



Dirección General
Oficio DG.E00.207.2024

Ciudad de México, a 13 de noviembre de 2024.

Mtro. Héctor Raúl García González

Director General de Normas y
Secretario Ejecutivo de la CNIC
Secretaría de Economía
Presente



Estimado Mtro. García:

Con fundamento en el artículo 32 de la Ley de Infraestructura de la Calidad, adjunto al presente encontrará el informe de la Revisión Sistemática, correspondiente a la siguiente Norma Oficial Mexicana de Eficiencia Energética.

- a) **NOM-002-SEDE/ENER-2014** Requisitos de seguridad y eficiencia energética para transformadores de distribución (Publicada el 29/08/2014 y entró en vigor el 29/12/2015).

Esta norma fue elaborada de manera conjunta por el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas (CCNNIE) y el Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE) y es importante mencionar que derivado de la Revisión Sistemática, se considera que debe continuar vigente, ya que, con su aplicación se logran significativos ahorros de energía.

Sin más por el momento, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente,

M. en I. Israel Jáuregui Nares

Director General y Presidente del CCNNPURRE

Revisó
M. en I. Norma E. Morales Martínez
Coordinadora de Normatividad en
Eficiencia Energética

Elaboró
Ing. José Alberto López Ávila
Director de Normalización

C.c.p.- Dr. Jorge Marcial Islas Samperio. Subsecretario de Planeación y Transición Energética. Sener. Presente.
M. en I. Norma E. Morales Martínez. Coordinadora de Normatividad en Eficiencia Energética. Conuee. Presente.



13 de noviembre de 2024

Informe de la revisión sistemática de la NOM-002-SEDE/ENER-2014 Requisitos de seguridad y eficiencia energética para transformadores de distribución

Antecedentes

La Secretaría de Energía, por conducto de la Dirección General de Gas L.P. y de Instalaciones Eléctricas, publicó el 13 de julio de 1999 en el Diario Oficial de la Federación (DOF), la Norma Oficial Mexicana “NOM-002-SEDE-1999, Requisitos de Seguridad y Eficiencia Energética para Transformadores de Distribución”; misma que entró en vigor el 01 de septiembre de 1999. Con la finalidad de contar con el instrumento normativo que regule de manera efectiva los aspectos y objetivo de la regulación esta Norma Oficial Mexicana (NOM) fue actualizada por el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas (CCNNIE), el 15 de diciembre de 2011, “NOM-002-SEDE-2010, Requisitos de seguridad y eficiencia energética para transformadores de distribución”, la cual entró en vigor el 15 de junio de 2012.

La NOM que a la fecha se encuentra en vigor, es la “NOM-002-SEDE/ENER-2014, Requisitos de seguridad y eficiencia energética para transformadores de distribución” y fue elaborada, de manera conjunta, entre el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas (CCNNIE) y el Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE), presidido por la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (Conuee) y publicada el 29 de agosto del 2014, entrando en vigor el 29 de diciembre de 2015.

El objetivo de la NOM-002-SEDE/ENER-2014 es el de establecer los requisitos mínimos de seguridad y eficiencia energética, que deben cumplir los transformadores eléctricos de distribución nuevos, nacionales o importados, tipo poste, subestación, pedestal y sumergible, auto enfriados en líquido aislante, en capacidades 10 KVA hasta 167 KVA para transformadores monofásicos, y 15 KVA hasta 500 KVA para transformadores trifásicos, que se comercialicen en los Estados Unidos Mexicanos; asimismo, esta Norma aplica cuando el transformador de distribución es objeto de reparación, reconstrucción o reinstalación con el propósito de comercializarse en territorio nacional.

Estos equipos son utilizados ampliamente en el sector público, industrial, comercial, residencial y de servicios del país, representando una importante fracción del equipo que interviene en el Sistema Eléctrico Nacional. Por ello, la regulación de la eficiencia energética y de estos equipos ha resultado en un impacto favorable para la preservación de los recursos energéticos.

Por otra parte, el fundamento legal para elaborar esta regulación está basado en el artículo 10 de la Ley de Infraestructura de la Calidad, que menciona que las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) tienen como finalidad atender las causas de los problemas identificados por las



Autoridades Normalizadoras que afecten o pongan en riesgo los objetivos legítimos de interés público, específicamente en las fracciones: IX que refiere al “uso y aprovechamiento de los recursos naturales”, XI que refiere a “las obras y servicios públicos” y XV que refiere a “cualquier otra necesidad pública, en términos de las disposiciones legales aplicables”.

I. Diagnóstico

Los transformadores eléctricos son equipos fundamentales para la interconexión del sistema eléctrico nacional, compuesto por las plantas de generación, los sistemas de transmisión y las redes de distribución, interconectados por medio de subestaciones, en donde se utilizan transformadores para elevar o disminuir los niveles de tensión para proporcionar los valores adecuados en cada etapa [Figura 1]. En las redes de distribución, el transformador es el equipo que proporciona el nivel de tensión para abastecer al consumidor final, ya sea un local comercial, una planta industrial o un conjunto habitacional, entre otros.

La transformación de la energía eléctrica efectuada por estos equipos es un eslabón que garantiza la interconexión entre las líneas de transmisión eléctrica y las redes de suministro eléctrico, es por ello que, regular la eficiencia de los transformadores cobra importancia, a fin de garantizar un óptimo consumo de energía eléctrica; así como, los aspectos relacionados a la seguridad, para asegurar la correcta operación de los equipos y así prevenir alguna falla que pueda derivar en algún accidente.

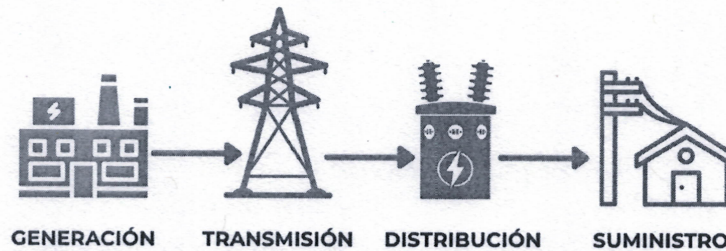


Figura 1. Esquema simplificado de un sistema eléctrico de potencia

Debido a que el uso del transformador de distribución está destinado para diferentes sectores y lugares de instalación, se derivan los distintos tipos de construcción, como lo son el tipo poste, subestación, pedestal y sumergible.

México cuenta con una amplia infraestructura eléctrica para satisfacer las necesidades energéticas de los diversos sectores; el Sistema Eléctrico Nacional está conformado por la Red Nacional de Transmisión y las Redes Generales de Distribución en las cuales, los transformadores de distribución cumplen una importante función.



De acuerdo con el Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN) del 2018, la cantidad de transformadores de distribución de Media-Baja tensión (MT-BT) en 2017 aumentó respecto al 2016 ^[1], con una tasa de crecimiento anual del 1.6%.

Tabla 1. Datos de transformadores de distribución MT-BT entre 2020 y 2022

Unidades [2016]	MVA [2016]	Unidades [2017]	MVA [2017]	Tasa de crecimiento anual
1,446,529	53,528	1,469,458	54,366	1.6 %

Fuente: Elaboración propia con datos del PRODESEN 2018

Para el año 2018, de acuerdo con lo reportado en el Programa de Ampliación y Modernización de las redes Generales de Distribución 2019-2033, elaborado por la Comisión Federal de Electricidad [CFE], se robusteció la infraestructura de las redes de distribución aumentando la cantidad de transformadores ^[2].

Tabla 2. Datos de transformadores de distribución MT-BT en 2018

Unidades	MVA	Tasa de crecimiento anual
1,489,503	55,157	1.4%

Fuente: PAM RGD 2019-2033

Posteriormente, a través del Programa de Ampliación y Modernización de las redes Generales de Distribución 2020-2034, la CFE dio a conocer que en el 2019 se contaba con 331,539 km de redes de distribución, en las cuales se encontraban instalados 1,513,132 transformadores de distribución ^[3].

Tabla 3. Datos de transformadores de distribución MT-BT en 2019

Unidades	MVA	Tasa de crecimiento anual
1,513,132	56,040	1.6%

Fuente: PAM RGD 2020-2034

De igual manera, de acuerdo con el PRODESEN 2023 la cifra de transformadores de distribución ha aumentado del 2016 al 2022 con una tasa de crecimiento promedio del 1.9 %, eso se puede observar en la Tabla 4.



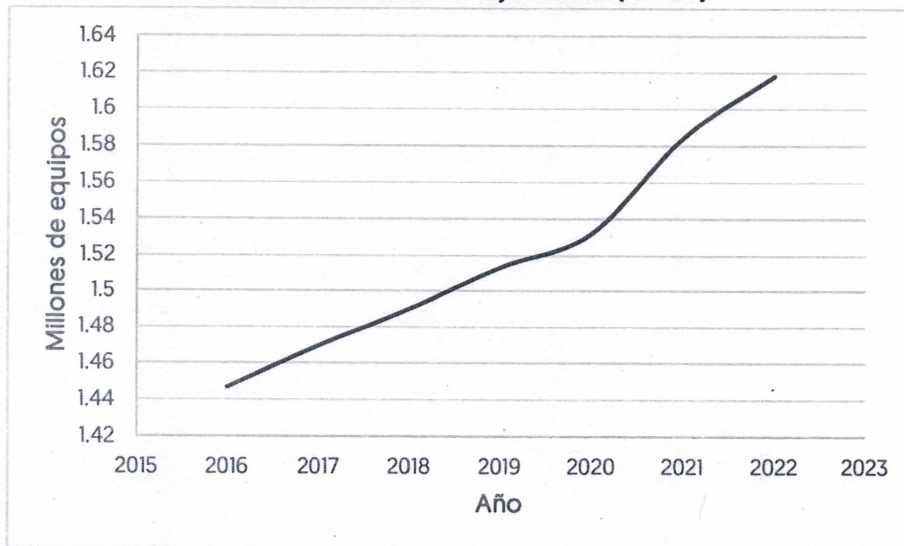
Tabla 4. Datos de transformadores de distribución MT-BT de 2016 a 2022

2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1,446,529	1,469,458	1,489,503	1,513,132	1,531,691	1,583,932	1,617,936

Fuente: Elaboración propia con datos del PRODESEN 2023

Bajo este contexto, se identifica que la cantidad de transformadores de distribución tiende a seguir en aumento, como se muestra en la Figura 2, en gran medida debido a los proyectos de ampliación y modernización de la CFE, lo cual requiere seguir contando con regulaciones que garanticen las especificaciones técnicas de seguridad y eficiencia energética.

Figura 2. Tendencia de la cantidad de transformadores en las redes de distribución de 2016 a 2023, en niveles de Media a Baja tensión (MT-BT).



Fuente: Elaboración propia con datos del PRODESEN 2023

Por otro lado, es destacable mencionar que los transformadores de distribución cuentan con elementos aislantes que se degradan por excesos de calentamiento producidos por corrientes de falla en las redes de baja tensión y sobrecargas que excedan sus límites de diseño, así como sus años en operación.

Normalmente la vida útil de un transformador de distribución es de 30 años, pero esta puede reducirse debido a la intensidad de las sobrecargas y frecuencia de fallas en las redes de baja tensión. Por lo que, se tiene el riesgo de un mayor número de interrupciones y una mayor gravedad de los daños posibles, tales como incendios provocados por fugas de aceite o



explosiones, provocadas por el desgaste, envejecimiento o deterioro de los materiales con los que están fabricados.

Es por esto que, dentro del Programa de Ampliación y Modernización de las redes Generales de Distribución 2020-2034, CFE planeó modernizar el número de transformadores de media a baja tensión reemplazando un total de 4,491 equipos para 2024, con el objetivo aumentar la calidad, confiabilidad, continuidad y seguridad de las redes de distribución.

Otro aspecto fundamental al estudiar la viabilidad de las regulaciones para los transformadores de distribución es el análisis de pérdidas. En los informes anuales emitidos por la CFE, se ha reportado una reducción constante de las pérdidas en las redes de distribución ^{[4][5][6][7][8][9]} (Tabla 5), las cuales se engloban en distintos factores y equipos eléctricos, dentro de los cuales, se encuentran los transformadores.

Tabla 5. Porcentajes de pérdidas en las redes de distribución de 2016 a 2022

2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
14.74 %	13.97 %	13.45 %	13.07 %	13.84 %	13.78 %	13.22 %

Fuente: Informes anuales de CFE 2017, 2018, 2019, 2020, 2021 y 2022

Para mantener la tendencia a disminuir las pérdidas cada año, es de suma importancia continuar regulando los equipos eléctricos a instalarse en las redes del sistema eléctrico de distribución.

II. Impacto o beneficios de la Norma Oficial Mexicana

El uso de transformadores de distribución abarca tanto el sector público como el sector privado. En el primero caso, podemos mencionar a la Comisión Federal de Electricidad, que es responsable de proveer el suministro eléctrico.

En el Plan Nacional de Desarrollo 2019 - 2024 (PND) se plantean como objetivos el "Rescate del sector energético", a partir del impulso que se brinde desde el Gobierno Federal a Petróleos Mexicanos (Pemex) y a la Comisión Federal de Electricidad (CFE), que desarrollan actividades estratégicas en materia energética, para que sean la palanca del desarrollo nacional, de manera tal que estimulen la competitividad, el fomento del crecimiento económico y del empleo.

El Programa Sectorial de Energía 2020 - 2024, conforme a este fundamento, es el instrumento rector de planeación que integra objetivos y estrategias prioritarios con acciones puntuales que conducirá la Secretaría de Energía (SENER) como cabeza de sector, coordinadamente con las Empresas Productivas del Estado (EPE), los órganos administrativos desconcentrados, las entidades paraestatales y los órganos reguladores coordinados.



La energía es el insumo necesario y estratégico de la industria, servicios y del campo mexicano. La relevancia del sector energético se refleja de manera importante en dos indicadores: las actividades de producción de petróleo crudo y gas natural, así como la generación, distribución y transmisión eléctrica representaron 4.6% del PIB nacional en 2018; por otro lado, en el mismo año Pemex contribuyó con 19% de los ingresos presupuestarios del país ^[10]. En el sector privado encontramos como consumidores de estos equipos a la industria, al comercio, al sector inmobiliario.

En este contexto la NOM-002-SEDE/ENER-2014 tiene relevancia al ser aplicable a uno de los equipos más utilizados en el sistema de redes eléctricas, que transportan y distribuyen la energía eléctrica necesaria para el desarrollo de las actividades de los diversos sectores del país.

III. Datos cualitativos y cuantitativos

Los resultados de la implementación de las NOM-ENER aplicables al sector industrial, comercial y residencial, entre ellas NOM-002-SEDE/ENER-2014, se evidencian con los datos del consumo energético del sector. Por ello, el comportamiento de este parámetro brinda información valiosa y demuestra la importancia y el impacto de la regulación en eficiencia energética.

Tabla 6. Beneficios de la NOM-002-SEDE/ENER-2014 estimados anualmente

Energéticos [MWh]	46,778
Económicos MMS	74.5*
Ambientales MtCO ₂ e	28,217
MMS = millones de pesos	
tCO ₂ e = Miles de toneladas de CO ₂ equivalente	
* Considerando un precio medio de la electricidad para el 2020 de 1.5938 pesos por kilowatt-hora.	

Se estima que al año en México se comercializan alrededor de 50 000 transformadores; de los cuales aproximadamente el 60 % es adquirido por la Comisión Federal de Electricidad y el restante por el sector privado. De estos transformadores el 45 % se encuentra en el rango de 15 kV, 40 % en el de 25 kV y 15 % en el de 35 kV.

Actualmente, existe un total de 192 certificados de conformidad de producto vigentes en la NOM-002-SEDE/ENER-2014. De los cuales, de acuerdo con el número de fases se han otorgado 61 para transformadores monofásicos y 131 para transformadores trifásicos.

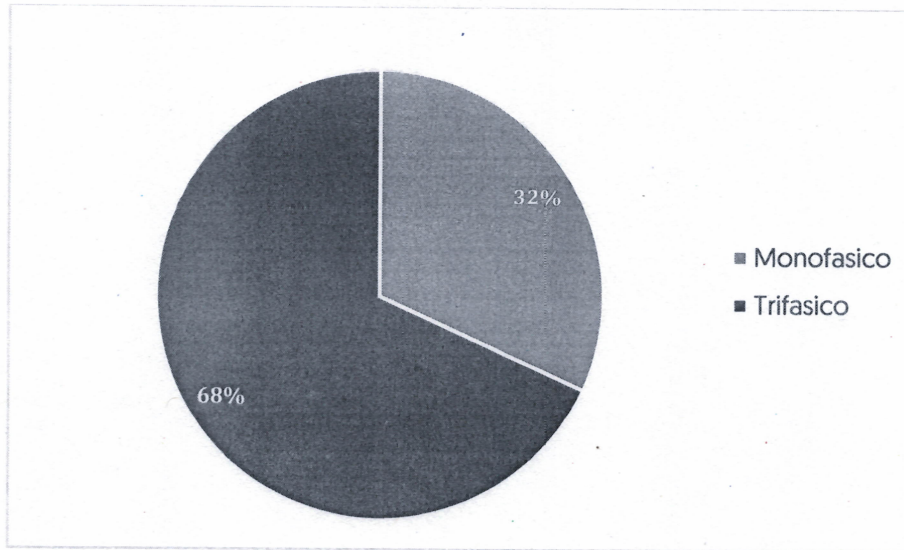


Figura 3. Distribución de certificados de acuerdo con el número de fases

Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por los Organismos de Certificación de Producto (OCP)

De los 61 certificados vigentes para transformadores monofásicos, es importante mencionar la capacidad de operación de estos transformadores. En este caso existen 2 clasificaciones que son:

- Transformadores monofásicos Capacidad 10 kVA a 50 kVA
 - Nivel básico de aislamiento hasta 95 kV [Clase 15 kV]
 - Nivel básico de aislamiento hasta 150 kV [Clase 18 y 25 kV]
 - Nivel básico de aislamiento hasta 200 kV [Clase 34.5 kV]
- Transformadores monofásicos Capacidad 51 kVA a 167 kVA
 - Nivel básico de aislamiento hasta 95 kV [Clase 15 kV]
 - Nivel básico de aislamiento hasta 150 kV [Clase 18 y 25 kV]
 - Nivel básico de aislamiento hasta 200 kV [Clase 34.5 kV]

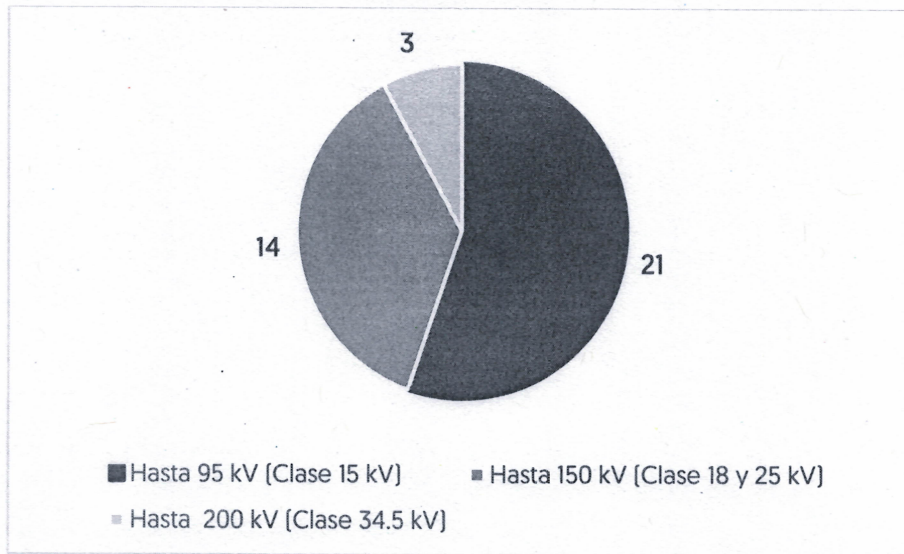


Figura 4. Distribución de clase de nivel de aislamiento en transformadores monofásicos en capacidades de 10 kVA a 50 kVA

Fuente: Elaboración propia con datos de proporcionados por los OCP

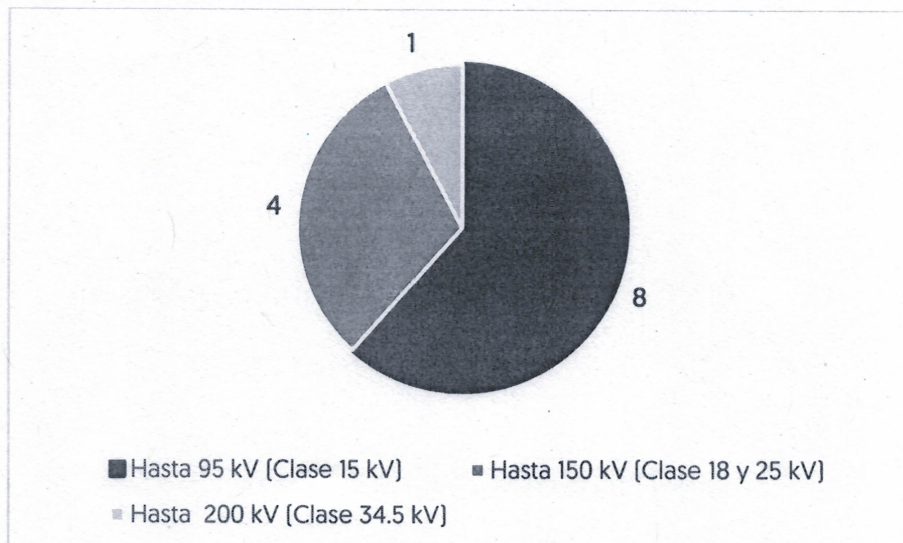


Figura 5. Distribución de clase de nivel de aislamiento en transformadores monofásicos en capacidades de 51 kVA a 167 kVA

Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por los OCP

Por otra parte, en el caso de los transformadores trifásicos, de los 131 certificados vigentes de acuerdo con su capacidad de operación existen 2 clasificaciones:

- Transformadores trifásicos capacidad 15 kVA a 150 kVA



- Nivel básico de aislamiento hasta 95 kV [Clase 15 kV]
- Nivel básico de aislamiento hasta 150 kV [Clase 18 y 25 kV]
- Nivel básico de aislamiento hasta 200 kV [Clase 34.5 kV]
- Transformadores trifásicos capacidad 151 kVA a 500 kVA
 - Nivel básico de aislamiento hasta 95 kV [Clase 15 kV]
 - Nivel básico de aislamiento hasta 150 kV [Clase 18 y 25 kV]
 - Nivel básico de aislamiento hasta 200 kV [Clase 34.5 kV]

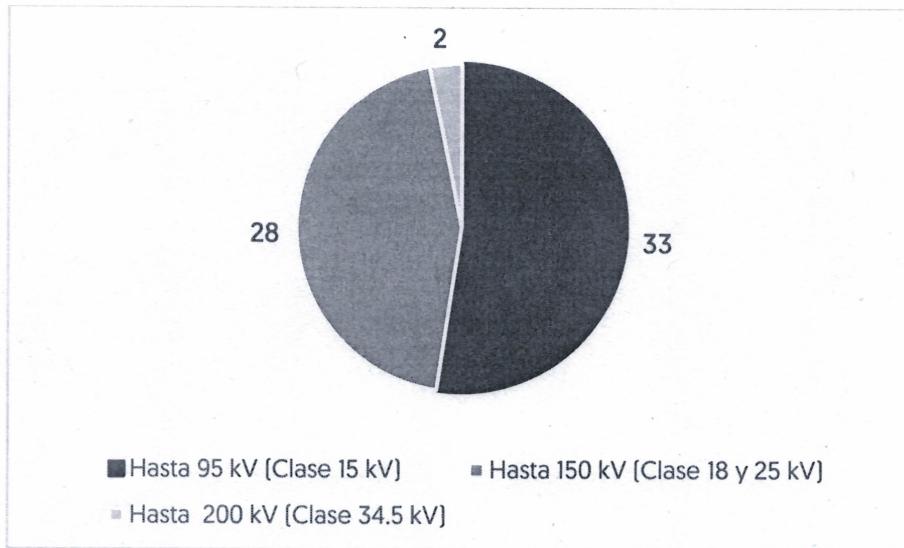


Figura 6. Distribución de clase de nivel de aislamiento en transformadores trifásicos en capacidades de 15 kVA a 150 kVA

Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por los OCP

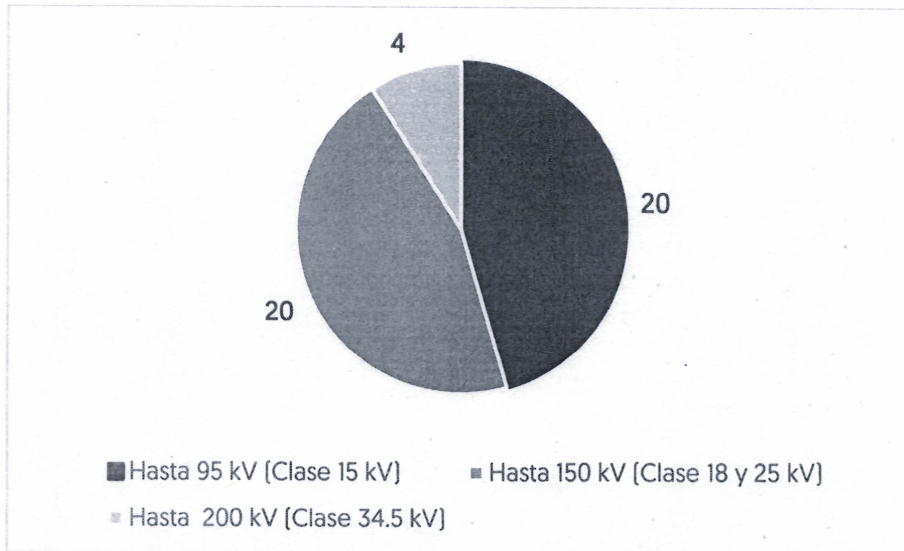


Figura 7. Distribución de clase de nivel de aislamiento en transformadores trifásicos en capacidades de 151 kVA a 500 kVA

Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por los OCP

Conclusiones:

- En México, se han emitido certificados de cumplimiento de acuerdo con la NOM-002-SEDE/ENER-2014 de forma continua, un promedio de **138** certificados al año.
- Se ha reportado una constante reducción en los niveles de pérdidas energéticas en las redes de distribución, donde los transformadores regulados forman parte.

IV. Confirmación de Vigencia

Con base en lo anteriormente expuesto, la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, en su carácter de Autoridad Normalizadora y en el ámbito de sus competencias, presenta como resultado de la Revisión Sistemática la CONFIRMACIÓN de la Norma Oficial Mexicana NOM-002-SEDE/ENER-2014 Requisitos de seguridad y eficiencia energética para transformadores de distribución, en virtud de que se identificó que los transformadores de distribución en cumplimiento con esta regulación, contribuyen al uso eficiente de la energía eléctrica reduciendo las pérdidas por distribución, lo que se traduce en ahorro energético y económico a los mismos.

En cuanto a la infraestructura para la evaluación de la conformidad, a la fecha se cuenta con 3 organismos de certificación de producto y 17 laboratorios de prueba acreditados y aprobados



en la NOM-002-SEDE/ENER-2014, quienes realizan las actividades de evaluación del cumplimiento con la misma, en materia de eficiencia energética.

Aunado a lo anterior, es imperante su confirmación y para ello, debe notificarse el presente informe al Secretariado Ejecutivo de la Comisión Nacional de la Infraestructura de la Calidad, con el resultado de esta revisión dentro de los sesenta días hábiles posteriores a la terminación del periodo quinquenal correspondiente, de conformidad con el artículo 32 de la Ley de Infraestructura de la Calidad, y se solicite su publicación en la Plataforma Tecnológica Integral de Infraestructura de la Calidad.

De igual forma, el mantener las normas actualizadas incentiva la creación de soluciones tecnológicas avanzadas, impulsando los estándares más estrictos y actualizados, obligando a los fabricantes y a la industria a innovar, creando productos más eficientes que ofrezcan mejores prestaciones a menor costo energético.

Además, de conformidad con lo establecido en el artículo 10, fracción II de la Ley de Infraestructura de la Calidad, las Normas Oficiales Mexicanas tienen como finalidad atender las causas de los problemas identificados por las Autoridades Normalizadoras que afecten o pongan en riesgo los Objetivos Legítimos de Interés Público y para el caso particular el uso y aprovechamiento de los recursos naturales, por tanto, resulta necesario promover y proteger dichos objetivos a través de la confirmación de la Norma Oficial Mexicana NOM-002-SEDE/ENER-2014.

Finalmente, tomando en consideración las atribuciones que la Ley de Infraestructura de la Calidad otorga a las Autoridades Normalizadoras, señaladas en el artículo 139 fracciones I, II, IV y VI, y artículo 142, la Secretaría de Energía y la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, se coordinarán con las autoridades competentes para realizar actos de verificación de los transformadores de distribución comprendidos en el campo de aplicación de la norma y elaborarán un programa para llevar a cabo la verificación de la NOM-002-SEDE/ENER-2014, conforme a sus respectivos ámbitos de competencia y disponibilidad de sus recursos humanos, económicos y materiales.

Referencias

- [1] Programa de Desarrollo Eléctrico Nacional 2018-2032, SENER.
- [2] Programa de Ampliación y Modernización de las Redes Generales de Distribución 2019-2033, CFE.
- [3] Programa de Ampliación y Modernización de las Redes Generales de Distribución 2020-2034, CFE.
- [4] Informe anual 2017, CFE.
- [5] Informe anual 2018, CFE.
- [6] Informe anual 2019, CFE.
- [7] Informe anual 2020, CFE.
- [8] Informe anual 2021, CFE.
- [9] Informe anual 2022, CFE.
- [10] PROGRAMA Sectorial de Energía 2020-2024, SENER.