



NAE 400

NORMA ADIF ELECTRIFICACIÓN

# MONTAJE DE TRANSFORMADORES AÉREOS

1ª EDICIÓN: MAYO 2024

### CONTROL DE CAMBIOS Y VERSIONES

Revisión		Modificaciones	Puntos Revisados
Nº	Fecha		

### EQUIPO REDACTOR

Grupo de Trabajo GT-300. Línea Aérea de Contacto.

<p><b>Propone:</b></p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Grupo de trabajo GT-300 Fecha: 13 de mayo de 2024</p>	<p><b>Aprueba:</b></p> <p>Comité de Normativa Reunión de XX de XX de XXXX</p>
--	---

Este documento normativo se presenta como "BORRADOR" a efectos de consulta a todos los interesados. Su contenido no tiene validez hasta su aprobación definitiva por el Comité de Normativa de Adif y Adif AV. Este documento no puede ser PUBLICADO, COPIADO NI EDITADO SIN AUTORIZACIÓN EXPRESA DEL COMITÉ DE NORMATIVA DE ADIF Y ADIF AV.

<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS</b>	<b>PÁGINA</b>
1.- OBJETO.....	4
2.- CAMPO DE APLICACIÓN .....	4
3.- DEFINICIÓN DE TÉRMINOS EMPLEADOS .....	4
4.- CARACTERÍSTICAS DE LOS TRANSFORMADORES .....	4
5.- ELEMENTOS QUE COMPONEN LAS ACOMETIDAS A INSTALACIONES ASOCIADAS .....	5
6.- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS .....	5
7.- MONTAJE.....	6
7.1.-ALIMENTACION.....	6
7.2.-CONEXIONADO DEL TRANSFORMADOR.....	6
7.2.1.-CABLEADO .....	6
7.2.1.1.-Calefacción de agujas, BTS y BTO .....	6
7.2.1.2.-Edificios técnicos.....	6
8.- DESARROLLO DEL MONTAJE E INSTALACION.....	7
8.1.-INSTALACION SOBRE POSTE .....	7
8.1.1.-TIPOS DE POSTE EN FUNCIÓN DE LA ACOMETIDA .....	7
8.1.2.-CONDICIONES DE MONTAJE.....	7
9.- PROTECCIONES ASOCIADAS .....	8
9.1.-SECCIONADOR .....	8
9.2.-PARARRAYOS.....	8
9.3.-FUSIBLE.....	8
9.3.1.-CARACTERÍSTICAS ASIGNADAS .....	8
9.4.-CABLE DE TIERRA O RETORNO .....	9
9.5.-PLETINA COLECTORA DE TIERRA .....	9
10.-NORMATIVA DEROGADA.....	10
11.-DISPOSICIONES TRANSITORIAS Y ENTRADA EN VIGOR .....	10
12.-NORMATIVA DE REFERENCIA Y BIBLIOGRAFÍA.....	10
I.Anejo 1. ESQUEMAS DE MONTAJE Y CONEXIONES .....	11

## 1.-OBJETO

La presente norma tiene por objeto especificar los requisitos de montaje, ubicación y conexionado de los transformadores de tensión aéreos para las acometidas a instalaciones asociadas, tales como calefacción de agujas, alumbrado de túneles, alimentación a consumidores (BTS, BTO, Casetas técnicas de señalización (PCA), Edificios Técnicos) u otros servicios, ubicados en postes o estructuras portantes de la línea aérea de contacto en corriente alterna de la RFIG gestionada por Adif y Adif AV (en adelante Adif).

## 2.-CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma es de aplicación a los trabajos de montaje de nuevos transformadores aéreos en postes o estructuras de la línea aérea de contacto en corriente alterna, en sistemas de 2x25 kV o 1x25 kV de la RFIG.

## 3.-DEFINICIÓN DE TÉRMINOS EMPLEADOS

Los términos empleados se encuentran definidos en las normas de referencia indicadas en el apartado 12. Dichas normas tienen carácter complementario de la presente norma mientras no la contradigan.

El resto de términos se definen a continuación:

- BTS : Casetas de comunicaciones móviles de Adif (Telecommunications Services). Estaciones base. Repetidores de telefonía móvil de Adif.
- BTO: Casetas de operador de telefonía móvil.
- Edificio Técnico. Destinado a la colocación de PLO para telemandar y monitorizar el accionamiento del seccionador del transformador.
- Casetas técnicas:
  - PCA: Puestos de acantonamiento automático.
  - PICV: Puestos intermedios de circuitos de vía.

## 4.-CARACTERÍSTICAS DE LOS TRANSFORMADORES

La conexión de primario será monofásica en todo caso.

Las características de los transformadores instalados en las diferentes acometidas derivadas de la catenaria se indican a continuación:

	Grupo de conexión	Aislamiento	Potencia **	Tensión primaria ***	Tensión secundaria	Refrigeración	Dimensiones ****	Peso ****
<b>Calefacción de agujas</b>	Monofásico	aceite	80/100/120kVA	27,5kV/50Hz	-240,0, +240 V	ONAN	850x800x1500	610-800 kg
<b>BTS y Detectores de CC</b>	Monofásico	aceite	10KVA	27,5kV/50Hz	240 V	ONAN	850x800x1500	500kg
<b>BTO</b>	Monofásico	aceite	50KVA	27,5kV/50Hz	240 V	ONAN	725x670x1360	420 kg
<b>Casetas técnicas de señalización*</b>	Monofásico	aceite	200 KVA	27,5kV/50Hz	240 V	ONAN	900x850x1600	-
<b>Edificios técnicos</b>	Monofásico	aceite	MAX. 250 KVA	27,5kV/50Hz	240 V	ONAN	1210x800x1670	985 kg

Tabla 1. Características de Transformadores aéreos.

\* Para potencias superiores a 250 kVA la instalación del transformador para servicios auxiliares se realizará obligatoriamente en caseta y dispondrá de foso de recogida de aceite.

\*\* Potencias más habituales. La potencia será la requerida para cada caso concreto.

\*\*\* Tensión nominal del sistema 25 kV. Tensión en el primario del transformador 27,5 kV.

\*\*\*\* Valores orientativos

## 5.-ELEMENTOS QUE COMPONEN LAS ACOMETIDAS A INSTALACIONES ASOCIADAS

Los elementos que componen las acometidas a las instalaciones asociadas de alimentación a consumidores, se describen a continuación:

- Aparamenta en el lado de alta tensión para la alimentación eléctrica y conexión desde catenaria o feeder:
  - Fusible, pararrayos de óxidos metálicos, seccionador, accionamiento manual o motorizado y transformador.
- Poste independiente de la catenaria, soportes auxiliares, así como las cimentaciones para la fijación de los mismos.
- Los accionamientos motorizados de los seccionadores estarán preparados para recibir y emitir los siguientes mandos y señales:
  - Mando de conexión /desconexión.
  - Señal de posición del seccionador conectado/desconectado.
  - Mando local y preparación para el sistema de mando a distancia.

## 6.-CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS

Las características técnicas de los elementos complementarios que componen la instalación del centro de transformación sobre poste en las respectivas acometidas son:

- **Seccionadores:** Se dispondrá de un seccionador unipolar de tensión nominal de 25 kV c.a. y una corriente asignada denominada  $I_n$  de 2500 A.

El accionamiento podrá ser manual o motorizado según los requisitos del proyecto y la función de la acometida.

Los seccionadores de acometida a edificios técnicos serán de tipo motorizado, para el resto de casos se podrán utilizar ambos tipos.

- **Accionamientos:** Para el caso de motorizados será necesario un accionamiento cuya tensión nominal del motor sea 220 V c.a a 50 Hz, y un par resistente nominal mínimo de 35 daNm.
- **Pararrayos:** Se trata de un descargador de oxido metálico y carcasa de silicona con una tensión nominal  $U_c = 36$  kV.
- **Fusibles:** De instalación aérea. Tensión asignada de  $U_n = 36$  Kv.  
Su intensidad nominal se define en el apartado 9.3.  
Debe incluir portafusible.

## 7.-MONTAJE

### 7.1.-ALIMENTACION

Para el suministro de energía a las casetas técnicas, casetas de comunicaciones móviles (BTS y BTO), calefacción de agujas y alumbrado de túneles, se dispondrán de centros de transformación instalados sobre poste, que tomarán la energía desde el feeder de -25 kV o de catenaria, transformándola a 220 V.

Los Edificios técnicos también podrán ser alimentados desde catenaria mediante un centro de transformación aéreo, como alimentación principal.

Los centros de transformación instalados sobre poste dispondrán de seccionador unipolar con accionamiento manual o motorizado, fusible del calibre adecuado (especificado en el apartado de 9.3.1), pararrayos para protección del transformador, transformador, envoltorio del accionamiento, y protección de circuitos de baja tensión, colocados habitualmente en la parte inferior del poste, situado a 1250 mm sobre el suelo.

### 7.2.-CONEXIONADO DEL TRANSFORMADOR

El neutro de transformador, tanto en el lado de baja como en el lado de alta, estará conectado al circuito de retorno de tracción, tanto en carril, como en cable de retorno.

#### 7.2.1.-Cableado

##### 7.2.1.1.-CALEFACCIÓN DE AGUJAS, BTS Y BTO

En el caso de las acometidas para calefacción de agujas y para casetas de comunicaciones móviles BTS y BTO, las conexiones se realizarán desde el secundario del transformador y bajo un tubo, generalmente de PVC o acero galvanizado, por el interior del poste hasta el armario de control de baja tensión.

##### 7.2.1.2.- EDIFICIOS TÉCNICOS

En el caso de las acometidas para edificios técnicos, las conexiones se realizarán desde el secundario del transformador y bajo 2 tubos de acero galvanizado por el interior del poste hasta el armario de control de baja tensión.

Además se dispondrá de 2 conjuntos de transmisión para los seccionadores unipolares, puesto que para esta acometida contamos con dos seccionadores enclavados de modo que no puedan cerrarse a la vez y ponerse en paralelo.

## 8.-DESARROLLO DEL MONTAJE E INSTALACION

### 8.1.-INSTALACION SOBRE POSTE

Los centros de transformación se ubicarán en un poste dedicado exclusivamente a este servicio e irán sobre silletas de fijación a una altura mínima suficiente para que las partes de alta tensión que no estén protegidas contra contactos accidentales estén a una altura superior a 5,0 m sobre la base del poste, y debidamente protegido.

Estos postes, de nuevo montaje serán, de 8,55 m de altura salvo en el caso de los edificios técnicos, en los que se emplearán postes desde 9,45 m hasta 12,45 m de altura, para realizar correctamente el cruce de la alimentación sobre las catenarias.

#### 8.1.1.-Tipos de poste en función de la acometida

Los postes serán de tipo metálico y las dimensiones de los perfiles variaran en función de los esfuerzos que tengan que soportar.

Preferiblemente serán de tipo X-3AV para transformadores de calefacción de agujas, casetas de operación de telefonía y comunicaciones móviles. No obstante en algunos casos de calefacción de agujas los postes empleados podrán ser X-5AV.

Para acometidas a edificios técnicos se instalaran de tipo XL-5AV y XLL-7AV debido a la necesidad de realizar un cruce de alimentación.

Relación de postes más característicos en función del tipo de acometida a instalar:

- Poste tipo X-3AV para acometidas a BTS, BT0, CT, calefacción de agujas y alumbrado de túneles utilizado para potencias  $\leq 100$  KVA.
- Poste tipo X-5AV para acometidas utilizado para potencias  $\geq 100$  KVA.
- Poste tipo XL-5AV para acometidas de edificios técnicos.
- Poste tipo XLL-7-AV para acometidas de edificios técnicos donde sea necesario una altura mayor.

#### 8.1.2.-Condiciones de montaje

La altura y disposición de los apoyos serán tales que las partes que se encuentren bajo tensión y no estén protegidas contra contactos accidentales se situarán como mínimo a 5 metros de altura sobre la base del poste.

La parte inferior de la cuba del transformador deberá estar situada respecto a la base del poste a una altura no inferior a 3 metros. En los casos en que no se cumpliesen estas alturas será necesario establecer un cierre de protección.

En todos los casos se dispondrá de carteles indicadores de peligro en los apoyos y se tomaran las medidas oportunas para evitar su escalamiento.

La instalación del poste deberá permitir el mantenimiento del transformador desde un vehículo de vía, debiendo evitar su instalación en la misma perpendicular que el poste de catenaria respecto al eje de la vía, respetando el gálibo de implantación de obstáculos de aplicación y sin interferir a otras instalaciones (canalizaciones, arquetas, etc.).

El izado de los aparatos y conexionado eléctrico se hará mediante la grúa y cesta del vehículo correspondiente dependiendo las condiciones de ejecución de la instalación y se utilizará una eslinga textil que no deteriore la pintura.

La base portafusibles nunca se colocará en el lado de la vía. El transformador ira montado en la cara del poste opuesta a la vía, quedando el accionamiento del seccionador en un lateral y la caja de baja tensión en el otro lateral (en los centros de transformación que proceda).

## **9.-PROTECCIONES ASOCIADAS**

### **9.1.-SECCIONADOR**

El seccionador se colocará en cabeza de poste en la posición más favorable para su posterior conexionado, siendo la parte móvil del mismo la que se conecte al cable -25 kV, para el caso de sistema 2x25 kV, o de 25 kV, para sistema de 1x25 kV, y la parte fija mediante conexión flexible a la base portafusibles.

### **9.2.-PARARRAYOS**

El pararrayos se situará sobre el transformador, en el herraje destinado a este fin, conectándose la tierra común, al propio poste y al cable colector.

Se conectará por un lado al feeder o catenaria y por el otro lado al cable de tierra y a la toma de tierra.

Cada pararrayos irá conectado a tierra con una resistencia a la difusión menor de 10 Ohms.

El pararrayos será de tipo oxido metálico y tensión nominal 36 kV.

### **9.3.-FUSIBLE**

Para la elección del fusible, además de la tensión de la red, habrá que tener en cuenta determinados factores que determinarán el tipo de fusible a instalar. Será el transformador quien limitará principalmente las características del fusible, ya que estos deben ser capaces de:

- Resistir sin fusión intempestiva a la intensidad de cresta del arranque que acompaña a la conexión del transformador.
- Cortar los corrientes de defectos a las bornas del secundario del transformador.
- Soportar la intensidad en servicio continuo y las eventuales sobrecargas.

No obstante, será el fabricante del transformador o el proyectista, quien recomendará cual debe ser el fusible a instalar en función de las características del transformador a proteger.

Debe incluir cartucho portafusible.

#### **9.3.1.-Características asignadas**

- La tensión asignada será de 36 kV, según la norma UNE-EN 60282 de Fusibles de alta tensión.
- La corriente asignada de una base fusible, que es la que conducirá sin superar calentamientos, se seleccionará ente estos valores:

Tensión de Servicio (kV)	Tensión asignada (kV)	Potencia del transformador ( KVA)						
		50 KVA	75KVA	100 KVA	125 KVA	160 KVA	200 KVA	250 KVA
25	36	4 A	6.3	6,3	10	10	16	16
						16	20	20
						20	25	25

Tabla 2. Corriente asignada de una base fusible (A)

(\*) Aunque los calibres en negrita son los más apropiados, los demás también pueden proteger de forma adecuada.

Los calibres de los fusibles seleccionados son para instalaciones al aire libre con sobrecargas del transformador del 30%.

#### 9.4.- CABLE DE TIERRA O RETORNO

Todos los postes irán conectados al cable de tierra de la línea aérea de contacto. Este conductor será de aluminio-acero, LA 110 (94ALL1/22ST1A) o de aluminio tipo L110 (117-AL1).

En el caso de que el poste del transformador esté alineado con los postes de catenaria su conexión al cable de tierra se realizará mediante grapa de suspensión G36U, situándose a la altura correspondiente donde se encuentre el cable de tierra.

#### 9.5.- PLETINA COLECTORA DE TIERRA

Se instalará en el poste una pletina colectora de tierras a la que se conectarán mediante conductor de cobre aislado de 50 mm<sup>2</sup> (o su equivalente en Al) 0,6/1kV todas las masas metálicas de la instalación como son bastidores de armarios, cuba del transformador, etc., según lo establecido en la ITC-RAT 13.

Así mismo será puesto a tierra un borne del bobinado primario y el secundario del transformador de alimentación al sistema.

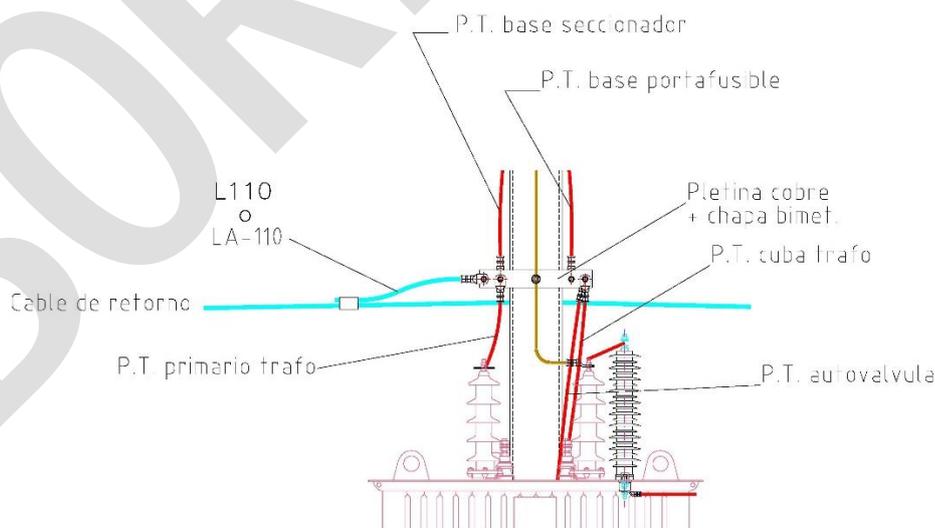


Figura 1: Detalles de conexiones de puesta a tierra del transformador

## 10.-NORMATIVA DEROGADA

Esta norma no deroga ningún documento normativo.

## 11.-DISPOSICIONES TRANSITORIAS Y ENTRADA EN VIGOR

La presente norma entrará en vigor en la fecha de su aprobación.

## 12.-NORMATIVA DE REFERENCIA Y BIBLIOGRAFÍA

En el contenido de esta norma se hace referencia a los documentos normativos que se citan a continuación.

Cuando se trate de legislación, será de aplicación la última versión publicada en los diarios oficiales, incluidas sus sucesivas modificaciones.

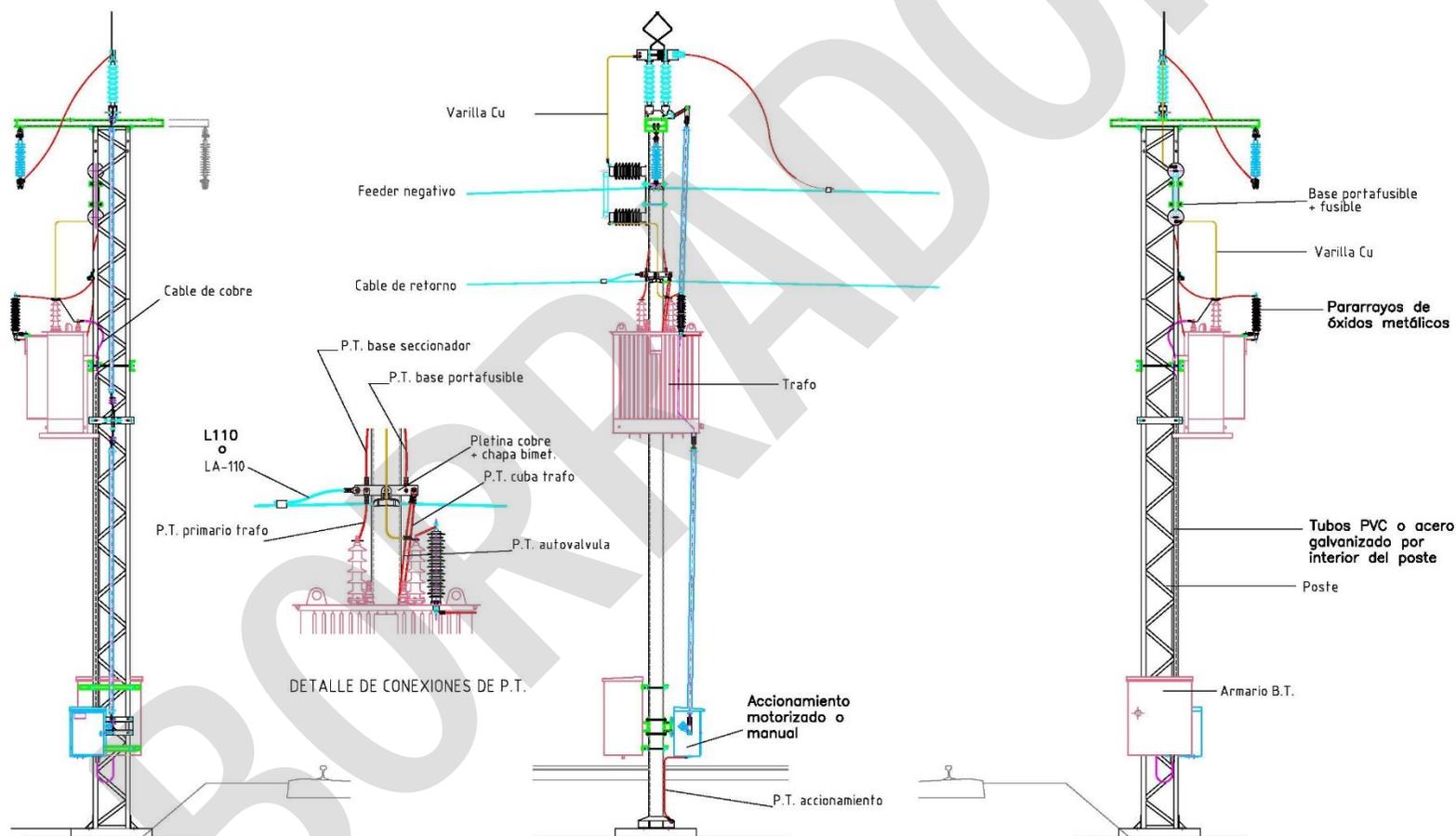
En el caso de documentos referenciados sin edición y fecha se utilizará la última edición vigente; en el caso de normas citadas con versión exacta, se debe aplicar esta edición concreta.

En el caso de normas UNE-EN que establezcan condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción, que sean transposición de normas EN cuya referencia haya sido publicada en el Diario Oficial de la Unión Europea, será de aplicación la última versión comunicada por la Comisión y publicada en el DOUE.

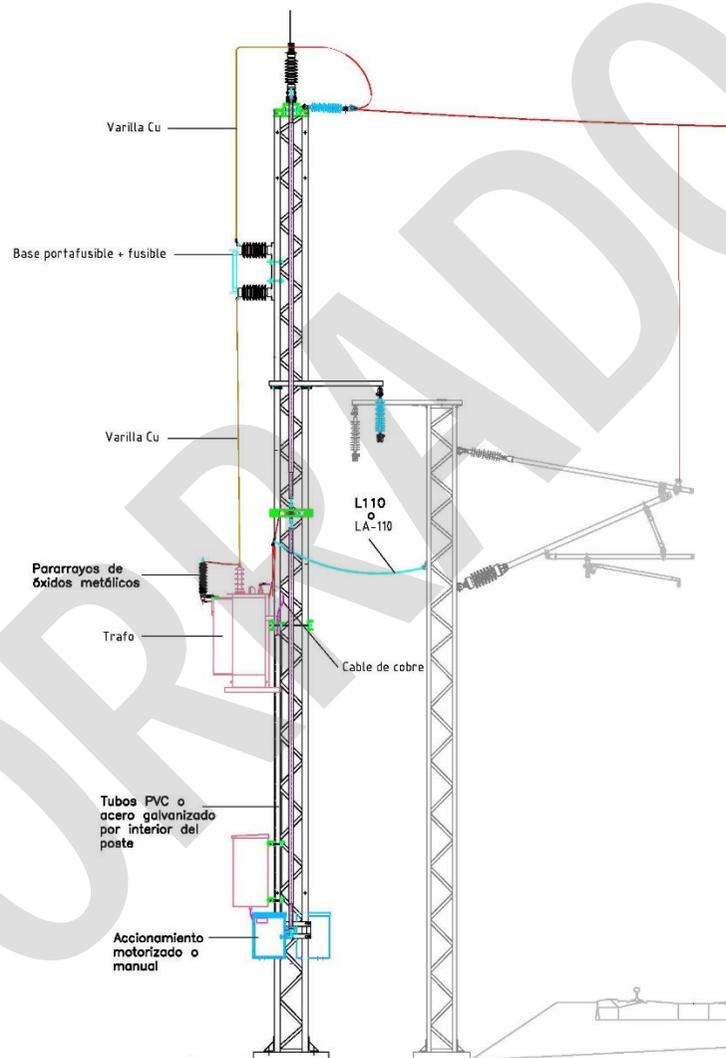
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Adif. "Cortes de tensión en líneas aéreas de contacto alimentadas en 25 kV c.a., 3 kV c.c. y 1,5 kV c.c.". ADIF-PE-301-001-006-SC-521. Adif, Rev. 1: mayo 2020.
- AENOR. "Aplicaciones ferroviarias. Condiciones ambientales para el equipo. Parte 2: Instalaciones eléctricas fijas". UNE-EN 50125-2. Madrid: AENOR, 2004+CORR:2010.
- AENOR. "Guía de aplicación para la elección de fusibles de alta tensión destinados a utilizarse en circuitos con transformadores". UNE 21122. Madrid: AENOR, 1991.
- AENOR. "Fusibles de alta tensión. Parte 1: Fusibles limitadores de corriente". UNE-EN IEC 60282-1. Madrid: AENOR, 2021.
- AENOR. "Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades". UNE-EN 60076-1. Madrid: AENOR, 2013.
- AENOR. "Transformadores de potencia. Requisitos europeos adicionales. Parte 1-1: Parte común. Requisitos generales". UNE-EN 50708-1-1. Madrid: AENOR, 2021.

# I. Anejo 1. ESQUEMAS DE MONTAJE Y CONEXIONES

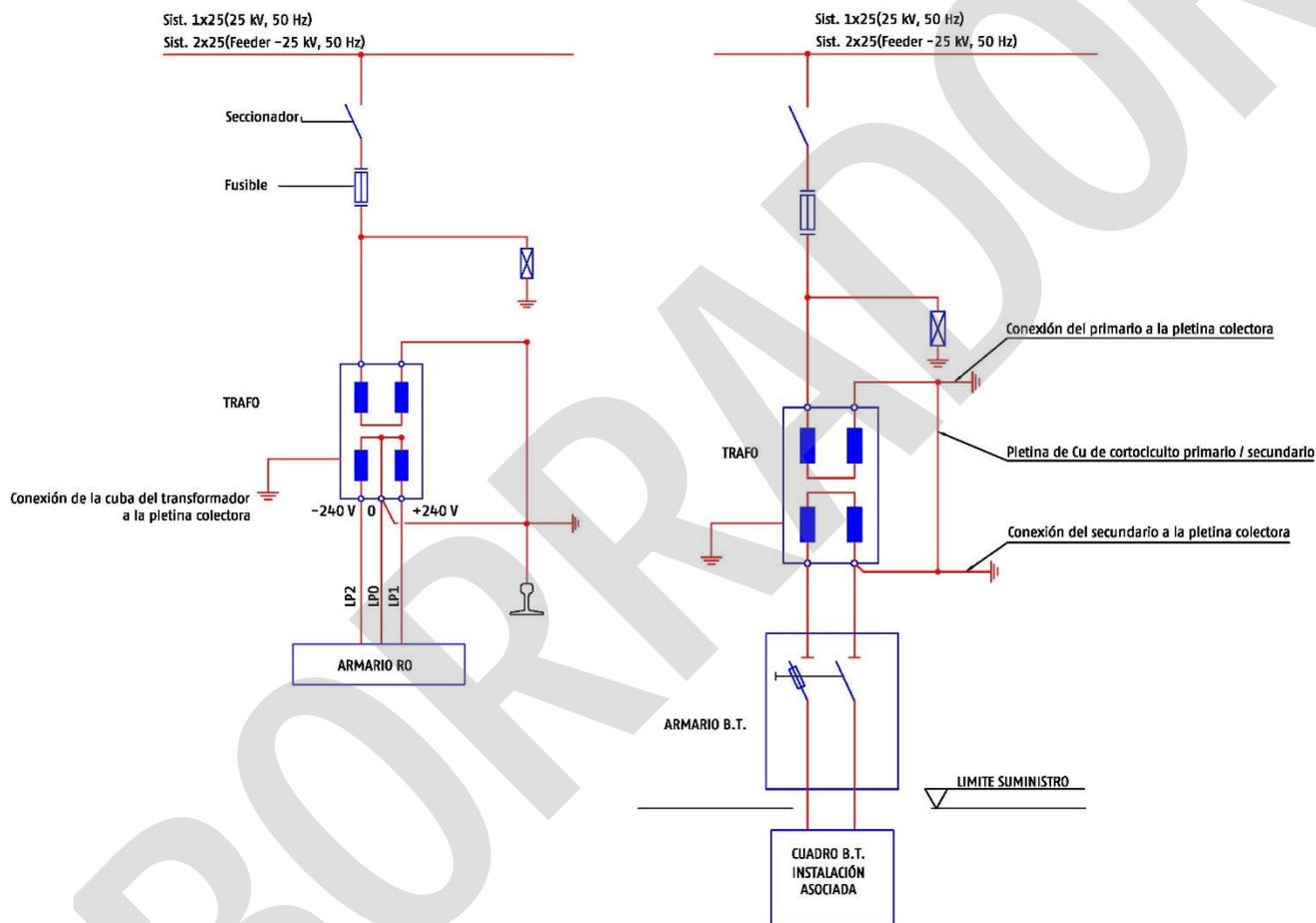
## 1. MONTAJE DE ACOMETIDA A BTS, BTO



## 2. MONTAJE DE ACOMETIDA DE EDIFICIO TÉCNICO CON TRANSFORMADOR EN POSTE



### 3. ESQUEMA DE CONEXIÓN



Este documento normativo se presenta como "BORRADOR" a efectos de consulta a todos los interesados. Su contenido no tiene validez hasta su aprobación definitiva por el Comité de Normativa de Adif y Adif AV. Este documento no puede ser PUBLICADO, COPIADO NI EDITADO SIN AUTORIZACIÓN EXPRESA DEL COMITÉ DE NORMATIVA DE ADIF Y ADIF AV.

Este documento normativo se presenta como "BORRADOR" a efectos de consulta a todos los interesados. Su contenido no tiene validez hasta su aprobación definitiva por el Comité de Normativa de Adif y Adif AV.  
Este documento no puede ser PUBLICADO, COPIADO NI EDITADO SIN AUTORIZACIÓN EXPRESA DEL COMITÉ DE NORMATIVA DE ADIF Y ADIF AV.

BORRADOR