



ET014 Transformadores de poder 34.5 /13.2-11.4 kV ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

Revisión #:	Entrada en vigencia:
0	01 Septiembre 2005



Esta información ha sido extractada de la plataforma Likinormas de Enel Colombia en donde se encuentran las normas y especificaciones técnicas. Consulte siempre la versión actualizada en <https://likinormas.enelcol.com.co>





1. OBJETO

La presente Especificación **Técnica** establece los requisitos generales para el diseño, fabricación, pruebas, transporte de los transformadores de potencia 34.5/13.2 - 11.4 kV a ser suministrados a Enel Colombia S.A ESP.

2. ALCANCE

Esta especificación aplica para transformadores de potencia en los niveles de **tensión** de operación de 34.5/13.2 - 11.4 kV instalados en el **sistema** de Enel Colombia S.A. ESP.

3. NORMAS DE FABRICACIÓN Y PRUEBAS

El transformador al cual se hace referencia en la presente especificación debe cumplir con los requisitos técnicos, valores, procedimientos y ensayos prescritos en la especificación **técnica** E-MT-0009 revisión No 4* (ver nota pie de página), considerando las características técnicas particulares indicadas en ésta especificación.

Como anexos de la presente especificación se encuentran:

Anexo 1: Características Técnicas Garantizadas

4. CONDICIONES DE SERVICIO

Uso	A la Intemperie
Altura sobre el nivel del mar:	2650 m
Humedad relativa:	100%
Promedio Temperatura de mes más caluroso:	30 °C
Promedio Temperatura anual:	20 °C
Temperatura ambiente máxima:	40 °C
Temperatura ambiente mínima:	-5 °C
Esfuerzos sísmicos:	SI (0.3 g para dirección horizontal y 0.2 g para dirección vertical).
Nivel de contaminación (IEC 60815):	Medio (II)
Radiación solar, máx. (w/m ²):	< 1000
Velocidad del viento (m/s):	<34

* En la especificación **técnica** E-MT-0009 revisión No 4 cuando se refiera al numeral 13 , en la presente especificación corresponde al anexo 1: Características Técnicas Garantizadas adjunto en el presente



documento.

En la propuesta realizada por los oferentes deberán indicarse las características del transformador en las condiciones de servicio indicadas. Los factores de conversión de estos valores serán los que se indican en la especificación E-MT-0009.

5 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GENERALES

Los transformadores serán del tipo sumergidos en aceite, con devanados de cobre, podrán ser refrigerados por circulación natural del aceite ONAN o refrigerados por circulación natural del aceite y en forma forzada por aire ONAN-ONAF, según se indique en el anexo 1: características técnicas garantizadas.

Deben ser adecuados para operación exterior y a la altura sobre el nivel del mar indicada en el numeral 4.

Debe tener la posibilidad de suministrar **tensión nominal** secundaria a plena **carga** de de 13.2 kV o 11.4 kV, para lo cual el diseño y fabricación del **equipo** debe garantizar la funcionalidad y la facilidad de conexión a cualquiera de las 2 tensiones, y el cambio de **tensión** del secundario. El **sistema** para cambio de **tensión** secundario debe ser tal que cuando se vaya a operar no se requiera destapar el **equipo** ni bajar nivel de aceite y su operación debe ser exterior.

Las tensiones de operación **nominal** del **sistema** de Enel Colombia son: 34.5 kV, 13.2 kV y 11.4 kV

5.1 ELEVACIÓN DE TEMPERATURA

El transformador deberá ser capaz de suministrar la potencia requerida en cada etapa de refrigeración, sin sobrepasar los siguientes límites de elevación de temperatura sobre el ambiente, del aceite y de los devanados: Estos valores serán de 60°C de aumento de temperatura del aceite superior, y 65°C de elevación de temperatura promedio de los devanados, medida por resistencia.

Se deben aplicar las correcciones indicadas en la especificación E-MT-0009 numeral 5.1, de acuerdo con las condiciones de servicio establecidas anteriormente.

5.2. SOBRECARGA

Los transformadores deberán cumplir o superar las características de **carga** definidos según IEC 60354, en condiciones de **carga** normal y **emergencia** , para condiciones de servicio indicadas.

5.3. CAPACIDAD DE CORTOCIRCUITO

Los valores de corriente e impedancia de corto circuito serán los indicados en el anexo 1: características técnicas garantizadas y tabla No 3. Estos valores deben ser referidos a potencia base ONAN.

5.4. NIVEL DE RUIDO

El máximo nivel de presión sonora, medido según recomendación y factores de corrección definidos en ANSI C.57.12.01 -98, no podrán ser superiores a los indicados en la tabla 1.

Tabla 1 Nivel de ruido permisible



POTENCIA NOMINAL (KVA)	NIVEL MÁXIMO DE RUIDO (dBA)
2000 - 3000	68
3001 - 4000	70
4001 - 5000	71
5001 - 6000	72
6001 - 10000	75

5.5. NIVEL DE AISLAMIENTO

Aplica lo indicado en la especificación E-MT -0009 con los niveles de aislamiento indicados en la tabla 2.

Tabla 2. Tensiones que deben soportar los devanados de transformadores.

Tensión nominal del transformador (kV)	Nivel de aislamiento del transformador (kV)	Voltaje Nominal para la Tensión aplicada de corta duración (kV).	Voltaje Nominal para la Tensión de Impulso (kV) *
13.2 - 11.4	17.5	38	95
34.5	36	70	170

* Estos valores deben ser garantizados a 2650 metros sobre el nivel del mar.

5.6. PÉRDIDAS ADMISIBLES

Aplica lo indicado en la especificación E-MT -0009. Los valores máximos admisibles para las pérdidas en vacío y en **carga** corresponderán a los valores Indicados en la tabla 3 y corresponden a los valores a **tensión nominal** en refrigeración ONAN. En caso de ser especificadas otras etapas de refrigeración el oferente deberá indicar por cada etapa los valores de pérdidas en **carga** a **tensión nominal** .

Tabla 3. Pérdidas máximas admisibles e Impedancia de corto circuito

POTENCIA NOMINAL (KVA)	PÉRDIDAS EN CARGA (w)	PÉRDIDAS EN VACÍO (w)	IMPEDANCIA DE CORTO CIRCUITO (%)
2000	20900	3430	6.0
2500	25000	4100	6.5
3000	29000	4740	6.5



3750	34400	5650	6.5
4000	36100	5950	6.5
4500	39338	6533	6.5
5000	42600	7100	6.5
6000	48200	8200	7.15
7500	55100	9750	7.15
10000	61000	12300	7.15

5.7. ESFUERZOS SÍSMICOS

Los equipos deben cumplir con los requerimientos sísmicos exigidos en la Especificación E - SE - 010, mencionados en el punto 2.

6. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

Las tolerancias sobre los valores, para cada uno de los parámetros de esta especificación, estarán de acuerdo a lo estipulado en IEC 60076-1 respectivamente, a menos que se indique expresamente un rango diferente en este documento.

6.1. AISLADORES TERMINALES (BUSHING)

Aplica lo indicado en la especificación E-MT -0009, considerando las distancias de fuga mínima y demás parámetros indicadas en las tablas 4, 5 y 6.

Tabla 4 Distancias de Fuga Mínimas de los aisladores (IEC 60815 e IEC 60137)

Nivel de aislamiento (kV)	Distancia de fuga mínima (nivel de contaminación II) mm
17.5	350
36	720

Tabla 5: Clase de Aislamiento para aisladores

Tensión nominal del transformador (kV)	Nivel de aislamiento del transformador (kV)	Voltaje nominal para tensión aplicada en seco 60 Hz, durante 1 minuto (kV)	Voltaje nominal para la tensión de impulso en seco (kV)
13.2 - 11.4	17.5	38	95
34.5	36	70	170



La capacidad de corriente de los aisladores terminales primarios y secundarios deben estar de acuerdo con la potencia del **equipo** y nivel de **tensión** de servicio, considerando las capacidades adicionales de **sobrecarga** indicadas en la Sección 5.2. El oferente deberá informar la capacidad de corriente en el anexo 1 características garantizadas.

Tabla 6: Distancias mínimas en aire entre partes energizadas.

Nivel aislamiento (kV)	Mínima distancia en aire (mm)
17.5	170
36	315 < d < 480

6.2. CONECTORES

Aplica lo indicado en la especificación E-MT -0009. El oferente deberá informar las características de los conectores en el anexo 1: características técnicas garantizadas.

6.3. MATERIALES AISLANTES

Aplica lo indicado en la especificación E-MT -0009 revisión No 4. El oferente deberá informar las características de los materiales aislantes en el anexo 1: características técnicas garantizadas.

6.4. PARTE ACTIVA

Aplica lo indicado en la especificación E-MT -0009 revisión No 4.

6.5. TANQUE

Aplica lo indicado en la especificación E-MT -0009 revisión No 4.

6.6. SISTEMA DE MONTAJE

Será del tipo montaje apoyado. Se debe tener en cuenta los requerimientos indicados en el anexo 2 numeral 2.1.

6.7. CAMBIADOR DE DERIVACIONES

Los transformadores deben estar provistos en el lado primario de un conmutador de derivación de 5 posiciones con rangos de operación de +2.5%, 0, -2.5%, - 5%, - 7.5% con respecto al valor de la **tensión nominal** del **equipo** . La operación del conmutador es sin **carga** . Aplica lo indicado en la especificación E-MT -0009 revisión No 4.

6.8. PINTURA

Aplica lo indicado en la especificación E-MT -0009 revisión No 4.



6.9. ACCESORIOS

El suministro debe estar acorde con la especificación E-MT -0009 revisión No 4 y [Norma Técnica Colombiana NTC 3607](#); debe incluir los accesorios indicados en el anexo 1 y adicionalmente deberán tener en cuenta, según se indique, los requerimientos del anexo 2.

6.10. IDENTIFICACIÓN Y MARCAS

Aplica lo indicado en la especificación E-MT -0009 revisión No 4.

7. EVALUACIÓN DE LAS OFERTAS Y PENALIZACIÓN DEL EXCESO DE PÉRDIDAS

Aplica lo indicado en la especificación E-MT -0009 revisión No 4.

8. DOCUMENTACIÓN E INFORMACIÓN TÉCNICA

Aplica lo indicado en la especificación E-MT -0009 revisión No 4.

9. INSPECCIONES, RECEPCIÓN y ENSAYOS

Aplica lo indicado en la especificación E-MT -0009 revisión No 4.

10. ENSAYOS ESPECIALES.

Aplica lo indicado en la especificación E-MT -0009 revisión No 4.

11. GARANTÍA

Aplica lo indicado en la especificación E-MT -0009 revisión No 4.

12. EMBALAJE Y TRANSPORTE

Aplica lo indicado en la especificación E-MT -0009 revisión No 4 así como los siguientes aspectos:

La información [técnica](#) de la propuesta debe incluir los documentos correspondientes a: Manual para transporte (marítimo-terrestre) y bodegaje de equipos, manual de manejo ambiental, identificación y clasificación de materiales suministrados

La propuesta del suministro de los equipos debe incluir el transporte hasta sitio y descargue en piso en el lugar que Enel Colombia indique. El [contratista](#) debe prever las vías de movilización y de acceso al lugar de descarga de los equipos.

ANEXO 1: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GARANTIZADAS TRANSFORMADORES DE PODER SUMERGIDO EN ACEITE 34.5 / 13.2-11.4 KV .



1 Identificación del oferente

Fabricante:	
Pías de origen:	Ciudad:
Dirección:	
Fono - fax:	URL/ E-Mail:
Normas de fabricación: E-MT-0009 - NTC	
Contacto:	

2 Identificación del soporte técnico

Empresa :	
Dirección:	Ciudad: Bogotá
Fono - fax:	URL/ E-Mail:
Contacto:	

3 Condiciones de servicio

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	SOLICITADO	OFERTADO
1. Altura (m.s.n.m.)	m	2650	
2. Temperatura media diaria	°C	14	
3. Temperatura máxima anual	°C	30	
4. Condición de sismicidad	Si/No	Si	

4. Características generales

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	SOLICITADO	OFERTADO
1. Normas de aisladores terminales			
2. Material de los aisladores terminales:			
AT		Porcelana	
BT		Porcelana	
3. Clase de aislación aisladores AT/BT	KV	36/17.5	
3.1 Distancia de fuga AT/BT	mm		



4. Material de la placa de identificación		Acero inoxidable	
5. Fijación parte activa (tapa/tanque)			

5. Pintura

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	SOLICITADO	OFERTADO
1. Método limpieza de superficies			
2. Pintura:			
Material de la pintura anticorrosiva			
Esesor de anticorrosivo	Micras		
Material de la pintura de acabado			
Esesor del acabado	Micras		
Color de acabado			
Método de pintura			

6. materiales aislantes

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	SOLICITADO	OFERTADO
Aceite Mineral			
Inhibidores y/o Aditivos			
Norma IEEE C57-106 o IEC 60296 (clase I)			
Punto de anilina			
Mínimo			
Máximo			
Color (máximo)			
Punto de inflamación (mínimo)			
Tensión interfacial a 25°C (mínimo)			
Punto de fluidez (máximo)			
Densidad relativa			
Viscosidad cinemática a:			
0°C (máximo)			
40°C (máximo)			
100°C (máximo)			
Voltaje de ruptura dieléctrica (mínimo)			



Factor de disipación			
Factor de Potencia a:			
25°C (máximo)			
100°C (máximo)			
Sulfuros corrosivos			
Índice de neutralización			
Resistencia a la oxidación			
Contenido de agua			
Otras Características:			
El aceite ofertado puede ser reemplazado o es compatible con los siguientes aceites:			
1.- Marca y tipo			
2.- Marca y tipo			
* Papel aislante:*			
8.Norma			
9.Tipo			
10.Clase de aislamiento(A,H,E,etc)			

7. características eléctricas

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	SOLICITADO	OFERTADO
1.Potencia nominal	KVA		
2. Número de fases		3	
3. Tensión a potencia nominal			
AT	KV	34,5	
BT			
Vacío	KV	Inf fabricante	
Plena Carga	KV	13.2 o 11.4 kV	
Rangos de operación cambiador de derivaciones		+2.5%,0, -2.5%, -5%, -7.5%	
4. Relación de transformación en la derivación nominal		Inf fabricante	
5. Frecuencia	Hz	60	
6. Impedancia secuencia positiva: Potencia base ONAN			



6.1 En la derivación superior	%	Inf fabricante	
6.2 En la derivación inferior	%	Inf fabricante	
6.3 En la derivación Nominal (85 °C) a la Potencia ONAN	%	Ver tabla 3	
7. Impedancia secuencia cero (homopolar):	%	Inf fabricante	
8. Grupo de conexión		Dyn5	
9. Polaridad.			
10. Perdidas en vacío:			
Al 100% de voltaje y frecuencia nominal	W	Ver tabla 3	
Al 110% de voltaje y frecuencia nominal	W	Inf fabricante	
11. Perdidas en carga , referidas a 85 °C	W	Ver tabla 3	
12. Nivel de aislamiento al impulso en los devanados (BIL).			
AT	kV	170	
BT	kV	95	
13. Tensión de prueba a frecuencia industria durante un minuto en seco			
AT	kV	70	
BT	kV	38	
14. Corriente de corto circuito	KA		
15. Valor simétrico (k veces Inom)	VECES		
16. Tiempo de duración	s	según norma	
17. Capacidad de sobrecarga bajo temperatura ambiente de 20 °C con una pre- carga de 70% durante 12 horas, sin pérdidas de vida útil del transformador , según IEC 60354			
Durante Dos horas	%	según norma	
Durante cuatro horas	%	según norma	
Continua	%	según norma	
Elevación de temperatura máxima (top oil)	°C	60	
Elevación de temperatura máxima devanados medición por método de resistencia IEC 60076-2	°C	65	

8. Generalidades



DESCRIPCIÓN	UNIDAD	SOLICITADO	OFERTADO
1. Material devanado (bobinas)			
AT		COBRE	
BT		COBRE	
2. Nivel Máximo de sonido audible en condiciones nominales	DB	Ver tabla 1	

9. Accesorios

	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	SOLICITADO	OFERTADO
1	Anclaje			
	Requerimientos Sistema Anclaje transformador		Inf. Fabricante	
	Tipo de Base		Con ruedas	
2	Tanque, tapa y radiadores:			
	Tipo (llenado integral, capa de aire, conservador)			
	Espesor de la chapa de acero del estanque principal:			
	Paredes	mm	Inf. Fabricante	
	Tapas	mm	Inf. Fabricante	
	Base	mm	Inf. Fabricante	
	Tipo de tapa del tanque principal de transformador			
	Apernada / Soldada		Inf. Fabricante	
	Espesor de placa radiadores	mm	Inf. Fabricante	
	Sobrepresión interna máxima soportada			
3	Sistema de preservación del aceite			
	Conservador principal Transformador		Inf. Fabricante	



	Adjunta características de la bolsa		Inf. Fabricante	
	El sistema incluye los siguientes accesorios			
	Rele Buchholz		Sí	
	By pass Rele Buchholz		Sí	
	Indicador de nivel		Sí	
	Escotillas conservador		Sí	
4	Aisladores pasantes y Conectores:		Sí	
4.1	Aisladores pasantes			
	Primario			
	Marca (Fabricante)		Inf. Fabricante	
	Tipo/Modelo		Seco/Inf. Fabricante	
	Voltaje nominal / BIL	kV	36/200	
	Corriente nominal	A	250	
	Distancia de fuga	(mm/kV)	20	
	Esfuerzo cantilever	N-m	Inf. Fabricante	
	Carga mecánica	N	Inf. Fabricante	
	Norma aplicable		IEC 60137	
	Terminales		Inf. Fabricante	
	Color		Marrón	
	Secundario			
	Marca (Fabricante)		Inf. Fabricante	
	Tipo/Modelo		Inf. Fabricante	
	Voltaje nominal / BIL	kV	17.5/95	
	Corriente nominal	A	630	
	Distancia de fuga	(mm/kV)	20	
	Esfuerzo cantilever	N-m	Inf. Fabricante	
	Carga mecánica	N	Inf. Fabricante	
	Norma aplicable		IEC 60137	



	Terminales		Inf. Fabricante	
	Color		Marrón	
	Neutro			
	Marca (Fabricante)		Inf. Fabricante	
	Tipo/Modelo		Inf. Fabricante	
	Voltaje nominal / BIL	kV	17.5/110	
	Corriente nominal	A	630	
	Distancia de fuga	(mm/kV)	20	
	Esfuerzo cantilever	N-m	Inf. Fabricante	
	Carga mecánica	N	Inf. Fabricante	
	Norma aplicable		IEC 60137	
	Terminales		Inf. Fabricante	
	Color		Marrón	
4.3	Conectores terminales de línea			
	Primario			
	Modelo		Grapa	
	Material		Bimetálicos	
	Forma Salida del conductor		Vertical y Horiz.	
	Calibre	mm ²	125	
	N° de conductores		1	
	Secundario			
	Modelo		Stud a platina	
	Material		Cobre	
	Forma Salida del conductor		Vertical y Horiz.	
	Calibre	mm ²	177.34	
	N° de conductores		1	
	Material		Cobre	
	Forma Salida del conductor		Vertical y Horiz.	



	Calibre	mm ²		
	N° de conductores		1	
5	Equipo de Refrigeración		NO	
	Número de grupos de ventiladores		NO	
	Número de ventiladores en grupo 1			
	Número de ventiladores en grupo 2			
6	Requerimientos Gabinete Control		SI	
	Iluminación interior	VCA	SI	
	Grado de protección		IP54	
	Calefactores blindados para el gabinete de control		SI	
	Voltaje nominal	Vca	120	
	Potencia	kW	Inf Fabricante	
	Requerimientos Alambrado y borneras			
7	Protecciones			
	Tanque principal			
7.1	Relé Buchholz (DIN 42566)		SI	
	Marca		Inf. Fabricante	
	Modelo		Inf. Fabricante	
	Resistencia a sismos		Sí	
	N° de contactos NA (trip/alarm)		(2/1)	
7.2	Válvula de alivio de presión		SI	
	Marca		Inf. Fabricante	
	Modelo		Inf. Fabricante	
	Resistencia a sismos		Sí	
	Rango de operación	kg/cm ²	Inf. Fabricante	
	Ajuste de fábrica	kg/cm ²	Inf. Fabricante	
	N° de contactos NA (operación/alarma)		(2/1)	



8	Instrumentos:			
8.1	Indicadores nivel de aceite Transf.		SI	
	Marca		Inf. Fabricante	
	Modelo		Inf. Fabricante	
	N° de contactos NA (operación/alarma)		(2/1)	
	Graduación de Escala		0 - 10	
8.2	Sistema Monitor de Temperatura medición de temperatura aceite			
	medición de temperatura de devanado con imagen térmica		Termómetro con imagen térmica	
	No Salidas de Contactos Control (10 A),		(6NA)	
	Rango de Salida de Aceite	°C	0 - 120	
	Rango de Salida de Devanados	°C	No aplica	
	Tipo Display (cristál liquido)		carátula	
	Exactitud	%	2	
	Norma de fabricación		DIN	
9	Deshumecedor de aire (silicagel)		SI	
	En el Transformador			
	Marca		Inf. Fabricante	
	Modelo		Inf. Fabricante	
	Cantidad de silicagel	kg	Inf. Fabricante	
10	Pararrayos		SI	
	Soportes desmontables especificados		SI	
11	Placa de características		Ver ETC	
12	Repuestos recomendados		Inf. Fabricante	
	(anexar documentos)			



10. Pruebas

1	Pruebas en fábrica		SOLICITADO	OFERTADO
1.1	Pruebas mecánicas			
	Estanqueidad		SÍ	
	Vacío		SÍ	
	Válvulas		SÍ	
	Ruido		SÍ	
1.2	Pruebas a los accesorios			
	Relé Buchholz		SÍ	
	Aisladores pasantes		SÍ	
	Válvula alivio de presión		SÍ	
	Monitor temperatura		SÍ	
	Indicadores nivel aceite		SÍ	
	Cambiador derivaciones bajo carga		NO APLICA	
	Ventiladores		SÍ	
	Alambrado de control		SÍ	
	Aceite		SÍ	
	Pruebas a los repuestos			
	Pruebas de pintura		SÍ	
	Punto de rocío		SÍ	
	Verificación visual y dimensional		SÍ	
	Grado de polimerización del papel aislante		SÍ	
1.3	Pruebas eléctricas			
	Resistencia en frío		SÍ	
	Relaciones de transformación		SÍ	
	Polaridad y Relación de fase		SÍ	
	Pérdidas en vacío		SÍ	
	Corriente de excitación y Curva de Magnetiz.		SÍ	
	Pérdidas en carga		SÍ	
	Medición de la Impedancia		SÍ	
	Medición de la Impedancia de secuencia cero		SÍ	
	Elevación de temperatura		SÍ	



	Factor de Potencia de la aisl. (Tang. delta)		Sí	
	Impulso atmosferico		Sí	
	Impulso maniobra		No	
	Voltaje aplicado		Sí	
	Voltaje inducido		Sí	
	Medición de Descargas Parciales		NO	
	Nota :			
	Si alguna prueba es cotizada en forma separada, este costo será incluido en el precio total durante la evaluación económica.			

11 Embalaje y transporte

1	Embalaje y transporte			
1.1	Mayores dimensiones y pesos del transformador para transporte			
	<i>Largo</i>	m	Inf. Fabricante	
	<i>Ancho</i>	m	Inf. Fabricante	
	<i>Alto</i>	m		
	<i>Peso</i>	Tn		
2	Volumen total transporte	m ³	Inf. Fabricante	
3	Peso total para transporte	kg	Inf. Fabricante	

12. Diferencias respecto a lo indicado en la especificación.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	SOLICITADO	OFERTADO

