



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

ESCUELA DE ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

**Implementación de la norma de gestión energética ISO/FDIS 50001 en el Campus
San Cayetano de la UTPL**

Fase II: Análisis de la eficiencia energética

AUTORES:

Cruz Herrera Pablo Geovanny

Pardo Pardo Henry Bolívar

Tesis previa a la obtención del título de
Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones

DIRECTOR:

Ing. Jorge Luis Jaramillo Pacheco

Loja - Ecuador

Abril 2012





CERTIFICACIÓN

Ingeniero

Jorge Luis Jaramillo Pacheco

DOCENTE INVESTIGADOR DE LA UTPL

Certifica:

Que el presente trabajo de investigación, previo a la obtención del título de ingeniero en electrónica y telecomunicaciones, titulado: **“IMPLEMENTACIÓN DE LA NORMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA ISO/FDIS 50001 EN EL CAMPUS SAN CAYETANO DE LA UTPL. FASE II: ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA”** presentado por los señores Pablo Cruz Herrera y Henry Pardo Pardo, ha sido revisado minuciosamente, el mismo que posee la suficiente profundidad en el tema, así como el cumplimiento de la reglamentación requerida por parte de la Escuela de Electrónica y Telecomunicaciones; por lo que, autorizo su presentación a la Dirección de la Escuela para los fines pertinentes.

Ing. Jorge Luis Jaramillo

DIRECTOR DE TESIS



CESIÓN DE DERECHOS

Nosotros, Pablo Geovanny Cruz Herrera y Henry Bolívar Pardo Pardo, declaramos ser autores del presente trabajo y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Adicionalmente, declaramos conocer y aceptar la disposición del Art. 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".

Pablo Geovanny Cruz Herrera

Henry Bolívar Pardo Pardo



AUTORÍA

El presente proyecto de investigación ha sido sustentado mediante determinados análisis, diseños y criterios técnicos, así como también, basado en ideas, evaluaciones y conclusiones, que son responsabilidad exclusiva de los autores. La información extractada es debidamente referenciada en la sección pertinente.

Pablo G. Cruz H.

Henry B. Pardo P.



AGRADECIMIENTO

Dejamos constancia de nuestro sincero agradecimiento a la Universidad Técnica Particular de Loja, al Cuerpo Docente de la Escuela de Electrónica y Telecomunicaciones, por los conocimientos impartidos durante nuestro periodo de estudios.

Un reconocimiento especial al Ing. Jorge L. Jaramillo por habernos guiado con sus valiosos conocimientos durante el desarrollo de nuestra tesis. Agradecemos el tiempo dedicado para la realización y culminación de este trabajo.

A todos nuestros amigos, familiares y compañeros que de una u otra manera mostraron su apoyo en los momentos más críticos de nuestra carrera.



REFLEXIONES

Mis agradecimientos están dirigidos primeramente a tres seres divinos, Dios, María y Jesús, por darme vida, salud y fuerza de voluntad, factores imprescindibles para lograr nuestras metas. Agradezco a mi respetado padre, el Sr. José F. Cruz C. por ser la fuente que me inspira para seguir siempre adelante. Agradezco a mi querida madre, la Sra. Fanny E. Herrera T. por enseñarme a ser una persona de bien. A mis hnos. y hnas. por la confianza que depositan en mí, y finalmente a una gran persona, Fanny Imaicela, por todo el cariño y comprensión.

Pablo Cruz

A ti, Dios todo poderoso y de mis padres que nos has conservado con vida, salud y esperanza para seguir siempre adelante; agradezco a mis padres Germán Pardo y Orfa Lucia que con su silencio muchas veces me supieron apoyar siempre durante mi formación profesional; a una persona muy especial en mi vida, Karla, que siempre ha estado conmigo; y finalmente a mi profesor de tesis Jorge Jaramillo por guiarnos durante la elaboración del proyecto y a mi compañero Pablo Cruz porque en esta armonía grupal lo hemos logrado

Henry Pardo



TABLA DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	II
CESIÓN DE DERECHOS	III
AUTORÍA	IV
AGRADECIMIENTO	V
REFLEXIONES	VI
TABLA DE CONTENIDOS	VII
RESUMEN	XIV
INTRODUCCIÓN	XV
OBJETIVOS	XVII
LISTA DE TABLAS	XVIII
LISTA DE FIGURAS	XXIII

Capítulo 1

1. PLANEACIÓN DE LA AUDITORÍA ENERGÉTICA	1
1.1. Generalidades de la Norma ISO/FDIS 50001	1
1.1.1. La norma ISO/FDIS 50001.....	1
1.1.2. Alcance y estructura de la norma ISO/FDIS 50001.....	2
1.1.3. Alcance esperado en la UTPL.....	3
1.2. Evaluación Energética en el Campus San Cayetano de la UTPL	3
1.2.1. Identificación de normativa.....	4
1.2.2. Pre-evaluación energética del campus San Cayetano de la UTPL.....	4
1.2.3. Auditoría energética del campus San Cayetano de la UTPL.....	5
1.2.4. Análisis de resultados de auditoría.....	6

Capítulo 2

2. DISEÑO DE INSTRUMENTOS PARA AUDITORIA ENERGÉTICA EN EL CAMPUS SAN CAYETANO DE LA UTPL	7
2.1. Escenario de Aplicación de los Instrumentos de Auditoría	7
2.2. Diseño de los Instrumentos de Auditoría	7
2.2.1. Datos generales.....	8
2.2.2. Aspectos constructivos de la edificación.....	8
2.2.2.1. NTE INEN 2506:09, sobre eficiencia energética en edificios.....	9



2.2.2.2.	Ordenanzas 3457 y 3477 del Distrito Metropolitano de Quito sobre arquitectura y urbanismo.....	11
2.2.2.3.	NTE INEN 1152:84, sobre iluminación natural de edificios.....	14
2.2.3.	Sistemas de iluminación.....	15
2.2.4.	Sistemas de fuerza.....	18
2.2.4.1.	Equipos de fuerza menor.....	18
2.2.4.2.	Equipos de fuerza mayor.....	21
2.2.5.	Sistemas de aire acondicionado.....	22
2.2.5.1.	NTE INEN 1124:84 sobre ventilación natural de edificios.....	22
2.2.5.2.	NTE INEN 2495:09 sobre eficiencia energética para acondicionadores de aire.....	24

Capítulo 3

3.	AUDITORÍA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO DE ADMINISTRACIÓN CENTRAL.....	26
3.1.	Metodología Utilizada en la Auditoría Energética.....	26
3.2.	Resultados Obtenidos Sobre el Cumplimiento de Normativa Relacionada a Características de la Edificación y Aspectos Constructivos.....	27
3.2.1.	Generalidades.....	27
3.2.2.	Cumplimiento de la norma INEN 2506:09 sobre uso eficiente de energía.....	29
3.2.2.1.	Sobre forma y orientación adecuada del edificio.....	29
3.2.2.2.	Sobre uso de energía de fuentes renovables.....	30
3.2.2.3.	Cumplimiento de la norma.....	30
3.2.3.	Cumplimiento de los Parámetros Técnicos Normados por la Ordenanza Sobre Arquitectura y Urbanismo del DM de Quito.....	31
3.2.3.1.	Sobre altura mínima del local.....	31
3.2.3.2.	Sobre iluminación y ventilación.....	31
3.2.3.3.	Cumplimiento de la norma.....	34
3.2.4.	Cumplimiento de la norma NTE INEN 1152:84, sobre iluminación natural de edificios.....	35
3.2.4.1.	Cumplimiento de la norma.....	37



3.3. Resultados Obtenidos Sobre el Cumplimiento de Normativa Relacionada a Sistemas de Iluminación Artificial.....	37
3.3.1. Generalidades.....	37
3.3.2. Cumplimiento de la norma NTE INEN 2506:09 sobre eficiencia energética en edificaciones.....	38
3.3.2.1. Sobre disponibilidad de sistemas de encendido y apagado manual.....	38
3.3.2.2. Sobre disponibilidad de sistemas de encendido y apagado en zonas de uso esporádico.....	38
3.3.2.3. Sobre aprovechamiento de luz natural.....	39
3.3.2.4. Sobre eficiencia energética de la instalación VEEI.....	40
3.3.2.5. Cumplimiento de la norma.....	42
3.4. Resultados Obtenidos en la Auditoría a Equipos de Fuerza Utilizados en el Edificio de Administración Central.....	43
3.4.1. Auditoría a equipos de fuerza menores.....	43
3.4.2. Auditoría a equipos de fuerza mayores.....	45
3.4.2.1. Cumplimiento de la norma NTE INEN 2495:09 sobre eficiencia energética para acondicionadores de aire.....	45
 Capítulo 4	
4. AUDITORÍA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO DE MODALIDAD ABIERTA.....	49
4.1. Metodología Utilizada en la Auditoría Energética.....	49
4.2. Resultados Obtenidos Sobre el Cumplimiento de Normativa Relacionada a Características de la Edificación y Aspectos Constructivos.....	50
4.2.1. Generalidades.....	50
4.2.2. Cumplimiento de la norma INEN 2506:09 sobre uso eficiente de energía	
4.2.2.1. Sobre forma y orientación adecuada del edificio.....	52
4.2.2.2. Sobre uso de energía de fuentes renovables.....	53
4.2.2.3. Cumplimiento de la norma.....	53
4.2.3. Cumplimiento de los parámetros técnicos normados por la ordenanza sobre arquitectura y urbanismo del DM de Quito.....	53
4.2.3.1. Sobre altura mínima del local.....	53
4.2.3.2. Sobre iluminación y ventilación.....	53



4.2.3.3.	Cumplimiento de la norma.....	55
4.2.4.	Cumplimiento de la norma NTE INEN 1152:84, sobre iluminación natural de edificios.....	56
4.2.4.1.	Cumplimiento de la norma.....	57
4.3.	Resultados Obtenidos Sobre el Cumplimiento de Normativa Relacionada a Sistemas de Iluminación Artificial.....	58
4.3.1.	Generalidades.....	58
4.3.2.	Cumplimiento de la norma NTE INEN 2506:09 sobre eficiencia energética en edificaciones.....	59
4.3.2.1.	Sobre disponibilidad de sistemas de encendido y apagado manual.....	59
4.3.2.2.	Sobre disponibilidad de sistemas de encendido y apagado en zonas de uso esporádico.....	59
4.3.2.3.	Sobre aprovechamiento de luz natural.....	60
4.3.2.4.	Sobre eficiencia energética de la instalación VEEI.....	60
4.3.2.5.	Cumplimiento de la norma.....	61
4.4.	Resultados Obtenidos en la Auditoría a Equipos de Fuerza Utilizados en el Edificio de Modalidad Abierta.....	62
4.4.1.	Auditoría a equipos de fuerza menores.....	62
4.4.2.	Auditoría a equipos de fuerza mayores.....	64
4.4.2.1.	Cumplimiento de la norma NTE INEN 2495:09 sobre eficiencia energética para acondicionadores de aire.....	64
Capítulo 5		
5.	AUDITORÍA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO OCTÓGONO.....	68
5.1.	Metodología Utilizada en la Auditoría Energética.....	68
5.2.	Resultados Obtenidos Sobre el Cumplimiento de Normativa Relacionada a Características de la Edificación y Aspectos Constructivos.....	69
5.2.1.	Generalidades.....	69
5.2.2.	Cumplimiento de la norma INEN 2506:09 sobre uso eficiente de energía	
5.2.2.1.	Sobre forma y orientación adecuada del edificio.....	72
5.2.2.2.	Sobre uso de energía de fuentes renovables.....	73
5.2.2.3.	Cumplimiento de la norma.....	73



5.2.3.	Cumplimiento de los parámetros técnicos normados por la ordenanza sobre arquitectura y urbanismo del DM de Quito.....	73
5.2.3.1.	Sobre altura mínima del local.....	73
5.2.3.2.	Sobre iluminación y ventilación.....	73
5.2.3.3.	Cumplimiento de la norma.....	75
5.2.4.	Cumplimiento de la norma NTE INEN 1152:84, sobre iluminación natural de edificios.....	75
5.2.4.1.	Cumplimiento de la norma.....	77
5.3.	Resultados Obtenidos Sobre el Cumplimiento de Normativa Relacionada a Sistemas de Iluminación Artificial.....	78
5.3.1.	Generalidades.....	78
5.3.2.	Cumplimiento de la norma NTE INEN 2506:09 sobre eficiencia energética en edificaciones.....	79
5.3.2.1.	Sobre disponibilidad de sistemas de encendido y apagado manual.....	79
5.3.2.2.	Sobre disponibilidad de sistemas de encendido y apagado en zonas de uso esporádico.....	79
5.3.2.3.	Sobre aprovechamiento de luz natural.....	80
5.3.2.4.	Sobre eficiencia energética de la instalación VEEI.....	80
5.3.2.5.	Cumplimiento de la norma.....	81
5.4.	Resultados Obtenidos en la Auditoría a Equipos de Fuerza Utilizados en el Edificio del Octógono.....	82
5.4.1.	Auditoría a equipos de fuerza menores.....	82
5.4.2.	Auditoría a equipos de fuerza mayores.....	84
5.4.2.1.	Cumplimiento de la norma NTE INEN 2495:09 sobre eficiencia energética para acondicionadores de aire.....	84
 Capítulo 6		
6.	AUDITORÍA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO UPSI.....	87
6.1.	Metodología Utilizada en la Auditoría Energética.....	87
6.2.	Resultados Obtenidos Sobre el Cumplimiento de Normativa Relacionada a Características de la Edificación y Aspectos Constructivos.....	88
6.2.1.	Generalidades.....	88



6.2.2.	Cumplimiento de la norma INEN 2506:09 sobre uso eficiente de energía	
6.2.2.1.	Sobre forma y orientación adecuada del edificio.....	91
6.2.2.2.	Sobre uso de energía de fuentes renovables.....	92
6.2.2.3.	Cumplimiento de la norma.....	92
6.2.3.	Cumplimiento de los parámetros técnicos normados por la ordenanza sobre arquitectura y urbanismo del DM de Quito.....	92
6.2.3.1.	Sobre altura mínima del local.....	92
6.2.3.2.	Sobre iluminación y ventilación.....	92
6.2.3.3.	Cumplimiento de la norma.....	94
6.2.4.	Cumplimiento de la norma NTE INEN 1152:84, sobre iluminación natural de edificios.....	95
6.2.4.1.	Cumplimiento de la norma.....	96
6.3.	Resultados Obtenidos Sobre el Cumplimiento de Normativa Relacionada a Sistemas de Iluminación Artificial.....	97
6.3.1.	Generalidades.....	97
6.3.2.	Cumplimiento de la norma NTE INEN 2506:09 sobre eficiencia energética en edificaciones.....	98
6.3.2.1.	Sobre disponibilidad de sistemas de encendido y apagado manual.....	98
6.3.2.2.	Sobre disponibilidad de sistemas de encendido y apagado en zonas de uso esporádico.....	98
6.3.2.3.	Sobre aprovechamiento de luz natural.....	99
6.3.2.4.	Sobre eficiencia energética de la instalación VEEI.....	99
6.3.2.5.	Cumplimiento de la norma.....	100
6.4.	Resultados Obtenidos en la Auditoría a Equipos de Fuerza Utilizados en el Edificio UPSI.....	101
6.4.1.	Auditoría a equipos de fuerza menores.....	101
6.4.2.	Auditoría a equipos de fuerza mayores.....	103
6.4.2.1.	Cumplimiento de la norma NTE INEN 2495:09 sobre eficiencia energética para acondicionadores de aire.....	103
CONCLUSIONES.....		106
TRABAJOS FUTUROS.....		118



REFERENCIAS.....	119
ANEXOS.....	121



RESUMEN

En el presente trabajo se realiza un análisis detallado de la gestión de energía en los principales edificios del Campus San Cayetano de la UTPL, en base a los requerimientos de la norma ISO/FDIS 50001.

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. Uno de sus requerimientos es la auditoría energética aplicando la normativa vigente en la región.

Para este cometido, se ha diseñado instrumentos de auditoría, que, basados en las normas técnicas ecuatorianas INEN de eficiencia energética, ordenanzas sobre arquitectura y urbanismo, y, certificaciones internacionales, pretenden evaluar los aspectos constructivos, sistemas de iluminación, uso de energía en sistemas de fuerza y de aire acondicionado de los edificios que representan el mayor consumo de energía del Campus.

Los resultados obtenidos de la auditoría energética aplicada, deberán permitir establecer un inventario de iniciativas de intervención y mejoramiento del uso de energía en el campus, y, dar las pautas para una posterior implementación de una Política de Gestión de Energía en la UTPL.



INTRODUCCIÓN

Las organizaciones actuales buscan lograr el uso eficiente de energía, mejorar su productividad, aumentar su competitividad, y, contribuir a la reducción de emisiones de CO₂. La implantación de un sistema de gestión de energía, contribuye a lograr cumplir con estos objetivos.

En este contexto, desde el Grupo de Energía de la UTPL, se propuso la implementación en el Campus San Cayetano de la norma ISO/FDIS 50001 *Energy Management Systems*, propuesta conceptual y metodológica que proporciona un esquema de planificación y administración del uso de energía. En una primera fase, se determinó el alcance de la norma y el marco conceptual y legal de su aplicación.

En la fase dos del proyecto, que es la que se desarrolla en el presente trabajo, se planteó la realización de una auditoría energética a los principales edificios del campus, a través de la aplicación de instrumentos de auditoría adecuadamente diseñados.

En términos generales, una auditoría energética implica la revisión sistemática del consumo de energía en equipos y sistemas, con el objetivo de aportar información útil que permita identificar oportunidades de una gestión eficiente de energía, bajo consideraciones medioambientales y en búsqueda de beneficios económicos.

La auditoría energética de un edificio, comienza con la colección de información relevante que pueda afectar el consumo de energía. Seguidamente, se realiza un análisis de la información sobre condiciones de trabajo y rendimiento de equipamiento, sistemas, e, instalaciones. La tercera etapa, implica la comparación con referencias relevantes, con el objetivo de identificar áreas ineficientes energéticamente, y, formular las medidas de mejora.



El presente trabajo de investigación se estructuró en seis capítulos, repartidos de la siguiente manera:

En el primer capítulo se resume el proceso de planificación de la auditoría energética de algunos edificios del Campus San Cayetano de la UTPL, dentro del marco de la segunda fase de proyecto de implementación de la norma ISO FDIS 50001.

En el segundo capítulo se describe el proceso de diseño de instrumentos para auditoría energética del campus San Cayetano de la UTPL, considerando aspectos constructivos, y, uso de energía para iluminación y fuerza, tomando como base a las normas técnicas ecuatorianas NTE INEN, a las normas de arquitectura y urbanismo, y, a las normas internacionales de eficiencia energética.

En los capítulos tercero, cuarto, quinto y sexto, se resume el proceso de auditoría energética de los edificios de administración central, modalidad abierta, octógono y UPSI del campus San Cayetano de la UTPL, respectivamente, dentro del marco de la segunda fase de proyecto de implementación de la norma ISO FDIS 50001.

Finalmente, los resultados obtenidos del análisis de la eficiencia energética de las edificaciones mencionadas, son puestos a disposición en el apartado de conclusiones y trabajos futuros.



OBJETIVOS

GENERAL

- Análisis de la eficiencia energética en los principales edificios de la UTPL, según los lineamientos de la norma ISO 50001 y del código internacional de la energía.

ESPECIFICOS

- Restablecer las normas y reglamentos vigentes a nivel nacional sobre eficiencia energética que son aplicables para el análisis de la gestión energética del campus San Cayetano de la UTPL.
- Diseñar instrumentos para auditoria energética en el Campus San Cayetano de la UTPL.
- Auditoría energética de los edificios: administración central, modalidad abierta, octógono, y UPSI.



LISTA DE TABLAS

Tabla 1.1 Marco regulatorio sobre eficiente de energía

Tabla 2.1 Información requerida en el campo de datos generales de la ficha de auditoría energética.

Tabla 2.2 Factor de forma correspondiente a la zona climática de Loja.

Tabla 2.3 Aspectos constructivos, cumplimiento de la norma INEN 2506:09 sobre uso eficiente de energía.

Tabla 2.4 Aspectos constructivos, cumplimiento de los parámetros técnicos normados por las ordenanzas sobre arquitectura y urbanismo del DM de Quito.

Tabla 2.5 Aspectos constructivos, cumplimiento de la norma INEN 1152:84 sobre iluminación natural de edificios.

Tabla 2.6 VEEI máximo para zonas de no representación.

Tabla 2.7 Iluminancia media por lugar o actividad.

Tabla 2.8 Sistemas de iluminación, cumplimiento de la norma NTE INEN 2506:09 sobre eficiencia energética en edificaciones.

Tabla 2.9 Uso de energía en equipos de computación, cumplimiento de la certificación EnergyStar para computadores.

Tabla 2.10 Certificación Energy Star, impresoras.

Tabla 2.11 Certificación Energy Star, fotocopiadoras.

Tabla 2.12 Uso de energía en equipos periféricos, cumplimiento con la certificación EnergyStar para equipos periféricos.

Tabla 2.13 Uso de energía en equipos varios, cumplimiento de la certificación Energy Star para equipos varios.



Tabla 2.14 Uso de energía en equipos de fuerza mayor, cumplimiento de la certificación Energy Star u otra similar.

Tabla 2.15 Alturas libres recomendadas para distintos locales.

Tabla 2.16 Uso de energía en sistemas de aire acondicionado.

Tabla 3.1 Especificaciones técnicas de construcción del edificio de Administración Central.

Tabla 3.2 Cuadro de áreas del edificio de Administración Central.

Tabla 3.3 Cuadro de alturas del edificio de Administración Central.

Tabla 3.4 Cuadro de volúmenes del edificio de Administración Central.

Tabla 3.5 Aspectos constructivos, cumplimiento de la norma INEN 2506:09 sobre uso eficiente de energía. Edif. Administración Central.

Tabla 3.6 Cumplimiento de los parámetros técnicos normados por la ordenanza sobre arquitectura y urbanismo del DM de Quito

Tabla 3.7 Cumplimiento de la norma INEN 1152:84 sobre iluminación natural de edificios.

Tabla 3.8 Características de las fuentes de luz empleadas en el sistema de iluminación artificial del edificio de Administración Central.

Tabla 3.9 Cumplimiento de la norma NTE INEN 2506:09 sobre eficiencia energética en edificaciones. Edif. Administración central.

Tabla 3.10 Dependencias con equipos de fuerza certificados por *EnergyStar* en el edificio de administración central.

Tabla 3.11 Consumo de potencia de equipos de fuerza menor.

Tabla 3.12 Potencia instalada en equipos de fuerza menor en el edificio de Administración Central.



Tabla 3.13 Uso de energía en sistemas de aire acondicionado. En el edificio de Administración Central.

Tabla 4.1 Especificaciones técnicas de construcción del edificio de Modalidad Abierta.

Tabla 4.2 Cuadro de áreas del edificio de Modalidad Abierta.

Tabla 4.3 Cuadro de alturas del edificio de Modalidad Abierta.

Tabla 4.4 Cuadro de volúmenes del edificio de Modalidad Abierta.

Tabla 4.5 Aspectos constructivos, cumplimiento de la norma INEN 2506:09 sobre uso eficiente de energía. Edif. Modalidad Abierta.

Tabla 4.6 Cumplimiento de los parámetros técnicos normados por la ordenanza sobre arquitectura y urbanismo del DM de Quito.

Tabla 4.7 Cumplimiento de la norma INEN 1152:84 sobre iluminación natural de edificios.

Tabla 4.8 Características de las fuentes de luz empleadas en el sistema de iluminación artificial del edificio de Modalidad Abierta.

Tabla 4.9 Cumplimiento de la norma NTE INEN 2506:09 sobre eficiencia energética en edificaciones. Edif. Modalidad Abierta.

Tabla 4.10 Dependencias con equipos de fuerza certificados por *EnergyStar* en el edificio de Modalidad Abierta.

Tabla 4.11 Consumo de potencia de equipos de fuerza menor.

Tabla 4.12 Potencia instalada en equipos de fuerza menor en el edificio de Modalidad Abierta.

Tabla 4.13 Uso de energía en sistemas de aire acondicionado en el edificio de Modalidad Abierta.



Tabla 5.1 Especificaciones técnicas de construcción del edificio del Octógono.

Tabla 5.2 Cuadro de áreas del edificio Octógono.

Tabla 5.3 Cuadro de alturas del edificio Octógono.

Tabla 5.4 Cuadro de volúmenes del edificio Octógono.

Tabla 5.5 Aspectos constructivos, cumplimiento de la norma INEN 2506:09 sobre uso eficiente de energía. Edif. Octógono.

Tabla 5.6 Cumplimiento de los parámetros técnicos normados por la ordenanza sobre arquitectura y urbanismo del DM de Quito.

Tabla 5.7 Cumplimiento de la norma INEN 1152:84 sobre iluminación natural del edificio Octógono.

Tabla 5.8 Características de las fuentes de luz empleadas en el sistema de iluminación artificial del edificio Octógono.

Tabla 5.9 Cumplimiento de la norma NTE INEN 2506:09 sobre eficiencia energética en edificaciones, para el edificio Octógono.

Tabla 5.10 Dependencias con equipos de fuerza certificados por *EnergyStar* en el edificio Octógono.

Tabla 5.11 Consumo de potencia de equipos de fuerza menor.

Tabla 5.12 Potencia instalada en equipos de fuerza menor en el edificio Octógono.

Tabla 5.13 Uso de energía en sistemas de aire acondicionado en el edificio Octógono.

Tabla 6.1 Especificaciones técnicas de construcción del edificio de UPSI.

Tabla 6.2 Cuadro de áreas del edificio de la UPSI

Tabla 6.3 Cuadro de alturas del edificio de la UPSI.

Tabla 6.4 Cuadro de volúmenes del edificio de la UPSI



Tabla 6.5 Aspectos constructivos, cumplimiento de la norma INEN 2506:09 sobre uso eficiente de energía. Edif. UPSI

Tabla 6.6 Cumplimiento de los parámetros técnicos normados por la ordenanza sobre arquitectura y urbanismo del DM de Quito, en las dependencias del edificio de UPSI.

Tabla 6.7 Cumplimiento de la norma INEN 1152:84 sobre iluminación natural de edificios.

Tabla 6.8 Características de las fuentes de luz empleadas en el sistema de iluminación artificial del edificio de la UPSI.

Tabla 6.9 Cumplimiento de la norma NTE INEN 2506:09 sobre eficiencia energética en edificaciones. Edif. UPSI

Tabla 6.10 Dependencias con equipos de fuerza certificados por EnergyStar en el edificio UPSI.

Tabla 6.11 Consumo de potencia de equipos de fuerza menor.

Tabla 6.12 Potencia instalada en equipos de fuerza menor en el edificio UPSI.

Tabla 6.13 Uso de energía en sistemas de aire acondicionado en el edificio UPSI.



LISTA DE FIGURAS

- Fig. 1.1** Modelo del sistema de gestión energética de la norma ISO/FDIS 50001
- Fig. 3.1** Cumplimiento del parámetro de superficie de ventanas para iluminación de la ordenanza sobre arquitectura y urbanismo del DM de Quito.
- Fig.3.2** Cumplimiento del parámetro de superficie de ventanas para ventilación de la ordenanza sobre arquitectura y urbanismo del DM de Quito.
- Fig. 3.3** Cumplimiento de la ordenanza sobre arquitectura y urbanismo del DM de Quito en el edificio de administración central.
- Fig. 3.4** Cumplimiento del parámetro sobre superficies de color claro en el edificio de administración central, de acuerdo a la NTE INEN 1152:84.
- Fig. 3.5** Cumplimiento del parámetro sobre ventanas provistas de cortinas, persianas u elementos de sombra, en el edificio de administración central, de acuerdo a la NTE INEN 1152:84.
- Fig. 3.6** Cumplimiento de la NTE INEN 1152:84 en el edificio de administración central.
- Fig. 3.7** Cumplimiento del parámetro sobre disponibilidad de sistemas de encendido y apagado de luces en zonas de uso esporádico, en el edificio de administración central, de acuerdo a la NTE INEN 2506:09.
- Fig. 3.8** Cumplimiento del parámetro sobre disponibilidad de sistemas de aprovechamiento de luz natural en el edificio de administración central, de acuerdo a la NTE INEN 2506:09.
- Fig. 3.9** Valores de eficiencia energética de instalación en las dependencias del edificio de administración central.
- Fig.3.10** Cumplimiento de la NTE INEN 2506:09 en el edificio de administración central.
- Fig. 3.11** Requerimiento de ventilación en las dependencias del edificio de Administración Central.



Fig. 3.12 Dependencias con ventilación natural en edificio de Administración Central.

Fig. 3.13 Dependencias con ventilación mecánica en edificio de Administración Central.

Fig. 3.14 Dependencias del edificio de Administración Central que cumplen con la altura mínima establecida en la NTE INEN 1124.

Fig. 4.1 Cumplimiento del parámetro de superficie de ventanas para iluminación de la ordenanza sobre arquitectura y urbanismo del DM de Quito.

Fig. 4.2 Cumplimiento del parámetro de superficie de ventanas para ventilación de la ordenanza sobre arquitectura y urbanismo del DM de Quito.

Fig. 4.3 Cumplimiento de la ordenanza sobre arquitectura y urbanismo del DM de Quito en el edificio de Modalidad Abierta.

Fig. 4.4 Cumplimiento del parámetro sobre superficies de color claro en el edificio de Modalidad Abierta, de acuerdo a la NTE INEN 1152:84.

Fig. 4.5 Cumplimiento del parámetro sobre ventanas provistas de cortinas, persianas u elementos de sombra, en el edificio de Modalidad Abierta, de acuerdo a la NTE INEN 1152:84.

Fig. 4.6 Cumplimiento de la NTE INEN 1152:84 en el edificio de Modalidad Abierta.

Fig. 4.7 Cumplimiento del parámetro sobre disponibilidad de sistemas de encendido y apagado de luces en zonas de uso esporádico, en el edificio de Modalidad Abierta, de acuerdo a la NTE INEN 2506:09.

Fig. 4.8 Cumplimiento del parámetro sobre disponibilidad de sistemas de aprovechamiento de luz natural en el edificio de Modalidad Abierta, de acuerdo a la NTE INEN 2506:09.

Fig. 4.9 Valores de eficiencia energética de instalación en las dependencias del edificio de Modalidad Abierta.



Fig. 4.10 Cumplimiento de la NTE INEN 2506:09 en el edificio de Modalidad Abierta.

Fig. 4.11 Requerimiento de ventilación en las dependencias del edificio de Modalidad Abierta.

Fig. 4.12 Dependencias con ventilación natural en edificio de Modalidad Abierta.

Fig. 4.13 Dependencias con ventilación mecánica en edificio de Modalidad Abierta.

Fig. 4.14 Dependencias con Sistema de aire acondicionado en edificio de Modalidad Abierta.

Fig. 4.15 Dependencias del edificio de Modalidad Abierta que cumplen con la altura mínima establecida en la NTE INEN 1124.

Fig. 5.1 Cumplimiento del parámetro de superficie de ventanas para iluminación de la ordenanza sobre arquitectura y urbanismo del DM de Quito.

Fig. 5.2 Cumplimiento del parámetro de superficie de ventanas para ventilación de la ordenanza sobre arquitectura y urbanismo del DM de Quito.

Fig. 5.3 Cumplimiento de la ordenanza sobre arquitectura y urbanismo del DM de Quito en el edificio Octógono.

Fig. 5.4 Cumplimiento del parámetro sobre superficies de color claro en el edificio Octógono, de acuerdo a la NTE INEN 1152:84.

Fig. 5.5 Cumplimiento del parámetro sobre ventanas provistas de cortinas, persianas u elementos de sombra, en el edificio Octógono, de acuerdo a la NTE INEN 1152:84.

Fig. 5.6 Cumplimiento de la NTE INEN 1152:84 en el edificio Octógono.

Fig. 5.7 Cumplimiento del parámetro sobre disponibilidad de sistemas de encendido y apagado de luces en zonas de uso esporádico, en el edificio Octógono, de acuerdo a la NTE INEN 2506:09.



Fig. 5.8 Cumplimiento del parámetro sobre disponibilidad de sistemas de aprovechamiento de luz natural en el edificio del Octógono, de acuerdo a la NTE INEN 2506:09.

Fig. 5.9 Valores de eficiencia energética de instalación en las dependencias del edificio Octógono.

Fig. 5.10 Cumplimiento de la NTE INEN 2506:09 en el edificio Octógono.

Fig. 5.11 Requerimiento de ventilación en las dependencias del edificio Octógono.

Fig. 5.12 Dependencias con ventilación natural en edificio Octógono.

Fig. 5.13 Dependencias con ventilación mecánica en edificio Octógono.

Fig. 5.14 Dependencias del edificio Octógono que cumplen con la altura mínima establecida en la NTE INEN 1124.

Fig. 6.1 Cumplimiento del parámetro de superficie de ventanas para iluminación de la ordenanza sobre arquitectura y urbanismo del DM de Quito, en las dependencias del edificio de UPSI.

Fig. 6.2 Cumplimiento del parámetro de superficie de ventanas para ventilación de la ordenanza sobre arquitectura y urbanismo del DM de Quito, , en las dependencias del edificio de UPSI.

Fig. 6.3 Cumplimiento de la ordenanza sobre arquitectura y urbanismo del DM de Quito, en las dependencias del edificio de UPSI.

Fig. 6.4 Cumplimiento del parámetro sobre superficies de color claro en el edificio de la UPSI, de acuerdo a la NTE INEN 1152:84.

Fig. 6.5 Cumplimiento del parámetro sobre ventanas provistas de cortinas, persianas u elementos de sombra, en el edificio de la UPSI, de acuerdo a la NTE INEN 1152:84.

Fig. 6.6 Cumplimiento de la NTE INEN 1152:84 en el edificio de la UPSI.



Fig. 6.7 Cumplimiento del parámetro sobre disponibilidad de sistemas de encendido y apagado de luces en zonas de uso esporádico, en el edificio UPSI, de acuerdo a la NTE INEN 2506:09

Fig. 6.8 Cumplimiento del parámetro sobre disponibilidad de sistemas de aprovechamiento de luz natural en el edificio UPSI, de acuerdo a la NTE INEN 2506:09

Fig. 6.9 Valores de eficiencia energética de instalación en las 51 dependencias del edificio UPSI.

Fig. 6.10 Cumplimiento de la NTE INEN 2506:09 en el edificio UPSI.

Fig. 6.11 Requerimiento de ventilación en las dependencias del edificio UPSI.

Fig. 6.12 Dependencias con ventilación natural en edificio UPSI.

Fig. 6.13 Dependencias con ventilación mecánica en edificio UPSI.

Fig. 6.14 Dependencias del edificio UPSI que cumplen con la altura mínima establecida en la NTE INEN 1124.



CAPÍTULO I

PLANEACIÓN DE LA AUDITORÍA ENERGÉTICA

En este capítulo se resume el proceso de planificación de la auditoría energética de algunos edificios del Campus San Cayetano de la UTPL, dentro del marco de la segunda fase de proyecto de implementación de la norma ISO FDIS 50001.

1.1 GENERALIDADES DE LA NORMA ISO/FDIS 50001

1.1.1. *La norma ISO/FDIS 50001*

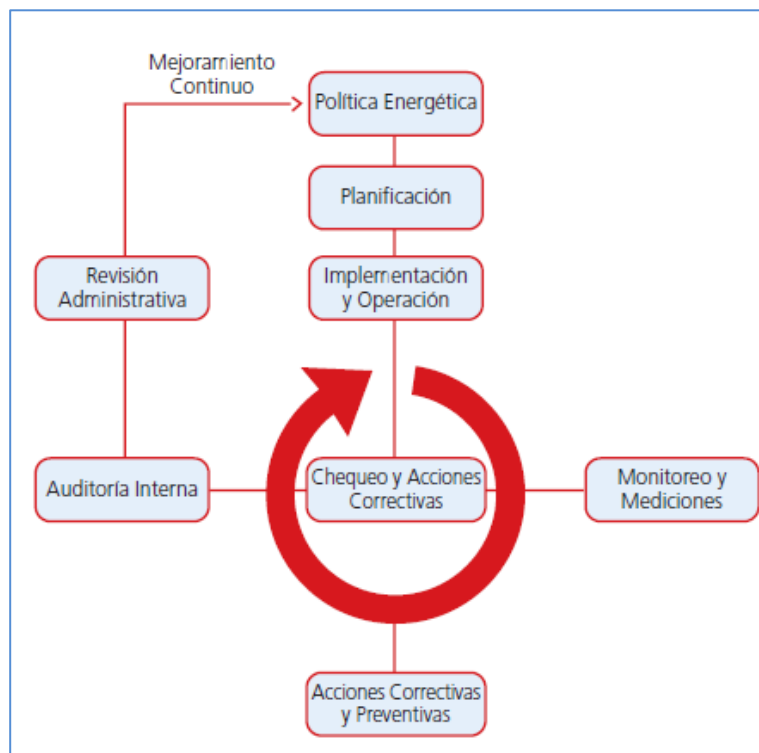
Ser eficientes energéticamente significa realizar el mismo trabajo utilizando menos energía, esto sin disminuir la calidad del servicio prestado. [1]

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 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. [2]



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



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

1.1.2. Alcance y estructura de la norma ISO/FDIS 50001

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

La norma ISO FDIS 50001, puede ser aplicada a plantas industriales, instalaciones comerciales, y, a todo tipo y tamaño de organizaciones que deseen gestionar su consumo de energía.

La estructura de la norma ISO/FDIS 50001 incluye el cumplimiento de algunas etapas [3]:



- Levantamiento de requisitos generales
- Definición de la política energética de la institución
- Elaboración de la planificación energética
- Implementación y operación de la planificación
- Verificación de resultados, y, revisión de gestión.

1.1.3. *Alcance esperado en la UTPL*

La energía puede definirse como la capacidad de un sistema para realizar un trabajo, por lo que 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:

- Utilización de energía eléctrica,
- Uso de combustibles fósiles (GLP), y,
- Utilización de otras formas de energía (generadores).

1.2 EVALUACIÓN ENERGÉTICA EN EL CAMPUS SAN CAYETANO DE LA UTPL

De acuerdo a la norma ISO/FDIS 5001, el primer paso en la implementación de la norma está representado por la evaluación energética.

En el marco de este proyecto, la evaluación energética fue dividida en cuatro etapas: identificación de normativa, pre-evaluación energética del campus, auditoría energética, y, análisis de resultados.



1.2.1. Identificación de normativa

En la fase 1 del proyecto “Implementación de la norma de gestión energética ISO FDIS 50001 en el Campus San Cayetano de la UTPL” [4], se inventarió y describió los principios constitucionales, leyes, acuerdos ministeriales, normas y reglamentos técnicos, ordenanzas, y, otras normas existentes en materia de eficiencia energética [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11] y [12], que regulan el uso eficiente de energía. (Ver Tabla 1.1).

Tabla 1.1 Marco regulatorio sobre eficiente de energía

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

1.2.2. Pre-evaluación energética del campus San Cayetano de la UTPL

En esa misma fase [4], se estableció que las principales fuentes de energía utilizadas en el campus San Cayetano de la UTPL son eléctrica, gas licuado de petróleo (GLP), y, otros derivados del petróleo.

La energía eléctrica se utiliza en iluminación, fuerza, y, aire acondicionado, y, representa el principal rubro de consumo de energía. De acuerdo con la potencia instalada en cada edificio del campus, el mayor consumidor es el edificio de la ex UPSI, representando un consumo del 30% del consumo total.

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.



Los derivados de petróleo (gasolina y diesel) se utilizan para alimentar a los grupos electrógenos, y, a la flota vehicular de la UTPL.

1.2.3. Auditoría energética del campus San Cayetano de la UTPL

La auditoría energética servirá de base para el diagnóstico de la calidad en la gestión de energía, en los principales edificios del campus: UPSI, Octógono, Modalidad a Distancia, y, Administración Central. En una etapa posterior, se realizará un análisis de calidad de gestión energética en la Planta de Cerámica y en la Planta de Lácteos.

Los edificios a auditar, tienen características comunes y están compuestos principalmente por oficinas administrativas, áreas de docentes, áreas de paso, baños, y, en algunos casos por lobbies. Se auditará todas las áreas a excepción de corredores y baños

Con el objetivo de minimizar errores por subjetividad, la información a obtener en la auditoría debe ser técnicamente explicable y de fácil percepción para los usuarios y el auditor. En este contexto, se recomendó que la elaboración de los instrumentos de auditoría se base en normas que permitan una fácil verificación. Una investigación preliminar, sugiere que se la auditoría energética se realice de acuerdo al marco regulatorio establecido en la primera fase del proyecto, con énfasis en la norma 05 NTE INEN 2506:09 sobre eficiencia energética en edificios [7], la NTE INEN 1152:84, sobre iluminación natural de edificios [10], las ordenanzas 3457 y 3477 del Distrito Metropolitano de Quito sobre arquitectura y urbanismo [5], y, la certificación *Energy Star* [12].

Previo a la realización de la auditoría energética, la ficha de auditoría y la planificación de ejecución deberán ser consensuadas con el Departamento de Infraestructura de la UTPL, a fin de lograr el compromiso de la alta gerencia que recomienda la metodología de implementación de la norma ISO FDIS 50001.



1.2.4. *Análisis de resultados de auditoría*

El análisis de resultados de la auditoría energética aplicada en los edificios de principal consumo de energía en el Campus San Cayetano de la UTPL, deberá permitir establecer un inventario de iniciativas de intervención y mejoramiento del uso de energía en el campus, y, dar las pautas para una posterior implementación de una Política de Gestión de Energía en la UTPL.



CAPÍTULO II

DISEÑO DE INSTRUMENTOS PARA AUDITORIA ENERGÉTICA EN EL CAMPUS SAN CAYETANO DE LA UTPL

En el presente capítulo se describe el proceso de diseño de instrumentos para auditoría energética del campus San Cayetano de la UTPL, considerando aspectos constructivos, y, uso de energía para iluminación y fuerza, tomando como base a las normas técnicas ecuatorianas NTE INEN, a las normas de arquitectura y urbanismo, y, a las normas internacionales de eficiencia energética.

2.1 ESCENARIO DE APLICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE AUDITORÍA

La auditoría energética servirá de base para el diagnóstico de la calidad en la gestión de energía, en los principales edificios del campus: UPSI, Octógono, Modalidad a Distancia, y, Administración Central, ya que en estos emplazamientos el consumo energético es mayor. En una etapa posterior, se realizará un análisis de calidad de gestión energética en la Planta de Cerámica y en la Planta de Lácteos.

Los edificios a auditar, tienen características comunes y están compuestos principalmente por oficinas administrativas, áreas de docentes, áreas de paso, baños, y, en algunos casos por lobbies.

El instrumento de auditoría a diseñar considera todas las áreas a excepción de corredores y baños.

2.2 DISEÑO DE LOS INSTRUMENTOS DE AUDITORÍA

Con el objetivo de minimizar errores por subjetividad, la información obtenida en la auditoría debe ser técnicamente explicable y de fácil percepción para los usuarios y el auditor. Bajo esta premisa, considerando el alcance de la norma y el uso habitual de



energía en las edificaciones, se optó por diseñar una ficha para levantamiento de información, conformada por 5 campos:

- datos generales
- aspectos constructivos
- sistemas de iluminación,
- sistemas de fuerza
- sistemas de aire acondicionado.

2.2.1 *Datos generales*

El campo **datos generales** contiene la información mostrada en la tabla 2.1.

Tabla 2.1 Información requerida en el campo de datos generales de la ficha de auditoría energética

Atributo	Dominio
Edificio	Texto, 250
Planta	Texto, 250
Dependencia	Texto, 250
Autor de la ficha	Texto, 250
Fecha de levantamiento de información	Texto, 250

2.2.2 *Aspectos constructivos de la edificación*

Para el diseño del campo de aspectos constructivos, en la ficha de auditoría, se consideró la norma técnica ecuatoriana (NTE) INEN 2506:09 sobre eficiencia energética en edificaciones, las ordenanzas 3457 y 3477 del Distrito Metropolitano de Quito sobre arquitectura y urbanismo, y, la norma INEN 1152:84 sobre iluminación natural de edificios.



2.2.2.1. NTE INEN 2506:09, sobre eficiencia energética en edificios

Esta norma establece los requisitos mínimos que debe cumplir un edificio, para reducir a límites sostenibles su consumo de energía, incluyendo la obligatoriedad de que parte de la energía utilizada proceda de fuentes renovables. Esta norma se aplica en edificios de nueva construcción, y, en edificios cuyas modificaciones, reformas, o, rehabilitaciones superen el 25% del envoltorio del edificio [8].

La norma establece la forma y orientación adecuadas para un edificio, de tal manera que se logre un aprovechamiento climático máximo del entorno. Este objetivo se logra a través de una relación óptima entre la superficie y el volumen del edificio, relación conocida como factor de forma del edificio (f).

El factor de forma f, se determina utilizando la expresión (2.1):

$$f = \frac{S}{V} \quad (2.1)$$

En dónde:

S, es la superficie total del edificio, m².

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

La norma también establece el factor de forma óptimo para las diversas zonas climáticas. Para el caso de Loja, se recomienda que el factor de forma este comprendido entre 0.5 y 0.8 (ver tabla 2.2).

Tabla 2.2 Factor de forma correspondiente a la zona climática de Loja*

Factor de forma (f)	Zona climática*
0,5 < f < 0,8	Templada

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



En la ficha de auditoría, se requieren el ancho, el largo, y, la altura del edificio, a fin de establecer la superficie y el volumen, calcular el factor de forma, y, verificar el cumplimiento de la norma.

Por otra parte, la norma establece que los edificios administrativos con más de 4000 m² construidos, incorporarán sistemas de captación y transformación de energía solar por procedimientos fotovoltaicos.

Para efectos de este proyecto, tomando en cuenta que la mayoría de dependencias a auditar tiene un área inferior a 4000 m², se consideró que si al menos se cumple con uno de los dos requerimientos de la norma, entonces esta se toma como aprobada. La tabla 2.3, muestra la información requerida en el campo aspectos constructivos de la ficha de auditoría.

Tabla 2.3 Aspectos constructivos, cumplimiento de la norma INEN 2506:09 sobre uso eficiente de energía

PARÁMETRO	VARIABLE	DOMINIO
Dimensiones del edificio	largo, m	double
	ancho, m	double
	alto, m	double
	superficie S, m ²	double
	volumen V, m ³	double
Factor de forma f	S/V	double
0,5 < f < 0,8	si	boolean
	no	boolean
Uso de energías renovables para S > 4000 m ² .	si	boolean
	no	boolean
	no aplica	boolean
Cumplimento de la norma (1 de 2)	si	boolean
	no	boolean



Las medidas lineales y de superficie, corresponden a longitudes y áreas libres, y, no a las consideradas entre ejes de construcción o estructura.

2.2.2.2. Ordenanzas 3457 y 3477 del Distrito Metropolitano de Quito sobre arquitectura y urbanismo

Esta normativa propende al mejoramiento de las condiciones del hábitat, definiendo las normas mínimas de diseño y construcción que garanticen niveles normales de funcionalidad, seguridad, estabilidad, e, higiene en los espacios urbanos y edificaciones, y, que permitan además prevenir y controlar la contaminación, y, el deterioro del medio ambiente [5].

Aunque estas ordenanzas son de vigencia en el Distrito Metropolitano de Quito, al estar basadas en normas establecidas por el INEN, en el Código del Trabajo, en el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, y, en el Reglamento de Seguridad para la Construcción y Obras Públicas, se constituyen en una importante referencia para la auditoría energética en el Campus San Cayetano de la UTPL.

En esta normativa, se establece que las dimensiones de los locales se sujetarán a requerimientos mínimos [5], definidos de acuerdo al tipo de actividad que se realiza en ellos, al volumen de aire requerido por sus ocupantes, a la posibilidad de renovación del aire, a la distribución del mobiliario y de las circulaciones, a la altura mínima del local, y, a la necesidad de iluminación natural.

Se establece **una altura mínima del local** de 2.30 m. Para plantas bajas destinadas a comercio, oficinas, o, talleres, se establece una altura libre de 2.70 m o más. Estas dimensiones se observarán desde el piso terminado, hasta la cara inferior del elemento construido de mayor descuelgue.

Por cuanto, elementos como la iluminación y la ventilación aportada desde el exterior, contribuyen a la eficiencia energética de la edificación, la normativa establece



que ***todas las dependencias deberán poseer iluminación y ventilación a través de vanos que faciliten el ingreso de aire y luz natural desde el exterior.*** Este requerimiento se evalúa de acuerdo a cinco parámetros:

- Superficie útil de la dependencia (A), m²
- Superficie total de ventanas (B) orientadas al exterior de la dependencia, m²
- Superficie total para ventilación (C), m²
- Área mínima total de ventanas para iluminación (D), m²
- Área mínima total para ventilación (E), m²

El área mínima total de ventanas para iluminación D, se calcula a través de la expresión (2.2):

$$D = A \times 0.2 \quad (2.2)$$

En dónde:

A, es la superficie útil de la dependencia, m².

El área mínima total para ventilación E, se determina con la expresión (2.3):

$$E = D \times 0.3 \quad (2.3)$$

En dónde:

D, es el área mínima total de ventanas para iluminación, m².

El requerimiento de la normativa sobre iluminación y ventilación de origen externo, se cumple si:

- La altura de la dependencia es mayor o igual a 2.30m.
- El área mínima total de ventanas para iluminación es del 20% de la superficie útil del local ($B \geq D$).



- El área mínima para ventilación es del 30% de la superficie de la ventana ($C \geq E$).

La tabla 2.4, muestra la información requerida en la ficha de auditoría, a fin de verificar el cumplimiento de los requerimientos de altura mínima del local, y, de iluminación y ventilación de origen externo.

Tabla 2.4 Aspectos constructivos, cumplimiento de los parámetros técnicos normados por las ordenanzas sobre arquitectura y urbanismo del DM de Quito

PARÁMETRO	VARIABLE	DOMINIO
Dimensiones de la dependencia	largo, m	double
	ancho, m	double
	alto, m	double
	superficie útil A, m ²	double
Altura mínima 2.30 m.	si	boolean
	no	boolean
Ventanas circundantes con vista al exterior	Nro. de ventanas	double
	superficie total B, m ²	double
	superficie total de ventilación C, m ²	double
Área mínima total de ventanas para iluminación D	$D = A \times 0.2$, m ²	double
Área mínima total para ventilación E	$E = D \times 0.3$, m ²	double
Para iluminación se debe cumplir que $B \geq D$	si	boolean
	no	boolean
Para ventilación se debe cumplir que $C \geq E$	si	boolean
	no	boolean
Cumplimiento de los parámetros técnicos normados, (2/3)	si	boolean
	no	boolean



2.2.2.3. NTE INEN 1152:84, sobre iluminación natural de edificios

Esta norma establece las disposiciones generales, y, los requisitos mínimos a cumplir por la iluminación natural en viviendas, escuelas, oficinas, y, hospitales.

Para asegurar un adecuado nivel de iluminación difusa en el interior del local, la norma establece que todas las superficies serán de colores claros con un buen índice de reflexión. También establece que las ventanas se proveerán de cortinas, persianas, parasoles, u, otros elementos para sombra, para evitar en lo posible, el ingreso de luz solar directa al local y disminuir el deslumbramiento ocasionado por la reflexión en las superficies de la dependencia [10].

La tabla 2.5 muestra la información requerida en la ficha de auditoría. Se considera que la NTE INEN 1152:84 se ha cumplido si ha observado los dos criterios establecidos en ella.

Tabla 2.5 Aspectos constructivos, cumplimiento de la norma INEN 1152:84 sobre iluminación natural de edificios

PARÁMETRO	VARIABLE	DOMINIO
Todas las superficies son de color claro.	si	boolean
	no	boolean
Ventanas provistas de cortinas, persianas u elementos para sombra.	si	boolean
	no	boolean
Cumplimiento de la norma, (2/2)	si	boolean
	no	boolean



2.2.3. Sistemas de iluminación

Para el diseño del campo de sistemas de iluminación, en la ficha de auditoría, se consideró la NTE INEN 2506:09 sobre eficiencia energética en edificaciones.

De acuerdo a esta norma, toda zona dispondrá de 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.

Se establece que las zonas de uso esporádico (baños y pasillos), dispondrán de un control de encendido y apagado por sistema de detección de presencia o por sistema de temporización.

Se determina que las edificaciones deberán poseer sistemas de aprovechamiento de luz natural, instalados en la primera línea paralela de luminarias situadas a una distancia inferior a 3 m de la ventana, y, en todas las situadas bajo un lucernario.

La norma también establece los valores máximos de eficiencia energética de una instalación (VEEI), para diversas zonas de actividad diferenciada [8]. La tabla 2.6 muestra los valores VEEI máximos para áreas de no representación, como el caso de las instalaciones de la UTPL.

Tabla 2.6 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
Zonas comunes	4.5
Almacenes, archivos, salas técnicas, y, cocinas	5.0
Aparcamientos	5.0



El VEEI máximo de una zona, por cada 100 lux, se determina de acuerdo a la expresión (2.4):

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S_i \times E_m} \quad (2.4)$$

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.

Los valores sugeridos de iluminancia media, según el lugar o actividad, se resumen en la tabla 2.7.

Tabla 2.7 Iluminancia media por lugar o actividad

Lugar o Actividad	E, lux
Archivos, copiadoras, áreas de circulación	300
Lectura, escritura, mecanografía, proceso de datos	500
Dibujo técnico	750
Diseño asistido (CAD)	500
Salas de conferencias y reuniones	500
Puestos de recepción	300
Pasillo y vías de circulación	100
Servicios y aseos	100
Salas de descanso	100

Tomado de: Guía Técnica de Iluminación Eficiente. Sector residencial y Terciario. Dirección General de Industria, Energía y Minas. Comunidad de Madrid [13]

Adicionalmente a las variables que permitirán evaluar el cumplimiento de la NTE INEN 2506:09 sobre eficiencia energética en edificaciones, en el apartado de iluminación, se decidió incluir en la ficha de auditoría otras variables que proporcionarán información relevante sobre el gasto de energía en las dependencias de la UTPL. La tabla 2.8, muestra la información requerida en la ficha de auditoría.



En el marco de este proyecto, se determinó considerar cumplida la norma NTE INEN 2506:09 si se ha observado al menos tres de los cuatro requerimientos planteados.

Tabla 2.8 Sistemas de iluminación, cumplimiento de la norma NTE INEN 2506:09 sobre eficiencia energética en edificaciones

PARÁMETRO	VARIABLE	DOMINIO
Existencia de sistema de control de encendido y apagado manual	si	boolean
	no	boolean
Existencia de sistemas de control para zonas de uso esporádico	si	boolean
	no	boolean
Existencia de sistemas de aprovechamiento de luz natural	si	boolean
	no	boolean
Tipo de lámpara	LED	boolean
	Lámpara LFC	boolean
	Lámpara fluorescente	boolean
	Lámpara incandescente	boolean
Número de lámparas	unidades	double
Potencia instalada en lámparas P (incluyendo la de los equipos auxiliares)	W	double
Superficie iluminada S_i	m ²	double
Iluminancia media para oficinas E_m , 500 lux.		
Valor de eficiencia energética para una instalación VEEI	$VEEI = \frac{P \times 100}{S_i \times E_m}$	double
VEEI, máximo 3.5 W/m ²	si	boolean
	no	boolean
Tipo de iluminación	Directa	boolean
	Semidirecta	boolean
	Difusa	boolean
Horas de uso por mes t	t, h	double
Energía consumida E	$E = P \cdot t$, kWh	double
Cumplimiento de la norma, (3/4)	si	boolean
	no	boolean



2.2.4. *Sistemas de fuerza*

En este apartado, se juzga sobre la eficiencia energética de los equipos conectados a la red de fuerza, y, no sobre la eficiencia de red misma. Los equipos fueron clasificados en dos grupos: de fuerza menor y fuerza mayor.

Uno de los requisitos planteados para las variables a ser auditadas es la fácil percepción. Ante la dificultad de realizar in situ la medición de variables para juzgar sobre el uso eficiente de energía de los equipos se decidió indagar sobre el cumplimiento de certificaciones internacionales existentes.

2.2.4.1. **Equipos de fuerza menor**

Para el caso de ***equipos de fuerza menor***, para el diseño de la ficha de auditoría, se consideró la certificación estadounidense *Energy Star*, cuyo cumplimiento esta abalizado por un ente acreditado, y, debidamente señalado en las credenciales de los equipos.

La ***certificación Energy Star para computadores***, establece que el computador deberá poseer la capacidad de entrar en modo de espera, después de un período de inactividad.

También establece que si el computador es comercializado con la capacidad de trabajar en red, deberá tener la capacidad de entrar en modo de espera mientras se encuentra en la red, pero conservando la capacidad de responder a episodios en los que sea preciso que entre en modo de funcionamiento. El computador deberá volver al modo de espera después de un período de inactividad, al finalizar la tarea requerida [12].

La tabla 2.9, resume la información requerida sobre computadores conectadas a la red de fuerza.



Tabla 2.9 Uso de energía en equipos de computación, cumplimiento de la certificación EnergyStar para computadores

PARÁMETRO	TIPO	CANTIDAD
Número de equipos de computación utilizados en la dependencia	PC de escritorio	
	Laptop	
Potencia instalada en equipos de computación Pec	Pec, W	
¿Los equipos de computación cuentan con una certificación (etiqueta) <i>Energy Star</i> ?	si	
	no	
¿Los equipos de computación tienen instalado algún software de ahorro de energía?	si	
	no	

La **certificación *Energy Star* para equipos periféricos**, establece para las impresoras los mismos requerimientos que para los computadores, incluyendo la necesidad de que para todas las impresoras de tamaño normalizado, de velocidad superior a 10 ppm con una unidad de anverso - reverso (dúplex) instalada, el participante en el programa instruya a sus clientes acerca del uso de sus impresoras en modo dúplex, como modo de funcionamiento por defecto [12]. También establece criterios de desempeño en el uso de energía. Las tablas 2.10 y 2.11, muestran los criterios establecido para las impresoras y fotocopiadoras.

Las tablas 2.12 y 2.13, resumen las interrogantes planteadas en la ficha de auditoría, sobre la certificación de equipos periféricos y equipos varios, instalados en la red de fuerza en cada una de las dependencias. Adicionalmente a las variables que permitirán evaluar el cumplimiento de la certificación *Energy Star*, se decidió incluir en la ficha de auditoría otras variables que proporcionarán información relevante sobre el gasto de energía en las dependencias de la UTPL.

Tabla 2.10 Certificación *Energy Star*, impresoras*

Velocidad del Producto (ppm)	Modo de espera (W)	Tiempo por defecto para entrar en el modo de espera (min)
Impresoras monocromas (blanco y negro)		
$0 < \text{ppm} \leq 10$	≤ 10	≤ 5
$10 < \text{ppm} \leq 20$	≤ 20	≤ 15



Tabla 2.10 (Continuación)

Velocidad del Producto (ppm)	Modo de espera (W)	Tiempo por defecto para entrar en el modo de espera (min)
Impresoras monocromas (blanco y negro)		
20 < ppm ≤ 30	≤ 30	≤ 30
30 < ppm ≤ 44	≤ 40	≤ 60
44 < ppm ≤ ppm	≤ 75	≤ 60
Impresoras de color		
0 < ppm ≤ 10	≤ 35	≤ 30
10 < ppm ≤ 20	≤ 45	≤ 60
20 < ppm	≤ 70	≤ 60
Impresoras de gran formato, tamaño A3		
	≤ 28	≤ 30
Impresoras de gran formato, tamaño A2		
0 < ppm ≤ 10	< 35	< 30
10 < ppm ≤ 40	≤ 65	≤ 30
40 < ppm	≤ 100	< 90

* Acuerdo entre el Gobierno de los Estados Unidos de América y la Comunidad Europea sobre la coordinación de los programas de etiquetado de la eficiencia energética para los equipos ofimáticos

Tabla 2.11 Certificación *Energy Star*, fotocopiadoras*

Velocidad del Producto (cpm)	Bajo consumo (W)	Tiempo por defecto (min)	modo apagado (W)	tiempo por defecto (min)
Tamaño estándar				
0 < cpm ≤ 20	no procede	no procede	< 5	< 30
20 < cpm ≤ 44	3,85 x cpm + 5	15 min	< 15	< 60
44 < cpm	3,85 x cpm + 5	15 min	< 20	< 90
Fotocopiadoras de formato grande				
0 < cpm ≤ 40	no procede	no procede	< 10	< 30
40 < cpm	3,85 x cpm + 5	15 min	< 20	< 90

* Acuerdo entre el Gobierno de los Estados Unidos de América y la Comunidad Europea sobre la coordinación de los programas de etiquetado de la eficiencia energética para los equipos ofimáticos



Tabla 2.12 Uso de energía en equipos periféricos, cumplimiento con la certificación EnergyStar para equipos periféricos

PARÁMETRO	TIPO	CANTIDAD
Número de equipos periféricos	Impresoras	
	Escáneres	
	Copiadoras	
	Otros	
Potencia instalada en equipos periféricos Pp	Pp, W	
¿Los equipos periféricos cuentan con una certificación (etiqueta) <i>Energy Star</i> ?	si	
	no	

Tabla 2.13 Uso de energía en equipos varios, cumplimiento de la certificación EnergyStar para equipos varios

PARÁMETRO	TIPO	CANTIDAD
Número de otros equipos varios	Cafeteras	
	Ventiladores	
	Otros	
Potencia instalada en equipos varios Pv	Pv, W	
¿Los equipos varios cuentan con una certificación (etiqueta) <i>Energy Star</i> ?	si	
	no	
¿Los equipos utilizados cuentan con una certificación (etiqueta) <i>Energy Star</i> ?	si	
	no	

2.2.4.2. Equipos de fuerza mayor

Para el caso de equipos de fuerza mayor (ascensores, bombas eléctricas, etc.), se decidió abrir las posibilidades a otras certificaciones, La tabla 2.14 resume la información requerida.

Tabla 2.14 Uso de energía en equipos de fuerza mayor, cumplimiento de la certificación EnergyStar u otra similar

PARÁMETRO	VALOR
Número de ascensores	
Tipo de ascensor	



Tabla 2.14 (Continuación)

PARÁMETRO	VALOR	
Potencia instalada en ascensores P_a , W		
¿Los equipos instalados cuentan con una certificación (etiqueta) <i>Energy Star</i> o similar?	si	
	no	
Otros equipos de fuerza		
Tipo de equipo		
Potencia instalada P_i , W		
¿Los equipos instalados cuentan con una certificación (etiqueta) <i>Energy Star</i> o similar?	si	
	no	
¿Los equipos utilizados cuentan con un programa de mantenimiento?	si	
	no	

2.2.5. Sistemas de aire acondicionado

Para el diseño del campo de sistemas de aire acondicionado, en la ficha de auditoría, se consideró la NTE INEN 1124:84 sobre ventilación natural de edificios, y, la NTE INEN 2495:09 sobre eficiencia energética para acondicionadores de aire de uso doméstico [14].

2.2.5.1. NTE INEN 1124:84 sobre ventilación natural de edificios

Esta norma establece el método apropiado para medir la renovación de aire viciado de un local, por aire puro, por medios naturales y/o artificiales.

Se considera como ventilación natural, a aquellas que se produce por medios naturales, sin el empleo de fuerza motriz [15].



La norma establece el concepto de **zona de confort**, definido como un estado de completo bienestar físico, mental, y, social. Se determinan los límites de humedad relativa (entre 40 y 60%) y de temperatura seca (entre 21 y 26°C), dentro de los cuales el ser humano se encuentra confortable [15].

La capacidad de ventilación natural está ligada a la altura libre de un local. Se define como **altura libre de un local**, a la distancia comprendida entre el piso y el cielo raso terminados, medida en el interior del local [15]. La tabla 2.15, resume las alturas libres recomendadas para distintos locales en función de la actividad que se realiza en ellos.

Tabla 2.15 Alturas libres recomendadas para distintos locales

CLASES DE LOCAL	Altura libre mínima del local, m	INDISPENSABLE EN LOCALES
Dormitorios, comedor, estar, biblioteca, estudio, consultorio, oficina, sala. (1a)	2.6	Todos
Cocina, cuarto de baño, retrete, lavadero, guardarropa, cuarto de costura, y, cuarto de planchar. (2a)	2.4	Cocina, guardarropa, vestuario, cuarto de costura, cuarto de planchar
	2.1	Cuarto de baño, retrete, y, lavadero
Local para comercio o trabajo, depósito comercial o industrial, vestuarios colectivos, gimnasio, locales para práctica de deportes, cocina de hotel restaurante, dormitorios colectivos, comedor, colectivo y similares. (3a)	3.1	Todos
Escalera secundaria, circulaciones, sala de espera, guardarropa, despensa, garaje, sala de cirugía, laboratorios fotográficos, locales de servicio, etc. (4a)	2.1	hasta 16 metros cuadrados
	2.4	más de 16 m.cd hasta 30 m.cd
	2.6	más de 30 m.cd hasta 50 m. cd
	3.9	más de 50 m.cd



2.2.5.2. **NTE INEN 2495:09 sobre eficiencia energética para acondicionadores de aire**

Esta norma establece los requisitos de eficiencia energética de los acondicionadores de aire, y, las características de la etiqueta informativa.

La norma define a los acondicionadores de aire, como equipos que cumplen con un proceso que permite controlar y mantener las condiciones de confort en el interior de una habitación o local cerrado, por lo que se pretende controlar las condiciones de temperatura y humedad convenientes [16].

La norma clasifica a los acondicionadores de aire doméstico, según la disposición de los componentes, en:

- Equipo tipo paquete de uso doméstico, con una capacidad de enfriamiento de hasta 7027.45 W.
- Equipo tipo dividido de uso doméstico, con una capacidad de enfriamiento de hasta 10541.2 W.

Los valores de eficiencia energética de los acondicionadores domésticos de aire tipo paquete y tipo dividido, se obtienen al aplicar el método de ensayo establecido por la norma ANSI/ASHRAE 37, que se refiere a la etiqueta consumo de energía [16].

Se define al termostato en el aire acondicionado, como un dispositivo que se emplea para mantener la temperatura regular en un punto determinado, de un ambiente o sistema. El termostato permite abrir o cerrar un circuito eléctrico en función de la temperatura. La norma recomienda que la temperatura de graduación del termostato, se sitúe en el intervalo 21°C - 23°C, para evitar el consumo innecesario de energía [16].



Por último, la norma describe los requerimientos mínimos del mantenimiento de los acondicionadores de aire. Los acondicionadores de aire se deben mantener en condiciones de correcto funcionamiento, realizando por lo menos cada seis meses una limpieza de filtros, serpentines, y, ventiladores.

La tabla 2.16, resume la información requerida en el campo sistemas de aire acondicionado, de la ficha de auditoría energética.

Tabla 2.16 Uso de energía en sistemas de aire acondicionado

PARÁMETRO	TIPO	CANTIDAD
La dependencia, ¿requiere de ventilación?	si	
	no	
¿Por qué?		
Existencia de ventilación	Natural	
	Mecánica	
	Sistema de aire acondicionado	
Problemas existentes	Ventanas obstruidas	
	Polvo exterior	
	Otros	
Altura del espacio físico	m	
¿Se cumple con la norma NTE INEN 1124 sobre ventilación natural de edificios, que exige una altura mínima de 2.6 m para oficinas?	si	
	no	
Potencia del sistema de aire acondicionado Paa	Paa, W	
¿Los sistemas de aire acondicionado cuentan con una certificación (etiqueta) <i>Energy Star</i> u otra similar?	si	
	no	
¿Los sistemas de aire acondicionado cuentan con un sistema funcional de control?	si	
	no	
¿El sistema de aire acondicionado cuenta con un programa de mantenimiento?	si	
	no	



CAPÍTULO III

AUDITORÍA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO DE ADMINISTRACIÓN CENTRAL

Este trabajo resume el proceso de auditoría energética del edificio de administración central del Campus San Cayetano de la UTPL, dentro del marco de la segunda fase de proyecto de implementación de la norma ISO FDIS 50001.

3.1 METODOLOGÍA UTILIZADA EN LA AUDITORÍA ENERGÉTICA

Con la intención de monitorear parámetros significativos de la calidad o de la condición media de las dependencias auditadas, se tomó como referencia normas nacionales vigentes sobre eficiencia energética.

Para minimizar errores por subjetividad, la información a monitorear debe ser técnicamente explicable, y, de fácil percepción para los usuarios y para el auditor.

Bajo estas premisas, considerando el alcance de la norma ISO FDIS 50001, se diseñó una ficha para levantamiento de información, conformada por 5 campos: datos generales, aspectos constructivos, sistemas de iluminación, sistemas de fuerza, y, sistemas de aire acondicionado. Los conceptos que sustentan esta ficha fueron explicados en la fase anterior de este proyecto.



3.2 RESULTADOS OBTENIDOS SOBRE EL CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA RELACIONADA A CARACTERÍSTICAS DE LA EDIFICACIÓN Y ASPECTOS CONSTRUCTIVOS

3.2.1. Generalidades

La administración central del Campus San Cayetano de la UTPL, fue edificada en 1971. Está construida sobre una estructura metálica, con mampostería de ladrillo utilizada en paredes y antepechos. Algunas divisiones internas utilizan elementos prefabricados como paneles, gypsum, y, vidrio.

La cubierta es de losa, y, en los pisos se puede encontrar elementos cerámicos y/o piso flotante (duela). Las puertas con vista al exterior son de madera, vidrio, o, hierro. Las puertas interiores, en su mayoría, son de vidrio. Las ventanas poseen marcos y protecciones de hierro, y, vidrio tipo A (vidrio plano transparente con 2 caras lisas). Las especificaciones técnicas de construcción se resumen en la tabla 3.1.

Tabla 3.1 Especificaciones técnicas de construcción del edificio de Administración Central

Estructura	Metálica
Paredes	Mampostería ladrillo
Cubierta	Losa
Pisos	Cerámico, duela
Puertas	Vidrio, madera, hierro
Ventanas	Aluminio, vidrio, hierro
Pintura	Látex acrílico
Enlucidos	Mortero cemento-cal
Cielo raso	Yeso

El edificio ocupa un área total construida de 3291.01m² (que incluye las 2 plantas de la edificación). La planta baja tiene una superficie de construcción de 1629.57 m², de los cuales 952.04 m² se emplean para acoger a 24 dependencias. La planta alta tiene una superficie de construcción de 1661.44 m², de los cuales 521.92 m² son ocupados por 8 dependencias.



Las dimensiones de: área, altura y volumen, correspondientes a cada planta del edificio, se muestran en las tablas 3.2, 3.3, y, 3.4, respectivamente.

Tabla 3.2 Cuadro de áreas del edificio de Administración Central

Planta	Baja	Alta
Área	1629.57 m ²	1661.44 m ²
Área útil dependencias	952.04 m ²	521.92 m ²
Área total construida	3291.01 m ²	

Tabla 3.3 Cuadro de alturas del edificio de Administración Central

Altura planta baja	3.05 m
Altura planta alta	3.40 m
Altura total	6.45 m

La envolvente del edificio encierra un volumen equivalente a 10619.08 m³. El volumen de la planta baja es de 4970.18 m³, y, el volumen de la planta alta es de 5648.89 m³.

Tabla 3.4 Cuadro de volúmenes del edificio de Administración Central

Volumen planta baja	4970.18 m ³
Volumen planta alta	5648.89 m ³
Volumen total	10619.08 m ³

En el edificio, las actividades que se realizan son de tipo administrativo, y, se estima que la ocupación de la infraestructura es de 170 h al mes.

La tabla 3.5 resume la información requerida y obtenida, en el campo aspectos constructivos de la ficha de auditoría.



Tabla 3.5 Aspectos constructivos, cumplimiento de la norma INEN 2506:09 sobre uso eficiente de energía. Edif. Administración Central.

PARÁMETRO	VARIABLE	DOMINIO
Dimensiones del edificio	largo, m	Irregular
	ancho, m	Irregular
	alto, m	6.45 m
	superficie S, m ²	3291,01
	volumen V, m ³	10619,08
Factor de forma f	S/V	0,309
0,5 < f < 0,8	si	
	no	x
Uso de energías renovables para S > 4000 m2.	si	
	no	
	no aplica	x
Cumplimiento de la norma (1 de 2)	si	
	no	x

3.2.2. Cumplimiento de la norma INEN 2506:09 sobre uso eficiente de energía

La norma NTE INEN 2506:09, sobre eficiencia energética en edificios, establece los requisitos mínimos que debe cumplir un edificio para reducir a límites sostenibles su consumo de energía [8].

3.2.2.1. Sobre forma y orientación adecuada del edificio

La norma establece la forma y orientación adecuadas para un edificio, de tal manera de que se logre un aprovechamiento climático máximo del entorno [8]. Este objetivo se logra a través de una relación óptima entre la superficie y el volumen del edificio, relación conocida como factor de forma del edificio (f).

El factor de forma, se determina utilizando la expresión (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.

El factor de forma del edificio de administración central, se calcula en 0,309.

$$f = \frac{3291.01 \text{ m}^2}{10619.08 \text{ m}^3} = 0,309$$

En la norma, y, de acuerdo a la Tabla 2.2, se recomienda que para la zona climática de Loja, el factor de forma este comprendido entre 0.5 y 0.8. El resultado obtenido permite afirmar que el edificio **no cumple** con este requerimiento de la norma.

3.2.2.2. Sobre uso de energía de fuentes renovables

La norma incluye la obligatoriedad de cubrir parte de la energía utilizada, desde fuentes renovables, al establecer que “los edificios administrativos con más de 4000 m² construidos, incorporarán sistemas de captación y transformación de energía solar por procedimientos fotovoltaicos” [8].

Dado que el área total construida del edificio de administración central, no supera el límite establecido por la norma, **no se aplica** la obligatoriedad de incorporar sistemas de captación y transformación de energía procedente de fuentes renovables.

3.2.2.3. Cumplimiento de la norma

Para efectos de este proyecto, se consideró que si al menos se cumplía con uno de los dos requerimientos de la norma, entonces esta se toma como aprobada. Bajo este criterio, el edificio de administración central **no cumple** con la norma INEN 2506:09 sobre uso eficiente de energía.



3.2.3. *Cumplimiento de los parámetros técnicos normados por la ordenanza sobre arquitectura y urbanismo del DM de Quito*

Esta ordenanza propende al mejoramiento de las condiciones del hábitat, definiendo las normas mínimas de diseño y construcción que garanticen niveles normales de funcionalidad, seguridad, estabilidad, e, higiene en los espacios urbanos y edificaciones, y, que permitan además prevenir y controlar la contaminación, y, el deterioro del medio ambiente [5].

En esta ordenanza, se establece que las dimensiones de los locales se sujetarán a requerimientos mínimos [5], definidos de acuerdo al tipo de actividad que se realiza en ellos, al volumen de aire requerido por sus ocupantes, a la posibilidad de renovación del aire, a la distribución del mobiliario y de las circulaciones, a la altura mínima del local, y, a la necesidad de iluminación natural.

3.2.3.1. **Sobre altura mínima del local**

La ordenanza establece una altura mínima del local de 2.30 m. Esta dimensión se observará desde el piso terminado, hasta la cara inferior del elemento construido de mayor descuelgue.

Conforme a las mediciones realizadas, se determinó que el edificio de administración central ***cumple con la altura mínima establecida.***

3.2.3.2. **Sobre iluminación y ventilación**

La ordenanza establece que todas las dependencias deben poseer iluminación y ventilación a través de vanos que faciliten el ingreso de aire y luz natural desde el exterior, considerando que elementos como la iluminación y la ventilación aportada desde el exterior, contribuyen a la eficiencia energética de la edificación.



Este requerimiento se evalúa de acuerdo a cinco parámetros:

- Superficie útil de la dependencia (A), m²
- Superficie total de ventanas (B) orientadas al exterior de la dependencia, m²
- Superficie total para ventilación (C), m²
- Área mínima total de ventanas para iluminación (D), m²
- Área mínima total para ventilación (E), m²

El requerimiento de la ordenanza sobre iluminación y ventilación de origen externo, se cumple si:

- La altura de la dependencia es mayor o igual a 2.30m.
- El área mínima total de ventanas para iluminación es del 20% de la superficie útil del local ($B \geq D$).
- El área mínima para ventilación es del 30% de la superficie de la ventana ($C \geq E$).

El área mínima total de ventanas para iluminación D, se calcula a través de la expresión (3.2):

$$D = A \times 0.2 \quad (3.2)$$

En dónde:

A, es la superficie útil de la dependencia, m².

El área mínima total para ventilación E, se determina con la expresión (3.3):

$$E = D \times 0.3 \quad (3.3)$$

En dónde:

D, es el área mínima total de ventanas para iluminación, m².



La tabla 2.4 resume la información requerida para verificar el cumplimiento de los requerimientos de altura mínima del local, y, de iluminación y ventilación de origen externo.

La tabla 3.6 resume el resultado general de la tabulación de las fichas de auditoría realizadas en cada una de las dependencias del edificio de administración central, respecto al cumplimiento de los parámetros técnicos normados por la ordenanza sobre arquitectura y urbanismo del DM de Quito. En el edificio funcionan 33 dependencias. Las Fig. 3.1 y 3.2, muestran los porcentajes de cumplimiento de la ordenanza.

Tabla 3.6 Cumplimiento de los parámetros técnicos normados por la ordenanza sobre arquitectura y urbanismo del DM de Quito

PARÁMETRO	DEPENDENCIAS
Altura mínima.	33/33
Superficie de ventanas para iluminación.	20/33
Superficie de ventanas para ventilación.	10/33
Cumplimiento de los parámetros técnicos normados.	22/33



Fig. 3.1 Cumplimiento del parámetro de superficie de ventanas para iluminación de la ordenanza sobre arquitectura y urbanismo del DM de Quito.

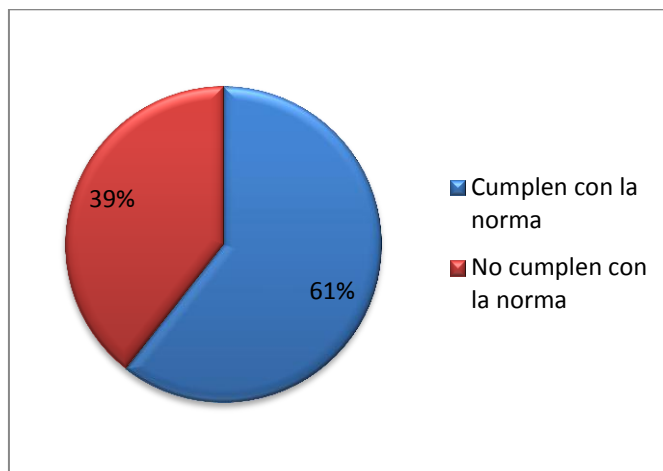
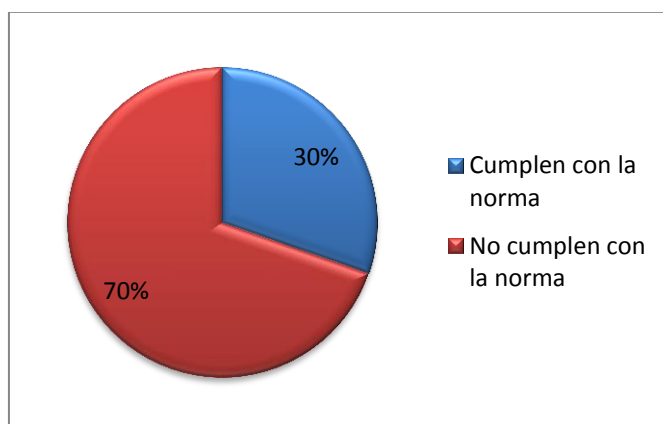


Fig.3.2 Cumplimiento del parámetro de superficie de ventanas para ventilación de la ordenanza sobre arquitectura y urbanismo del DM de Quito

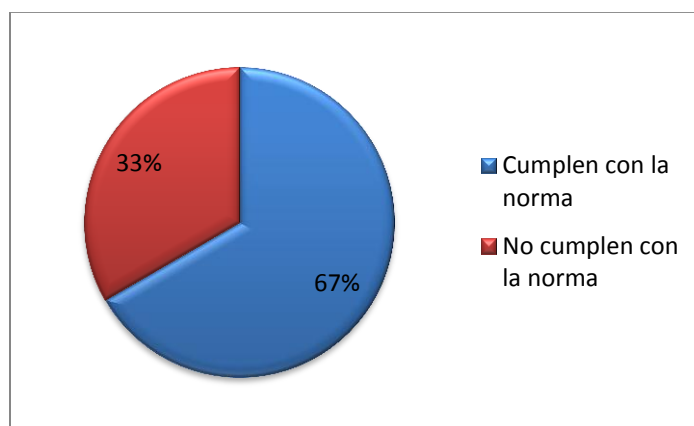


3.2.3.3. Cumplimiento de la norma

Para efectos de este proyecto, se consideró que si al menos se cumplía con dos de los tres requerimientos de la ordenanza, entonces esta se toma como aprobada. La Fig.3.3 muestra el porcentaje de cumplimiento en el edificio de administración central.



Fig. 3.3 Cumplimiento de la ordenanza sobre arquitectura y urbanismo del DM de Quito en el edificio de administración central.



3.2.4. *Cumplimiento de la norma NTE INEN 1152:84, sobre iluminación natural de edificios*

Esta norma establece las disposiciones generales, y, los requisitos mínimos a cumplir por la iluminación natural en viviendas, escuelas, oficinas, y, hospitales.

Para asegurar un adecuado nivel de iluminación difusa en el interior del local, la norma establece que todas las superficies serán de colores claros con un buen índice de reflexión. También establece que las ventanas se proveerán de cortinas, persianas, parasoles, u, otros elementos para sombra, para evitar en lo posible, el ingreso de luz solar directa al local y disminuir el deslumbramiento ocasionado por la reflexión en las superficies de la dependencia [10].

La tabla 2.5 muestra la información requerida en la ficha de auditoría, para evaluar el cumplimiento de la norma NTE INEN 1152:84.

La tabla 3.7, y, las Fig. 3.4, y, 3.5, muestran los resultados obtenidos.



Tabla 3.7 Cumplimiento de la norma INEN 1152:84 sobre iluminación natural de edificios

PARÁMETRO	DEPENDENCIAS
Superficies de color claro.	26/33
Ventanas provistas de cortinas, persianas u elementos para sombra.	29/33
Cumplimiento de la norma	24/33

Fig. 3.4 Cumplimiento del parámetro sobre superficies de color claro en el edificio de administración central, de acuerdo a la NTE INEN 1152:84.

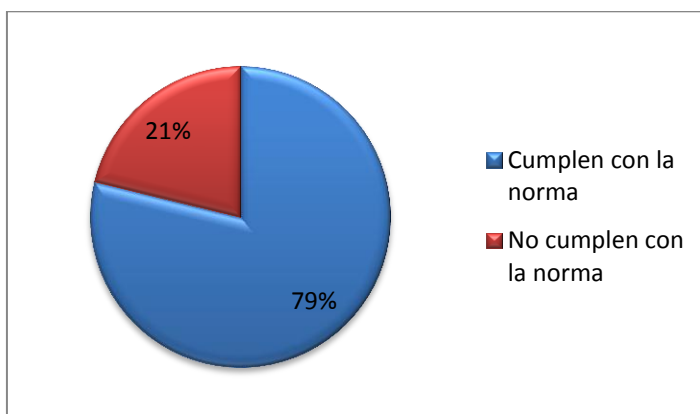
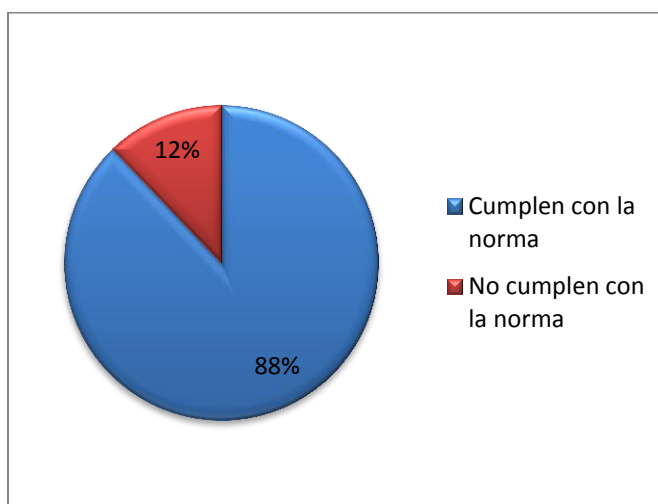


Fig. 3.5 Cumplimiento del parámetro sobre ventanas provistas de cortinas, persianas u elementos de sombra, en el edificio de administración central, de acuerdo a la NTE INEN 1152:84.

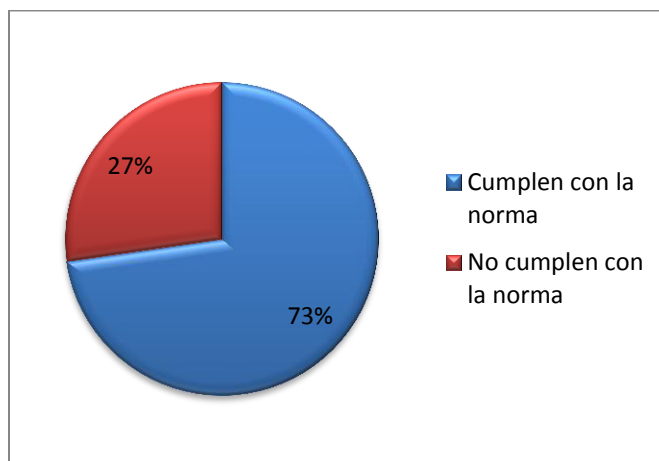




3.2.4.1. Cumplimiento de la norma

Para efectos de este proyecto, se considera que la NTE INEN 1152:84 se ha cumplido si se ha observado los dos criterios establecidos en ella, entonces esta se toma como aprobada. La Fig. 3.6 muestra el porcentaje de cumplimiento en el edificio de administración central.

Fig. 3.6 Cumplimiento de la NTE INEN 1152:84 en el edificio de administración central.



3.3 Resultados obtenidos sobre el cumplimiento de normativa relacionada a sistemas de iluminación artificial

3.3.1. Generalidades

En la mayoría de dependencias de la administración central, el sistema de iluminación artificial (eléctrica) es de tipo semidirecta.

La distribución fotométrica se logra con luminarias tipo directo, que utilizan como fuentes de luz, lámparas fluorescentes tubulares, y, lámparas fluorescentes compactas, cuyas características se muestran en la tabla 3.8.



Tabla 3.8 Características de las fuentes de luz empleadas en el sistema de iluminación artificial del edificio de Administración Central.

Lámpara	Potencia (W)	Vida media (h)	Vida útil (h)
Fluorescente Tubular	18, 32, 40	12500	7500
Fluorescente Compacta	16, 20, 30	8000	6000

La potencia instalada en iluminación artificial en el edificio de administración central, se estimó en 24.202W, 14.864 W en la planta baja, y, 9.338 W en la planta alta.

3.3.2. *Cumplimiento de la norma NTE INEN 2506:09 sobre eficiencia energética en edificaciones*

3.3.2.1. **Sobre disponibilidad de sistemas de encendido y apagado manual**

De acuerdo a la norma, toda zona dispondrá de al menos 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.

En el edificio de administración central, este requisito **se cumple** en la totalidad de dependencias.

3.3.2.2. **Sobre disponibilidad de sistemas de encendido y apagado en zonas de uso esporádico**

La norma incluye el requerimiento de disponibilidad de sistemas de encendido y apagado para zonas de uso esporádico.

La Fig. 3.7, muestra los resultados obtenidos en la auditoría.



Fig. 3.7 Cumplimiento del parámetro sobre disponibilidad de sistemas de encendido y apagado de luces en zonas de uso esporádico, en el edificio de administración central, de acuerdo a la NTE INEN 2506:09



3.3.2.3. Sobre aprovechamiento de luz natural

La norma establece que las edificaciones deberán poseer sistemas de aprovechamiento de luz natural (tragaluces), instalados en la primera línea paralela de luminarias situadas a una distancia inferior a 3m de la ventana, y, en todas las situadas bajo un lucernario.

La Fig. 3.8, muestra los resultados obtenidos en la auditoría.



Fig. 3.8 Cumplimiento del parámetro sobre disponibilidad de sistemas de aprovechamiento de luz natural en el edificio de administración central, de acuerdo a la NTE INEN 2506:09



3.3.2.4. Sobre eficiencia energética de la instalación VEEI

La norma también establece los valores máximos de eficiencia energética de una instalación (VEEI), para diversas zonas de actividad diferenciada [8].

La tabla 2.6 muestra los valores VEEI máximos para áreas de no representación, como el caso de las instalaciones del edificio de administración central de la UTPL.

El VEEI máximo de una zona, por cada 100 lux, se determina de acuerdo a la expresión (3.4):

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S_i \times E_m} \quad (3.4)$$

En dónde:

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



S_i , es la superficie iluminada, m^2 .

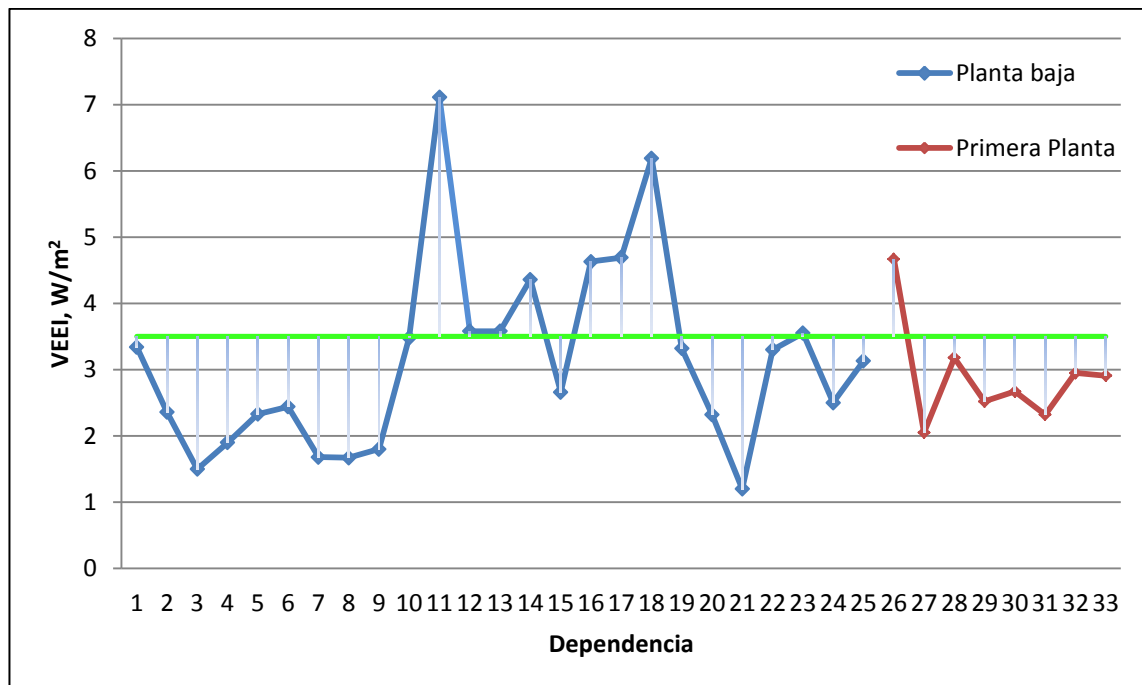
E_m , es la iluminancia media horizontal mantenida, lux.

Los valores sugeridos de iluminancia media, según el lugar o actividad, se resumen en la tabla 2.7.

La Fig. 3.9 muestra los valores de eficiencia energética para cada una de las 33 dependencias del edificio de administración central. El cumplimiento de este parámetro se da en el 73% de las dependencias.

Adicionalmente a las variables que permitirán evaluar el cumplimiento de la NTE INEN 2506:09 sobre eficiencia energética en edificaciones, en el apartado de iluminación, se decidió incluir en la ficha de auditoría otras variables que proporcionarán información relevante sobre el gasto de energía en las dependencias de la UTPL. La tabla 2.8, muestra la información requerida en la ficha de auditoría.

Fig. 3.9 Valores de eficiencia energética de instalación en las dependencias del edificio de administración central





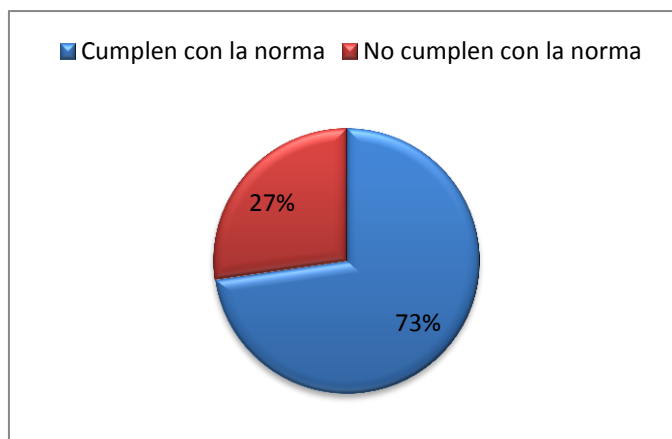
3.3.2.5. Cumplimiento de la norma

Para efectos de este proyecto, se consideró que si al menos se cumplía con tres de los cuatro requerimientos de la norma, entonces esta se toma como aprobada. La tabla 3.9 y la Fig. 3.10 muestran el porcentaje de cumplimiento en el edificio de administración central.

Tabla 3.9 Cumplimiento de la norma NTE INEN 2506:09 sobre eficiencia energética en edificaciones. Edif. Administración central

PARÁMETRO	DEPENDENCIAS
Existencia de sistema de control de encendido y apagado manual.	33/33
Existencia de sistemas de control para zonas de uso esporádico.	29/33
Existencia de sistemas de aprovechamiento de luz natural.	1/33
VEEI, máximo 3.5 W/m ²	24/33
Cumplimiento de la norma.	24/33

Fig.3.10 Cumplimiento de la NTE INEN 2506:09 en el edificio de administración central.





3.4 Resultados obtenidos en la auditoría a equipos de fuerza utilizados en el edificio de administración central

En este apartado, se juzga sobre la eficiencia energética de los equipos conectados a la red de fuerza, y, no sobre la eficiencia de la red misma.

Los equipos fueron clasificados en dos grupos: de fuerza menor, y, de fuerza mayor.

3.4.1. Auditoría a equipos de fuerza menores

Uno de los requisitos planteados para las variables a ser auditadas es la fácil percepción. Ante la dificultad de realizar in situ la medición de variables para juzgar sobre el uso eficiente de energía de los equipos se decidió indagar sobre el cumplimiento de certificaciones internacionales existentes, seleccionando la certificación estadounidense EnergyStar, cuyo cumplimiento esta abalizado por un ente acreditado, y, debidamente señalado en las credenciales de los equipos.

La certificación EnergyStar para computadores, establece que el computador deberá poseer la capacidad de entrar en modo de espera, después de un período de inactividad. También establece que, si el computador es comercializado con la capacidad de trabajar en red, deberá tener la capacidad de entrar en modo de espera mientras se encuentra en la red, pero conservando la capacidad de responder a episodios en los que sea preciso que entre en modo de funcionamiento. El computador deberá volver al modo de espera después de un período de inactividad, al finalizar la tarea requerida [12].

Según los datos recolectados en el edificio, el 100% de las dependencias dispone de equipos de computación que cumplen con una certificación EnergyStar. El 94% de dependencias cuentan con equipos periféricos certificados. El 19% de las dependencias, cuentan con otros equipos varios etiquetados. La tabla 3.10 resume los resultados obtenidos.



Tabla 3.10 Dependencias con equipos de fuerza certificados por *EnergyStar* en el edificio de administración central

PARÁMETRO	DEPENDENCIAS
Equipos de computación con certificación EnergyStar.	25/25
Equipos de computación que incluyen software de ahorro de energía.	25/25
Equipos periféricos con una certificación (etiqueta) EnergyStar.	17/18
Equipos varios con certificación (etiqueta) EnergyStar.	3/16
Equipos utilizados con una certificación (etiqueta) EnergyStar.	28/28

Con la ayuda de las potencias de equipos de fuerza menores utilizados en oficinas, mostradas en la tabla 3.11, se aproximó la potencia instalada en este tipo de equipos en el edificio, en 79.856 W (ver tabla 3.12).

Tabla 3.11 Consumo de potencia de equipos de fuerza menor

Equipos de computación y otros menores	Potencia
PC de escritorio	250 W
Laptop	310W
Impresoras laser	350W
Impresoras tinta	120 W
Escáner	25W
Copiadoras	450W
Cafeteras	900W
Ventiladores	60W
Calentador de agua (Bidón)	500 W
Fax	135 W
Nevera	135 W
Microondas	900 W
Proyector	290 W
TV Plasma / LCD (mayor a 42")	250 W
DVD	35 W



Tabla 3.12 Potencia instalada en equipos de fuerza menor en el edificio de Administración Central

Planta	Baja	Alta
Equipos de computación	20780 W	28430 W
Equipos periféricos	4760 W	4755 W
Equipos varios	12472 W	8659 W
Total	38012 W	41844 W
Total en el edificio	79856 W	

3.4.2. Auditoría a equipos de fuerza mayores

3.4.2.1. Cumplimiento de la norma NTE INEN 2495:09 sobre eficiencia energética para acondicionadores de aire

Esta norma establece los requisitos de eficiencia energética de los acondicionadores de aire, y, las características de la etiqueta informativa.

La norma clasifica a los acondicionadores de aire doméstico, según la disposición de los componentes, en:

- Equipo tipo paquete de uso doméstico, con una capacidad de enfriamiento de hasta 7027.45 W.
- Equipo tipo dividido de uso doméstico, con una capacidad de enfriamiento de hasta 10541.2 W.

Los valores de eficiencia energética de los acondicionadores domésticos de aire tipo paquete y tipo dividido, se obtienen al aplicar el método de ensayo establecido por la norma ANSI/ASHRAE 37, que se refiere a la etiqueta consumo de energía [14].

Se define al termostato en el aire acondicionado, como un dispositivo que se emplea para mantener la temperatura regular en un punto determinado, de un ambiente o sistema. El termostato permite abrir o cerrar un circuito eléctrico en función de la temperatura. La norma recomienda que la temperatura de graduación del



termostato, se sitúe en el intervalo 21°C - 23°C, para evitar el consumo innecesario de energía [14].

Por último, la norma describe los requerimientos mínimos del mantenimiento de los acondicionadores de aire. Los acondicionadores de aire se deben mantener en condiciones de correcto funcionamiento, realizando por lo menos cada seis meses una limpieza de filtros, serpentines, y, ventiladores.

La tabla 2.16, resume la información requerida en el campo sistemas de aire acondicionado, de la ficha de auditoría energética.

La tabla 3.13, y, las Fig. 3.11, 3.12, 3.13 y 3.14, muestran los resultados obtenidos en la auditoría de todas las dependencias del edificio.

Tabla 3.13 Uso de energía en sistemas de aire acondicionado. En el edificio de Administración Central

PARÁMETRO		DEPENDENCIAS
Requerimiento de ventilación.		4/33
Existencia de ventilación.	Natural	23/33
	Mecánica	5/33
	Sistema de aire acondicionado	1/33
Problemas existentes.	Ventanas obstruidas	4/33
	Polvo exterior	0/33
	Otros	0/33
Cumplimiento de la norma NTE INEN 1124, altura mínima de oficinas para ventilación natural.		19/33
Sistema de aire acondicionado con certificación (etiqueta) EnergyStar.		1/1
Sistema de aire acondicionado con sistema funcional de control.		1/1
El sistema de aire acondicionado cuenta con un programa de mantenimiento.		0/1



Fig. 3.11 Requerimiento de ventilación en las dependencias del edificio de Administración Central.

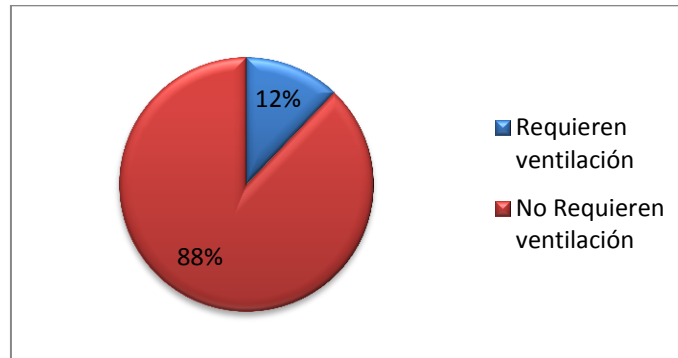


Fig. 3.12 Dependencias con ventilación natural en edificio de Administración Central.

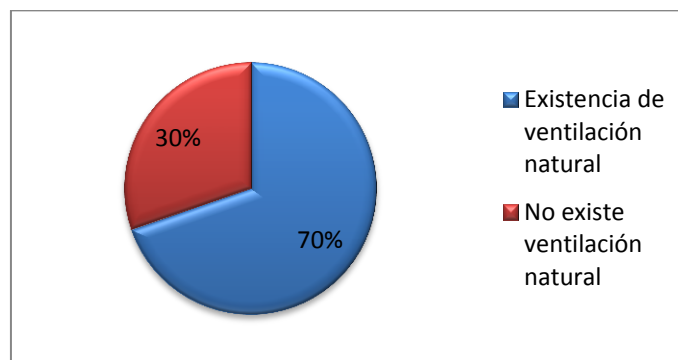


Fig. 3.13 Dependencias con ventilación mecánica en edificio de Administración Central.

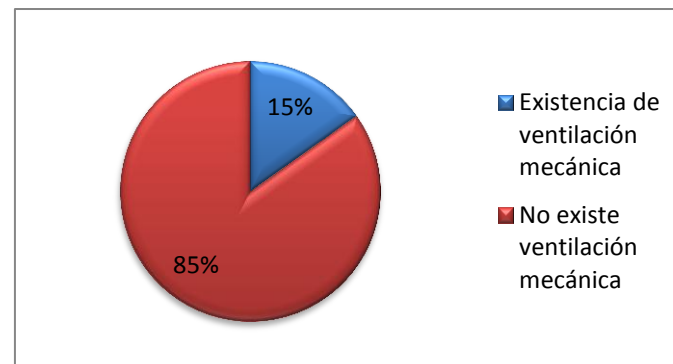
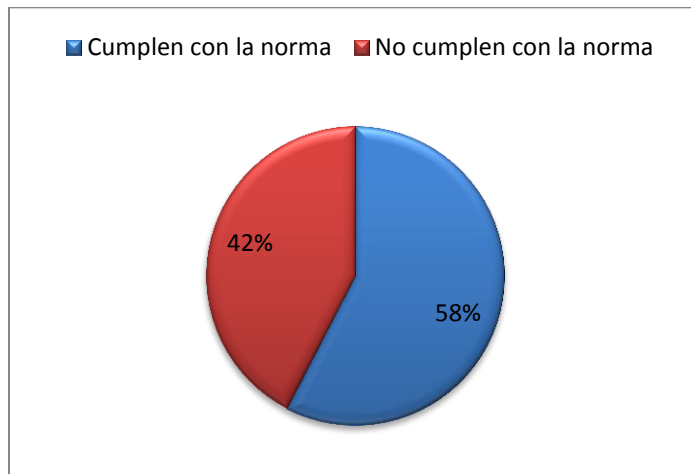




Fig. 3.14 Dependencias del edificio de Administración Central que cumplen con la altura mínima establecida en la NTE INEN 1124



En el edificio de administración central, la única dependencia que cuenta con sistema de aire acondicionado es el salón de reuniones del rectorado.

En esta dependencia no existe ventilación natural desde el exterior, ni tampoco existe ventilación mecánica. La altura del salón no cumple con la norma NTE INEN 1124 sobre ventilación natural en edificios, que exige una altura mínima de 2,60 m.

El sistema de aire acondicionado instalado, cuenta con una certificación *EnergyStar*, y, dispone de un sistema de control funcional. El consumo de potencia del sistema es de 3.000 W. El equipo no cuenta con un programa de mantenimiento.



CAPÍTULO IV

AUDITORÍA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO DE MODALIDAD ABIERTA

Este capítulo resume el proceso de auditoría energética del edificio de modalidad abierta del Campus San Cayetano de la UTPL, dentro del marco de la segunda fase de proyecto de implementación de la norma ISO FDIS 50001.

4.1 METODOLOGÍA UTILIZADA EN LA AUDITORÍA ENERGÉTICA

Con la intención de monitorear parámetros significativos de la calidad o de la condición media de las dependencias auditadas, se tomó como referencia normas nacionales vigentes sobre eficiencia energética.

Para minimizar errores por subjetividad, la información a monitorear debe ser técnicamente explicable, y, de fácil percepción para los usuarios y para el auditor.

Bajo estas premisas, considerando el alcance de la norma ISO FDIS 50001, se diseñó una ficha para levantamiento de información, conformada por 5 campos: datos generales, aspectos constructivos, sistemas de iluminación, sistemas de fuerza, y, sistemas de aire acondicionado. Los conceptos que sustentan esta ficha fueron explicados en la fase uno de este proyecto.



4.2 RESULTADOS OBTENIDOS SOBRE EL CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA RELACIONADA A CARACTERÍSTICAS DE LA EDIFICACIÓN Y ASPECTOS CONSTRUCTIVOS

4.2.1. Generalidades

La Universidad Técnica Particular de Loja fue creada en el año de 1971. Cinco años más tarde, en 1976 se empezó la construcción del edificio de Modalidad Abierta, inaugurado el 8 de diciembre de 1982.

La cubierta del edificio es de losa, y, en los pisos se puede encontrar elementos cerámicos y/o piso flotante (duela). Las puertas con vista al exterior son de madera, vidrio, o, hierro. Las puertas interiores, en su mayoría, son de vidrio. Las ventanas poseen marcos y protecciones de hierro, y, vidrio tipo A (vidrio plano transparente con 2 caras lisas). Las especificaciones técnicas de construcción se resumen en la tabla 4.1.

Tabla 4.1 Especificaciones técnicas de construcción del edificio de Modalidad Abierta

Estructura	Hormigón
Paredes	Mampostería ladrillo
Cubierta	Losa
Pisos	Cerámico, flotante
Puertas	Vidrio, madera, hierro
Ventanas	Aluminio, vidrio, hierro
Pintura	Látex acrílico
Enlucidos	Mortero cemento-cal
Cielo raso	Estuco

El edificio ocupa un área total construida de 577.53 m² (que incluye las 3 plantas de la edificación), con un largo de 31.80 m, un ancho de 21.50 m, y, un alto de 11.79 m. El volumen de la edificación es de 6809.08 m³.



Las dimensiones de: área, altura y volumen, correspondientes a cada planta del edificio de modalidad abierta, se muestran en las tablas 4.2, 4.3, y, 4.4, respectivamente

Tabla 4.2 Cuadro de áreas del edificio de Modalidad Abierta

Planta	Baja	Primera	Segunda	Tercera
Área	689.13m ²	709.16m ²	709.16m ²	709.16m ²
Área útil dependencias	448.39m ²	430.33m ²	321.49m ²	634.21m ²
Área total construida	2816.61m ²			

Tabla 4.3 Cuadro de alturas del edificio de Modalidad Abierta

Altura planta baja	3.29m
Altura primera planta	3.21m
Altura segunda planta	2.81m
Altura tercera planta	4.96m

Tabla 4.4 Cuadro de volúmenes del edificio de Modalidad Abierta

Volumen planta baja	2267.24m ³
Volumen primera planta	2276.40m ³
Volumen segunda planta	1992.74m ³
Volumen tercera planta	3517.43m ³
Volumen total	10053.81m ³

En el edificio, se realizan actividades de tipo administrativo, y, se estima que la ocupación de la infraestructura es de 176 h al mes.

La tabla 4.5 resume la información requerida y obtenida, en el campo aspectos constructivos de la ficha de auditoría.



Tabla 4.5 Aspectos constructivos, cumplimiento de la norma INEN 2506:09 sobre uso eficiente de energía. Edif. Modalidad Abierta.

PARÁMETRO	VARIABLE	DOMINIO
Dimensiones del edificio	largo, m	45.59
	ancho, m	21.50
	alto, m	14.27
	superficie S, m ²	2816.61
	volumen V, m ³	10053.81
Factor de forma f	S/V	0.28
0,5 < f < 0,8	si	
	no	x
Uso de energías renovables para S > 4000 m ² .	si	
	no	
	no aplica	x
Cumplimiento de la norma (1 de 2)	si	
	no	x

4.2.2. Cumplimiento de la norma INEN 2506:09 sobre uso eficiente de energía

4.2.2.1. Sobre forma y orientación adecuada del edificio

El factor de forma, se determina utilizando la expresión (2.1). El factor de forma del edificio de modalidad abierta, se calculó en 0.28.

$$f = \frac{2816.61 \text{ m}^2}{10053.81 \text{ m}^3} = 0,28$$

En la norma, y, de acuerdo a la Tabla 2.2, se recomienda que para la zona climática de Loja, el factor de forma este comprendido entre 0.5 y 0.8. El resultado obtenido permite afirmar que el edificio **no cumple** con este requerimiento de la norma.



4.2.2.2. Sobre uso de energía de fuentes renovables

Dado que el área total construida del edificio de modalidad abierta, no supera el límite establecido por la norma, **no se aplica** la obligatoriedad de incorporar sistemas de captación y transformación de energía procedente de fuentes renovables.

4.2.2.3. Cumplimiento de la norma

Para efectos de este proyecto, se consideró que si al menos se cumplía con uno de los dos requerimientos de la norma, entonces esta se toma como aprobada. Bajo este criterio, el edificio de modalidad abierta **no cumple** con la norma INEN 2506:09 sobre uso eficiente de energía.

4.2.3. *Cumplimiento de los parámetros técnicos normados por la ordenanza sobre arquitectura y urbanismo del DM de Quito*

4.2.3.1. Sobre altura mínima del local

La ordenanza establece una altura mínima del local de 2.30m. Conforme a las mediciones realizadas, se determinó que el edificio de modalidad abierta **cumple con la altura mínima establecida.**

4.2.3.2. Sobre iluminación y ventilación

La ordenanza establece que todas las dependencias deben poseer iluminación y ventilación a través de vanos que faciliten el ingreso de aire y luz natural desde el exterior, considerando que elementos como la iluminación y la ventilación aportada desde el exterior, contribuyen a la eficiencia energética de la edificación.



La tabla 2.4 resume la información requerida para verificar el cumplimiento de los requerimientos de altura mínima del local, y, de iluminación y ventilación de origen externo.

La tabla 4.6 resume el resultado general de la tabulación de las fichas de auditoría realizadas en cada una de las dependencias del edificio de Modalidad Abierta, respecto al cumplimiento de los parámetros técnicos normados por la ordenanza sobre arquitectura y urbanismo del DM de Quito. En el edificio funcionan 41 dependencias. Las Fig. 4.1 y 4.2, muestran los porcentajes de cumplimiento de la ordenanza.

Tabla 4.6 Cumplimiento de los parámetros técnicos normados por la ordenanza sobre arquitectura y urbanismo del DM de Quito

PARÁMETRO	DEPENDENCIAS
Altura mínima.	41/41
Superficie de ventanas para iluminación.	12/41
Superficie de ventanas para ventilación.	2/41
Cumplimiento de los parámetros técnicos normados.	12/41

Fig. 4.1 Cumplimiento del parámetro de superficie de ventanas para iluminación de la ordenanza sobre arquitectura y urbanismo del DM de Quito.

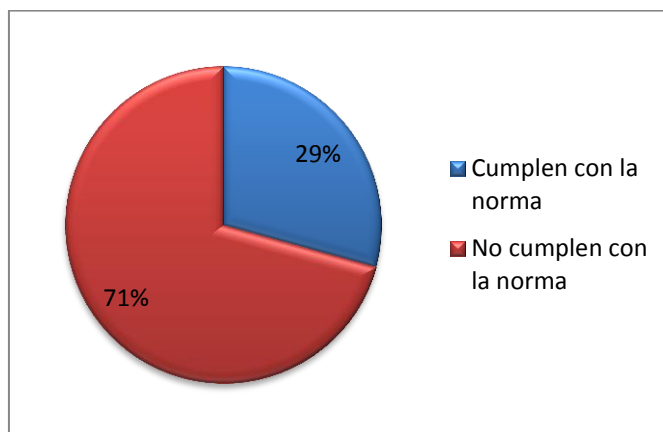
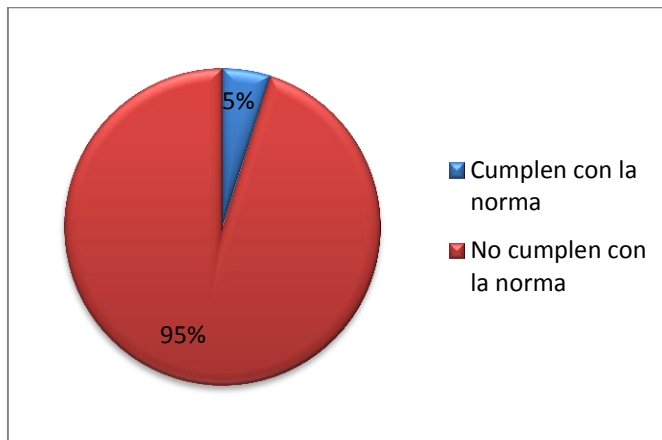




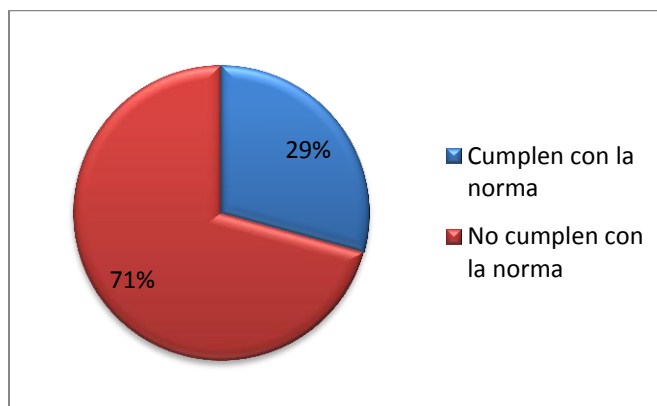
Fig. 4.2 Cumplimiento del parámetro de superficie de ventanas para ventilación de la ordenanza sobre arquitectura y urbanismo del DM de Quito.



4.2.3.3. Cumplimiento de la norma

Para efectos de este proyecto, se consideró que si al menos se cumplía con dos de los tres requerimientos de la ordenanza, entonces esta se toma como aprobada. La Fig. 4.3 muestra el porcentaje de cumplimiento en el edificio de Modalidad Abierta.

Fig. 4.3 Cumplimiento de la ordenanza sobre arquitectura y urbanismo del DM de Quito en el edificio de Modalidad Abierta.





4.2.4. Cumplimiento de la norma NTE INEN 1152:84, sobre iluminación natural de edificios

La tabla 2.5 muestra la información requerida en la ficha de auditoría, para evaluar el cumplimiento de la norma NTE INEN 1152:84.

La tabla 4.7, y, las Fig. 4.4, y, 4.5, muestran los resultados obtenidos.

Tabla 4.7 Cumplimiento de la norma INEN 1152:84 sobre iluminación natural de edificios

PARÁMETRO	DEPENDENCIAS
Superficies de color claro.	36/41
Ventanas provistas de cortinas, persianas u elementos para sombra.	32/41
Cumplimiento de la norma	27/41

Fig. 4.4 Cumplimiento del parámetro sobre superficies de color claro en el edificio de Modalidad Abierta, de acuerdo a la NTE INEN 1152:84.

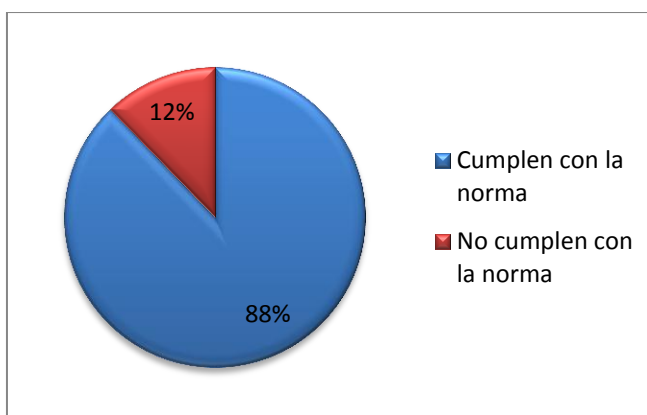
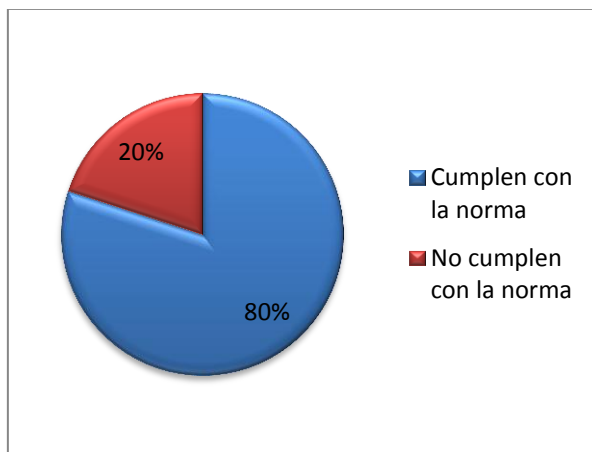




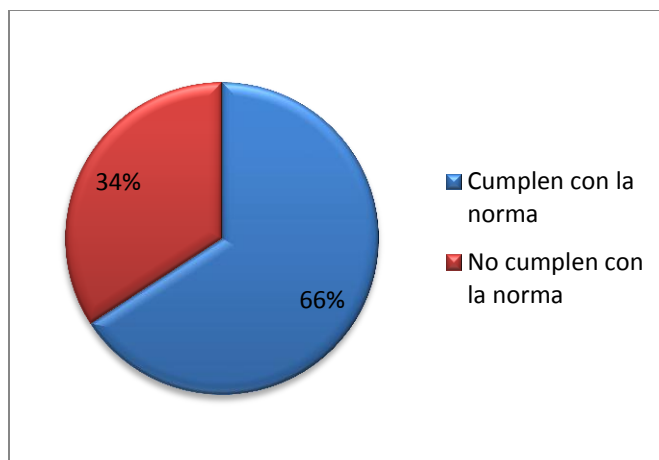
Fig. 4.5 Cumplimiento del parámetro sobre ventanas provistas de cortinas, persianas u elementos de sombra, en el edificio de Modalidad Abierta, de acuerdo a la NTE INEN 1152:84.



4.2.4.1. Cumplimiento de la norma

Para efectos de este proyecto, se consideró que si al menos se cumplía con dos de los tres requerimientos de la norma, entonces esta se toma como aprobada. La Fig. 4.6 muestra el porcentaje de cumplimiento en el edificio de modalidad abierta.

Fig. 4.6 Cumplimiento de la NTE INEN 1152:84 en el edificio de Modalidad Abierta.





4.3 Resultados obtenidos sobre el cumplimiento de normativa relacionada a sistemas de iluminación artificial

4.3.1. Generalidades

En la mayoría de dependencias del edificio de modalidad abierta, el sistema de iluminación artificial (eléctrica) es de tipo semidirecta.

La distribución fotométrica se logra con luminarias tipo directo, que utilizan como fuentes de luz, lámparas fluorescentes tubulares, y, lámparas fluorescentes compactas, cuyas características se muestran en la tabla 4.8.

Tabla 4.8 Características de las fuentes de luz empleadas en el sistema de iluminación artificial del edificio de Modalidad Abierta.

Lámpara	Potencia (W)	Vida media (h)	Vida útil (h)
Fluorescente Tubular	18, 32, 40	12500	7500
Fluorescente Compacta	16, 20, 30	8000	6000

La potencia instalada en iluminación artificial en el edificio de Modalidad Abierta, se estimó para la planta baja en 3795 W, en la primera planta en 3840 W; en la segunda planta en 4675 W, y, en la tercera planta en 6474 W, con un total de 18784 W.



4.3.2. Cumplimiento de la norma NTE INEN 2506:09 sobre eficiencia energética en edificaciones

4.3.2.1. Sobre disponibilidad de sistemas de encendido y apagado manual

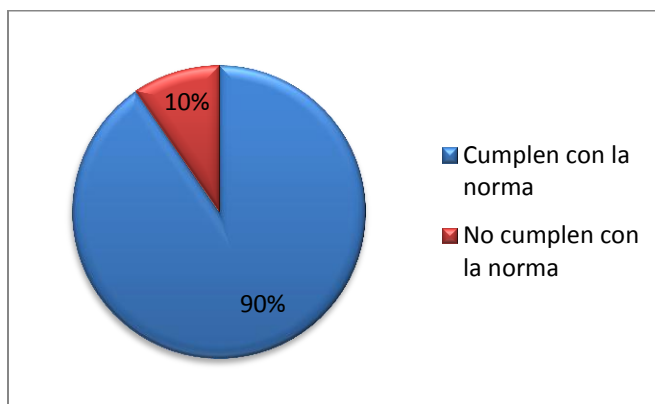
De acuerdo a la norma, toda zona dispondrá de al menos un sistema de encendido y apagado manual, cuando no disponga de otro sistema de control, no aceptándose los sistemas de encendido y apagado en tableros eléctricos, como único sistema de control.

En el edificio de Modalidad Abierta, este requisito **se cumple** en la totalidad de dependencias.

4.3.2.2. Sobre disponibilidad de sistemas de encendido y apagado en zonas de uso esporádico

La Fig. 4.7, muestra los resultados obtenidos en la auditoría.

Fig. 4.7 Cumplimiento del parámetro sobre disponibilidad de sistemas de encendido y apagado de luces en zonas de uso esporádico, en el edificio de Modalidad Abierta, de acuerdo a la NTE INEN 2506:09

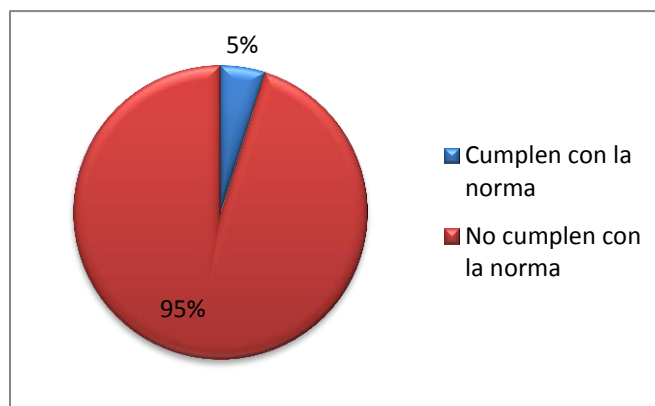




4.3.2.3. Sobre aprovechamiento de luz natural

La norma establece que las edificaciones deberán poseer sistemas de aprovechamiento de luz natural (tragaluces), instalados en la primera línea paralela de luminarias situadas a una distancia inferior a 3m de la ventana, y, en todas las situadas bajo un lucernario. La Fig. 4.8, muestra los resultados obtenidos en la auditoría.

Fig. 4.8 Cumplimiento del parámetro sobre disponibilidad de sistemas de aprovechamiento de luz natural en el edificio de Modalidad Abierta, de acuerdo a la NTE INEN 2506:09



4.3.2.4. Sobre eficiencia energética de la instalación VEEI

La norma establece los valores máximos de eficiencia energética de una instalación (VEEI), para diversas zonas de actividad diferenciada [8].

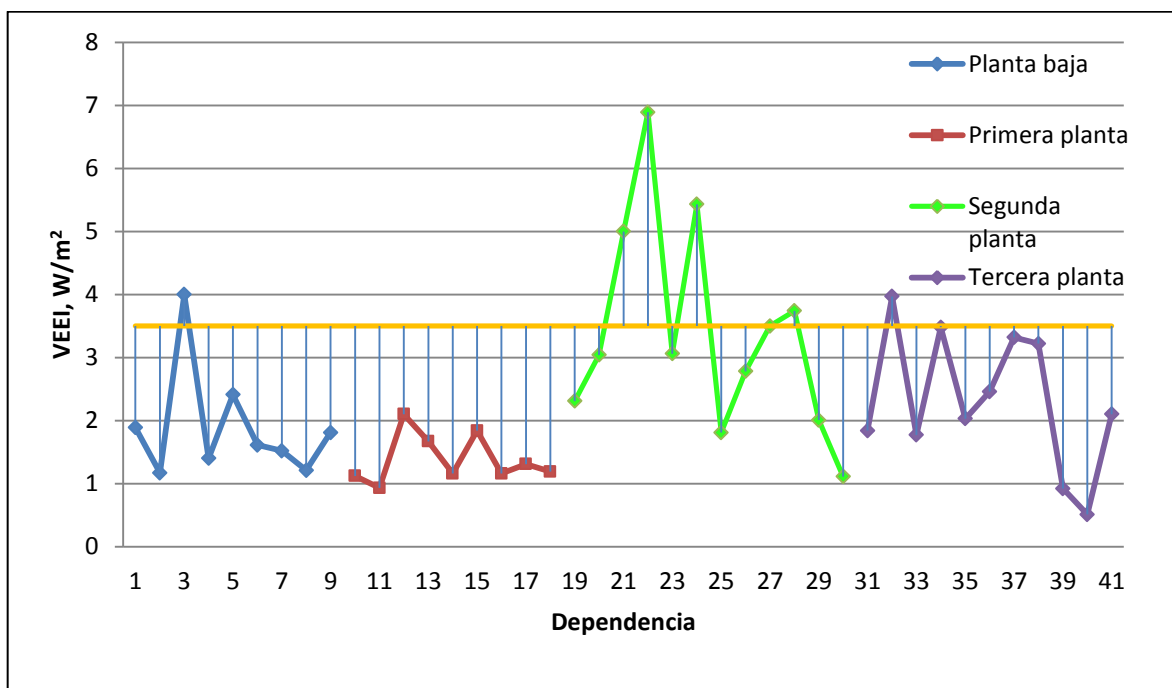
La tabla 2.6 muestra los valores VEEI máximos para áreas de no representación, como el caso de las instalaciones del edificio de Modalidad Abierta de la UTPL.

Los valores sugeridos de iluminancia media, según el lugar o actividad, se resumen en la tabla 2.7.



La Fig. 4.9 muestra los valores de eficiencia energética para cada una de las 41 dependencias del edificio de Modalidad Abierta. La tabla 2.8, muestra la información requerida en la ficha de auditoría.

Fig. 4.9. Valores de eficiencia energética de instalación en las dependencias del edificio de Modalidad Abierta



4.3.2.5. Cumplimiento de la norma

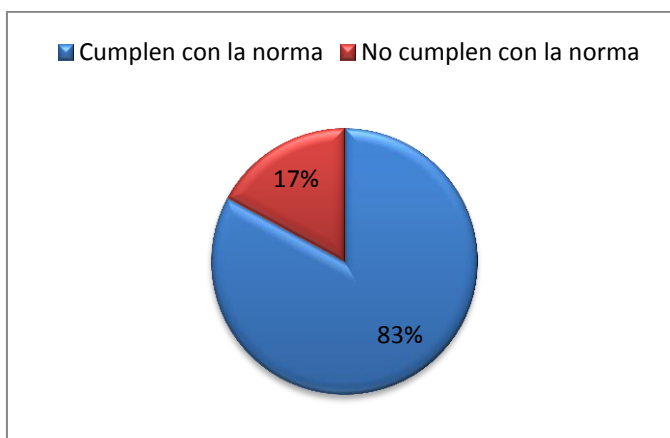
Para efectos de este proyecto, se consideró que si al menos se cumplía con tres de los cuatro requerimientos de la norma, entonces esta se toma como aprobada. La tabla 4.9 y la Fig. 4.10 muestran el porcentaje de cumplimiento en el edificio de Modalidad Abierta.



Tabla 4.9 Cumplimiento de la norma NTE INEN 2506:09 sobre eficiencia energética en edificaciones. Edif. Modalidad Abierta

PARÁMETRO	DEPENDENCIAS
Existencia de sistema de control de encendido y apagado manual.	41/41
Existencia de sistemas de control para zonas de uso esporádico.	38/41
Existencia de sistemas de aprovechamiento de luz natural.	2/41
VEEI, máximo 3.5 W/m ²	35/41
Cumplimiento de la norma.	34/41

Fig. 4.10 Cumplimiento de la NTE INEN 2506:09 en el edificio de Modalidad Abierta.



4.4 RESULTADOS OBTENIDOS EN LA AUDITORÍA A EQUIPOS DE FUERZA UTILIZADOS EN EL EDIFICIO DE MODALIDAD ABIERTA

4.4.1. Auditoría a equipos de fuerza menores

Según los datos recolectados en el edificio de Modalidad Abierta, el 100% de las dependencias dispone de equipos de computación que cumplen con una certificación *EnergyStar*. La tabla 4.10 resume los resultados obtenidos.



Tabla 4.10 Dependencias con equipos de fuerza certificados por *EnergyStar* en el edificio de Modalidad Abierta

PARÁMETRO	DEPENDENCIAS
Equipos de computación con certificación <i>EnergyStar</i> .	33/33
Equipos de computación que incluyen software de ahorro de energía.	33/33
Equipos periféricos con una certificación (etiqueta) <i>EnergyStar</i> .	18/22
Equipos varios con certificación (etiqueta) <i>EnergyStar</i> .	13/27
Equipos utilizados con una certificación (etiqueta) <i>EnergyStar</i> .	31/41

Con la ayuda de las potencias de equipos de fuerza menores utilizados en oficinas, mostradas en la tabla 4.11, se aproximó la potencia instalada en este tipo de equipos en el edificio en 85967.96 W (ver tabla 4.12).

Tabla 4.11 Consumo de potencia de equipos de fuerza menor

Equipos de computación y otros menores	Potencia [W]
PC de escritorio	250
Laptop	310
Infocus	280
Copiadora workcenter M20i	450
Cafetera	1300
Escáner	14.4
Dispensador de agua (calentador)	610
Ventilador	60
VHS	22
Aire acondicionado	3500
Cámara de video	2
TV 40" LCD	140
TV 32" CRT	190
TV 19" CRT	100
Mezclador de Video	25
DVD	17
Impresora pequeña	60
micrófono	0.075
UPS	3500
Fax	2
Maquina impresora Xerox 4595	3600
Maquina impresora Xerox Nuvera 144EA	7200
Microondas	900



Tabla 4.12 Potencia instalada en equipos de fuerza menor en el edificio de Modalidad Abierta

Planta	Baja [W]	Primera [W]	Segunda [W]	Tercera [W]
Equipos de Computación	9660	9430 W	10520	22340
Equipos Periféricos	4861.2	4070	500	2448.4
Equipos varios	3220	2208	8630	8080.36
Total	17741.2	15708	19650	32868.76
Total Edificio	85967.96 W			

4.4.2. Auditoría a equipos de fuerza mayores

4.4.2.1. Cumplimiento de la norma NTE INEN 2495:09 sobre eficiencia energética para acondicionadores de aire

La tabla 2.16, resume la información requerida en el campo sistemas de aire acondicionado de la ficha de auditoría energética.

La tabla 4.13, y, las Fig. 4.11, 4.12, 4.13, 4.14 y 4.15, muestran los resultados obtenidos en la auditoría de todas las dependencias del edificio.

Fig. 4.11 Requerimiento de ventilación en las dependencias del edificio de Modalidad Abierta.

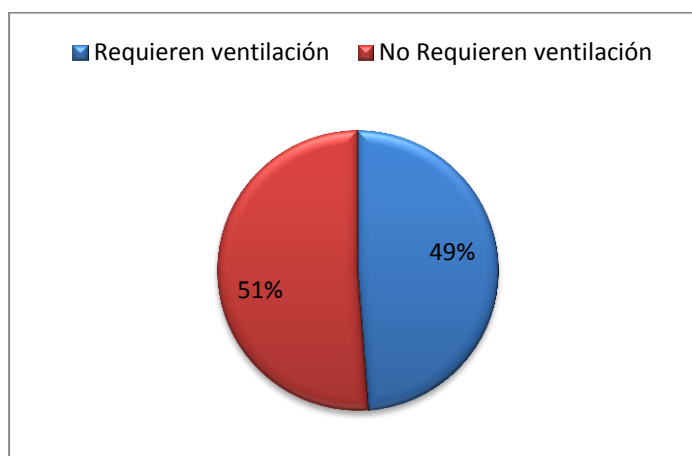




Tabla 4.13 Uso de energía en sistemas de aire acondicionado en el edificio de Modalidad Abierta

PARÁMETRO		DEPENDENCIAS
Requerimiento de ventilación.		20/41
Existencia de ventilación.	Natural	28/41
	Mecánica	7/41
	Sistema de aire acondicionado	7/41
Problemas existentes.	Ventanas obstruidas	2/41
	Polvo exterior	8/41
	Otros	0/41
Cumplimiento de la norma NTE INEN 1124, altura mínima de oficinas para ventilación natural.		18/41
Sistema de aire acondicionado con certificación (etiqueta) EnergyStar.		7/7
Sistema de aire acondicionado con sistema funcional de control.		7/7
El sistema de aire acondicionado cuenta con un programa de mantenimiento.		0/7

Fig. 4.12 Dependencias con ventilación natural en edificio de Modalidad Abierta.





Fig. 4.13 Dependencias con ventilación mecánica en edificio de Modalidad Abierta.

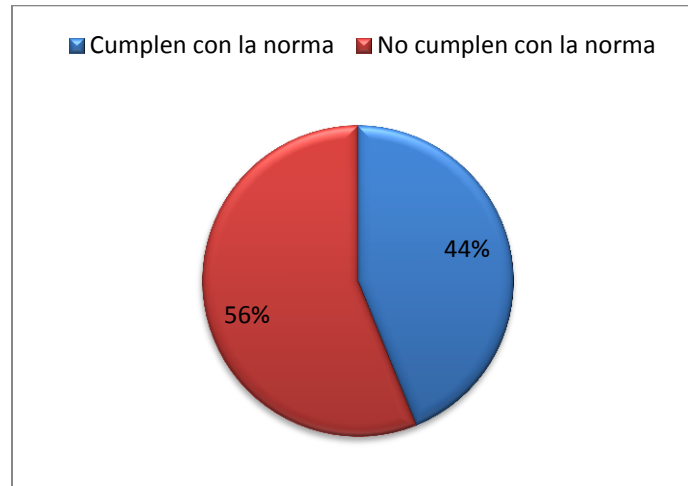


Fig. 4.14 Dependencias con Sistema de aire acondicionado en edificio de Modalidad Abierta.





Fig. 4.15 Dependencias del edificio de Modalidad Abierta que cumplen con la altura mínima establecida en la NTE INEN 1124



En el edificio de Modalidad Abierta, las siete dependencias que cuentan con sistema de aire acondicionado poseen una certificación (Etiqueta) *EnergyStar*.



CAPÍTULO V

AUDITORÍA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO OCTÓGONO

El presente capítulo resume el proceso de auditoría energética del edificio Octógono del Campus San Cayetano de la UTPL, dentro del marco de la segunda fase de proyecto de implementación de la norma ISO FDIS 50001.

5.1 METODOLOGÍA UTILIZADA EN LA AUDITORÍA ENERGÉTICA

Con la intención de monitorear parámetros significativos de la calidad o de la condición media de las dependencias auditadas, se tomó como referencia normas nacionales vigentes sobre eficiencia energética.

Para minimizar errores por subjetividad, la información a monitorear debe ser técnicamente explicable, y, de fácil percepción para los usuarios y para el auditor.

Bajo estas premisas, considerando el alcance de la norma ISO FDIS 50001, se diseñó una ficha para levantamiento de información, conformada por 5 campos: datos generales, aspectos constructivos, sistemas de iluminación, sistemas de fuerza, y, sistemas de aire acondicionado. Los conceptos que sustentan esta ficha fueron explicados en la fase anterior de este proyecto.



5.2 RESULTADOS OBTENIDOS SOBRE EL CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA RELACIONADA A CARACTERÍSTICAS DE LA EDIFICACIÓN Y ASPECTOS CONSTRUCTIVOS

5.2.1. Generalidades

El Edificio Octógono del Campus San Cayetano de la UTPL, fue diseñado entre los años 1975 y 1985, aplicando el Código Ecuatoriano de la Construcción (CEC). La construcción se inició a partir del año 1981. [17]

El edificio está levantado sobre una estructura de hormigón armado. El sistema resistente a cargas laterales y verticales está conformado por pórticos (vigas y columnas). Las paredes están construidas en base a mampostería de ladrillo y a elementos compuestos de madera y vidrio.

La envolvente del edificio contiene 4 plantas, cuya vista superior tiene la forma de un octógono. Posee dos losas rígidas bidireccionales en la primera y segunda planta alta, y, una losa flexible en la tercera planta alta. Se desconoce la dosificación del hormigón utilizado durante su fase de construcción.

En los pisos se puede encontrar elementos cerámicos y/o piso flotante (duela). Las puertas con vista al exterior son de vidrio, o, hierro. Las puertas interiores, en su mayoría, son de vidrio o madera. Las ventanas poseen marcos y protecciones de hierro, y, vidrio tipo A (vidrio plano transparente con 2 caras lisas). Las especificaciones técnicas de construcción se resumen en la tabla 5.1.



Tabla 5.1 Especificaciones técnicas de construcción del edificio del Octógono.

Estructura	Hormigón armado
Paredes	Mampostería ladrillo
Cubierta	Losa
Pisos	Cerámico, duela
Puertas	Vidrio, madera
Ventanas	Aluminio, vidrio, hierro
Pintura	Látex acrílico
Enlucidos	Mortero cemento-cal
Cielo raso	Yeso

El edificio ocupa un área total construida de 6906,76 m² (que incluye las cuatro plantas de la edificación). La planta baja tiene una superficie de construcción de 1726,69 m², de los cuales 774,06 m² son ocupados por 6 dependencias.

La primera planta alta tiene una superficie de construcción de 1726,69 m², de los cuales 1472,50 m² son ocupados por la Biblioteca Benjamín Carrión.

La segunda planta alta tiene una superficie de construcción de 1726,69 m², de los cuales 1091,84 m² son ocupados por 9 dependencias.

La tercera planta alta tiene una superficie de construcción de 1726,69 m², de los cuales 741,73 m² son ocupados por 7 dependencias. (Ver tabla 5.2)

Las dimensiones de: área, altura y volumen, correspondientes a cada planta del edificio, se muestran en las tablas 5.2, 5.3, y, 5.4, respectivamente.

Tabla 5.2 Cuadro de áreas del edificio Octógono.

Planta	Baja	1 ^{ra}	2 ^{da}	3 ^{ra}
Área	1726,69 m ²	1726,69 m ²	1726,69 m ²	1726,69 m ²
Área útil	774,06 m ²	1472,5 m ²	1091,84 m ²	741,73 m ²
Área total	6906,76 m ²			

**Tabla 5.3** Cuadro de alturas del edificio Octógono.

Altura planta baja	2,50 m
Altura primera planta	2,47 m
Altura segunda planta	3,00 m
Altura tercera planta	3,13 m
Altura total	11.1 m

Tabla 5.4 Cuadro de volúmenes del edificio Octógono

Volumen planta baja	4.316,72 m ³
Volumen primera planta	4.264,92 m ³
Volumen segunda planta	5.180,07 m ³
Volumen tercera planta	5.387,27 m ³
Volumen total	19.148,98 m ³

La envolvente del edificio encierra un volumen equivalente a 19.166,25 m³. El volumen de la planta baja es de 4316,72 m³, el volumen de la primera planta es de 4.264,92 m³, el volumen de la segunda es de 5.180,07 m³, y el volumen de la tercera planta es de 5.387,27 m³.

En el edificio se realizan las actividades de tipo administrativo, y, se estima que la ocupación de la infraestructura es de 160 h al mes.

La tabla 5.5 resume la información requerida y obtenida, en el campo aspectos constructivos de la ficha de auditoría.



Tabla 5.5 Aspectos constructivos, cumplimiento de la norma INEN 2506:09 sobre uso eficiente de energía. Edif. Octógono.

PARÁMETRO	VARIABLE	DOMINIO
Dimensiones del edificio	largo, m	Irregular
	ancho, m	Irregular
	alto, m	11,1 m
	superficie S, m ²	6.906,76
	volumen V, m ³	19.166,25
Factor de forma f	S/V	0,360
0,5 < f < 0,8	si	
	no	x
Uso de energías renovables para S > 4000 m2.	si	
	no	x
	no aplica	
Cumplimiento de la norma (1 de 2)	si	
	no	x

5.2.2. Cumplimiento de la norma INEN 2506:09 sobre uso eficiente de energía

5.2.2.1. Sobre forma y orientación adecuada del edificio

El factor de forma, se determina utilizando la expresión (2.1). El factor de forma del edificio octógono, se calcula en 0.36.

$$f = \frac{6.906,76\text{m}^2}{19.166,25\text{m}^3} = 0.360$$

En la norma, y, de acuerdo a la Tabla 2.2, se recomienda que para la zona climática de Loja, el factor de forma este comprendido entre 0.5 y 0.8. El resultado obtenido permite afirmar que el edificio **no cumple** con este requerimiento de la norma.



5.2.2.2. Sobre uso de energía de fuentes renovables

El área total construida del edificio Octógono, supera los 4000 m² establecido por la norma. Por lo tanto, **aplica** la obligatoriedad de incorporar sistemas de captación y transformación de energía procedente de fuentes renovables. Dentro de este contexto, la edificación **no cumple** con el requisito de la norma.

5.2.2.3. Cumplimiento de la norma

Para efectos de este proyecto, se consideró que si al menos se cumplía con uno de los dos requerimientos de la norma, entonces esta se toma como aprobada. Bajo este criterio, el edificio Octógono **no cumple** con la norma INEN 2506:09 sobre uso eficiente de energía.

5.2.3. *Cumplimiento de los parámetros técnicos normados por la ordenanza sobre arquitectura y urbanismo del DM de Quito*

5.2.3.1. Sobre altura mínima del local

La ordenanza establece una altura mínima del local de 2.30 m. Conforme a las mediciones realizadas, se determinó que en el edificio Octógono el 87% de las dependencias auditadas **cumplen con la altura mínima establecida** por la ordenanza.

5.2.3.2. Sobre iluminación y ventilación

La ordenanza establece que todas las dependencias deben poseer iluminación y ventilación a través de vanos que faciliten el ingreso de aire y luz natural desde el exterior, considerando que elementos como la iluminación y la ventilación aportada desde el exterior, contribuyen a la eficiencia energética de la edificación.



La tabla 2.4 resume la información requerida para verificar el cumplimiento de los requerimientos de altura mínima del local, y, de iluminación y ventilación de origen externo.

La tabla 5.6 resume el resultado general de la tabulación de las fichas de auditoría realizadas en cada una de las dependencias del edificio Octógono, respecto al cumplimiento de los parámetros técnicos normados por la ordenanza sobre arquitectura y urbanismo del DM de Quito. En el edificio funcionan 23 dependencias. Las Fig. 5.1 y 5.2, muestran los porcentajes de cumplimiento de la ordenanza.

Tabla 5.6 Cumplimiento de los parámetros técnicos normados por la ordenanza sobre arquitectura y urbanismo del DM de Quito

PARÁMETRO	DEPENDENCIAS
Altura mínima.	20/23
Superficie de ventanas para iluminación.	5/23
Superficie de ventanas para ventilación.	5/23
Cumplimiento de los parámetros técnicos normados.	10/23

Fig. 5.1 Cumplimiento del parámetro de superficie de ventanas para iluminación de la ordenanza sobre arquitectura y urbanismo del DM de Quito.

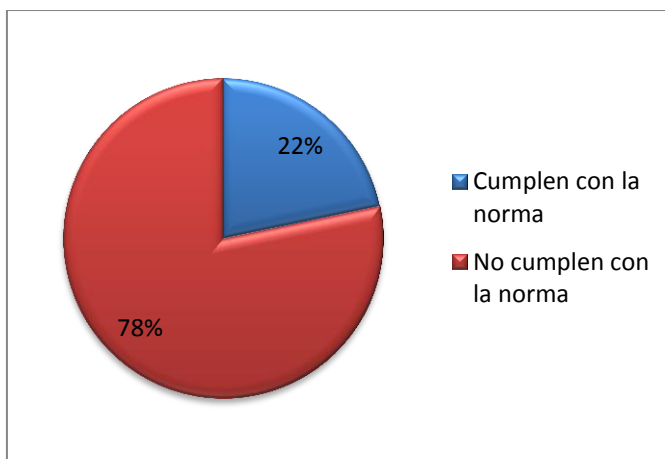
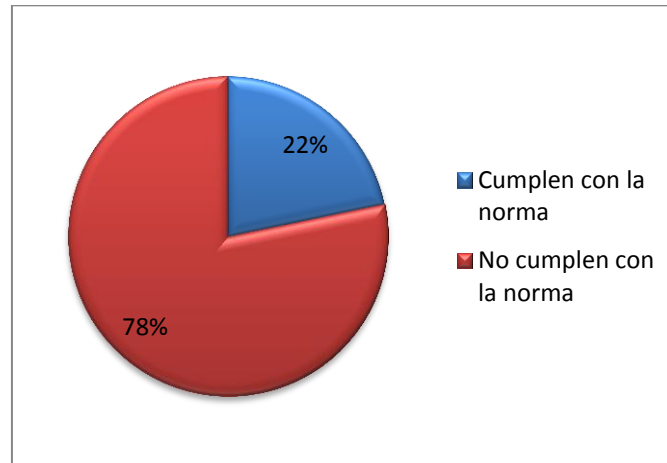




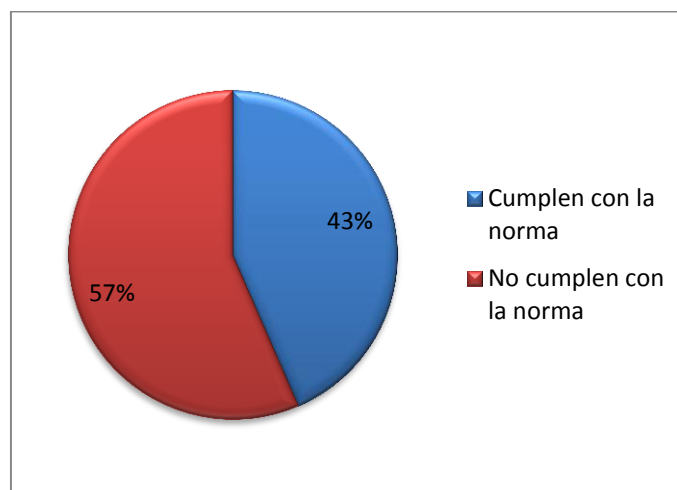
Fig. 5.2 Cumplimiento del parámetro de superficie de ventanas para ventilación de la ordenanza sobre arquitectura y urbanismo del DM de Quito



5.2.3.3. Cumplimiento de la norma

Para efectos de este proyecto, se consideró que si al menos se cumplía con dos de los tres requerimientos de la ordenanza, entonces esta se toma como aprobada. La Fig. 5.3 muestra el porcentaje de cumplimiento en el edificio Octógono.

Fig. 5.3 Cumplimiento de la ordenanza sobre arquitectura y urbanismo del DM de Quito en el edificio Octógono.





5.2.4. Cumplimiento de la norma NTE INEN 1152:84, sobre iluminación natural de edificios

La tabla 2.5 muestra la información requerida en la ficha de auditoría, para evaluar el cumplimiento de la norma NTE INEN 1152:84.

La tabla 5.7, y, las Fig. 5.4, y, 5.5, muestran los resultados obtenidos.

Tabla 5.7 Cumplimiento de la norma INEN 1152:84 sobre iluminación natural del edificio Octógono.

PARÁMETRO	DEPENDENCIAS
Superficies de color claro.	11/23
Ventanas provistas de cortinas, persianas u elementos para sombra.	18/23
Cumplimiento de la norma	10/23

Fig. 5.4 Cumplimiento del parámetro sobre superficies de color claro en el edificio Octógono, de acuerdo a la NTE INEN 1152:84.

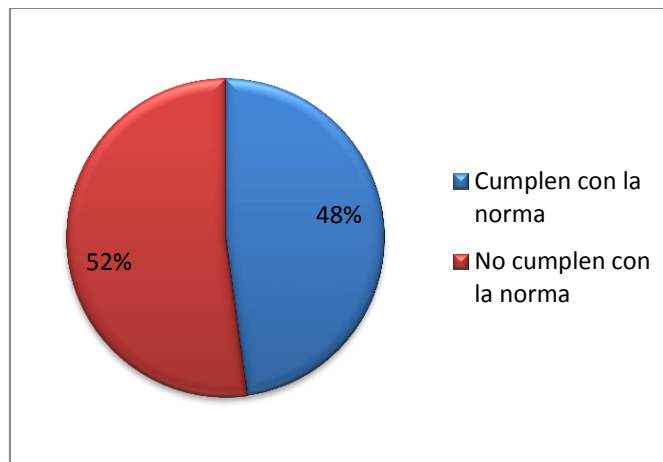
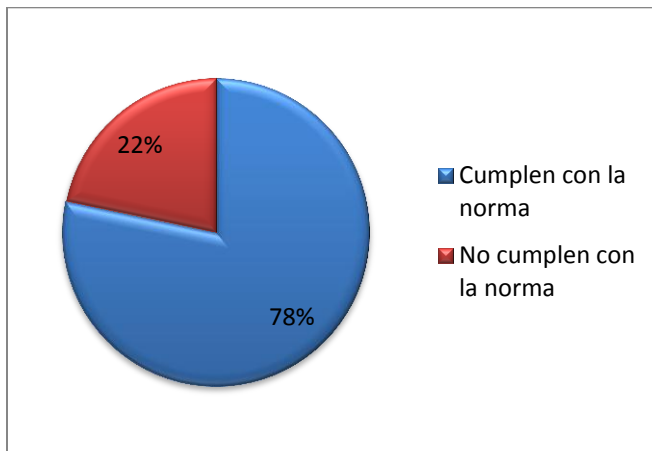




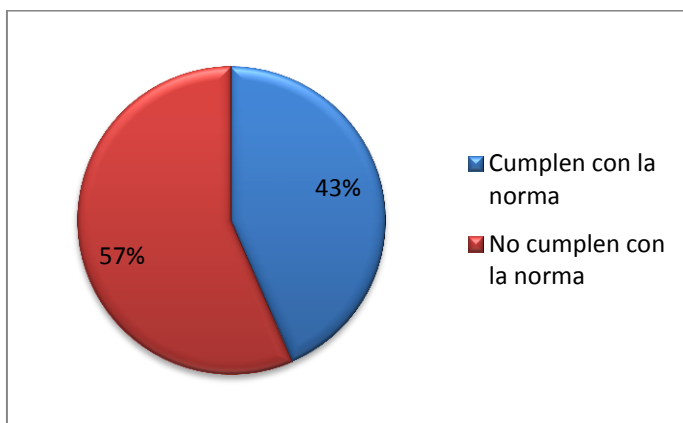
Fig. 5.5 Cumplimiento del parámetro sobre ventanas provistas de cortinas, persianas u elementos de sombra, en el edificio Octógono, de acuerdo a la NTE INEN 1152:84.



5.2.4.1. Cumplimiento de la norma

Para efectos de este proyecto, se considera que la NTE INEN 1152:84 se ha cumplido si se ha observado los dos criterios establecidos en ella, entonces esta se toma como aprobada. La Fig. 5.6 muestra el porcentaje de cumplimiento en el edificio Octógono.

Fig. 5.6 Cumplimiento de la NTE INEN 1152:84 en el edificio Octógono.





5.3 RESULTADOS OBTENIDOS SOBRE EL CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA RELACIONADA A SISTEMAS DE ILUMINACIÓN ARTIFICIAL

5.3.1. Generalidades

En la mayoría de dependencias del Octógono, el sistema de iluminación artificial (eléctrica) es de tipo semidirecta.

La distribución fotométrica se logra con luminarias tipo directo, que utilizan como fuentes de luz, lámparas fluorescentes tubulares, y, lámparas fluorescentes compactas, cuyas características se muestran en la tabla 5.8.

Tabla 5.8 Características de las fuentes de luz empleadas en el sistema de iluminación artificial del edificio Octógono.

Lámpara	Potencia (W)	Vida media (h)	Vida útil (h)
Fluorescente Tubular	18, 32, 40	12500	7500
Fluorescente Compacta	16, 20, 30	8000	6000

La potencia instalada en iluminación artificial en el edificio Octógono, se estimó en 46.726 W, 7.805 W en la planta baja, 17.280 W en la primera planta, 12.528 W en la segunda planta, y, 9.113 W en la tercera planta alta.



5.3.2. Cumplimiento de la norma NTE INEN 2506:09 sobre eficiencia energética en edificaciones

5.3.2.1. Sobre disponibilidad de sistemas de encendido y apagado manual

De acuerdo a la norma, toda zona dispondrá de al menos 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.

En el edificio del Octógono, este requisito **se cumple** en la totalidad de dependencias.

5.3.2.2. Sobre disponibilidad de sistemas de encendido y apagado en zonas de uso esporádico

La Fig. 5.7, muestra los resultados obtenidos en la auditoría.

Fig. 5.7 Cumplimiento del parámetro sobre disponibilidad de sistemas de encendido y apagado de luces en zonas de uso esporádico, en el edificio Octógono, de acuerdo a la NTE INEN 2506:09

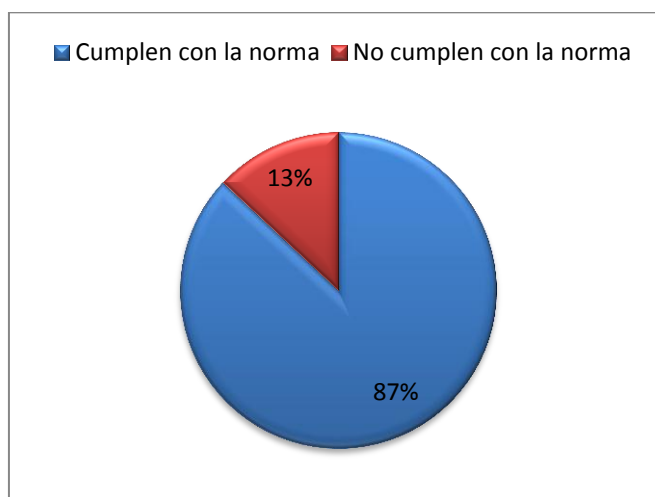




5.3.2.3. Sobre aprovechamiento de luz natural

La norma establece que las edificaciones deberán poseer sistemas de aprovechamiento de luz natural (tragaluces), instalados en la primera línea paralela de luminarias situadas a una distancia inferior a 3m de la ventana, y, en todas las situadas bajo un lucernario. La Fig. 5.8, muestra los resultados obtenidos en la auditoría.

Fig. 5.8 Cumplimiento del parámetro sobre disponibilidad de sistemas de aprovechamiento de luz natural en el edificio del Octógono, de acuerdo a la NTE INEN 2506:09



5.3.2.4. Sobre eficiencia energética de la instalación VEEI

La norma también establece los valores máximos de eficiencia energética de una instalación (VEEI), para diversas zonas de actividad diferenciada [8].

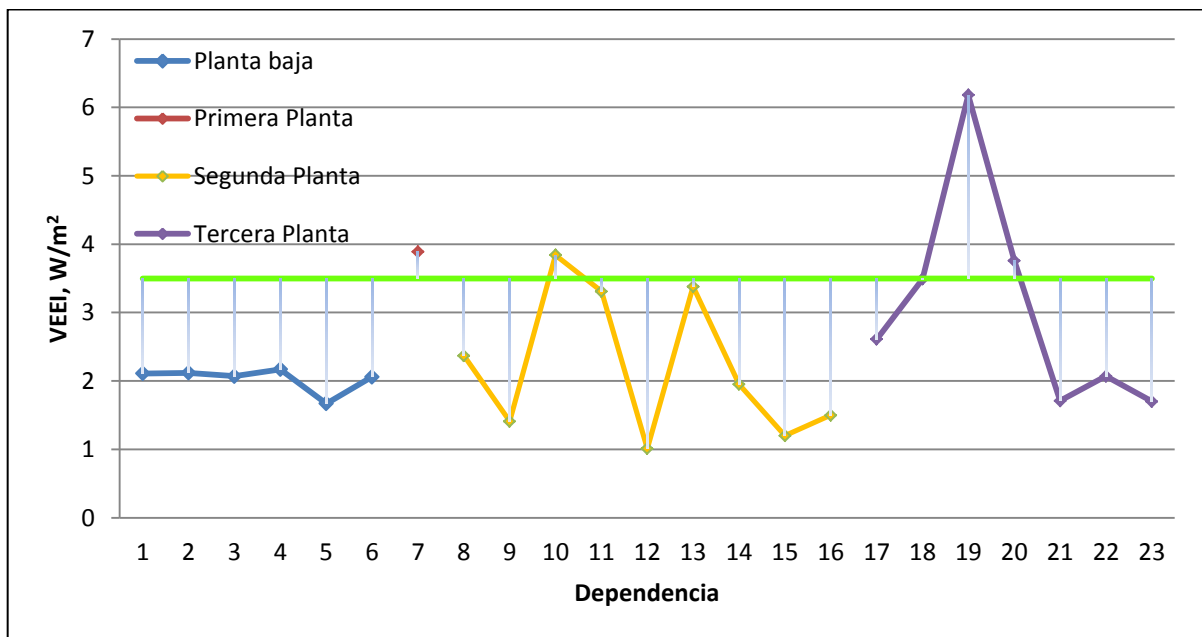
La tabla 2.6 muestra los valores VEEI máximos para áreas de no representación, como el caso de las instalaciones del edificio del Octógono de la UTPL.



Los valores sugeridos de iluminancia media, según el lugar o actividad, se resumen en la tabla 2.7.

La Fig. 5.9 muestra los valores de eficiencia energética para cada una de las 23 dependencias del edificio Octógono. El cumplimiento de este parámetro se da en el 82% de las dependencias.

Fig. 5.9 Valores de eficiencia energética de instalación en las dependencias del edificio Octógono.



5.3.2.5. Cumplimiento de la norma

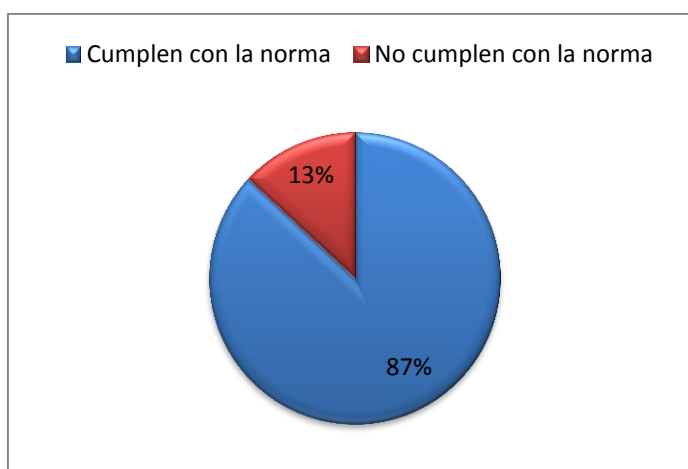
Para efectos de este proyecto, se consideró que si al menos se cumplía con tres de los cuatro requerimientos de la norma, entonces esta se toma como aprobada. La tabla 5.9 y la Fig. 5.10 muestran el porcentaje de cumplimiento en el edificio Octógono.



Tabla 5.9 Cumplimiento de la norma NTE INEN 2506:09 sobre eficiencia energética en edificaciones, para el edificio Octógono.

PARÁMETRO	DEPENDENCIAS
Existencia de sistema de control de encendido y apagado manual.	23/23
Existencia de sistemas de control para zonas de uso esporádico.	23/23
Existencia de sistemas de aprovechamiento de luz natural.	20/23
VEEI, máximo 3.5 W/m ²	19/23
Cumplimiento de la norma.	20/23

Fig. 5.10 Cumplimiento de la NTE INEN 2506:09 en el edificio Octógono.



5.4 RESULTADOS OBTENIDOS EN LA AUDITORÍA A EQUIPOS DE FUERZA UTILIZADOS EN EL EDIFICIO DEL OCTÓGONO

5.4.1. Auditoría a equipos de fuerza menores

Conforme los datos recolectados en el edificio, el 100% de las dependencias dispone de equipos de computación que cumplen con una certificación *EnergyStar*. El 45% de dependencias cuentan con equipos periféricos certificados. El 18% de las dependencias, cuentan con otros equipos varios etiquetados. La tabla 5.10 resume los resultados obtenidos.



Tabla 5.10 Dependencias con equipos de fuerza certificados por *EnergyStar* en el edificio Octógono.

PARÁMETRO	DEPENDENCIAS
Equipos de computación con certificación EnergyStar.	21/21
Equipos de computación que incluyen software de ahorro de energía.	21/21
Equipos periféricos con una certificación (etiqueta) EnergyStar.	10/22
Equipos varios con certificación (etiqueta) EnergyStar.	4/21
Equipos utilizados con una certificación (etiqueta) EnergyStar.	22/22

Con la ayuda de las potencias de equipos de fuerza menores utilizados en oficinas, mostradas en la tabla 5.11, se aproximó la potencia instalada en este tipo de equipos en el edificio, en 75.362 W (ver tabla 5.12).

Tabla 5.11 Consumo de potencia de equipos de fuerza menor

Equipos de computación y otros menores	Potencia
PC de escritorio	250 W
Laptop	310 W
Impresoras laser	350 W
Impresoras tinta	120 W
Escáner	25 W
Copiadoras	450 W
Cafeteras	900 W
Ventiladores	60 W
Calentador de agua (Bidón)	500 W
Fax	135 W
Nevera	135 W
Microondas	900 W
Proyector	290 W
TV Plasma / LCD (mayor a 42")	250 W
DVD	35 W



Tabla 5.12 Potencia instalada en equipos de fuerza menor en el edificio Octógono.

Planta	Baja	Primera Planta	Segunda Planta	Tercera Planta
Equipos de computación	1020 W	2250 W	19850 W	15730 W
Equipos periféricos	1450 W	450 W	3165 W	2910 W
Equipos varios	27163 W	50 W	780 W	535 W
Total	29642 W	2750 W	23795 W	19175 W
Total en el edificio	75362 Watts			

5.4.2. Auditoría a equipos de fuerza mayores

5.4.2.1. Cumplimiento de la norma NTE INEN 2495:09 sobre eficiencia energética para acondicionadores de aire

La tabla 2.16, resume la información requerida en el campo sistemas de aire acondicionado, de la ficha de auditoría energética.

La tabla 5.13, y, las Fig. 5.11, 5.12, 5.13 y 5.14, muestran los resultados obtenidos en la auditoría de todas las dependencias del edificio.

Fig. 5.11 Requerimiento de ventilación en las dependencias del edificio Octógono.

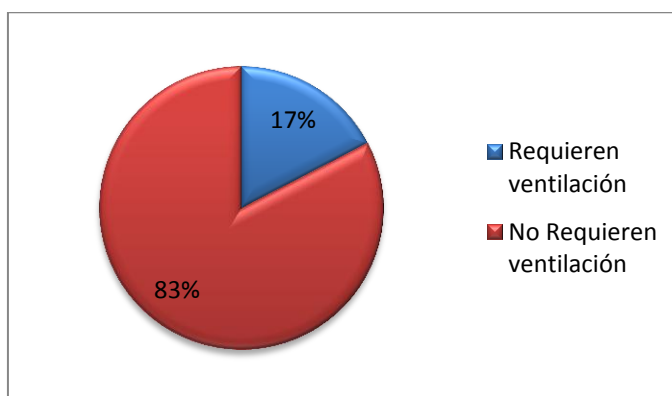




Tabla 5.13 Uso de energía en sistemas de aire acondicionado en el edificio Octógono.

PARÁMETRO		DEPENDENCIAS
Requerimiento de ventilación.		4/23
Existencia de ventilación.	Natural	13/23
	Mecánica	5/23
	Sistema de aire acondicionado	5/23
Problemas existentes.	Ventanas obstruidas	4/23
	Polvo exterior	0/23
	Otros	0/23
Cumplimiento de la norma NTE INEN 1124, altura mínima de oficinas para ventilación natural.		2/23
Sistema de aire acondicionado con certificación (etiqueta) EnergyStar.		5/5
Sistema de aire acondicionado con sistema funcional de control.		4/5
El sistema de aire acondicionado cuenta con un programa de mantenimiento.		4/5

Fig. 5.12 Dependencias con ventilación natural en edificio Octógono.





Fig. 5.13 Dependencias con ventilación mecánica en edificio Octógono.



Fig. 5.14. Dependencias del edificio Octógono que cumplen con la altura mínima establecida en la NTE INEN 1124



En el edificio Octógono, las únicas dependencias que cuentan con sistema de aire acondicionado, son los salones de la planta baja.

Los sistemas de aire acondicionado instalados, cuentan con una certificación *EnergyStar*, y, disponen de un sistema de control funcional. Estos equipos no cuentan con un programa de mantenimiento.



CAPÍTULO VI

AUDITORÍA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO UPSI

El presente capítulo resume el proceso de auditoría energética del edificio conocido como UPSI, en el Campus San Cayetano de la UTPL, dentro del marco de la segunda fase de proyecto de implementación de la norma ISO FDIS 50001

6.1 METODOLOGÍA UTILIZADA EN LA AUDITORÍA ENERGÉTICA

Con la intención de monitorear parámetros significativos de la calidad o de la condición media de las dependencias auditadas, se tomó como referencia normas nacionales vigentes sobre eficiencia energética.

Para minimizar errores por subjetividad, la información a monitorear debe ser técnicamente explicable, y, de fácil percepción para los usuarios y para el auditor.

Bajo estas premisas, considerando el alcance de la norma ISO FDIS 50001, se diseñó una ficha para levantamiento de información, conformada por 5 campos: datos generales, aspectos constructivos, sistemas de iluminación, sistemas de fuerza, y, sistemas de aire acondicionado. Los conceptos que sustentan esta ficha fueron explicados en la fase anterior de este proyecto.



6.2 RESULTADOS OBTENIDOS SOBRE EL CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA RELACIONADA A CARACTERÍSTICAS DE LA EDIFICACIÓN Y ASPECTOS CONSTRUCTIVOS

6.2.1. Generalidades

El edificio conocido como UPSI, en el Campus San Cayetano de la UTPL, fue edificado en 1990. También conocido como edificio de Unidades Productivas, alberga los CITTE (centros de investigación, transferencia de tecnología, y, extensión) de: ciencias de la computación, electrónica y telecomunicaciones, arquitectura, investigaciones económicas, turismo, ciencias jurídicas, idiomas, y, educación. El edificio incluye dependencias administrativas, y, de prestación de servicios a estudiantes. En la planta baja se encuentra el espacio asignado a una incubadora de empresas de base tecnológica denominada Loja, Valle de Tecnología.

El edificio está levantado sobre una estructura de hormigón armado. Se desconoce la dosificación del hormigón utilizado durante su fase de construcción. El sistema resistente a cargas laterales y verticales está conformado por pórticos (vigas y columnas). Las paredes están construidas en base a mampostería de ladrillo y a elementos compuestos de madera y vidrio.

En los pisos se puede encontrar elementos cerámicos y/o piso flotante (duela). Las puertas con vista al exterior son de hierro. Las puertas interiores, en su mayoría, son de vidrio o madera. Las ventanas poseen marcos y protecciones de hierro, y, vidrio tipo A (vidrio plano transparente con 2 caras lisas). Las especificaciones técnicas de construcción se resumen en la tabla 6.1.



Tabla 6.1 Especificaciones técnicas de construcción del edificio de UPSI.

Estructura	Hormigón armado
Paredes	Mampostería ladrillo
Cubierta	Losa
Pisos	Cerámico, duela
Puertas	Vidrio, madera
Ventanas	Aluminio, vidrio, hierro
Pintura	Látex acrílico
Enlucidos	Mortero cemento-cal
Cielo raso	Yeso

El edificio ocupa un área total construida de 5382.5 m², que incluye las 4 plantas de la edificación. La planta baja tiene una superficie de construcción de 1345.62 m², y, 978.47 m² de superficie útil.

La primera planta alta tiene una superficie de construcción de 1345.62 m², de los cuales 1300,92 m² corresponden a dependencias.

La segunda planta alta tiene una superficie de construcción de 1345.62 m², de los cuales 900,67 m² son ocupados por las dependencias.

La tercera planta alta tiene una superficie de construcción de 1345.62 m², de los cuales 892,42 m² son ocupados por dependencias.

Las dimensiones de: área, altura y volumen, correspondientes a cada planta del edificio, se muestran en las tablas 6.2, 6.3, y, 6.4, respectivamente.

Tabla 6.2 Cuadro de áreas del edificio de la UPSI

Planta	Baja	Primera	Segunda	Tercera
Área, m ²	1345.62	1345.62	1345.62	1345.62
Área útil dependencias	978,47	1300,92	900.67	892.42
Área total construida	5382.5 m ²			

**Tabla 6.3** Cuadro de alturas del edificio de la UPSI

Altura planta baja	3.00 m
Altura primera planta	3.00 m
Altura segunda planta	3.00 m
Altura tercera planta	3.00 m
Altura total	12.00 m

La envolvente del edificio encierra un volumen equivalente a 16147.44 m³.

Tabla 6.4 Cuadro de volúmenes del edificio de la UPSI

Volumen planta baja	4036.86 m ³
Volumen primera planta	4036.86 m ³
Volumen segunda planta	4036.86 m ³
Volumen tercera planta	4036.86 m ³
Volumen total	16147.44 m ³

En el edificio se puede determinar la presencia de varias zonas de actividad diferenciada: administración general, aulas, laboratorios, zonas comunes, y, salas técnicas. Se estima que la ocupación de la infraestructura es de 170 h al mes.

La tabla 6.5 resume la información requerida y obtenida, en el campo **aspectos constructivos** de la ficha de auditoría.



Tabla 6.5 Aspectos constructivos, cumplimiento de la norma INEN 2506:09 sobre uso eficiente de energía. Edif. UPSI

PARÁMETRO	VARIABLE	DOMINIO
Dimensiones del edificio	largo, m	Irregular
	ancho, m	Irregular
	alto, m	12.0
	superficie S, m ²	5382.5
	volumen V, m ³	16147.44
Factor de forma f	S/V	0,333
0,5 < f < 0,8	si	
	no	x
Uso de energías renovables para S > 4000 m ² .	si	
	no	x
	no aplica	
Cumplimiento de la norma (1 de 2)	si	
	no	x

6.2.2. Cumplimiento de la norma INEN 2506:09 sobre uso eficiente de energía

6.2.2.1. Sobre forma y orientación adecuada del edificio

El factor de forma, se determina utilizando la expresión (2.1). El factor de forma del edificio de la UPSI, se calcula en 0,333.

$$f = \frac{5382.5 \text{ m}^2}{16147.44 \text{ m}^3} = 0,333$$

En la norma, y, de acuerdo a la Tabla 2.2, se recomienda que para la zona climática de Loja, el factor de forma este comprendido entre 0.5 y 0.8. El resultado obtenido permite afirmar que el edificio **no cumple** con este requerimiento de la norma.



6.2.2.2. Sobre uso de energía de fuentes renovables

Dado que el área total construida del edificio de la UPSI, supera el límite establecido por la norma, **aplica** la obligatoriedad de incorporar sistemas de captación y transformación de energía procedente de fuentes renovables. Dentro de este contexto, la edificación **no cumple** con el requisito de la norma.

6.2.2.3. Cumplimiento de la norma

Para efectos de este proyecto, se consideró que si al menos se cumplía con uno de los dos requerimientos de la norma, entonces esta se toma como aprobada. Bajo este criterio, el edificio de la UPSI **no cumple** con la norma INEN 2506:09 sobre uso eficiente de energía.

6.2.3. *Cumplimiento de los parámetros técnicos normados por la ordenanza sobre arquitectura y urbanismo del DM de Quito*

6.2.3.1. Sobre altura mínima del local

La ordenanza establece una altura mínima del local de 2.30m. Conforme a las mediciones realizadas, se determinó que en el edificio de la UPSI EL 75% de las dependencias auditadas **cumple con la altura mínima establecida** por la ordenanza.

6.2.3.2. Sobre iluminación y ventilación

La tabla 2.4 resume la información requerida para verificar el cumplimiento de los requerimientos de altura mínima del local, y, de iluminación y ventilación de origen externo.

La tabla 6.6 resume el resultado general de la tabulación de las fichas de auditoría realizadas en cada una de las dependencias del edificio de la UPSI, respecto al cumplimiento de los parámetros técnicos normados por la ordenanza sobre



arquitectura y urbanismo del DM de Quito. En el edificio funcionan 51 dependencias. Las Fig. 6.1 y 6.2, muestran los porcentajes de cumplimiento de la ordenanza.

Tabla 6.6 Cumplimiento de los parámetros técnicos normados por la ordenanza sobre arquitectura y urbanismo del DM de Quito, en las dependencias del edificio de UPSI.

PARÁMETRO	DEPENDENCIAS
Altura mínima.	38/51
Superficie de ventanas para iluminación.	16/51
Superficie de ventanas para ventilación.	9/51
Cumplimiento de los parámetros técnicos normados.	17/51

Fig. 6.1 Cumplimiento del parámetro de superficie de ventanas para iluminación de la ordenanza sobre arquitectura y urbanismo del DM de Quito, en las dependencias del edificio de UPSI.

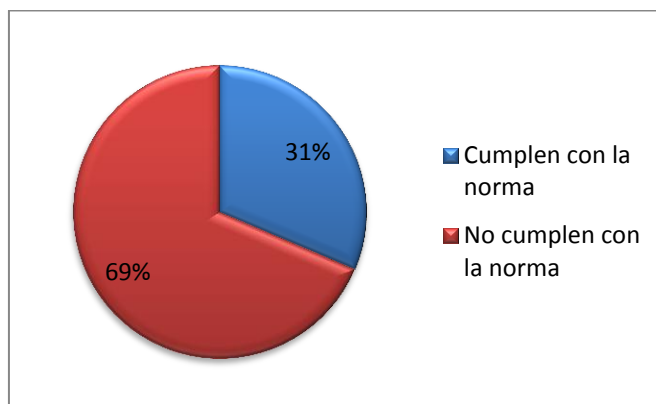
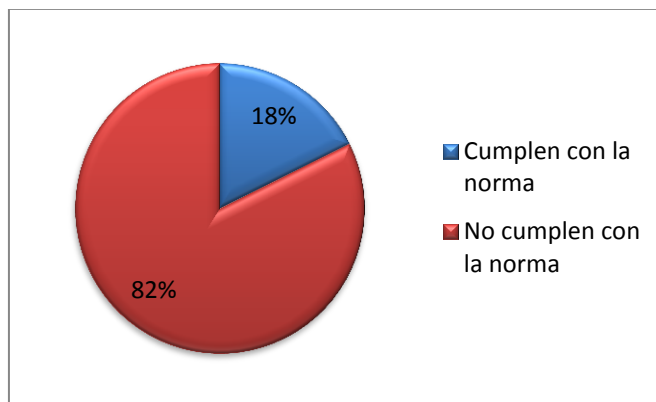




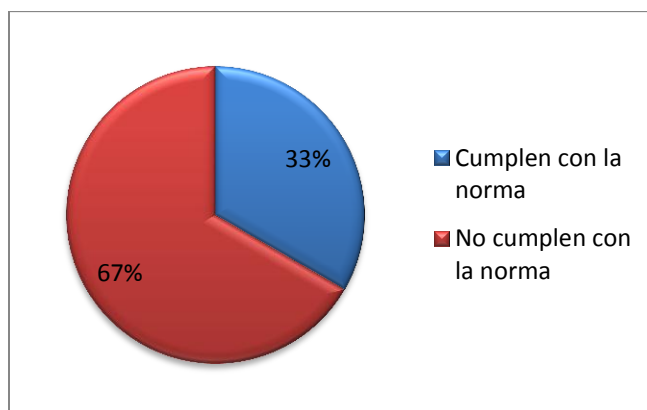
Fig. 6.2 Cumplimiento del parámetro de superficie de ventanas para ventilación de la ordenanza sobre arquitectura y urbanismo del DM de Quito, , en las dependencias del edificio de UPSI.



6.2.3.3. Cumplimiento de la norma

Para efectos de este proyecto, se consideró que si al menos se cumplía con dos de los tres requerimientos de la ordenanza, entonces esta se toma como aprobada. La Fig. 6.3 muestra el porcentaje de cumplimiento en el edificio de la UPSI.

Fig. 6.3 Cumplimiento de la ordenanza sobre arquitectura y urbanismo del DM de Quito, en las dependencias del edificio de UPSI.





6.2.4. Cumplimiento de la norma NTE INEN 1152:84, sobre iluminación natural de edificios

La tabla 2.5 muestra la información requerida en la ficha de auditoría, para evaluar el cumplimiento de la norma NTE INEN 1152:84.

La tabla 6.7, y, las Fig. 6.4, y, 6.5, muestran los resultados obtenidos.

Tabla 6.7 Cumplimiento de la norma INEN 1152:84 sobre iluminación natural de edificios

PARÁMETRO	DEPENDENCIAS
Superficies de color claro.	43/51
Ventanas provistas de cortinas, persianas u elementos para sombra.	50/51
Cumplimiento de la norma	42/51

Fig. 6.4 Cumplimiento del parámetro sobre superficies de color claro en el edificio de la UPSI, de acuerdo a la NTE INEN 1152:84.

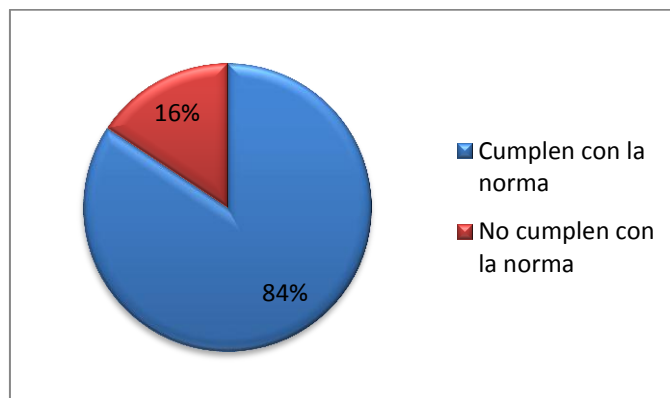
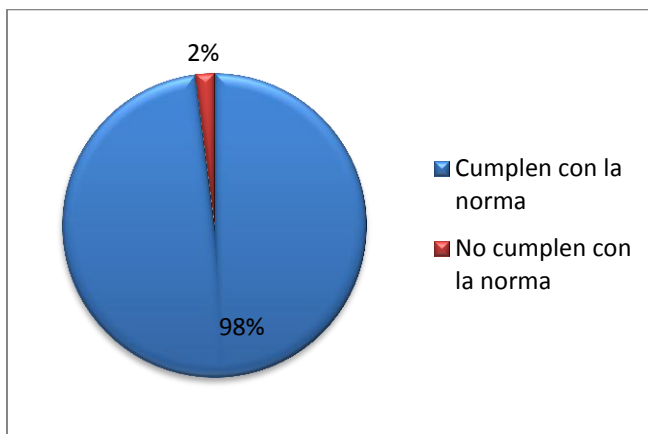




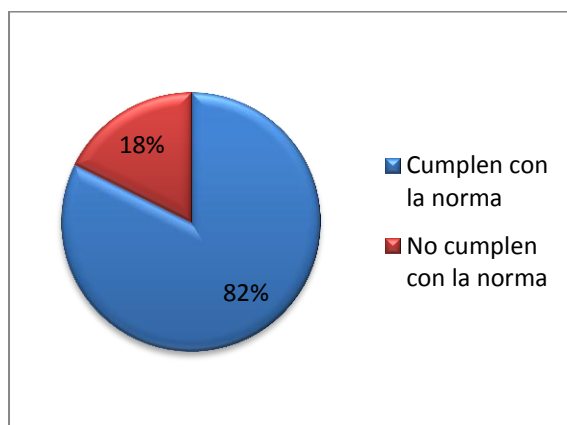
Fig. 6.5 Cumplimiento del parámetro sobre ventanas provistas de cortinas, persianas u elementos de sombra, en el edificio de la UPSI, de acuerdo a la NTE INEN 1152:84.



6.2.4.1. Cumplimiento de la norma

Para efectos de este proyecto, se considera que la NTE INEN 1152:84 se ha cumplido si se ha observado los dos criterios establecidos en ella, entonces esta se toma como aprobada. La Fig. 6.6 muestra el porcentaje de cumplimiento en el edificio de la UPSI.

Fig. 6.6 Cumplimiento de la NTE INEN 1152:84 en el edificio de la UPSI.





6.3 RESULTADOS OBTENIDOS SOBRE EL CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA RELACIONADA A SISTEMAS DE ILUMINACIÓN ARTIFICIAL

6.3.1. Generalidades

En la mayoría de dependencias de la UPSI, el sistema de iluminación artificial (eléctrica) es de tipo semidirecta.

La distribución fotométrica se logra con luminarias tipo directo, que utilizan como fuentes de luz, lámparas fluorescentes tubulares, y, lámparas fluorescentes compactas, cuyas características se muestran en la tabla 6.8.

Tabla 6.8 Características de las fuentes de luz empleadas en el sistema de iluminación artificial del edificio de la UPSI.

Lámpara	Potencia (W)	Vida media (h)	Vida útil (h)
Fluorescente Tubular	18, 32, 40	12500	7500
Fluorescente Compacta	16, 20, 30	8000	6000

La potencia instalada en iluminación artificial en el edificio de la UPSI, se estimó en 63786 W, 17.728 W en la planta baja, 14.127 W en la primera planta alta, 12755 W en la segunda planta alta, y, 19176 W en la tercera planta alta.



6.3.2. Cumplimiento de la norma NTE INEN 2506:09 sobre eficiencia energética en edificaciones

6.3.2.1. Sobre disponibilidad de sistemas de encendido y apagado manual

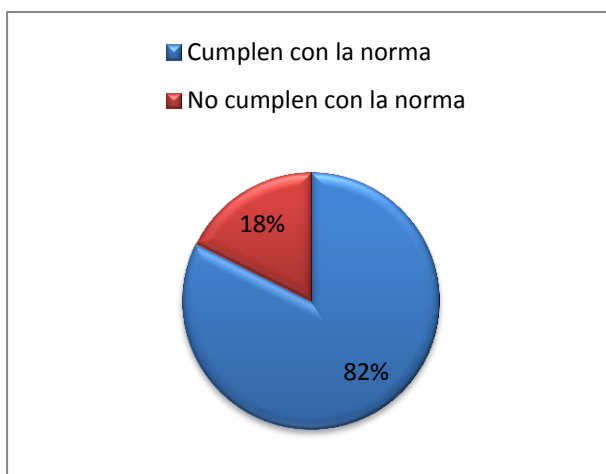
De acuerdo a la norma, toda zona dispondrá de al menos un sistema de encendido y apagado manual, cuando no disponga de otro sistema de control, no aceptándose los sistemas de encendido y apagado en tableros eléctricos, como único sistema de control.

En el edificio UPSI, este requisito **se cumple** en la totalidad de dependencias.

6.3.2.2. Sobre disponibilidad de sistemas de encendido y apagado en zonas de uso esporádico

La Fig. 6.7, muestra los resultados obtenidos en la auditoría.

Fig. 6.7 Cumplimiento del parámetro sobre disponibilidad de sistemas de encendido y apagado de luces en zonas de uso esporádico, en el edificio UPSI, de acuerdo a la NTE INEN 2506:09



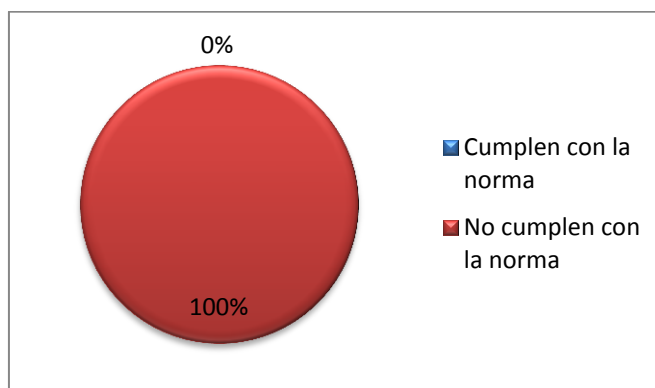


6.3.2.3. Sobre aprovechamiento de luz natural

La norma establece que las edificaciones deberán poseer sistemas de aprovechamiento de luz natural (tragaluces), instalados en la primera línea paralela de luminarias situadas a una distancia inferior a 3m de la ventana, y, en todas las situadas bajo un lucernario.

La Fig. 6.8, muestra los resultados obtenidos en la auditoría.

Fig. 6.8 Cumplimiento del parámetro sobre disponibilidad de sistemas de aprovechamiento de luz natural en el edificio UPSI, de acuerdo a la NTE INEN 2506



6.3.2.4. Sobre eficiencia energética de la instalación VEEI

La norma también establece los valores máximos de eficiencia energética de una instalación (VEEI), para diversas zonas de actividad diferenciada [8].

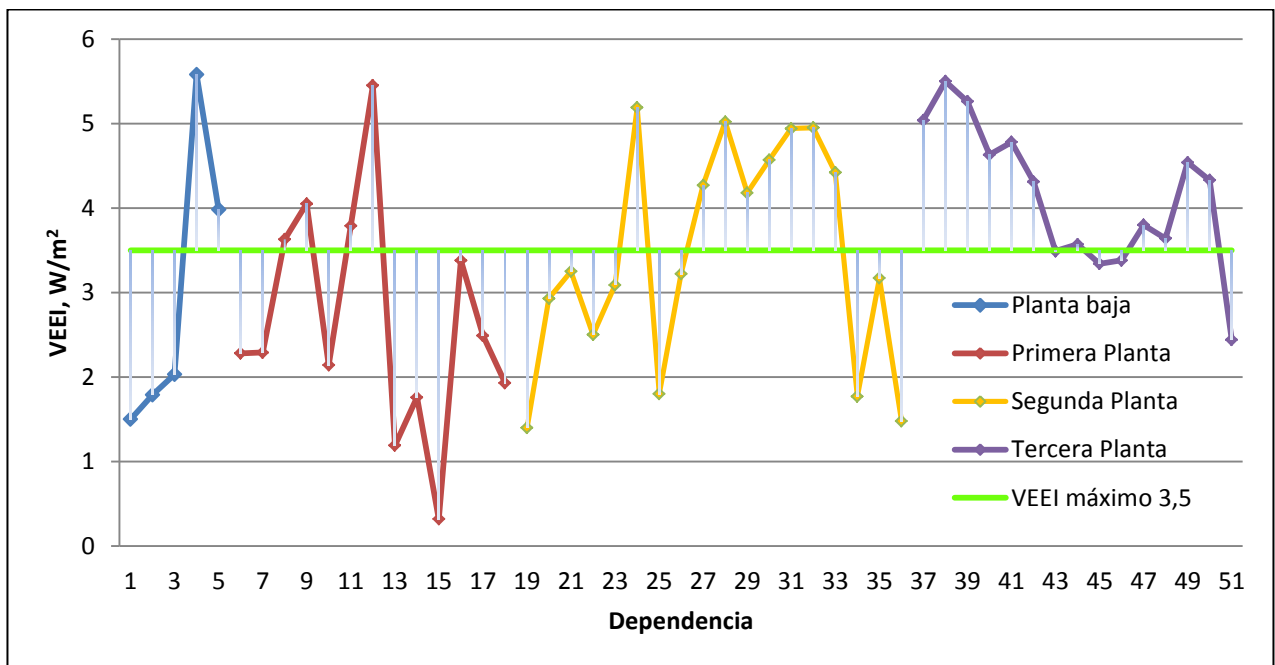
La tabla 2.6 muestra los valores VEEI máximos para áreas de no representación, como el caso de las instalaciones del edificio UPSI de la UTPL.



Los valores sugeridos de iluminancia media, según el lugar o actividad, se resumen en la tabla 2.7.

La Fig. 6.9 muestra los valores de eficiencia energética para cada una de las 51 dependencias del edificio UPSI. El cumplimiento de este parámetro se da en el 73% de las dependencias.

Fig. 6.9 Valores de eficiencia energética de instalación en las 51 dependencias del edificio UPSI.



6.3.2.5. Cumplimiento de la norma

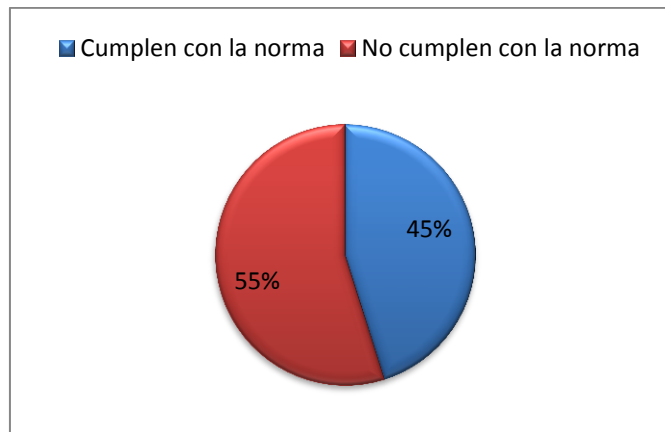
Para efectos de este proyecto, se consideró que si al menos se cumplía con tres de los cuatro requerimientos de la norma, entonces esta se toma como aprobada. La tabla 6.9 y la Fig. 6.10 muestran el porcentaje de cumplimiento en el edificio de la UPSI.



Tabla 6.9 Cumplimiento de la norma NTE INEN 2506:09 sobre eficiencia energética en edificaciones. Edif. UPSI.

PARÁMETRO	DEPENDENCIAS
Existencia de sistema de control de encendido y apagado manual.	51/51
Existencia de sistemas de control para zonas de uso esporádico.	42/51
Existencia de sistemas de aprovechamiento de luz natural.	0/51
VEEI, máximo 3.5 W/m ²	25/51
Cumplimiento de la norma.	23/51

Fig. 6.10 Cumplimiento de la NTE INEN 2506:09 en el edificio UPSI.



6.4 RESULTADOS OBTENIDOS EN LA AUDITORÍA A EQUIPOS DE FUERZA UTILIZADOS EN EL EDIFICIO UPSI

6.4.1. Auditoría a equipos de fuerza menores

Según los datos recolectados en el edificio, el 100% de las dependencias dispone de equipos de computación que cumplen con una certificación EnergyStar. El 94% de dependencias cuentan con equipos periféricos certificados. El 19% de las dependencias, cuentan con otros equipos varios etiquetados. La tabla 6.16 resume los resultados obtenidos.



Tabla 6.10 Dependencias con equipos de fuerza certificados por EnergyStar en el edificio UPSI.

PARÁMETRO	DEPENDENCIAS
Equipos de computación con certificación EnergyStar.	37/37
Equipos de computación que incluyen software de ahorro de energía.	37/37
Equipos periféricos con una certificación (etiqueta) EnergyStar.	32/32
Equipos varios con certificación (etiqueta) EnergyStar.	3/16
Equipos utilizados con una certificación (etiqueta) EnergyStar.	45/49

Con la ayuda de las potencias de equipos de fuerza menores utilizados en oficinas, mostradas en la tabla 6.11, se aproximó la potencia instalada en este tipo de equipos en el edificio, en 79.856 W (ver tabla 6.12).

Tabla 6.11 Consumo de potencia de equipos de fuerza menor.

Equipos de computación y otros menores	Potencia
PC de escritorio	250 W
Laptop	310W
Impresoras laser	350W
Impresoras tinta	120 W
Escáner	25W
Copiadoras	450W
Cafeteras	900W
Ventiladores	60W
Calentador de agua (Bidón)	500 W
Fax	135 W
Nevera	135 W
Microondas	900 W
Proyector	290 W
TV Plasma / LCD (mayor a 42")	250 W
DVD	35 W



Tabla 6.12 Potencia instalada en equipos de fuerza menor en el edificio UPSI.

Planta	Baja	Primera	Segunda	Tercera
Equipos de Computación	29690 W	22720 W	58440 W	78540 W
Equipos Periféricos	2200 W	4005 W	4814 W	2480 W
Equipos varios	225 W	1300 W	771 W	3550 W
Total	32115 W	28025 W	64025 W	84570 W
Total en el Edificio	208735 W			

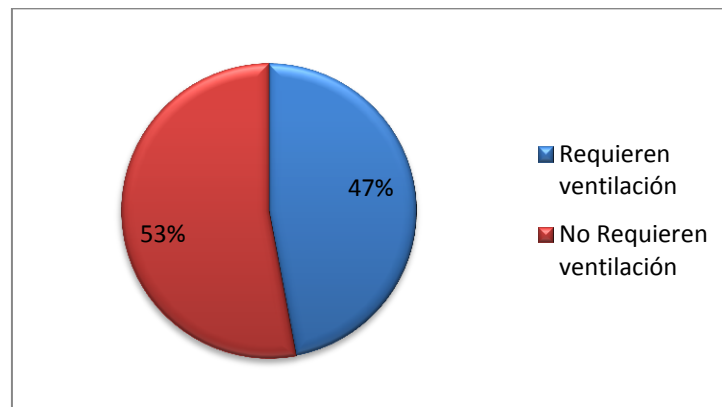
6.4.2. Auditoría a equipos de fuerza mayores

6.4.2.1. Cumplimiento de la norma NTE INEN 2495:09 sobre eficiencia energética para acondicionadores de aire

La tabla 2.16, resume la información requerida en el campo sistemas de aire acondicionado, de la ficha de auditoría energética.

La tabla 6.13, y, las Fig. 6.11, 6.12, 6.13, y, 6.14 muestran los resultados obtenidos en la auditoría de todas las dependencias del edificio UPSI.

Fig. 6.11 Requerimiento de ventilación en las dependencias del edificio UPSI.



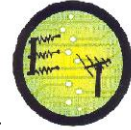


Tabla 6.13 Uso de energía en sistemas de aire acondicionado en el edificio UPSI.

PARÁMETRO		DEPENDENCIAS
Requerimiento de ventilación.		24/51
Existencia de ventilación.	Natural	39/51
	Mecánica	16/51
	Sistema de aire acondicionado	16/51
Problemas existentes.	Ventanas obstruidas	3/51
	Polvo exterior	5/51
	Otros	0/51
Cumplimiento de la norma NTE INEN 1124, altura mínima de oficinas para ventilación natural.		25/51
Sistema de aire acondicionado con certificación (etiqueta) EnergyStar.		16/16
Sistema de aire acondicionado con sistema funcional de control.		16/16
El sistema de aire acondicionado cuenta con un programa de mantenimiento.		0/16

Fig. 6.12 Dependencias con ventilación natural en edificio UPSI.

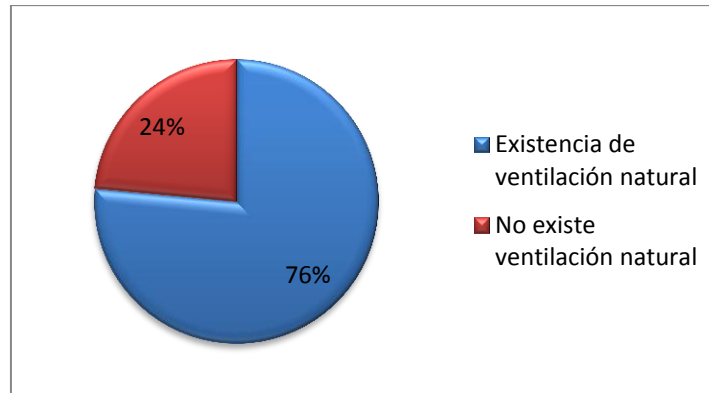
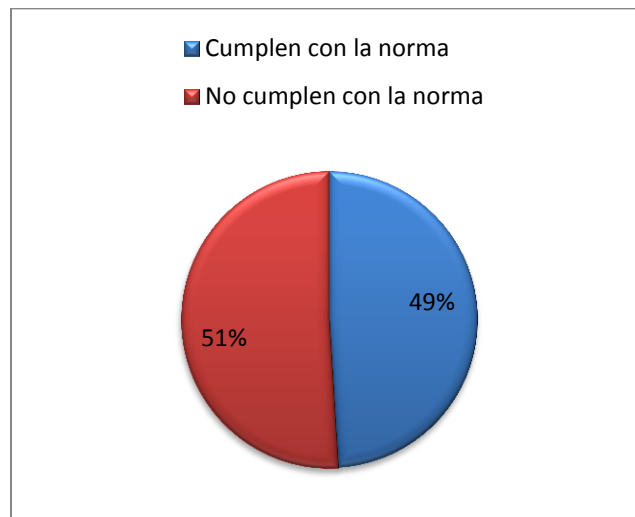




Fig. 6.13. Dependencias con ventilación mecánica en edificio UPSI.



Fig. 6.14 Dependencias del edificio UPSI que cumplen con la altura mínima establecida en la NTE INEN 1124.



Los sistemas de aire acondicionado instalados, cuenta con un tipo de certificación, y, dispone de un sistema de control funcional. El consumo de potencia del sistema es de 3.000 W. El equipo no cuenta con un programa de mantenimiento.



CONCLUSIONES

- La principal acción a realizar en 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 norma ISO FDIS 50001 proporciona un marco conceptual y metodológico suficiente para lograr este objetivo.
- En el Ecuador existen regulaciones y normativas suficientes para una gestión eficiente de energía.
- 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 el principal rubro de inversión en cuanto a energía se refiere. La energía eléctrica se utiliza principalmente en iluminación y fuerza (aire acondicionado, computadores, motores, etc.).
- La auditoría energética prevista en el campus San Cayetano, servirá de base para el diagnóstico de la calidad en la gestión de energía.
- Se auditarán los edificios UPSI, Octógono, Modalidad a Distancia, y, Administración Central, ya que en estos emplazamientos el consumo energético es mayor. En una etapa posterior, se realizará un análisis de calidad de gestión energética en la Planta de Cerámica y en la Planta de Lácteos.
- Con el objetivo de minimizar errores por subjetividad, la información a obtener en la auditoría debe ser técnicamente explicable y de fácil percepción para los usuarios y el auditor. En este contexto, se recomendó que la elaboración de los instrumentos de auditoría se base en normas que permitan una fácil verificación.



- Una investigación preliminar, sugiere que la auditoría energética se realice de acuerdo al marco regulatorio establecido en la primera fase del proyecto, con énfasis en la norma 05 NTE INEN 2506:09 sobre eficiencia energética en edificios, la NTE INEN 1152:84, sobre iluminación natural de edificios, las ordenanzas 3457 y 3477 del Distrito Metropolitano de Quito sobre arquitectura y urbanismo, y, la certificación *Energy Star*.
- El análisis de resultados de la auditoría energética aplicada en los edificios de principal consumo de energía en el Campus San Cayetano de la UTPL, deberá permitir establecer un inventario de iniciativas de intervención y mejoramiento del uso de energía en el campus, y, dar las pautas para una posterior implementación de una Política de Gestión de Energía en la UTPL.
- El primer paso en la auditoría energética es el correcto diseño de los instrumentos a aplicar, los mismos que deben ser desarrollados dentro del marco normativo existente.
- En el diseño de instrumentos de auditoría energética, se debe considerar que para minimizar los errores por subjetividad, la información obtenida debe ser técnicamente explicable, y, de fácil percepción para los usuarios y el auditor.
- En este contexto, se decidió elaborar una ficha de auditoría energética con 5 campos; datos generales, aspectos constructivos, sistemas de iluminación, sistemas de fuerza, y, sistemas de aire acondicionado.
- Para elaborar la ficha de auditoría energética propuesta, se consideró la existencia de NTE INEN, ordenanzas del Distrito Metropolitano de Quito, y, certificaciones internacionales como *Energy Star*.
- La NTE INEN 2506:09, sobre forma y orientación adecuada del edificio, establece que el factor de forma correspondiente a la zona climática de Loja este comprendido entre 0.5 y 0.8.



- El factor de forma del edificio de administración central, se calcula en 0,309. El resultado obtenido permite afirmar que el edificio de administración central **no cumple** con este requerimiento.
- El factor de forma del edificio de modalidad abierta, se calcula en 0.28. El resultado obtenido permite afirmar que el edificio de modalidad abierta **no cumple** con este requerimiento
- El factor de forma del edificio del Octógono, se calcula en 0,360. El resultado obtenido permite afirmar que el edificio Octógono **no cumple** con este requerimiento de la NTE INEN 2506:09.
- El factor de forma del edificio de UPSI, se calcula en 0,33. El resultado obtenido permite afirmar que el edificio de **no cumple** con este requerimiento.
- La NTE INEN 2506:09 establece que los edificios administrativos con más de 4000 m² construidos, incorporarán sistemas de captación y transformación de energía solar por procedimientos fotovoltaicos.
- Dado que el área total construida del edificio de administración central, no supera el límite establecido por la norma, **no se aplica** la obligatoriedad de incorporar sistemas de captación y transformación de energía procedente de fuentes renovables.
- Dado que el área total construida del edificio de modalidad abierta, no supera el límite establecido por la norma, **no se aplica** la obligatoriedad de incorporar sistemas de captación y transformación de energía procedente de fuentes renovables.
- El área total construida del edificio Octógono, supera los 4000 m² establecido por la norma. Por lo tanto, **aplica** la obligatoriedad de incorporar sistemas de



captación y transformación de energía procedente de fuentes renovables. Dentro de este contexto, la edificación **no cumple** con el requisito de la norma.

- Dado que el área total construida del edificio de la UPSI, supera el límite establecido por la norma, **aplica** la obligatoriedad de incorporar sistemas de captación y transformación de energía procedente de fuentes renovables. Dentro de este contexto, la edificación **no cumple** con el requisito de la norma.
- Cumplimiento de la NTE INEN 2506:09. Aspectos constructivos. Se propuso que, si al menos se cumplía con uno de los dos requerimientos de la norma NTE INEN 2506:09, sobre aspectos constructivos, se consideraría que la norma se cumple.
- Bajo este criterio, ninguno de los cuatro edificios auditados (administración central, modalidad abierta, octógono y UPSI) cumple con la norma INEN 2506:09 sobre uso eficiente de energía - Aspectos Constructivos.
- La ordenanza sobre arquitectura y urbanismo del DM de Quito, establece una altura mínima del local de 2.30m.
- Este parámetro se cumple en el 100% de las dependencias del edificio de administración central y del edificio de modalidad abierta.
- En el edificio Octógono, este parámetro se cumple en el 87% de las dependencias. Mientras que en el edificio UPSI el cumplimiento del mismo está representado por el 74% de las dependencias.
- La ordenanza sobre arquitectura y urbanismo del DM de Quito, establece que el área mínima total de ventanas para iluminación, debe ser del 20% de la superficie útil del local.
- Este parámetro se cumple en el 61% de las dependencias del edificio de administración central.



- Este parámetro se cumple en el 29% de las dependencias del edificio de modalidad abierta.
- Este parámetro se cumple en el 22% de las dependencias del edificio octógono.
- Este parámetro se cumple en el 31% de las dependencias del edificio UPSI.
- La ordenanza sobre arquitectura y urbanismo del DM de Quito, establece que el área mínima para ventilación es del 30% de la superficie de la ventana.
- Este parámetro se cumple en el 30% de las dependencias del edificio de administración central.
- Este parámetro se cumple en el 5% de las dependencias del edificio de modalidad abierta.
- Este parámetro se cumple en el 22% de las dependencias del edificio octógono.
- Este parámetro se cumple en el 18% de las dependencias del edificio UPSI.
- Se consideró que, si al menos se cumplía con dos de los tres requerimientos de la ordenanza sobre arquitectura y urbanismo del DM de Quito, se consideraría que la ordenanza se cumple.
- Bajo este criterio, la ordenanza se cumple en el 67% de las dependencias del edificio de administración central, en el 29% de las dependencias del edificio de modalidad abierta, en el 43% de las dependencias del edif. Octógono y en el 33% de las dependencias del edificio UPSI.
- La NTE INEN 1152:84, sobre iluminación natural de edificios, establece que todas las superficies serán de colores claros con un buen índice de reflexión.



- Este parámetro se cumple en el 79% de las dependencias del edificio de administración central.
- Este parámetro se cumple en el 88% de las dependencias del edificio de modalidad abierta.
- Este parámetro se cumple en el 48% de las dependencias del edificio octógono.
- Este parámetro se cumple en el 84% de las dependencias del edificio UPSI.
- La NTE INEN 1152:84, sobre iluminación natural de edificios, establece que las ventanas se proveerán de cortinas, persianas, parasoles, u, otros elementos para sombra, para evitar en lo posible, el ingreso de luz solar directa al local y disminuir el deslumbramiento ocasionado por la reflexión en las superficies de la dependencia.
- Este parámetro se cumple en el 88% de las dependencias del edificio de administración central.
- Este parámetro se cumple en el 78% de las dependencias del edificio de modalidad abierta.
- Este parámetro se cumple en el 78% de las dependencias del edificio octógono.
- Este parámetro se cumple en el 98% de las dependencias del edificio UPSI.
- Se consideró que, si al menos se cumplía con los dos requerimientos de la norma NTE INEN 1152:84, se consideraría que la norma se cumple.
- Bajo este criterio, la norma se cumple en el 73% de las dependencias del edificio de administración central, en el 66% de las dependencias del edificio de modalidad abierta, en el 43% de las dependencias del edific. Octógono y en el 82% de las dependencias del edificio UPSI.



- La norma NTE INEN 2506:09, sobre disponibilidad de sistemas de encendido y apagado manual, establece que toda zona dispondrá de al menos 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.
- Este parámetro se cumple en el 100% de las dependencias del edificio de administración central.
- Este parámetro se cumple en el 100% de las dependencias del edificio de modalidad abierta.
- Este parámetro se cumple en el 100% de las dependencias del edificio octógono.
- Este parámetro se cumple en el 100% de las dependencias del edificio UPSI.
- La NTE INEN 2506:09, sobre disponibilidad de sistemas de encendido y apagado en zonas de uso esporádico, incluye el requerimiento de disponibilidad de sistemas de encendido y apagado para zonas de uso esporádico.
- Este parámetro se cumple en el 88% de las dependencias del edificio de administración central.
- Este parámetro se cumple en el 93% de las dependencias del edificio de modalidad abierta.
- Este parámetro se cumple en el 100% de las dependencias del edificio octógono.
- Este parámetro se cumple en el 82% de las dependencias del edificio UPSI.



- La NTE INEN 2506:09, sobre aprovechamiento de luz natural, establece que las edificaciones deberán poseer sistemas de aprovechamiento de luz natural (tragaluces), instalados en la primera línea paralela de luminarias situadas a una distancia inferior a 3m de la ventana, y, en todas las situadas bajo un lucernario.
- Este parámetro se cumple en el 3% de las dependencias del edificio de administración central.
- Este parámetro se cumple en el 1% de las dependencias del edificio de modalidad abierta.
- Este parámetro se cumple en el 87% de las dependencias del edificio octógono.
- Este parámetro se cumple en el 0% de las dependencias del edificio UPSI.
- La NTE INEN 2506:09, sobre eficiencia energética de la instalación, establece el valor máximo de eficiencia energética de una instalación (VEEI), para zonas de administración general de 3.5 W/m².
- Este parámetro se cumple en el 73% de las dependencias del edificio de administración central.
- Este parámetro se cumple en el 85% de las dependencias del edificio de modalidad abierta.
- Este parámetro se cumple en el 82% de las dependencias del edificio octógono.
- Este parámetro se cumple en el 49% de las dependencias del edificio UPSI.
- Se consideró que, si al menos se cumplía con tres de los cuatro requerimientos de la norma NTE INEN 2506:09, se consideraría que la norma se cumple.



- Bajo este criterio, la norma se cumple en el 73% de las dependencias del edificio de administración central, en el 83% de las dependencias del edificio de modalidad abierta y Octógono, y, en el 41% de las dependencias del edificio UPSI.
- Ante la dificultad de realizar in situ la medición de variables para juzgar sobre el uso eficiente de energía de los equipos, se decidió indagar sobre el cumplimiento de certificaciones internacionales existentes, seleccionando la certificación estadounidense EnergyStar, cuyo cumplimiento esta abalizado por un ente acreditado, y, debidamente señalado en las credenciales de los equipos.
- En el edificio de administración central, el 100% de las dependencias dispone de equipos de computación que cumplen con una certificación EnergyStar; el 94% de dependencias cuentan con equipos periféricos certificados; y, el 19% de las dependencias, cuentan con otros equipos varios etiquetados.
- En el edificio de modalidad abierta, el 100% de las dependencias dispone de equipos de computación que cumplen con una certificación EnergyStar; el 82% de dependencias cuentan con equipos periféricos certificados; y, el 48% de las dependencias, cuentan con otros equipos varios etiquetados.
- En el edificio octógono, el 100% de las dependencias dispone de equipos de computación que cumplen con una certificación EnergyStar. El 45% de dependencias cuentan con equipos periféricos certificados. El 19% de las dependencias, cuentan con otros equipos varios etiquetados.
- En el edificio UPSI, el 100% de las dependencias dispone de equipos de computación que cumplen con una certificación EnergyStar; el 100% de dependencias cuentan con equipos periféricos certificados. El 19% de las dependencias, cuentan con otros equipos varios etiquetados.
- El 12% de las dependencias del edificio de administración central requieren de algún tipo de ventilación.



- El 49% de las dependencias del edificio de modalidad abierta requieren de algún tipo de ventilación.
- El 17% de las dependencias del edificio octógono requieren de algún tipo de ventilación.
- El 47% de las dependencias del edificio UPSI requiere de algún tipo de ventilación.
- El 70% de las dependencias del edificio de administración central cuentan con ventilación natural.
- El 98% de las dependencias del edificio de modalidad abierta cuentan con ventilación natural.
- El 57% de las dependencias del edificio octógono cuentan con ventilación natural.
- El 80% de las dependencias del edificio UPSI cuentan con ventilación natural.
- El 15% de las dependencias del edificio de administración central cuentan con ventilación mecánica.
- El 17% de las dependencias del edificio de modalidad abierta cuentan con ventilación mecánica.
- El 22% de las dependencias del edificio octógono cuentan con ventilación mecánica.
- El 31% de las dependencias del edificio UPSI cuentan con ventilación mecánica.



- La norma NTE INEN 1124, sobre ventilación natural de edificios, exige una altura mínima de 2.6 m para oficinas.
- Este parámetro se cumple en el 58% de las dependencias del edificio de administración central.
- Este parámetro se cumple en el 43% de las dependencias del edificio de modalidad abierta.
- Este parámetro se cumple en el 9% de las dependencias del edificio octógono.
- Este parámetro se cumple en el 49% de las dependencias del edificio UPSI.
- En el edificio de administración central, la única dependencia que cuenta con sistema de aire acondicionado es el salón de reuniones del rectorado.
- El sistema de aire acondicionado instalado, cuenta con una certificación EnergyStar, y, dispone de un sistema de control funcional. El consumo de potencia del sistema es de 3.000 W. El equipo no cuenta con un programa de mantenimiento.
- En el edificio de modalidad abierta, 7 de las 41 dependencias cuenta con sistema de aire acondicionado.
- El sistema de aire acondicionado instalado en estas dependencias, cuentan con una certificación EnergyStar, y, dispone de un sistema de control funcional. Los equipos no cuentan con un programa de mantenimiento.
- En el edificio del Octógono, las únicas dependencias que cuenta con sistemas de aire acondicionado son los salones de la planta baja.
- Los sistemas de aire acondicionado instalados, cuentan con una certificación EnergyStar, y, disponen de un sistema de control funcional. El consumo de



potencia por sistema es de 3.000 W. Los equipos no cuenta con un programa de mantenimiento.

- En el edificio UPSI, 16 dependencias cuentan con un sistema de aire acondicionado, cada una de ellas con su respectiva certificación energética, y, dispone de un sistema de control funcional. El equipo no cuenta con un programa de mantenimiento.
- El Campus San Cayetano de la UTPL cuenta con la instalación de tres ascensores marca Mitsubishi en tres edificaciones (Modalidad abierta, Octógono y UPSI). Los ascensores son de tecnología avanzada, consumen baja potencia y generan un mínimo de contaminación. Poseen un respectivo etiquetado de eficiencia energética. Cada ascensor consume alrededor de 30 KW [18].



TRABAJOS FUTUROS

- Identificación de potenciales intervenciones para optimizar el uso de energía en el campus de la UTPL.
- Elaboración de recomendaciones técnicas para el mejoramiento y optimización de la gestión de energía.
- Definición de la política energética de la UTPL.
- Auditoria energética de las plantas de Ecolac y Cerart.



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, "ISO/IEC 50001. Energy management systems — Requirements with guidance for use". Documento proporcionado por personal de INEN [Consulta de abril de 2011]
- [4] Cun María, Jaramillo Nadia. "Implementación de la norma de gestión energética ISO/IEC 50001 en el campus San Cayetano de la UTPL - Fase I". Loja, Ecuador 2011.
- [5] Ordenanzas de Gestión Urbana Territorial, Normas de Arquitectura y Urbanismo corresponde a la codificación de los textos de las ordenanzas N° 3457 y 3477. [Online]. Disponible en: <<http://www.cae.org.ec/ordenanzas/Q7.pdf>>
- [6] 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]
- [7] 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]
- [8] Instituto Ecuatoriano de Normalización, NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2506:09. Eficiencia energética en edificaciones.



- [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] Instituto Ecuatoriano de Normalización, NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTEINEN 1152:84. Iluminación natural de edificios.
- [11] 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].
- [12] Comisión de las comunidades Europeas 2006. Acuerdo entre el Gobierno de los Estados Unidos de América y la Comunidad Europea sobre la coordinación de los programas de etiquetado de la eficiencia energética para los equipos ofimáticos. *Energy Star*.
- [13] Guía Técnica de Iluminación Eficiente. Sector residencial y Terciario. Dirección General de Industria, Energía y Minas. Comunidad de Madrid
- [14] Instituto Ecuatoriano de Normalización, NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2495:2009. Eficiencia energética para acondicionadores de aire de uso doméstico. Requisitos. Primera Edición.
- [15] Instituto Ecuatoriano de Normalización, Norma Técnica Ecuatoriana NTE INE 1125:1984-05. Ventilación natural de edificios. Método de medición de la renovación del aire en locales. Primera Edición.
- [16] Instituto Ecuatoriano de Normalización, NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INE 2495:2009. Eficiencia energética para acondicionadores de aire de uso doméstico. Requisitos. Primera Edición.
- [17] Galo A. Abarca, Byron R. Gallegos, EVALUACIÓN Y REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO EL OCTÓGONO DE LA U.T.P.L. Loja – Ecuador 2009.
- [18] Zapico, Pablo. La previsión de la potencia eléctrica en baja tensión. Disponible en <<http://www.tecnicaindustrial.es/TIAdmin/Numeros/25/40/a40.pdf>>



ANEXOS

Aplicación de la norma ISO/FDIS 50001 en el Campus San Cayetano de la UTPL, Fase II: auditoría energética

Pablo Cruz^{#1}, Henry Pardo^{#1}, Jorge Jaramillo^{#2}

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

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

Loja, Ecuador 2012

¹pgcruz@utpl.edu.ec, ¹hbpardo@utpl.edu.ec¹, ²jorgeluis@utpl.edu.ec

Resumen—Este trabajo resume los resultados obtenidos en la auditoría energética de los edificios más importantes del Campus San Cayetano de la UTPL, dentro del marco de la segunda fase de proyecto de implementación de la norma ISO FDIS 50001.

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

I. INTRODUCCIÓN

Una auditoría energética implica la revisión sistemática del consumo de energía en equipos y sistemas, con el objetivo de aportar información útil que permita identificar oportunidades de una gestión eficiente de energía, bajo consideraciones medioambientales y en búsqueda de beneficios económicos.

La auditoría energética de un edificio, comienza con la colección de información relevante que pueda afectar el consumo de energía. Seguidamente, se realiza un análisis de la información sobre condiciones de trabajo y rendimiento de equipamiento, sistemas, e, instalaciones. La tercera etapa, implica la comparación con referencias relevantes, con el objetivo de identificar áreas ineficientes energéticamente, y, formular las medidas de mejora.

Este documento, recoge los resultados obtenidos en la auditoría energética de los principales edificios del Campus San Cayetano de la UTPL: Modalidad Abierta, Octógono, Administración Central, y, UPSI; en el marco de la segunda fase del proyecto de implementación de la norma ISO FDIS 50001.

II. ESCENARIO DE APLICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE AUDITORÍA

Considerando la demanda de energía en el Campus de la UTPL, se seleccionó para ser auditados, a los edificios conocidos como UPSI, Octógono, Modalidad a Distancia, y, Administración Central.

Los edificios a auditar, tienen características comunes, y, contienen principalmente oficinas administrativas.

III. DISEÑO DE LOS INSTRUMENTOS DE AUDITORÍA

Con el objetivo de minimizar errores por subjetividad, la información obtenida en la auditoría debe ser técnicamente explicable y de fácil percepción para los usuarios y el auditor. Bajo esta premisa, considerando el alcance de la norma y el uso habitual de energía en las edificaciones, se optó por diseñar una ficha para levantamiento de información, conformada por 5 campos:

- datos generales
- aspectos constructivos
- sistemas de iluminación,
- sistemas de fuerza
- sistemas de aire acondicionado.

A. Datos generales

El campo **datos generales** contiene la información mostrada en la tabla 1.

Tabla 1

Información requerida en el campo de datos generales de la ficha de auditoría energética

ATRIBUTO	DOMINIO
Edificio	Texto, 250
Planta	Texto, 250
Dependencia	Texto, 250
Autor de la ficha	Texto, 250
Fecha de levantamiento de información	Texto, 250

B. Aspectos constructivos de la edificación

Para el diseño del campo de aspectos constructivos, en la ficha de auditoría, se consideró la norma técnica ecuatoriana (NTE) INEN 2506:09 sobre eficiencia energética en edificaciones [1], las ordenanzas 3457 y 3477 del Distrito Metropolitano de Quito sobre arquitectura y urbanismo [2], y, la norma INEN 1152:84 sobre iluminación natural de edificios [3].

La tabla 2, muestra la información requerida en el campo aspectos constructivos de la ficha de auditoría, para evaluar el cumplimiento de la norma INEN 2506:09 sobre eficiencia energética en edificaciones. Las medidas lineales y de superficie, corresponden a longitudes y áreas libres, y, no a las consideradas entre ejes de construcción o estructura.

Tabla 2

Aspectos constructivos, cumplimiento de la norma INEN 2506:09 sobre uso eficiente de energía

PARÁMETRO	VARIABLE	DOMINIO
Dimensiones del edificio	largo, m	double
	ancho, m	double
	alto, m	double
	superficie S, m ²	double
	volumen V, m ³	double
Factor de forma f	S/V	double
0,5 < f < 0,8	si	boolean
	no	boolean
Uso de energías renovables para S > 4000 m ² .	si	boolean
	no	boolean
	no aplica	boolean
Cumplimiento de la norma (1 de 2)	si	boolean
	no	boolean

La tabla 3, muestra la información requerida en la ficha de auditoría, a fin de verificar el cumplimiento de los requerimientos de altura mínima del local, y, de iluminación y ventilación de origen externo, conforme a

las ordenanzas 3457 y 3477 del Distrito Metropolitano de Quito sobre arquitectura y urbanismo. La tabla 4 muestra la información requerida en la ficha de auditoría, de acuerdo a la NTE INEN 1152:84.

Tabla 3

Aspectos constructivos, cumplimiento de los parámetros técnicos normados por las ordenanzas sobre arquitectura y urbanismo del DM de Quito

PARÁMETRO	VARIABLE	DOMINIO
Dimensiones de la dependencia	largo, m	double
	ancho, m	double
	alto, m	double
	superficie útil A, m ²	double
Altura mínima 2.30 m.	si	boolean
	no	boolean
Ventanas circundantes con vista al exterior	Nro. de ventanas	double
	superficie total B, m ²	double
	superficie total de ventilación C, m ²	double
Área mínima total de ventanas para iluminación D	D = A x 0,2, m ²	double
Área mínima total para ventilación E	E = D x 0,3, m ²	double
Para iluminación se debe cumplir que B ≥ D	si	boolean
	no	boolean
Para ventilación se debe cumplir que C ≥ E	si	boolean
	no	boolean
Cumplimiento de los parámetros técnicos normados, (2/3)	si	boolean
	no	boolean

Tabla 4

Aspectos constructivos, cumplimiento de la norma INEN 1152:84 sobre iluminación natural de edificios

PARÁMETRO	VARIABLE	DOMINIO
Todas las superficies son de color claro.	si	boolean
	no	boolean
Ventanas provistas de cortinas, persianas u elementos para sombra.	si	boolean
	no	boolean
Cumplimiento de la norma, (2/2)	si	boolean
	no	boolean

C. Sistemas de iluminación

Para el diseño del campo de sistemas de iluminación, en la ficha de auditoría, se consideró la NTE INEN 2506:09 sobre eficiencia energética en edificaciones, y, otras referencias internacionales [4].

Adicionalmente a las variables que permitirán evaluar el cumplimiento de la NTE INEN 2506:09 sobre eficiencia energética en edificaciones, en el apartado de iluminación, se decidió incluir en la ficha de auditoría otras variables que proporcionarán información relevante sobre el gasto de energía en las dependencias de la UTPL. La tabla 5, muestra la información requerida en la ficha de auditoría.

D. Sistemas de fuerza

En este apartado, se juzga sobre la eficiencia energética de los equipos conectados a la red de fuerza, y, no sobre la eficiencia de red misma. Los equipos fueron clasificados en dos grupos: de fuerza menor y fuerza mayor.

Uno de los requisitos planteados para las variables a ser auditadas es la fácil percepción. Ante la dificultad de realizar in situ la medición de variables para juzgar sobre el uso eficiente de energía de los equipos se decidió indagar sobre el cumplimiento de certificaciones internacionales existentes, como el caso de EnergyStar [5].

La tabla 6, resume la información requerida sobre computadores conectadas a la red de fuerza.

Las tabla 7 y 8, resumen las interrogantes planteadas en la ficha de auditoría, sobre la certificación de equipos periféricos y equipos varios, instalados en la red de fuerza en cada una de las dependencias. Adicionalmente a las variables que permitirán evaluar el cumplimiento de la certificación EnergyStar, se decidió incluir en la ficha de auditoría otras variables que proporcionarán información relevante sobre el gasto de energía en las dependencias de la UTPL.

La tabla 9 resume la información requerida para las instalaciones de fuerza.

Tabla 5

Sistemas de iluminación, cumplimiento de la norma NTE INEN 2506:09 sobre eficiencia energética en edificaciones

PARÁMETRO	VARIABLE	DOMINIO
Existencia de sistema de control de encendido y apagado manual	si	boolean
	no	boolean
Existencia de sistemas de control para zonas de uso esporádico	si	boolean
	no	boolean
Existencia de sistemas de aprovechamiento de luz natural	si	boolean
	no	boolean
Tipo de lámpara	LED	boolean
	Lámpara LFC	boolean
	Lámpara fluorescente	boolean
	Lámpara incandescente	boolean
Número de lámparas	unidades	double
Potencia instalada en lámparas P (incluyendo la de los equipos auxiliares)	W	double
Superficie iluminada Si	m2	double
Iluminancia media para oficinas Em, 500 lux.		
Valor de eficiencia energética para una instalación VEEI	$VEEI = \frac{P \times 100}{S_i \times E_m}$	double
VEEI, máximo 3.5 W/m2	si	boolean
	no	boolean
Tipo de iluminación	Directa	boolean
	Semi-directa	boolean
	Difusa	boolean
Horas de uso por mes t	t, h	double
Energía consumida E	E = P*t, kWh	double
Cumplimiento de la norma, (3/4)	si	boolean
	no	boolean

Tabla 6

Uso de energía en equipos de computación, cumplimiento de la certificación EnergyStar para computadores

PARÁMETRO	TIPO	CANTIDAD
Número de equipos de computación utilizados en la dependencia	PC de escritorio	
	Laptop	
Potencia instalada en equipos de computación Pec	Pec, W	
¿Los equipos de computación cuentan con una certificación (etiqueta) EnergyStar?	si	
	no	
¿Los equipos de computación tienen instalado algún software de ahorro de energía?	si	
	no	

Tabla 7

Uso de energía en equipos periféricos, cumplimiento con la certificación EnergyStar para equipos periféricos

PARÁMETRO	TIPO	CANTIDAD
Número de equipos periféricos	Impresoras	
	Escáneres	
	Copiadoras	
	Otros	
Potencia instalada en equipos periféricos Pp	Pp, W	
¿Los equipos periféricos cuentan con una certificación (etiqueta) EnergyStar?	si	
	no	

Tabla 8

Uso de energía en equipos varios, cumplimiento de la certificación EnergyStar para equipos varios

PARÁMETRO	TIPO	CANTIDAD
Número de otros equipos varios	Cafeteras	
	Ventiladores	
	Otros	
Potencia instalada en equipos varios Pv	Pv, W	
¿Los equipos varios cuentan con una certificación (etiqueta) EnergyStar?	si	
	no	
¿Los equipos utilizados cuentan con una certificación (etiqueta) EnergyStar?	si	
	no	

Tabla 9

Uso de energía en equipos de fuerza mayor, cumplimiento de la certificación EnergyStar u otra similar

PARÁMETRO	VALOR
Número de ascensores	
Tipo de ascensor	
Potencia instalada en ascensores Pa, W	
¿Los equipos instalados cuentan con una certificación (etiqueta) EnergyStar o similar?	si
	no
Otros equipos de fuerza	
Tipo de equipo	
Potencia instalada Pi, W	
¿Los equipos instalados cuentan con una certificación (etiqueta) EnergyStar o similar?	si
	no
¿Los equipos utilizados cuentan con un programa de mantenimiento?	si
	no

E. Sistemas de aire acondicionado

Para el diseño del campo de sistemas de aire acondicionado, en la ficha de auditoría, se consideró la NTE INEN 1124:84 sobre ventilación natural de edificios [6], y, la NTE INEN 2495:09 sobre eficiencia energética para acondicionadores de aire de uso doméstico [7].

La tabla 10 resume la información requerida en el campo sistemas de aire acondicionado, de la ficha de auditoría energética.

Tabla 10

Uso de energía en sistemas de aire acondicionado

PARÁMETRO	TIPO	CANTIDAD
La dependencia, ¿requiere de ventilación?	si	
	no	
¿Por qué?		
Existencia de ventilación	Natural	
	Mecánica	
	Sistema de aire acondicionado	
Problemas existentes	Ventanas obstruidas	
	Polvo exterior	
	Otros	
Altura del espacio físico	m	
¿Se cumple con la norma NTE INEN 1124 sobre ventilación natural de edificios, que exige una altura mínima de 2.6 m para oficinas?	si	
	no	
Potencia del sistema de aire acondicionado Paa	Paa, W	
¿Los sistemas de aire acondicionado cuentan con una certificación (etiqueta) EnergyStar u otra similar?	si	
	no	
¿Los sistemas de aire acondicionado cuentan con un sistema funcional de control?	si	
	no	
¿El sistema de aire acondicionado cuenta con un programa de mantenimiento?	si	
	no	

IV. RESULTADOS OBTENIDOS EN LA AUDITORÍA ENERGÉTICA A LAS PRINCIPALES EDIFICACIONES DEL CAMPUS SAN CAYETANO DE LA UTPL

Las tablas 11 a la 14, resumen las principales características constructivas de los edificios auditados.

Tabla 11

Características principales del edificio de Modalidad Abierta.

Planta	Baja	Primera	Segunda	Tercera
Altura	3.29 m	3.21 m	2.81 m	4.96 m
Área	689.13 m ²	709.16 m ²	709.16 m ²	709.16 m ²
Volumen	2267.24 m ³	2276.40 m ³	1992.74 m ³	3517.43 m ³
Área útil dependencias	448.39 m ²	430.33 m ²	321.49 m ²	634.21 m ²
Área total construida	2816,61 m ²			

Tabla 12

Características principales del edificio Octógono.

Planta	Baja	Primera	Segunda	Tercera
Altura	2,50 m	2,47 m	3,00 m	3,13 m
Área	1726,69 m ²	1726,69 m ²	1726,69 m ²	1726,69 m ²
Volumen	4317,72 m ³	4264,92 m ³	5180,07 m ³	5387,27 m ³
Área útil dependencias	774,06 m ²	1472,5 m ²	1091,84 m ²	741,73 m ²
Área total construida	6906,76 m ²			
Volumen total	19148,98 m ³			

Tabla 13

Cuadro aspectos constructivos del edificio de Administración Central.

Planta	Baja	Alta
Altura	3,05 m	3,40 m
Área	1629,57 m ²	1661,44 m ²
Volumen	4970,18 m ³	15648,89 m ³
Área útil dependencias	952,04 m ²	521,92 m ²
Área total construida	3291,01 m ²	
Volumen total	10619,08 m ³	

Tabla 14

Cuadro aspectos constructivos del edificio UPSI.

Planta	Baja	Primera	Segunda	Tercera
Altura	3,00 m	3,00 m	3,00 m	3,00 m
Área	1345,62 m ²	1345,62 m ²	1345,62 m ²	1345,62 m ²
Volumen	4036,86 m ³	4036,86 m ³	4036,86 m ³	4036,86 m ³
Área útil dependencias	978,47 m ²	1300,92 m ²	900,67 m ²	892,42 m ²
Área total construida	5382,50 m ²			
Volumen total	16147,44 m ³			

La tabla 15 muestra el cumplimiento de la norma INEN 2506:09 sobre aspectos constructivos para cada uno de los edificios auditados.

Tabla 15

Cumplimiento de la norma INEN 2506:09 sobre aspectos constructivos.

NORMA INEN 2506:09 sobre uso eficiente de energía	CUMPLIMIENTO			
PARÁMETRO	Administración central	Modalidad abierta	Octógono	UPSI
Factor de forma $0,5 < f < 0,8$	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple
Uso de energías renovables para $S > 4000$ m ² .	No se aplica	No se aplica	No cumple	No cumple
Cumplimiento de la norma (1 de 2)	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple

La tabla 16 muestra el resultado de cumplimiento de la ordenanza sobre arquitectura y urbanismo del Distrito Metropolitano de Quito para cada una de las edificaciones auditadas.

Tabla 16

Cumplimiento de la ordenanza sobre arquitectura y urbanismo del Distrito Metropolitano de Quito.

Ordenanza sobre arquitectura y urbanismo del DM de Quito	CUMPLIMIENTO			
PARÁMETRO	Administración central	Modalidad abierta	Octógono	UPSI
Altura mínima 2.30 m.	100%	100%	87%	74%
Para iluminación se debe cumplir que $B \geq D$	61%	29%	22%	31%
Para ventilación se debe cumplir que $C \geq E$	5%	30%	22%	18%
Cumplimiento de los parámetros técnicos normados, (2/3)	67%	29%	43%	33%

La tabla 17 muestra el resultado de cumplimiento de la norma NTE INEN 2506:09 sobre eficiencia energética en cada una de las edificaciones.

Tabla 17 Cumplimiento de la norma NTE INEN 2506:09 sobre eficiencia energética en las edificaciones

Norma NTE INEN 2506:09 sobre eficiencia energética en edificaciones	CUMPLIMIENTO				
	PARÁMETRO	Administración central	Modalidad abierta	Octógono	UPSI
Existencia de sistema de control de encendido y apagado manual	100%	100%	100%	100%	100%
Existencia de sistemas de control para zonas de uso esporádico	88%	93%	100%	82%	82%
Existencia de sistemas de aprovechamiento de luz natural	3%	1%	87%	0%	0%
VEEI, máximo 3.5 W/m ²	73%	85%	82%	49%	49%
Cumplimiento de la norma, (3/4)	73%	83%	83%	41%	41%

La tabla 18 muestra el uso de energía para alimentación de equipos de computación y otros menores para cada uno de los edificios censados.

Tabla 18 Uso de energía para alimentación de equipos de computación y otros menores

Uso de energía para alimentación de equipos de computación y otros menores	CUMPLIMIENTO				
	PARÁMETRO	Administración central	Modalidad abierta	Octógono	UPSI
¿Los equipos de computación cuentan con una certificación (etiqueta) Energy Star?	100%	100%	100%	100%	100%
¿Los equipos de computación cuentan con algún software de ahorro de energía?	100%	100%	100%	100%	100%
¿Los equipos periféricos cuentan con una certificación (etiqueta) Energy Star?	94%	82%	45%	100%	100%
¿Los equipos varios cuentan con una certificación (etiqueta) Energy Star?	19%	48%	19%	19%	19%

La tabla 19 muestra el resultado de obtener el uso de energía para alimentación de equipos de computación y otros menores para las edificaciones auditadas.

Tabla 19 Uso de energía para alimentación de equipos de computación y otros menores.

Uso de energía en sistemas de aire acondicionado		CUMPLIMIENTO			
PARÁMETRO		Administración central	Modalidad abierta	Octógono	UPSI
Requerimiento de ventilación.		12%	49%	17%	47%
Existencia de ventilación.	Natural	70%	68%	57%	76%
	Mecánica	15%	17%	22%	31%
	Sistema de aire acondicionado	3%	17%	22%	31%
Problemas existentes.	Ventanas obstruidas	12%	5%	17%	6%
	Polvo exterior	0%	20%	0%	10%
	Otros	0%	0%	0%	0%
Cumplimiento de la norma NTE INEN 1124, altura mínima de oficinas para ventilación natural.		58%	43%	9%	49%
Sistema de aire acondicionado con certificación (etiqueta) EnergyStar.		100%	100%	100%	100%
Sistema de aire acondicionado con sistema funcional de control.		100%	100%	80%	100%
El sistema de aire acondicionado cuenta con un programa de mantenimiento.		0%	0%	80%	0%

V. CONCLUSIONES

- La principal acción a realizar en 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 norma ISO FDIS 50001 proporciona un marco conceptual y metodológico suficiente para lograr este objetivo.
- El primer paso en la auditoría energética es el correcto diseño de los instrumentos a aplicar, los mismos que deben ser desarrollados dentro del marco normativo existente.
- En este contexto, se decidió elaborar una ficha de auditoría energética con 5 campos; datos generales, aspectos constructivos, sistemas de iluminación, sistemas de fuerza, y, sistemas de aire acondicionado.
- Para elaborar la ficha de auditoría energética propuesta, se consideró la existencia de NTE INEN, ordenanzas del Distrito Metropolitano de Quito, y, certificaciones internacionales como EnergyStar.
- La NTE INEN 2506:09, sobre forma y orientación adecuada del edificio, establece que el factor de

forma correspondiente a la zona climática de Loja este comprendido entre 0.5 y 0.8.

- El factor de forma del edificio de modalidad abierta se calcula en 0.28 por lo que **no cumple** con la norma. El factor de forma del edificio del Octógono se calcula en 0,360, el edificio Octógono **no cumple** con la norma. El factor de forma del edificio de administración central se calcula en 0,309, el edificio de administración central **no cumple** con este requerimiento. El factor de forma del edificio de UPSI se calcula en 0,33, el edificio de **no cumple** con este requerimiento.
- La NTE INEN 2506:09 establece que los edificios administrativos con más de 4000 m² construidos, incorporarán sistemas de captación y transformación de energía solar por procedimientos fotovoltaicos.
- Se consideró que, si al menos se cumplía con uno de los dos requerimientos de la norma NTE INEN 2506:09, sobre aspectos constructivos, se consideraría que la norma se cumple. Bajo este criterio, el edificio de modalidad abierta **no cumple** con la norma INEN 2506:09 sobre uso eficiente de energía, debido a que su superficie es 577.53 m². El área construida del edificio Octógono supera el límite de la norma, por lo que se aplica la obligatoriedad de incorporar sistemas de captación y transformación de energía procedente de fuentes renovables. Para el edificio de Administración Central no aplica esta norma. El área total construida del edificio UPSI, supera el límite establecido por la norma, se aplica la obligatoriedad de incorporar sistemas de captación y transformación de energía procedente de fuentes renovables.
- La ordenanza sobre arquitectura y urbanismo del DM de Quito, establece una altura mínima del local de 2.30 m.
- Para el edificio de modalidad abierta y administración central se cumple en el 100% de las dependencias, mientras que para el edificio octógono se cumple en un 87% y para el edificio UPSI se cumple en un 74%.
- La ordenanza sobre arquitectura y urbanismo del DM de Quito, establece que el área mínima total de ventanas para iluminación, debe ser del 20% de la superficie útil del local.
- Para el edificio de modalidad abierta esta ordenanza se cumple en un 29%, en el edificio octógono se cumple el 22%, en el edificio administración central se cumple en el 61% y en edificio UPSI se cumple en el 31% de todas las dependencias censadas.
- La ordenanza sobre arquitectura y urbanismo del DM de Quito, establece que el área mínima para ventilación es del 30% de la superficie de la ventana.
- Este parámetro se cumple en el 4.87% de las dependencias del edificio de modalidad abierta. El 22% de las dependencias del edificio del Octógono

cumplen con esta ordenanza. Para el edificio de administración central esta ordenanza se cumple en el 30% y para el edificio UPSI esta ordenanza se cumple en el 17.5%.

- Se consideró que, si al menos se cumplía con dos de los tres requerimientos de la ordenanza sobre arquitectura y urbanismo del DM de Quito, se consideraría que la ordenanza se cumple. Bajo este criterio, la ordenanza representa un 29.27% de las dependencias en el edificio modalidad abierta, en el edificio del Octógono cumple el 43% de las dependencias, en el edificio administración central la ordenanza se cumple en el 67% de las dependencias, y en el edificio UPSI se cumple el 33.3%.
- La NTE INEN 1152:84, sobre iluminación natural de edificios, establece que todas las superficies serán de colores claros con un buen índice de reflexión, establece que las ventanas se proveerán de cortinas, persianas, parasoles, u, otros elementos para sombra, para evitar en lo posible, el ingreso de luz solar directa al local y disminuir el deslumbramiento ocasionado por la reflexión en las superficies de la dependencia.
- Se consideró que, si al menos se cumplía con los dos requerimientos de la norma NTE INEN1152:84, se consideraría que la norma se cumple. Bajo este criterio, la norma se cumple en 27 un 65.85% en el edificio de modalidad abierta, en el edificio del Octógono se cumple en el 43%, la norma se cumple en el 73% de las dependencias del edificio de administración central, y en el edificio UPSI el 82% de las dependencias cumplen con esta norma.
- La norma NTE INEN 2506:09, sobre disponibilidad de sistemas de encendido y apagado manual, establece que toda zona dispondrá de al menos 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. Sobre disponibilidad de sistemas de encendido y apagado automático en zonas de uso esporádico, incluye el requerimiento de disponibilidad de sistemas de encendido y apagado automático para zonas de uso esporádico, como baños y corredores. Sobre aprovechamiento de luz natural, establece que las edificaciones deberán poseer sistemas de aprovechamiento de luz natural (tragaluces). Sobre eficiencia energética de la instalación, establece el valor máximo de eficiencia energética de una instalación (VEEI), para zonas de administración general de 3.5 W/m².
- Se consideró que, si al menos se cumplía con tres de los cuatro requerimientos de la norma NTE INEN2506:09, se consideraría que la norma se cumple. Bajo este criterio, la norma se cumple en el 82.93% de las dependencias del edificio modalidad

abierta, el porcentaje de cumplimiento en el edificio del Octógono es del 83%, la norma se cumple en el 73% de las dependencias del edificio de administración central, y en el edificio UPSI se cumple en un 41.1% de las dependencias.

- Para poder realizar el análisis de eficiencia energética en equipos computacionales existentes y demás de fuerza menor, se seleccionó una certificación, etiquetado internacional, tal es el caso de la certificación estadounidense EnergyStar, cuyo cumplimiento esta abalizado por un ente acreditado, y, debidamente señalado en las credenciales de los equipos.
- Para el edificio de modalidad abierta, el 100% de las dependencias poseen equipos computacionales con certificación energética, el 81.81% de dependencias cuentan con equipos periféricos certificados y, el 48.14% de las dependencias, cuentan con otros equipos varios etiquetados, el 48.78% de las dependencias requieren de algún tipo de ventilación, el 98.29% de las dependencias cuentan con ventilación natural, y el 17.07% de las dependencias cuentan con ventilación mecánica.
- Para el edificio octógono el 100% de las dependencias dispone de equipos de computación que cumplen con una certificación EnergyStar, el 45% cuentan con equipos periféricos certificados, el 19% cuentan con otros equipos varios etiquetados, el 17% de las dependencias del edificio requieren de algún tipo de ventilación, el 57% de las dependencias del edificio cuentan con ventilación natural, y el 22% de las dependencias del edificio del Octógono cuentan con ventilación mecánica.
- Para el edificio de administración central el 100% de las dependencias dispone de equipos de computación que cumplen con una certificación EnergyStar; el 94% de dependencias cuentan con equipos periféricos certificados, el 19% de las dependencias, cuentan con otros equipos varios etiquetados, el 12% de las dependencias requieren de algún tipo de ventilación, el 70% de las dependencias cuentan con ventilación natural y el 15% de las dependencias del edificio de administración central cuentan con ventilación mecánica.
- Para el edificio UPSI, el 100% de las dependencias dispone de equipos de computación que cumplen con una certificación EnergyStar, el 100% de dependencias cuentan con equipos periféricos certificados, el 18.75% de las dependencias, cuentan con otros equipos varios, el 47% de las dependencias requiere de algún tipo de ventilación, el 79.5% de las dependencias cuentan con ventilación natural y el 31.37% de las dependencias del edificio UPSI cuentan con ventilación mecánica.

- La norma NTE INEN 1124, sobre ventilación natural de edificios, exige una altura mínima de 2.6 m para oficinas.
- El 43% de las dependencias del edificio de modalidad abierta cumplen con la altura mínima establecida en la NTE INEN 1124, 7 de las 41 dependencias cuenta con sistema de aire acondicionado.
- El 9% de las dependencias del edificio del Octógono cumplen con la altura mínima establecida en la NTE INEN 1124, las únicas dependencias que cuenta con sistemas de aire acondicionado son los salones de la planta baja en el edificio octógono.
- El 58% de las dependencias del edificio de administración central cumplen con la altura mínima establecida en la NTE INEN 1124, la única dependencia que cuenta con sistema de aire acondicionado es el salón de reuniones del rectorado.
- El 49% de las dependencias del edificio UPSI cumplen con la altura mínima establecida en la NTE INEN 1124.
- El sistema de aire acondicionado instalado, cuenta con una certificación EnergyStar, y, dispone de un sistema de control funcional. El consumo de potencia del sistema es de 3.000 W. El equipo no cuenta con un programa de mantenimiento.
- En el edificio de modalidad abierta, 7 de las 41 dependencias cuenta con sistema de aire acondicionado.
- El sistema de aire acondicionado instalado en estas dependencias, cuentan con una certificación EnergyStar, y, dispone de un sistema de control funcional. Los equipos no cuentan con un programa de mantenimiento.
- En el edificio del Octógono, las únicas dependencias que cuenta con sistemas de aire acondicionado son los salones de la planta baja.
- Los sistemas de aire acondicionado instalados, cuentan con una certificación EnergyStar, y, disponen de un sistema de control funcional. El consumo de potencia por sistema es de 3.000 W. Los equipos no cuenta con un programa de mantenimiento.
- En el edificio UPSI, 16 dependencias cuentan con un sistema de aire acondicionado, cada una de ellas con su respectiva certificación energética, y, dispone de un sistema de control funcional. El equipo no cuenta con un programa de mantenimiento.
- El Campus San Cayetano de la UTPL cuenta con la instalación de tres ascensores marca Mitsubishi en tres edificaciones (Modalidad abierta, Octógono y UPSI). Los ascensores son de tecnología avanzada, consumen baja potencia y generan un mínimo de contaminación. Poseen un respectivo etiquetado de eficiencia energética. Cada ascensor consume alrededor de 30 KW [8].

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Instituto Ecuatoriano de Normalización, NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2506:09. Eficiencia energética en edificaciones.
- [2] Ordenanzas de Gestión Urbana Territorial, Normas de Arquitectura y Urbanismo corresponde a la codificación de los textos de las ordenanzas N° 3457 y 3477. [Online]. Disponible en: <http://www.cae.org.ec/ordenanzas/Q7.pdf>
- [3] Instituto Ecuatoriano de Normalización, NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTEINEN 1152:84. Iluminación natural de edificios. Requisitos.
- [4] Guía Técnica de Iluminación Eficiente. Sector residencial y Terciario. Dirección General de Industria, Energía y Minas. Comunidad de Madrid
- [5] Acuerdo entre el Gobierno de los Estados Unidos de América y la Comunidad Europea sobre la coordinación de los programas de etiquetado de la eficiencia energética para los equipos ofimáticos, EnergyStar.
- [6] Catálogo de normas Técnicas Ecuatorianas, NTE INEN calcificadas por ICS edición 2011
- [7] Instituto Ecuatoriano de Normalización, Norma Técnica Ecuatoriana NTE INE 1125:1984-05. Ventilación natural de edificios. Método de medición de la renovación del aire en locales. Primera Edición.
- [8] Zapico, Pablo. La previsión de la potencia eléctrica en baja tensión. Disponible en <http://www.tecnicaindustrial.es/TIAdmin/Numeros/25/40/a40.pdf>