



ESCUELA DE ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

**IMPLEMENTACIÓN DE LA NORMA DE GESTIÓN
ENERGÉTICA ISO/FDIS 50001 EN EL CAMPUS SAN CAYETANO DE LA UTPL
FASE UNO**

AUTORES: María Fernanda Cún Romero
Nadia Alexandra Jaramillo Torres

**Proyecto de Tesis previa obtención del Título de
Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones**

DIRECTOR: Ing. Jorge Luis Jaramillo

Loja - Ecuador

Julio2011





CERTIFICACIÓN

Ingeniero

Jorge Luis Jaramillo Pacheco

DIRECTOR DE PROYECTO DE FIN DE CARRERA

C E R T I F I C A:

Que el presente Proyecto de Fin de Carrera, previo a la obtención del título de INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES, ha sido dirigido y revisado en todas sus partes, por lo mismo, cumple con los requisitos legales exigidos por la Universidad Técnica Particular de Loja, quedando autorizada su presentación.

Loja, 24 de Octubre del 2011

Ing. Jorge Luis Jaramillo Pacheco



ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS EN TESIS DE GRADO

Nosotras, María Fernanda Cún Romero, Nadia Alexandra Jaramillo Torres, declaramos conocer y aceptar la disposición del artículo 67 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”

María Fernanda Cún Romero

Nadia Alexandra Jaramillo Torres



AUTORÍA

Las ideas, opiniones, conclusiones, y, contenidos expuestos en el presente informe de investigación son de exclusiva responsabilidad de las autoras.

María Fernanda Cún Romero,

Nadia Alexandra Jaramillo Torres.



DEDICATORIA

A Dios por ser el pilar fundamental y mi compañía en cada día,
a mis padres Arturo y Narcisa por ser la razón de mi vida y esfuerzo,
a mis hermanos Byron, Luis Miguel y Yessenia por su comprensión, amor y alegría,
a mis amigos y compañeros por todo el apoyo y la fortaleza brindada sobretodo en los
momentos más difíciles,
y a todos aquellos seres queridos que siempre me dieron su apoyo incondicional.

María Fernanda

Dedico este trabajo a Dios, porque esta obra es suya; a ustedes mamá y papá, por
darme el valor para continuar en estos cinco años y por preocuparse por cada trabajo;
a ti Goyto, por ser como otra madre para mí; a ti hermana por ser mi mejor amiga en
todo momento; a ti hermano por demostrarme lo importante que es ayudar a los demás;
a ustedes amigas Eve, Mafer, Daya, Tefa, Anita, Luchis, Vane, por ser mi pilar, mi
fuerza, por no abandonarme; a ti Stalin, por estar pendiente, por brindarme muchas
alegrías y apoyarme tanto.

Nadia Jaramillo



AGRADECIMIENTO

Al Ing. Jorge Luis Jaramillo, por su guía, orientación y tiempo dedicado para la realización y culminación de este trabajo.

A la Universidad Técnica Particular de Loja, a la Escuela de Electrónica y Telecomunicaciones, a los profesores y compañeros por sus sabias enseñanzas.

A nuestros padres, por ser pilar fundamental en nuestras vidas, por su apoyo y amor incondicional.

Y de manera especial a nuestros grandes amigos, que siempre estuvieron con nosotras.



INTRODUCCIÓN

La sociedad actual demanda el uso extensivo de energía, convirtiéndose ésta en el principal insumo en el transporte y telecomunicaciones, en la industria y en el hogar, la agricultura, y, en todas las áreas de actividad humana.

El ahorro de energía, no sólo afecta positivamente a la economía de los países, sino que también reduce el volumen de emisiones de CO₂ hacia el medio ambiente. Como opciones válidas para lograrlo, aparecen la optimización del consumo energético, y, el mayor uso de energías renovables.

La eficiencia energética implica no sólo un consumo eficiente, sino también el establecimiento de un sistema de gestión energética que avale el mantenimiento de dichas medidas. Entre las iniciativas más destacadas para formalizar una política energética eficiente, se destaca la norma ISO/FDIS 50001 – Energy management systems – Requirements with guidance for use, elaborada por la Organización Internacional de Normalización (ISO), como una propuesta conceptual y metodológica para proporcionar a las organizaciones un esquema de planificación y administración del uso de energía, mediante una serie de exigencias a ser cumplidas.

La implementación de la norma ISO/FDIS 50001 en el Campus, consta de tres fases, la primera que es la que se desarrolla en el presente trabajo, se enfoca en la determinación del alcance y estructura de la norma ISO/FDIS 50001 y la realización de una evaluación energética, dentro de la cual figura el establecimiento de requerimientos legales a nivel local y nacional; identificar las fuentes de energía utilizadas en el Campus de la UTPL y por último una evaluación del uso y consumo de energía en el pasado y presente. Las dos siguientes fases hacen referencia a una auditoría energética de las áreas priorizadas dentro del Campus, y, a la formulación de objetivos energéticos y planes de acción para la gestión energética.

El trabajo efectuado para el Campus San Cayetano de la Universidad Técnica Particular de Loja, recoge la fase inicial del proceso y se describe en tres capítulos. El primero



recoge la información relevante sobre las generalidades de eficiencia energética, alcance, y, estructura de la norma ISO/FDIS 50001. En el segundo, se listan la normativa en materia energética existente en el país, y, se evalúa el uso de energía en el Campus. El tercer capítulo, describe con mayor detalle la normativa vigente en el país más aplicable (Normas INEN), y, adapta los enunciados del Código Internacional de Conservación de la Energía (DOE) 2009 a la zona geográfica de Loja. Los resultados obtenidos son analizados en el apartado de conclusiones y trabajos futuros.



OBJETIVOS

- Establecer la línea base sobre eficiencia energética.
- Definir el alcance de la norma ISO/FDIS 50001.
- Definir el alcance de la gestión de energía requerido/deseado para el Campus San Cayetano de la UTPL.
- Determinar la normativa vigente sobre eficiencia energética en el ámbito local, provincial, nacional e internacional.
- Diagnosticar la situación actual de la gestión de energía en el Campus San Cayetano de la UTPL.
- Adaptar el código internacional de conservación de la energía a la zona geográfica de Loja.



TABLA DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	II
CESIÓN DE DERECHOS.....	III
AUTORÍA.....	IV
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
INTRODUCCIÓN.....	VII
OBJETIVOS.....	IX
TABLA DE CONTENIDOS.....	X
LISTA DE FIGURAS.....	XIV
LISTA DE TABLAS.....	XV
RESUMEN.....	XVIII
<i>Capítulo 1</i>	1
<i>Generalidades de la Norma ISO/FDIS 50001</i>	1
1.1. EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	1
1.2. LA NORMA ISO/FDIS 50001.....	2
1.3. ALCANCE DE LA NORMA ISO 50001.....	4
1.4. ESTRUCTURA DE LA NORMA ISO/FDIS 50001.....	5
1. Requisitos generales.....	5
2. Responsabilidad de la dirección.....	5
2.1. Gerente Principal.....	5
2.2. Representante de Gerencia.....	6
3. Política Energética.....	7
4. Planificación Energética.....	8
4.1. General.....	8
4.2. Requerimientos Legales y Otros.....	8
4.3. Evaluación Energética.....	8
4.4. Línea Base de Energía.....	9
4.5. Indicadores de Rendimiento de Energía (EnPIs).....	10
4.6. Objetivos energéticos y planes de acción para la gestión energética.....	10



5. Implementación y operación.....	11
5.1. General.....	11
5.2. Competencia, capacitación y conciencia.....	11
5.3. Comunicación.....	12
5.4. Documentación.....	12
5.4.1. Requisitos de la documentación.....	12
5.4.2. Control de documentos.....	13
5.5. Operativos de control.....	14
5.6. Diseño.....	15
5.7. Contratación de servicios de energía, productos, equipos y energía.....	15
6. Verificación.....	16
6.1. Seguimiento, medición y análisis.....	16
6.2. Evaluación de los requisitos legales y otros.....	16
6.3. Auditoría interna del EnMS.....	17
6.4. Las no conformidades, corrección, acción correctiva y acción preventiva.....	17
6.5. Control de los registros.....	18
7. Revisión de Gestión.....	18
7.1. General.....	18
7.2. Elementos de entrada para las revisiones por la Gerencia.....	18
7.3. Resultados de las revisiones por la Gerencia.....	19
 Capítulo 2.....	 20
<i>Establecimiento de requerimientos legales y evaluación energética en el Campus San Cayetano de la UTPL.....</i>	<i>20</i>
 2.1. ESTABLECIMIENTO DE REQUERIMIENTOS LEGALES Y OTROS.....	 20
2.2.1. PRINCIPIOS CONSTITUCIONALES SOBRE ENERGÍA Y EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	21
2.2.2. LEYES VIGENTES SOBRE ENERGÍA Y EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	23
2.2.3. RESOLUCIONES MINISTERIALES Y ACCIONES	



MINISTERIALES	SOBRE	ENERGÍA	Y	EFICIENCIA	
ENERGÉTICA.....					25
2.2.4. ORDENANZAS SOBRE ENERGÍA Y EFICIENCIA ENERGÉTICA.....					28
2.2.5. NORMATIVA DEL PROVEEDOR LOCAL DE ENERGÍA					
ELÉCTRICA.....					28
2.2.6. CONCLUSIÓN: MARCO LEGAL PARA LA REALIZACIÓN					
DEL PROYECTO.....					29
2.2. IDENTIFICACIÓN DE LAS PRINCIPALES FUENTES DE ENERGÍA					
UTILIZADAS EN EL CAMPUS SAN CAYETANO DE LA UTPL.....					29
2.2.1. USO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL CAMPUS					29
2.2.2. USO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO EN EL CAMPUS.....					33
2.2.3. USO DE OTROS DERIVADOS DEL PETRÓLEO EN EL CAMPUS.....					34
Capítulo 3.....					36
Norma Energética.....					36
3.1. NORMA NTE INEN 2506:09, SOBRE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN					
EDIFICACIONES.....					36
3.1.1. REQUISITOS ESPECÍFICOS QUE ESTABLECE LA NORMA NTE					
INEN 2506:09, SOBRE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN					
EDIFICACIONES.....					37
3.1.2. REQUISITOS COMPLEMENTARIOS QUE ESTABLECE LA					
NORMANTE INEN 2506:09, SOBRE EFICIENCIA ENERGÉTICA					
EN EDIFICACIONES.....					41
3.2. REGLAMENTO RTE INEN 036:2008, SOBRE EFICIENCIA ENERGÉTICA					
EN LÁMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS.....					42
3.2.1. REQUISITOS GENERALES DEL REGLAMENTO RTE INE036:2010,					
SOBRE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LÁMPARAS					
FLUORESCENTES COMPACTAS.....					43
3.2.2. REQUISITOS ESPECÍFICOS DEL REGLAMENTO RTE INEN					
036:2010, SOBRE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LÁMPARAS					



FLUORESCENTES COMPACTAS.....	45
3.3. CÓDIGO INTERNACIONAL DE CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA DOE	
2009.....	49
3.3.1. Determinación de la zona internacional de clima de acuerdo al	
Código Internacional de Conservación de la Energía DOE 2009.....	49
3.3.2. Adecuación del Código Internacional de Conservación de la	
Energía DOE 2009, en función de la zona internacional de clima	
definida para Loja.....	53
Sección 501, sobre eficiencia energética comercial.....	53
Sección 502, sobre requisitos de la envolvente de edificios.....	54
Sección 503, sobre construcción de sistemas mecánicos.....	63
Sección 504, servicio de calentamiento de agua (obligatorio).....	86
Sección 505, energía eléctrica y sistemas de iluminación.....	90
Sección 506, Rendimiento total del edificio.....	103
CONCLUSIONES.....	119
TRABAJOS FUTUROS.....	129
REFERENCIAS.....	130
ANEXO: PAPER.....	132



LISTA DE FIGURAS

Fig. 1.1 Modelo del sistema de gestión energética de la norma ISO/FDIS 50001	4
Fig. 2.1 Evolución del consumo de energía eléctrica el Campus UTPL en los años 2007 – 2010.....	30
Fig. 2.2 Evolución de los pagos por consumo de energía eléctrica en el Campus UTPL, años 2007 - 2010.....	31
Fig. 2.3 Evolución de los pagos por consumo de energía eléctrica en el edificio UPSI del Campus UTPL, años 2008 – 2010.....	32
Fig. 2.4 Evolución del consumo de energía eléctrica del edificio UPSI en forma porcentual respecto al consumo total del Campus UTPL, años 2008 – 2010..	33
Fig. 3.1 Disposición e información de la etiqueta.....	44



LISTA DE TABLAS

Tabla 2.1 Marco regulatorio sobre eficiente de energía.....	20
Tabla 2.2 Evolución del consumo de energía eléctrica en el Campus San Cayetano de la UTPL.....	30
Tabla 2.3 Potencia eléctrica instalada en el Campus San Cayetano de la UTPL, mayo 2011.....	31
Tabla 2.4 Evolución del consumo de energía eléctrica edificio UPSI.....	32
Tabla 2.5 Consumo del edificio UPSI en relación porcentual al consumo total de la UTPL.....	32
Tabla 2.6 Consumo anual de GLP en la cafetería UTPL.....	34
Tabla 2.7 Consumo anual de GLP en la planta CERART.....	34
Tabla 2.8 Grupos electrógenos existentes en la UTPL.....	35
Tabla 2.9 Consumo anual de combustible en la UTPL.....	35
Tabla 3.1 Factor de forma.....	37
Tabla 3.2 VEEl máximo para zonas de no representación.....	38
Tabla 3.3 VEEl máximo para zonas de representación.....	38
Tabla 3.4 Límites de aplicación.....	41
Tabla 3.5 Lámparas fluorescentes compactas con balastro integrado (sin envoltente).....	46
Tabla 3.6 Lámparas fluorescentes compactas con balastro integrado (con envoltente).....	47



Tabla 3.7 Clase de eficiencia.....	48
Tabla 3.8 Definición de las zonas internacionales de clima.....	49
Tabla 3.9 Zonas internacionales de clima.....	50
Tabla 3.10 Temperaturas medias mínimas y máximas registradas en la ciudad de Loja en el año 2008.....	51
Tabla 3.11 Temperaturas medias mínimas y máximas registradas en la ciudad de Loja en el año 2009.....	51
Tabla 3.12 Temperaturas medias mínimas y máximas registradas en la ciudad de Loja en el año 2010.....	52
Tabla 3.13 Zona climática internacional correspondiente para Loja.....	53
Tabla 3.14 Requisitos para ensamblajes opacos.....	56
Tabla 3.15 Requisitos sobre el elemento opaco de la construcción factores $u - \max$...	58
Tabla 3.16 Envoltente el edificio. Requisitos de ensamblajes opacos.....	58
Tabla 3.17 Máxima capacidad bypass de gas caliente.....	62
Tabla 3.18 Requisitos de la envoltente del edificio: fenestración.....	62
Tabla 3.19 Acondicionadores unitarios de aire y unidades de condensación, de accionamiento eléctrico, requisitos mínimos de eficiencia.....	66
Tabla 3.20 Acondicionadores unitarios de aire y unidades de condensación, accionamiento eléctrico, requisitos mínimos de eficiencia.....	67
Tabla 3.21 Terminales empaquetados de equipos de aire acondicionado y de bombas de calor.....	69
Tabla 3.22 Hornos de aire caliente y combinación de hornos de aire caliente/equipos de aire acondicionado, hornos calentadores de conductos de aire y calentadores de la unidad, requisitos mínimos de eficiencia.....	69
Tabla 3.23 Calderas de gas, petróleo como combustible, requisitos mínimos de eficiencia.....	70
Tabla 3.24 Unidades de condensación, de accionamiento eléctrico, requisitos mínimos de eficiencia.....	71
Tabla 3.25 Refrigeración por agua, requerimientos de eficiencia.....	72
Tabla 3.26 Aislamiento mínimo de la tubería. (Espesor en pulgadas).....	78
Tabla 3.27 Limitación de la potencia en los ventiladores.....	80



Tabla 3.28 Limitación del ajuste de presión en el ventilador.....	81
Tabla 3.29 Requisitos del economizador.....	83
Tabla 3.30 Funcionamiento eficiente del equipo excepto para economizadores.....	83
Tabla 3.31 Rendimiento mínimo del equipo de calentamiento de agua.....	87
Tabla 3.32 Prestaciones de potencia para iluminación interior (obligatorio).....	100
Tabla 3.33 Zonas de iluminación exterior.....	103
Tabla 3.34 Densidad de potencia de iluminación exterior de edificios.....	104
Tabla 3.35 Prestaciones de potencia de iluminación para la construcción de Edificios.....	105
Tabla 3.36 Especificaciones de la norma de referencia y diseños propuestos.....	113
Tabla 3.37 Mapas de los sistemas HVAC.....	115
Tabla 3.38 Especificaciones para la descripción de la norma del diseño de referencia del sistema HVAC.....	116
Tabla 3.39 Número de enfriadores.....	118
Tabla 3.40 Tipos de refrigeradores de agua.....	118



RESUMEN

La implementación de la norma ISO/FDIS 50001 en el campus San Cayetano de la UTPL, consta de tres fases, la primera que es la que se desarrolla en el presente trabajo, se enfoca en la determinación del alcance y estructura de la norma ISO/FDIS 50001 y la realización de una evaluación energética en el campus, dentro de la cual figura el establecimiento de requerimientos legales a nivel local y nacional; identificar las fuentes de energía utilizadas en el campus y por último una evaluación del consumo de energía en el pasado y presente. Adicionalmente se describe las normas y códigos potencialmente aplicables a la evaluación de la gestión de energía en el campus de la UTPL. Las dos siguientes fases hacen referencia a una auditoría energética de las áreas priorizadas anteriormente dentro del Campus, y, a la formulación de objetivos energéticos y planes de acción para la gestión de energía.



CAPÍTULO I

GENERALIDADES DE LA NORMA ISO/FDIS 50001

En este capítulo, se presenta lo que significa ser energéticamente eficientes, se explica de manera general la norma ISO/FDIS 50001, y, posteriormente se detalla su alcance y estructura.

1.1. EFICIENCIA ENERGÉTICA

Ser eficientes energéticamente significa realizar el mismo trabajo utilizando menos energía, esto sin disminuir la calidad del servicio prestado.

Mejorar la eficiencia energética no implica disminuir nuestro grado de confort, simplemente significa adoptar diversas medias de gestión. Aunque la inversión inicial puede parecer elevada, esta tiende a recuperarse en un corto periodo de tiempo, por lo que cada vez más se apuesta por tecnologías de alta eficiencia.

La eficiencia se puede analizar en tres etapas: eficiencia de conversión, eficiencia de distribución, y, eficiencia de uso final. La eficiencia de uso final es generalmente la más baja.

Cuando un sistema es más eficiente, este produce menos contaminación y se reduce el impacto sobre el medio ambiente.

Según un reporte del Servicio de Investigación del Congreso de los Estados Unidos [1], el incremento de la eficiencia energética es la principal forma de reducir las emisiones actuales de CO₂.



1.2. LA NORMA ISO/FDIS 50001

A partir del año 2008, la ISO desarrolló la norma ISO/FDIS 50001 como un estándar internacional para la gestión de la energía. Se espera que su implementación influya en un 60% en el consumo energético mundial, y, que tenga aceptación como la ISO 9001 en materia de calidad [2].

Un sistema de gestión energética se define con el conjunto de elementos de una organización que interactúan para establecer: objetivos en materia energética, y, una política que permita lograr dichos objetivos. La norma ISO/FDIS 50001 proporciona a las organizaciones, un modelo probado que ayuda de forma sistemática a planificar y administrar su uso de energía, con un fuerte enfoque en el rendimiento y la mejora continua.

La norma ISO/FDIS 50001 asegura un alto nivel de compatibilidad con la norma ISO 9001 de gestión de calidad, y, con la norma ISO 14001 de gestión ambiental, proporcionando los siguientes beneficios:

- Un marco para la integración de la eficiencia energética en las prácticas de gestión.
- Hacer un mejor uso de los bienes que consumen energía.
- Evaluar comparativamente, medir, documentar y presentar informes de mejoras en la intensidad energética y su impacto previsto sobre la reducción de emisiones gases de efecto invernadero.
- Transparencia y comunicación sobre la gestión de los recursos energéticos
- Mejores prácticas de gestión de energía y buenas conductas en la gestión de la energía.
- Evaluar y priorizar la aplicación de las nuevas tecnologías de eficiencia energética.
- Un marco para promover la eficiencia energética en toda la cadena de suministro.



- Mejoras de gestión de la energía en el contexto de proyectos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero [3].

La norma ISO/FDIS 50001 especifica los requisitos a cumplir por una organización para establecer, implementar, mantener, y, mejorar un sistema de gestión de energía. La norma ayuda a las organizaciones a gestionar el suministro, el uso, y, el consumo de energía; incluyendo la medición, la documentación, y, la presentación de informes.

“La ISO 50001 no es un manual de eficiencia energética, pero entrega el marco para que se implementen y se mantengan sistemáticamente mejoras en el uso eficiente de la energía” [4].

El estándar internacional ISO/FDIS 50001 se basa en una estructura de mejoramiento constante Plan-Do-Check-Act:

- Plan (planear). Esta fase implica el analizar la gestión energética, establecer la línea base, definir los indicadores de eficiencia energética (EnPIs), definir los objetivos y los planes de acción necesarios para conseguir resultados que mejoren la eficiencia energética de acuerdo con la política energética de la organización.
- Do (hacer). Implica implementar los planes de acción de gestión energética.
- Check (controlar). Se trata de supervisar y medir las características claves de las operaciones que determinan la eficiencia energética, e, informar de los resultados.
- Act (actuar). Esta fase implica tomar acciones para mejorar la eficiencia energética y el sistema de gestión de energía en forma continua [5].

El modelo del sistema de gestión energética de la norma ISO/FDIS 50001 (Ver Fig.1.1), incorpora la gestión energética en las prácticas diarias de la organización. La gestión energética propuesta, requiere la identificación del lugar



donde se usa la energía, donde se pierde, y, en qué lugar el uso de medidas de ahorro energético tendrá mayor efecto.



Fig. 1.1 Modelo del sistema de gestión energética de la norma ISO/FDIS 50001

Fuente: http://www.asimpres.cl/download/PDF/Manual_de_Eficiencia_Energetica.pdf

1.3. ALCANCE DE LA NORMA ISO 50001

La norma puede ser aplicada a plantas industriales, instalaciones comerciales, y, a todo tipo y tamaño de organizaciones que deseen gestionar su consumo de energía (y que acepten el desafío, ya que la implementación de la norma genera cambios en procesos, sistemas, equipos, instalaciones y hábitos).

La norma ISO/FDIS 50001 se aplica a todas las actividades, productos y servicios que afecten el rendimiento de la energía.



Por cuanto la energía puede definirse como la capacidad de un sistema para realizar un trabajo, el término energía se refiere a las diversas formas de energía que se obtiene de fuentes térmicas, hídricas, solares, etc. Para el caso del Campus San Cayetano de la UTPL, el concepto de energía abarca la utilización de energía eléctrica, el uso de combustibles fósiles, y, la utilización de otras formas de energía.

1.4. ESTRUCTURA DE LA NORMA ISO/FDIS 50001

1. Requisitos generales

- Establecer, documentar, implementar, mantener un sistema de gestión energética (SGE).
- Definir y documentar los límites del alcance del SGE.
- Determinar y documentar cómo se va a cumplir los requisitos de esta norma para lograr la mejora continua de la eficiencia energética.

2. Responsabilidad de la dirección

2.1. Gerente Principal

Debe demostrar su compromiso de apoyo al EnMS (Energy Management Standards - Normas de Gestión de Energía) y mejorar continuamente su eficacia para:

- a) Definir, establecer, implementar y mantener una política energética;
- b) La designación de un representante de la dirección y aprobar la formación de un equipo de gestión de la energía;
- c) Proporcionar los recursos necesarios para establecer, implementar, mantener y mejorar los EnMS y los resultados de



- eficiencia energética; recursos incluyen los recursos humanos, habilidades especializadas, tecnología y recursos financieros.
- d) Identificar el alcance y los límites que se abordarán en el EnMS;
 - e) Comunicar la importancia de la gestión energética a los de la organización;
 - f) Garantizar que los objetivos de energía establecidos;
 - g) Velar para que los EnPIs (Energy Performance Indicators – Indicadores de Rendimiento de Energía) sean adecuadas para la organización;
 - h) Tener en cuenta la eficiencia energética en la planificación a largo plazo;
 - i) Asegurar que los resultados sean medidos y sean informados a intervalos determinados;
 - j) Realización de exámenes de la gestión.

2.2. Representante de Gerencia

La alta dirección debe designar a un representante de gerencia con habilidades y competencias, con independencia de otras responsabilidades, tiene la responsabilidad y autoridad para:

- a) Garantizar que el EnMS sea establecido, implementado, mantenido y mejorado continuamente, de conformidad con esta Norma Internacional;
- b) Identificar una persona, con un nivel adecuado de gestión, para trabajar con el representante de la dirección en apoyo de las actividades de gestión de la energía;
- c) Informar a la dirección sobre el rendimiento energético;
- d) Informar a la dirección sobre el desempeño del EnMS;
- e) Garantizar que la planificación de las actividades de gestión de energía este diseñado para apoyar la política energética de la organización;



- f) Definir y comunicar las responsabilidades y competencias con el fin de facilitar la gestión eficaz de la energía;
- g) Determinar los criterios y métodos necesarios para asegurar que tanto la operación como el control del EnMS sean eficaces;
- h) Promover la sensibilización de la política energética y los objetivos en todos los niveles de la organización.

3. Política Energética

La política energética debe indicar el compromiso de la organización para lograr una mejora de la eficiencia energética. El Gerente Principal debe definir la política energética y asegurarse de que:

- a) Sea apropiada a la naturaleza y a la escala del uso de energía de la organización y el consumo;
- b) Incluya un compromiso de mejora continua en la eficiencia energética;
- c) Incluya un compromiso para garantizar la disponibilidad de información y recursos necesarios para alcanzar los objetivos y metas;
- d) Incluya un compromiso de cumplir con los requisitos legales y otros requisitos que la organización suscriba relacionados con el uso de energía, el consumo y la eficiencia;
- e) Proporcione el marco para establecer y revisar los objetivos y metas energéticos;
- f) Apoye la compra de productos eficientes en energía y servicios, y el diseño para la mejora de eficiencia energética;
- g) Se documente y comunique a todos los niveles dentro de la organización;
- h) Se revise periódicamente y actualice cuando sea necesario.



4. Planificación Energética

4.1. General

La organización debe realizar y documentar un proceso de planificación energética. Esta planificación debe ser coherente con la política energética y los guiará a las actividades para mejorar continuamente la eficiencia energética.

4.2. Requerimientos Legales y Otros

La organización debe determinar cómo se aplican estos requisitos al uso de energía, el consumo y la eficiencia y velar para que estos requisitos sean considerados en el establecimiento, implementación y mantenimiento del EnMS. Estos requisitos serán revisados a intervalos definidos.

4.3. Evaluación Energética

La organización debe desarrollar, registrar y mantener una revisión de la energía. La metodología y los criterios utilizados para desarrollar la revisión de energía deben ser documentados. Para desarrollar la revisión de la energía, la organización debe:

- a) Analizar el uso de energía y el consumo basado en la medición y otros datos:
 - Identificar las fuentes actuales de energía;
 - Evaluar el uso y consumo de energía en el pasado y presente;
- b) Basado en el uso y consumo de energía, identificar las áreas significativas del uso de energías:



- Identificar las instalaciones, equipos, sistemas, procesos y personal que trabaja para o en nombre de la organización y que afectan de manera significativa al consumo de energía;
 - Identificar otras variables relevantes que afecten el uso significativo de la energía;
 - Determinar la eficiencia energética actual de las instalaciones, equipos, sistemas y procesos relacionados con los usos identificados significativo de energía;
 - Estimar el uso y consumo futuro de energía;
- c) Identificar, priorizar y registrarlas oportunidades para mejorar la eficiencia energética.

Nota: Las oportunidades pueden relacionarse con las posibles fuentes de energía, uso de energías renovables, o de otras fuentes de energía alternativas, como la energía de residuos. La evaluación energética se actualizará a intervalos definidos, así como en respuesta a cambios importantes en las instalaciones, equipos, sistemas o procesos.

4.4. Línea Base de Energía

La organización debe establecer una línea base de energía(s) con la información de la revisión inicial de energía, teniendo en cuenta un período de datos adecuados para el uso de energía de la organización y el consumo. Los cambios en la eficiencia energética se deben medir con la línea base de energía.

Los ajustes a la línea de base se harán en el caso de uno de los siguientes:

- EnPIs ya no reflejan el uso y consumo de energía de la organización,
- Se realicen cambios importantes en el proceso, las pautas de funcionamiento, o los sistemas de energía, o



- De acuerdo a un método predeterminado.

4.5. Indicadores de Rendimiento de Energía (EnPIs)

La organización debe identificar los EnPIs adecuados para el seguimiento y la medición de la eficiencia energética. La metodología para determinar y actualizar los EnPIs se debe registrar y se revisar con regularidad. Estos indicadores serán revisados y comparados con la línea base de energía, según proceda.

4.6. Objetivos energéticos y planes de acción para la gestión energética.

La organización debe establecer, implementar y mantener documentados los objetivos energéticos y metas en las funciones pertinentes, niveles, procesos o instalaciones dentro de la organización. Los plazos se establecerán para el logro de los objetivos y metas.

Los objetivos y metas deben ser consecuentes con la política energética. Las metas deben ser consecuentes con los objetivos. Al establecer y revisar los objetivos y metas, la organización deberá tener en cuenta los requisitos legales y otros requisitos, los usos significativos de energía y oportunidades para mejorar la eficiencia energética, como se señala en la revista de la energía. También debe considerar sus condiciones financieras, operativas y de negocios, opciones tecnológicas y las opiniones de las partes interesadas.

La organización debe establecer, implementar y mantener los planes de acción para el logro de sus objetivos y metas. Los planes de acción incluyen:



- Designación de la responsabilidad;
- El marco de medios y el tiempo por el cual las metas individuales se pretenden alcanzar;
- Una declaración del método por el cual una mejora de la eficiencia energética será verificado;
- Una declaración del método de comprobación de los resultados.
- Los planes de acción deben ser documentados y actualizados a intervalos definidos.

5. Implementación y operación

5.1. General

La organización debe utilizar los planes de acción y otros productos resultantes del proceso de planificación para la implementación y operación.

5.2. Competencia, capacitación y conciencia

La organización debe asegurarse de que cualquier persona que trabaje a favor o en su nombre, relacionado con el uso significativo de energía, son competentes sobre la base de una educación adecuada, capacitación o experiencia. La organización debe identificar las necesidades de formación relacionadas con el control de los usos significativos de energía y el funcionamiento de su EnMS. Debe proporcionar formación o tomar otras acciones para satisfacer estas necesidades

La organización debe asegurarse de que cualquier persona que trabajan a favor o en su nombre sea consciente de:



- a) La importancia de la conformidad con la política energética, los procedimientos y con los requisitos del EnMS;
- b) Sus funciones, responsabilidades y autoridades en la obtención de los requisitos del EnMS;
- c) Los beneficios de la mejora del rendimiento energético;
- d) El impacto, real o potencial, con respecto al uso y consumo de energía, de sus actividades y cómo sus actividades y el comportamiento de contribuir a la consecución de los objetivos energéticos y metas, y las consecuencias potenciales de desviarse de los procedimientos especificados.

5.3. Comunicación

La organización comunicará internamente con respecto a su eficiencia energética y EnMS, según corresponda al tamaño de la organización.

La organización debe establecer e implementar un proceso mediante el cual cualquier persona que trabaje para o en nombre de la organización puede hacer comentarios o sugerir mejoras al EnMS.

La organización debe decidir si comunica o no externamente información acerca de su política energética, EnMS y la eficiencia energética, y debe documentar su decisión. Si la decisión es comunicar externamente, la organización debe establecer e implementar un método para realizar esta comunicación externa.

5.4. Documentación

5.4.1. Requisitos de la documentación

La organización debe establecer, implementar y mantener la información en forma física o digital, para describir los



elementos básicos del EnMS y su interacción. La documentación del EnMS debe incluir:

- a) El alcance y los límites del EnMS;
- b) La política energética;
- c) Los objetivos energéticos y planes de acción;
- d) Los documentos, incluyendo los registros requeridos por esta norma internacional;
- e) Otros documentos determinados por la organización como necesarios.

NOTA: El tamaño de la documentación puede variar para las diferentes organizaciones por las siguientes razones:

- La escala de la organización y el tipo de actividades;
- La complejidad de los procesos y sus interacciones;
- La competencia del personal.

5.4.2. Control de documentos

Los documentos requeridos por esta norma internacional y el EnMS están sujetos a control. Esto incluye la documentación técnica, en su caso. La organización debe establecer, implementar y mantener procedimiento(s) para:

- a) Autorizar los documentos para la adecuación antes de su emisión;
- b) Revisar periódicamente y actualizar los documentos cuando sea necesario;
- c) Garantizar que los cambios y el estado de revisión actual de los documentos sean identificados;



- d) Garantizar que las versiones pertinentes de los documentos aplicables se encuentren disponibles en los puntos de uso;
- e) Garantizar que los documentos permanezcan legibles y fácilmente identificables;
- f) Garantizar que los documentos de origen externo, que la organización determina que son necesarios para la planificación y operación del EnMS sean identificados y se controle su distribución;
- g) Prevenir el uso no intencionado de documentos obsoletos, e identificar a quienes guarden esta información por cualquier razón.

5.5. Operativos de control

La organización debe identificar y planificar aquellas operaciones y actividades de mantenimiento estén relacionadas con el uso significativo de energía y que sean coherentes con su política energética, los objetivos, metas y planes de acción; con el fin de garantizar que se lleven a cabo bajo condiciones específicas, por medio de los siguientes:

- a) Establecer y fijar criterios para el funcionamiento y mantenimiento del uso significativo de energía, donde su ausencia podría llevar a una desviación significativa del desempeño de la eficiencia energética;
- b) Funcionamiento y mantenimiento de instalaciones, procesos, sistemas y equipos, de acuerdo con criterios operativos;
- c) La comunicación adecuada de los controles operacionales para el personal que trabaja para o en nombre de la organización.



Nota: La planificación para contingencia o situaciones de emergencias o desastres potenciales, incluyendo la adquisición de equipo; una organización puede optar por incluir la eficiencia energética en la determinación de cómo va a reaccionar ante estas situaciones.

5.6. Diseño

La organización debe considerar las oportunidades de mejora del rendimiento energético y el control operativo en el diseño de instalaciones nuevas, modificadas y renovadas, equipos, sistemas y procesos que puedan tener un impacto significativo en su rendimiento energético.

Los resultados de la evaluación de eficiencia energética serán incorporados en la especificación, diseño y actividades de adquisición del proyecto correspondiente. Los resultados de la actividad de diseño deberán ser registrados.

5.7. Contratación de servicios de energía, productos, equipos y energía

La contratación de servicios de energía, productos y aparatos, tienen o puede tener, un impacto en el consumo significativo de energía, la organización debe informar a los proveedores que la contratación será evaluada sobre la base de la eficiencia energética.

La organización debe establecer e implementar los criterios para evaluar el uso de energía, el consumo y la eficiencia energética durante la vida útil de los productos, equipos y servicios que usan energía, lo cual se espera que tenga un impacto significativo sobre el rendimiento energético de la organización.



La organización debe definir y documentar las especificaciones de compra de energía, en su caso, para el uso eficaz de la energía.

6. Verificación

6.1. Seguimiento, medición y análisis

La organización debe asegurarse de que las características claves de sus operaciones que determinan la eficiencia energética sean supervisadas, medidas y analizadas a intervalos planificados. Las características claves se incluyen como mínimo:

- a) uso significativo de energía y otros resultados de la revisión de energía;
- b) variables relevantes relacionadas con el consumo significativo de energía;
- c) EnPIs;
- d) eficacia de los planes de acción para lograr los objetivos y metas;
- e) evaluación del consumo real de energía en comparación con lo esperado.

Los resultados del monitoreo y medición de las características fundamentales deberán ser registradas.

La organización debe definir y revisar periódicamente sus necesidades de medición. La organización debe asegurarse de que el equipo utilizado en el monitoreo y medición de las características claves dé datos exactos. Se debe usar medios de calibración.

6.2. Evaluación de los requisitos legales y otros

A intervalos planificados, la organización debe evaluar el cumplimiento de los requisitos legales y otros requisitos suscritos relacionados con



su uso y consumo de energía. Se debe registrar los resultados de las evaluaciones de cumplimiento.

6.3. Auditoría interna del EnMS

La organización debe llevar a cabo auditorías internas a intervalos planificados para asegurar que el EnMS:

- Un plan de auditoría se debe elaborar teniendo en cuenta el estado y la importancia de los procesos y áreas a auditar, así como los resultados de las auditorías previas.
- La selección de los auditores y la realización de las auditorías deben asegurar la objetividad e imparcialidad del proceso de auditoría. Se debe registrar los resultados de auditoría e informar al gerente principal.

6.4. Las no conformidades, corrección, acción correctiva y acción preventiva

La organización debe tratar las no conformidades reales y potenciales para hacer correcciones, tomando medidas correctivas y acciones preventivas, incluyendo las siguientes:

- a) revisar las no conformidades o disconformidades posibles;
- b) determinar las causas de las no conformidades o disconformidades posibles;
- c) evaluar la necesidad de adoptar medidas para garantizar que las no conformidades no se produzcan o se repitan;
- d) determinar e implementar las medidas adecuadas y necesarias;
- e) el mantenimiento de registros de acciones correctivas y acciones preventivas;
- f) revisión de la eficacia de las medidas correctivas o acciones preventivas tomadas.



Las acciones correctivas y acciones preventivas deben ser apropiadas a la magnitud de los problemas reales o potenciales y las consecuencias de eficiencia energética detectados. La organización debe asegurarse de que cualquier cambio necesario se incorpore al EnMS.

6.5. Control de los registros

La organización debe establecer y mantener registros, según sea necesario, para demostrar la conformidad con los requisitos de su EnMS y de esta Norma Internacional, y los resultados obtenidos de eficiencia energética.

La organización debe definir y aplicar controles para la identificación, recuperación y conservación de documentos. Los registros deben ser y deben permanecer legibles, identificables.

7. Revisión de Gestión

7.1. General

A intervalos planificados, la alta dirección debe revisar la organización del EnMS para asegurarse de su conveniencia, adecuación y eficacia. Actas de revisión por la gerencia se deben mantener.

7.2. Elementos de entrada para las revisiones por la Gerencia

Los elementos de entradas a la revisión por la gerencia deben incluir:

- a) Acciones de seguimiento de revisiones por la dirección anterior;
- b) Revisión de la política energética;
- c) Análisis de la eficiencia energética y relacionados al EnMS;



- d) Los resultados de la evaluación del cumplimiento de los requisitos legales, y los cambios en los requisitos legales y otros que la organización suscriba;
- e) El grado en que los objetivos energéticos y las metas se han cumplido;
- f) Los resultados de auditoría del EnMS;
- g) El estado de las acciones correctivas y acciones preventivas;
- h) El rendimiento de energía proyectada para el período siguiente;
- i) Las recomendaciones de mejora

7.3. Resultados de las revisiones por la Gerencia

Los resultados de la revisión por la gerencia deben incluir todas las decisiones o medidas relacionadas con:

- a) cambios en la eficiencia energética de la organización;
- b) cambios en la política energética;
- c) cambios en el EnPIs;
- d) los cambios de objetivos, metas u otros elementos del EnMS, consecuentemente con el compromiso de la organización para la mejora continua y la asignación de los recursos [6].



CAPÍTULO II

ESTABLECIMIENTO DE REQUERIMIENTOS LEGALES Y EVALUACIÓN ENERGÉTICA EN EL CAMPUS SAN CAYETANO DE LA UTPL

En este capítulo se describen los requisitos legales existentes sobre eficiencia energética en la región y en el país, se presenta un inventario de las principales fuentes de energía utilizadas en el Campus San Cayetano de la UTPL y un análisis de la intensidad de uso en el pasado y en la actualidad, tanto en unidades de energía como en valor monetario.

2.1. ESTABLECIMIENTO DE REQUERIMIENTOS LEGALES Y OTROS

De acuerdo a la norma ISO/FDIS 5001, la primera etapa en la implementación de la norma está representada por la evaluación energética.

Como primer paso de la evaluación energética, se prevé el establecimiento de requisitos legales existentes sobre eficiencia energética en la región y en el país. En este contexto, en este apartado se realiza el inventario de los principios constitucionales, leyes, acuerdos ministeriales, normas y reglamentos técnicos, ordenanzas, y, otras normas existentes en materia de eficiencia energética (ver tabla 2.1).

Tabla 2.1
Marco regulatorio sobre eficiente de energía

INSTRUMENTO	DISPONIBILIDAD
Constitución del Ecuador	Si
Leyes	No
Acuerdos ministeriales	Si
Normas y reglamentos	Si
Ordenanzas	No
Otras	Si



2.1.1. PRINCIPIOS CONSTITUCIONALES SOBRE ENERGÍA Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

La actual Constitución del Ecuador [7], aprobada en el año 2008, en el Título VI sobre régimen de desarrollo, capítulo quinto sobre sectores estratégicos, servicios y empresas públicas, Art. 313, establece que *el Estado se reserva el derecho de administrar, regular, controlar y gestionar los sectores estratégicos, de conformidad con los principios de sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia.*

Como sectores estratégicos, de decisión y control exclusivo del Estado, se define a *aquellos que por su trascendencia y magnitud tienen decisiva influencia económica, social, política o ambiental, y deberán orientarse al pleno desarrollo de los derechos y al interés social.*

Dentro de los sectores estratégicos, se considera a *la energía en todas sus formas, las telecomunicaciones, los recursos naturales no renovables, el transporte y la refinación de hidrocarburos, la biodiversidad y el patrimonio genético, el espectro radioeléctrico, el agua, y los demás que determine la ley.*

En el Art. 314, del mismo capítulo y título, se establece que *el Estado será responsable de la provisión de los servicios públicos de agua potable y de riego, saneamiento, energía eléctrica, telecomunicaciones, vialidad, infraestructuras portuarias y aeroportuarias, y los demás que determine la ley, garantizando que su provisión respondan a los principios de obligatoriedad, generalidad, uniformidad, eficiencia, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad y calidad. El Estado dispondrá que los precios y tarifas de los servicios públicos sean equitativos, y establecerá su control y regulación.*



En el Título VII sobre el régimen del buen vivir, capítulo segundo sobre biodiversidad y recursos naturales, sección séptima sobre biosfera, ecología urbana y energías alternativas, Art. 413, se establece que *el Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua.*

En el Art. 414, de la misma sección, capítulo y título, se determina que *el Estado adoptará medidas adecuadas y transversales para la mitigación del cambio climático, mediante la limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero, de la deforestación y de la contaminación atmosférica; tomará medidas para la conservación de los bosques y la vegetación, y protegerá a la población en riesgo.*

En el Título VII sobre el régimen del buen vivir, capítulo segundo sobre biodiversidad y recursos naturales, sección cuarta sobre recursos naturales, Art. 408, se establece que *son de propiedad inalienable, imprescriptible e inembargable del Estado los recursos naturales no renovables y, en general, los productos del subsuelo, yacimientos minerales y de hidrocarburos, substancias cuya naturaleza sea distinta de la del suelo, incluso los que se encuentren en las áreas cubiertas por las aguas del mar territorial y las zonas marítimas; así como la biodiversidad y su patrimonio genético y el espectro radioeléctrico.*

También se establece que *estos bienes sólo podrán ser explotados en estricto cumplimiento de los principios ambientales establecidos en la Constitución, y, que el Estado garantizará que los mecanismos de producción, consumo y uso de los recursos naturales y la energía*



preserven y recuperen los ciclos naturales y permitan condiciones de vida con dignidad.

2.1.2. LEYES VIGENTES SOBRE ENERGÍA Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

En el año 2007, la Subsecretaría de Electricidad, parte de la estructura del entonces Ministerio de Energía y Minas, se convirtió en el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), asignándole las funciones de rectoría, planificación, control y desarrollo del sector eléctrico, y, del desarrollo de las energías renovables en el país.

Para cumplir con su cometido, el MEER cuenta con un entorno legal que incluye:

Ley de Regulación del Sector Eléctrico y su reglamento

La Ley de Regulación del Sector Eléctrico (LRSE), data del año 1996 aunque con modificaciones posteriores. La LRSE contiene normas relacionadas con la estructura del sector eléctrico y de su funcionamiento.

En el capítulo IX de la LRSE, se especifica la necesidad de fomentar el desarrollo y uso de recursos energéticos no convencionales, y, se califica al desarrollo energético no convencional como prioritario en la asignación de recursos del Fondo de Electrificación Rural y Urbano Marginal (FERUM).

La LRSE, establece que el Consejo Nacional de Electrificación (CONELEC), es el organismo encargado de dictar las normas aplicables para el despacho de la electricidad producida con energías no convencionales tendiendo a su aprovechamiento y prioridad.



El reglamento general, establece los procedimientos generales para la aplicación de la LRSE en la actividad de generación, y en la prestación de los servicios públicos de transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica, necesarios para satisfacer la demanda nacional, mediante el aprovechamiento óptimo de los recursos naturales.

Regulación Nº CONELEC – 009/06

Esta regulación, vigente desde 2007, establece los precios de la energía producida con recursos energéticos renovables no convencionales.

Sobre electrificación rural

La normativa relativa a la electrificación rural está incluida en la LRSE, en la que se especifica que el Estado promoverá los proyectos de desarrollo de electrificación rural y urbano - marginal, y, las obras de electrificación destinadas a la provisión de agua potable. Además se establece el Fondo de Electrificación Rural y Urbano - Marginal (FERUM).

Las normas generales que deben observarse para la planificación y aprobación de proyectos y para la ejecución de obras que se financien con los recursos económicos del FERUM están definidas en el “Reglamento para la Administración del Fondo de Electrificación Rural-Urbano Marginal” [8].



2.1.3. RESOLUCIONES MINISTERIALES Y ACCIONES MINISTERIALES SOBRE ENERGÍA Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

En el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable

De acuerdo al Estatuto Orgánico de Gestión por Procesos del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), publicado en el Registro Oficial No 146, del 13 de mayo del 2011, en el Art. 32, relacionado a la Dirección de Eficiencia Energética, numeral II, literal f, se establece que el MEER es el único ente en el país con la atribución y responsabilidad de “establecer estándares de uso eficiente de energía para las distintas instalaciones y emitir certificados de eficiencia energética en entidades públicas y privadas que los cumplan”[9].

El estudio *Políticas y Estrategias para el Cambio de la Matriz Energética del Ecuador*, dio inicio al sistema permanente de planificación energética del MEER, bajo cuyo amparo se ha realizado una serie de iniciativas como:

- Definición de la tarifa de la dignidad. Medida dirigida a los hogares con bajo consumo de energía.
- Cambio de la matriz energética. El objetivo principal de esta iniciativa es la transformación de la actual matriz energética del Ecuador a un modelo, en el que la energía hidroeléctrica se convierta en la principal forma de energía disponible a nivel nacional, reduciendo el uso de combustibles fósiles.
- Programa Eurosolar. El objetivo específico de este programa, financiado en su mayor parte por la Comisión Europea, es proporcionar a las comunidades rurales beneficiarias, privadas del acceso a la red eléctrica, una fuente de energía eléctrica renovable para uso estrictamente comunitario.



- Sustitución de focos incandescentes por focos ahorradores. Esta iniciativa implicó la sustitución de seis millones de focos incandescentes por luminarias fluorescentes compactas de luz cálida o fría, a nivel nacional.
- Construcción de centrales hidroeléctricas de alta potencia. Con el objetivo de aumentar el aprovechamiento del potencial hidráulico ecuatoriano, el MEER puso en marcha una cantidad importante de proyectos hidroeléctricos de alta potencia, como el de Coca Codo Sinclair (1.500MW), Soplador (500MW), Mazar (160MW), Baba (42MW), etc.
- Proyectos de electrificación rural. En el sector de la electrificación rural, además del Programa Euro-Solar, se han desarrollado otros proyectos de sistemas solares fotovoltaicos residenciales en la provincia de Esmeralda, en Napo, y, en la Isla Santay.
- Programa de eficiencia energética en edificios públicos. Este programa promueve el ahorro de energía en edificios públicos, y, fue adoptado mediante Decreto Ejecutivo No. 1681, publicado en el Registro Oficial el 4 de mayo del 2009. El objetivo primordial es diagnosticar los índices de consumo energético de los inmuebles e identificar las oportunidades de ahorro, para una posterior implementación de sistemas de bajo consumo de energía [10].

Por otra parte, el MEER y el Instituto Nacional de Normalización (INEN), han desarrollado algunas normas y reglamentos en el tema de energía y eficiencia energética:

- RTE INEN 035:09 Eficiencia energética en artefactos de refrigeración de uso doméstico. Reporte de consumo de energía, métodos de prueba y etiquetado
- NTE INEN 2511:09 Eficiencia energética en cámaras de refrigeración instaladas en vehículos automotores. Requisitos



- NTE INEN 2567:2010 Eficiencia energética en cocinas de inducción de uso doméstico. Requisitos
- NTE INEN 2506:09 Eficiencia energética en edificaciones. Requisitos
- NTE INEN 2498:09 Eficiencia energética en motores eléctricos estacionarios. Requisitos
- NTE INEN 2495:09 Eficiencia energética para acondicionadores de aire de uso doméstico. Requisitos
- RTE INEN 036:2010 Eficiencia energética. Lámparas fluorescentes compactas. Rangos de desempeño energético y etiquetado
- NTE INEN 1000:09 1R Elaboración adopción y aplicación de reglamentos técnicos ecuatorianos, RTE INEN

La norma NTE INEN 2506:09 sobre eficiencia energética en edificaciones, tiene por objetivo establecer los requisitos para reducir a límites sostenibles el consumo de energía en un edificio, y, lograr que al menos una parte del consumo sea cubierto por energía de fuentes renovables. La norma se aplica a edificios de nueva construcción, y, a edificios cuyas modificaciones, reformas o rehabilitaciones sean superiores al 25% del envoltorio del edificio, con algunas excepciones.

[11]

El reglamento RTE INEN 036:2010 sobre eficiencia energética en lámparas fluorescentes compactas, tiene por objetivo establecer la eficacia mínima energética, y, las características de la etiqueta informativa (en cuanto a la eficacia energética) de las lámparas fluorescentes compactas de construcción modular, para uso con balastos electrónicos o electromagnéticos, y, de las lámparas fluorescentes compactas de construcción integral para uso con balasto electrónico. Adicionalmente, regula el contenido de la etiqueta de consumo de energía, a fin de prevenir los riesgos para la seguridad, la



salud, el medio ambiente, y, prácticas que pueden inducir a error a los usuarios de la energía eléctrica. [12]

En la Dirección Nacional de Hidrocarburos

La Secretaría de Hidrocarburos, adscrita a la Dirección Nacional de Hidrocarburos, informó que no existe normativa ni legislación sobre el uso eficiente de combustibles en el país.

2.1.4. ORDENANZAS SOBRE ENERGÍA Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

En el Gobierno Provincial de Loja

En el Departamento de Medioambiente y de Planificación del Gobierno Provincial de Loja, se explicó que no existe normativa provincial sobre eficiencia energética.

En el Gobierno Local de Loja

De acuerdo a la información proporcionada por el Departamento de Medioambiente y de Planificación del I. Municipio de Loja, en el cabildo no existe ningún tipo de ordenanza relacionada a la eficiencia energética.

2.1.5. NORMATIVA DEL PROVEEDOR LOCAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA

En lo que respecta a la EERSSA, en la Dirección de Planificación, se señaló que la única experiencia de la empresa con el tema, se relaciona a los programas de eficiencia energética conjuntos con el gobierno ecuatoriano, como es el caso de la campaña para el cambio de focos



incandescente por focos ahorrados en el hogar, y, el cambio de luminarias de mercurio por luminarias de sodio en la iluminación pública.

2.1.6. CONCLUSIÓN: MARCO LEGAL PARA LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO

Para efectos del trabajo planificado, la evaluación de la eficiencia energética en el Campus de la UTPL, se realizará sobre la base de la norma NTE INEN 2506:09, y, se complementará con las recomendaciones del código internacional de conservación de la energía DOE 2009. Estos instrumentos normativos y legales, se describen en el tercer apartado de este trabajo.

2.2. IDENTIFICACIÓN DE LAS PRINCIPALES FUENTES DE ENERGÍA UTILIZADAS EN EL CAMPUS SAN CAYETANO DE LA UTPL

El segundo paso en la evaluación energética, consiste en identificar las mayores fuentes de energía utilizadas en la organización en la que se pretende implementar la norma ISO/FDIS 50001.

En el Campus San Cayetano de la UTPL, la energía se utiliza en tres formatos: energía eléctrica, energía de GLP, y, energía de otros derivados del petróleo.

2.2.1. USO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL CAMPUS

El pago por consumo de energía eléctrica, representa por más, el principal rubro de inversión en cuanto energía se refiere. La energía eléctrica se utiliza principalmente en iluminación y fuerza (aire acondicionado, computadores, motores, etc.).



La Fig.2.1, muestra la evolución proyectada y real del consumo de energía eléctrica en el Campus UTPL, en los últimos años. La tabla 2.2, muestra los pagos anuales efectuados por consumo de energía eléctrica entre el 2008 y el 2010. Es importante señalar la disminución de la tarifa de energía eléctrica, de acuerdo a las políticas establecidas por el Gobierno nacional. Esta situación, y, las medidas de eficiencia adoptadas, permitieron que ante el crecimiento de potencia instalada en el Campus, el consumo de energía se mantenga en un rango, y, que los pagos disminuyan (ver Fig.2.2)

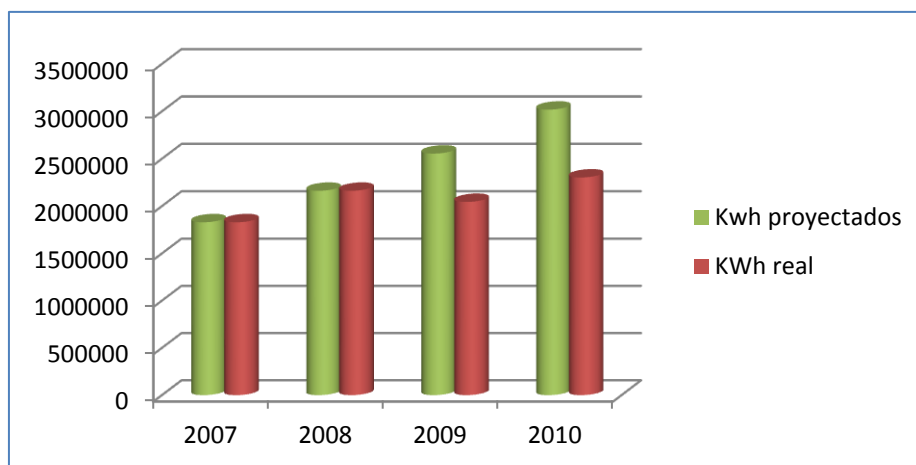


Fig. 2.1 Evolución del consumo de energía eléctrica el Campus UTPL en los años 2007 - 2010.
Grupo de energía UTPL, 2010

Tabla 2.2
Evolución del consumo de energía eléctrica en el
Campus San Cayetano de la UTPL

Año	Consumo (KWh)	Pago (USD)
2008	2162167	319507,51
2009	2044928	226214,87
2010	2302620	226940,54

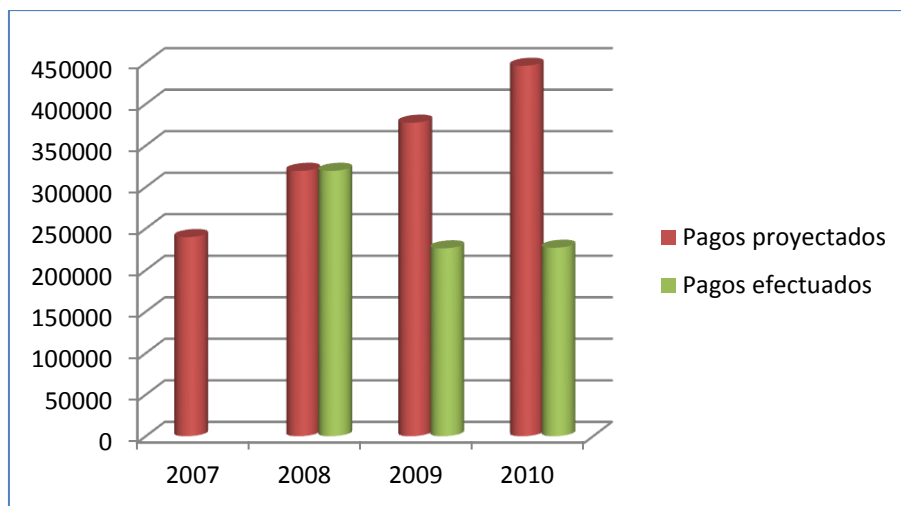


Fig. 2.2 Evolución de los pagos por consumo de energía eléctrica en el Campus UTPL, años 2007 - 2010.
Grupo de energía UTPL, 2010

De acuerdo a la potencia instalada en cada edificio del Campus (ver tabla 2.3), el mayor consumo de energía eléctrica se espera en el denominado edificio UPSI. La tabla 2.4 y la Fig. 2.3, reflejan el consumo de energía del edificio y el pago efectuado entre los años 2008 – 2010.

Tabla 2.3
Potencia eléctrica instalada en el Campus San Cayetano de la UTPL, mayo 2011

Edificio	Potencia instalada (KVA)
UPSI	300
Bellas Artes	30
Modalidad Abierta	100
Bodega	10
Cafetería	75
Administración Central	125
Cerámica UCG	180
Laboratorios	250
Lácteos Productos Naturales	75
Centro de Convenciones Editorial	200
A/C Centro de Convenciones	112,5
Alumbrado Público	15
Octógono Polideportivo Museo	250



Tabla 2.4
Evolución del consumo de energía eléctrica edificio UPSI

Año	Medidor 31507		Medidor 32008		Totales	
	Consumo (KWh)	Pago (USD)	Consumo (KWh)	Pago (USD)	Consumo (KWh)	Pago (USD)
2008	429236	83860,17	98854	13577,89	528090	97438,06
2009	439853	57629,73	103925	10836,08	543778	68465,81
2010	583131	55397,66	17917	1658,05	601048	57055,71

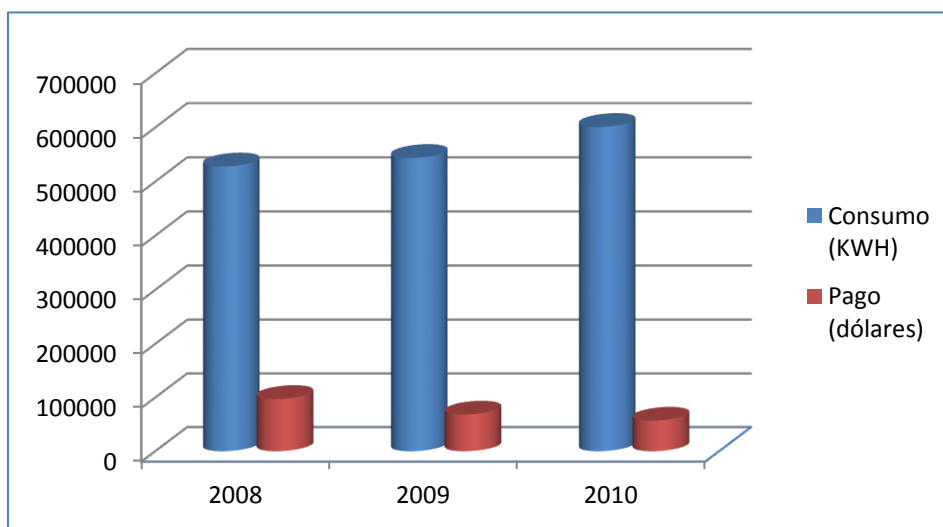


Fig. 2.3 Evolución de los pagos por consumo de energía eléctrica en el edificio UPSI del Campus UTPL, años 2008 - 2010. Grupo de energía UTPL, 2011

El consumo de energía eléctrica en el edificio UPSI, representa un 26% del consumo total de la UTPL, tal como lo muestran la tabla 2.5, y, la Fig. 2.4.

Tabla 2.5
Consumo del edificio UPSI en relación porcentual al consumo total de la UTPL

Año	Consumo del Campus (KWH)	Consumo del Edificio UPSI (KWH)	Porcentaje (%)
2008	2162167	528090	24,42
2009	2044928	543778	26,59
2010	2302620	601048	30,08

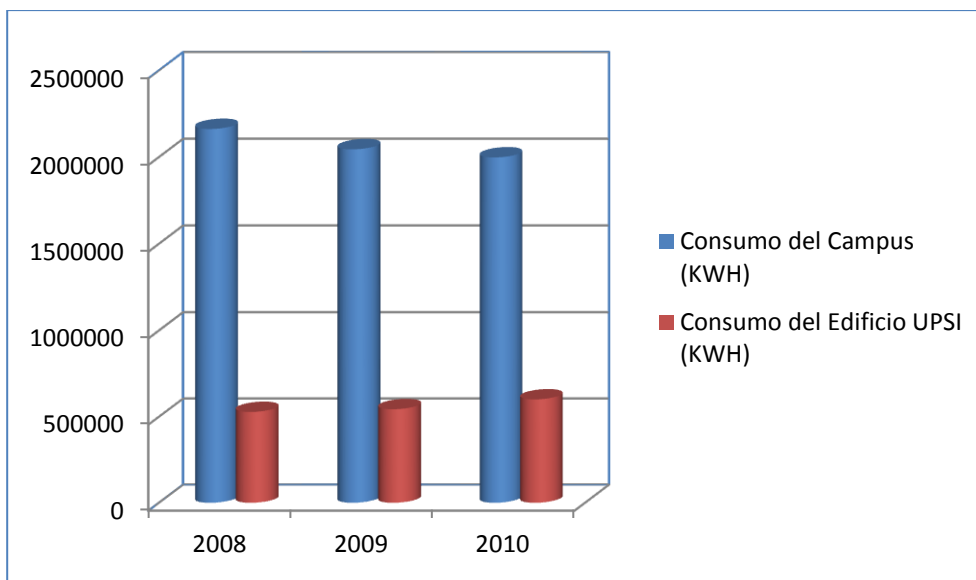


Fig. 2.4 Evolución del consumo de energía eléctrica del edificio UPSI en forma porcentual respecto al consumo total del Campus UTPL, años 2008 - 2010. Grupo de energía UTPL, 2011

Por lo descrito, el análisis de eficiencia energética (para energía eléctrica), se centrará en el edificio UPSI, para extenderse hacia otros en futuras fases.

2.2.2. USO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO EN EL CAMPUS

El gas licuado de petróleo (GLP) se utiliza, en la cafetería, en la Planta de Cerámica (CERART), y, en algunos laboratorios.

En la Cafetería de la UTPL, el GLP se utiliza para cocción de alimentos, calentamiento de agua sanitaria, panificación, y, otros. La tabla 2.6, resumen el consumo de GLP y los pagos efectuados por ese concepto entre los años 2008 y 2010.

En CERAT, el GLP se utiliza en una secadora y en el horno principal. La tabla 2.7, resume el consumo anual de GLP.



Tabla 2.6
Consumo anual de GLP en la cafetería UTPL

Año	Consumo(Kg)	Pago(USD)
2008	10201,5	10600,27
2009	11309,37	7048,4
2010	10225,99	7972,54

Tabla 2.7
Consumo anual de GLP en la planta CERART

Año	Consumo(Kg)	Pago(USD)
2008	17280	18048
2009	16155	10979
2010	26481	22607

En el marco de este trabajo, se analizará la eficiencia en el consumo de GLP en las dos dependencias.

2.2.3.USO DE OTROS DERIVADOS DEL PETRÓLEO EN EL CAMPUS

El consumo de otros derivados del petróleo está ligado a la alimentación de grupos electrógenos, y, al abastecimiento de la flota de transporte de la universidad. Se utiliza principalmente gasolina y diesel.

Con gasolina, se abastece un parque automotor conformado por 1 camioneta, 15 vehículos, y, una estación agroecológica.

Con diesel, se abastece un parque automotor conformado por 10 buses, 2 camiones, 5 furgonetas, 3 tanqueros, 4 vehículos, 1 ambulancia, 1 retroexcavadora, y, 1 tractor.

Adicionalmente, con diesel se abastece el conjunto de grupos electrógenos con los que cuenta la UTPL, cuyo detalle se presenta en la tabla 2.8.



Tabla 2.8
Grupos electrógenos existentes en la UTPL

Dependencia/acometida	Transformador	Generador
Bodega	X	
Planta Lácteos -Naturales	X	x
Planta Cerámica UCG	X	x
Laboratorios	X	
UPSI	X	x
Central	X	x
Cafetería	X	x
Abierta	X	
Aire Acondicionado -Convenciones	X	x
Centro convenciones - Editorial	X	
Bloques de aulas	X	x
Octógono	X	x
Polideportivo	X	
Museo	X	
Alumbrado público	X	
Hospital UTPL	X	x

En la tabla 2.9, se muestra el consumo anual de otros derivados del petróleo en el Campus UTPL, entre el año 2008 y el 2010.

Tabla 2.9
Consumo anual de combustible en la UTPL

Año	Pago por consumo de diesel(USD)	Pago por consumo de gasolina(USD)
2008	41488,03	16146,14
2009	44144,33	13433,26
2010	40839,95	11318,69

En el marco de este trabajo, se analizará la eficiencia en el consumo de gasolina y diesel.



CAPÍTULO III

NORMATIVA ENERGÉTICA

En este capítulo, se describe las normas y códigos potencialmente aplicables a la evaluación de la gestión de energía en el Campus de la UTPL:

- Norma NTE INEN 2506:09, sobre eficiencia energética en edificaciones.
- Reglamento RTE INEN 036:2010, sobre eficiencia energética en lámparas fluorescentes compactas.
- Código Internacional de Conservación de la Energía DOE 2009.

3.1. NORMA NTE INEN 2506:09, SOBRE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIONES

El objetivo de esta norma [13], es establecer los requisitos para reducir a límites sostenibles el consumo de energía en un edificio, y, lograr que al menos una parte del consumo sea cubierto por energía de fuentes renovables.

La norma se aplica a edificios de nueva construcción, y, a edificios cuyas modificaciones, reformas o rehabilitaciones sean superiores al 25% del envoltorio del edificio, con excepción de:

- Edificios y monumentos protegidos oficialmente por ser parte de un entorno declarado, o, en razón de su particular valor arquitectónico o histórico.
- Construcciones provisionales con un plazo previsto de utilización igual o inferior a dos años.
- Edificios utilizados como lugares de culto y para actividades religiosas.
- Instalaciones industriales, talleres y edificios agrícolas no residenciales.
- Edificaciones que por sus características de utilización deban permanecer abiertas.



3.1.1. REQUISITOS ESPECÍFICOS QUE ESTABLECE LA NORMA NTE INEN 2506:09, SOBRE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIONES

Aislamiento térmico en la envolvente del edificio. La envolvente de los edificios limitará adecuadamente la demanda energética necesaria para alcanzar el confort térmico en función de:

- a) Clima y uso del edificio.
- b) Características de aislamiento e inercia, permeabilidad al aire y exposición a la radiación solar de materiales usados en la construcción de cubiertas, paredes y ventanas del edificio.

Adecuada forma y orientación del edificio. La forma de un edificio interviene de manera directa en el aprovechamiento climático del entorno, a través de dos elementos básicos: la superficie y el volumen. Se debe tomar en cuenta el cálculo del factor de forma, de acuerdo a la expresión (3.1), y, en correspondencia a los valores establecidos en la tabla 3.1.

$$f = \frac{S}{V} \quad (3.1)$$

En dónde,

S, es la superficie total del edificio, m²

V, es el volumen encerrado por la superficie total del edificio, m³

Tabla 3.1
Factor de forma

Factor de forma (f)	Zona climática*
0,5 < f < 0,8	Templada
f > 1,2	Cálida

* Publicación INEN: asoleamiento y sus aplicaciones para el diseño climatológico de la vivienda en el Ecuador



Iluminación eficiente. Los edificios dispondrán de:

- a) Instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus usuarios, y, que cumplan con el reglamento técnico ecuatoriano RTE-INEN-036 de eficiencia energética, lámparas fluorescentes compactas, rangos de desempeño energético, y, etiquetado. Además, el valor de la eficiencia energética de una instalación (VEEI) en cada zona del edificio, no debe superar los valores consignados en las tablas 3.2 y 3.3.

Tabla 3.2
VEEI máximo para zonas de no representación

Zona de actividad diferenciada	VEEI máximo (W/m ²)
Administración general	3,5
Andenes de estación de transporte	3,5
Salas de diagnóstico	3,5
Pabellones de exposición o ferias	3,5
Aulas y laboratorios	4,0
Habitaciones de hospital	4,5
Zonas comunes	4,5
Almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	5,0
Aparcamientos	5,0
Espacios deportivos	5,0

Tabla 3.3
VEEI máximo para zonas de representación

Zona de actividad diferenciada	VEEI máximo (W/m ²)
Administración general	6,0
Estaciones de transporte	6,0
Supermercados, hipermercados y almacenes	6,0
Bibliotecas, museos y galerías de arte	6,0
Zonas comunes en edificios residenciales	7,5
Centros comerciales	8,0
Hostelería y restauración	10,0



Tabla 3.3
VEEI máximo para zonas de representación. Continuación...

Zona de actividad diferenciada	VEEI máximo (W/m ²)
Religioso en general	10,0
Salones de acto, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias	10,0
Tiendas y pequeño comercio	10,0
Zonas comunes	10,0
Habitaciones de hoteles, hostales, etc.	12,0

El valor de eficiencia energética de una instalación (VEEI) de iluminación de una zona por cada 100 lux, se determinará mediante la expresión (3.2):

$$VEEI = \frac{Px100}{S_i x E_m} \quad (3.2)$$

En dónde,

P, es la potencia total instalada en lámparas más los equipos auxiliares, W

S, es la superficie iluminada, m²

E_m , es la iluminancia media horizontal mantenida, lux

b) Sistemas de control que permitan ajustar el encendido a la ocupación real de la zona:

- Toda zona dispondrá al menos de un sistema de encendido y apagado manual, cuando no disponga de otro sistema de control, no aceptándose los sistemas de encendido y apagado en tableros eléctricos como único sistema de control.



- Las zonas de uso esporádico dispondrán de un control de encendido y apagado por sistema de detección de presencia o sistema de temporización.
- c) Sistemas de aprovechamiento de luz natural, los mismos que se instalarán en la primera línea paralela de luminarias situadas a una distancia inferior a 3,00 m de la ventana, y, en todas las situadas bajo un lucernario, en los siguientes casos:
- En zonas de representación y no representación que cuenten con cerramientos acristalados al exterior.
 - En todas las zonas de representación y no representación que cuenten con cerramientos acristalados a patios o atrios

Uso de energías renovables. En edificios de nueva construcción, y, en la rehabilitación de edificios existentes, se debe cumplir:

- a) Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria. En edificios de cualquier uso, en los que exista una demanda de agua caliente sanitaria y/o climatización de piscina cubierta, se deberá proveer un porcentaje de contribución solar mínima anual, en función de:
- Nivel de demanda de agua caliente sanitaria
 - Tipo de fuente energética de apoyo
 - Condición climática
- b) Contribución mínima fotovoltaica de energía eléctrica. Los edificios de usos indicados, a los efectos de esta sección, que superen los límites de aplicación establecida en la tabla 3.4, incorporarán sistemas de captación y transformación de energía solar por procedimientos fotovoltaicos. La incorporación de mencionado sistema de captación y



transformación de energía solar, deben regirse a las normas técnicas ecuatorianas vigentes para colectores solares y sistemas fotovoltaicos.

Tabla 3.4
Límites de aplicación

Tipo de uso	Límite de aplicación
Hipermercado	5 000 m ² construidos
Multitienda y centros de ocio	3 000 m ² construidos
Bodegas	10 000 m ² construidos
Administrativos	4 000 m ² construidos
Hoteles y hostales	100 camas
Hospitales y clínicas	100 camas
Pabellones de recintos feriales	10 000 m ² construidos

La construcción de ventanas simples, con doble vidrio y con tres vidrios para el aprovechamiento de la energía solar en edificaciones debe cumplir con la norma ISO 9050.

3.1.2. REQUISITOS COMPLEMENTARIOS QUE ESTABLECE LA NORMA NTE INEN 2506:09, SOBRE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIONES

La contribución solar mínima para agua caliente sanitaria, y, la contribución mínima fotovoltaica de energía eléctrica, podrán disminuirse o suprimirse justificadamente en los siguientes casos:

- Cuando se cubran estas necesidades mediante el aprovechamiento de otras fuentes de energías renovables.
- Cuando el emplazamiento no cuente con suficiente acceso al sol por barreras externas al mismo y no se puedan aplicar soluciones alternativas.
- En rehabilitación de edificios, cuando existan limitaciones no subsanables derivadas de la configuración previa del edificio existente o de la normativa urbanística aplicable.



- En edificios de nueva planta, cuando existan limitaciones no subsanables derivadas de la normativa urbanística aplicable, que imposibiliten de forma evidente la disposición de la superficie de captación necesaria.
- Cuando así lo determine el órgano competente que deba dictaminar en materia de protección histórico-artística.

3.2. REGLAMENTO RTE INEN 036:2008, SOBRE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LÁMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS

El objetivo de este reglamento [14], es establecer la eficacia mínima energética y las características de la etiqueta informativa en cuanto a la eficacia energética de las lámparas fluorescentes compactas de construcción modular, para uso con balastos electrónicos o electromagnéticos, y a las lámparas fluorescentes compactas de construcción integral para uso con balasto electrónico. Adicionalmente especifica el contenido de la etiqueta de consumo de energía, a fin de prevenir los riesgos para la seguridad, la salud, el medio ambiente y prácticas que pueden inducir a error a los usuarios de la energía eléctrica.

Este Reglamento se aplica a:

- Lámparas fluorescentes compactas de construcción modular, para uso con balastos electrónicos o electromagnéticos, con potencia hasta 60 W, voltaje de red entre 110 V y 277 V, frecuencia nominal de 50 Hz o 60 Hz, bases rosca Edison.
- Lámparas fluorescentes compactas de construcción integral para uso con balasto electrónico con potencia hasta 60 W, voltaje de red entre 110 V y 277 V, frecuencia nominal de 50 Hz o 60Hz, bases rosca Edison.



3.2.1. REQUISITOS GENERALES DEL REGLAMENTO RTE INEN 036:2010, SOBRE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LÁMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS

Para declarar la eficiencia energética, las lámparas deben tener una etiqueta como la descrita en este Reglamento Técnico Ecuatoriano.

Ubicación. La etiqueta debe estar adherida o impresa en cualquiera de las caras externas del embalaje individual de las lámparas.

Permanencia. La etiqueta debe permanecer en el embalaje, por lo menos, hasta que el producto haya sido adquirido por el consumidor final.

Información

- a) La etiqueta de eficiencia energética debe marcarse de forma legible y contener como mínimo la información indicada (Ver Fig.3.1).
- b) Los numerales indicados con asterisco (*) pueden no ser incluidos en la etiqueta, excepto el literal f), el cual debe ser incluido o en la etiqueta o en el empaque:
 - Una leyenda que diga “ENERGÍA”
 - (*) Una leyenda en la parte superior de la barra indicadora del Rango A que diga “Más eficiente” y una leyenda en la parte inferior de la barra del rango G que diga “Menos eficiente”.
 - Siete barras indicadoras con denominación de arriba hacia abajo, de las letras A hasta G.
 - Una flecha que indique el rango al que pertenece el producto según el desempeño energético real.
 - (*) Una leyenda que diga “Índice de eficiencia energética”.



- El valor del índice de eficiencia energética, seguido de sus unidades (lm/W)
- NOTA: Este valor debe ser incluido en la etiqueta a menos que esté claramente especificado en el empaque o en producto.
- (*) Una leyenda que diga “Los resultados han sido obtenidos mediante la aplicación del método de ensayos descrito en _____” y enfrente un espacio para referencia de la Norma Técnica correspondiente.
- (*) Espacio reservado para información adicional.

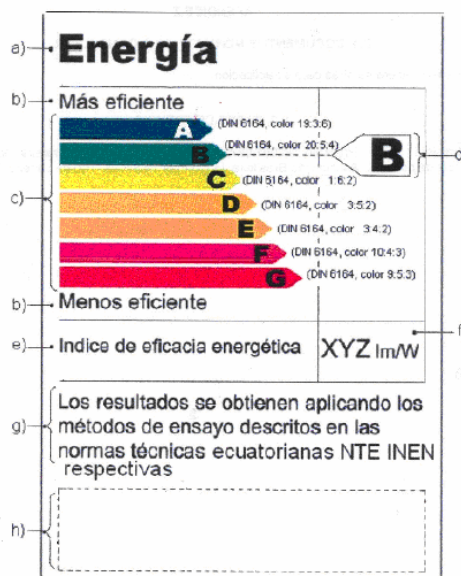


Fig. 3.1 Disposición e información de la etiqueta [14]

Rotulado

- a) El empaque primario de la lámpara debe contener la siguiente información:
- La marca registrada o nombre del fabricante
 - El modelo del producto
 - El tipo de producto y entre paréntesis su clasificación



- b) Todo producto debe tener la etiqueta descrita en el apartado sobre información.

Embalaje.

El embalaje individual debe contener como mínimo la siguiente información:

- Marca del fabricante
- Potencia, W
- Voltaje, V
- Flujo luminoso, lm
- Eficacia en lúmenes por vatio, lm/W, y
- Vida nominal declarada por el fabricante en horas.

3.2.2. REQUISITOS ESPECÍFICOS DEL REGLAMENTO RTE INEN 036:2010, SOBRE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LÁMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS

Etiquetado

- a) La etiqueta para declarar desempeño energético, debe estar de acuerdo con lo establecido en este Reglamento Técnico Ecuatoriano. Las figuras establecen los lineamientos generales a tener en cuenta.
- b) Dimensiones. El tamaño exterior de la etiqueta debe corresponder a cualquiera de los siguientes tamaños normalizados, de acuerdo con el tamaño del producto.

Duración. La vida media de una Lámpara Fluorescente Compacta no debe ser menor a 6000 horas.



Cantidad de mercurio. La cantidad de mercurio que incluya cada lámpara debe ser de un promedio no mayor a 5 mg por lámpara.

Flujo luminoso

- a) El flujo luminoso mínimo medido en cualquier unidad del lote de lámparas fluorescentes compactas, circulares y tubulares, inmediatamente después del periodo de envejecimiento (100 h), no debe ser menor al 90 % del flujo nominal declarado por el fabricante.
- b) El flujo luminoso mínimo medido en cualquier unidad del lote de lámparas fluorescentes compactas, circulares y tubulares, inmediatamente después de un periodo de envejecimiento de 2000 h, no debe ser menor al 80 % del flujo nominal declarado por el fabricante.

Potencia consumida. El valor de potencia medida bajo ensayo, no debe variar más de 15 % de la potencia declarada.

Eficacia mínima de las lámparas fluorescentes compactas

- a) Las lámparas fluorescentes compactas con o sin balastro integrado, deben tener una eficacia en concordancia con lo establecido en las tablas 3.5 y 3.6

Tabla 3.5
Lámparas fluorescentes compactas con balastro integrado (sin envoltente)

Rangos de potencia	Eficacia mínima (lm/W)
Menor o igual a 7W	41
Mayor de 7W y menos o igual a 10W	45
Mayor de 10W y menos o igual a 14W	46
Mayor de 14W y menos o igual a 18W	48
Mayor de 18W y menos o igual a 22W	52
Mayor de 22W	57



Tabla 3.6
Lámparas fluorescentes compactas con
balastro integrado (con envoltente

Rangos de potencia	Eficacia mínima (lm/W)
Menor o igual a 7W	31
Mayor de 7W y menos o igual a 10W	35
Mayor de 10W y menos o igual a 14W	36
Mayor de 14W y menos o igual a 18W	41
Mayor de 18W y menos o igual a 22W	45
Mayor de 22W	45

Factor de potencia

- El factor de potencia mínimo aceptable para las lámparas compactas con balastro integrado debe ser de $0,5 \pm 0,05$.
- Cuando una lámpara integrada es declarada por el fabricante como de alto factor de potencia, este no debe ser menor que $0,92 \pm 0,05$.

Potencia. El valor de potencia medida bajo ensayo no debe variar más de 15 % de la potencia declarada.

Rangos de desempeño energético y eficacia mínima. Para definir la clasificación de desempeño energético para lámparas, se debe considerar que:

La **clasificación es A**, para lámparas fluorescentes sin balastro integrado, si: $P \leq (0,15\sqrt{L}) + 0,0097$. Para las demás lámparas fluorescentes, si: $P \leq (0,24\sqrt{L}) + 0,0137L$. En dónde:

P, es la potencia de la lámpara, en vatios (W)

L, es el flujo luminoso de la lámpara, en lúmenes (lm)

Para la **clasificación desde B hasta G**, se debe calcular el índice de eficiencia energética "I", a través de la expresión (3.3):



$$I(\%) = \frac{P}{P_r} \cdot 100 \quad (3.3)$$

En dónde,

$$P_r = 0,88\sqrt{L} + 0,049L \quad \text{para } L > 34lm$$

$$P_r = 0,2L \text{ para } L \leq 34lm$$

P , es la potencia de la lámpara, en vatios (W)

P_r , es la potencia de referencia, (W)

P_r , es el flujo luminoso de la lámpara, en lúmenes (lm)

La clase de eficiencia correspondiente se obtiene de la tabla 3.7.

Tabla 3.7
Clase de eficiencia

Rango	Condición
B	$I \leq 60\%$
C	$60\% < I \leq 80\%$
D	$80\% < I \leq 95\%$
E	$95\% < I \leq 110\%$
F	$110\% < I \leq 120\%$
G	$I > 130\%$

Índice de rendimiento de color. Una Lámpara Fluorescente Compacta debe tener un índice de rendimiento de color no menor al 80 % del que presenta a potencia nominal, comparado con una fuente de luz incandescente patrón. La lectura inicial del índice general de rendimiento de color R_a de una LFC, no debe ser menor que el valor asignado dividido para tres.



3.3. CÓDIGO INTERNACIONAL DE CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA DOE 2009

3.3.1. DETERMINACIÓN DE LA ZONA INTERNACIONAL DE CLIMA DE ACUERDO AL CÓDIGO INTERNACIONAL DE CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA DOE 2009

El Código Internacional de Conservación de la Energía DOE 2009 [15], define las zonas internacionales de clima, conforme a lo mostrado en la tabla 3.8.

Tabla 3.8
Definición de las zonas internacionales de clima

Principales definiciones: tipo de clima
<p>Marino (C). Definición: Se denomina <i>marino</i> (marine) al clima de aquellos lugares que se encuentran dentro de los cuatro criterios siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. La temperatura media en los meses más fríos, entre -3°C (27°F) y 18°C (65°F) 2. La temperatura media del mes más caluroso es $< 22^{\circ}\text{C}$ (72°F) 3. Al menos cuatro meses con temperaturas medias de los 10°C (50°F) 4. El verano es la estación seca. El mes con la precipitación más alta en la temporada fría, tiene al menos tres veces más precipitación que el mes con la precipitación más baja en el resto del año. La estación fría comprende de octubre hasta marzo, en el Hemisferio Norte, y, de abril a septiembre, en el Hemisferio Sur.
<p>Seco (B). Definición: Se denomina <i>seco</i> (dry) al clima de aquellas localidades, que cumplen con los criterios siguientes:</p> <p>No pertenecen al clima marino (C) y la precipitación anual P_{in} (en pulgadas) $P_{in} < 0.44 \times (TF - 19.5)$ ($P_{cm} < 2.0 \times (TC + 7)$ <i>para unidades SI</i>), en dónde T es la temperatura anual promedio.</p>
<p>Húmedo (A). Definición: Se denomina <i>húmedo</i> (moist) al clima de lugares que no son marinos ni secos.</p>
<p>Cálido - húmedo. Definición: Se denomina <i>cálido - húmedo</i> (warm-humid) al clima de lugares húmedos (A), en los que cualquiera de las siguientes condiciones de temperatura de bulbo húmedo, se produzca durante los seis meses consecutivos más cálidos del año:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 67°P (19.4°C) o mayor para 3,000 o más horas; 2. 73°P (22.8°C) o mayor para 1,500 o más horas

De acuerdo al código DOE, la relación entre las unidades SI e IP de temperatura, está definida por la relación (3.4)

$$^{\circ}\text{C} = \frac{[(^{\circ}\text{F}) - 32]}{1.8} \quad (3.4)$$



El código DOE, define las zonas internacionales de clima, de acuerdo a los parámetros referidos en la tabla 3.9.

Tabla 3.9
Zonas internacionales de clima

Número de zona	Criterio térmico	
	Unidades IP	Unidades SI
1	$9000 < CDD500P$	$5000 < CDD10^{\circ}C$
2	$6300 < CDD500P \leq 9000$	$3500 < CDD10^{\circ}C \leq 5000$
3A y 3B	$4500 < CDD500P \leq 6300$ AND $HDD65^{\circ}P \leq 5400$	$2500 < CDD10^{\circ}C \leq 3500$ AND $HDD18^{\circ}C \leq 3000$
4A y 4B	$CDD500P < 4500$ AND $HDD65^{\circ}P \leq 5400$	$CDD10^{\circ}C < 2500$ AND $HDD18^{\circ}C \leq 3000$
3C	$HDD65^{\circ}P \leq 3600$	$HDD18^{\circ}C \leq 2000$
4C	$3600 < HDD65^{\circ}P \leq 5400$	$2000 < HDD18^{\circ}C \leq 3000$
5	$5400 < HDD65^{\circ}P \leq 7200$	$3000 < HDD18^{\circ}C \leq 4000$
6	$7200 < HDD65^{\circ}P \leq 9000$	$4000 < HDD18^{\circ}C \leq 5000$
7	$9000 < HDD65^{\circ}P \leq 12600$	$5000 < HDD18^{\circ}C \leq 7000$
8	$12600 < HDD65^{\circ}P$	$7000 < HDD18^{\circ}C$

La definición de la zona internacional del clima incluye calcular:

- Los grados días de calefacción(HDD), referidos a 65°F (18°C), y,
- Los grados días de refrigeración (CDD), referidos a 50°F (10°C).

Para esto, se aplica una metodología de tres pasos:

- Recopilación de información sobre temperaturas máximas y mínimas en la ciudad.
- Determinación de los grados día CDD y HDD, de la zona.
- Definición de la zona internacional de clima.

Temperaturas medias máximas y mínimas en la ciudad de Loja

De acuerdo a los datos proporcionados por la Estación Meteorológica de la Argelia, a través del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), durante los años 2008, 2009, y, 2010 [16], en la ciudad de Loja se registraron las temperaturas medias mínimas y máximas mostradas en las tablas 3.10-3.12.



Tabla 3.10
Temperaturas medias mínimas y máximas registradas en la ciudad de Loja en el año 2008

Mes	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)
Enero	20,4	12,5
Febrero	20	12,2
Marzo	21,8	11,7
Abril	21,7	11,9
Mayo	20,9	12
Junio	20,9	11,3
Julio	19,4	10,9
Agosto	20,7	10,2
Septiembre	20,8	11,8
Octubre	22,6	11,7
Noviembre	23,1	11,4
Diciembre	23	11,8

Tabla 3.11
Temperaturas medias mínimas y máximas registradas en la ciudad de Loja en el año 2009

Mes	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)
Enero	21	12,5
Febrero	20,8	12,6
Marzo	22,1	12,3
Abril	21,6	12,8
Mayo	21,9	11,9
Junio	20,7	12,13
Julio	19,8	12,3
Agosto	20,3	12,1
Septiembre	20,6	12,7
Octubre	22,9	12,2
Noviembre	23,2	11,1
Diciembre	23,2	12,3



Tabla 3.12
Temperaturas medias mínimas y máximas
registradas en la ciudad de Loja en el año 2010

Mes	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)
Enero	20,7	12,7
Febrero	21,7	13,4
Marzo	22,4	13,5
Abril	23,4	13,3
Mayo	22,7	13,2
Junio	20,6	12,9
Julio	22,6	11
Agosto	21,5	10,7
Septiembre	22,4	11,4
Octubre	23,3	11,5
Noviembre	22,8	10,2
Diciembre	22,3	11,6

Determinación de los grados día CDD y HDD, de la zona

Grados día de un periodo determinado de tiempo, se denomina a la suma (para todos los días de ese periodo de tiempo) de la diferencia entre una temperatura fija o base y la temperatura media del día, cuando esa temperatura media diaria sea inferior a la temperatura base [17].

Los grados día de refrigeración CDD, para la ciudad de Loja, para un año, se pueden determinar partiendo de la temperatura mínima promedio. De acuerdo a los datos existentes, entre el 2008 y el 2010, el promedio de temperaturas mínimas fue de 12,1166 °C. Entonces, los grados/día de refrigeración en la zona de Loja, se determinan de acuerdo a la expresión (3.5):

$$\frac{\text{Grados}}{\text{día}} = \frac{t_{\text{min.prom}} * N_{\text{días}} * N_{\text{meses}}}{2} \quad (3.5)$$

Por lo tanto, para un año, los grados días de refrigeración CDD de Loja son equivalentes a 2181.



Los grados días de calefacción HDD, para la ciudad de Loja, para un año, se determina a partir de la temperatura máxima promedio. Entre el 2008 y el 2010, el promedio de temperaturas máximas fue de 22,2°C. Entonces, los HDD de Loja son equivalentes a 3996.

Definición de la zona internacional del clima

Los CDD, ubican a Loja en la zona climática 4A, mientras que los HDD la colocan en la zona climática 5. Considerando que las estaciones no son plenamente definidas en la ciudad (zona 5) y que el clima que predomina en la ciudad se aproxima al cálido-húmedo (zona 4A), entonces se clasificó a la ciudad en la zona internacional de clima 4A.

Tabla 3.13

Zona climática internacional correspondiente para Loja

Zona climática Loja		
Número de zona	Criterio Térmico	
	Unidades IP	SI Unidades
4A	$CDD50^{\circ}F \leq 4500$	$CDD10^{\circ}C < 2500$

3.3.2. ADECUACIÓN DEL CÓDIGO INTERNACIONAL DE CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA DOE 2009, EN FUNCIÓN DE LA ZONA INTERNACIONAL DE CLIMA DEFINIDA PARA LOJA

En este apartado, se describe los requerimientos que el Código Internacional de Conservación de la Energía DOE 2009, señala sobre eficiencia energética en edificios comerciales, adecuados a la zona internacional de clima definida para la ciudad de Loja.

- **Sección 501, sobre eficiencia energética comercial**
 - **Alcance.** Los requisitos establecidos en este capítulo (sobre eficiencia energética en edificios comerciales) son aplicables a los edificios comerciales, o partes de los mismos. Para estos



edificios se aplican los requisitos de la Norma ASHRAE / IESNA 90.1 (estándar de energía para edificios), excepto para aquellos edificios residenciales de altura baja.

- **Aplicación.** Un proyecto de construcción comercial, debe cumplir con los requisitos establecidos en las secciones 502 (requisitos de la envolvente del edificio), 503 (construcción de sistemas mecánicos), 504 (servicios de calefacción del agua), y, 505 (energía eléctrica y sistemas de alumbrado) en su totalidad. Como alternativa, el proyecto de construcción comercial deberá cumplir con los requisitos de la norma ASHRAE / IESNA 90.1 en su totalidad.

Excepción. Se exceptúan los edificios que cumplan con los requisitos señalados en las secciones: Servicio de calentamiento de agua, Rendimiento total del edificio, Fuga de aire, Disposiciones aplicables a todos los sistemas mecánicos, Controles de iluminación, Cableado Tándem, Señales de salida, Iluminación exterior.

- **Sección 502, sobre requisitos de la envolvente de edificios**

- **General**

- **Aislamiento y criterios de la fenestración.** La envolvente térmica del edificio, deberá cumplir con los requisitos indicados en las tablas 3.14, y, 3.18, en base a la zona climática internacional especificada. Los edificios comerciales, o partes de ellos, albergan un grupo R de actividades que deberán utilizarse como referencia en la tabla 3.14. Para las actividades que no encierra el grupo R, se utilizará los valores R de la columna "todos los demás".



Edificios con una superficie de fenestración vertical o área de claraboya que, exceda el área permitida en la tabla 3.18, deberán cumplir con las disposiciones sobre la construcción de ASHRAE / IESNA 90.1.

- **V-factor alternativo.** Un ensamblado con un factor-U, factor-C, o factor-F igual o menor que el especificado en la tabla 3.15, se permite como una alternativa al valor-R en la tabla 3.14. Edificios comerciales, o partes de los edificios comerciales, que encierra el Grupo R de ocupaciones utilizará el factor-U, factor-C, o factor-F del "Grupo R" de la tabla 3.15. Edificios comerciales o partes de edificios comerciales que encierran otras ocupaciones del grupo R se utiliza el factor-U, factor-C o factor-F de la columna "todos los demás" de la tabla 3.15.
- o **Requisitos específicos de aislamiento.** Los ensamblajes opacos deberán cumplir con la tabla 3.14.
 - **Ensamblaje del techo.** La resistencia térmica mínima (valor-R) del material aislante instalado, ya sea entre la estructura del techo o de forma continua en el montaje del techo, se especifica en la tabla 3.14, basado en los materiales utilizados en el montaje del techo de la construcción.

Excepción. Ensamblajes de techo continuamente aislados, en los que el espesor del aislamiento varíe entre 1 pulgada (25 mm) o menos, y, en los que el área ponderada del factor-U sea equivalente a la misma del valor-R especificado en la tabla 3.14.



El aislamiento instalado en un techo falso, no se considerará parte de la resistencia térmica mínima del aislamiento del techo.

- **Clasificación de las paredes.** Paredes asociadas con la envolvente del edificio se clasifican:
 - **Paredes sobre el nivel.** Son las paredes que se encuentran en el exterior de la construcción o paredes que están más del 15% por encima del nivel.
 - **Paredes por debajo del nivel.** Son las paredes de sótanos o las asociadas con el exterior del edificio que, se encuentran por lo menos 85% por debajo del nivel.

Tabla 3.14
Requisitos para ensamblajes opacos

Zona climática	4, excepto la marina	
	Otros	Grupo-R
Techos		
Aislamiento completo de la cubierta	R-20ci	R-20ci
Construcciones de metal (con bloque térmico R-5 ^a .b)	R-13+R-13	R-19
Ático y otros	R-38	R-38
Paredes sobre el nivel		
Masa	R-9.5ci ^c	R-11.4ci
Construcciones de metal ^b	R-19	R-19
Marcos de metal	R-13+7.5	R-13+R-7.5 ci
Marcos de madera y otros	R-13	R-13+R-3.8ci
Paredes debajo del nivel		
Paredes debajo del nivel	NR	R-7.5ci
Pisos		
Masa	R-10ci	R-10.4ci
Viga / enmarcar (madera)	R-30	R-30
Pisos de losa		
Losa sin calefacción	NR	R-10 para 24" debajo
Calefacción por losa	R-15 para 24 in. debajo	R-15 para 24" debajo
Puertas opacas		
Balanceo	U - 0.70	U - 0.70
Roll-up o deslizamiento	U - 0.50	U - 0.50

ci, aislamiento continuo. NR, no se requiere.

- a. Cuando se utiliza el método de cumplimiento del valor-R, se requiere un bloque espaciador térmico, de lo contrario se utiliza el método de cumplimiento del factor-V. [Ver tablas 3.15 y 3.16].



- b. Las descripciones del ensamblado pueden encontrarse en la tabla 3.16.
 - c. R-5.7 ci se le permite ser sustituido con paredes de bloques de concreto que cumple con ASTM C 90, sin relleno o parcialmente rellenas en el centro en 32 pulgadas o menos verticalmente y 48 pulgadas o menos horizontalmente, con núcleos sin relleno llenos de material con una conductividad térmica máxima de 0.44 BTU-in./h-ft °F.
 - d. Cuando se calientan las losas se colocan por debajo del nivel. Por debajo del nivel las paredes deben cumplir con los requisitos de aislamiento exterior perimetral de acuerdo con la calefacción de la losa sobre el nivel de construcción.
 - e. Sistemas de viguetas de acero deben ser R-38.
-
- **Por encima del nivel de las paredes.** La resistencia térmica mínima (valor-R) del material aislante instalado se especifica en la tabla 3.14, basado en el tipo de estructura y en los materiales de construcción usados en el montaje de la pared. "Peso de las paredes " incluirá las paredes de un peso mínimo (1) de 35 libras por pie cuadrado (170 Kg/m²) de la superficie de la pared o (2) 25 libras por pie cuadrado (120 Kg/m²) de la superficie de la pared, si el peso del material no es más de 120 libras por pie cúbico (1900 Kg/m³).

 - **Por debajo del nivel de las paredes.** La resistencia térmica mínima (valor-R) del material aislante instalado sobre las paredes debajo del nivel que se especifica en la tabla 3.14, y, se extiende hasta una profundidad de 10 pies (3048 mm) por debajo del nivel del suelo.

 - **Pisos al aire libre o espacio no acondicionado.** La resistencia térmica mínima (valor-R) del material aislante instalado, ya sea entre la estructura del suelo o de forma continua en el montaje del piso será como se especifica en la tabla 3.14, basado en los materiales de construcción utilizados en el montaje del piso. "Pesos de los pisos" incluyen los pisos de un peso mínimo (1) 35 libras por pie cuadrado (170 Kg/m²) de la superficie, (2) 25 libras por pie cuadrado (120 Kg/m²) de la superficie del suelo, si el peso



del material no es más de 12 libras por pie cúbico (1.900 Kg/m³).

Tabla 3.15
Requisitos sobre el elemento opaco de la construcción factores u –max

Zona climática	4, excepto la marina	
	Otros	Grupo-R
Raíz		
Aislamiento completo de la cubierta	U-O.048	U-O.048
Construcciones de metal	U-O.OSS	U-O.OSS
Ático y otros	U-O.027	U-O.027
Paredes sobre el nivel		
Masa	U-O.104	U-O.090
Construcciones de metal	U-O.084	U-O.084
Marcos de metal	U-O.064	U-O.064
Marcos de madera y otros	U-O.089	U-O.064
Paredes debajo del nivel		
Paredes debajo del nivel	C-1.140	C-O.119
Pisos		
Masa	U-O.087	U-O.074
Enmarcado	U-O.033	U-O.033
Losa sobre el nivel de los pisos		
Losa sin calefacción	F-O.730	F-O.S40
Losa con calefacción	-	F-O.860

- a. Cuando se da la calefacción por losa se coloca debajo del nivel de las paredes, se debe cumplir con los requisitos del factor-F para aislar el perímetro.

Tabla 3.16
Envoltorio del edificio. Requisitos de ensamblajes opacos

Valores	Descripción	Referencia
Techos		
R-19	Techo con una sola capa de aislamiento de fibra de vidrio. Esta construcción es de bloques revestidos con aislamiento de fibra de vidrio perpendicular a las vigas. Un factor R-3, para un bloque separador térmico colocado sobre la correa y la cubierta del techo fijado a las vigas.	ASHRAE/IESNA 90.1
R-13 + R-13 R-13 + R-19	Techo permanente con costura de dos capas de aislamiento de fibra de vidrio. El primer valor de R es del aislante de fibra de vidrio cubierto por correas. R-13 + R-19, es el segundo valor para el aislamiento de fibra de vidrio sin revestir. Un mínimo valor de R-3 es para el bloque separador térmico que se coloca por encima de la correa / napa, y, para la cubierta del techo fijado a las vigas.	ASHRAE/IESNA 90.1
R-11 + R-19 Fe	Una barrera de vapor continua se instala por debajo de las correas y sin interrupciones los miembros del armazón. Las dos capas de aislamiento de fibra de vidrio sin revestir en la parte superior de la barrera de vapor, y se instalan en paralelo, entre las vigas. Un mínimo valor de R-3 para un bloque separador térmico que se coloca por encima de la correa /napa, y la cubierta del techo está fijado a las vigas.	ASHRAE/IESNA 90.1



Tabla 3.16
 Envoltente del edificio. Requisitos de ensamblajes opacos. Continuación...

Valores	Descripción	Referencia
Paredes		
R-16, R-19	Una sola capa de aislamiento de fibra de vidrio. La construcción tiene rollos con aislamiento de fibra de vidrio instalado verticalmente y comprimido entre los paneles de la pared de metal y la estructura de acero.	ASHRAE/IESNA 90.1
R-13 + R-S.6 ci R-19 + R-S.6 ci	El primer valor de R es el aislamiento de fibra de vidrio para rollos instalados perpendicularmente y comprimidos entre los paneles de la pared de metal y el enmarcado de acero. El segundo valor, es el valor-R de aislamiento rígido continuo instalado, entre el panel de la pared de metal y las estructuras de acero, o en el interior del enmarcado de acero.	ASHRAE/IESNA 90.1

- **Losas de cimentación.** La resistencia térmica mínima (valor-R) del aislamiento, en el perímetro de calefacción, sobre el nivel de los suelos, esta especificada en la tabla 3.14. El aislamiento debe ser colocado en los exteriores o en el interior de una pared del cimiento. El aislamiento se extiende hacia abajo, desde la parte superior de la losa a una distancia mínima, como se muestra en la tabla 3.16, o, en la parte superior, el que sea menor, o hacia abajo, al menos en la parte inferior de la losa y luego horizontalmente hacia el interior o exterior de la distancia total que se muestra en la tabla 3.16.
- **Puertas opacas.** Puertas opacas (puertas que tienen menos del 50% de la superficie acristalada) deberán cumplir los requisitos aplicables para las puertas como se especifica en la tabla 3.14, y, se considera como parte del área gruesa sobre el nivel de paredes que es parte de la envoltente del edificio.
- o **Fenestración (Prescriptiva).** La fenestración deberá cumplir con la tabla 3.18.



- **El área máxima.** El área de fenestración vertical (no incluyendo puertas opacas), no deberá superar el porcentaje del área de la pared especificado en la tabla3.18. El área del tragaluz, no podrá exceder el porcentaje de la zona del techo especificado en la tabla3.18.
- **Factor-Vmáximo y SHGC.** Para la fenestración vertical, el máximo factor-V, y, el coeficiente de ganancia de calor solar (SHGC,) serán como se especifica en la tabla3.18, sobre la base del factor de proyección de la ventana. Para claraboyas, el máximo factor-V, y, el coeficiente de ganancia de calor solar (SHGC,) serán los especificados en la tabla3.18.

El factor de proyección de la ventana se determinará de acuerdo con la Ecuación 3.6.

$$PF= A/B \quad (3.6)$$

En dónde:

PF, Factor de proyección (decimal).

A, Distancia medida horizontalmente desde el extremo continuo de cualquier voladizo.

B, Distancia medida verticalmente desde la parte inferior del vidrio en la parte inferior del voladizo.

- o **Fuga de aire (Obligatorio).**
 - **Ensamblaje de ventanas y puertas.** Las fugas de aire de ventanas y puertas ensambladas corredizas o giratorias que son parte de la envolvente del edificio, se determinarán de acuerdo con AAMA / WDMA / CSA 101/I.S.2/A440, o, NFRC



400, por un laboratorio acreditado e independiente, y, etiquetados y certificados por el fabricante.

- **Pared de cortina, ventanas, y, puertas de entrada a comerciales.** Pared de cortina, ventanas, y, puertas de entrada de cristal y giratorias, se someterán a prueba de fugas de aire de 1,57 libras por pie cuadrado (psf) (75 Pa), de conformidad con la norma ASTM E 283.

- **Sellado de la cubierta del edificio.** Las aberturas y penetraciones en la envolvente del edificio serán selladas con material de masilla, o, cerradas con sistemas de empalmes compatibles con los materiales de construcción y ubicación. Las articulaciones y las uniones serán selladas de la misma manera o con cinta adhesiva, o cubiertos con un material de embalaje para la humedad. Los materiales de sellado que abarca las articulaciones de la construcción deberán permitir la expansión y contracción de los materiales de construcción.

- **Limitación de la derivación de gas caliente.** Los sistemas de refrigeración no deberán utilizar derivación de gas caliente u otro sistema de control de presión del evaporador. La capacidad de la derivación de gas caliente se limitará, como se indica en la tabla 3.17.

Excepción. Los sistemas de envasado unitario con capacidad de refrigeración no superior a 90.000 BTU/ h (26 379 W).



Tabla 3.17

Máxima capacidad derivación de gas caliente

Capacidad nominal	Máxima capacidad de derivación de gas caliente(% de la capacidad total)
$\leq 240,000$ BTU/h	50%
$\geq 240,000$ BTU/h	25%

En el SI, 1 BTU / h es igual a 0,29 Vatios.

Tabla 3.18

Requisitos de la envolvente del edificio: fenestración

Zona climática	4, excepto la marina
Fenestración vertical(máximo 40% sobre el nivel de la pared)	
Factor-U	
Elaboración de materiales que no sean de metal con o sin refuerzo de metal o revestimiento	
Factor-V	0,40
Estructura metálica con o sin rotura de corte térmico	
Factor-U para pared de cortina	0,50
Factor-U puerta de entrada	0,85
Otros factor-V ^a	0,55
SHGC-todos los tipos de trama	
SHGC: PF < 0.25	0,40
SHGC: 0.25 \leq PF < 0.5	NR
SHGC: PF \geq 0.5	NR
Tragaluces (máximo 3%)	
Factor-V	0,60
SHGC	0,40

NR, no se requiere

PF, factor de proyección (véase la sección: Factor-Vmáximo y SHGC).

a. Todos los demás incluye ventanas que se abren, ventanas fijas y puertas de salida.

- **Vestíbulos.** Una puerta que separa el espacio acondicionado desde el exterior deberá estar protegida con un vestíbulo cerrado, con todas las puertas que se abren hacia y desde el vestíbulo, equipado con dispositivos de cierre automático. Los vestíbulos deberán estar diseñados de manera que al pasar por el vestíbulo, no es necesario abrir y cerrar una puerta al mismo tiempo.

Excepciones.

1. Edificios en las zonas climáticas 1 y 2.



2. Las puertas no destinadas a ser utilizados en un edificio como puerta de entrada, puertas de mecánica o salas de equipos eléctricos.
 3. Puertas que se abren directamente desde una unidad de descanso o cualquier unidad de la vivienda.
 4. Puertas que se abren directamente desde un espacio menor de 3,000 pies cuadrados (298 m²) en el área.
 5. Las puertas giratorias.
 6. Puertas que se utiliza principalmente para facilitar el movimiento vehicular o manejo de materiales y de personal.
- **Iluminación empotrada.** Luminarias empotradas instaladas en la envolvente termal del edificio deberán ser selladas para limitar fugas de aire entre los espacios condicionados y no acondicionados. Todas las luminarias empotrables deben tener clasificación IC y etiquetado ASTM E 283 cuando se prueba a 1,57 libras por pie cuadrado (75 Pa) de presión diferencial con no más de 2.0 pies cúbicos por minuto (0.944 l/s) de movimiento de aire desde el espacio acondicionado para la cavidad del techo. Todas las luminarias empotrables serán selladas con una junta o masilla entre el interior de la pared o el techo.
- **Sección 503, sobre construcción de sistemas mecánicos**
 - **General.** Sistemas mecánicos y equipos que abastecen las necesidades de la calefacción, refrigeración o ventilación del edificio deberán cumplir con la sección: Disposiciones aplicables a todos los sistemas mecánicos (en adelante, las disposiciones obligatorias):



1. Sistemas simples, o
 2. Sistemas complejos.
- o **Disposiciones aplicables a todos los sistemas mecánicos (Obligatorio).**
 - **Cálculo de las cargas de calefacción y refrigeración.** El cálculo de carga se determinará de conformidad con los procedimientos descritos en la Norma ASHRAE / ACCA 183.
 - **Equipos y dimensionamiento del sistema.** Las cargas de los equipos de calefacción, de refrigeración y la capacidad de los sistemas no deben exceder respecto a las cargas calculadas de acuerdo con la sección: Cálculo de las cargas de calefacción y refrigeración.

Excepciones.

1. Requerimientos de equipos en modo de espera y sistemas mejorados con controles y dispositivos, que operan de forma automática solo cuando el equipo principal no está en funcionamiento.
 2. Varias unidades del equipo con la misma capacidad superior a la carga de diseño y siempre con los controles que tienen la capacidad de operación de cada unidad sobre la base de carga.
- **Requisitos de HVAC de funcionamiento del equipo.** El equipo deberá cumplir con los requisitos mínimos de eficiencia de las tablas 3.19, 3.20, 3.21, 3.22, 3.23, 3.24 y 3.25 probados y clasificados de acuerdo con las pruebas aplicadas para el funcionamiento. La eficiencia se comprobará mediante la



certificación de un programa autorizado o, sino mediante las calificaciones de eficiencia de los equipos con el apoyo de los datos suministrados por el fabricante, los equipos deben cumplir todos los requerimientos señalados.

Excepción. Refrigeración centrífuga controlada por agua, los requisitos de eficiencia de refrigeración que se indican en la tabla 3.25 no están diseñados para su funcionamiento en el estándar ARHI 550/590, condiciones de prueba de salida del agua fría a 44°F (7°C), el flujo del condensador de agua deberá tener la carga máxima total y NPLV se debe ajustar con las siguientes ecuaciones:

Ajustar la carga máxima KW/ton valor = [total de carga KW/ton de la tabla 3.25] / K_{adj}

Ajuste máximo del valor NPLV = [IPLV de la tabla 3.25] / K_{adj}

En dónde:

$$K_{adj} = 6.174722 - 0.303668(X) + 0.00629466(X)^2 - 0.000045780(X)^3$$

$$X = DT_{std} + LIFT$$

$$DT_{std} = \{24 + [\text{carga total KW/ton de la tabla 3.25}] \times 6,83\} / \text{Flujo}$$

Flujo = Condensador de flujo de agua (GPM) / Capacidad de enfriamiento de carga total (toneladas)

$$LIFT = CEWT - CLWT \text{ (}^\circ\text{F)}$$

CEWT = condensador de carga completa al entrar agua a una temperatura ($^\circ\text{F}$)

CLWT = condensador de carga completa, la temperatura de salida del agua enfriada ($^\circ\text{F}$).



Los valores ajustados a carga completa y los valores NPLV son aplicables durante los siguientes rangos de diseño carga completa:

Refrigeración mínima

Temperatura del agua: 38°F (3.3 ° C)

Entrada máxima al condensador

Temperatura del agua: 102°F (38,9 ° C)

Condensación del Flujo de agua: 1 a 6 gpm/ton, 0.018 a 0,1076 l/ s.KW) y $X \geq 39$ y ≤ 60

Enfriadores diseñados para operar fuera de estos rangos o las aplicaciones que utilizan líquidos o soluciones con refrigerantes secundarios (por ejemplo, soluciones de glicol o salmuera) con un punto de congelación de 27 ° F (-2.8°C) o menos para la protección contra la congelación no están cubiertos por este código.

Tabla 3.19
Acondicionadores unitarios de aire y unidades de condensación, de accionamiento eléctrico, requisitos mínimos de eficiencia

Tipo de equipo	Tamaño de la categoría	Subcategoría o clasificación de condiciones	Eficiencia mínima	Tipo de procedimiento
Acondicionadores de aire, enfriado del aire.	< 65,000 BTU/h ^d	Sistema split	13.0 SEER	AHRI210/240
		Paquete único	13.0 SEER	
	≥ 65,000 BTU/h y < 135,000 BTU/h	Sistema split y Paquete único	10.3 EERc(antes de 1/enero/ 2010) 11.2 EERc(a partir de 1/enero/2010)	AHRI 340/360
		Sistema split y Paquete único	9.7 EERc(antes de 1/enero/2010) 11.0 EERc(a partir de 1/enero/2010)	
	≥ 240,000 BTU/h y < 760,000 BTU/h	Sistema Split y Paquete único	9.5 EERc 9.7 IPLYc(antes de 1/enero/2010) 10.0 EERc 9.7 IPLYg (a partir de 1/enero/2010)	AHRI 340/360
		Sistema Split y Paquete único	9.2 EERc 9.4 IPLYc(antes de 1/enero/2010) 9.7 EERc 9.4 IPLYc(a partir de 1/enero/2010)	



Tabla 3.19
Acondicionadores unitarios de aire y unidades de condensación, de accionamiento eléctrico, requisitos mínimos de eficiencia. Continuación...

Tipo de equipo	Tamaño de la categoría	Subcategoría o clasificación de condiciones	Eficiencia mínima	Tipo de procedimiento
A través de la pared, enfriado del aire	< 30,000 BTU/h ^d	Sistema split	10.9 SEER (antes de 23/enero/2010) 12.0 SEER (a partir de 23/enero/2010)	AHRI210/240
		Paquete único	10.6 SEER (antes de 23/enero/2010) 12.0 SEER (a partir de 23/enero/2010)	
Acondicionadores de aire, agua y enfriado por evaporación.	< 65,000 BTU/h	Sistema Split y Paquete único	12.1 EER	AHRI210/240
	≥ 65,000 BTU/h y < 135,000 BTU/h	Sistema Split y Paquete único	11.5 EERc	
	≥ 135,000 BTU/h y < 240,000 BTU/h	Sistema Split y Paquete único	11.0 EERc	AHRI 340/360
	≥ 240,000 BTU/h	Sistema Split y Paquete único	11.5 EERc	

Para SI: 1 unidad térmica británica por hora = 0,2931 W

- El capítulo 6 contiene una descripción completa del procedimiento de prueba, incluido en la referencia el año de la versión de dicho procedimiento.
- 1PLVs sólo son aplicables a los equipos con capacidad de modulación.
- Deducir 0,2 de los requerimientos EERs y 1PLVs para las unidades con una sección de calentamiento, excepto el calor de la resistencia eléctrica
- El refrigerado monofásico de aire para equipos de aire acondicionado <65.000 BTU/h están regulados por la Ley Nacional de Conservación de la Energía para equipos de 1987 (NAECA), los valores SEER son los establecidos por el NAECA.

Tabla 3.20
Acondicionadores unitarios de aire y unidades de condensación, accionamiento eléctrico, requisitos mínimos de eficiencia

Tipo de equipo	Tamaño de la categoría	Subcategoría o clasificación de condiciones	Eficiencia mínima	Tipo de procedimiento ^a
Refrigerado por aire (modo de refrigeración)	< 65,000 BTU/h ^d	Sistema split	13.0 SEER	AHRI210/240
		Paquete único	13.0 SEER	
	≥ 65,000 BTU/h y < 135,000 BTU/h	Sistema Split y Paquete único	10.1 EERc (antes de 1/enero/2010) 11.0 EERc (a partir de 1/enero/2010)	AHRI 340/ 360
		Sistema Split y Paquete único	9.3 EERc (antes de 1/enero/2010) 10.0 EERc (a partir de 1/enero/2010)	
≥ 240,000 BTU/h	Sistema split y Paquete único	9.0 EERc 9.2 IPLYc (antes de enero 1, 2010) 9.5 EERc 9.2 IPLYg (a partir de enero 1, 2010)		



Tabla 3.20
Acondicionadores unitarios de aire y unidades de condensación,
accionamiento eléctrico, requisitos mínimos de eficiencia. Continuación...

Tipo de equipo	Tamaño de la categoría	Subcategoría o clasificación de condiciones	Eficiencia mínima	Tipo de procedimiento ^a
A través de la pared (aire enfriado, refrigeración <30.000 BTU / hd modo AHRI210/240)	< 30,000 BTU/h ^d	Sistema split	10.9 SEER(antes de 23/enero2010) 12.0 SEER (a partir de 23/enero/2010)	AHRI210/240
		Paquete único	10.6 SEER(antes de 23/enero/2010) 12.0 SEER (a partir de 23/enero/2010)	
Las fuentes de agua (Modo de refrigeración)	< 17,000 BTU/h	86°F agua que entra	11.2 EER	AHRI/ASHRAE 13256-1
	≥ 17,000 BTU/h y < 135,000 BTU/h	86°F agua que entra	12.0 EER	AHRIASHRAE 13256-1
Fuente de agua subterránea (Modo de refrigeración)	< 135,000 BTU/h	59°F agua que entra	16.2 EER	AHRI/ASHRAE 13256-1
Tierra de la fuente (Modo de refrigeración)	< 135,000 BTU/h	77°F agua que entra	13.4 EER	AHRI/ASHRAE 13256-1
Enfriado de aire (Modo calefacción)	< 65,000 BTU/h ^d (Capacidad de enfriamiento)	Sistema split	7.7 HSPF	AHRI210/240
		Paquete único	7.7 HSPF	
	≥ 65,000 BTU/h y < 135,000 BTU/h (Capacidad de enfriamiento)	47°F db/43°F wb del aire exterior	3.2 COP(antes de 1/enero/ 2010) 3.3 COP(a partir de 1/enero/2010)	
	≥ 135,000 BTU/h (Capacidad de enfriamiento)	47°F db/43°F wb del aire exterior	3.1 COP(antes de 1/enero/2010) 3.2 COP(a partir de 1/enero/2010)	AHRI 340/360
A través de la pared (enfriamiento del aire, modo de calefacción)	< 30,000 BTU/h	Sistema Split	7.1 HSPE(antes de 23/enero/2010) 7.4 HSPF(a partir de 23/enero/2010)	AHRI210/240
		Paquete único	7.0 HSPF(antes de 23/enero/2010) 7.4 HSPF(a partir de 23/enero/2010)	
Fuente de agua (modo de calefacción)	< 135,000 BTU/h (Capacidad de enfriamiento)	68°F agua que entra	4.2 COP	AHRI/ASHRAE 13256-1
Fuentes de aguas subterráneas (modo de calefacción)	< 135,000 BTU/h (Capacidad de enfriamiento)	50°F agua que entra	3.6 COP	AHRI/ASHRAE 13256-1
Conexión de tierra de la fuente (modo de calefacción)	< 135,000 BTU/h (Capacidad de enfriamiento)	32°F agua que entra	3.1 COP	AHRI/ASHRAE 13256-1

db = temperatura de bulbo seco, wb = temperatura de bulbo húmedo, °F.

- El capítulo 6 contiene una descripción completa del procedimiento de prueba.
- 1PLVs sólo son aplicables a los equipos con capacidad de modulación.
- Deducir 0,2 de los requerimientos EERs y 1PLVs para las unidades con una sección de calentamiento, excepto el calor de la resistencia eléctrica.



- d. El refrigerado monofásico de aire para equipos de aire acondicionado <65.000 BTU/h están regulados por la Ley Nacional de Conservación de la Energía para equipos de 1987 (NAECA).

Tabla 3.21
Terminales empaquetados de equipos de aire acondicionado y de bombas de calor

Tipo de equipo	Tamaño de la categoría(entrada)	Subcategoría o clasificación de condición	Eficiencia mínima y ^b	Prueba del procedimiento ^a
PTAC (Modo de refrigeración) Nueva construcción	Todas las capacidades	95°F db del aire exterior	12.5 - (0.213.Cap/1000) EER	AHRI 310/380
PTAC (Modo de refrigeración) Reemplazos ^c	Todas las capacidades	95°F db del aire exterior	10.9 - (0.213. Cap/1000) EER	
PTHP (Modo de refrigeración) Nueva construcción	Todas las capacidades	95°F db del aire exterior	12.3 - (0.213. Cap/1000) EER	
PTHP (Modo de refrigeración) Reemplazos ^c	Todas las capacidades	95°F db del aire exterior outdoor air	10.8 - (0.213. Cap/1000) EER	
PTHP (Modo de calefacción) Nueva construcción	Todas las capacidades		3.2 - (0.026. Cap/1000) COP	
PTHP (Modo de calefacción) Reemplazos ^c	Todas las capacidades		2.9 - (0.026. Cap/1000) COP	

db = temperatura de bulbo seco, °F. wb = temperatura de bulbo húmedo, °F.

- a. El capítulo 6 contiene una descripción completa del procedimiento de prueba.
 b. Cap significa la capacidad de refrigeración nominal del producto en BTU/ h. Si la capacidad de la unidad es inferior a 7.000 BTU/h, se usa 7.000 BTU / h en el cálculo. Si la unidad de capacidad es mayor de 15.000 Kcal / h, se usa 15,000 BTU / h en el cálculo.
 c. La sustitución de unidades debe ser etiquetada por la fábrica de la siguiente manera: "Fabricadas solo para aplicaciones de reemplazo: NO DEBEN INSTALARSE EN NUEVOS PROYECTOS DE CONSTRUCCION". La eficiencia de sustitución sólo se aplican a las unidades con las mangas de menos de 16 pulgadas (406 mm) de alto y 42 menos pulgadas (1067 mm) de ancho.

Tabla 3.22
Hornos de aire caliente y combinación de hornos de aire caliente / equipos de aire acondicionado, hornos calentadores de conductos de aire y calentadores de la unidad, requisitos mínimos de eficiencia

Tipo de equipo	Tamaño de la categoría (entrada)	Subcategoría o clasificación de condiciones	Eficiencia Mínima d, e	Prueba de procedimiento ^a
	< 225,000 BTU/h		78%AFUE ^o 80% E _i C	DOE 10 CFR Part 430 o ANSI Z21.47
	≥ 225,000 BTU/h	Máxima capacidad c	80%E _i ^f	ANSI Z21.47



Tabla 3.22

Hornos de aire caliente y combinación de hornos de aire caliente / equipos de aire acondicionado, hornos calentadores de conductos de aire y calentadores de la unidad, requisitos mínimos de eficiencia. Continuación...

Tipo de equipo	Tamaño de la categoría (entrada)	Subcategoría o clasificación de condiciones	Eficiencia Mínima d, e	Prueba de procedimiento ^a
Hornos de aire caliente, gasolina	< 225,000 BTU/h		78%AFUEo 80% E_tC	DOE 10 CFR Part 430 or UL 727
	≥225,000 BTU/h	Máxima capacidad b	81% E_{tg}	UL 727
Horno con ducto de aire frío, gas	Todas las capacidades	Máxima capacidad b	80% E_c	ANSI Z83.8
Calentadores de la unidad de aire caliente, gas	Todas las capacidades	Máxima capacidad b	80% E_c	ANSI Z83.8
Calentadores de la unidad de aire caliente, gasolina	Todas las capacidades	Máxima capacidad b	80% E_c	UL 731

- a. El capítulo 6 contiene una descripción completa del procedimiento de prueba.
- b. Calificaciones mínimas y máximas previstas y permitidas por los controles del equipo.
- c. La combinación de unidades no están cubiertos por la Ley Nacional de la Conservación de la Energía de 1987 para los equipos (NAECA) (3-fases de potencia o la capacidad de enfriamiento mayor que o igual a 65,000 BTU/h [19 KD deberán cumplir alguna clasificación.
- d. E_t = eficiencia térmica. Véase el procedimiento de prueba para una discusión detallada.
- e. E_c = eficiencia de combustión (100% menos de pérdidas de combustión). E_c = eficiencia de combustión. Las unidades también deben incluir una tapa, chaquetas con pérdidas inferiores a 0,75% de la capacidad de entrada, y disponen de ventilación del tubo de alimentación o un amortiguador. Un amortiguador de ventilación es una alternativa aceptable a un regulador de tiro de los hornos donde se extrae el aire desde el espacio acondicionado.
- f. E_t = eficiencia térmica. Las unidades también deben incluir una tapa, las chaquetas con pérdidas inferiores a 0,75% de la capacidad de entrada, y disponen de ventilación de tubo de alimentación o un amortiguador. Un amortiguador de ventilación es una alternativa aceptable a un regulador de tiro de los hornos donde se extrae el aire desde el espacio acondicionado.

Tabla 3.23

Calderas de gas, petróleo como combustible, requisitos mínimos de eficiencia

Tipo de equipo ¹	Tamaño de la categoría	Subcategoría o clasificación de condiciones	Eficiencia mínima	Tipo de procedimiento
Calderas a gas	< 300,000 BTU/h	Agua caliente	80%AFUE	DOE 10 CFR Parte 430
		Vapor	13.0 SEER	
	≥ 300,000 BTU/h y ≤ 2,500,000 BTU/h	Capacidad mínima	75% E_t and 80% E_e (See Note c, d)	DOE 10 CFR Parte 431
	>2,500,000 BTU/h ^f	Agua Caliente	80% E_e (See Note c, d)	
		Vapor	80% E_e (See Note c, d)	
Calderas, encendido con aceite	< 30,000 BTU/h		80%AFUE	DOE 10 CFR Parte 430
	≥ 300,000 BTU/h y ≤ 2,500,000 BTU/h	Capacidad mínima ^b	78% E_t and 83% E_e (See Note c, d)	DOE 10 CFR Parte 431
	> 2,500,000 BTU/h ^a	Agua caliente	83% E_e (See Note c, d)	
		Vapor	83% E_e (See Note c, d)	



Tabla 3.23
Calderas de gas, petróleo como combustible, requisitos mínimos de eficiencia.
Continuación...

Tipo de equipo ¹	Tamaño de la categoría	Subcategoría o clasificación de condiciones	Eficiencia mínima	Tipo de procedimiento
Calderas, encendido con aceite(residual)	> 300,000 BTU/h y ≤ 2,500,000 BTU/h	Capacidad mínima	78% <i>Et</i> and 83% (See Note c, d)	DOE 10 CFR Part 431
	>2,500,000BTU/h ^a	Agua caliente	83% <i>Ee</i> (See Note c, d)	
		Vapor	83% <i>Ee</i> (See Note c, d)	

- El capítulo 6 contiene una descripción completa del procedimiento de prueba, incluido en la referencia el año de la versión de dicho procedimiento.
- Calificaciones mínimas previstas y permitidas por los controles del equipo.
- Ee* = eficiencia de combustión (100% menos de pérdidas de combustión). Véase el documento de referencia para obtener información detallada.
- Et* = eficiencia térmica. Véase el documento de referencia para obtener información detallada.
- Los procedimientos alternativos utilizados a discreción del fabricante son ASME PTC-4.1 para las unidades de más de 5.000.000 kcal /h, o ANSIZ21.13 para las unidades mayor o igual a 300.000 Kcal / h, y menor o igual a 2.500.000 Kcal /h
- Estos requisitos se aplican a las calderas con entrada nominal de 8.000.000 Kcal/h, o menos que no están empaquetadas.

Tabla 3.24
Unidades de condensación, de accionamiento eléctrico, requisitos mínimos de eficiencia.

Tipo de equipo	Tamaño de la categoría	Eficiencia mínima ^b	Prueba de procedimiento ^a
Unidades de condensación, Refrigerado por aire	≥135,000 BTU/h	10.1 EER 11.2 IPLV	AHRI365
Unidades de condensación, Agua o enfriado por evaporización	≥135,000 BTU/h	13.1 EER 13.1 IPLV	

- El capítulo 6 contiene una descripción completa del procedimiento de prueba, incluido en la referencia el año de la versión de dicho procedimiento.
- IPLVs sólo son aplicables a los equipos con capacidad de modulación


 Tabla 3.25
 Refrigeración por agua, requerimientos de eficiencia^a

Tipo de equipo	Tamaño de la categoría	Unidades	ANTES 1/1/2010		A PARTIR DE 1/1/2010 ^c				Prueba de procedimiento ^b
			Carga completa	IPLV	PATH A		PATH B		
					Carga completa	IPLV	Carga completa	IPLV	
Refrigeración por aire, enfriadores	< 150 tons	EER			≥ 9.562	≥ 12.500	NAd	NAd	AHRI 550/590
	≥ 150 tons	EER	≥ 9.562	≥ 10.416	≥ 9.562	≥ 12.750	NAd	NAd	
Refrigeración por aire, sin funcionamiento de condensador eléctrico	Todas las capacidades	EER	≥ 10.586	≥ 11.782	Refrigeración por aire, enfriadores, sin condensadores deben cumplir con los requisitos de la eficiencia de refrigeración				
Refrigeración por agua, de accionamiento eléctrico, recíproco	Todas las capacidades	KW/ton	≤ 0.837	≤ 0.696	Las unidades alternativas deben cumplir con los requisitos de refrigeración por agua				
Refrigerado por agua, funcionamiento eléctrico, Desplazamiento positivo	< 75 tons	KW/ton			≤ 0.780	≤ 0.630	≤ 0.800	≤ 0.600	
	≥ 75 tons y < 150 tons	KW/ton	≤ 0.790	≤ 0.676	≤ 0.775	≤ 0.615	≤ 0.790	≤ 0.586	
	≥ 150 tons y < 300 tons	KW/ton	≤ 0.717	≤ 0.627	≤ 0.680	≤ 0.580	≤ 0.718	≤ 0.540	
	≥ 300 tons	KW/ton	≤ 0.639	≤ 0.571	≤ 0.620	≤ 0.540	≤ 0.639	≤ 0.490	
Refrigerado por agua, funcionamiento eléctrico, centrífugo	< 150 tons	KW/ton	≤ 0.703	≤ 0.669	≤ 0.634	≤ 0.596	≤ 0.639	≤ 0.450	
	≥ 150 tons y < 300 tons	KW/ton	≤ 0.634	≤ 0.596					
	≥ 300 tons y < 600 tons	kW/ton	≤ 0.576	≤ 0.549	≤ 0.576	≤ 0.549	≤ 0.600	≤ 0.400	
	≥ 600 tons	kW/ton	≤ 0.576	≤ 0.549	≤ 0.570	≤ 0.539	≤ 0.590	≤ 0.400	
Refrigeración por aire, efecto de la absorción	Todas las capacidades	COP	≥ 0.600	NRe	≥ 0.600	NRe	NAd	NAd	AHRI560


 Tabla 3.25
 Refrigeración por agua, requerimientos de eficiencia^aContinuación...

Tipo de equipo	Tamaño de la categoría	Unidades	ANTES 1/1/2010		A PARTIR DE 1/1/2010 ^c				Prueba de procedimiento ^b
			Carga completa	IPLV	PATH A		PATH B		
					Carga completa	IPLV	Carga completa	IPLV	
Refrigeración por agua, efecto simple de la absorción	Todas las capacidades	COP	≥ 0.700	NRe	≥ 0.700	NRe	NAd	NAd	AHRI560
Efecto de absorción doble, encendido indirecto	Todas las capacidades	COP	≥ 1.000	≥1.050	≥1.000	≥ 1.050	NAd	NAd	
Efecto de absorción doble, encendido directo	Todas las capacidades	COP	≥ 1.000	≥1.000	≥1.000	≥1.050	NAd	NAd	

Para el SI: 1 tonelada = 907 Kg,

- Los requerimientos de equipos enfriadores no se aplican para los enfriadores utilizados en aplicaciones de temperatura ICMT, donde el diseño de temperatura de salida del fluido es <40°F ° F.
- El artículo 12 contiene una descripción completa de referencia del procedimiento de prueba, incluyendo la versión del año de referencia del procedimiento.
- El cumplimiento de esta norma se puede obtener mediante los requisitos mínimos de la trayectoria de A o B. Sin embargo, tanto la carga completa e IPLV deben cumplirlos requisitos de la ruta A o B.
- NA significa que este requisito no es aplicable y no se puede utilizar para su cumplimiento.
- NR significa que no hay requisitos mínimos para esta categoría.



- **Control de sistemas HVAC.** Cada sistema de calefacción y refrigeración deberán estar provistos de termostatos como se requiere en las secciones: Control termostático a Control de apagado de los amortiguadores.

- **Control termostático.** El suministro de energía de calefacción y refrigeración para cada zona será controlado por termostatos individuales capaces de responder a la temperatura dentro de la zona. En caso de humidificación o deshumidificación o ambos, se proporcionará por lo menos un dispositivo de control de humedad para cada sistema.

Excepción: Los sistemas independientes del perímetro están diseñados para compensar las pérdidas o ganancias de calor en el edificio sirven tanto a uno o más perímetros del interior siempre que:

1. El sistema de seguridad perimetral incluye al menos una zona de control termostático para cada exposición, la construcción que tiene paredes exteriores solamente con una orientación (a menos de $45^\circ+1$) (0,8 rad) por más de 50 metros contiguos (15,2 m), y
2. El sistema de calefacción perimetral y el suministro de refrigeración son controlados por un termostato (s), ubicado dentro de la zona (s) atendida por el sistema.

- **Establecer el punto de restricción.** En caso de utilizarse para el control de calefacción y refrigeración, controles de la zona termostática se deberá proporcionar un rango de temperatura o zona



muerta de al menos 5°F (2.8°C) dentro de los cuales existe un suministro de calefacción y refrigeración de la zona capaz de apagar o reducir a un mínimo.

Excepción: Los termostatos que requieren cambio manual entre los modos de calefacción y refrigeración.

- **Controles fuera de horario.** Cada zona estará provista de controles de retroceso termostático que son controlados ya sea por un reloj automático o por el control programable del sistema.

Excepciones:

1. Las zonas que serán operados de forma continua.
2. Zonas de HVAC con una demanda total de carga que no exceda los 6.800 BTU/h (2kW) y tienen un interruptor manual de desconexión de fácil acceso.

- **Control de apagado de los amortiguadores.** Tanto el suministro de aire exterior y los ductos de escape deberán estar equipados con amortiguadores que se apagarán automáticamente cuando los sistemas o espacios servidos no están en uso.

Excepciones:

1. Los amortiguadores de gravedad se autorizará en los edificios de menos de tres pisos de altura.
2. Los amortiguadores de gravedad serán permitidos para los edificios de cualquier altura ubicados en zonas climáticas 1, 2 y 3.



3. Los amortiguadores de gravedad serán permitidos para la admisión de aire exterior o escape de corrientes de aire de 300 pies cúbicos por minuto (0,14 m³/s) o menos.
- **Ventilación.** Ventilación, natural o mecánica, se determinará de acuerdo con el capítulo 4 del Código Internacional de mecánica. En caso de ventilación mecánica, el sistema deberá ofrecer la capacidad de reducir el suministro de aire exterior al mínimo.
- **Control de la demanda de ventilación.** El control de la demanda de ventilación (DCV) es necesario para espacios mayores de 500 ft² (50 m²) y con una carga de ocupación promedio de 40 personas por cada 1000 ft² (93m²) de superficie de suelo.

Excepciones.

1. Sistemas de recuperación de energía que cumpla con la sección: Sistemas de recuperación de energía de ventilación.
2. Sistemas de múltiples zonas, sin control digital directo de las zonas individuales comunicadas con el panel de control central.
3. Sistema diseñado para un flujo de aire exterior de menos de 1.200 pies cúbicos por minuto (600 Lis).
4. Espacios donde la tasa de flujo de aire suministrado es menor que la fabricación o el requisito de salida de la transferencia de aire es inferior a 1.200 pies cúbicos por minuto (600 Lis).



- **Sistemas de recuperación de energía de ventilación.** Los sistemas de ventilación individuales que tienen tanto una fuente del diseño para una capacidad de aire de 5.000 cfm (2,36 m³/s) o más y un suministro mínimo de aire exterior del 70% o mayor de la cantidad de suministro de aire del diseño tendrán un sistema de recuperación de energía que proporciona un cambio en la entalpía del suministro de aire exterior de 50% o más de la diferencia entre el aire exterior y aire de retorno en condiciones de diseño. Se usarán dispositivos para controlar el sistema de recuperación de energía, para permitir el enfriamiento con aire donde se requiera.

Excepción. La recuperación de energía del sistema de ventilación no se requiere en cualquiera de las siguientes condiciones:

1. Cuando los sistemas de recuperación de energía están prohibidas por el Código Internacional de Mecánica.
 2. Sistemas de los espacios que no se enfrían y se calientan a menos de 60°F (15.5°C).
 3. Donde más del 60 % de la energía de calefacción exterior proviene de la energía que se recuperó o de la energía solar del sitio.
 4. Sistemas de calefacción en climas con menos de 3.600HDD.
 5. Sistemas de refrigeración en climas con un diseño de enfriamiento con una temperatura de bulbo húmedo inferior a 64°F (18°C).
- **Aislamiento y sellado del ducto.** Todos los ductos y cámaras de suministro y retorno de aire deben estar aislados con un mínimo de R-5 cuando se encuentran en un sitio



acondicionado y un mínimo de R-8 cuando se encuentra fuera del edificio. Cuando se encuentran dentro de la envolvente del edificio, el ducto o cámara estarán separados del exterior del edificio o espacios no condicionados por un mínimo de R-8 de aislamiento.

Excepciones.

1. Cuando se encuentra dentro del equipo.
2. Cuando en el diseño la diferencia de temperatura interior y exterior del ducto no superará los 15°F (8°C).

- **Construcción del ducto.** El sistema de ductos deberá ser construido y levantado de acuerdo con el Código Internacional de Mecánica.

- **Aislamiento de las tuberías.** Todas las tuberías que sirven como parte de un sistema de calefacción o de refrigeración deberán estar aisladas térmicamente de acuerdo con la tabla 3.26.

Tabla 3.26
Aislamiento mínimo de la tubería. (Espesor en pulgadas)

Fluido	Diámetro nominal del tubo	
	≤ 1.5"	>1.5"
Vapor	1 1/2	3
Agua caliente	1 1/2	2
Agua fría, salada o refrigerada	1 1/2	1 1/2

- a. Basada en un aislamiento que tiene una conductividad (k) que no exceda de 0,27 BTU por pulgada / h. ft².°F
- b. Para el aislamiento con una conductividad térmica que no es igual a 0.27 BTU · pulgada/ h · m² en una temperatura media de 75 ° F, el espesor mínimo requerido para tubo se ajusta utilizando la siguiente ecuación:

$$T = r[(l + tir)^{K/k} - 1]$$

En dónde:

T: Espesor ajustado del aislador en (in).

r: radio real del tubo

Espesor del aislamiento de la celda en la tabla de aplicación (in).

K: Nuevo valor de conductividad térmica a 75°F (Btu . in/hr · ft². °F)

k: 0.27 BTU · $\frac{\text{in}}{\text{hr}}$ · ft² · °F.



- **Finalización del sistema HVAC.** Antes de la emisión de un certificado de ocupación, el profesional del diseño debe proporcionar evidencia de la terminación del sistema de acuerdo con las secciones: Equilibrio del sistema de aire hasta Manuales.
 - **Equilibrio del sistema de aire.** Cada fuente de suministro de aire y el dispositivo terminal de la zona deberán estar equipados con medios para el equilibrio de aire de acuerdo con los requisitos del capítulo 6 del Código Mecánico Internacional.
 - **Equilibrio del sistema hidráulico.** Las bobinas de calefacción y aire acondicionado deberán estar equipadas con medios para el equilibrio y las conexiones de presión de prueba.
 - **Manuales.** En los documentos de la construcción se requiere un manual operativo y de mantenimiento que será proporcionado al dueño del edificio por el contratista mecánico. El manual incluirá, al menos, lo siguiente:
 1. La capacidad del equipo (entrada y salida) y las acciones necesarias de mantenimiento.
 2. Manuales de operación y mantenimiento de los equipos.
 3. Control de mantenimiento y calibración del sistema de aire acondicionado, incluyendo diagramas de cableado, esquemas y descripciones de la secuencia de control.
 4. Una descripción completa de la forma de operación de cada sistema.



- **Diseño y control del sistema de aire.** Todos los sistemas HVAC deben tener un total de potencia nominal del ventilador del motor superior a 5 caballos de fuerza (hp) que deberán cumplir las disposiciones de las secciones: Caballos de fuerza admisibles para ventiladores de piso hasta Potencia nominal del motor.
 - **Caballos de fuerza admisibles para ventiladores de piso.** Cada sistema HVAC en las condiciones de diseño del ventilador del sistema no deberá exceder del límite permitido por el motor en la placa de identificación (hp) (Opción 1) o el ventilador del sistema bhp (Opción 2) como se muestra en la tabla 3.27.

Excepciones:

1. Hospitales y laboratorios que utilizan sistemas con dispositivos de control de escape de flujo y/o mantienen una relación entre el espacio y la presión necesaria para la salud de los ocupantes.
2. Ventiladores individuales de escape con la potencia nominal del motor de 1 HP o menos.
3. Los ventiladores de campanas de extracción de aire. (Nota: Si esta excepción se toma, no se consideran los apartados de la tabla 3.28 y la deducción de escape de humos de excepción debe ser tomado de la tabla 3.28).

Tabla 3.27
Limitación de la potencia en los ventiladores

	LÍMITE	VOLUMEN COSTANTE	VOLUMEN VARIABLE
Opción 1: Sistema de ventilación con placa de motor (hp)	Permitido por la placa del motor (hp)	$hp \leq CFM_s \times 0.0011$	$hp \leq CFM_s \times 0.0015$
Opción 2: Sistema de ventilación bhp	Permitido en sistemas de ventilación bhp	$bhp < CFM_s \times 0.00094 + A$	$bhp \leq CFM_s \times 0.0013 + A$



CFM_S : Es el suministro máximo de flujo de aire en los espacios acondicionados atendidos por el sistema en pies cúbicos por minuto.

hp : Es la máxima potencia en caballos de fuerza en la placa de identificación.

Bhp : Es la máxima potencia de frenado del ventilador combinado

A: Es la suma de $[PD \times CFM_D / 4131]$.

En donde:

PD : Es cada descenso de presión de ajuste aplicable de la tabla 3.28 en w.c.

Tabla 3.28
Limitación del ajuste de presión en el ventilador

DISPOSITIVO	AJUSTE
Créditos	
Ductos de retorno y/o sistemas de escape de aire	0.5 in w.c
Dispositivos de control de retorno y/o extracción del flujo de aire	0.5 in w.c
Filtros de escape, depuradores u otro tratamiento de escape	La caída de presión del dispositivo calculada en condiciones de diseño del sistema de ventilación.
Partículas de filtración: MERV 9 a 12	0.5 in w.c
Partículas de filtración: MERV 13 a 15	0.9 in w.c
Partículas de filtración: MERV 16 y los filtros mejorados electrónicamente.	Caída de presión calculada a 2x caída de presión del filtro limpio en condiciones de diseño del sistema de ventilación.
Purificadores de carbono y otros gases	Caída de presión del filtro limpio en condiciones de diseño del sistema de ventilación.
Dispositivo de recuperación de calor	Caída de presión del dispositivo en condiciones de diseño del sistema de ventilación.
Humidificador evaporativo/enfriador en serie con otra bobina de enfriamiento	Caída de presión del dispositivo en las condiciones de diseño del sistema de ventilación.
Sección de atenuación acústica	0.15 in w.c
Deducciones	
Campana extractora de humo, excepto (si se requiere la Sección Caballos de fuerza admisibles para ventiladores de piso se toma la Excepción 3)	-1 .0 in w.c

- **Potencia nominal del motor.** El ventilador del motor seleccionado no deberá tener una potencia mayor que la potencia de freno (bhp). La potencia del freno del ventilador (bhp) se indicará en los documentos de diseño para permitir la verificación del cumplimiento del código oficial.
- **Calefacción fuera del edificio.** Los sistemas instalados para proporcionar el calor fuera de un edificio son los sistemas radiantes. Estos sistemas de calefacción deben ser



controlados por un dispositivo de detección de ocupación y un temporizador, para que el sistema se desconecte de forma automática cuando no están presentes los ocupantes.

- o **Sistemas simples HVAC y equipos (prescriptiva).** Esta sección se aplica a edificios servidos por equipos HVAC unitarios o empaquetados listados en la tabla 3.19 hasta 3.23, cada zona de un servicio es controlada por un termostato único. También se aplica a dos sistemas de calefacción de dos tuberías que sirven a una o más zonas, donde no se ha instalado ningún sistema de refrigeración.
- **Economizadores.** Economizadores de suministro de aire se proporcionan en cada sistema de enfriamiento como se muestra en la tabla 3.29.

Los economizadores serán capaces de proporcionar el 100 por ciento del aire exterior, incluso si la refrigeración mecánica se requiere para cumplir con la carga de refrigeración del edificio

Excepciones:

1. Cuando el equipo de refrigeración cumple los requisitos mínimos de eficiencia de la tabla 3.19 o 3.20 y cumple o excede los requisitos mínimos de eficiencia de refrigeración (EER) por los porcentajes que figuran en la tabla 3.30.
2. Sistemas de aire o condensadores de frío por evaporación y que sirven de espacios de refrigeración con carcasa abierta.



Tabla 3.29
Requisitos del economizador

Zonas climáticas	Requerimiento del economizador
1A, 1B, 2A, 7, 8	No se requiere
2B, 3A, 3B, 3C, 4A, 4B, 4C, 5A, 5B, 5C, 6A, 6B	Economizadores en todos los sistemas de refrigeración \geq 54,000 BTU/ha

- a. La capacidad total de todos los sistemas sin economizadores no excederá de 480.000 Kcal/h por edificio, o un 20 por ciento de su capacidad de aire del economizador, para cualquiera que sea mayor.

Tabla 3.30
Funcionamiento eficiente del equipo
excepto para economizadores

Zona climática	Mejora del rendimiento del equipo de enfriamiento
2B	Mejora de la eficiencia en 10%
3B	Mejora de la eficiencia en 15%
4B	Mejora de la eficiencia en 20%

- o **Sistemas complejos y equipos. (Prescriptiva).** Esta sección se aplica a los edificios atendidos por equipos de climatización y sistemas no contemplados en la sección: Sistemas simples HVAC y equipos.

- **Economizadores.** Los economizadores de suministro de aire se proporcionan en cada sistema de refrigeración de acuerdo con la tabla 3.29. Los economizadores serán capaces de operar al 100 por ciento, aun cuando se requiere refrigeración mecánica para cumplir con la carga de refrigeración del edificio.

Excepciones:

1. Los sistemas que utilizan economizadores de agua que son capaces de enfriar el suministro de aire por evaporación directa, indirecta o ambas.
2. Cuando el equipo de refrigeración cumple los requisitos mínimos de eficiencia de la tabla 3.19, 3.20,



o 3.24 y cumple o excede el EER mínimo por los porcentajes que figuran en la tabla 3.30

3. Cuando el equipo de refrigeración cumple los requisitos mínimos de eficiencia de la tabla 3.25 y cumple o excede el valor mínimo integrado de carga parcial (IPLV) por los porcentajes que se muestran en la tabla 3.30.

- **Control de ventiladores de volumen variable de aire (VAV).** Los ventiladores de VAV con motores de 10 caballos de fuerza (7,5 kW) o más serán los siguientes:

1. Impulsado por un variador de velocidad mecánico o eléctrico,
2. El motor del ventilador deberá tener controles o dispositivos que darán lugar a una demanda de no más del 30 por ciento de su potencia de diseño, en un 50 por ciento del diseño de flujo de aire en el punto estático, la presión de ajuste igual a un tercio de la presión estática total sobre la base de datos del fabricante del ventilador.

- **Control de sistemas hidráulicos.** Los fluidos que han sido enfriados mecánicamente y los líquidos que han sido calentados mecánicamente se limitarán de acuerdo con las secciones: Sistemas de tres tuberías hasta Sistema hidráulico (circuito de agua) de las bombas de calor.

- **Sistemas de tres tuberías.** Sistemas hidráulicos que utilizan un sistema común de retorno de agua caliente y agua fría están prohibidos.



- **Sistemas de cambio de dos tuberías.** Los sistemas que utilizan un sistema de distribución común para abastecer agua fría y caliente, deberán estar diseñados para permitir que una zona muerta entre la conmutación de un modo a otro esté al menos a 15°F (8.3°C) de la temperatura del aire exterior, deberán ser diseñados para permitir el funcionamiento en un modo por lo menos 4 horas antes de cambiar a otro modo, y contar con controles que permiten calefacción y refrigeración del suministro en una temperatura de cambio en un punto no mayor a los 30°F (16.7°C) entre sí.
 - **Sistema hidráulico (circuito de agua) de las bombas de calor.** El sistema hidráulico de la bomba de calor debe cumplir con las secciones: Zona muerta de temperatura hasta Válvula de dos posiciones.
- **Disipación de calor en los ventiladores de velocidad variable.** Cada ventilador accionado por un motor de 7.5 hp (5.6 KW) o mayor deberá tener la capacidad de operar con una velocidad del ventilador igual a las dos terceras partes de la velocidad o menos, y tendrán los controles que cambian automáticamente la velocidad del ventilador para controlar la temperatura de salida del fluido o condensación de temperatura/presión del dispositivo de disipación de calor.
- Excepción:** Instalaciones de fábricas con dispositivos de disipación de calor en equipos de HVAC probados y clasificados de acuerdo con las tablas 3.24 y 3.25.
- **Recuperación de calor para la calefacción del servicio de agua.** El condensador de recuperación de calor se instalará



para calentamiento o recalentamiento del servicio de agua caliente, siempre que éste opere 24 horas al día, la capacidad de calor total instalada del sistema para la refrigeración del agua excede los 6.000.000 BTU/h de rechazo de calor, y el diseño de la carga supera los 1.000.000 Kcal/h.

El sistema de recuperación de calor requerido tendrá la capacidad de proporcionar por lo menos:

1. El sesenta por ciento de la carga de rechazo de calor máximo a las condiciones de diseño, o
2. El precalentamiento necesario para elevar la tasa de servicio máximo de agua caliente a 85°F (29°C).

Excepciones:

1. Las instalaciones que emplean un diseño de recuperación de calor por condensador para calentar o recalentar el espacio con fines de recuperación de calor superior al 30 por ciento de la máxima refrigeración del agua por condensador de carga en condiciones de diseño.
2. Las instalaciones que ofrecen un 60 por ciento de la calefacción del servicio de agua desde fuentes de energía solar en el sitio o recuperación de energía de otras fuentes.

- **Sección 504, servicio de calentamiento de agua (obligatorio)**
 - **General.** Esta sección cubre la eficiencia mínima de, y los controles para, equipos de calefacción y aislamiento de las tuberías del servicio de agua caliente.
 - **La eficiencia de equipo de calefacción del servicio de agua.** El equipo de calefacción y los tanques de almacenamiento de



agua deberán cumplir los requisitos de la tabla 3.31. La eficiencia se verifica a través de datos suministrados por el fabricante o por medio de la certificación en un programa de certificación autorizado.

- **Controles de temperatura.** Los equipos de calefacción del servicio de agua deberán estar previstos de controles para permitir un punto de ajuste de 110°F(43°C) para las unidades de equipos de servicio de una vivienda y en 0°F (32 °C) para equipos de servicio de otras ocupaciones. La temperatura de salida de los baños en instalaciones de salas de descanso se limita a 110°F (43°C).
- **Trampas de calor.** El calentamiento de agua no es suministrado con las trampas de calor y el servicio de los sistemas sin circulación deberá estar provisto de trampas de calor y de una tubería de descarga asociada con el equipo.

Tabla 3.31
Rendimiento mínimo del equipo de calentamiento de agua

Tipo de equipo	Tamaño de categoría (entrada)	Subcategoría o condición de clasificación	Prestaciones requeridas	Procedimiento de prueba
Calentadores de agua, eléctricos	≤ 12 KW	Resistencia	0.97 - 0.00132 v, EF	DOE 10 CFR Parte 430
	>12 KW	Resistencia	1.73 V+ 155 SL, BTU/h	ANSI Z21.10.3
	≤ 24 amperios y ≤ 250 voltios	Bomba de calor	0.93 - 0.00132 V, EF	DOE 10 CFR Parte 430
Calentadores de agua, gas.	≤ 75,000 BTU/h	≥ 20 gal	0.67 - 0.0019 V, EF	DOE 10 CFR Parte 430
	>75,000 BTU/h y ≤155,000 BTU/h	<4,000 BTU/h/gal	80% Et (Q/ 800 + 110√V) SL, BTU/h	ANSI Z21.10.3
	> 155,000 BTU/h	< 4,000 BTU/h/gal	80% Et (Q/ 800 + 110√V) SL, BTU/h	
Calentadores de agua instantáneos, gas	> 50,000 BTU/h y < 200,000 BTU/h	≥ 4,000 (BTU/h)/gal y < 2 gal	0.62 - 0.0019 V, EF	DOE 10 CFR Parte 430
	≥ 200,000 BTU/h	≥ 4,000 BTU/h/gal y < 10 gal	80% Et	ANSI Z21.10.3
	≥ 200,000 BTU/h	≥ 4,000 BTU/h/gal y < 10 gal	(Q/ 800 + 110√V) SL, BTU/h	



Tabla 3.31
Rendimiento mínimo del equipo de calentamiento de agua. Continuación...

Tipo de equipo	Tamaño de categoría (entrada)	Subcategoría o condición de clasificación	Prestaciones requeridas	Procedimiento de prueba
Calentadores de agua, aceite	≤ 105,000 BTU/h	≥ 20 gal	0.59 - 0.0019 V, EF	DOE 10 CFR Parte 430
	> 105,000 BTU/h	< 4,000 BTU/h/gal	$78\% Et$ $(Q/800 + 110\sqrt{V}) SL$, BTU/h	ANSI Z21.10.3
Calentadores de agua instantáneos, aceite.	≤ 210,000 BTU/h	≥ 4,000 BTU/h/gal y < 2 gal	0.59 - 0.0019 V, EF	DOE 10 CFR Parte 430
	> 210,000 BTU/h	≥ 4,000 BTU/h/gal y < 10 gal	80% Et	ANSI Z21.10.3
	> 210,000 BTU/h	≥ 4,000 BTU/h/gal y < 10 gal	$78\% Et$ $(Q/800 + 110\sqrt{V}) SL$, BTU/h	
Calderas de suministro de agua caliente, gas y aceite.	≥ 300,000 BTU/h y < 12,500,000 BTU/h	≥ 4,000 BTU/h/gal y < 10 gal	80% Et	ANSI Z21.10.3
Calderas de suministro de agua caliente, gas.	≥ 300,000 BTU/h y < 12,500,000 BTU/h	≥ 4,000 BTU/h/gal y ≥ 10 gal	80% Et $(Q/800 + 110\sqrt{V}) SL$, BTU/h	
Calderas de suministro de agua caliente, aceite.	≥ 300,000 BTU/h y < 12,500,000 BTU/h	≥ 4,000 BTU/h/gal y ≥ 10 gal	$78\% Et$ $(Q/800 + 110\sqrt{V}) SL$, BTU/h	
Calentadores de piscina, gas y aceite.	Todos		78% Et	ASHRAE 146
Calentadores de bomba de piscina.	Todos		4.0 COP	AHRI1160
Tanques de almacenamiento sin disipar	Todos		Aislamiento mínimo requerido R-12.5 (h.ft ² . °F)/BTU	(ninguno)

Para SI: °C = [(°F) - 32] / 1.8

1 unidad térmica británica por hora = 0.2931 W

1 galón = 3.785 L

$$1 \text{ unidad térmica británica por hora por galón} = \frac{0.078 \text{ W}}{\text{L}}$$

- El factor de energía (EF) y el rendimiento térmico (Et) son los requisitos mínimos. En la ecuación de EF, Vis es volumen estimado en galones.
- Pérdida de espera (SL) es el máximo BTU/h basado en una diferencia nominal de 70°F de temperatura entre el agua almacenada y los requisitos ambientales. En la ecuación SL, Q es la tasa de entrada de la placa de identificación en BTU/h. En la ecuación de SL para calentadores de agua eléctricos, Vis es el volumen nominal en galones. En la ecuación de SL para el aceite y calentadores de agua, calderas, Vis es el volumen estimado en galones.
- Calentadores de agua instantáneos con tasas de entrada por debajo de 200.000 Kcal / h deben cumplir con estos requisitos calentador de agua, si está diseñado para calentar el agua a temperaturas de 180 °F o más.
- Calentadores de agua instantáneos con tasas de entrada por debajo de 200.000 Kcal / h deben cumplir con estos requisitos calentador de agua, si está diseñado para calentar el agua a temperaturas de 180 °F o más.

- **Aislamiento de tuberías.** Para sistemas automáticos de circulación de agua caliente, las tuberías estarán aislados con



1 pulgada (25mm) de aislamiento que tiene una conductividad inferior o igual a 0.27 (BTU/(h·ft·°F)) de (1,53 W por cada 25 mm/m² x K). Los primeros 8 pies (2438mm) de tuberías en los sistemas sin circulación servidos por un equipo sin las trampas de calor deben estar aislados con 0,5 pulgadas (12,7 mm) de material con una conductividad inferior o igual a 0.27 (BTU/(h·ft·°F)) de (1,53 W por cada 25 K mm/m² x K).

- **Controles del sistema de agua caliente.** El control automático de circulación del calor en bombas de agua o sistema de rastreo de calor será de manera que se apague automáticamente o manualmente cuando el sistema de agua caliente no está en funcionamiento.

- **Piscinas.** Las piscinas deberán disponer de medidas de conservación de la energía, de acuerdo con las secciones: Calentadores de la piscina hasta Cubiertas para piscinas.
 - **Calentadores de la piscina.** Todos los calentadores de la piscina deberán estar equipados con un fácil acceso de encendido y apagado para permitir apagar el calentador sin tener que ajustar el termostato. Calentadores de piscinas con gas natural o GLP no tienen luces piloto continuamente encendidas.

 - **Interruptores de tiempo.** Interruptores de tiempo que puede automáticamente desactivar los calentadores y bombas, de acuerdo a un horario preestablecido se instalarán en los calentadores de piscina y en las bombas.

**Excepciones:**

1. Cuando las normas de salud pública requieran 24 horas de funcionamiento de la bomba.
2. Donde las bombas deben funcionar con energía solar y con la recuperación de residuos de calor de sistemas de calefacción de la piscina.

- **Cubiertas para piscinas.** Las piscinas climatizadas deberán estar equipadas con una cubierta retardante de vapor sobre o en la superficie del agua. Las piscinas de agua caliente a más de 0°F (32 °C) deberán tener una cubierta de la piscina con un valor mínimo de aislamiento de R-12.

Excepción: La calefacción de las piscinas que se deriva a más del 60% de la energía que se recuperó del sitio o de la fuente de energía solar.

- **Sección 505, energía eléctrica y sistemas de iluminación (obligatorio)**

- **General (Obligatorio).** Esta sección se refiere a los controles del sistema de alumbrado, la conexión de los balastos, la máxima potencia de iluminación para aplicaciones en interiores y el equipo aceptable mínimo del alumbrado para aplicaciones en exteriores.

Excepción: La iluminación dentro de la vivienda, donde el 50% o más de los artefactos de iluminación instalados de forma permanente en el interior están equipados con lámparas de alta eficacia.



- **Controles de iluminación (Obligatorio).** Los sistemas de iluminación deberán estar provistos de controles como se requiere en las secciones: Control de iluminación interior, hasta Control de la iluminación exterior.

- **Control de iluminación interior.** Cada área delimitada por paredes o particiones del piso al techo deberá tener al menos un control manual de la iluminación que sirva a esa zona. Los controles requeridos se encuentran dentro del área servida por los controles o por un interruptor remoto que identifica las luces del servicio e indica su estado.

-

Excepciones:

1. Las áreas designadas como zonas de seguridad o de emergencia que deben estar continuamente encendidas.
2. La iluminación en escaleras o pasillos, que son elementos de los medios de entrada y salida.

- **Controles adicionales.** Cada área que requiere tener un control manual tiene controles adicionales que cumplen los requisitos de las secciones: Control de reducción de luz y Apagado automático de la iluminación.

- **Control de reducción de luz.** Cada área que requiere tener un control manual también deberá permitir que el ocupante pueda reducir la carga de iluminación conectada en un patrón de iluminación uniforme de al menos un 50%. La reducción de la iluminación se llevará a cabo por uno de los siguientes métodos u otros aprobados:
 1. El control de todas las lámparas o luminarias;
 2. Conmutación dual de filas alternas de luminarias, alternando lámparas o luminarias;



3. Conmutación media de las lámparas del medio independiente de las lámparas del exterior;
4. Conmutación de cada lámpara o luminaria.

Excepciones:

1. Las áreas que tienen una sola luminaria.
 2. Zonas que están controladas por un dispositivo de detección de los ocupantes.
 3. Pasillos, almacenes, baños o pasillos públicos.
 4. Unidad del sueño (ver sección: Control de las zonas de sueño).
 5. Espacios que consumen menos de 0,6 vatios por metro cuadrado (6,5 W/m²).
- **Apagado automático de la iluminación.** Edificios de más de 5.000 pies cuadrados (465 m²) deberán estar equipados con un dispositivo de control automático para apagar la iluminación en esas zonas. Este dispositivo de control automático funcionará ya sea en:
 1. Una forma programada, con la hora del día, con una programación independiente que controla la iluminación interior en áreas que no excedan de 25.000 pies cuadrados (2323 m²) y no más de un piso, o
 2. Un sensor que apague la iluminación dentro de los 30 minutos que un ocupante ha dejado el espacio, o
 3. Una señal de otro control o sistema de alarma que indica que el área está desocupada.

Excepción: Lo que sigue no requiere un dispositivo de control automático:



1. Unidad de sueño (ver sección: Control de las zonas de sueño).
2. La iluminación en los espacios donde se proporciona directamente la atención al paciente.
3. Espacios en los que un apagado automático podría poner en peligro la seguridad de los ocupantes.

❖ **Anulación de ocupantes.** Cuando un interruptor automático de control de iluminación se ha instalado para cumplir con sección: Apagado automático de la iluminación, punto 1, se deberá incorporar un dispositivo que anule el cambio:

1. Es fácilmente accesible.
2. Está situado de modo que una persona que usa el dispositivo puede ver las luces o la zona controlada por ese cambio, o para que el área que está siendo iluminada sea indicada.
3. Se opera manualmente.
4. Permite que la iluminación permanezca encendida durante no más de 2 horas, cuando una anulación se inicia.
5. Controla una superficie no superior a 5.000 pies cuadrados (465 m²).

Excepciones:

1. En centros comerciales, galerías, auditorios, locales comerciales de arriendo e instalaciones industriales, donde el cambio de anulación es utilizado, para anular el tiempo se le permitirá exceder de 2 horas.



2. En centros comerciales y galerías, auditorios, locales comerciales de arriendo e instalaciones industriales, la zona controlada no podrá exceder de 20.000 pies cuadrados (1860 m²).

❖ **Horario programado.** Un interruptor automático de tiempo en un dispositivo de control se instala de acuerdo con la Apagado automático de la iluminación, punto 1, deberá incorporar una función de programación de horario automático que desactiva todas las cargas de al menos 24 horas, luego vuelve a la operación programada.

Excepción: Las tiendas y centros asociados, restaurantes, supermercados, lugares de culto religioso y teatros.

- **Control de la zona de luz natural.** Las zonas de luz natural, tal como se define en el presente código, deberán estar provistas de controles individuales para las luces independientes de la iluminación del área general. Las zonas de luz natural adyacentes a la fenestración vertical pueden ser controlados por un único dispositivo de control, siempre que no se incluyen las zonas que enfrentan más de dos orientaciones cardinales adyacentes (es decir, al norte, sur, este, oeste). Las zonas de luz natural bajo las claraboyas a más de 15 pies (4572mm) deberán ser controladas por separado de las zonas de luz natural adyacentes a la fenestración vertical.



Excepción: los espacios de luz natural cerrados por paredes o cielos rasos y que contiene dos o menos lámparas no están obligados a tener un interruptor independiente para la iluminación general.

- **Control de las zonas de sueño.** En las habitaciones de hoteles, moteles, pensiones u otros edificios similares deberán tener por lo menos un interruptor principal en la puerta de entrada principal que controla todas las luminarias permanentemente conectadas y encendidas, excepto los del cuarto de baño(s). Las suites dispondrán de controles que cumplan estos requisitos a la entrada de cada habitación o en la entrada principal a la suite.

- **Control de la iluminación exterior.** La iluminación no diseñada del anochecer al amanecer, se controla mediante una combinación de un fotosensor y un temporizador, o un interruptor de tiempo. La iluminación diseñada para el funcionamiento del anochecer al amanecer, será controlada por un interruptor automático o fotosensor. Todos los interruptores de tiempo deben ser capaces de mantener la programación y el ajuste de tiempo durante la pérdida de potencia por un período de al menos 10 horas.

- **Cableado Tándem (Obligatorio).** Las siguientes luminarias ubicadas dentro de la misma zona deben ser de cableado tándem:
 1. Luminarias fluorescentes equipadas con uno, tres o cualquier otra configuración de número impar de configuraciones, que se empotran dentro de 10 pies (3048 mm) de centro a centro de cada uno.



2. Luminarias fluorescentes equipadas con uno, tres o cualquier otra configuración de número impar de configuraciones, que son colgantes o para montajes en superficies dentro de 1 pie (305 mm) de borde a borde del uno al otro.

Excepciones:

1. Donde los dispositivos electrónicos balastos utilizan altas frecuencias.
 2. Luminarias en los circuitos de emergencia.
 3. Luminarias sin par disponible en la misma zona.
- **Señales de salida (Obligatorio).** Las señales de salida de iluminación interna no deben exceder los 5 vatios por sitio.
 - **Necesidades de iluminación en interiores (prescriptiva).** Un edificio cumple con esta sección si su potencia total conectada de iluminación bajo la sección: Potencia total de iluminación interior conectada no es mayor que la potencia de iluminación interior calculada con respecto a la sección: Potencia de iluminación interior.
 - **Potencia total de iluminación interior conectada.** La potencia total conectada de iluminación interior (vatios) será la suma de los vatios de todos los equipos de iluminación interior, definido de conformidad con las secciones: Portalámparas de tornillo hasta Potencia de la línea de iluminación.

**Excepciones:**

1. La carga conectada asociado con el siguiente equipo de iluminación no está incluida en el cálculo de la potencia total de iluminación conectada.
 - 1.1. Iluminación del campo de juego de deportes profesionales.
 - 1.2. Iluminación de las unidades de sueño en hoteles, moteles, pensiones, o construcciones similares.
 - 1.3. El alumbrado de emergencia automáticamente apagado durante el funcionamiento normal de edificio.
 - 1.4. La iluminación en los espacios diseñados específicamente para su uso por los ocupantes con necesidades especiales de iluminación, incluyendo discapacidad visual y otros problemas médicos relacionados con la edad.
 - 1.5. La iluminación en los espacios interiores que han sido designados específicamente como un hito histórico registrado.
 - 1.6. Áreas de juegos de casino.
2. Equipos de iluminación utilizados para los siguientes casos estarán exentos, siempre que sea además de la iluminación general controlado por un dispositivo de control independiente:
 - 2.1. La iluminación para fines médicos y dentales.
 - 2.2. Iluminación del display para exposiciones en galerías, museos y monumentos.
3. Iluminación para fines teatrales, incluyendo el rendimiento, la etapa de producción de cine y producción de video.
4. La iluminación de los procesos fotográficos.



5. Iluminación integrada del equipo e instalada por el fabricante.
 6. La iluminación para el crecimiento vegetal o mantenimiento.
 7. Publicidad de señalización o señalización direccional.
 8. En los edificios de restaurantes y áreas de iluminación para el calentamiento de alimentos o equipos de preparación de alimentos.
 9. Iluminación de equipos que están a la venta.
 10. Iluminación de equipos de demostración en las instalaciones educativas.
 11. Iluminación aprobada debido a consideraciones de seguridad o de emergencia, que incluyen luces de salida.
 12. Iluminación del vidrio de abierto y cerrado de la refrigeradora y el congelador.
 13. Iluminación en escaparates, siempre que el área de la pantalla está rodeada por las particiones la altura del techo.
 14. Iluminación de mobiliarios de tareas complementarias que es controlada por la desconexión automática.
- **Portalámparas de tornillo.** La potencia será la potencia máxima dada por la luminaria.
 - **Iluminación de baja potencia.** La potencia será la potencia específica del transformador que alimenta el sistema.
 - **Otras luminarias.** La potencia de todos los equipos de alumbrado será la potencia de los equipos de



iluminación verificada a través de los datos suministrados por el fabricante u otras fuentes autorizadas.

- **Potencia de la línea de iluminación.** La potencia será la siguiente:
 1. La potencia específica de las luminarias incluidas en el sistema con un mínimo de $\frac{30 \text{ pies } W}{\text{lin}} \cdot ft \left(\frac{98 W}{\text{lin}} \cdot m \right)$.
 2. El límite de potencia de un interruptor automático del sistema, o
 3. El límite de potencia de otros dispositivos limitadores de corriente en el sistema.

- **Potencia de iluminación interior.** La potencia de iluminación interior total (watts) es la suma de todas las cargas de iluminación interior de las áreas del edificio. La potencia de iluminación interior es la superficie del suelo de cada área de construcción como se muestra en la tabla 3.32. Para los propósitos de este método, se define una "zona" como los espacios contiguos que se adaptan o se asocian con un tipo de edificio único por superficie como se indica en la tabla 3.32. Cuando se utiliza este método para calcular la potencia total de iluminación interior de un edificio entero, cada tipo de área de construcción será tratada como un área separada.



Tabla 3.32
Prestaciones de potencia para iluminación interior (obligatorio)

Densidad de potencia de la iluminación	
Tipo de área de construcción^a	(W/ft²)
Servicio automotriz	0.9
Centro de convenciones	1.2
Palacio de justicia	1.2
Comedor: bar/ocio	1.3
Comedor: Cafetería/ Comida rápida	1.4
Comedor: Familia	1.6
Dormitorio	1.0
Centro de ejercicio	1.0
Gimnasio	1.1
Atención médica-clínica	1.0
Hospital	1.2
Hotel	1.0
Biblioteca	1.3
Instalaciones de fabricación	1.3
Motel	1.0
Teatro	1.2
Multifamiliares	0.7
Museo	1.1
Oficina	1.0
Garaje	0.3
Penitenciario	1.0
Teatro artes escénicas	1.6
Estación policías/bomberos	1.0
Oficina postal	1.1
Edificios religiosos	1.3
Ventas al por menor ^b	1.5
Escuelas/universidades	1.2
Deportes arena	1.1
Ayuntamientos	1.1
Transporte	1.0
Almacenes	0.8
Talleres	1.4

- a. En los casos en que se muestran tanto un tipo general de área de construcción y un tipo de área de construcción más específica, el tipo de construcción de la zona más específica se aplicará.
- b. Cuando el equipo de iluminación se especifica que se instale para resaltar mercadería específica, además de equipos de iluminación específicos para el alumbrado en general y conmutadores o atenuadores de los diferentes circuitos de los circuitos de iluminación general, el equipo de iluminación con menor potencia se instalará para la iluminación de mercadería, o la potencia de iluminación adicional como se determina a continuación, se añade a la potencia de iluminación interior determinada de acuerdo con este rubro.

Calcular la potencia de la iluminación adicional de la siguiente manera:



En dónde.

Potencia de iluminación adicional de interiores

$$\begin{aligned}
 &= 1000W + \left(\text{Área de ventas1} \times 0.6 \frac{W}{ft^2} \right) \\
 &+ \left(\text{Área de ventas2} \times 0.6 \frac{W}{ft^2} \right) \\
 &+ \left(\text{Área de ventas3} \times 1.4 \frac{W}{ft^2} \right) \\
 &+ \left(\text{Área de ventas4} \times 2.5 \frac{W}{ft^2} \right)
 \end{aligned}$$

Área de ventas1 = La superficie de suelo para todos los productos no incluidos en el Área de ventas 2, 3o 4.

Área de ventas2 = La superficie utilizada para la venta de vehículos, artículos deportivos y electrónicos pequeños.

Área de ventas3 = La superficie utilizada para la venta de muebles, ropa, cosméticos y obras de arte.

Área de ventas4 = La superficie utilizada para la venta de joyería, cristal y porcelana.

- **Iluminación exterior. (Obligatorio).** Cuando la energía para la iluminación exterior es suministrada a través del servicio de energía para el edificio, toda la iluminación exterior, aparte de la iluminación del paisaje de baja tensión, deberán cumplir con las secciones: Iluminación de los jardines del edificio y Potencia de iluminación del exterior del edificio.

Excepción: En caso de aprobación, debido a consideraciones históricas, seguridad, señalización o de emergencia.



- **Iluminación de los jardines del edificio.** Todas las luminarias exteriores del edificio funcionan a más de 100 watts, deberá contener lámparas que tienen una eficacia mínima de 60 lúmenes por vatio a menos que la luminaria sea controlado por un sensor de movimiento o califica para una de las excepciones en virtud de la sección: Potencia de iluminación del exterior del edificio.

- **Potencia de iluminación del exterior del edificio.** Las prestaciones de energía para la iluminación de exteriores del edificio es la suma de la asignación del sitio base más las asignaciones individuales para las áreas que van a ser iluminados como se indica en la tabla 3.35 para la zona de iluminación correspondiente. Las excepciones sólo permiten los usos de la iluminación exterior que se muestran en la tabla 3.35. La zona de iluminación para el exterior del edificio se determina en la tabla 3.33 a menos que se especifique lo contrario por la jurisdicción local. La iluminación exterior para todas las aplicaciones (excepto los incluidos en las excepciones a la sección: Potencia de iluminación del exterior del edificio) deberá cumplir con los requisitos de la sección: Iluminación exterior.

Excepciones: El alumbrado destinado para las siguientes aplicaciones exteriores está exento cuando es equipado con un dispositivo de control independiente del control del alumbrado no exento:

1. Señales de iluminación especiales, de dirección e iluminación asociada con la transportación;
2. Letreros de publicidad o señalización direccional;



3. Parte de equipos o instrumentos instalados por el fabricante;
4. Para propósitos de teatro, incluyendo el rendimiento, la etapa de producción de cine y producción de video;
5. Áreas de juego;
6. Iluminación temporal;
7. Producción industrial, manejo de materiales, los sitios de transporte y áreas asociadas de almacenamiento;
8. Temas de elementos de los parques de diversiones, y
9. Se utiliza para resaltar las características de los monumentos públicos y edificios registrados como hitos históricos.

Tabla 3.33
Zonas de iluminación exterior

ZONA DE ILUMINACIÓN	DESCRIPCIÓN
1	Las áreas desarrolladas de los parques nacionales, parques estatales, los terrenos forestales y zonas rurales
2	Áreas en el que predominan zonas residenciales, distrito de negocios, industria ligera con uso nocturno limitado y zonas residenciales de uso mixto
3	Todas las demás áreas
4	Distritos con alta actividad comercial en las principales áreas metropolitanas según lo señalado por las autoridades de planificación territorial.

- **Consumo de energía eléctrica. (Obligatorio).** En los edificios con unidades individuales de vivienda, se tomarán medidas para determinar la energía eléctrica consumida por cada inquilino por separado.
- **Sección 506 Rendimiento total del edificio**
 - **Alcance.** Esta sección establece los criterios para el cumplimiento con el rendimiento total del edificio. Los siguientes sistemas y carga deberán ser incluidos en la determinación del rendimiento total del edificio: los sistemas de calefacción, refrigeración, sistemas de servicio de agua caliente, sistemas



de ventilación, potencia de iluminación, cargas de tomas corrientes y cargas de proceso.

- **Requisitos obligatorios.** El cumplimiento de esta sección requiere que los criterios de las secciones: Fuga de aire, Disposiciones aplicables a todos los sistemas mecánicos, Servicio de calentamiento de agua y Energía eléctrica y sistemas de iluminación se cumplan.

Tabla 3.34
Densidad de potencia de iluminación exterior de edificios

APLICACIONES	DENSIDAD DE POTENCIA DE ILUMINACION
Zonas comerciales (densidades de potencia de iluminación en las zonas de estacionamiento descubiertas, terrenos de construcción, entradas y salidas del edificio, cubiertas y voladizos, y áreas de venta al aire libre pueden ser zonas comerciales.)	
Áreas de estacionamiento descubiertas	
Estacionamientos y unidades	0.15 W/ft ²
Terrenos de construcción	
Pasillos de menos de 10 pies de ancho	1.0 watts/linear foot
Pasillos de 10 pies de ancho o más, plazas u áreas con características especiales.	0.2 W/ft ²
Escaleras	1.0 W/ft ²
Entradas y salidas del edificio	
Entradas principales	30 W/ft lineales del ancho de la puerta
Otras entradas	20 W/ft lineales del ancho de la puerta
Cubiertas y voladizos	
Cubiertas (acceso libre de aire y voladizos)	1.25 W/ft ²
Ventanas exteriores	
Áreas abiertas (incluyendo lotes de venta de vehículos)	0.5 W/ft ²
Calles frente a los lotes de venta de vehículos además de los lotes de área libre	20 W/ft lineales
Las superficies no comerciales (los cálculos para la densidad de potencia de iluminación para las siguientes aplicaciones sólo se pueden utilizar para aplicaciones específicas y no para la iluminación exterior de zonas comerciales. Las siguientes asignaciones, son adicionales a cualquier subsidio permitido en la sección de áreas comerciales)	
Fachadas de los edificios	0.2 W/ft ² para cada pared iluminada o área o 5,0 vatios / metro lineal para cada pared iluminada o longitud de la superficie
Cajeros automáticos	270 vatios por ubicación además 90 vatios por ATM adicionales por localidad
Entradas y puertas de las instalaciones de vigilancia	1,25 W/ft ² de área descubierta (en áreas cubiertas se incluyen las marquesinas y aleros de los apartados de la sección de zonas comerciales)



Tabla 3.34
Densidad de potencia de iluminación exterior de edificios. Continuación...

APLICACIONES	DENSIDAD DE POTENCIA DE ILUMINACION
Áreas de carga de la policía, bomberos, ambulancias y otros vehículos de servicio de emergencia	0.5 W/ft ² de área descubierta (en áreas cubiertas se incluyen los servicios de vehículos, las marquesinas y aleros de los apartados de la sección de zonas comerciales)
Accionamiento las ventanas de los restaurantes de comida rápida	800 vatios por drive-through
Parqueaderos	400 vatios por entrada principal

Para el SI: 1 pie = 304.8 mm, 1 vatio por metro cuadrado = W/0.0929 m²

Tabla 3.35
Prestaciones de potencia de iluminación para la construcción de edificios

	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	
Base de subsidio del sitio (se aplica en zonas comerciales o no comerciales).	500W	600W	750W	1300W	
Zonas comerciales (densidades de potencia de iluminación en las zonas de estacionamiento descubiertas, terrenos de construcción, entradas y salidas del edificio, cubiertas y voladizos, y áreas de venta al aire libre pueden ser zonas comerciales.)	Áreas de estacionamiento no cubiertas				
	Áreas de estacionamiento y unidades	0.04 W/ft ²	0.06 W/ft ²	0.10 W/ft ²	0.13 W/ft ²
	Pasillos de menos de 10 pies de ancho	0.7W/ft	0.7W/ft	0.8 W/ft	1.0 W/ft
	Pasillos de 10 pies de ancho o más, plazas y áreas con funciones especiales	0.14 W/ft ²	0.14 W/ft ²	0.16 W/ft ²	0.2 W/ft ²
	Escaleras	0.75 W/ft ²	1.0 W/ft ²	1.0 W/ft ²	1.0 W/ft ²
	Túneles peatonales	0.15 W/ft ²	0.15 W/ft ²	0.2 W/ft ²	0.3 W/ft ²
	Entradas y salidas del edificio				
	Entradas principales	20 W/ft del ancho de la puerta	20 W/ft del ancho de la puerta	30 W/ft del ancho de la puerta	30 W/ft del ancho de la puerta
	Otras entradas	20 W/ft del ancho de la puerta	20 W/ft del ancho de la puerta	20 W/ft del ancho de la puerta	20 W/ft del ancho de la puerta
	Marquesinas de las puertas	0.25 W/ft ²	0.25 W/ft ²	0.4 W/ft ²	0.4 W/ft ²
	Marquesinas				
	Independiente y unido	0.6 W/ft ²	0.6 W/ft ²	0.8 W/ft ²	1.0 W/ft ²
	Outdoor sales				
	Áreas abiertas (incluyen los lotes de venta de vehículos)	0.25 W/ft ²	0.25 W/ft ²	0.5 W/ft ²	0.5 W/ft ²
Calles frente de los lotes de venta de vehículos	No se toma en cuenta	10 W/ft	10 W/ft	30 W/ft	



Tabla 3.35
Prestaciones de potencia de iluminación para la construcción
de edificios. Continuación...

		Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
Las superficies no comerciales (los cálculos para la densidad de potencia de iluminación para las siguientes aplicaciones sólo se pueden utilizar para aplicaciones específicas y no para la iluminación exterior de zonas comerciales. Las siguientes asignaciones, son adicionales a cualquier subsidio permitido en la sección de áreas comerciales)	Fachadas de los edificios	No se toma en cuenta	0.1 W/ft ² para cada pared iluminada o superficie o 2.5pies W/lineal para cada pared iluminada o longitud de superficie	0.15 W/ft ² para cada pared iluminada o superficie o 3.75pies W / lineal para cada pared iluminada o longitud de superficie	0.2 W/ft ² para cada pared iluminada o superficie o 5.0pies W / lineal para cada pared iluminada o longitud de superficie
	Cajeros automáticos	270 vatios por ubicación además 90 vatios por ATM adicionales por localidad	270 vatios por ubicación, además 90 vatios por ATM adicionales por localidad	270 vatios por ubicación, además 90 vatios por ATM adicionales por localidad	270 vatios por ubicación, además 90 vatios por ATM adicionales por localidad
	Entradas y puertas de las instalaciones de vigilancia	0,75 W/ft ² de superficie cubierta y descubierta	0,75 W/ft ² de superficie cubierta y descubierta	0,75 W/ft ² de superficie cubierta y descubierta	0,75 W/ft ² de superficie cubierta y descubierta
	Áreas de carga de la policía, bomberos, ambulancias y otros vehículos de servicio de emergencia	0,5 W/ft ² de superficie cubierta y descubierta	0,5 W/ft ² de superficie cubierta y descubierta	0,5 W/ft ² de superficie cubierta y descubierta	0,5 W/ft ² de superficie cubierta y descubierta
	Accionamiento de ventanas y puertas	400 W por cada unidad	400 W por cada unidad	400 W por cada unidad	400 W por cada unidad
	Parqueaderos	800 W por cada entrada principal	800 W por cada entrada principal	800 W por cada entrada principal	800 W por cada entrada principal

- **Cumplimiento en base al rendimiento.** El cumplimiento basado en el rendimiento total del edificio requiere que el edificio propuesto (propuesta de diseño) demuestre que tiene un costo anual de energía que es menor o igual al costo anual de energía de diseño de referencia estándar.

El precio de la energía deberá ser tomada de una fuente aprobada por el código oficial, tales como el Departamento de Energía, *Administración de Información Energética de Energía del Estado* y el informe de gastos.



De acuerdo al tiempo de uso de las funciones se fijan los precios del costo de la energía. La energía a partir de fuentes de energía no agotable recogida fuera de las instalaciones deberá ser tratada y al mismo precio que la energía comprada. Energía a partir de fuentes de energía no agotables recogidos en el sitio, se omite el costo anual de energía en la propuesta de diseño.

Excepción: Las jurisdicciones que requieren en el sitio (1 KWh = 3413 BTU) en lugar de costo de la energía se considera como la medida de comparación.

- o **Documentación.** La documentación se requiere para verificar que los métodos y la precisión de las herramientas de software estén de acuerdo con las disposiciones dadas en el código oficial.
 - **Informe de cumplimiento.** Se debe presentar un informe de las herramientas de software que documente que el diseño propuesto tiene un costo anual de energía menor o igual al de referencia. La documentación deberá incluir la siguiente información:
 1. Dirección del edificio;
 2. Una lista de verificación que documente las características de los componentes de construcción del diseño propuesto como figuran en el cuadro 3.36. En la lista de verificación se hará constar el coste estimado anual de energía tanto para el diseño estándar de referencia y la propuesta de diseño;
 3. Nombre de la persona que realiza el informe de cumplimiento, y
 4. Nombre y versión de la herramienta de software.



- **Documentación adicional.** El código oficial permitirá exigir los siguientes documentos:
 1. Documentación de las características de construcción de los componentes del diseño de referencia;
 1. Esquemas de zonificación térmica que consisten en planos de planta que muestran el esquema de zonificación térmica para el diseño estándar de referencia y el diseño propuesto.
 2. Informes de entrada y salida del programa de simulación de energía que contiene el análisis de la entrada completa y archivos de salida, según corresponda. En el archivo de salida se incluyen los totales de consumo de energía y el uso de energía por fuente de energía y uso final de horas de servicio y los errores o mensajes de advertencia generados por la herramienta de simulación, según corresponda;
 3. Una explicación de cualquier error o mensajes de advertencia que aparecen en la salida de la herramienta de simulación, y
 4. Una certificación firmada por el encargado de proporcionar las características de los componentes de construcción de la propuesta de diseño como se indica en la tabla 3.36.
- **Procedimiento de cálculo.** Excepto como se especifica en esta sección, el diseño estándar de referencia y el diseño propuesto se configuran y analizan con métodos y técnicas idénticos.
- **Especificaciones de construcción.** El estándar de referencia del diseño y propuesta de diseño se configuran y



analizan como se especifica en la tabla 3.36. La tabla 3.36 incluye por referencia todas las notas que figuran en la tabla 3.14.

- **Bloques térmicos.** El diseño de referencia estándar y la propuesta de diseño serán analizadas utilizando bloques térmicos idénticos como se requiere en la sección: Zonas HVAC diseñadas, Zonas HVAC no diseñadas o Edificios residenciales multifamiliares.

- **Zonas HVAC diseñadas.** Donde las zonas de HVAC se definen en los planos de diseño de aire acondicionado, cada zona HVAC se modela como un bloque térmico por separado.

Excepción: Diferentes zonas de HVAC se pueden combinar para crear un solo bloque térmico o bloques térmicos idénticos a los que los multiplicadores se aplican siempre que:

1. La clasificación del uso de espacio es el mismo en todo el bloque térmico.
2. Todas las zonas de climatización en el bloque térmico que sean adyacentes a las paredes exteriores y el cristal frente a la misma orientación o sus orientaciones son dentro de los 45° ($0,79$ rad) el uno del otro.
3. Todas las zonas son atendidas por el mismo sistema HVAC o por el mismo tipo de sistema de climatización.

- **Zonas HVAC no diseñadas.** Donde las zonas de HVAC aún no han sido diseñadas, los bloques



térmicos se definirán sobre la base de densidades similares de carga interna, la iluminación de ocupación, horarios térmicos y la temperatura, y en combinación con las siguientes pautas:

1. Separar los bloques térmicos considerando el interior y los espacios perimetrales. Los espacios interiores son ubicados a más de 15 pies (4572 mm) de una pared exterior. Los espacios perimetrales serán los situados a menos de 15 pies (4572 mm) de una pared exterior.
2. Separar los bloques térmicos considerando los espacios adyacentes a las paredes exteriores de cristal: una zona por separado se proporciona para cada orientación, con la excepción orientaciones que difieren en no más de 45° (0,79 rad) se permitirá que se considere como la misma orientación. Cada zona deberá incluir un área de suelo de 15 pies (4572 mm) o menos de una pared acristalada perimetral, con excepción de la zona del piso dentro de 15 pies (4572 mm) de las paredes acristaladas perimetrales con más de una orientación se dividirá proporcionalmente entre las zonas.
3. Separar los bloques térmicos considerando los espacios con plantas que están en contacto con el suelo expuestos a condiciones ambientales de zonas que no comparten estas características.
4. Separar los bloques térmicos considerando los espacios con techo exterior o ensamblajes de techo de las zonas que no comparten estas características.



- **Edificios residenciales multifamiliares.** Los espacios residenciales se modelan con un bloque térmico por espacio, salvo en los sometidos a las mismas orientaciones que se les permite combinarse en un solo bloque térmico. Las unidades de la esquina y las unidades de carga del techo o el piso sólo se pueden combinar con unidades que comparten estas características.
- **Herramientas de cálculo de software.** Procedimientos de cálculo empleados para cumplir con esta sección deberán ser herramientas de software capaz de calcular el consumo anual de energía de todos los elementos de construcción que difieren entre el diseño de referencia estándar y el diseño propuesto y deberá incluir las siguientes funciones:
 1. Equipo de generación del diseño estándar de referencia utilizando sólo la entrada para el diseño propuesto. El procedimiento de cálculo no permitirá que el usuario pueda modificar directamente las características de los componentes de construcción del diseño de referencia estándar.
 2. La construcción de la operación para un año calendario completo (8760 horas).
 3. Los datos climáticos de un año natural completo (8760 horas) se comparan con los datos coincidentes aprobados para la temperatura, radiación solar, humedad y velocidad del viento para la ubicación del edificio.
 4. Diez o más zonas térmicas.
 5. Los efectos térmicos de masa.
 6. Variaciones horarias de la ocupación, la iluminación, cargas del receptáculo, la configuración del termostato, la ventilación



mecánica, HVAC disponibilidad de los equipos, el uso del servicio de agua caliente y cualquier proceso de carga.

7. Curvas del rendimiento de la carga parcial para el equipo mecánico.
 8. Curvas de corrección de la capacidad y eficiencia de los equipos mecánicos de calefacción y refrigeración.
 9. Impreso del código oficial para la inspección de la lista de las características cada uno de los componentes de la propuesta de diseño de la tabla 3.36, determinado por el análisis para proporcionar el cumplimiento, junto con sus respectivos índices de rendimiento (por ejemplo, el valor-R, V-factor, SHGC, HSPF, AFUE, SEER, EF, etc.)
- **Aprobación específica.** Herramientas de análisis del rendimiento de los apartados aplicables de la Sección 506 y ensayos según la norma ASHRAE 140 permitirán que se apruebe. Las herramientas permiten la aprobación basada en el cumplimiento de un límite especificado en una jurisdicción. El código oficial se permitirá la aprobación de las herramientas para una aplicación específica o de alcance limitado.
 - **Valores de entrada.** Cuando los cálculos requieren los valores de entrada no se especifican en las secciones 502, 503, 504 y 505, los valores de entrada se tomarán de una fuente aprobada.

Tabla 3.36
Especificaciones de la norma de referencia y diseños propuestos

Características de los componentes del edificio	Diseño estándar de referencia	Propuesta del diseño
Clasificación del uso del espacio	Igual a la propuesta	La clasificación del uso del espacio serán elegidos de acuerdo con la tabla 3.32 para todas las áreas del edificio cubierto por este permiso. Cuando la clasificación de



		uso de espacio para un edificio no se conoce, el edificio deberá ser clasificado como un edificio de oficinas.
Techos	Tipo: Aislamiento completo de la cubierta Superficie total: igual que la propuesta Factor U: de la tabla 3.15 Absortancia solar: 0.75 Grado de emisión: 0.90	Como se propone Como se propone Como se propone Como se propone Como se propone
Paredes , sobre nivel	Tipo: La mezcla de las paredes propuestas es mezcla o de lo contrario paredes con estructura de acero. Superficie total: igual que la propuesta Factor U: de la tabla 3.15 Absortancia solar: 0.75 Grado de emisión: 0.90	Como se propone
		Como se propone Como se propone
		Como se propone
Paredes , bajo nivel	Tipo: Masa de la pared Superficie total: igual a la propuesta Factor U: de la tabla 3.15	Como se propone Como se propone Como se propone
Pisos, sobre nivel	Tipo: Vigas/enmarcados del piso Superficie total: igual a la propuesta Factor U: de la tabla 3.15	Como se propone Como se propone Como se propone
Pisos, losas sobre nivel	Tipo: Sin calefacción Factor F: de la tabla 3.15	Como se propone Como se propone
Puertas	Tipo: Balanceo Superficie total: igual a la propuesta Factor U: de la tabla 3.14	Como se propone Como se propone Como se propone
Vidrios	Área: a. El área de acristalamiento propuesto, donde ésta es inferior al 40 por ciento del área de la pared por encima del nivel. b. 40 por ciento de la superficie de la pared por encima del nivel, donde el área de acristalamiento propuesto es de 40 por ciento o más del área de pared por encima del nivel. Factor U: de la tabla 3.18 SHGC: de la tabla 3.18 excepto para los climas donde no se requiere (NR) se puede usar SHCG = 0.40. Parasoles exteriores y PF: ninguno.	Como se propone Como se propone Como se propone Como se propone



Tabla 3.36
Especificaciones de la norma de referencia y diseños propuestos. Continuación...

Características de los componentes del edificio	Diseño estándar de referencia	Propuesta del diseño
Tragaluzes (claraboyas)	<p>Área:</p> <p>a. El área propuesta para el tragaluz, es inferior al 3% de la superficie bruta de montaje del techo.</p> <p>b. 3% de la superficie bruta de montaje del techo, donde el área de tragaluz propuesta es de 3% o más de la superficie bruta de montaje del techo.</p> <p>Factor U: de la tabla 3.18</p> <p>SHGC: de la tabla 3.18 excepto para los climas donde no se requiere (NR) se puede usar SHCG = 0.40.</p>	<p>Como se propone</p> <p>Como se propone</p> <p>Como se propone</p>
Iluminación interior	La potencia de iluminación interior se determinará de acuerdo con la tabla 3.32. Donde la densidad de potencia de iluminación será de 1,0 vatios por metro cuadrado ($10,73 \text{ W/m}^2$) en base a la categorización de edificios con la clasificación del espacio desconocido como oficinas.	Como se propone
Iluminación exterior	La potencia de iluminación se determinará de acuerdo con la tabla 3.34. Las áreas y dimensiones de las zonas comerciales y no comerciales serán las mismas de la propuesta.	Como se propone
Ganancias internas	Como se propone	El motor y las cargas de proceso se modelan y se estiman sobre la base de la clasificación de uso del espacio. Todos los componentes de carga de uso final dentro y asociados a la construcción deberán ajustarse a incluir, pero no se limitan a lo siguiente: extractores de aire, ventiladores de garaje ventilación, iluminación exterior del edificio, calentadores de piscinas de natación y bombas, ascensores, escaleras mecánicas, los equipos de refrigeración y utensilios de cocina
Horarios	Como se propone	Los horarios de funcionamiento incluyen perfiles horarios para la operación diaria y se explican las variaciones entre días de semana, fines de semana, vacaciones y cualquier otra operación de temporada. Los horarios serán el modelo de las variaciones en función del tiempo de la ocupación, la iluminación, la configuración del termostato, la ventilación mecánica, la disponibilidad de equipos de climatización, el uso del servicio de agua caliente y las cargas del proceso. Los horarios serán del tipo de edificio propuesto según lo determinado por el diseñador y aprobado por la jurisdicción.
Ventilación mecánica	Como se propone	Como se propone, en acuerdo con la sección: Ventilación



Tabla 3.36
Especificaciones de la norma de referencia y diseños propuestos. Continuación...

Características de los componentes del edificio	Diseño estándar de referencia	Propuesta del diseño
Sistemas de calefacción	Tipo de combustible: como se propone en el diseño. Tipo de equipo ^c : de la tabla 3.37 y 3.38 Eficiencia: de la tabla 3.22 y 3.23 Capacidad ^b : tamaño proporciona la capacidad del diseño propuesto en función del tamaño, y se elaborará de manera que hay el menor número de horas no cubiertas por la carga de calefacción y altos factores de seguridad como se indica en el diseño propuesto.	Como se propone Como se propone Como se propone Como se propone
Sistemas de refrigeración	Tipo de combustible: como se propone en el diseño. Tipo de equipo ^c : de la tabla 3.37 y 3.38 Eficiencia: de la tabla 3.19, 3.20 y 3.21 Capacidad: tamaño proporciona la capacidad del diseño propuesto en función del tamaño, y se elaborará de manera que hay el menor número de horas no cubiertas por la carga de calefacción y altos factores de seguridad como se indica en el diseño propuesto. Economizador ^d : como se propone, de acuerdo con la sección: Economizadores.	Como se propone Como se propone Como se propone Como se propone Como se propone
Servicio de agua caliente	Tipo de combustible: igual que la propuesta. Eficiencia: de la tabla 3.31 Capacidad: igual que la propuesta. Donde no existen sistemas de agua caliente, el sistema puede ser modelado	Como se propone Como se propone Como se propone

- Donde no existe sistema de calefacción o no se ha especificado, se puede modelar como los combustibles fósiles. Las características del sistema serán idénticas tanto en el diseño estándar de referencia y el diseño propuesto.
- La relación entre la capacidad utilizada en las simulaciones anuales y las capacidades determinadas por el tamaño, se utiliza la misma capacidad para el diseño estándar de referencia y el diseño propuesto.
- Cuando no existe el sistema de refrigeración o no se ha especificados, el sistema de enfriamiento se puede modelar como un sistema de refrigeración de aire para una zona única, una unidad por zona térmica. Las características del sistema serán idénticas tanto en el diseño estándar de referencia y el diseño propuesto.
- Si se requiere un economizador de acuerdo con la tabla 3.29, y si no existe o se ha especificado en el diseño propuesto, a continuación, un economizador de suministro de aire se proporcionará de conformidad con la sección: Economizadores.

Tabla 3.37
Mapas de los sistemas HVAC

Condensador de la fuente de refrigeración ^a	Clasificación del sistema de calefacción ^b	DISEÑO ESTÁNDAR DE REFERENCIA DEL SISTEMATIPO HVAC ^c		
		Sistema en una sola zona residencial	Sistema en una sola zona no residencial	Todos los demás
Agua / tierra	Resistencia eléctrica	Sistema 5	Sistema 5	Sistema 1
	Bomba de calor	Sistema 6	Sistema 6	Sistema 6
	Combustibles fósiles	Sistema 7	Sistema 7	Sistema 2
Aire / ninguno	Resistencia eléctrica	Sistema 8	Sistema 9	Sistema 3
	Bomba de calor	Sistema 8	Sistema 9	Sistema 2
	Combustibles fósiles	Sistema 10	Sistema 11	Sistema 4



- a. Seleccione "agua / tierra" si el condensador de diseño del sistema propuesto es el agua o enfriamiento por evaporación, seleccione "aire / ninguno" si el condensador del refrigerador es por aire. El circuito cerrado de refrigeración en seco, se considerará refrigerado por aire. Los sistemas que utilizan refrigeración a distancia se considerará el condensador tipo "agua". Si no se especifica la refrigeración mecánica o el sistema de refrigeración en el diseño propuesto no necesita de disipación de calor, el sistema deberá ser tratado con un condensador de tipo "Aire". Para los diseños propuestos con tierra de origen o fuente de agua / tierra, bombas de calor, el diseño estándar de referencia del sistema HVAC deberá ser agua-bomba de calor (sistema 6).
- b. Seleccione la ruta que corresponde al diseño de la fuente de calor propuestas: la resistencia eléctrica, bomba de calor (incluyendo fuente de aire y fuente de agua), o combustible de encendido. Los sistemas que utilizan calefacción (vapor o agua caliente) y los sistemas sin capacidad de calefacción se considerarán del tipo "combustibles fósiles". Para los sistemas con una mezcla de fuentes de combustible para calefacción, el sistema o sistemas que utilizan el tipo de calefacción de fuentes secundarias (el uno con el más pequeño de la capacidad total de potencia instalada en los espacios atendidos por el sistema) se puede modelar de forma idéntica en el diseño estándar de referencia y la calefacción primaria tipo de fuente se utiliza para determinar el diseño estándar de referencia el tipo de sistema HVAC.
- c. Seleccione el diseño estándar de referencia HVAC para la categoría del sistema: El sistema en "un solo sistema de la zona residencial" se selecciona si el sistema de climatización en el diseño propuesto es un sistema único de la zona y sirve a un espacio residencial. El sistema bajo el "sistema no residencial de una sola zona" se puede seleccionar si el sistema de climatización en el diseño propuesto es un sistema único de la zona y que no sirve a los espacios residenciales. El sistema en "todos los demás" debe ser seleccionado para todos los demás casos.

Tabla 3.38
Especificaciones para la descripción de la norma del diseño de referencia del sistema HVAC

Nro. Sistema	Tipo de sistema	Control de ventilación	Tipo de refrigeración	Tipo de calefacción
1	Volumen de aire variable con cajas de ventiladores alimentados en paralelo ^a	VAV ^d	Agua fría ^e	Resistencia eléctrica
2	Volumen de aire variable con recalentamiento ^b	VAV ^d	Agua fría ^e	Eléctrica con calderas de agua caliente que funcionan con combustibles fósiles ^f
3	Volumen de empaque de aire variable en paralelo con el ventilador potencia ^a	VAV ^d	Expansión directa ^c	Resistencia eléctrica
4	Volumen de empaque de aire variable con recalentamiento ^b	VAV ^d	Expansión directa ^c	Eléctrica con calderas de agua caliente que funcionan con combustibles fósiles ^f
5	Ventilación de doble tubería	Volumen constante ⁱ	Agua fría ^e	Resistencia eléctrica
6	Bomba de calor con fuente de agua	Volumen constante ⁱ	Expansión directa ^c	Eléctrica con bombas de calor y calderas ^g .



Tabla 3.38
Especificaciones para la descripción de la norma del diseño de referencia del sistema HVAC. Continuación...

Nro. Sistema	Tipo de sistema	Control de ventilación	Tipo de refrigeración	Tipo de calefacción
7	Ventilación de cuatro tuberías	Volumen constante ⁱ	Agua fría ^e	Eléctrica con calderas de agua caliente que funcionan con combustibles fósiles ^f
8	Unidades terminales de bomba de calor	Volumen constante ⁱ	Expansión directa ^c	Eléctrica con bomba de calor
9	Unidades de tejados con bombas de calor	Volumen constante ⁱ	Expansión directa ^c	Eléctrica con bomba de calor
10	Unidades terminales de aire acondicionado	Volumen constante ⁱ	Expansión directa ^c	Eléctrica con calderas de agua caliente que funcionan con combustibles fósiles ^f
11	Unidades de tejado con aire acondicionado	Volumen constante ⁱ	Expansión directa ^c	Caldera que funcionan con combustibles fósiles

- a. **VAV con cajas paralelas:** Los ventiladores de forma paralela VAV ventilador alimentado las cajas tendrán unas dimensiones de 50 por ciento de la tasa de diseño de flujo máximo y se modela con la potencia del ventilador 0.35W/cfm. El suministro de aire en función de la temperatura deberá ser constante para las condiciones de diseño.
- b. **VAV con recalentamiento:** Los puntos de ajuste mínimo de volumen de VAV para recalentar las cajas serán de 0,4 cfm/ft² de superficie. La temperatura del aire se reajusta basándose en la demanda de la zona por la diferencia de temperatura de diseño para a 0°F bajo condiciones de carga mínima. Las tasas de diseño del flujo de aire tendrá las dimensiones necesarias para la temperatura del aire de reset, Le., a 10 °F de diferencia de temperatura.
- c. **Expansión directa:** El tipo de combustible para el sistema de refrigeración será idéntica a la del sistema de refrigeración en el diseño propuesto.
- d. **YAY:** Cuando el sistema de diseño propuesto tiene una fuente, la devolución o el motor del ventilador de socorro es de 25 caballos de fuerza (hp) o más grande, el ventilador correspondiente al sistema VAV del diseño de referencia estándar se modela suponiendo un variador de velocidad. Para los ventiladores más pequeños, un ventilador centrífugo se modela con respecto el curvado con álabes. Si el sistema del diseño propuesto tiene un sistema de control digital directo en el nivel de la zona, punto de ajuste de presión estática se reajusta basándose en los requerimientos de la zona, el modelo se seguirá de acuerdo con la sección: Control de ventiladores de volumen variable de aire (VAV).
- e. **Refrigeración de agua:** Los sistemas que utilizan refrigeración de agua, los refrigeradores no están explícitamente modelados y los costos de agua helada se basará según lo determinado en las secciones: Cumplimiento en base al rendimiento y Bloques térmicos. De lo contrario, el diseño de referencia estándar de la planta de refrigeración debe ser modelado con el número de enfriadores indicado en la tabla 3.39 en función de la carga del diseño estándar del edificio y el tipo de planta de enfriamiento como se indica en la tabla 3.40 en función de la carga.
- f. **Calderas de combustibles fósiles:** los sistemas que utilizan agua caliente o refrigeración por vapor de agua, las calderas no están explícitamente modelados y los costos del agua caliente o vapor se basarán en las tasas de utilidad real. De lo contrario, las calderas utilizan el mismo combustible que el diseño propuesto. En el diseño estándar de referencia las calderas se modelan con una sola



caldera si la carga de la planta es de 600.000 Kcal / h, y al menos con dos calderas de igual tamaño para capacidades de la planta superior a 600.000 Kcal / h. Las calderas se realizarán según lo requiera la carga. La temperatura de suministro de agua caliente se puede modelar a 180 °F de temperatura de suministro del diseño y la temperatura de retorno de 130 °F. Las pérdidas de las tuberías no se pueden modelar en el modelo de construcción. La potencia de la bomba del sistema para cada sistema de bombeo será el mismo que el diseño propuesto, si el diseño propuesto no tiene bombas de agua caliente, el diseño estándar de referencia nos permite una potencia de 19W/cfm (equivalente a una operación de la bomba contra una cabeza de 60 pies, 60 por ciento rotor y la eficiencia del motor).

- g. **Bomba eléctrica de calor y calderas:** La fuente de agua, bombas de calor se conecta a un circuito de agua de calor común bomba controlada para mantener la temperatura entre 60 ° F y 90 ° F. El rechazo de calor del circuito se realizará por un ventilador axial de circuito cerrado de líquido enfriador por evaporación con ventiladores de dos velocidades como se requiere en la sección: Control de ventiladores de volumen variable de aire (VAV).
- h. **Bomba eléctrica de calor:** Las bombas de calor eléctricas con fuente de aire se pueden modelar con calefacción auxiliar. El sistema se controla con un termostato de varias etapas y un termostato de aire exterior con cable para activar la calefacción auxiliar sólo cuando la temperatura del aire exterior es inferior a 40 °F.
- i. **Volumen constante:** Ventiladores deberán ser controlados de la misma manera que en el diseño propuesto, el funcionamiento del ventilador cada vez que el espacio está ocupado o el funcionamiento del ventilador en ciclos de los requerimientos de calefacción y refrigeración. Si el ventilador se modela por ciclos y la energía del ventilador está incluida en el equipo de evaluación de eficiencia energética, la energía del ventilador no se puede modelar de manera explícita.

Tabla 3.39
Número de enfriadores

Capacidad total de las plantas de refrigeración	Número de enfriadores
≤ 300 ton	1
> 300 ton, <600 ton	2 de igual capacidad
≥ 600 ton	2 mínimos, con enfriadores adicionales para que ningún enfriador sea mayor de 800 toneladas, todas las demás tamaño por igual.

Tabla 3.40
Tipos de refrigeradores de agua

CAPACIDAD INDIVIDUAL DE LAS PLANTAS DE REFRIGERACIÓN	TIPO DE REFRIGERADORES ELÉTRICOS	TIPO DE COMBUSTIBLES FÓSILES DEL ENFRIADOR
≤ 100 ton	Alternativo	Solo efecto de absorción, encendido directo la
> 100 ton, <300 ton	Hélice	Doble efecto de absorción, encendido directo la
≥ 600 ton	Centrífugo	Doble efecto de absorción, encendido directo la



CONCLUSIONES

- La eficiencia energética mejora la productividad, la competitividad, reduce la contaminación y proporciona un ahorro económico a las organizaciones.
- La principal acción que debe realizar una organización que desea reducir el consumo de energía es implementar un sistema de gestión energética, que garantice el cumplimiento de las medidas adoptadas.
- A pesar que la norma ISO/FDIS 50001 aún no ha sido publicada, es recomendable crear las bases para la gestión de energía, ya que esta norma será adoptada como Norma Técnica Ecuatoriana.
- La UTPL siendo un gran consumidor de energía eléctrica puede disminuir su consumo energético y mejorar su uso, implementando un Sistema de Gestión de Energía, lo cual no sólo contribuye a la economía sino que también refuerza el compromiso institucional con el medioambiente.
- La actual Constitución de la República contiene instrucciones claras sobre la necesidad de una adecuada gestión de la energía en sus más variadas formas.
- A pesar de la existencia de una norma constitucional, sólo en el sector eléctrico se han tomado medidas para concretar la gestión eficiente de energía.
- El MEER, como órgano rector del sector eléctrico, ha llevado adelante una serie de iniciativas para el uso eficiente de energía como la implementación de la tarifa de la dignidad, la actualización de la matriz energética, el programa Eurosolar, el programa de focos ahorradores; el apoyo a la puesta en marcha de centrales hidroeléctricas de alta potencia, electrificación rural, el programa de eficiencia energética en edificios públicos, entre otras.



- El MEER y INEN han desarrollado en forma conjunta normas y reglamentos técnicos en materia de eficiencia energética, como por ejemplo para artefactos de refrigeración de uso doméstico, cocinas de inducción de uso doméstico, en edificaciones, para acondicionadores de aire, lámparas fluorescente, entre otros.
- Para efectos del trabajo planificado, la evaluación de la eficiencia energética en el Campus de la UTPL, se realizará sobre la base de la norma NTE INEN 2506:09, y, se complementará con las recomendaciones del código internacional de conservación de la energía DOE 2009.
- En el Campus San Cayetano de la UTPL, la energía se utiliza en tres formatos: energía eléctrica, energía de GLP, y, energía de otros derivados del petróleo.
- El pago por consumo de energía eléctrica, representa por más, el principal rubro de inversión en cuanto energía se refiere. La energía eléctrica se utiliza principalmente en iluminación y fuerza (aire acondicionado, computadores, motores, etc.).
- Entre el 2008 y el 2010, ante el crecimiento de potencia instalada en el Campus, el consumo de energía se mantuvo en un rango, y, los pagos disminuyeron. Esto debido a la disminución de la tarifa de energía eléctrica, de acuerdo a las políticas establecidas por el Gobierno nacional, y, las medidas de eficiencia adoptadas.
- De acuerdo a la potencia instalada en cada edificio del Campus, el mayor consumo de energía eléctrica se da en el edificio UPSI, cuyo consumo de energía eléctrica representa un 30% del consumo total de la UTPL. Por tanto, el análisis de eficiencia energética (para energía eléctrica), se centrará en el edificio UPSI, para extenderse hacia otros en futuras fases.
- El gas licuado de petróleo (GLP) se utiliza, en la cafetería, en la Planta de Cerámica (CERART), y, en algunos laboratorios. En la Cafetería, el GLP se utiliza



para cocción de alimentos, calentamiento de agua sanitaria, panificación, y, otros. En CERAT, el GLP se utiliza en una secadora y en el horno principal.

- El consumo de otros derivados del petróleo está ligado a la alimentación de grupos electrógenos, y, al abastecimiento de la flota de transporte de la universidad. Se utiliza principalmente gasolina y diesel.
- En este documento, se describe las normas y códigos potencialmente aplicables a la evaluación de la gestión de energía en el Campus de la UTP, que son:
 - Norma NTE INEN 2506:09, sobre eficiencia energética en edificaciones
 - Reglamento RTE INEN 036:2010, sobre eficiencia energética en lámparas fluorescentes compactas
 - Código Internacional de Conservación de la Energía DOE 2009
- El objetivo de la norma NTE INEN 2506:09, es establecer los requisitos para reducir a límites sostenibles el consumo de energía en un edificio, y, lograr que al menos una parte del consumo sea cubierto por energía de fuentes renovables.
- La norma NTE INEN 2506:09 se aplica a edificios de nueva construcción, y, a edificios cuyas modificaciones, reformas o rehabilitaciones sean superiores al 25% del envoltorio del edificio.
- Los requisitos específicos que establece la norma NTE INEN 2506:09 se enfocan en:
 - Aislamiento térmico en la envoltorio del edificio.
 - Adecuada forma y orientación del edificio.
 - Iluminación eficiente
 - Uso de energías renovables
 - La construcción de ventanas simples
- La forma de un edificio interviene de manera directa en el aprovechamiento climático del entorno, a través de dos elementos básicos: la superficie y el volumen.



- Para cumplir con la norma NTE INEN 2506:09 se requiere instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus usuarios, y, que cumplan con el reglamento técnico ecuatoriano RTE-INEN-036 de eficiencia energética.
- El Campus de la UTPL se encuentra dentro de las zonas de no representación, porque se considera un espacio en los que el criterio de diseño, la imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, queda relegado a un segundo plano frente a otros criterios como el de iluminación, el confort visual, la seguridad y la eficiencia energética. Este dato es importante para determinar el VEEI máximo en tablas.
- Para que los edificios cumplan con el requisito de Iluminación eficiente según la norma NTE INEN 2506:09, deben disponer de:
 - Instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus usuarios, y, que cumplan con el reglamento técnico ecuatoriano RTE-INEN-036
 - Sistemas de control que permitan ajustar el encendido a la ocupación real de la zona
 - Sistemas de aprovechamiento de luz natural
- Para que los edificios cumplan con el requisito de Uso de energías renovables según la norma NTE INEN 2506:09, deben disponer de:
 - Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria
 - Contribución mínima fotovoltaica de energía eléctrica
- El objetivo de la RTE INEN 036:2010, es establecer la eficacia mínima energética y las características de la etiqueta informativa en cuanto a la eficacia energética de las lámparas fluorescentes compactas. Adicionalmente especifica el contenido de la etiqueta de consumo de energía, a fin de prevenir los riesgos para la seguridad, la salud, el medio ambiente y prácticas que pueden inducir a error a los usuarios de la energía eléctrica.



- La RTE INEN 036:2010 se aplica a:
 - Lámparas fluorescentes compactas de construcción modular, para uso con balastos electrónicos o electromagnéticos, con potencia hasta 60 W, voltaje de red entre 110 V y 277 V, frecuencia nominal de 50 Hz o 60 Hz, bases rosca Edison.
 - Lámparas fluorescentes compactas de construcción integral para uso con balasto electrónico con potencia hasta 60 W, voltaje de red entre 110 V y 277 V, frecuencia nominal de 50 Hz o 60Hz, bases rosca Edison.

- Los requisitos generales para de la RTE INEN 036:2010 para lámparas fluorescentes compactas se enfocan en el rotulado de la etiqueta, así como la información requerida en la mismo. Para declarar la eficiencia energética, las lámparas deben tener una etiqueta como la descrita en este Reglamento Técnico Ecuatoriano.

- Dentro de los requisitos específicos para de la RTE INEN 036:2010 para lámparas fluorescentes compactas se enfocan en:
 - Etiquetado
 - Duración
 - Cantidad de mercurio
 - Flujo luminoso
 - Potencia consumida
 - Eficacia mínima de las lámparas fluorescentes compactas
 - Factor de potencia
 - Potencia Rangos de desempeño energético y eficacia mínima
 - Índice de rendimiento de color

- El Código Internacional de Conservación de la Energía DOE 2009, define las zonas internacionales de clima, conforme a cálculos de los grados días de calefacción (HDD) referidos a 65°F (18°C), y los grados días de refrigeración (CDD), referidos a 50°F (10°C).



- Los grados días de refrigeración CDD ubican a Loja en la zona climática 4A, mientras que los grados días de calefacción HDD la colocan en la zona climática 5. Considerando que las estaciones no son plenamente definidas en la ciudad (zona 5) y que el clima que predomina en la ciudad se aproxima al cálido-húmedo (zona 4A), entonces se clasificó a la ciudad en la zona internacional de clima 4A.
- Los requisitos establecidos en sobre eficiencia energética en edificios comerciales son aplicables a los edificios comerciales, o partes de los mismos. Para estos edificios se aplican los requisitos de la Norma ASHRAE / IESNA 90.1 (estándar de energía para edificios), excepto para aquellos edificios residenciales de altura baja.
- Dentro del Código Internacional de Conservación de la Energía DOE 2009, existen secciones referentes a diversos temas por ejemplo en la sección 502 se tiene los requisitos de la envolvente de edificios, aislamiento y criterios de la fenestración, requisitos específicos de aislamiento, y consideraciones sobre la fuga de aire.
- En la sección 503 del Código Internacional de Conservación de la Energía trata sobre la construcción de sistemas mecánicos que abastecen las necesidades de la calefacción del edificio, de refrigeración o ventilación; los cuales deberán cumplir con las disposiciones especificadas tanto para sistemas simples como para sistemas complejos.
- El suministro de calefacción y refrigeración de energía para cada zona será controlado por termostatos individuales capaces de responder a la temperatura dentro de la zona. En caso de humidificación o deshumidificación o ambos, se proporcionará por lo menos un dispositivo de control de humedad para cada sistema.



- Tanto el suministro de aire exterior y los ductos de escape deberán estar equipados con amortiguadores que se apagarán automáticamente cuando los sistemas o espacios servidos no están en uso.
- El control de la demanda de ventilación es necesario para espacios mayores de 50 m² y con una carga de ocupación promedio de 40 personas por cada 93m² de superficie de suelo y utilizada por los sistemas con una o más de las siguientes características: un economizador secundario de aire, control automático de compuerta de aire exterior, o un diseño para flujo de aire exterior de más de 3.000 pies cúbicos por minuto (1400 Lis).
- Todos los ductos, de tratamiento de aire y cajas de filtros deberán ser sellados. Las uniones y soldaduras deberán cumplir con la sección 603.9 del Código Internacional de Mecánica.
- Cabe indicar que existen ciertas excepciones para cada sección, para cita una por ejemplo tenemos que en hospitales y laboratorios que utilizan sistemas con dispositivos de control de escape de flujo y/o mantienen una relación entre el espacio y la presión necesaria para la salud de los ocupantes y la seguridad o el control del medio ambiente se permitirá el uso de un ventilador de volumen variable con limitación de potencia.
- La sección de sistemas complejos se aplica a los edificios atendidos por equipos de climatización y sistemas no contemplados en la Sección Fenestración (prescriptiva) y abarca lo siguiente:
 - Economizadores
 - Control de ventiladores de volumen variable de aire (VAV)
 - Control de sistemas hidráulicos
 - Disipación de calor en los ventiladores de velocidad variable
 - Requisitos para sistemas mecánicos complejos que sirven a varias zonas.
 - Recuperación de calor para la calefacción del servicio de agua.



- La eficiencia de equipos de calefacción del servicio de agua se verifica a través de datos suministrados por el fabricante o por medio de la certificación en un programa de certificación autorizado.
- Los equipos de calefacción del servicio de agua deberán estar provistos de controles para permitir un punto de ajuste. Se requiere control automático cuando el sistema de agua caliente no está en funcionamiento.
- La sección de energía eléctrica y sistemas de iluminación se refiere a los controles del sistema de alumbrado, la conexión de los balastos, la máxima potencia de iluminación para aplicaciones en interiores y para aplicaciones en exteriores.
- Los sistemas de iluminación deberán estar provistos de controles como:
 - Control de iluminación interior
 - Controles adicionales como:
 - Control de reducción de luz
 - Apagado automático de la iluminación
 - Control de la zona de luz natural
 - Control de las zonas de sueño
 - Control de la iluminación exterior
- Cada área delimitada por paredes o particiones del piso al techo deberá tener al menos un control manual de la iluminación que sirva a esa zona.
- Cada área que requiere tener un control manual también deberá permitir que el ocupante pueda reducir la carga de iluminación conectada en un patrón de iluminación uniforme de al menos un 50 por ciento.



- Edificios de más de 5.000 pies cuadrados (465 m²) deberán estar equipados con un dispositivo de control automático para apagar la iluminación.
- La iluminación al anochecer y al amanecer, se controla mediante una combinación de un fotosensor y un temporizador. Las señales de salida de iluminación interna no deben exceder los 5 vatios por sitio.
- Un edificio cumple con la sección de iluminación en interiores si su potencia total conectada de iluminación bajo la Sección de “Potencia total de iluminación interior conectada” no es mayor que la potencia de iluminación interior calculada con respecto a la Sección de “Potencia de iluminación interior”.
- La potencia total conectada de iluminación interior (vatios) será la suma de los vatios de todos los equipos de iluminación interior. La potencia de iluminación interior total (vatios) es la suma de todas las cargas de iluminación interior de las áreas del edificio.
- Para las universidades según la tabla de prestaciones de potencia para iluminación interior, la densidad de potencia de la iluminación = 12 W/ft².
- Todas las luminarias exteriores del edificio funcionan a más de 100 vatios, deberá contener lámparas que tienen una eficacia mínima de 60 lúmenes por vatio a menos que la luminaria sea controlado por un sensor de movimiento.
- Los siguientes sistemas y carga deberán ser incluidos en la determinación del rendimiento total del edificio: los sistemas de calefacción, refrigeración, sistemas de servicio de agua caliente, sistemas de ventilación, potencia de iluminación, cargas de tomas corrientes y cargas de proceso.
- El cumplimiento basado en el rendimiento total del edificio requiere que el edificio propuesto demuestre que tiene un costo anual de energía que es menor



o igual al costo anual de energía del diseño de referencia estándar. Se debe presentar un informe que documente esto.

- Para cumplir con la sección Rendimiento total del edificio deberán ser usadas herramientas de software capaz de calcular el consumo anual de energía de todos los elementos de construcción.
- La potencia de todos los equipos de alumbrado será la potencia de los equipos de iluminación verificada a través de los datos suministrados por el fabricante u otras fuentes autorizadas.



TRABAJOS FUTUROS

- La línea de trabajo planteada nos llevará a profundizar en el uso de la norma ISO/FDIS 50001 en la planificación energética de la UTPL, y en la definición de indicadores de rendimiento de energía EnPIS.
- La línea de trabajo planteada, nos llevará a profundizar en la formulación de objetivos energéticos y planes de acción para la gestión energética en el Campus Universitario.



REFERENCIAS

- [1] Gilman, Larry, (2010, Nov 15) "Energy Efficiency", Gale, Cengage Learning. Disponible en: <http://find.galegroup.com/grnr/infomark.do?&contentSet=EBKS&idigest=2af874b2262f5e4fad12e3860a960171&type=retrieve&tabID=T001&prodId=GRNR&docId=CX3079000097&isbn=978-1-4144-3708-8&source=gale&userGroupName=utpl_cons&version=1.0>[Consulta de abril de 2011].
- [2] International Organization for Standardization, (2008, Sept 15) "ISO launches development of future standard on energy management". Disponible en: <<http://www.iso.org/iso/pressrelease.htm?refid=Ref1157>>[Consulta de abril de 2011]
- [3] International Organization for Standardization, (2011, Feb) "ISO 50001 energy management standard targeted for publication in 3Q2011". Disponible en: <http://www.iso.org/iso/pressrelease.htm?refid=Ref1399&utm_source=ISO&utm_medium=RSS&utm_campaign=News>[Consulta de abril de 2011]
- [4] M. de Laire Peirano, (2011, Ene 12) "Desarrollo y estado de la norma ISO 50001". Disponible en: <http://www.duam.cl/documentos/seminario_iso50001/03%20Michel%20de%20Laire%20DUAM.pdf>[Consulta de abril de 2011]
- [5] G.T. Huang, (2010, Ago) "UNDERSTANDING THE REQUIREMENTS OF THE ENERGY MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATION" [Consulta de abril de 2011]
- [6] International Organization for Standardization, "ISO/FDIS 50001. Energy management systems — Requirements with guidance for use". Documento proporcionado por personal de INEN [Consulta de abril de 2011]
- [7] ASAMBLEA CCONSTITUYENTE, Constitución Del Ecuador. Disponible en: <http://www.asambleanacional.gov.ec/documentos/constitucion_de_bolsillo.pdf> [Consultada: 17 de junio 2011]
- [8] La Energía Eólica en Ecuador. Disponible en: <http://www.tech4cdm.com/uploads/documentos/documentos_La_Energia_Eolica_en_Ecuador_fa0ef98a.pdf> [Consultada: 17 de junio 2011]



- [9] Estatuto Orgánico de Gestión Organizacional por Procesos, Registro Oficial. Quito, Viernes 13 de Mayo del 2011 -- N° 146. Disponible en: <<http://www.edicioneslegales-informacionadicional.com/edle/DIC/EE-110513-146.pdf>> [Consultada: 17 de junio 2011]
- [10] Decreto N° 1681. Disponible en: <<http://faolex.fao.org/docs/texts/ecu94810.doc>> [Consultada: 17 de junio 2011]
- [11] NORMA TÉCNICA ECUATORIANO NTE INEN 2506:09
- [12] REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO RTE INEN 036:2008. Disponible en: <http://apps.inen.gov.ec/Web_sp/Normalizacion/Reglamentacion/Vigencia%20RTE/RTE-036.pdf> [Consultada: 17 de junio 2011]
- [13] INSTITUTO ECUATORIANOS DE NORMALIZACION. NORMA TÉCNICA ECUATORIANO NTE INEN 2506:09, SOBRE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIONES.
- [14] REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO RTE INEN 036:2008. [en línea] <http://apps.inen.gov.ec/Web_sp/Normalizacion/Reglamentacion/Vigencia%20RTE/RTE-036.pdf> [Consultada: 17 de junio 2011]
- [15] Código Internacional de Conservación de la Energía DOE 2009, IECC, [en línea]. Disponible en: <<http://www.iccsafe.org/Store/Pages/Product.aspx?id=3800X09>> [Consulta de junio de 2011].
- [16] Instituto Nacional de Metereología e Hidrología INAMHI, [en línea]. Disponible en: <<http://www.inamhi.gov.ec>> [Consulta de junio de 2011].
- [17] Grados/día, [en línea] disponible en: <<http://www.tecnicsuport.com/calefacc/reglament/nbect79/anexo1.htm>> [Consulta de junio de 2011].



ANEXO: PAPER

Implementación de la norma de gestión energética ISO/FDIS 50001 en el campus San Cayetano de la UTPL - Fase I

Ma. Fernanda Cún^{#1}, Nadia Jaramillo^{#1}, Jorge Jaramillo^{#2}

^{#1}Profesional en formación, Universidad Técnica Particular de Loja

^{#2}Docente de EET, Universidad Técnica Particular de Loja

Loja, Ecuador 2011

¹mfcun@utpl.edu.ec¹najaramillo@utpl.edu.ec²jorgeluis@utpl.edu.ec

Resumen—El presente trabajo resume los resultados obtenidos al dimensionar el alcance de la norma ISO FDIS 50001 y preparar su aplicación en el campus San Cayetano de la UTPL.

Índice de términos— sistema de gestión de energía, eficiencia energética, ISO 50001

I. INTRODUCCIÓN

La sociedad actual demanda el uso extensivo de energía, convirtiéndose ésta en el principal insumo en todas las áreas de actividad humana.

El ahorro de energía, no sólo afecta positivamente a la economía de los países, sino que también reduce el volumen de emisiones de CO₂ hacia el medio ambiente.

La eficiencia energética implica no sólo un consumo eficiente, sino también el establecimiento de un sistema de gestión energética que avale el mantenimiento de dichas medidas. Entre las iniciativas más destacadas para formalizar una política energética eficiente, se destaca la norma ISO/FDIS 50001 – Energy management systems – Requirements with guidance for use, elaborada por la Organización Internacional de Normalización (ISO), como una propuesta conceptual y metodológica para proporcionar a las organizaciones un esquema de planificación y administración del uso de energía, mediante una serie de exigencias a ser cumplidas.

La implementación de la norma ISO/FDIS 50001 en el Campus, consta de tres fases, la primera que es la que se desarrolla en el presente trabajo, se enfoca en la determinación del alcance y estructura de la norma ISO/FDIS 50001 y la realización de una evaluación energética, dentro de la cual figura el establecimiento de requerimientos legales a nivel local y nacional; identificar las fuentes de energía utilizadas en el Campus de la UTPL y por último una evaluación del uso y consumo de energía en el pasado y presente. Las dos siguientes fases hacen referencia a una auditoría energética de las áreas priorizadas dentro del Campus, y, a la formulación de objetivos energéticos y planes de acción para la gestión energética.

II. GENERALIDADES DE LA NORMA ISO/FDIS 50001

En esta sección, se presenta lo que significa ser energéticamente eficientes, se explica de manera general la norma ISO/FDIS 50001, y, posteriormente se detalla su alcance y estructura.

A. Eficiencia energética

Ser eficientes energéticamente significa realizar el mismo trabajo utilizando menos energía, esto sin disminuir la calidad del servicio prestado. Aunque la inversión inicial puede parecer elevada, esta tiende a recuperarse en un corto periodo de tiempo, por lo que cada vez más se apuesta por tecnologías de alta eficiencia.



Según un reporte del Servicio de Investigación del Congreso de los Estados Unidos [1], el incremento de la eficiencia energética es la principal forma de reducir las emisiones actuales de CO₂.

B. La norma ISO/FDIS 50001

A partir del año 2008, la ISO desarrolló la norma ISO/FDIS 50001 como un estándar internacional para la gestión de la energía. Se espera que su implementación influya en un 60% en el consumo energético mundial [2].



Fig. 1. Modelo del sistema de gestión energética de la norma ISO/FDIS 50001

Fuente: http://www.asimpres.cl/descargar/PDF/Manual_de_Eficiencia_a_Energetica.pdf

Un sistema de gestión energética se define con el conjunto de elementos de una organización que interactúan para establecer: objetivos en materia energética, y, una política que permita lograr dichos objetivos. La norma ISO/FDIS 50001 proporciona a las organizaciones, un modelo probado que ayuda de forma sistemática a planificar y administrar su uso de energía, con un fuerte enfoque en el rendimiento y la mejora continua.

El estándar internacional ISO/FDIS 50001 se basa en una estructura de mejoramiento constante Plan-Do-Check-Act. El modelo del sistema de gestión energética de la norma ISO/FDIS 50001 (ver Fig.1.), incorpora la gestión energética en las prácticas diarias de la

organización. La gestión energética propuesta, requiere la identificación del lugar donde se usa la energía, donde se pierde, y, en qué lugar el uso de medidas de ahorro energético tendrá mayor efecto.

C. Alcance de la norma ISO/FDIS 50001

La norma puede ser aplicada a plantas industriales, instalaciones comerciales, y, a todo tipo y tamaño de organizaciones que deseen gestionar su consumo de energía (y que acepten el desafío, ya que la implementación de la norma genera cambios en procesos, sistemas, equipos, instalaciones y hábitos).

La norma ISO/FDIS 50001 se aplica a todas las actividades, productos y servicios que afecten el rendimiento de la energía.

Por cuanto la energía puede definirse como la capacidad de un sistema para realizar un trabajo, el término energía se refiere a las diversas formas de energía que se obtiene de fuentes térmicas, hídricas, solares, etc. Para el caso del Campus San Cayetano de la UTPL, el concepto de energía abarca la utilización de energía eléctrica, el uso de combustibles fósiles, y, la utilización de otras formas de energía.

D. Estructura de la norma ISO/FDIS 50001

A continuación se presenta a manera general los parámetros que cumple la norma ISO/FDIS 50001:

8. Requisitos generales
9. Responsabilidad de la dirección
10. Política Energética
11. Planificación Energética
12. Implementación y operación
13. Verificación
14. Revisión de Gestión [3].

III. ESTABLECIMIENTO DE REQUERIMIENTOS LEGALES Y EVALUACIÓN ENERGÉTICA EN EL CAMPUS SAN CAYETANO DE LA UTPL

En esta sección se describen los requisitos legales existentes sobre eficiencia energética en la región y en el país, se presenta un inventario de las principales fuentes de energía utilizadas en el campus San Cayetano de la UTPL y un análisis de la intensidad de uso en el pasado y en la actualidad, tanto en unidades de energía como en valor monetario.



A. Establecimiento de requerimientos legales y otros

De acuerdo a la norma ISO/FDIS 5001, la primera etapa en la implementación de la norma está representada por la evaluación energética.

Como primer paso de la evaluación energética, se prevé el establecimiento de requisitos legales existentes sobre eficiencia energética en la región y en el país. En este contexto, en este apartado se realiza el inventario de los principios constitucionales, leyes, acuerdos ministeriales, normas y reglamentos técnicos, ordenanzas, y, otras normas existentes en materia de eficiencia energética (ver Tabla 1).

Tabla 1
Marco regulatorio sobre eficiente de energía

Instrumento	Disponibilidad
Constitución del Ecuador	Si
Leyes	No
Acuerdos ministeriales	Si
Normas y reglamentos	Si
Ordenanzas	No
Otras	Si

Principios Constitucionales sobre Energía y Eficiencia Energética

La actual Constitución del Ecuador [4], aprobada en el año 2008, en el Título VI sobre régimen de desarrollo, capítulo quinto sobre sectores estratégicos, servicios y empresas públicas, Art. 313, establece que *el Estado se reserva el derecho de administrar, regular, controlar y gestionar los sectores estratégicos, de conformidad con los principios de sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia.* Dentro de los sectores estratégicos, se considera *a la energía en todas sus formas, las telecomunicaciones, los recursos naturales no renovables y los demás que determine la ley.*

En el Art. 314, del mismo capítulo y título, se establece que *el Estado será responsable de la provisión de los servicios públicos de agua potable y de riego, saneamiento, energía eléctrica, telecomunicaciones, vialidad, infraestructuras portuarias y aeroportuarias, y los demás que determine la ley, garantizando que su provisión respondan a los principios de obligatoriedad, generalidad, uniformidad, eficiencia, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad y calidad.*

En el Título VII sobre el régimen del buen vivir, capítulo segundo sobre biodiversidad y recursos naturales,

sección séptima sobre biosfera, ecología urbana y energías alternativas, Art. 413, se establece que *el Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto.*

En el Art. 414, de la misma sección, capítulo y título, se determina que *el Estado adoptará medidas adecuadas y transversales para la mitigación del cambio climático, mediante la limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero.*

Leyes vigentes sobre energía y eficiencia energética

En el año 2007, la Subsecretaría de Electricidad, parte de la estructura del entonces Ministerio de Energía y Minas, se convirtió en el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), asignándole las funciones de rectoría, planificación, control y desarrollo del sector eléctrico, y, del desarrollo de las energías renovables en el país. Para cumplir con su cometido, el MEER cuenta con un entorno legal que incluye:

Ley de Regulación del Sector Eléctrico y su reglamento

La Ley de Regulación del Sector Eléctrico (LRSE), contiene normas relacionadas con la estructura del sector eléctrico y de su funcionamiento.

En el capítulo IX de la LRSE, se especifica la necesidad de fomentar el desarrollo y uso de recursos energéticos no convencionales, y, se califica al desarrollo energético no convencional como prioritario en la asignación de recursos del Fondo de Electrificación Rural y Urbano Marginal (FERUM).

La LRSE, establece que el Consejo Nacional de Electrificación (CONELEC), es el organismo encargado de dictar las normas aplicables para el despacho de la electricidad producida con energías no convencionales tendiendo a su aprovechamiento y prioridad.

Regulación N° CONELEC – 009/06

Esta regulación, vigente desde 2007, establece los precios de la energía producida con recursos energéticos renovables no convencionales.

Sobre electrificación rural

La normativa relativa a la electrificación rural está incluida en la LRSE, en la que se especifica que el Estado promoverá los proyectos de desarrollo de electrificación rural y urbano - marginal, y, las obras de electrificación destinadas a la provisión de agua potable. Además se



establece el Fondo de Electrificación Rural y Urbano - Marginal (FERUM). [5].

Resoluciones ministeriales y acciones ministeriales sobre energía y eficiencia energética

En el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable

De acuerdo al Estatuto Orgánico de Gestión por Procesos del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), publicado en el Registro Oficial No 146, del 13 de mayo del 2011, en el Art. 32, relacionado a la Dirección de Eficiencia Energética, numeral II, literal f, se establece que el MEER es el único ente en el país con la atribución y responsabilidad de “Establecer estándares de uso eficiente de energía para las distintas instalaciones y emitir certificados de eficiencia energética en entidades públicas y privadas que los cumplan” [6].

El estudio *Políticas y Estrategias para el Cambio de la Matriz Energética del Ecuador*, dio inicio al sistema permanente de planificación energética del MEER, bajo cuyo amparo se ha realizado una serie de iniciativas como:

- Definición de la tarifa de la dignidad.
- Cambio de la matriz energética.
- Programa Eurosolar.
- Sustitución de focos incandescentes por focos ahorradores.
- Construcción de centrales hidroeléctricas de alta potencia.
- Proyectos de electrificación rural.
- Programa de eficiencia energética en edificios públicos [7].

Por otra parte, el MEER y el Instituto Nacional de Normalización (INEN), han desarrollado algunas normas y reglamentos en el tema de energía y eficiencia energética:

- RTE INEN 035:09 Eficiencia energética en artefactos de refrigeración de uso doméstico. Reporte de consumo de energía, métodos de prueba y etiquetado
- NTE INEN 2511:09 Eficiencia energética en cámaras de refrigeración instaladas en vehículos automotores. Requisitos
- NTE INEN 2567:2010 Eficiencia energética en cocinas de inducción de uso doméstico. Requisitos
- NTE INEN 2506:09 Eficiencia energética en edificaciones. Requisitos
- NTE INEN 2498:09 Eficiencia energética en motores eléctricos estacionarios. Requisitos

- NTE INEN 2495:09 Eficiencia energética para acondicionadores de aire de uso doméstico. Requisitos
- RTE INEN 036:2010 Eficiencia energética. Lámparas fluorescentes compactas. Rangos de desempeño energético y etiquetado
- NTE INEN 1000:09 1R Elaboración adopción y aplicación de reglamentos técnicos ecuatorianos, RTE INEN

En la Dirección Nacional de Hidrocarburos

La Secretaría de Hidrocarburos, adscrita a la Dirección Nacional de Hidrocarburos, informó que no existe normativa ni legislación sobre el uso eficiente de combustibles en el país.

Ordenanzas sobre energía y eficiencia energética

En el Gobierno Provincial de Loja

En el Departamento de Medioambiente y de Planificación del Gobierno Provincial de Loja, se explicó que no existe normativa provincial sobre eficiencia energética.

En el Gobierno Local de Loja

De acuerdo a la información proporcionada por el Departamento de Medioambiente y de Planificación del I. Municipio de Loja, en el cabildo no existe ningún tipo de ordenanza relacionada a la eficiencia energética.

Normativa del proveedor local de energía eléctrica

En lo que respecta a la EERSSA, en la Dirección de Planificación, se señaló que la única experiencia de la empresa con el tema, se relaciona a los programas de eficiencia energética conjuntos con el gobierno ecuatoriano, como es el caso de la campaña para el cambio de focos incandescente por focos ahorrados en el hogar, y, el cambio de luminarias de mercurio por luminarias de sodio en la iluminación pública.

Marco legal para la realización del proyecto – resumen

Para efectos del trabajo planificado, la evaluación de la eficiencia energética en el campus de la UTPL, se realizará sobre la base de las normas NTE INEN 2506:09 y RTE INEN 036:2010, y, se complementará con las recomendaciones del código internacional de conservación de la energía DOE 2009. Estos instrumentos normativos y legales, se describen en el tercer apartado de este trabajo.



B. Identificación de las principales fuentes de energía utilizadas en el campus San Cayetano de la UTPL

El segundo paso en la evaluación energética, consiste en identificar las mayores fuentes de energía utilizadas en la organización en la que se pretende implementar la norma ISO/FDIS 50001. En el Campus San Cayetano de la UTPL, la energía se utiliza en tres formatos: energía eléctrica, energía de GLP, y, energía de otros derivados del petróleo.

Uso de energía eléctrica en el Campus

El pago por consumo de energía eléctrica, representa por más, el principal rubro de inversión en cuanto energía se refiere. La energía eléctrica se utiliza principalmente en iluminación y fuerza (aire acondicionado, computadores, motores, etc.).

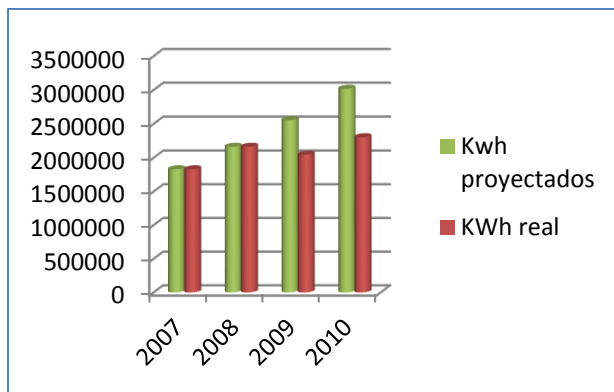


Fig. 2. Evolución del consumo de energía eléctrica el campus UTPL en los años 2007 - 2010. Grupo de energía UTPL, 2010

La Fig.2, muestra la evolución proyectada y real del consumo de energía eléctrica en el Campus UTPL, en los últimos años. La tabla 2, muestra los pagos anuales efectuados por consumo de energía eléctrica entre el 2008 y el 2010. Es importante señalar la disminución de la tarifa de energía eléctrica, de acuerdo a las políticas establecidas por el Gobierno nacional. Esta situación, y, las medidas de eficiencia adoptadas, permitieron que ante el crecimiento de potencia instalada en el campus, el consumo de energía se mantenga en un rango, y, que los pagos disminuyan (ver Fig.3).

Tabla 2
Evolución del consumo de energía eléctrica en el campus San Cayetano de la UTPL

Año	Consumo (KWh)	Pago (USD)
2008	2162167	319507,51
2009	2044928	226214,87
2010	2302620	226940,54

De acuerdo a la potencia instalada en cada edificio del Campus (ver Tabla 3), el mayor consumo de energía eléctrica se espera en el denominado edificio UPSI. La tabla 4 y la Fig. 4, reflejan el consumo de energía del edificio y el pago efectuado entre los años 2008 – 2010.

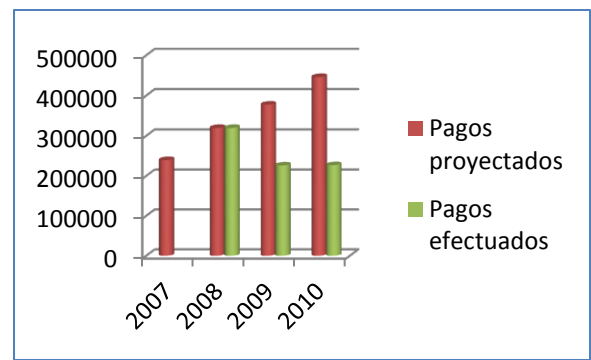


Fig. 3. Evolución de los pagos por consumo de energía eléctrica en el campus UTPL, años 2007 - 2010. Grupo de energía UTPL, 2010

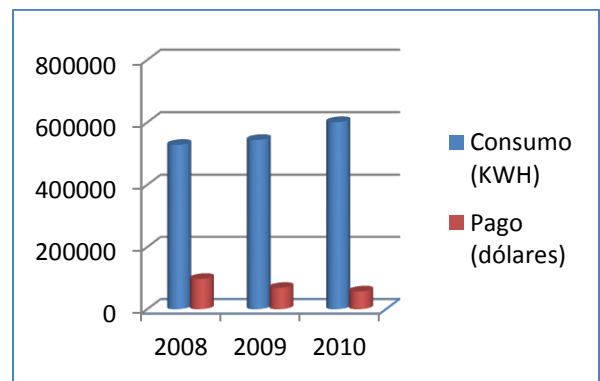


Fig. 4. Evolución de los pagos por consumo de energía eléctrica en el edificio UPSI del campus UTPL, años 2008 - 2010. Grupo de energía UTPL, 2011



Tabla 3
Potencia eléctrica instalada en el campus San Cayetano de la UTPL, mayo 2011

Edificio	Potencia instalada (KVA)
UPSI	300
Bellas Artes	30
Modalidad Abierta	100
Bodega	10
Cafetería	75
Administración Central	125
Cerámica UCG	180
Laboratorios	250
Lácteos Productos Naturales	75
Centro de Convenciones Editorial	200
A/C Centro de Convenciones	112,5
Alumbrado Público	15
Octógono Polideportivo Museo	250

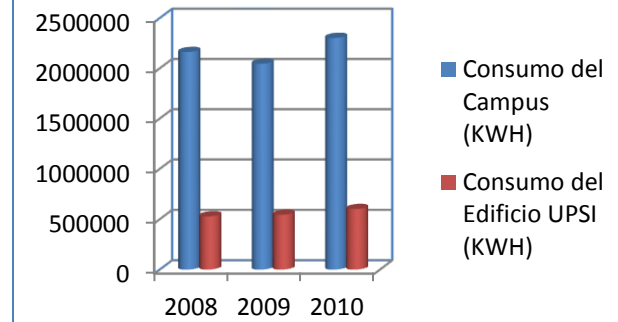


Fig. 5. Evolución del consumo de energía eléctrica del edificio UPSI en forma porcentual respecto al consumo total del campus UTPL, años 2008 - 2010. Grupo de energía UTPL, 2011

Por lo descrito, el análisis de eficiencia energética (para energía eléctrica), se centrará en el edificio UPSI, para extenderse hacia otros en futuras fases.

Uso de gas licuado de petróleo en el Campus

El gas licuado de petróleo (GLP) se utiliza, en la cafetería, en la Planta de Cerámica (CERART), y, en algunos laboratorios.

En la Cafetería de la UTPL, el GLP se utiliza para cocción de alimentos, calentamiento de agua sanitaria, panificación, y, otros. La tabla 6, resumen el consumo de GLP y los pagos efectuados por ese concepto entre los años 2008 y 2010.

En CERAT, el GLP se utiliza en una secadora y en el horno principal. La tabla 7, resume el consumo anual de GLP.

Tabla 4
Evolución del consumo de energía eléctrica edificio UPSI (Medidores 31507 y 32008)

Año	Consumo (KWh)	Pago (USD)
2008	528090	97438,06
2009	543778	68465,81
2010	601048	57055,71

El consumo de energía eléctrica en el edificio UPSI, representa un 26% del consumo total de la UTPL, tal como lo muestran la tabla 5, y, la Fig. 5.

Tabla 5
Consumo del edificio UPSI en relación porcentual al consumo total de la UTPL

Año	Consumo del Campus (KWH)	Consumo del Edificio UPSI (KWH)	Porcentaje (%)
2008	2162167	528090	24,42
2009	2044928	543778	26,59
2010	2302620	601048	30,08

Tabla 6
Consumo anual de GLP en la cafetería UTPL

Año	Consumo (Kg)	Pago (USD)
2008	10201,5	10600,27
2009	11309,37	7048,4
2010	10225,99	7972,54

Tabla 7
Consumo anual de GLP en la planta CERART

Año	Consumo (Kg)	Pago (USD)
2008	17280	18048
2009	16155	10979
2010	26481	22607



Tabla 8
Grupos electrógenos existentes en la UTPL

Dependencia/acometida	Transformador	Generador
Bodega	x	
Planta Lácteos -Naturales	x	x
Planta Cerámica UCG	x	x
Laboratorios	x	
UPSI	x	x
Central	x	x
Cafetería	x	x
Abierta	x	
Aire Acondicionado - Convenciones	x	x
Centro convenciones - Editorial	x	
Bloques de aulas	x	x
Octógono	x	x
Polideportivo	x	
Museo	x	
Alumbrado público	x	
Hospital UTPL	x	x

En el marco de este trabajo, se analizará la eficiencia en el consumo de GLP en las dos dependencias.

Uso de otros derivados del petróleo en el Campus

El consumo de otros derivados del petróleo está ligado a la alimentación de grupos electrógenos, y, al abastecimiento de la flota de transporte de la universidad. Se utiliza principalmente gasolina y diesel.

Con gasolina, se abastece un parque automotor conformado por 1 camioneta, 15 vehículos, y, una estación agroecológica.

Con diesel, se abastece un parque automotor conformado por 10 buses, 2 camiones, 5 furgonetas, 3 tanqueros, 4 vehículos, 1 ambulancia, 1 retroexcavadora, y, 1 tractor.

Adicionalmente, con diesel se abastece el conjunto de grupos electrógenos con los que cuenta la UTPL, cuyo detalle se presenta en la tabla 8.

En la tabla 9, se muestra el consumo anual de otros derivados del petróleo en el Campus UTPL, entre el año 2008 y el 2010.

Tabla 9
Consumo anual de combustible en la UTPL

Año	Pago por consumo de diesel (USD)	Pago por consumo de gasolina (USD)
2008	41488,03	16146,14
2009	44144,33	13433,26
2010	40839,95	11318,69

En el marco de este trabajo, se analizará la eficiencia en el consumo de gasolina y diesel.

IV. NORMA ENERGÉTICA

En esta sección, se describe las normas y códigos potencialmente aplicables a la evaluación de la gestión de energía en el Campus de la UTPL.

A. Norma NTE INEN 2506:09, sobre eficiencia energética en edificaciones

La norma NTE INEN 2506:09 sobre eficiencia energética en edificaciones, tiene por objetivo establecer los requisitos para reducir a límites sostenibles el consumo de energía en un edificio, y, lograr que al menos una parte del consumo sea cubierto por energía de fuentes renovables.

La norma se aplica a edificios de nueva construcción, y, a edificios cuyas modificaciones, reformas o rehabilitaciones sean superiores al 25% del envolvente del edificio, con algunas excepciones [8].

B. Reglamento RTE INEN 036:2010, sobre eficiencia energética en lámparas fluorescentes compactas

El reglamento RTE INEN 036:2010 sobre eficiencia energética en lámparas fluorescentes compactas, tiene por objetivo establecer la eficacia mínima energética, y, las características de la etiqueta informativa (en cuanto a la eficacia energética) de las lámparas fluorescentes compactas de construcción modular, para uso con balastos electrónicos o electromagnéticos, y, de las lámparas fluorescentes compactas de construcción integral para uso con balasto electrónico.

Adicionalmente, regula el contenido de la etiqueta de consumo de energía, a fin de prevenir los riesgos para la seguridad, la salud, el medio ambiente, y, prácticas que pueden inducir a error a los usuarios de la energía eléctrica [9].



C. Código Internacional de Conservación de la Energía DOE 2009.

El Código Internacional de la Conservación de la Energía es un código modelo que regula los requisitos mínimos de conservación de la energía para los nuevos edificios. El Código direcciona los requerimientos de conservación de energía a todos los aspectos de aprovechamiento de la energía en construcciones comerciales y residenciales, incluyendo la calefacción, ventilación, iluminación, calentamiento de agua, y el uso de energía para los aparatos y sistemas de construcción.

El Código es un documento de diseño. Por ejemplo, antes que se construya un edificio, el diseñador debe determinar el aislamiento mínimo valor-R y fenestración factor-V para la envolvente exterior del edificio.

Dependiendo de si el edificio es para uso residencial o comercial, el Código establece los requisitos mínimos para aislamiento exterior, de puertas y ventanas factores-V y clasificaciones SHGC, aislamiento de ductos, eficiencia de iluminación y potencia; y aislamiento de la distribución de agua. [10].

V. CONCLUSIONES

- La eficiencia energética mejora la productividad, la competitividad, reduce la contaminación y proporciona un ahorro económico a las organizaciones.
- La principal acción que debe realizar una organización que desea reducir el consumo de energía es implementar un sistema de gestión energética, que garantice el cumplimiento de las medidas adoptadas.
- La UTPL siendo un gran consumidor de energía eléctrica puede disminuir su consumo energético y mejorar su uso, implementando un Sistema de Gestión de Energía, lo cual no sólo contribuye a la economía sino que también refuerza el compromiso institucional con el medioambiente.
- La actual Constitución de la República contiene instrucciones claras sobre la necesidad de una adecuada gestión de la energía en sus más variadas formas, pero sólo en el sector eléctrico se han tomado medidas para concretar la gestión eficiente de energía.
- El MEER y el INEN han desarrollado en forma conjunta normas y reglamentos técnicos en materia de eficiencia energética.
- Para efectos del trabajo planificado, la evaluación de la eficiencia energética en el campus de la UTPL, se realizará sobre la base de la norma NTE INEN 2506:09, y, se complementará con las recomendaciones del código internacional de conservación de la energía DOE 2009.
- En el Campus San Cayetano de la UTPL, la energía se utiliza en tres formatos: energía eléctrica, energía de GLP, y, energía de otros derivados del petróleo.
- El pago por consumo de energía eléctrica, representa por más, el principal rubro de inversión en cuanto energía se refiere. La energía eléctrica se utiliza principalmente en iluminación y fuerza (aire acondicionado, computadores, motores, etc.).
- De acuerdo a la potencia instalada en cada edificio del Campus, el mayor consumo de energía eléctrica se da en el edificio UPSI, cuyo consumo de energía eléctrica representa un 30% del consumo total de la UTPL. Por tanto, el análisis de eficiencia energética (para energía eléctrica), se centrará en el edificio UPSI, para extenderse hacia otros en futuras fases.
- El gas licuado de petróleo (GLP) se utiliza, en la cafetería, en la Planta de Cerámica (CERART), y, en algunos laboratorios. En la Cafetería, el GLP se utiliza para cocción de alimentos, calentamiento de agua sanitaria, panificación, y, otros. En CERAT, el GLP se utiliza en una secadora y en el horno principal.
- El consumo de otros derivados del petróleo está ligado a la alimentación de grupos electrógenos, y, al abastecimiento de la flota de transporte de la universidad. Se utiliza principalmente gasolina y diesel.
- En este documento, se describe las normas y códigos potencialmente aplicables a la evaluación de la gestión de energía en el Campus de la UTPL, como la Norma NTE INEN 2506:09, Reglamento RTE INEN 036:2010, y el Código Internacional de Conservación de la Energía DOE 2009
- El objetivo de la norma NTE INEN 2506:09, es establecer los requisitos para reducir a límites sostenibles el consumo de energía en un edificio, y, lograr que al menos una parte del consumo sea cubierto por energía de fuentes renovables.
- El objetivo de la RTE INEN 036:2010, es establecer la eficacia mínima energética y las características de la etiqueta informativa en cuanto a la eficacia energética de las lámparas fluorescentes compactas.
- El Código Internacional de Conservación de la Energía DOE 2009, define las zonas internacionales de clima, conforme a cálculos de los grados días de calefacción (HDD) referidos a 65°F (18°C), y los grados días de refrigeración (CDD), referidos a 50°F (10°C).
- Los grados días de refrigeración CDD ubican a Loja en la zona climática 4A, mientras que los grados días de calefacción HDD la colocan en la zona climática 5. Considerando que las estaciones no son plenamente definidas en la ciudad (zona 5) y que el clima que predomina en la ciudad se aproxima al cálido-húmedo



(zona 4A), entonces se clasificó a la ciudad en la zona internacional de clima 4A.

- Dentro del Código Internacional de Conservación de la Energía DOE 2009, existen secciones referentes a diversos temas por ejemplo en la sección 502 se tiene los requisitos de la envolvente de edificios, aislamiento y criterios de la fenestración, requisitos específicos de aislamiento, y consideraciones sobre la fuga de aire.
- En la sección 503 del Código Internacional de Conservación de la Energía trata sobre la construcción de sistemas mecánicos que abastecen las necesidades de la calefacción del edificio, de refrigeración o ventilación; los cuales deberán cumplir con las disposiciones especificadas tanto para sistemas simples como para sistemas complejos.
- Cabe indicar que existen ciertas excepciones para cada sección, para cita una por ejemplo tenemos que en hospitales y laboratorios que utilizan sistemas con dispositivos de control de escape de flujo y/o mantienen una relación entre el espacio y la presión necesaria para la salud de los ocupantes y la seguridad o el control del medio ambiente se permitirá el uso de un ventilador de volumen variable con limitación de potencia.
- La eficiencia de equipos de calefacción del servicio de agua se verifica a través de datos suministrados por el fabricante o por medio de la certificación en un programa de certificación autorizado.
- Edificios de más de 5.000 pies²(465 m²) deberán estar equipados con un dispositivo de control automático para apagar la iluminación.
- Para las universidades según la tabla de prestaciones de potencia para iluminación interior, la densidad de potencia de la iluminación = 12 W/ft².
- El cumplimiento basado en el rendimiento total del edificio requiere que el edificio propuesto demuestre que tiene un costo anual de energía que es menor o igual al costo anual de energía del diseño de referencia estándar. Se debe presentar un informe que documente esto.
- Para cumplir con la sección Rendimiento total del edificio deberán ser usadas herramientas de software capaz de calcular el consumo anual de energía de todos los elementos de construcción.

VI. REFERENCIAS

- [1] Gilman, Larry, (2010, Nov 15) "Energy Efficiency", Gale, Cengage Learning. Disponible en: <http://find.galegroup.com/grnr/infomark.do?&contentSet=EBKS&idigest=2af874b2262f5e4fad12e3860a960171&type=retrieve&tabID=T001&prodId=GRNR&docId=CX3079000097&eisbn=978-1-4144-3708-8&source=gale&userGroupName=utpl_cons&version=1.0> [Consulta de abril de 2011].
- [2] International Organization for Standardization, (2008, Sept 15) "ISO launches development of future standard on energy management". Disponible en: <<http://www.iso.org/iso/pressrelease.htm?refid=Ref1157>> [Consulta de abril de 2011]
- [3] International Organization for Standardization, "ISO/FDIS 50001. Energy management systems — Requirements with guidance for use". Documento proporcionado por personal de INEN [Consulta de abril de 2011]
- [4] ASAMBLEA CONSTITUYENTE, Constitución Del Ecuador. Disponible en: <http://www.asambleanacional.gov.ec/documentos/constitucion_de_bolsillo.pdf> [Consultada: 17 de junio 2011]
- [5] La Energía Eólica en Ecuador. Disponible en: <http://www.tech4cdm.com/uploads/documentos/documentos_La_Energia_Eolica_en_Ecuador_fa0ef98a.pdf> [Consultada: 17 de junio 2011]
- [6] Estatuto Orgánico de Gestión Organizacional por Procesos, Registro Oficial. Quito, Viernes 13 de Mayo del 2011 -- N° 146. Disponible en: <<http://www.edicioneslegales-informacionadical.com/edle/DIC/EE-110513-146.pdf>> [Consultada: 17 de junio 2011]
- [7] Decreto N° 1681. Disponible en: <http://faolex.fao.org/docs/texts/ecu_94810.doc> [Consultada: 17 de junio 2011]
- [8] NORMA TÉCNICA ECUATORIANO NTE INEN 2506:09
- [9] REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO RTE INEN 036:2008. Disponible en: <http://apps.inen.gov.ec/Web_sp/Normalizacion/Reglamentacion/Vigencia%20RTE/RTE-036.pdf>
- [10] Código Internacional de Conservación de la Energía DOE 2009, IECC, [en línea]. Disponible en: <<http://www.iccsafe.org/Store/Pages/Product.aspx?id=3800X09>> [Consulta de junio de 2011].