



Metro

SERVEI DE SISTEMES ELÈCTRICS I
ELECTROMECAÀNICS

ÀREA DE MANTENIMENT I PROJECTES

**ESPECIFICACIÓN
TÉCNICA
TRANSFORMADORES
SECOS**

Título		
ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE TRANSFORMADORES SECOS		
Código	Fecha 1ª Edición	Edición vigente
E_UET_IP_PROJ_Especificación Técnica Trafos Secos.	28-02-2019	Edición Nº: 1 Data: 28/02/2019
Clasificación	Estado	
Interno X	Borrador	X
Externo	En Revisión	
Confidencial	Informe Final	
Resumen del Documento		
Especificación Técnica de Transformadores Secos para Instalaciones de FMB.		
	Nombre	Fecha / Firma
Realizado	MGP	28-02-2019
Revisado	MGP	28-02-2019
Supervisado	JMA, JDR, IBC	14-05-2019
Aprobado	JMA	14-05-2019

ÍNDICE

1	ALCANCE.....	5
2	NORMATIVA	5
3	DESCRIPCIÓN	6
3.1	Circuito Magnético	6
3.2	Arrollamiento de Primario (AT)	6
3.3	Arrollamientos de Secundario (BT)	6
3.4	Conexiones de Primario (AT).....	7
3.5	Conexiones de Secundario (BT).....	7
3.6	Tomas de Regulación de Tensión en Primario (AT)	8
3.7	Tomas en Secundario para Trafos de Tracción Bi-tensión	8
3.8	Protección Térmica.....	8
3.9	Accesorios y Equipamiento Base.....	9
4	ENSAYOS ELÉCTRICOS.....	9
4.1	Ensayos de Rutina (S/IEC 60076-11)	9
4.2	Ensayos Tipo o Especiales.....	10
4.3	Clasificación Climática y Medioambiental	10
4.4	Clasificación de Comportamiento al Fuego.....	10
5	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	11
5.1	Transformador de Tracción	11
5.2	Transformador de Distribución 6 KV.....	13
5.3	Transformador de Estación	15
5.4	Transformador de Servicios Auxiliares.....	16
5.5	Datos a suministrar por el Fabricante.....	18

1 ALCANCE

La presente especificación técnica hace referencia a los Transformadores de Potencia trifásicos a utilizar en la red del Metro de Barcelona. Todos ellos son de aislamiento seco, encapsulado de clase H y calentamiento reducido para instalación en interior.

Se distinguen los siguientes transformadores por su aplicación:

- ✓ Transformador de Tracción: instalado en subestaciones de tracción, su misión es alimentar a los rectificadores de potencia.
- ✓ Transformador de Distribución 6 kV: instalado en subestaciones de tracción, su misión es alimentar la red de distribución de 6 kV que da suministro a las estaciones de viajeros.
- ✓ Transformador de Estación: instalado en centros de transformación de estaciones, su misión es alimentar los consumos de baja tensión de la estación a partir de la red de distribución de 6 kV.
- ✓ Transformador de Servicios Auxiliares: instalado en subestaciones de tracción, su misión es alimentar los servicios auxiliares (baja tensión) de la propia subestación.

2 NORMATIVA

Los transformadores cumplirán las normas:

- ✓ UNE-EN 60076-1 (1998). Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades.
- ✓ UNE-EN 60076-11 (2005). Transformadores de potencia. Parte 11: Transformadores de tipo seco.
- ✓ UNE 21538-1 (1996): Transformadores trifásicos tipo seco para distribución en baja tensión de 100 a 2500 KVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material hasta 36 kV.
- ✓ UNE 207005 (2002): Transformadores de potencia. Guía de aplicación.
- ✓ UNE-EN 50329 (2004) y correcciones 2007. Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Transformadores de tracción.
- ✓ UNE-EN 50588-1:2015 Transformadores de distribución, estación y SSAA en aplicación a la eco directiva.

Estos transformadores deberán fabricarse según un sistema de calidad conforme a la normativa ISO 9001 certificada por una organización oficial independiente.

Los transformadores deberán ensayarse en un laboratorio con certificación ISO 17025 acreditado por ENAC.

3 DESCRIPCIÓN

3.1 Circuito Magnético

Se realizará en chapa de acero al silicio de grano orientado, aislada por óxidos minerales y protegida contra la corrosión mediante una capa de pintura.

3.2 Arrollamiento de Primario (AT)

Serán independientes de los arrollamientos de secundario (BT) y se realizarán en cinta de cobre, según estándar del fabricante, con aislante de clase H, con calentamiento reducido 100/100K (125/125K durante sobrecargas).

El nivel de aislamiento será:

- ✓ 36 kV para Transformadores de tracción (25/1.180-0.944 kV), Estaciones (25/6 kV) y Servicios Auxiliares de Subestaciones (25/0,230 kV).
- ✓ 17,5 kV para Transformadores de tracción (11/1.180-0.944 kV), Estaciones (11/6 kV) y Servicios Auxiliares de Subestaciones (11/0,230 kV).
- ✓ 7,2 kV para Transformadores de Estación (6/0,400-0,230 kV).

Los arrollamientos de primario se encapsularán y moldearán en vacío en una resina de clase H con calentamiento reducido 100/100K (125/125K durante sobrecargas), cargada e ignifugada, con colada horizontal compuesta de:

- ✓ Resina epoxi.
- ✓ Endurecedor, modificado por un flexibilizador.
- ✓ Carga ignifugante.

La carga ignifugante se mezclará íntimamente con la resina y el endurecedor. Estará compuesta por productos ignifugantes a precisar en forma de polvo, mezclados o no con sílice.

El sistema de encapsulado será de clase H con calentamiento reducido 100/100K (125/125K durante sobrecargas).

3.3 Arrollamientos de Secundario (BT)

Se realizarán siguiendo la técnica del bobinado en banda de cobre, según el estándar del fabricante. Las espiras estarán separadas por una película aislante de clase H con calentamiento reducido 100/100K (125/125K durante sobrecargas) y dispondrá radialmente, en el centro de las bobinas, de canales de ventilación para permitir una fácil disipación de calor.

Serán independientes de los arrollamientos de primario (AT) y se realizarán en pletina o

banda de cobre, según estándar del fabricante, con aislante de clase H con calentamiento reducido 100/100K (125/125K durante sobrecargas).

El nivel de aislamiento será:

- ✓ 7,2 kV para Transformadores de Estaciones (25/6 kV);
- ✓ 3,6 kV para Transformadores de tracción (25/1.180-0.944 kV);
- ✓ 1,1 kV para Transformadores de Estación (6/0,400-0,230 kV) y Servicios Auxiliares de Subestaciones (25/0,230 kV).

Los arrollamientos de secundario se encapsularán y moldearán en vacío en una resina de clase H con calentamiento reducido 100/100K (125/125K durante sobrecargas) cargada e ignifugada, compuesta de:

- ✓ Resina epoxy.
- ✓ Endurecedor, modificado por un flexibilizador.
- ✓ Carga ignifugante.

La carga ignifugante se mezclará íntimamente con la resina y el endurecedor. Estará compuesta por productos ignifugantes a precisar en forma de polvo, mezclados o no con sílice.

El sistema de encapsulado será de clase H con calentamiento reducido 100/100K (125/125K durante sobrecargas).

Los transformadores de tracción se suministrarán con pantalla electrostática entre AT y BT para derivar a tierra los armónicos o sobre tensiones que puedan generarse en la red. Ésta se conectará a la tierra de herrajes del trafo.

3.4 Conexiones de Primario (AT)

Las conexiones de primario (AT) se realizarán por arriba o a la altura media de la bobina, en los terminales de las barras de acoplamiento de AT. Cada terminal estará perforado con un agujero de diámetro 14 mm para permitir la conexión por un sistema tornillo – tuerca y otro agujero de diámetro 14 para previsión de puesta a tierra, mediante un “earthing bullet” de diámetro 25mm.

Las barras de acoplamiento serán en tubo de cobre rígido, protegido por una funda aislante termo retráctil. No se admitirá cable.

Los terminales de MT serán de cobre.

3.5 Conexiones de Secundario (BT)

Las conexiones de secundario (BT) se realizarán en los terminales localizados en la parte superior de los arrollamientos y en el lado opuesto a las barras de conexión de AT. La conexión del neutro de BT se hará directamente en la barra de acoplamiento de BT entre

los terminales de fases de BT.

Los terminales de conexión serán de cobre, según estándar del fabricante. Además se colocará "earthing bullet" de diámetro 25mm.

3.6 Tomas de Regulación de Tensión en Primario (AT)

Las tomas de regulación actuarán sobre la tensión más elevada (AT) para adaptar el transformador al valor real de la tensión de alimentación y se realizará por puentes de conexión, estando el transformador sin tensión.

Dispondrán de tomas en primario los 4 tipos de transformadores: Transformadores de Tracción, de Distribución 6 kV, de Estación y de Servicios Auxiliares.

Los puentes de conexión deberán ser rígidos, no permitiéndose que sean de cable.

3.7 Tomas en Secundario para Trafos de Tracción Bi-tensión

Las tomas sirven para ofrecer 2 niveles de tensión en secundario en función de las necesidades: 1180 - 944 V. Con estas 2 tensiones se obtienen tensiones rectificadas de 1500 Vcc y 1200 Vcc respectivamente.

Los puentes de conexión deberán ser rígidos, no permitiéndose que sean de cable.

La operación se realizará estando el transformador sin tensión.

3.8 Protección Térmica

Se dispondrá de un dispositivo de protección térmica, control y medida, comprendiendo:

- ✓ 1 conjunto de 4 sondas PT 100 a razón de una sonda por fase y núcleo conectada a un bornero, pudiendo disponer de un conector desenchufable.
- ✓ 1 termómetro digital, caracterizado por cuatro circuitos independientes y comunicable a un PLC a través de un puerto 485, modbus, y salida 4-20 mA. O bien, a través de tarjeta conectada a PLC con capacidad para tratar la medida analógica de las sondas PT100.

Dos circuitos controlarán la temperatura captada por las sondas PT 100, alarma y disparo, y un tercer circuito que controlará los defectos de las sondas o el corte de la alimentación eléctrica. El termómetro será suministrado, sin montar, con esquema de conexiones juntamente con el transformador.

3.9 Accesorios y Equipamiento Base

Estos transformadores deberán estar equipados como mínimo con:

- ✓ ruedas planas bi-orientables.
- ✓ Cáncamos de elevación.
- ✓ Agujeros de arrastre en el chasis. Éste será de tipo UPN, para aguantar los movimientos transversales y longitudinales durante las maniobras de puesta en marcha.
- ✓ Dos tomas de puesta a tierra.
- ✓ Una centralita de temperatura comunicable a través de PLC.
- ✓ Una placa de características, situada en el lado de MT
- ✓ Una placa de características, para montarla en la puerta de acceso.
- ✓ Una señal de advertencia "peligro eléctrico".
- ✓ Un protocolo de ensayos individuales realizado en un laboratorio con certificación ISO 17025 acreditado por ENAC.
- ✓ Un manual de recomendaciones para la instalación, puesta en servicio y mantenimiento.

4 ENSAYOS ELÉCTRICOS

4.1 Ensayos de Rutina (S/IEC 60076-11)

Dichos ensayos se realizarán en todos los transformadores al final de su fabricación para poder emitir el protocolo de ensayos de cada transformador:

- ✓ Medición de la resistencia del arrollamiento primario y secundario.
- ✓ Medición de la relación de transformación y verificación del acoplamiento.
- ✓ Control del grupo de conexión.
- ✓ Medición de la tensión de cortocircuito y de la impedancia de cortocircuito.
- ✓ Medición de las pérdidas en carga.
- ✓ Medición de las pérdidas y de la corriente de vacío.
- ✓ Ensayo del dieléctrico de la tensión aplicada.
- ✓ Ensayo del dieléctrico de la tensión inducida.
- ✓ Medición del nivel de descargas parciales.

Para la medición de las descargas parciales, el criterio de aceptación será inferior o igual a 10 pC con 1.10 Um.

Si $U_m > 1.25 U_n$, entonces los 10 pC estarán garantizados con 1.375 Un.

4.2 Ensayos Tipo o Especiales

Estos ensayos podrán solicitarse en opción, total o parcialmente, y deberán acordarse previamente con el proveedor:

- ✓ Medición del nivel de ruido según UNE-EN 60076 Parte 11
- ✓ Calentamiento según UNE-EN 60076 Parte 11
- ✓ Impulso tipo rayo según UNE-EN 60076 Parte 11

Estos ensayos estarán acreditados de acuerdo a los criterios recogidos en los estándares UNE-EN ISO/IEC 17025:2000 (CGA-ENAC-LEC).

Estos ensayos serán ejecutados en un laboratorio con acreditación ENAC

4.3 Clasificación Climática y Medioambiental

Los transformadores serán de clase climática C2 y medio ambiental E2, como se definen en los anexos B del HD 464 S1: 1988/A2: 1991. Las clases C2 y E2 deberán figurar en la placa de características.

El fabricante deberá justificar mediante una copia de los ensayos realizados por un laboratorio oficial en un transformador de la misma concepción al solicitado.

Los ensayos deberán haber sido realizados de acuerdo al anexo ZA y ZB del CENELEC HD 464 S1: 1988/A: 1992.

4.4 Clasificación de Comportamiento al Fuego

Los transformadores serán de clase F1 como se define en el artículo B3 del CENELEC HD 464 S1: 1988/A2: 1991. La clase F1 deberá figurar en la placa de características.

El fabricante deberá justificar mediante una copia de los ensayos realizados por un laboratorio oficial en un transformador de la misma concepción al solicitado y sobre el mismo transformador que inicialmente se hayan realizado los ensayos climáticos y medio ambientales.

Los ensayos deberán haber sido realizados de acuerdo al anexo ZC del CENELEC HD 464 S1: 1988/A3: 1992.

5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

5.1 Transformador de Tracción

Tipo de transformador	Potencia Trifásico	Potencia Trifásico
Material devanados	Cobre	Cobre
Aislamiento	Seco, resina epoxy o similar	Seco, resina epoxy o similar
Encapsulamiento devanados	Doble (Primario y Secundario)	Doble (Primario y Secundario)
Potencia base equivalente (con contenido armónico según UNE EN 50329)	2250 kVA, 2850 kVA.	2250 kVA, 2850 kVA.
Coeficiente de carga K	1	1
Tensión primario en vacío	11 kV	25 kV
Tensión secundario en vacío	1,180 - 0,944 kV (bi-tensión)	1,180 - 0,944 kV (bi-tensión)
Frecuencia	50 Hz	50 Hz
Grupo de conexión	YNd5	YNd5
Régimen de neutro	Neutro accesible y aislado de masa	Neutro accesible y aislado de masa
Regulación de tensión en primario	11000 V $\pm$ 2.5%; $\pm$ 5%	25000 V $\pm$ 2.5%; $\pm$ 5%
Tensión más elevada dev. Primario	17,5 kV	36 kV
Tensión más elevada dev. Secundario	3,6 kV	3,6 kV
Tensión ensayo dev. Primario – 50 Hz, 1 min	38 kVef	70 kVef
Tensión ensayo dev. Secundario – 50 Hz, 1 min	10 kVef	10 kVef
Tensión ensayo dev. Primario - Tipo impulso	95 kVp	170 kVp
Tensión ensayo dev.	40 kVp	40 kVp

Secundario - Tipo impulso		
Régimen de sobrecargas	Clase VI, según EN 50329 a) 2.250 kVA : - Por tiempo ilimitado: 100% -> 2250 kVA. - Durante 2 horas: 150% -> 3375 kVA. - Durante 1 minuto: 300% -> 6750 kVA. b) 2.850 kVA : - Por tiempo ilimitado: 100% -> 2850 kVA. - Durante 2 horas: 150% -> 4275 kVA. - Durante 1 minuto: 300% -> 8550 kVA. - No son acumulativas y el ciclo se repite 4 veces al día.	Clase VI, según EN 50329 a) 2.250 kVA : - Por tiempo ilimitado: 100% -> 2250 kVA. - Durante 2 horas: 150% -> 3375 kVA. - Durante 1 minuto: 300% -> 6750 kVA. b) 2.850 kVA : - Por tiempo ilimitado: 100% -> 2850 kVA. - Durante 2 horas: 150% -> 4275 kVA. - Durante 1 minuto: 300% -> 8550 kVA. - No son acumulativas y el ciclo se repite 4 veces al día.
Tensión de cortocircuito	9 % ($\pm$ tolerancias EN 60076-1)	9 % ($\pm$ tolerancias EN 60076-1)
Clase de aislamiento	H	H
Posición de terminales	Arriba / Arriba	Arriba / Arriba
Presión acústica máxima (Lpa a 1 m.)	65 dB(A)	65 dB(A)
Potencia acústica máxima	81 dB	81 dB
Refrigeración	AN	AN
Clases C / A / F	E2 / C2 / F1	E2 / C2 / F1
Calentamiento medio a la potencia nominal cuadrática (AT/BT)	100/100 K	100/100 K
Calentamiento medio (AT/BT) al final de la sobrecarga a la potencia base.	125/125 K	125/125 K
Sondas de temperatura	PT 100 (1 por fase+N)	PT 100 (1 por fase +N)
Pérdidas en el cobre (plena	15.2 kW (2250 kVA),	15,2 kW (2250 kVA),

carga) a 120°C	(± tolerancias EN 60076-1) 17 kW (2850 kVA) (± tolerancias EN 60076-1)	(± tolerancias EN 60076-1) 17 kW (2850 kVA) (± tolerancias EN 60076-1)
Pérdidas en la chapa (vacío)	4.9 kW (2250 kVA), (± tolerancias EN 60076-1) 7 kW (2850 kVA) (± tolerancias EN 60076-1)	5,4 kW (2250 kVA), (± tolerancias EN 60076-1) 7,4 kW (2850 kVA) (± tolerancias EN 60076-1)
Nivel máximo descargas parciales	10 pC	10 pC
Distancia entre ejes	820x820 mm	820x820 mm

5.2 Transformador de Distribución 6 KV (25 ó 11 / 6 KV)

Tipo de transformador	Potencia Trifásico	Potencia Trifásico
Material devanados	Cobre	Cobre
Aislamiento	Seco, resina epoxy o similar	Seco, resina epoxy o similar
Encapsulamiento devanados	Doble (Primario y Secundario)	Doble (Primario y Secundario)
Potencia nominal	1250 kVA y 2000 kVA	1250 kVA y 2000 kVA
Tensión primario en vacío	11 kV	25 kV
Tensión secundario en vacío	6,3 kV	6,3 kV
Frecuencia	50 Hz	50 Hz
Grupo de conexión	Dyn5	Dyn5
Régimen de neutro	Neutro accesible y aislado de masa	Neutro accesible y aislado de masa
Regulación de tensión en primario	11000 V $\pm$ 2.5%; $\pm$ 5%	25000 V $\pm$ 2.5%; $\pm$ 5%
Tensión más elevada dev. Primario	17,5 kVef	36 kVef
Tensión más elevada dev. Secundario	7,2 kVef	7,2 kVef
Tensión ensayo dev. Primario – 50 Hz, 1 min	38 kVef	70 kVef

Tensión ensayo dev. Secundario – 50 Hz, 1 min	20 kVef	20 kVef
Tensión ensayo dev. Primario - Tipo impulso	95 kVp	170 kVp
Tensión ensayo dev. Secundario - Tipo impulso	60 kVp	60 kVp
Régimen de sobrecargas	No aplicable	No aplicable
Tensión de cortocircuito	6 % ($\pm$ tolerancias EN 60076-1)	6 % ($\pm$ tolerancias EN 60076-1)
Clase de aislamiento	H	H
Posición de terminales	Arriba / Arriba	Arriba / Arriba
Presión acústica máxima	< 58-59 dB Según eco directiva EN 50588-1.	< 58-59 dB Según eco directiva EN 50588-1.
Refrigeración	AN	AN
Clases C / A / F	E2 / C2 / F1	E2 / C2 / F1
Sondas de temperatura	PT 100 (1 por fase)	PT 100 (1 por fase)
Pérdidas en el cobre (plena carga) a 120°C	10,8 kW (1250 kVA), (Según eco directiva EN 50588-1, tolerancia 0%) 15.5 kW (2000 kVA) (Según eco directiva EN 50588-1, tolerancia 0%)	12,5 kW (1250 kVA), (Según eco directiva EN 50588-1, tolerancia 0%) 16kW (2000 kVA) (Según eco directiva EN 50588-1, tolerancia 0%)
Pérdidas en la chapa (vacío)	2.5 kW (1250 kVA), (Según eco directiva EN 50588-1, tolerancia 0%) 4 kW (2000 kVA) (Según eco directiva EN 50588-1, tolerancia 0%)	3,2 kW (1250 kVA), (Según eco directiva EN 50588-1, tolerancia 0%) 4.5kW (2000 kVA) (Según eco directiva EN 50588-1, tolerancia 0%)
Nivel máximo descargas parciales	10 pC	10 pC
Distancia entre ejes	820x820 mm	820x820 mm

5.3 Transformador de Estación (6 / 0,4-0,23 kV)

Tipo de transformador	Potencia Trifásico
Material devanados	Cobre
Aislamiento	Seco, resina epoxy o similar
Encapsulamiento devanados	Doble (Primario y Secundario)
Potencia nominal	250, 400, 630, 1000,1250 kVA
Tensión primario en vacío	6 kV
Tensión secundario en vacío Se podrá obtener plena potencia en ambas tomas de tensión (k=1).	0,400 – 0,230 kV (bi-tensión)
Coeficiente de carga K	1
Frecuencia	50 Hz
Grupo de conexión	Dyn11
Régimen de neutro	Neutro accesible y conectado rígidamente a tierra
Regulación de tensión en primario	6000 V - 2,5%,+2,5%,+5%,+7,5%
Tensión más elevada dev. Primario	7,2 kVef
Tensión más elevada dev. Secundario	1,1 kVef
Tensión ensayo dev. Primario – 50 Hz, 1 min	20 kVef
Tensión ensayo dev. Secundario – 50 Hz, 1 min	3 kVef
Tensión ensayo dev. Primario - Tipo impulso	60 kVp
Régimen de sobrecargas	- 100 % Pn ilimitado. - 150 % Pn durante 20 min. - 125 % Pn durante 60 min. - 115 % Pn durante 120 min. No son acumulativas y el ciclo se repite 2 veces al día
Tensión de cortocircuito	6% (± tolerancias EN 60076-1) Las tensiones de cortocircuito referidas a la tensión superior (0.4 kv)

Clase aislamiento	H
Posición terminales	Arriba / Arriba
Relación de transformación	Se garantiza $\leq 0.5\%$ entre el primario y el secundario principal y entre secundarios $\geq 0.5\%$
Presión acústica máxima	< 53 dB (250 y 400 kVA) < 56 dB (630 kVA) < 57 dB (1000 y 1250 kVA) *Según eco directiva EN 50588-1.
Refrigeración	AN
Clases C / A / F	E2 / C2 / F1
Calentamiento medio (AT/BT) en régimen nominal	100/100 K
Calentamiento medio (AT/BT) al final de la sobrecarga a la potencia nominal.	125/125 K
Sondas de temperatura	PT 100 (1 en cada fase + N)
Pérdidas en el cobre (plena carga) Según eco directiva EN 50588-1.	Función de la potencia nominal
Pérdidas en la chapa (vacío) Según eco directiva EN 50588-1.	Función de la potencia nominal
Nivel máximo descargas parciales	10 pC
Distancia entre ejes	820 x 520 mm (250 y 400 kVA) 820 x 670 mm (630,1000 y 1250 kVA)

5.4 Transformador de Servicios Auxiliares (25 ó 11 / 0,23 kV)

Tipo de transformador	Potencia Trifásico	Potencia Trifásico
Material devanados	Cobre	Cobre
Aislamiento	Seco, resina epoxy o similar	Seco, resina epoxy o similar
Encapsulamiento devanados	Doble (Primario y	Doble (Primario y

	Secundario)	Secundario)
Tensión primario en vacío	11 kV	25 kV
Tensión secundario en vacío	0,230 kV	0,230 kV
Regulación de tensión en primario	$11000 \pm 2,5\%; \pm 5\%$	$25000 \pm 2,5\%; \pm 5\%$
Potencia nominal	100 y 160 kVA	100 y 160 kVA
Frecuencia	50 Hz	50 Hz
Grupo de conexión	Dzn5 o Yzn5	Dzn5 o Yzn5
Régimen de neutro	Neutro accesible y conectado rígidamente a tierra	Neutro accesible y conectado rígidamente a tierra
Tensión más elevada dev. Primario	17,5 kV	36 kV
Tensión más elevada dev. Secundario	1,1 kV	1,1 kV
Tensión ensayo dev. Primario – 50 Hz, 1 min	38 kVef	70 kVef
Tensión ensayo dev. Secundario – 50 Hz, 1 min	3 kVef	3 kVef
Tensión ensayo dev. Primario - Tipo impulso	95 kVef	170 kVp
Régimen de sobrecargas	No aplicable	No aplicable
Tensión de cortocircuito	6 % ($\pm$ tolerancias EN 60076-1)	6 % ($\pm$ tolerancias EN 60076-1)
Clase de aislamiento	H	H
Posición de terminales	Arriba / Arriba	Arriba / Arriba
Presión acústica máxima	51 dB Según eco directiva EN 50588-1.	51 DB Según eco directiva EN 50588-1.
Refrigeración	AN	AN
Sondas de temperatura	PT 100 (1 por fase+N)	PT 100 (1 por fase+N)
Pérdidas en el cobre (plena carga) a 120°C	2.4 kW (Según eco directiva EN 50588-1, y	2.4 kW (Según eco directiva EN 50588-1, y tolerancias 0%)

	tolerancias 0%)	
Pérdidas en la chapa (vacío)	0.96KW (Según eco directiva EN 50588-1, y tolerancias 0%)	0.96KW (Según eco directiva EN 50588-1, y tolerancias 0%)
Nivel máximo descargas parciales	10 pC	10 pC
Distancia entre ejes	820 x 520 mm	820 x 520 mm

5.5 Datos a suministrar por el Fabricante

En todos los casos el Fabricante entregará Documento Certificado en formato papel y formato electrónico dando muestra del cumplimiento ante comportamiento al fuego, de temperatura máxima en cortocircuito, grado de reciclaje, así como todas aquellas propiedades definidas en las prescripciones para cada transformador.

- ✓ Grado de reciclaje (s/ certificado de gestor autorizado).
- ✓ Temperatura umbral de inflamación (Certificado F1)
- ✓ Grado de opacidad de humos. (Certificado F1)
- ✓ Toxicidad de los gases emitidos. (Certificado F1)
- ✓ Corrosividad de los humos (pH) (Certificado F1)
- ✓ Temperatura máxima alcanzable en cortocircuito por conductores.(Certificado F1)
- ✓ Permisividad eléctrica.
- ✓ Resistividad.
- ✓ Rigidez dieléctrica.
- ✓ Protocolo de ensayos individuales realizado en Laboratorio con Certificación ISO 17025 acreditado por ENAC.