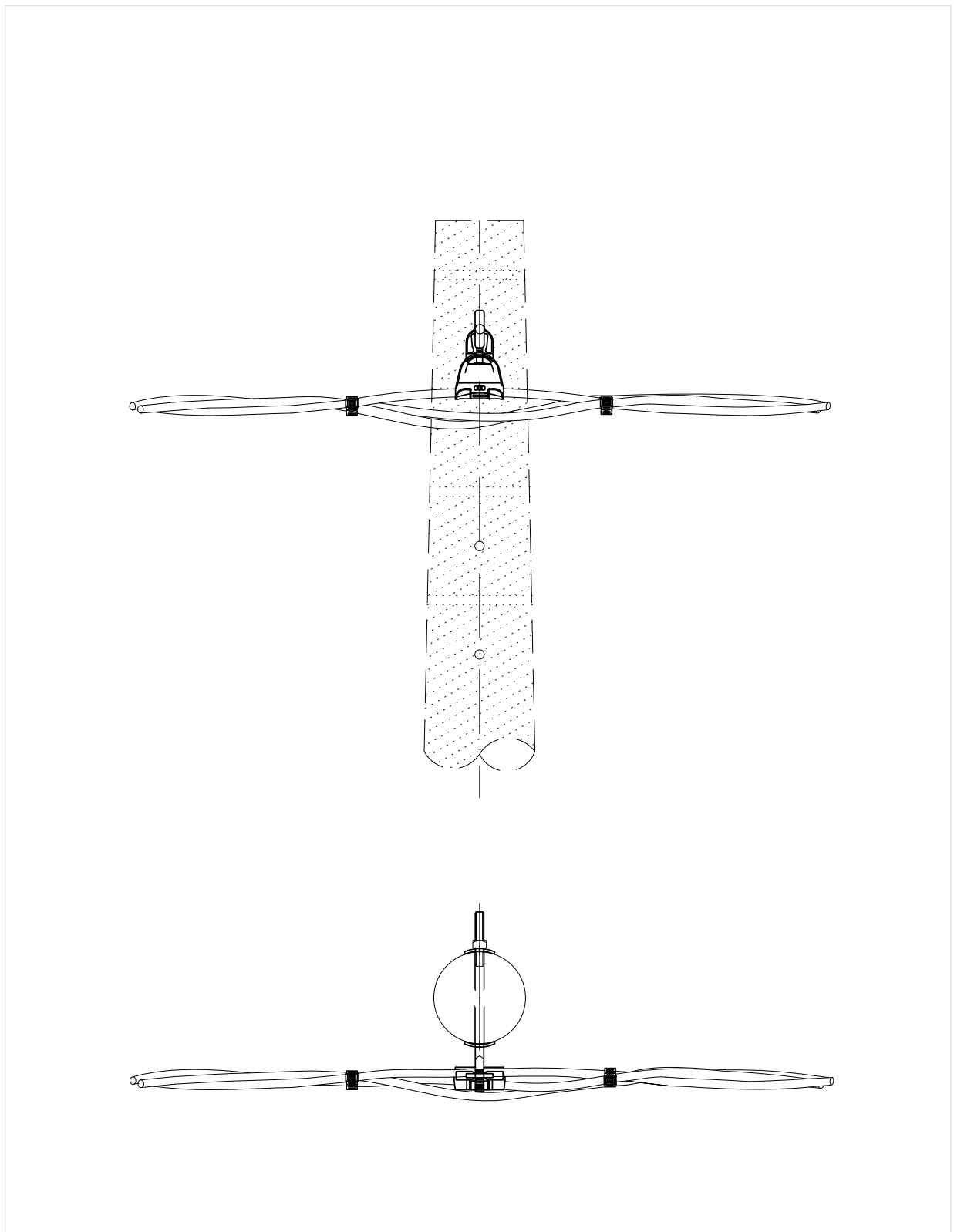
DIN-A4



EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA	
ESCALA:	S/E		TÍTULO PROYECTO:				Naturgy 
ID. CLIENTE		LÍNEAS AÉREAS DE BAJA TENSIÓN				Código:	
		TÍTULO PLANO:				HOJA	SIGUE
		ARMADO B.T. ALINEACIÓN Y ÁNGULO HASTA 30° PARA NEUTRO FIADOR EN POSTE BT				Nº	PL021100

CAD: 2. PL021110 ARMADO B.T. ALINEACIÓN Y ÁNGULO HASTA 30° EN POSTE DE MT..DWG 09/08/2021 12:53 PM
FORMATO: IT.05093ES-TI-FO.07

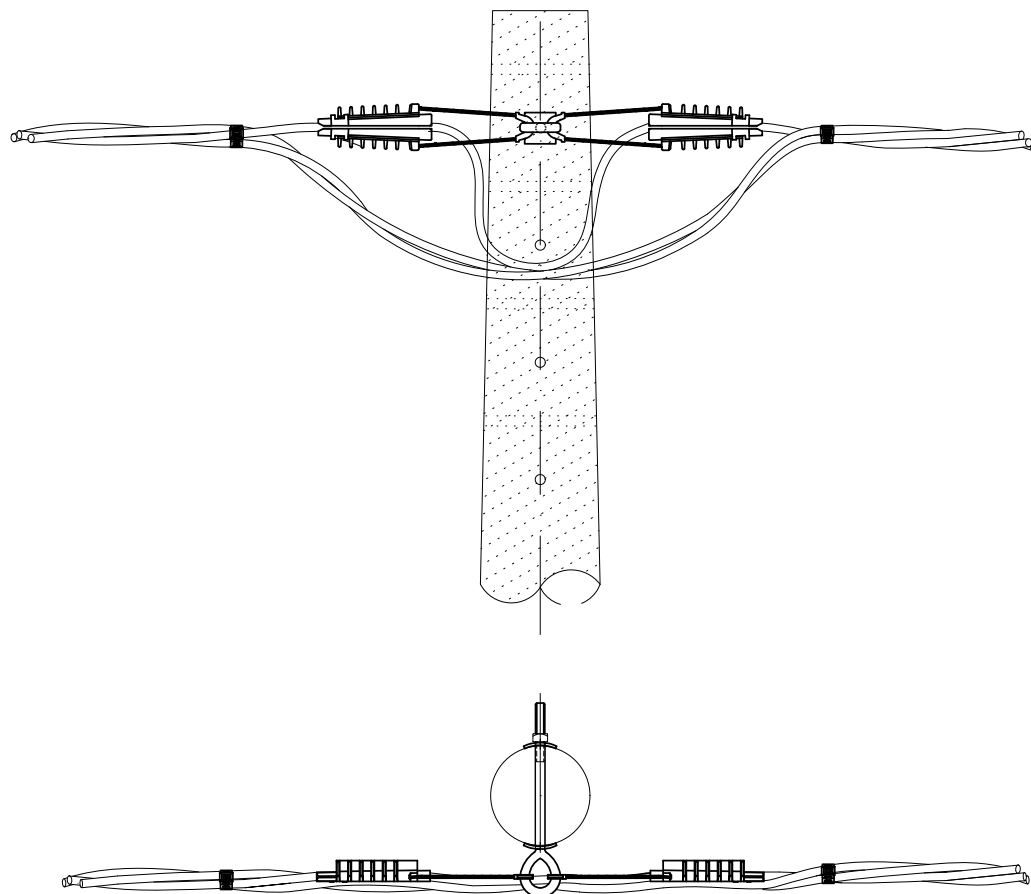
DIN-A4



...	.	.	.	.	.	.	.
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA	
ESCALA:		TÍTULO PROYECTO:				Naturgy	
S/E							
ID. CLIENTE		LÍNEAS AÉREAS DE BAJA TENSIÓN				Código:	
		TÍTULO PLANO:				.	
						.	
		ARMADO B.T. ALINEACIÓN Y ÁNGULO HASTA 30° PARA NEUTRO FIADOR EN POSTE MT				HOJA SIGUE	
						Nº PL021110	

CAD: 1. PL022100 ARMADO B.T. ANCLAJE Y ÁNGULO DE 30 A 90° EN POSTE DE BT.DWG 09/08/2021 2:10 PM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07

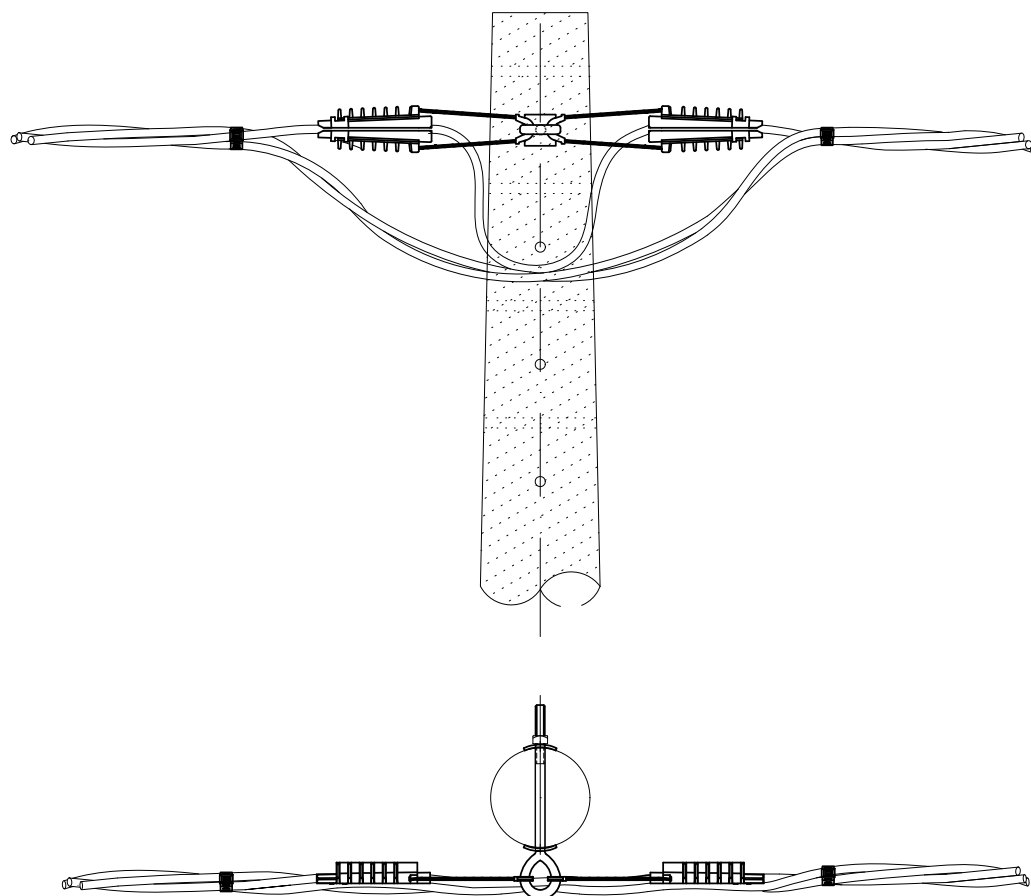
DIN-A4



..							
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA	
ESCALA:		TÍTULO PROYECTO:					Naturgy
S/E		LÍNEAS AÉREAS DE BAJA TENSIÓN					
ID. CLIENTE		TÍTULO PLANO:					Código:
		ARMADO BT ALINEACIÓN Y ÁNGULO DE 30 A 90° PARA NEUTRO EN POSTE BT					HOJA
							SIGUE
							PL022100

CAD: 2. PL022110 ARMADO B.T. ANCLAJE Y ÁNGULO DE 30 A 90° EN POSTE DE MT .DWG 09/08/2021 2:10 PM
FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07

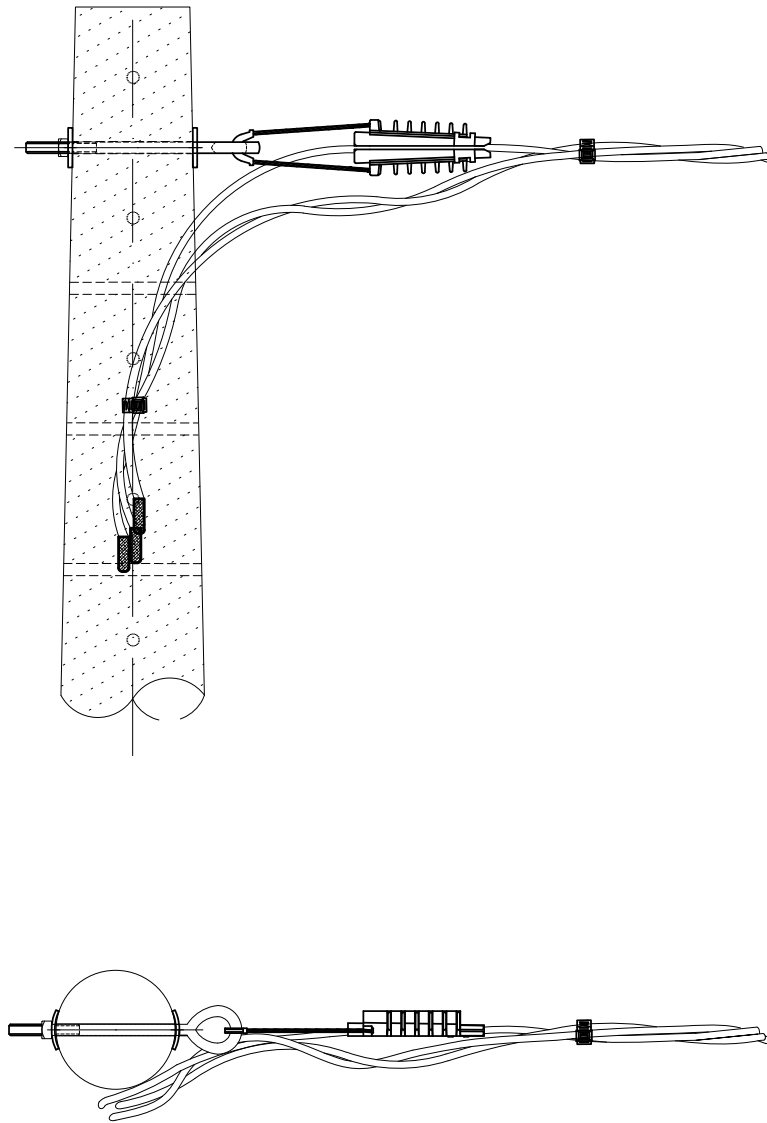
DIN-A4



..											
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA					
ESCALA:		TÍTULO PROYECTO:				Naturgy					
S/E											
ID. CLIENTE						LÍNEAS AÉREAS DE BAJA TENSIÓN					
						TÍTULO PLANO:				Código:	
		ARMADO B.T. ANCLAJE Y ÁNGULO DE 30 A 90° PARA NEUTRO EN POSTE MT				HOJA SIGUE					
						PL022110					

CAD: 1. PL023100 ARMADO B.T. FIN DE LÍNEA PARA NEUTRO FIADOR EN POSTE BT.DWG 09/08/2021 2:11 PM
FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07

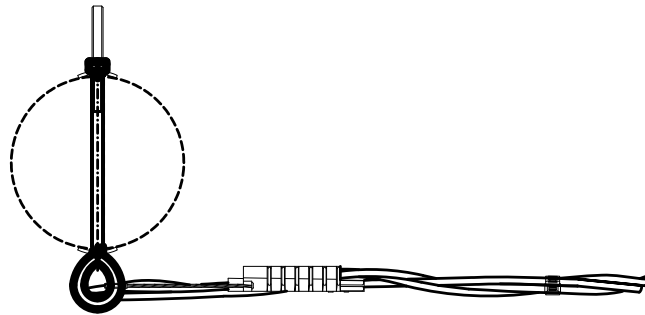
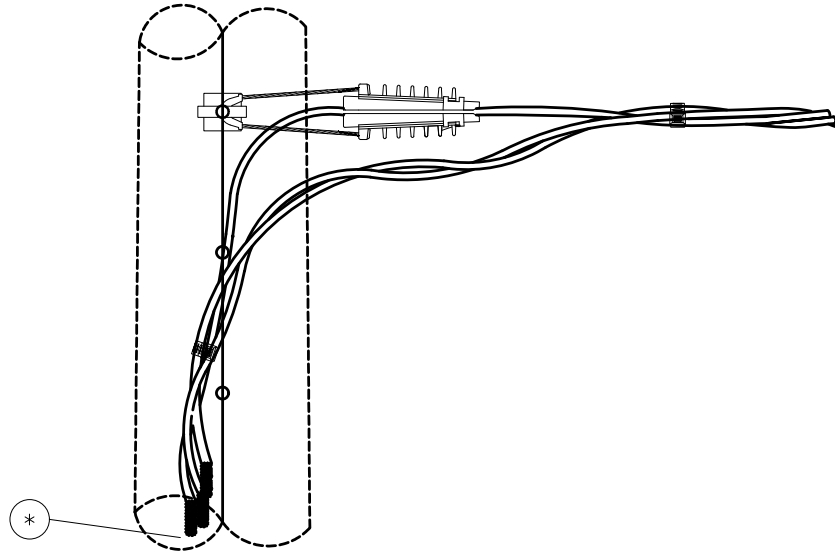
DIN-A4



* Aislar puntas

EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA	
USCA A:		TÍTULO PROYECTO:					
S/E		LÍNEAS AÉREAS DE BAJA TENSIÓN					
ID. CLIENTE		TÍTULO PLANO:					
		ARMADO B.T. FIN DE LÍNEA PARA NEUTRO FIADOR EN POSTE B.T.					
		Naturgy					
		Código:					
		HOJA SIGUE					
		N° PL023100					

CAD: 2. PL023110-ARMADO B.T. FIN DE LÍNEA PARA NEUTRO FIADOR EN POSTE MT.DWG 09/08/2021 2:11 PM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07



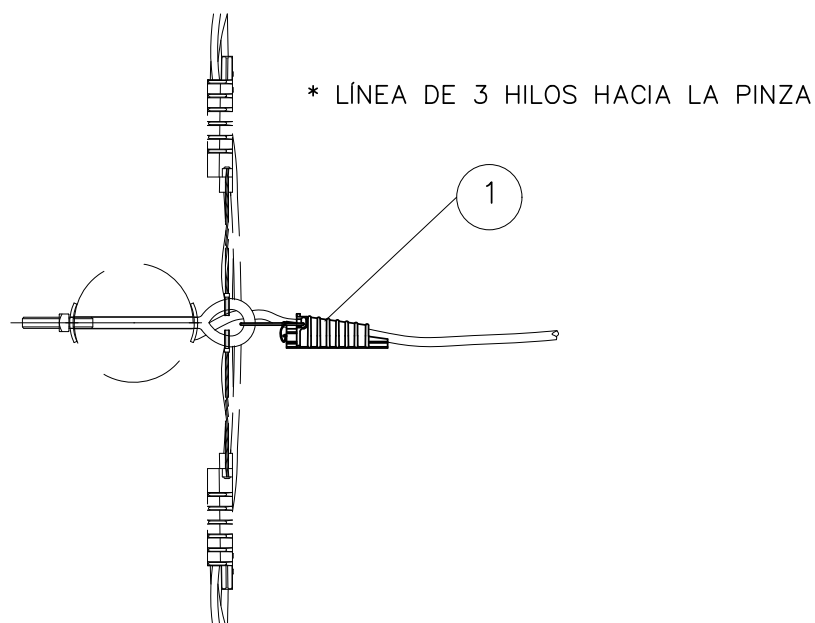
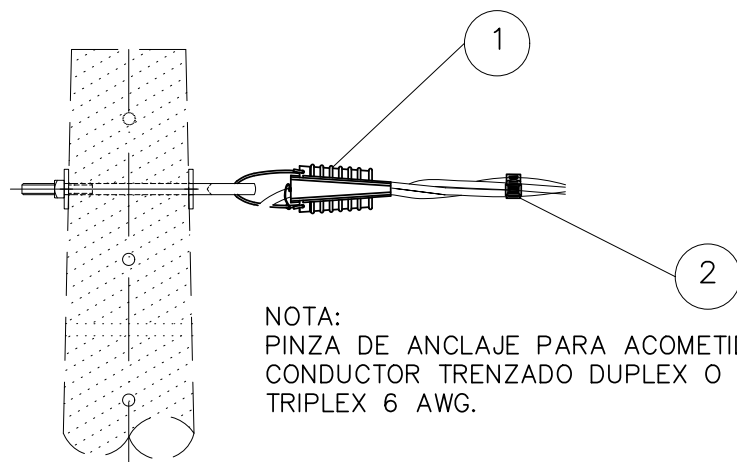
* Aislar puntas

EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA			
ESCALA		TÍTULO PROYECTO							
S/E		LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE BAJA TENSIÓN							
ID. CLIENTE		TÍTULO PLANO							
		ARMADO BT FIN DE LÍNEA PARA NEUTRO FIADOR EN POSTE Y MT							
									
		CÓDIGO:							
		HOJA SIGUE							
		N° PL023110							

DIN-A4

CAD: 3. PL023200 ARMADOS BT FIN DE LINEA CON TORNILLO EXISTENTE - PARA ACOMETIDA.DWG 09/08/2021 2:11 PM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07

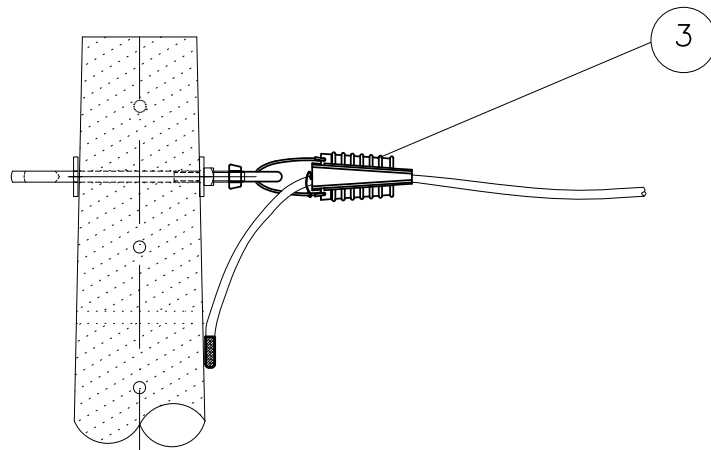
DIN-A4



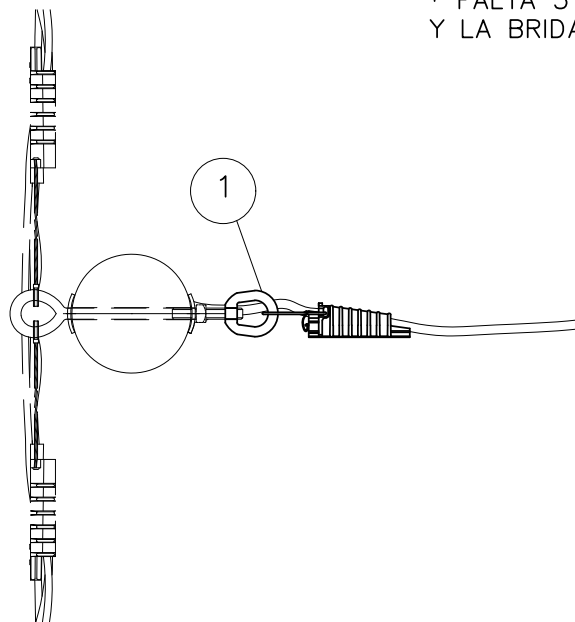
..							
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA	
ESCALA:		TÍTULO PROYECTO:					
S/E		LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE BAJA TENSIÓN					
ID. CLIENTE		TÍTULO PLANO:					Código:
		ARMADO B.T. FIN DE LÍNEA CON TORNILLO EXISTENTE PARA ACOMETIDAS					HOJA SIGUE
							PL023200

CAD: 4. PL023210 ARMADO B.T. FIN DE LINEA CON TUERCA PARA ACOMETIDA.DWG 09/08/2021 2:11 PM
FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07

DIN-A4



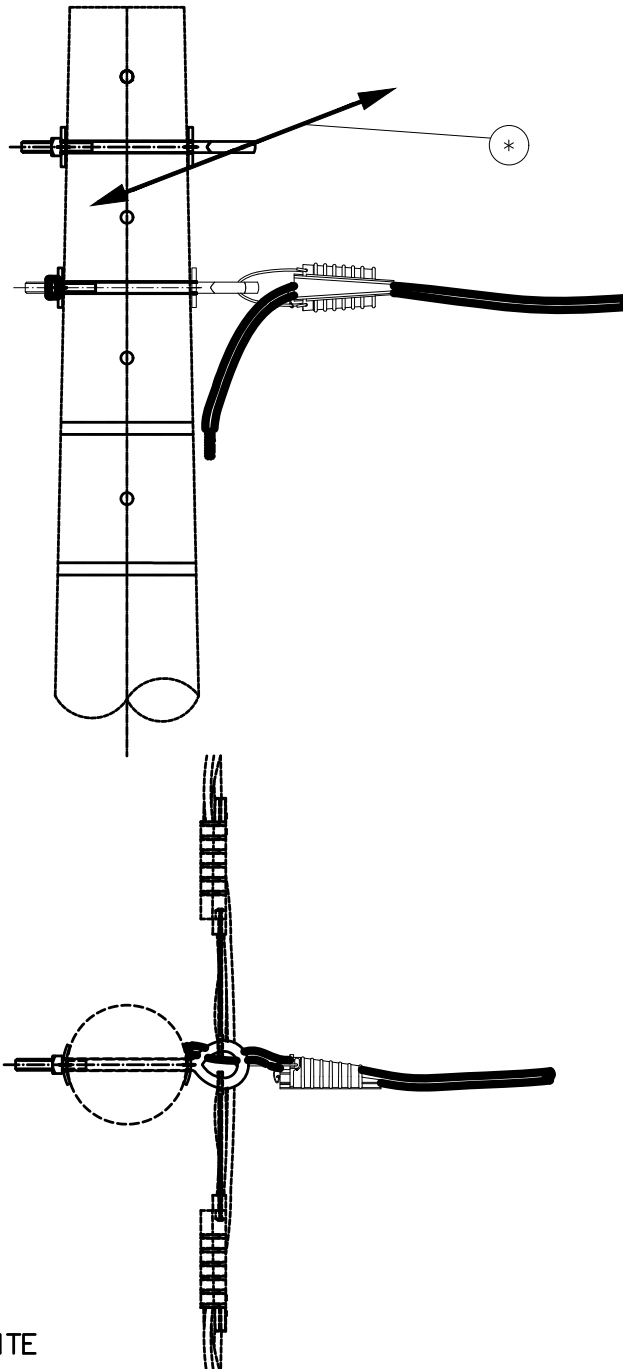
* FALTA 3 HILOS DE CABLE
Y LA BRIDA



EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA	
ESCALA:		TÍTULO PROYECTO:				Naturgy 	
S/E		LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE BAJA TENSIÓN					
ID. CLIENTE		TÍTULO PLANO:				Código:	
		ARMADO B.T. FIN DE LÍNEA CON TUERCA PARA ACOMETIDAS				HOJA SIGUE	
						N° PL023210	

CAD: 5. PL023300-ARMADO B.T. FIN DE LÍNEA PARA ACOMETIDA EN POSTE BT.DWG 09/08/2021 2:11 PM
FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07

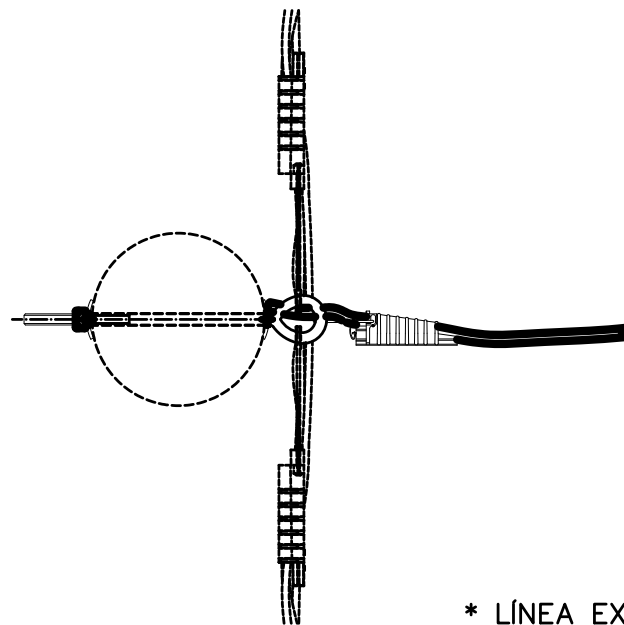
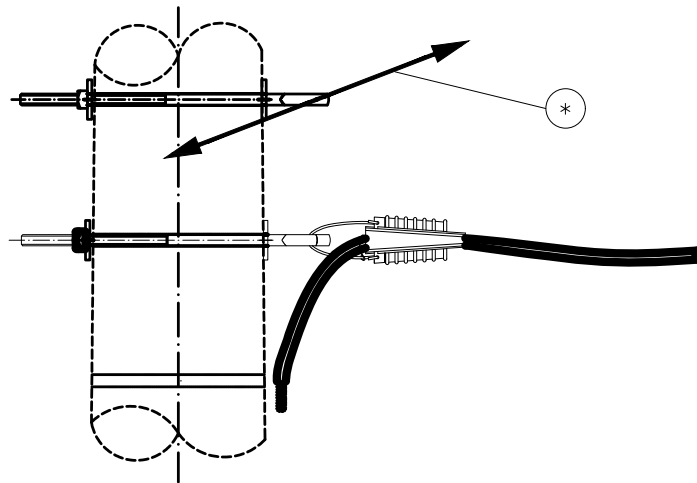
DIN-A4



EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA	
ESCALA: S/E		TÍTULO PROYECTO:				Naturgy	
		LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE BAJA TENSIÓN					
ID. CLIENTE		TÍTULO PLANO:				CÓDIGO:	
		ARMADO B.T.FIN DE LÍNEA PARA ACOMETIDA EN POSTE B.T				HOJA SIGUE Nº PL023300	

CAD: 6. PL023310-ARMADO B.T.FIN DE LÍNEA PARA ACOMETIDA EN POSTE MT.DWG 09/08/2021 2:12 PM
FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07

DIN-A4



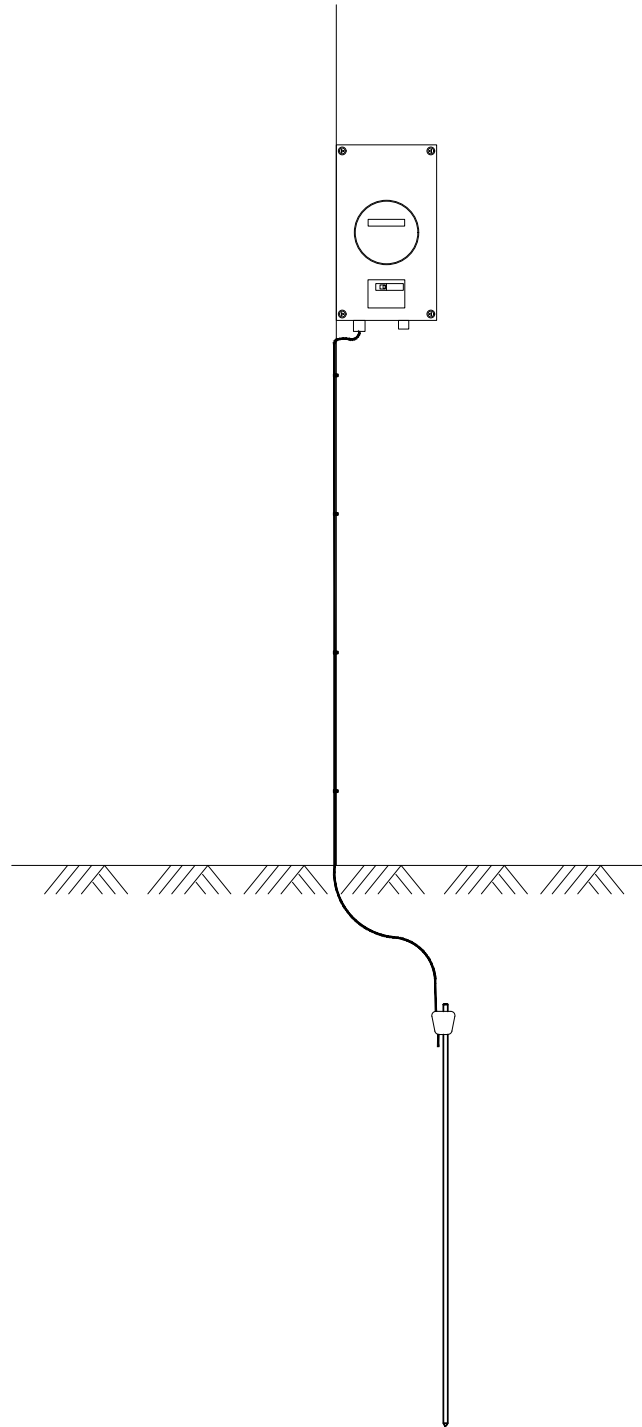
* LÍNEA EXISTENTE

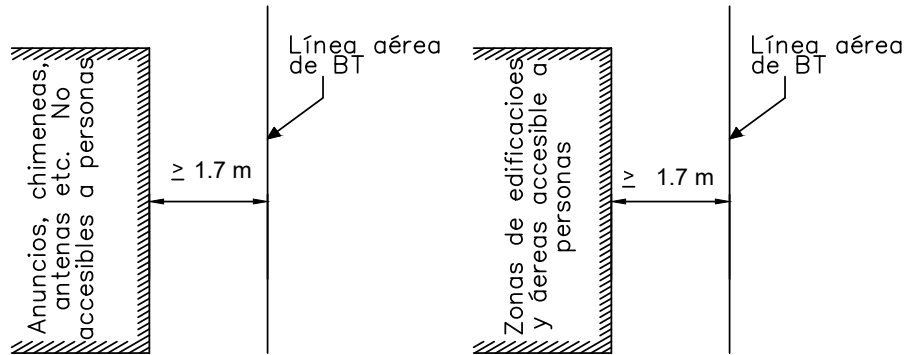
..							
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA	
ESCALA:		TÍTULO PROYECTO:					
S/E		LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE BAJA TENSIÓN					
ID. CLIENTE		TÍTULO PLANO:					CÓDIGO:
		ARMADO B.T.FIN DE LÍNEA PARA ACOMETIDA EN POSTE MT					HOJA
							SIGUE
							PL023310

CAD: 3. PL025300 PUESTA A TIERRA ACOMETIDA.DWG 09/08/2021 2:12 PM
FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07

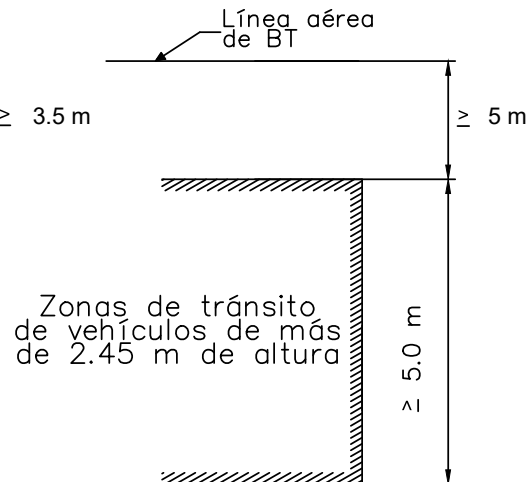
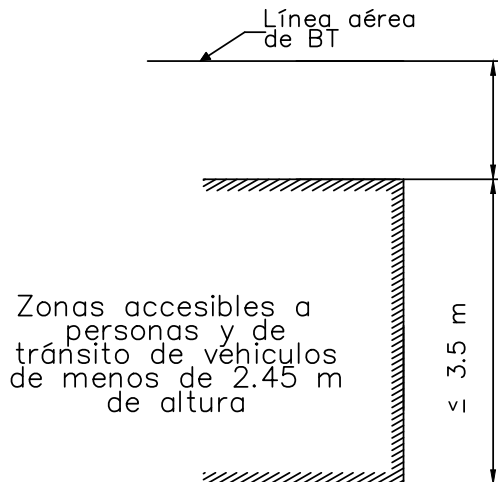
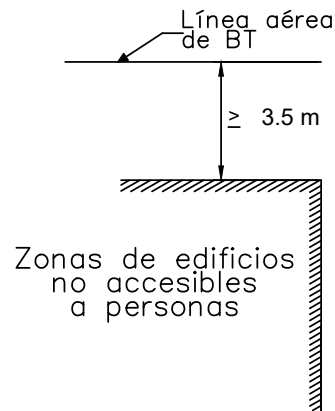
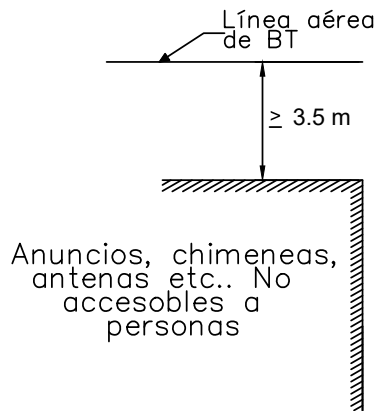
DIN-A4

EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
ESCALA: S/E		TÍTULO PROYECTO:				Naturgy 
ID. CLIENTE		LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE BAJA TENSIÓN				
		TÍTULO PLANO:				Código: -
		PUESTA A TIERRA PARA ACOMETIDAS				HOJA SIGUE
						Nº PL025300





DISTANCIAS DE SEGURIDAD HORIZONTAL



DISTANCIAS DE SEGURIDAD VERTICALES

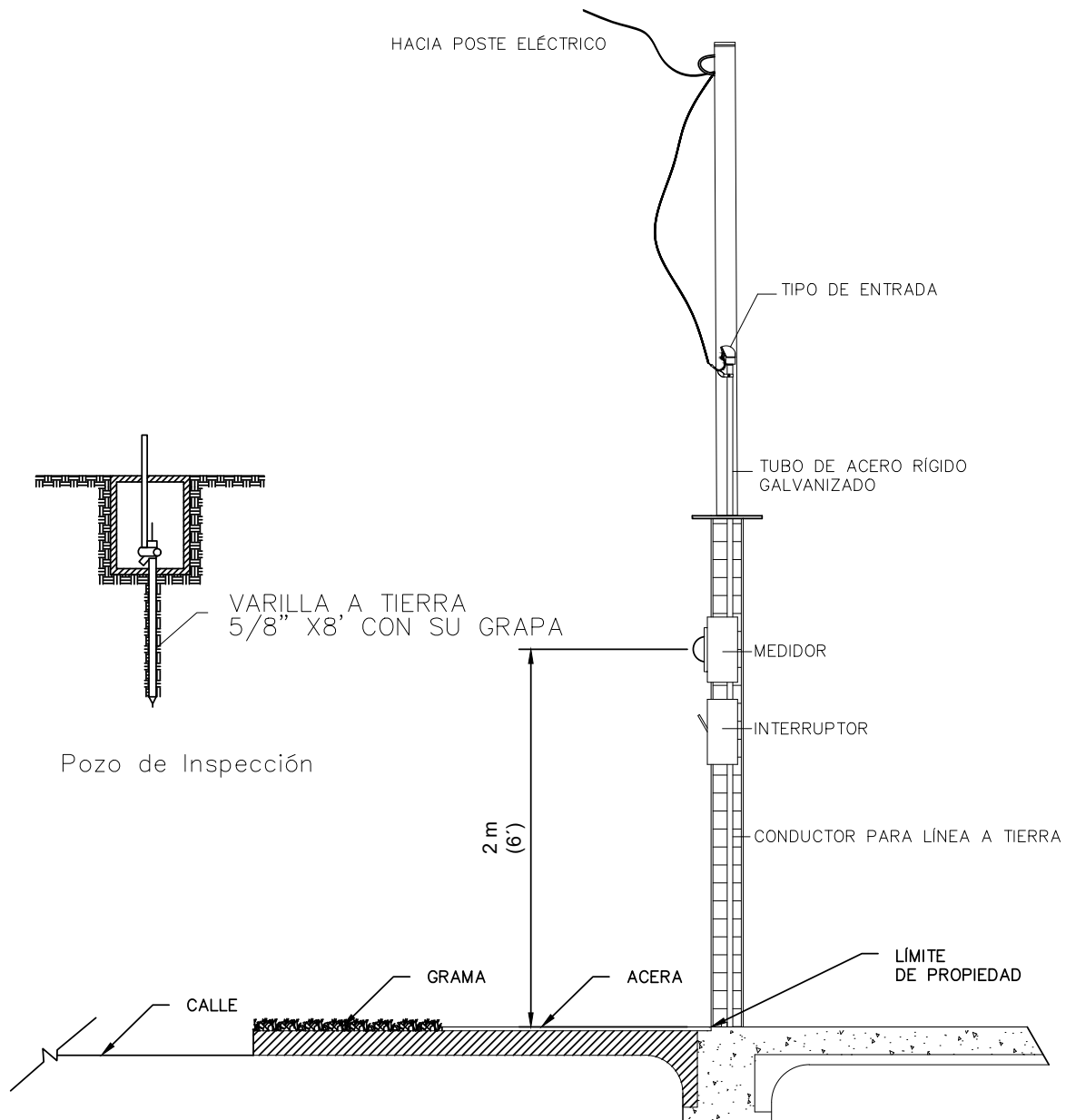
CAD: 4. PL025400 DISTANCIAS MINIMAS DE SEGURIDAD PARA BT.DWG 09/08/2021 2:12 PM
FORMATO: IT.05093.ES-TIPO.07

DIN-A4

..	.	.	.	.	.			
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA		
USCALA		TÍTULO PROYECTO						
S/E		LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE BAJA TENSIÓN						
ID. CLIENTE		TÍTULO PLANO					Código:	
		DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD					HOJA	SIGUE
							Nº	PL025400

Naturgy 

CAD: 5. PL025500 ACOMETIDA AÉREA CON POSTECILLO ELEVADOR.DWG 09/08/2021 2:12 PM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07



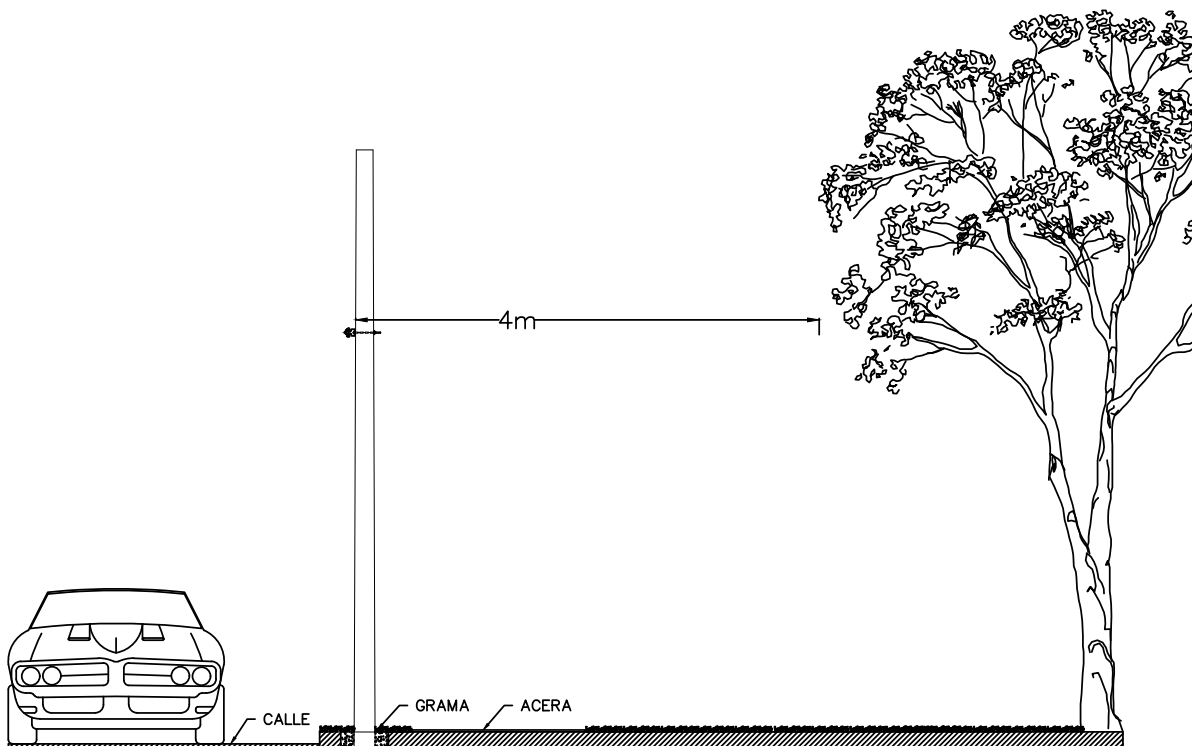
NOTA:

- EL DISEÑO DEL MURO SERA A DISCRECIÓN DEL CLIENTE Y DEBERA CUMPLIR CON LAS ALTURAS SEÑALADAS.
- EL DISEÑO DEL POZO DE INSPECCIÓN DEBERA CUMPLIR CON LA REGULACIÓN VIGENTE.

..							
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA	
ESCALA		TÍTULO PROYECTO				Naturgy	
S/E		LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE BAJA TENSIÓN					
ID. CLIENTE		TÍTULO PLANO				CÓDIGO	
		ACOMETIDA AÉREA AL LIMITE DE PROPIEDAD				HOJA SIGUE	
						PL025500	

Naturgy

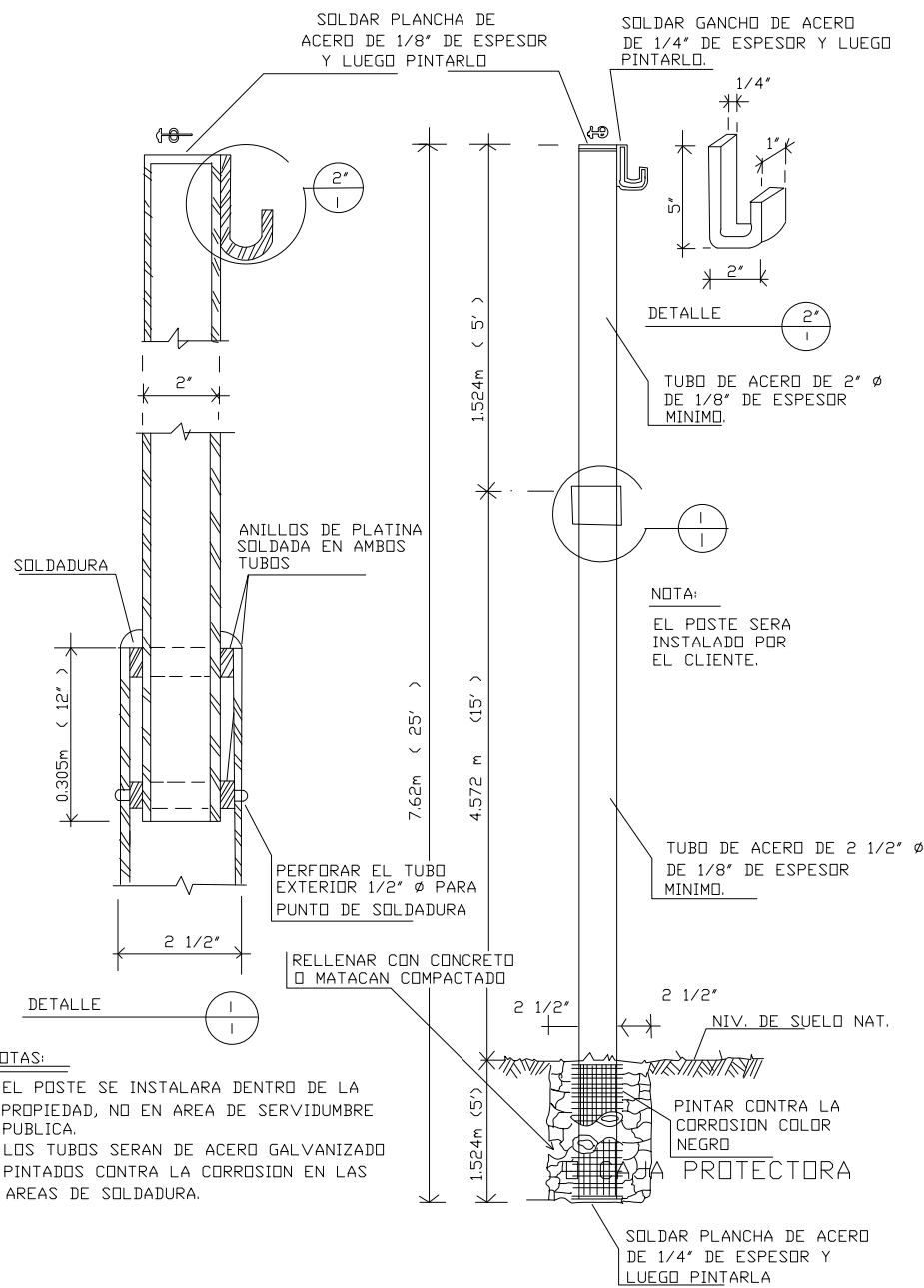
DIN-A4



CAD: 6_PL025600 PODA DE ARBOLES.DWG 09/08/2021 2:12 PM
 FORMATO: IT_05093.ES-TI-FO.07

DIN-A4

EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA	
USUARIO		TÍTULO PROYECTO					
S/E		LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE BAJA TENSIÓN					
ID. CLIENTE		TÍTULO PLANO					
		PODA DE ARBOLES					
							
		CÓDIGO					
		HQA SIGUE					
		Nº PL025600					



- NOTAS:
- 1- EL POSTE SE INSTALARA DENTRO DE LA PROPIEDAD, NO EN AREA DE SERVIDUMBRE PUBLICA.
 - 2- LOS TUBOS SERAN DE ACERO GALVANIZADO PINTADOS CONTRA LA CORROSION EN LAS AREAS DE SOLDADURA.

POSTE DE ACERO SUJETAR CABLE DE SERVICIO EN CRUCE DE CALLES DONDE NO SE PUEDA OBTENER 5.49m (18') DE ALTO.

Naturgy

AGF

ACOMETIDA AEREA
DIAGRAMA APLICABLE PARA POSTES DE ACERO PARA
OBTENER DISTANCIA DE SEGURIDAD CON RESPECTO AL SUELO

NORMAS TECNICAS PARA EL SUMINISTRO
ELECTRICO A CLIENTES

PL000005