

**Transformadores III sobre apoyo para distribución BT****Índice**

- 1.- Objeto**
- 2.- Alcance**
- 3.- Desarrollo Metodológico**

	Responsable	Fecha
Redacción	Redactor	15/05/2014
Verificación	Departamento de Normalización	15/05/2014
Aprobación	Dirección de Ambiente, Sostenibilidad, Innovación y Calidad	15/05/2014

**1.- Objeto**

Esta Especificación Técnica establece las características principales de aquellos transformadores instalados sobre apoyo metálico, así como su elección, instalación y fijación.

**2.- Alcance**

Se refiere exclusivamente a transformadores trifásicos, con el núcleo y arrollamiento sumergidos en aceite aislante, para instalación exterior, 50 Hz, servicio continuo, refrigeración natural, siendo las tensiones más elevadas para el material en el lado primario de 24 kV (excepcionalmente 36 kV), y en el secundario de 1,1 kV. En general serán de clase B2; no obstante, hasta la unificación de tensiones se utilizará la doble relación B1B2.

Además cumplirán lo especificado en la ETU 5201 D.

**3.- Desarrollo Metodológico****3.1. CARACTERISTICAS GENERALES****3.1.1. Potencias asignadas**

Las potencias unitarias objeto de esta Especificación Técnica, expresadas en kVA, son:

Clase B2: 50, 100 y 250

Clase B1B2: 250

**3.1.2. Calentamiento**

Se cumplirá lo especificado en la norma UNE-EN 60076-2, para transformadores sumergidos en aceite, y en la norma **UNE IEC 60076-7:2010** que indica como puede operarse con estos

**Transformadores III sobre apoyo para distribución BT**

transformadores en diferentes ambientes y cargas sin exceder el límite aceptable de deterioro del aislamiento como causa de los efectos térmicos.

Por su interés y la aplicación que pueda tener para casos singulares en lo concerniente a la elección de transformadores, a continuación se expone mediante tablas, las posibilidades de sobrecarga del transformador durante un cierto tiempo, en función de su carga inicial, para una temperatura fija del medio refrigerante de 20°C.

Por la primera, de las citadas normas, se determinará, en función de las características de refrigeración adoptadas, el tipo de refrigeración que le corresponde, en nuestro caso el ONAN (refrigeración natural en aceite). La segunda de ellas tiene por objeto señalar, en forma de tablas y para ciertas condiciones bien definidas, la carga admisible en función de la potencia asignada del transformador. Se elige la tabla I y sus curvas como representativas de la situación más generalizada.

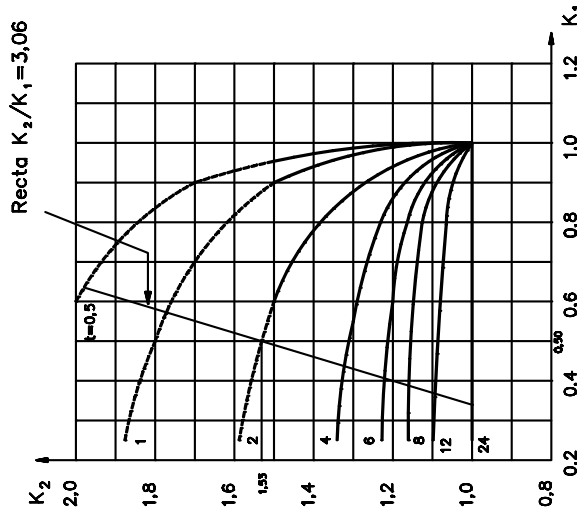
Transformadores III sobre apoyo para distribución BT

TABLA I

Transformadores ONAN:  $\theta_a = 20\text{°C}$   
 Valores de  $K_2$  para valores dados de  $K_1$  y t

Notas: + indica que el valor de  $K_2$  es mayor de 2  
 En servicio cíclico normal, el valor de  $K_2$  no será superior a 1,5  
 Los valores de  $K_2$  mayores de 1,5 que están subrayados se aplican a los regímenes de emergencia

K t	K = Coeficiente t = tiempo							
	$K_f=0,25$	$K_f=0,50$	$K_f=0,70$	$K_f=0,80$	$K_f=0,90$	$K_f=1,00$	$K_f=1,00$	$K_f=1,00$
t= 0,5	+	+	1,93	1,83	1,69	1,50	1,00	1,00
t= 1	1,89	1,80	1,70	1,62	1,50	1,32	1,00	1,00
t= 2	1,59	1,53	1,46	1,41	1,32	1,18	1,00	1,00
t= 4	1,34	1,31	1,27	1,24	1,18	1,12	1,00	1,00
t= 6	1,23	1,21	1,18	1,16	1,12	1,09	1,00	1,00
t= 8	1,16	1,15	1,13	1,12	1,07	1,05	1,00	1,00
t= 12	1,10	1,09	1,08	1,07	1,00	1,00	1,00	1,00
t= 24	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00



**Transformadores III sobre apoyo para distribución BT**

Para su interpretación se establece:

- En un servicio cíclico normal, la intensidad no debe sobrepasar 1,5 veces su valor nominal.
- En ningún caso la temperatura del punto caliente del devanado del transformador se encontrará por encima de los 140°C. En esta situación límite la intensidad puede sobrepasar los valores indicados (1,5 veces la intensidad nominal) para regímenes cíclicos normales, siempre que los accesorios y el equipo auxiliar sean capaces de soportar la sobrecarga y que la temperatura del aceite no sobrepase los 115°C (medido en la parte superior de la cuba).
- Las tablas dan el servicio cíclico admisible correspondiente a una pérdida de vida diaria normal (igual a la que originaría un punto caliente de 98°C durante 24 h).
- Tipo de refrigeración: ONAN.
- Constante de tiempo térmica aceite-aire: 3 h.
- Temperatura del medio refrigerante: 20°C.
- Carga inicial K<sub>1</sub>: 6 valores (0,25; 0,5; 0,7; 0,8; 0,9 y 1).
- Duración de la carga K<sub>2</sub>: 8 valores (0,5; 1; 2; 4; 6; 8; 12 y 24 h).

Se utilizan los siguientes símbolos:

K<sub>1</sub> = Carga inicial expresada en fracción de la carga nominal.

K<sub>2</sub> = Carga admisible expresada en fracción de la carga nominal (puede ser mayor que la unidad).

t = Duración de K<sub>2</sub> en horas.

θ<sub>a</sub> = Temperatura del medio de refrigeración (aire o agua).

$$K_1 = \frac{S_1}{S_r} \quad y \quad K_2 = \frac{S_2}{S_r}$$

**Transformadores III sobre apoyo para distribución BT**

Ed.2

HidroCantábrico Distribución Eléctrica, S.A.U.

Página 5 de 22

Siendo:

$S_1 =$  Valor de la carga inicial.

$S_2 =$  Valor de la carga admisible.

$S_r =$  Valor de la carga nominal.

**Ejemplo**

Transformador de 250 kVA, refrigeración natural en baño de aceite (ONAN). Carga inicial 125 kVA. Determinar la carga admisible durante 2 horas con una temperatura ambiente de 20°C.

En este caso:

$$K_1 = \frac{125}{250} = 0,5$$

Para  $K_1=0,5$ , se busca, en la curva  $t=2$  h, el valor que le corresponde a  $K_2$ , que es de 1,53. Así, la relación entre ambos coeficientes será:

$$\frac{K_2}{K_1} = 3,06$$

Posteriormente se dibuja la recta (1) que pase por el punto ( $K_1=0,5$ ,  $K_2=1,53$ ) y tenga como pendiente 3,06; las intersecciones de esta recta con las diferentes curvas del gráfico nos proporcionan los valores que aparecen en la tabla I.

$$(1) \left( \frac{y - 1,53}{x - 0,5} = 3,06 \right)$$

La tabla indica un valor de  $K_2=1,53$ , pero el límite de la guía es de 1.5. Así pues, la carga admisible durante 2 horas es igual a 375 kVA, con retorno al valor inicial de 125 kVA.

**Transformadores III sobre apoyo para distribución BT****3.1.3. Tensiones asignadas en vacío****3.1.3.1. Arrollamiento de A.T.**

El valor normalizado de la tensión asignada es de 22.000 V.

Atendiendo a los valores de la tensión asignada en la distribución actual, los arrollamientos de media tensión se adaptarán a las tensiones de servicio, con dependencia de la tensión normalizada. Los valores para cada caso, a los efectos de una nueva adquisición, se contemplan en la Especificación Técnica [ET/5024 "Transformadores Trifásicos Sumergidos en Aceite para Distribución en BT"](#).

**3.1.3.2. Arrollamiento de B.T.**

La tensión en vacío de la B.T. de los transformadores será:

Clase B2:	420 V entre fases.
Clase B1B2:	242 y 420 V entre fases.

**3.1.4. Tomas para la regulación de la tensión**

Los transformadores objeto de esta Especificación Técnica, estarán provistos de un conmutador que permita variar la relación de transformación, estando el transformador sin tensión.

Este dispositivo actuará sobre el arrollamiento de A.T. Su mando será exterior y las posiciones estarán marcadas de forma indeleble, siendo fácilmente legibles desde el exterior.

Las posiciones de regulación serán cinco que corresponderán a:

-2,5, 0, +2,5, +5, +7,5 % de la toma principal

**Transformadores III sobre apoyo para distribución BT**
**3.1.5. Grupos de conexión**

Los grupos de conexión de los transformadores aquí tratados serán:

- Transformadores de 50 y 100 kVA: **Yzn 11**
- Transformadores de 250: **Dyn 11**

El neutro del arrollamiento de baja tensión será accesible y dimensionado para las máximas tensión y corriente de las fases.

**3.1.6. Nivel de aislamiento**

Para la alta tensión serán los reseñados en la tabla II.

TABLA II

Tensión más elevada para el material (valor eficaz) kV	Tensión asignada soportada de corta duración (1 min) a frecuencia industrial (valor eficaz) kV	Tensión asignada soportada con impulsos tipo rayo (valor de cresta) kV
24	50	125
36	70	170

El nivel de aislamiento para el arrollamiento de baja tensión será de 10 kV eficaces en el ensayo de corta duración (1 min) a frecuencia industrial, y de 30 kV de valor de cresta con impulsos de tipo rayo (1,2/50  $\mu$ s).

Los impulsos de tensión para los arrollamientos de baja tensión se aplicarán entre éstos (estando todos los bornes conectados juntos) y la cuba, y teniendo todos los bornes de alta tensión conectados juntos y directamente a tierra o a través de una resistencia.

**Transformadores III sobre apoyo para distribución BT****3.1.7. Tensión de cortocircuito**

El valor de la tensión de cortocircuito nominal de los transformadores a utilizar, a la temperatura de referencia de 75°C y para la corriente definida por la toma principal, será del 4%.

En consecuencia, deberán soportar sin daños los efectos de los cortocircuitos exteriores, siendo el valor de la sobrecorriente de 25 veces la nominal del transformador durante 2s.

**3.2. DETALLES CONSTRUCTIVOS**

Estos transformadores serán del tipo denominado de "**llenado integral**" sin conservador. Estarán contruidos de acuerdo con lo indicado en el capítulo correspondiente de la norma UNE 21428-1-2 y ETU 5201 D con las salvedades y/o adicciones recogidas en la Especificación Técnica [ET/5024](#) "**Transformadores Trifásicos Sumergidos en Aceite para distribuciones en BT**".

Como detalles relevantes en relación con la presente Especificación Técnica se recuerdan de modo resumido los que a continuación se relacionan.

**3.2.1. Pasatapas**

Los de alta tensión, para potencias asignadas de 50, 100 y 250 kVA serán del tipo abierto (PA).

Los pasatapas de baja tensión se suministrarán con la pieza de acoplamiento plana montada y los tornillos, tuercas y arandelas correspondientes, salvo que se concrete en el pedido su exclusión.

**3.2.2. Designación de los bornes**

Los de baja tensión vendrán marcados:

N-2U-2V-2W

correspondiendo la letra N al borne del neutro.

Para la alta tensión será:

1U-1V-1W

En el caso de transformadores de clase B1B2:

N-2U-2V-2W-3U-3V-3W

correspondiendo el índice 2 a 420 V y el 3 a 242 V.



**Transformadores III sobre apoyo para distribución BT**
**3.2.3. Ruedas**

Todos los transformadores estarán previstos para poder montar en ellos ruedas de fundición, sin pestaña, orientables en dos direcciones perpendiculares, para desplazamientos longitudinales y transversales.

Las dimensiones de las ruedas y las distancias entre ejes serán las indicadas en la tabla III.

TABLA III

Potencias asignadas kVA	Diámetro de la rueda mm	Ancho de la llanta mm	Distancia entre ejes de rodadura en las dos direcciones mm
Hasta 100	125	40	520
250	125	40	670

**3.2.4. Cuba**

A destacar:

- La unión de la tapa a la cuba será mediante tornillería de acero, con un tratamiento antioxidante y pintado final.
- Dispondrá de un tapón roscado para vaciado y toma de muestras, y su situación será tal que el manejo no se vea dificultado por la situación de las aletas.

**3.2.5. Dimensiones máximas y pesos**

Las dimensiones máximas y pesos de los transformadores objeto de esta Especificación Técnica se detallan en la tabla IV.

**Transformadores III sobre apoyo para distribución BT**

TABLA IV

Potencia (kVA)	Longitud		Anchura		Altura		Peso	
	≤24 kV	27 kV	≤24 kV	27 kV	≤24 kV	27 kV	≤24 kV	27 kV
HASTA	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
Hasta 100	110	110	74	78	149	162	790	950
250	130	135	91	98	162	182	1.400	1.600

**3.2.6. Protección contra la corrosión y el color de la pintura**

Las superficies y dispositivos externos de los transformadores y, al menos, las internas que no están sumergidas en el aceite aislante, llevarán una adecuada protección anticorrosiva, que será además resistente a la acción del aceite aislante empleado.

El color empleado para la capa exterior será azul verdoso muy oscuro.

El procedimiento de pintura deberá ser propuesto por el fabricante y previamente aprobado por el comprador antes de su aplicación.

El espesor mínimo de la capa seca será de 60  $\mu\text{m}$ , debiendo ser de 80  $\mu\text{m}$  como mínimo el espesor medio.

Cumplirá el grado mínimo de adherencia establecido.

**3.3. ELECCION DE TRANSFORMADORES**

El transformador aquí contemplado, limitado en su potencia, cumple su plena función en instalaciones de exterior sobre apoyo denominadas "Centros de Transformación de Intemperie" (C.T.I.).

Como regla general, los C.T.I. suelen ser el origen de una distribución en baja tensión cuya misión es distribuir energía eléctrica, en zonas rurales y en las periferias o alrededores de los núcleos urbanos, a viviendas unifamiliares.

Para la elección del transformador se utilizarán los mismos planteamientos que se aplican para el cálculo de la red de distribución de baja tensión.

Según la zona, rural o urbana, el criterio sólo variará en cuanto al mínimo del servicio monofásico previsto.

Por tanto, los criterios a utilizar para el cálculo de la potencia del transformador y el procedimiento para su elección será el siguiente:

**Transformadores III sobre apoyo para distribución BT**

1º) Suma de las potencias de los abonados.

Zona rural: se considerará una potencia de 3 kW/abonado teniendo en cuenta si el suministro es monofásico o trifásico.

Zona no rural: igual, con una potencia de 4 kW/abonado.

- La potencia total será suma de los siguientes términos según los casos:

a) Abonados normales.

Rural

$$\text{Monofásicos} = 3 * n^{\circ} \text{ abonados} * \text{coef. sim.} = P_{10}$$

$$\text{Trifásicos} = 3 * 3 * n^{\circ} \text{ abonados} * \text{coef. sim.} = P_{11}$$

$$\text{POTENCIA TOTAL (kW abonados), } P_1 = P_{10} + P_{11}$$

No Rural

$$\text{Monofásicos} = 4 * n^{\circ} \text{ abonados} * \text{coef. sim.} = P_{20}$$

$$\text{Trifásicos} = 4 * 3 * n^{\circ} \text{ abonados} * \text{coef. sim.} = P_{21}$$

$$\text{POTENCIA TOTAL (kW abonados), } P_2 = P_{20} + P_{21}$$

b) Abonados singulares.

En general se resolverá:

$$\text{POTENCIA TOTAL (kW abonados), } P_3$$

$$P_3 = \text{factor de consumo} * \sum \text{potencias contratadas} * \text{coef. de simultaneidad.}$$

El factor de consumo se tomará 0,6.

El factor de simultaneidad será 1 cuando se trate de un solo abonado de estas características.

La potencia total computada sería:

$$\text{kW abonados} = P_1 \text{ ó } P_2 + P_3$$

2º) Coeficiente de simultaneidad: se tomará de acuerdo con lo siguiente:

- de 0 a 3 abonados = 1

- de 4 a 15 abonados = 0,8

- 16 ó más abonados = 0,5

**Transformadores III sobre apoyo para distribución BT**

En el caso de abonados singulares, como norma general, se considerará un factor de simultaneidad de 0,6, que podrá variarse por otro siempre que se conozcan exactamente las características del consumo y utilización de la energía de dicho abono singular.

- 3º) Factor de potencia 0,8.
- 4º) La potencia del transformador en kVA vendrá dada por:

$$P = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{0,8}$$

De acuerdo con los valores calculados se escogerán las potencias unitarias normalizadas más próximas dentro de la gama siguiente: 50, 100 y 250 kVA, cumpliéndose:

$$P_{unitaria} \cdot 1,2 \geq P_{calculada}$$

Las instalaciones del C.T.I. que carecen de red de distribución en baja tensión contemplan suministros muy localizados o unitarios. Las potencias contratadas en estos casos superan los 50 kW. Para la elección del transformador adecuado, bien parece que no es aplicable el método anterior y si fijar la potencia del mismo, considerando la carga admisible y el estado de carga continua en diferentes ambientes, sin que exceda el límite aceptable de deterioro del aislamiento por efectos térmicos. La aplicación de tal proceder fue expuesta en el [capítulo 3, apartado 2](#), actuando sobre las curvas características para una situación ambiental fija.

### 3.4. DISPOSICION Y MONTAJE SOBRE APOYO

En el [anexo A](#) se contempla una vista del conjunto del CTI en sus dos soluciones, tanto para los transformadores de potencia asignada hasta 100 kVA, como para el de 250 kVA.

En el plano queda clara la posición estándar del transformador respecto al apoyo y a la línea de alta tensión, independientemente de cuál sea la potencia, entre las escogidas, del transformador (Solución 1ª). No obstante, puede modificarse ésta por motivos de maniobrabilidad del transformador, para el montaje-desmontaje en el apoyo, situándolo en la cara opuesta de recibo de la línea de alta tensión, (solución 2º) aunque difiere su posición relativa respecto a la línea, manteniendo los 3 m. de distancia a la cogolla del apoyo.

Para su mantenimiento en el apoyo, en cualquiera de las disposiciones comentadas, son necesarios los denominados "herrajes del transformador". Se pueden distinguir varios tipos de herrajes recogidos en el [anexo B](#):

- Herrajes de fijación: lo unen por la tapa de la cuba a los montantes de la cabeza del apoyo.

**Transformadores III sobre apoyo para distribución BT**

- Herrajes de asiento: armadura tipo ménsula donde descansa el transformador. La base está formada por dos perfiles rectos reforzados por torna-puntas de angular.
- Herraje de acoplamiento para las ruedas del transformador: encaja sobre el herraje de asiento.

Estos herrajes están diseñados para soportar las cargas permanentes y eventuales, por el efecto del viento, transmitidos por el transformador (250 kVA) sin que generen tensiones que superen el límite elástico del material.

La posición del transformador en el herraje de asiento será tal que el centro de gravedad de la máquina esté lo más próximo posible al apoyo.

Transformadores III sobre apoyo para distribución BT

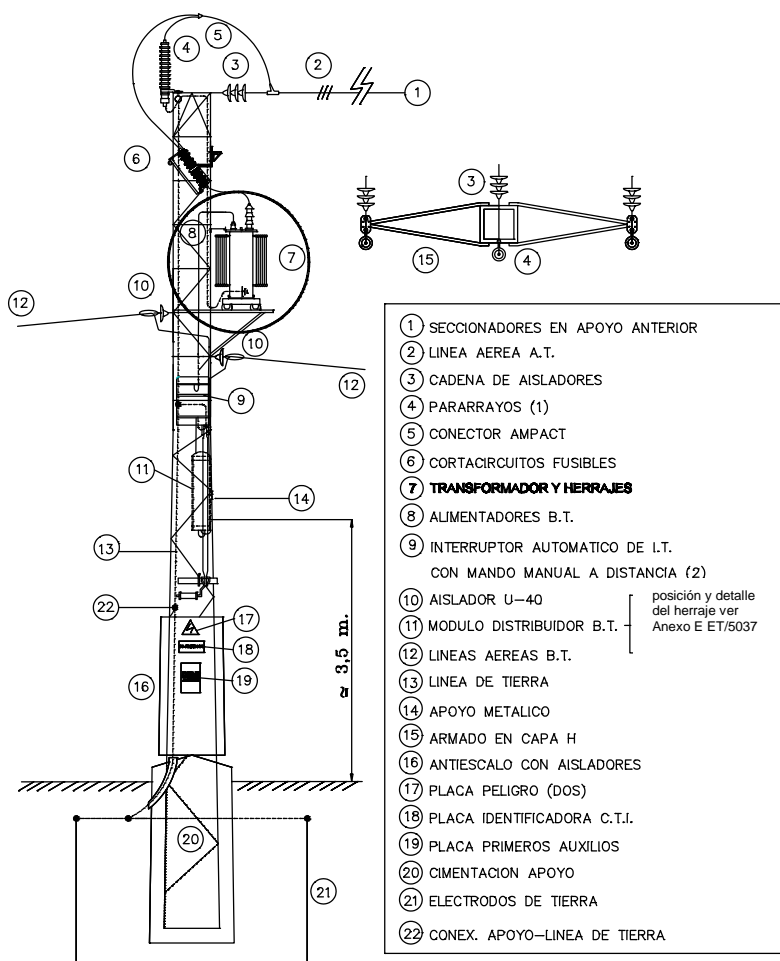
Ed.2

HidroCantábrico Distribución Eléctrica, S.A.U.

Página 14 de 22

ANEXO A

VISION DE CONJUNTO DEL CTI (ET/5033 "CENTRO DE TRANSFORMACION DE INTEMPERIE SOBRE APOYO"): SOLUCION 1ª (TRAFO EN EL LADO DE LA L/A.T.) PARA TRANSFORMADORES DE 50 Y 100 kVA



1) Además de la solución del dibujo, por derivación del puente cadena-transformador, se permite la toma directa del puente mediante borne-terminal estilo bandera.

2) Para longitudes del tubo superior a 4 m se instalará apoyo intermedio para acoplamiento.

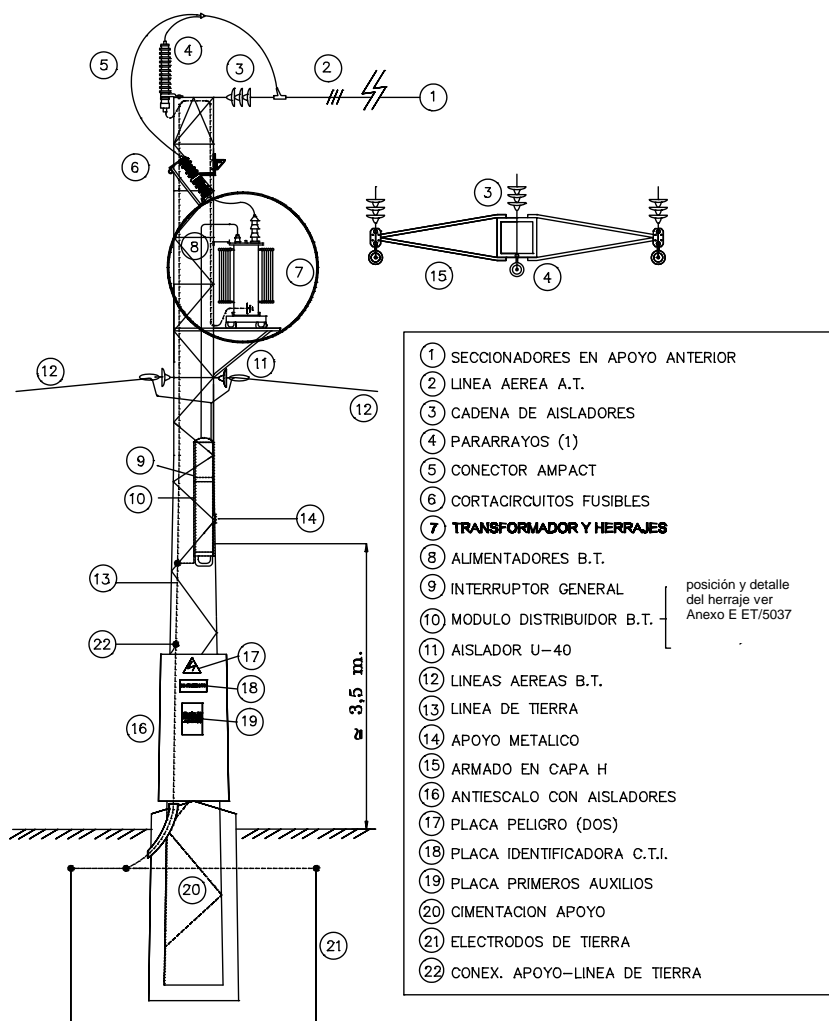
Transformadores III sobre apoyo para distribución BT

Ed.2

HidroCantábrico Distribución Eléctrica, S.A.U.

Página 15 de 22

**VISION DE CONJUNTO DEL CTI (ET/5033 "CENTRO DE TRANSFORMACION DE INTEMPERIE SOBRE APOYO"): SOLUCION 1ª (TRAFO EN EL LADO DE LA L/A.T.) PARA TRANSFORMADORES DE 250 KVA**



1) Además de la solución del dibujo, por derivación del puente cadena-transformador, se permite la toma directa del puente mediante borne-terminal estilo bandera.

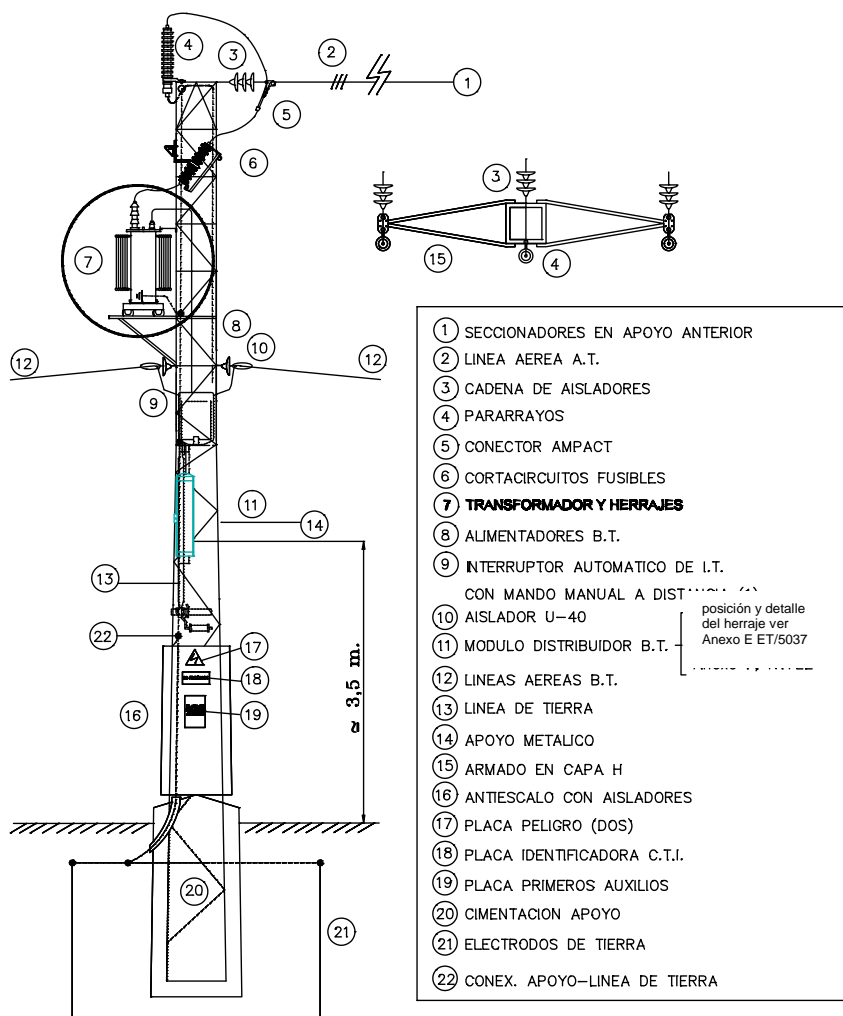
Transformadores III sobre apoyo para distribución BT

Ed.2

HidroCantábrico Distribución Eléctrica, S.A.U.

Página 16 de 22

**VISION DE CONJUNTO DEL CTI(ET/5033 “CENTRO DE TRANSFORMACION DE INTEMPERIE SOBRE APOYO”): SOLUCION 2ª (TRAFO EN EL LADO CONTRARIO DE LA L/A.T.) PARA TRANSFORMADORES DE 50 Y 100 KVA**



1) Para longitudes del tubo superior a 4 m se instalará apoyo intermedio para acoplamiento



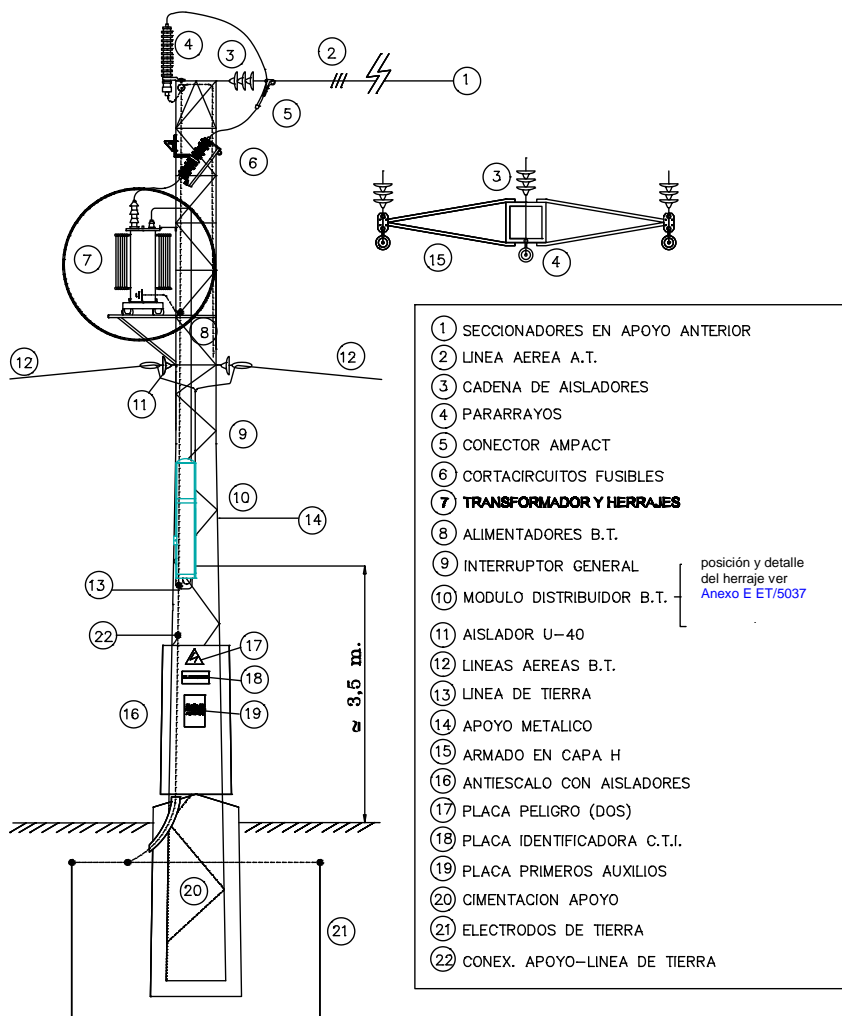
Transformadores III sobre apoyo para distribución BT

Ed.2

HidroCantábrico Distribución Eléctrica, S.A.U.

Página 17 de 22

**VISION DE CONJUNTO DEL CTI (ET/5033 "CENTRO DE TRANSFORMACION DE INTEMPERIE SOBRE APOYO"): SOLUCION 2ª (TRAFO EN EL LADO CONTRARIO DE LA L/A.T.) PARA TRANSFORMADORES DE 250 KVA**



Transformadores III sobre apoyo para distribución BT

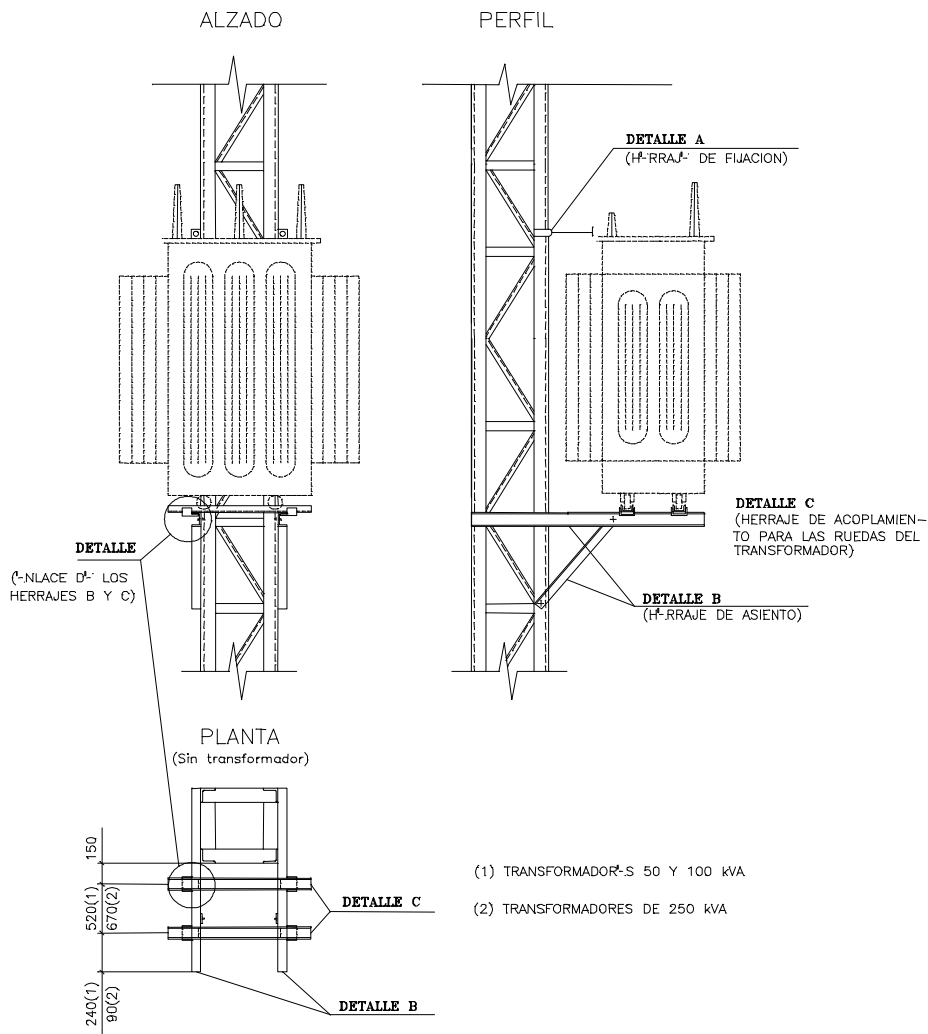
Ed.2

HidroCantábrico Distribución Eléctrica, S.A.U.

Página 18 de 22

ANEXO B

CONJUNTO DE HERRAJES DEL TRANSFORMADOR



# Transformadores III sobre apoyo para distribución BT

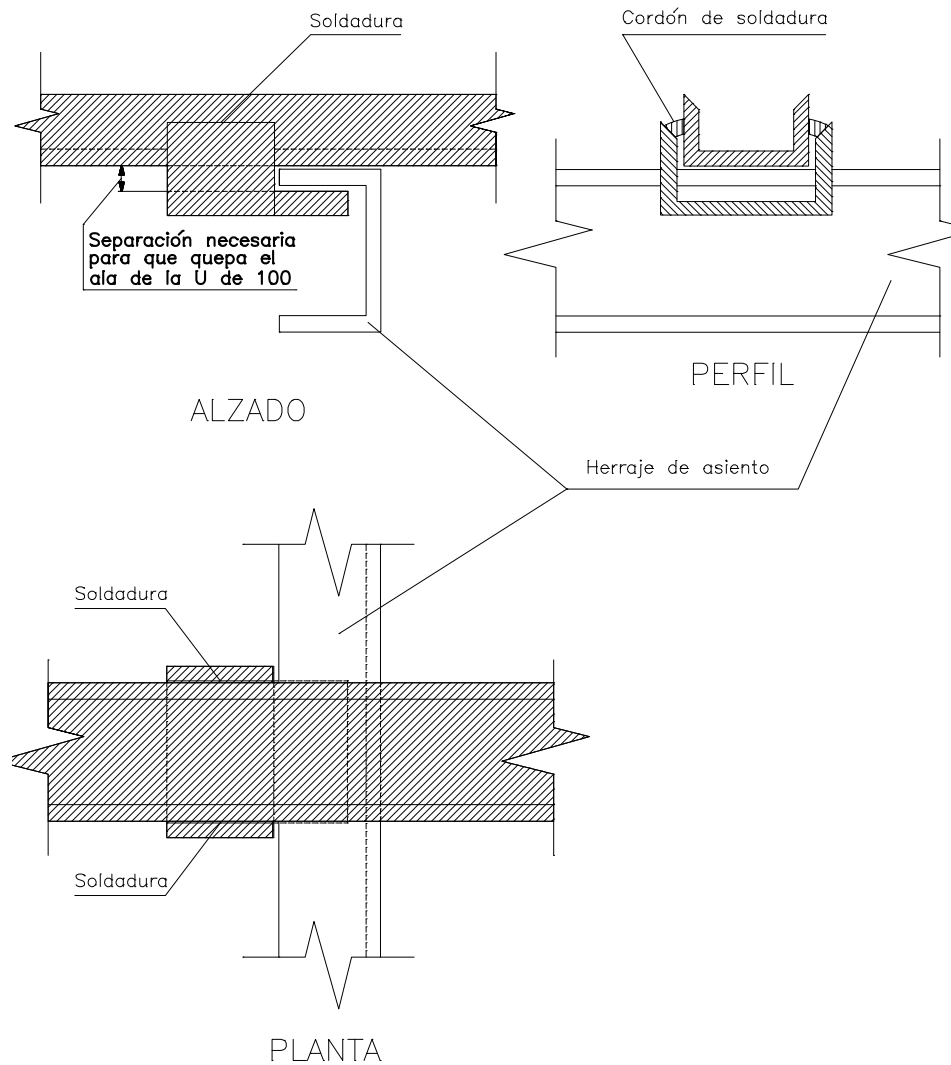
Ed.2

HidroCantábrico Distribución Eléctrica, S.A.U.

Página 19 de 22

## COMPLEMENTO DEL CONJUNTO DE HERRAJES DEL TRANSFORMADOR

DETALLE DEL ENLACE DE LOS HERRAJES DE ASIENTO Y DE ACOPLAMIENTO PARA LAS RUEDAS DEL TRANSFORMADOR



**Transformadores III sobre apoyo para distribución BT**

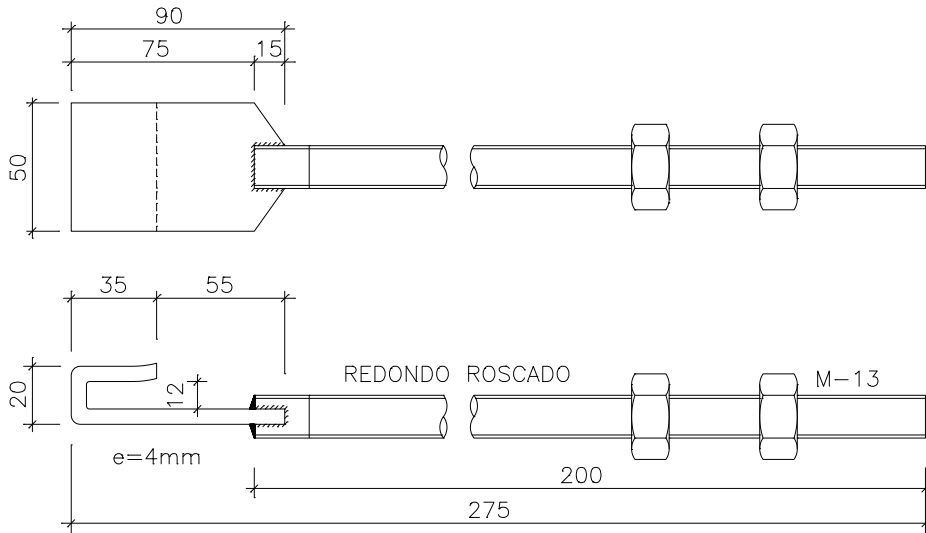
Ed.2

HidroCantábrico Distribución Eléctrica, S.A.U.

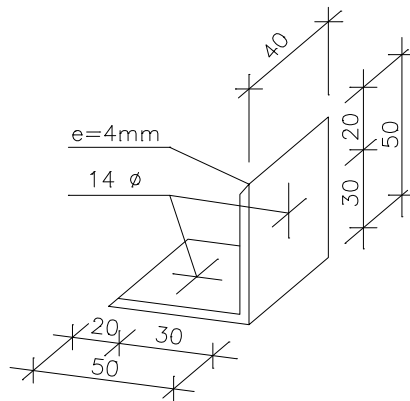
Página 20 de 22

**DETALLE A**

**HERRAJE DE FIJACION**



CANTIDAD : 2 (Galvanizadas)



Cantidad: Dos de cada pieza, galvanizadas por baño de cinc

Medidas en mm

Transformadores III sobre apoyo para distribución BT

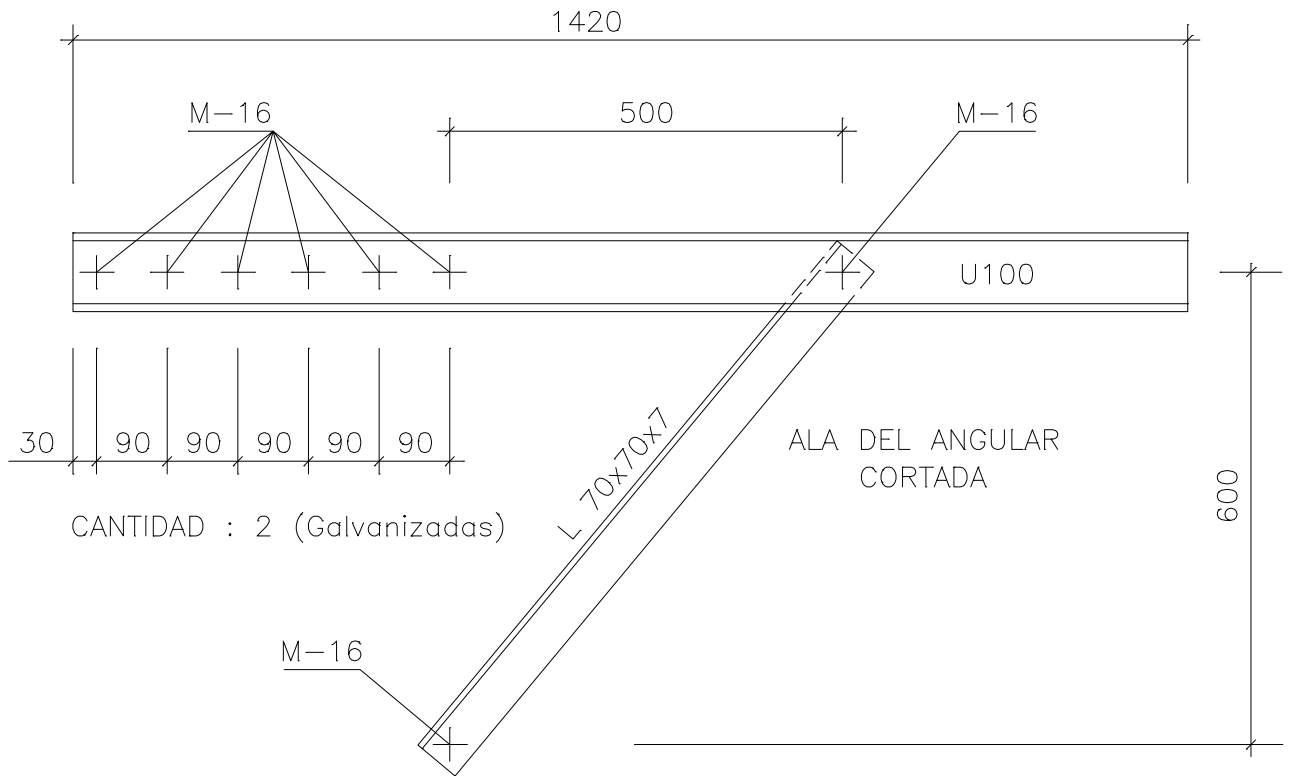
Ed.2

HidroCantábrico Distribución Eléctrica, S.A.U.

Página 21 de 22

DETALLE B

HERRAJE DE ASIENTO



Cantidad: Dos de cada pieza, galvanizadas por baño de cinc

Medidas en mm

**Transformadores III sobre apoyo para distribución BT**

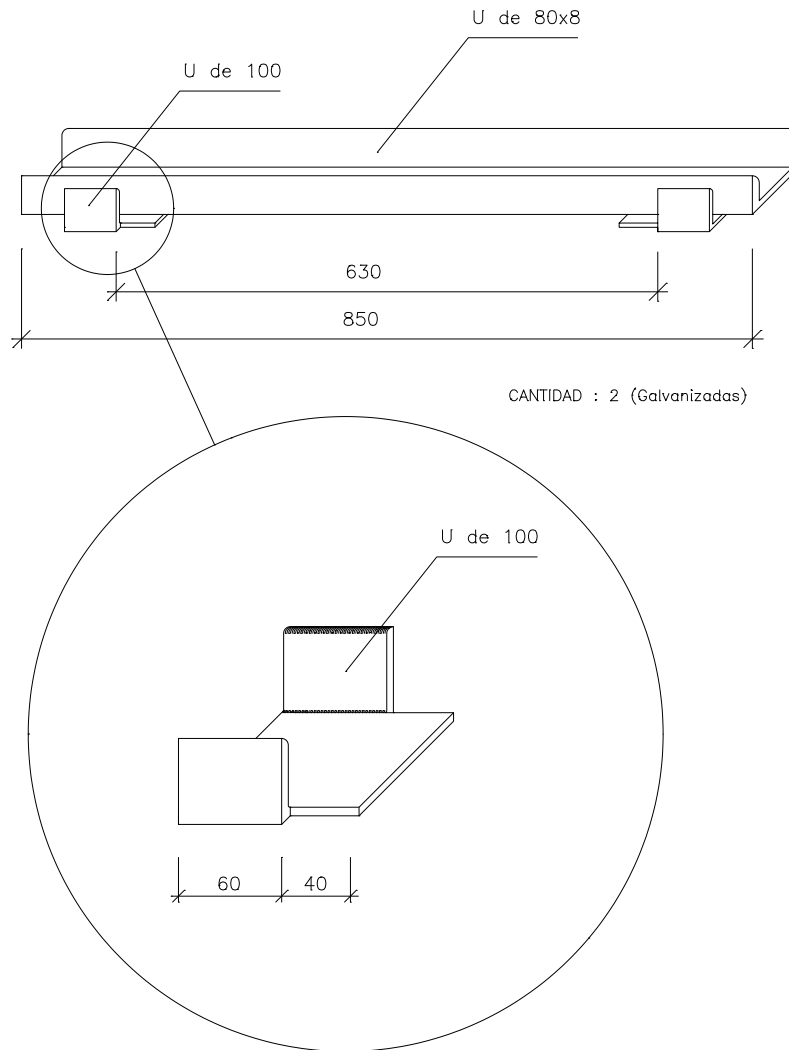
Ed.2

HidroCantábrico Distribución Eléctrica, S.A.U.

Página 22 de 22

DETALLE C

**HERRAJE DE ACOPLAMIENTO PARA LAS RUEDAS DEL TRANSFORMADOR**



\* Cegar los extremos de la U con chapa soldada de 5 mm de espesor

Cantidad: Dos de cada pieza, galvanizadas por baño de cinc. Medidas en mm