

## Reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles | Parte 8: Eficiencia energética en las instalaciones eléctricas de baja tensión

Ing. Daniel A. Milito  
Socio Gerente de Servipro SRL  
Miembro de la Comisión Directiva de la AEA  
Miembro del Comité de Estudio CE10  
Instalaciones eléctricas de BT en inmuebles  
Miembro del Comité de Estudio GT10 G  
Eficiencia Energética



El presente artículo técnico, describe los aspectos fundamentales de la Reglamentación 90364-8-1 parte 8: Eficiencia Energética en las instalaciones eléctricas de baja tensión: sección 1: requisitos generales, 2ª edición, Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Asociación Electrotécnica Argentina.

El presente documento ha entrado en vigencia a partir del 2019 y comprende una revisión integral de la Eficiencia Energética en instalaciones de Baja Tensión.

Para una gran mayoría de la población, las medidas de reducción del consumo de energía y de la potencia instalada, giran alrededor de la consideración de los temas térmicos en la construcción de edificios, con soluciones como son las medidas contra las pérdidas de calor (aislamiento, oscurecimiento y espejado de vidrios, colores y texturas superficiales, etc.). Para otros, el punto está en la iluminación, generalmente limitado a la mera instalación de sistemas de bajo consumo, quedando definido como eficiencia energética pasiva y apuntan a mitigar las pérdidas de energía en lugar de la administración racional y/o control de la energía.

La Eficiencia Energética Activa puede ser alcanzada cuando no solamente se apliquen medidas de ahorro de energía a los equipos y aparatos instalados, sino también cuando ellos son controlados para utilizar la energía requerida. Es en este aspecto del control, donde se encuentra el punto crítico para alcanzar un máximo de eficiencia.

Un factor muy importante que impulsa la Eficiencia Energética pasiva y activa es la necesidad de alcanzar las metas de reducción de emisión de dióxido de carbono CO<sub>2</sub>, establecidas por aquellos gobiernos adheridos al Protocolo de Kioto. Para alcanzar estas metas es necesario

trabajar en la Eficiencia Energética de las instalaciones eléctricas de todo tipo de inmuebles, tanto como comerciales, industriales, de infraestructura y residenciales.

La presente Reglamentación establece requisitos mínimos para mejorar la eficiencia energética eléctrica, en adelante (EEE).

Los beneficios obtenidos de la reducción y optimización de los consumos eléctricos específicos benefician a toda la sociedad por la atenuación del efecto invernadero debido a la reducción de la emisión de CO<sub>2</sub> y por la reducción de la emisión de otros contaminantes como el NOX y el SO<sub>2</sub> que producen otros daños ambientales como la lluvia ácida. Benefician también a las empresas distribuidoras por la optimización de la utilización de las redes y sistemas de distribución y por ultimo a los usuarios por la reducción de los gastos en el consumo eléctrico.

Esta parte 8 de la Reglamentación AEA 90364 proporciona requisitos y recomendaciones para el diseño, montaje y verificación de todo tipo de instalaciones eléctricas de baja tensión incluyendo la producción local y el almacenamiento de energía para optimizar el uso eficiente de la electricidad.

Estos requisitos y recomendaciones se aplican, para las nuevas instalaciones y la modificación de las existentes.

Este documento es aplicable a las instalaciones eléctricas de los inmuebles, pero no se aplica a la eficiencia energética de los productos. Las mismas están cubiertas por las normas IRAM pertinentes.

La Parte 8 Sección 1 de AEA 90364, propone objetivos y requisitos orientados a obtener el mayor servicio posible de una instalación eléctrica con el menor consumo de energía,

proporciona requisitos adicionales para el diseño, montaje y verificación de todo tipo de instalaciones eléctricas

Debe ser utilizada en conjunto con las otras partes de AEA 90364. Las cláusulas de esta Parte no pueden tener preeminencia o reemplazar a otras cláusulas de AEA 90364 en sus Partes 1 a 7.

Respecto a los nuevos proyectos eléctricos, será la autoridad de aplicación la encargada de establecer clases de eficiencia mínimas, el comitente o el propietario del futuro inmueble podrán requerir clases de eficiencia superiores, de acuerdo a lo establecido en la presente sección 1 de la parte 8.

La Reglamentación define las referencias normativas y reglamentarias indispensables para la aplicación de este documento.

Para un enfoque general de la EEE, se identifican cuatro tipos de inmuebles según la actividad, cada uno con características particulares, que requieren una metodología específica en la aplicación de la EEE:

- ▶ Edificios residenciales (viviendas), tales como casas y edificios, incluidos los servicios generales.
- ▶ Comercial o Terciarios, tales como tiendas, centros comerciales, oficinas, distribución al por menor; o terciarias tales como edificios gubernamentales, bancos, hospitales, hoteles, edificios corporativos, etc.
- ▶ Industria, tales como fábricas, talleres, centros de distribución, etc.
- ▶ Infraestructura, tales como aeropuertos, puertos, terminales de trenes, centrales eléctricas, plantas de agua, plantas de gas, subterráneos, etc.

Los principios de diseño, y el rendimiento de la instalación eléctrica, deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- perfil de carga (activa y reactiva);
- disponibilidad de generación propia del inmueble (solar, eólica, generador, etc.);
- la reducción de pérdidas de energía en la instalación eléctrica (sección de los conductores);

- la disposición de la fuente respecto a las cargas (baricentros de carga);
- el uso de energía de acuerdo con la demanda del cliente;
- la estructura de tarifas ofrecidas por el proveedor de energía eléctrica;
- etc.

Dentro de estos aspectos, es importante determinar todas las cargas de la instalación, junto con sus tiempos de funcionamiento.

Definido esto y para mantener las pérdidas al mínimo, la ubicación física de los transformadores y tableros de distribución debe ser la resultante del estudio correspondiente al baricentro de las cargas.

Cuando se adquiere suministro eléctrico en BT, es importante tener una evaluación preliminar con la distribuidora eléctrica para analizar la ubicación y número de subestaciones. Cuando se adquiere suministro eléctrico en MT es importante evaluar la ubicación y número de subestaciones propias.

En función de varios criterios, tales como la potencia requerida, la superficie del edificio y de la distribución de carga, el número de subestaciones MT / BT y su ubicación, tendrá una influencia en las longitudes y las secciones de los cables.

El método del baricentro es una solución que identifica si la distribución de la carga es uniforme o del tipo localizada y determina la ubicación del centro de cargas.

La máxima eficiencia de un transformador se obtiene cuando las pérdidas en el hierro y el cobre son iguales. La eficiencia energética de los transformadores puede ser clasificada sobre la base de sus pérdidas en carga y en vacío.

El factor de potencia y el contenido armónico de las cargas que son alimentadas por el transformador impactan directamente en su rendimiento y en su vida útil.

Cuando se instalan los transformadores dentro del edificio, un transformador más eficiente puede reducir la necesidad de aire acondicionado o ventilación mecánica en el local de ubicación

La ubicación de los transformadores puede estar sujeta a otras restricciones de seguridad, como por ejemplo la de los transformadores con aislación en aceite.

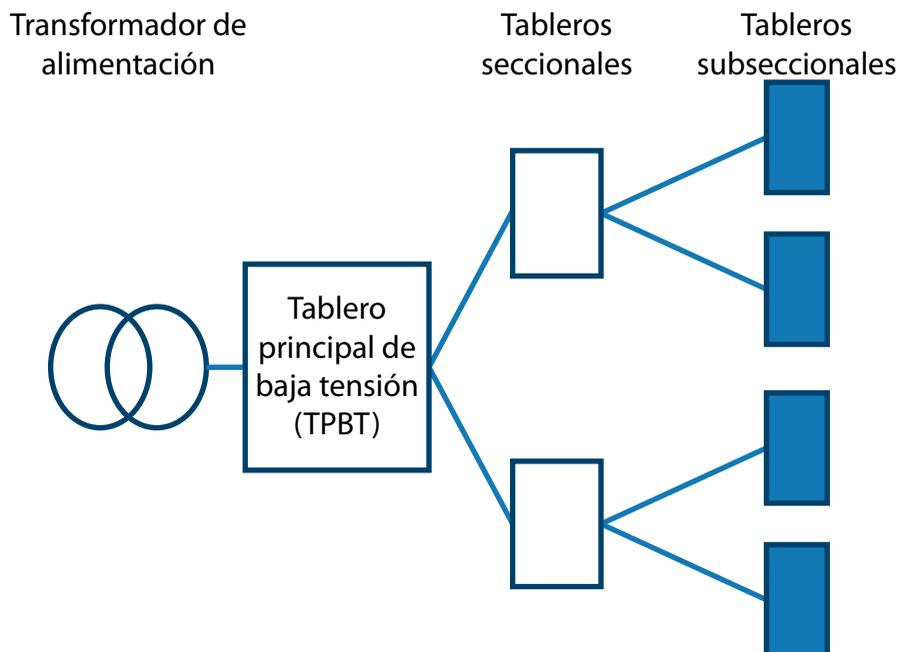
Los cables de potencia poseen la función de conducir la energía eléctrica de forma energéticamente más eficiente y ambientalmente lo más amigable posible desde la fuente hasta el punto de utilización. Sin embargo, debido a su resistencia eléctrica, el cable disipa, en forma de calor (efecto joule), una parte de la energía transportada, de modo que una eficiencia del 100% no es obtenida en este proceso, esa energía va a requerir la generación de una energía adicional que contribuirá al aumento de emisión de gases con efecto invernadero en la atmósfera.

La disminución de la caída de tensión en el cableado implica una relativa reducción de las pérdidas en los mismos. El aumento de la sección transversal de los conductores por encima de la obtenida por cálculo técnico (térmico, de caída de tensión y verificación a las corrientes de cortocircuito), reducirá las pérdidas de potencia y por consecuencia las emisiones de CO<sub>2</sub>.

La reducción del consumo de energía reactiva al pie de cada carga reduce las pérdidas térmicas en el cableado. Una posible solución para mejorar el factor de potencia podría ser la instalación de un sistema de corrección en cada circuito de carga.

Los aparatos eléctricos no lineales tales como los sistemas de alimentación electrónica, inversores, fuentes de suministro ininterrumpido de energía, otros convertidores de energía, hornos de arco, transformadores, filtros y lámparas de descarga que generan la distorsión de la corriente que, a su vez, distorsiona la tensión. En las redes eléctricas estas armónicas producen sobrecargas en cables y transformadores, pueden causar interrupciones de suministro y/o perturbaciones a muchos tipos de equipos tales como computadoras, teléfonos y máquinas rotantes. La vida útil de estos aparatos puede reducirse considerablemente.

Estas armónicas no sólo producen estrés en los equipos debido al sobrecalentamiento, sino también y, sobre todo, generan pérdidas adicionales de energía.



	Entrada	TPBT	Tableros seccionales	Tableros subseccionales
Sistemas de cableado posibles	Toda la instalación	Toda la instalación en forma homogénea (ej.: taller, oficina, gimnasio, etc.)	Zona y/o usos (ej.: calefacción o aire acondicionado del lobby)	Circuitos
Factor de carga. (Relación entre la corriente total demandada y la sumatoria de la nominal de las cargas instaladas)	En general de mediano a importante: 30% ~ 90%	En general medio: 30% ~ 70%	En general relativamente baja: 20% ~ 40%	En general muy baja: < 20%
Objetivos posibles de medición para la gestión de la red	Monitoreo de calidad de energía contractual, con equipos de clase A, certificado por el ente regulador correspondiente	Monitoreo de la red en el TPBT. (ejemplo, V, I, FP, THDI, THDV, etc.)	Medición de potencia/energía	Medición de potencia/energía
Objetivos de medición para la gestión de costos	Medición de la energía facturada   Control de la facturación   Análisis y optimización de los usos de energía   Optimizaciones contractuales   Cumplimiento de las regulaciones	Asignación de costos   Análisis y optimización del uso de energía   Evaluación de la eficiencia   Optimización contractual   Cumplimiento de las regulaciones	Asignación de costos   Análisis y optimización del uso de energía   Evaluación de la eficiencia   Optimización contractual   Cumplimiento de las regulaciones	Optimización y análisis del uso de energía   Evaluación de las tendencias del uso de la energía
Exactitud de la medición de la energía activa	En general una exactitud excelente (Clase A).	En general buena exactitud (Clase 0,5 a clase 2)	En general exactitud media (Clase 1 a Clase 3)	En general una precisión confiable es más importante que la exactitud

Tabla 1

La elección de cargas de baja generación de contenido armónico reduce las pérdidas térmicas en el cableado. Para cargas con alto contenido de armónicos (superiores a los límites establecidos en el estándar IEEE 519:2014) deben ser compensadas.

La medición es un parámetro clave para determinar la eficiencia de la instalación eléctrica brindando al usuario la noción de su consumo.

Generalmente (en edificios de viviendas, shoppings, oficinas, etc.), el medidor de mayor exactitud debe estar ubicado en el origen de la instalación donde la función es la de contraste con los valores de energía y/o potencias que figuran en las facturas eléctricas, como así también, el de medir y evaluar con la mayor exactitud la eficiencia energética del total de la instalación.

También permitirá evaluar comparativamente el consumo total de este instrumento contra

la sumatoria de los medidores individuales instalados aguas abajo.

Para los medidores aguas abajo de la medición anterior normalmente se acepta exactitudes menores.

La precisión de los medidores debe ser comparable cuando se evalúan cargas similares en diferentes circuitos, y esta dependerá del uso que se le dará a la información recogida.

La medición de energía, potencia y monitoreo puede ser instalada consecuentemente como muestra la tabla 1.

La EEE en instalaciones de baja tensión usa principalmente las siguientes aplicaciones o combinaciones de ellas:

- ▶ análisis del uso de la energía y asignación de costos
- ▶ optimización del uso de la energía; evaluación de la eficiencia (coeficiente de performance (COP), efectividad del uso de potencia

Acción	Detalles	Generalmente ejecutado por
Medición y diagnóstico energético		Responsable técnico
Establecer las bases	Selección del equipamiento inicial. Dispositivos consumidores de mayor eficiencia. Ajuste inicial de servicios	El instalador
Optimizar	Control de HVAC. Control de iluminación. Variadores de velocidad. Corrección automática de FP. Mitigación de armónicos	Instalador, usuario o responsable técnico
Monitorear, sostener la eficiencia	Instalación de medidores. Servicio de monitoreo. Análisis de la EEE, software, etc.	Usuario o responsable técnico
Controlar y mejorar	Verificación, mantenimiento, etc.	Usuario o responsable técnico

Tabla 2

(PUE), etc.); optimización de los contratos de suministro; cumplimiento de las regulaciones; políticas de gestión de la energía (como por ejemplo satisfacer los requerimientos de la Norma IRAM-ISO 50001)

- ▶ medición de la red, monitoreo de la red, monitoreo de la calidad de energía contractual

El usuario debe considerar que la información que concierne a la disponibilidad de energía y al precio puede variar en el tiempo.

Cuando la alimentación proviene de una fuente de generación local, el usuario debe considerar la potencia mínima y/o máxima disponible en la fuente para definir el precio de esa energía basado en el costo total (incluyendo costos fijos y variables de la energía). Cuando la alimentación proviene de una fuente de almacenamiento local de energía (ej.: batería), el usuario debe considerar la máxima potencia y la cantidad de energía disponible para definir el precio variable de esta energía basándose en el costo total (incluyendo costos fijos y variables).

La instalación debe estar diseñada para permitir la medición de su consumo total en kWh para cada hora de cada día. Esta información, y su costo relativo de energía, deben permitir su registro y almacenamiento por un periodo no menor a 1 año, y deben ser accesibles por el usuario.

Los sistemas de gestión de eficiencia energética incluyen el completo monitoreo de la instalación inteligente incluyendo las cargas, la generación local, y el almacenamiento. Puede llevarse

adelante manualmente (en casos simples) o de manera automática (mayoritariamente), monitoreando las variables de la instalación eléctrica para mejorar continuamente el costo total y el consumo del sistema, *t*

Para la implementación de un sistema de eficiencia energética se necesita un análisis detallado y global de la instalación eléctrica que considere la optimización del consumo de energía incluyendo la verificación de los modos de operación.

Las acciones para la gestión de la EEE y sus responsabilidades es la siguiente:

La Reglamentación brinda los requerimientos para el análisis o los medios que el proyectista eléctrico y/o el gerente de infraestructura edilicia debe utilizar para determinar las medidas de EEE y obtener el nivel de desempeño pretendido de la instalación.

Estas medidas y niveles son necesarios para establecer el perfil de eficiencia de la instalación y la clase de EEE de la instalación.

Estos requerimientos están organizados en 3 puntos:

- ▶ eficiencia de los equipos de distribución y consumo de energía eléctrica.
- ▶ eficiencia del sistema de distribución eléctrica.
- ▶ Instalación de los sistemas de monitoreo, control y supervisión.

La Reglamentación definen cinco grados de medidas tomadas respecto a la eficiencia de EM0 a EM4 (Siendo EM4 el nivel más alto) estas

medidas se refieren a la metodología, acciones o procesos implementados en una instalación en referencia a la eficiencia energética.

Debe definirse y aplicarse medidas de eficiencia energética en cada una de las siguientes áreas:

- ▶ equipamiento eléctrico
- ▶ sistema de distribución eléctrica
- ▶ sistema de medición y monitoreo
- ▶ fuentes de energía renovables

Dentro del proceso de evaluación para las instalaciones eléctricas de baja tensión la Reglamentación proporciona:

1. La determinación de la ubicación del centro de transformación mediante el método del baricentro
2. El método para alcanzar la eficiencia energética en una instalación eléctrica, según el tipo de inmueble y la actividad.

Esta metodología está definida por tablas debiendo analizarse los siguientes aspectos de las instalaciones de baja tensión:

- ▶ Perfil de demanda en kW
- ▶ Ubicación de la subestación transformadora (Propia)
- ▶ Motores eléctricos
- ▶ Iluminación
- ▶ Climatización
- ▶ Transformadores
- ▶ Sistema de cableado
- ▶ Corrección de factor de potencia
- ▶ Medición del factor de potencia (PF)
- ▶ Medición de energía y de potencia eléctricas. (kWh) y (kW).
- ▶ Medición de Tensión (V)
- ▶ Medición de armónicos
- ▶ Energía renovable

Definido los grados de EEE de la instalación, se definen los Niveles de desempeño de eficiencia energética (EEPL). Estos niveles de desempeño se clasifican de acuerdo con 5 niveles, de EEPL0 a EEPL4 (siendo EEPL 4 el más alto).

Cada nivel incluye las condiciones y pautas de los anteriores.

- ▶ Requisitos mínimos para la distribución del consumo anual
- ▶ Requisito mínimo para reducir la potencia reactiva
- ▶ Requisito mínimo para el segmento de eficiencia de transformadores

La compilación de los diversos niveles (las medidas de eficiencia y los niveles de desempeño) propuestos en esta reglamentación utilizando las tablas descritas, se puede usar como base para construir un perfil conceptual de mejora de eficiencia energética por parte de los dueños de edificios, gerentes de infraestructura, gerentes de planta, o usuarios finales.

Estos perfiles también pueden usarse para la clasificación de eficiencia energética en las instalaciones eléctricas de inmuebles.

A tal efecto se definen para cada nivel de medidas de eficiencia y de desempeño, los niveles alcanzados para cada ítem y se asigna un puntaje.

La suma de todos puntos incluidos en la última columna de cada perfil se utiliza para calcular la clase de eficiencia de la instalación eléctrica.

Como resultado final, la Reglamentación define cinco clases de eficiencia energética para las instalaciones, desde EIEC0 a EIEC4 (siendo la clase EIEC4 la más alta) según los resultados de las mediciones mínimas de eficiencia llevadas a cabo y los mínimos niveles de desempeño de eficiencia energética (EEPL) logrados:

- ▶ EIEC 0: instalación muy poco eficiente.
- ▶ EIEC 1: instalación poco eficiente.
- ▶ EIEC 2: instalación eficiente.
- ▶ EIEC 3: instalación de avanzada eficiencia.
- ▶ EIEC 4: instalación de eficiencia óptima.

El propósito de utilizar estas clasificaciones es el de llevar una instalación existente, a uno de los niveles preestablecidos y mejorarlo y en una instalación nueva, definir el grado de eficiencia de la instalación eléctrica que se quiere alcanzar. ■