



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS APLICADAS**

TEMA:

“AUDITORÍA ENERGÉTICA EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE, UBICADO EN LA CIUADAELA EL OLIVO, ENTRE LA PANAMERICANA NORTE Y LA AVENIDA 17 DE JULIO E IMPLEMENTACIÓN DE UN TABLERO DIDÁCTICO PARA EL LABORATORIO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO”.

Trabajo de grado previo a la obtención del título de Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico.

AUTORES:

**RECALDE SÁNCHEZ EDISON RAÚL
TULCÁN TERÁN EDISON JAVIER**

DIRECTOR:

ING. MAURICIO VÁSQUEZ

Ibarra, 2015



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICACIÓN

Yo Ing. Mauricio Vásquez, en calidad de Director de Trabajo de Grado sobre el tema **"AUDITORÍA ENERGÉTICA EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE, UBICADO EN LA CIUADELA EL OLIVO, ENTRE LA PANAMERICANA NORTE Y LA AVENIDA 17 DE JULIO E IMPLEMENTACIÓN DE UN TABLERO DIDÁCTICO PARA EL LABORATORIO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO"**. Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por el Sr. **Edison Raúl Recalde Sánchez** y por el Sr. **Edison Javier Tulcán Terán**, egresados de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico, considero que dicho informe reúne los requisitos Técnicos y Científicos acorde a lo establecido por la Universidad Técnica del Norte.

.....
Ing. Mauricio Vásquez

DIRECTOR DE PROYECTO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional determina la necesidad de disponer textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD	100382929-6		
APELLIDOS Y NOMBRES	RECALDE SÁNCHEZ EDISON RAÚL		
DIRECCIÓN	IMBABURA, URCUQUÍ, SAN BLAS, IRUGINCHO S/N Y VIA PRINCIPAL		
E-MAIL	raulrecaldesanchez1990@gmail.com		
TELÉFONO FIJO		TELÉFONO MÓVIL	0994564116
DATOS DE LA OBRA			
TEMA	“AUDITORÍA ENERGÉTICA EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE, UBICADO EN LA CIUDADELA EL OLIVO, ENTRE LA PANAMERICANA NORTE Y LA AVENIDA 17 DE JULIO E IMPLEMENTACIÓN DE UN TABLERO DIDÁCTICO PARA EL LOBORATORIO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO”.		
AUTOR	RECALDE SÁNCHEZ EDISON RAÚL		
FECHA	Diciembre DEL 2015		
PROGRAMA	PRE-GRADO		
TÍTULO POR QUE OPTA	INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO		
DIRECTOR	ING. MAURICIO VÁSQUEZ		

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD	100330737-6		
APELLIDOS Y NOMBRES	TULCÁN TERÁN EDISON JAVIER		
DIRECCIÓN	IMBABURA, ANTONIO ANTE, ATUNTAQUI		
E-MAIL	javito2308@gmail.com		
TELÉFONO FIJO		TELÉFONO MÓVIL	0983365556
DATOS DE LA OBRA			
TEMA	“AUDITORÍA ENERGÉTICA EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE, UBICADO EN LA CIUDADELA EL OLIVO, ENTRE LA PANAMERICANA NORTE Y LA AVENIDA 17 DE JULIO E IMPLEMENTACIÓN DE UN TABLERO DIDÁCTICO PARA EL LOBORATORIO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO”.		
AUTOR	TULCÁN TERÁN EDISON JAVIER		
FECHA	Diciembre DEL 2015		
PROGRAMA	PRE-GRADO		
TÍTULO POR QUE OPTA	INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO		
DIRECTOR	ING. MAURICIO VÁSQUEZ		

2 AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Edison Raúl Recalde Sánchez, con cédula de identidad N°. 100382929-6 y Edison Javier Tulcán Terán, con cédula de identidad N°. 100330737-6, en calidad de autores y titulares de los derechos patrimoniales de la obra de trabajo de grado descrito anteriormente, hacemos entrega del ejemplar respectivo en forma digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión, en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.



.....

Firma

Nombre: Edison Raúl Recalde Sánchez

Cédula: 100382929-6



.....

Firma

Nombre: Edison Javier Tulcán Terán

Cédula: 100330737-6

Ibarra, Diciembre del 2015



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Edison Raúl Recalde Sánchez, con cédula de identidad N°. 100382929-6 y Edison Javier Tulcán Terán, con cédula de identidad N°. 100330737-6, manifestamos nuestra voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los Derechos Patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, en calidad de autores del Trabajo de Grado titulado "AUDITORÍA ENERGÉTICA EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE, UBICADO EN LA CIUDADELA EL OLIVO, ENTRE LA PANAMERICANA NORTE Y LA AVENIDA 17 DE JULIO E IMPLEMENTACIÓN DE UN TABLERO DIDÁCTICO PARA EL LOBORATORIO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO". Que ha sido desarrollado para optar por el título de: INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO, en la UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

Hacemos la entrega de este ejemplar impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte, para que sea utilizada con fines académicos.

.....
Firma

Nombre: Edison Raúl Recalde

Cédula: 100382929-6

.....
Firma

Nombre: Edison Javier Tulcán

Cédula: 100330737-6

Ibarra, Diciembre del 2015



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

DECLARACIÓN

Yo, Edison Raúl Recalde Sánchez, con cédula de identidad N°. 100382929-6 y Edison Javier Tulcán Terán, con cédula de identidad N°. 100330737-6, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; y que éste no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Técnica del Norte, según lo establecido por las Leyes de la Propiedad Intelectual, Reglamentos y Normativa vigente de la Universidad Técnica del Norte.

.....
Firma

Nombre: Edison Raúl Recalde

Cédula: 100382929-6

.....
Firma

Nombre: Edison Javier Tulcán

Cédula: 100330737-6

Ibarra, Diciembre del 2015

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a Dios que me permite tener fe y guiarme por el camino del bien, para no desmayar ante las adversidades, enseñándome a superarlas sin desfallecer en el intento.

Con mucho amor a mi madre quien me ha apoyado incondicionalmente para poder llegar a esta instancia de mi vida, ya que siempre ha estado presente con su apoyo moral, psicológico y brindándome los recursos necesarios.

Javier Tulcán

DEDICATORIA

Este trabajo de grado le dedico a Dios por darme las fuerzas necesarias para seguir adelante y cumplir con uno de mis objetivos planteados en mi vida.

Con mucho amor a mis padres que gracias a su apoyo he logrado cumplir uno de los tantos logros en mi vida ya que siempre estuvieron brindándome toda su ayuda pese a todas las diversas dificultades pero nunca han desmayado y han sido el motivo para salir adelante.

Edison Recalde

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, ser maravilloso y luz de la vida por guiar cada uno de mis pasos y ser la muestra de amor verdadero en este mundo.

Le doy gracias infinitas a mi madre Romelia Terán quien ha inculcado valores importantes como son el respeto, la responsabilidad y por haberme brindado la oportunidad de tener una educación excelente a lo largo de mi vida.

A la Universidad Técnica del Norte, a todo el conglomerado humano compuesto por profesionales eléctricos de la carrera de Ing. En Mantenimiento Eléctrico por permitirme estudiar, desarrollar el presente proyecto y ser un profesional.

Al director de tesis, Ing. Mauricio Vásquez por su valioso asesoramiento, dedicación y esfuerzo quien con sus conocimientos, su experiencia y motivación me permitió llevar a cabo este proyecto de manera muy satisfactoria.

Javier Tulcán

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme dado la vida, la salud y las fuerzas para culminar esta etapa de mi vida. A mi amada familia por brindarme su apoyo incondicional en todo momento.

A mis queridos padres Gladis Sánchez y Carlos Recalde quienes inculcaron el amor de Dios sobre todas las cosas y me enseñaron a ser una persona de bien por todo eso los quiero mucho.

A la Universidad Técnica del Norte, la cual me acogió para llegar a ser un profesional.

A mis queridos docentes, Ingenieros, Mauricio Vásquez, Hernán Pérez, Ramiro Flores y Pablo Méndez quienes influyeron con sus lecciones y experiencia para formarme como un gran profesional y de esta manera afrontar cada uno de los retos de la vida por todo esto gracias.

Edison Recalde

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN	ii
IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA.....	iii
AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD	v
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.....	vi
DECLARACIÓN	vii
DEDICATORIA.....	viii
DEDICATORIA.....	ix
AGRADECIMIENTO	x
ÍNDICE DE CONTENIDO	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xviii
ÍNDICE DE TABLAS	xix
RESUMEN	xxi
ABSTRACT.....	xxii
INTRODUCCIÓN	xxiii
CAPÍTULO I.....	1
1 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Planteamiento del problema	1
1.3 Formulación del problema	2
1.4 Delimitación	2
1.4.1 Delimitación espacial	2
1.4.2 Delimitación temporal	2
1.5 Objetivos	2
1.5.1 Objetivo general.....	2
1.5.2 Objetivos específicos	2
1.6 Justificación del proyecto.....	3

CAPÍTULO II.....	5
2 MARCO TEÓRICO	5
2.1 Fundamentación teórica	5
2.2 Aspectos legales.....	5
2.2.1 Constitución del Ecuador	5
2.3 La energía en la educación.....	6
2.4 Optimización de la energía	7
2.5 Auditoría energética.....	8
2.5.1 Definición de auditoría energética.....	8
2.5.2 Tipos de auditorías energéticas.	9
2.5.3 Metodología exhaustiva de auditoría energética	9
2.5.3.1 Objetivo.....	9
2.5.3.2 Alcance	10
2.5.3.3 Materiales necesarios para realizar la auditoría	10
2.5.3.4 Herramientas	11
2.5.4 Fase 1, análisis de la estructura energética.....	11
2.5.4.1 Actividad y proceso productivo	11
2.5.4.2 Estructura del consumo energético.....	12
2.5.4.3 Mediciones.....	12
2.5.4.3.1 Tipos de mediciones	12
2.5.5 Fase 2, análisis de eficiencia energética	13
2.5.5.1 Eficiencia energética en los sistemas de distribución de energía	13
2.5.5.2 Balance de Cargas	13
2.5.5.2.1 Cálculo para determinar el desbalance de las cargas	14
2.5.5.3 Curva de carga eléctrica	16
2.5.5.3.1 Análisis de la curva de carga	16
2.5.5.4 Demanda	17

2.5.5.5	Perturbaciones.....	18
2.5.5.6	Cálculo de conductores eléctricos	22
2.5.5.7	Código de colores	24
2.5.5.8	Sistema de iluminación.	25
2.5.5.8.1	Cálculo de iluminación en interiores	26
2.5.6	Fase 3, evaluación de medidas de ahorro energético	28
2.5.6.1	Tipo de medidas de ahorro energético.....	29
2.5.6.1.1	Valor actual neto (VAN)	29
2.5.6.1.2	Tasa interna de retorno (TIR).....	30
2.5.6.1.3	Período de recuperación.....	30
2.5.6.1.4	Relación costo beneficio (RCB)	31
2.6	Glosario de términos.....	31
CAPÍTULO III		34
3	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	34
3.1	Tipo de investigación	34
3.1.1	Investigación documental	34
3.1.2	Investigación de campo	34
3.2	Métodos.	35
3.2.1	Método deductivo.....	35
3.2.2	Método inductivo.....	35
3.3	Técnicas e instrumentos	35
CAPÍTULO IV.....		36
4	AUDITORÍA ENERGÉTICA EN EL EDIFICIO CENTRAL	36
4.1	Análisis y diagnóstico de resultados.	36
4.1.1	Objetivo.....	36
4.1.2	Alcance de la auditoría energética en el edificio central	36
4.1.3	Materiales necesarios para realizar la auditoría en el edificio central.....	36

4.1.3.1	Analizador de redes Fluke.	36
4.1.3.2	Pinza amperimétrica	37
4.1.3.3	Luxómetro digital.....	38
4.1.4	Fase 1.....	38
4.1.4.1	Análisis de la estructura energética del edificio central.....	38
4.1.4.2	Actividad y proceso productivo del edificio central.....	39
4.1.4.3	Descripción general del edificio central.....	39
4.1.4.4	Estructura del consumo energético del edificio central, mediciones de parámetros eléctricos en el suministro energético y sistema productivo.....	42
4.1.4.4.1	Suministro energético y sistema productivo.....	43
4.1.4.4.2	Cálculo del calibre del conductor de la acometida del edificio central.....	46
4.1.4.4.3	Mediciones en el tablero principal y en la distribución a cada piso.....	47
4.1.4.4.4	Mediciones en el tablero de planta baja y en la distribución a cada oficina.....	48
4.1.4.4.5	Mediciones en el tablero del piso 1 y en la distribución a cada oficina.....	49
4.1.4.4.6	Mediciones en el tablero del piso 2 y en la distribución a cada oficina.....	50
4.1.4.4.7	Mediciones en el tablero del piso 3 y en la distribución a cada oficina.....	51
4.1.4.4.8	Mediciones en el tablero de radio, tv y en la distribución a cada oficina.....	52
4.1.5	Fase 2. Eficiencia energética en el sistema de distribución de energía en el edificio central	53
4.1.5.1	Balance de cargas	54
4.1.5.2	Curva de carga del edificio central.....	58
4.1.5.3	Perturbaciones presentes en la acometida del edificio central ..	58

4.1.5.4	Código de colores.....	60
4.1.5.5	Niveles de iluminación medidos con el luxómetro en cada departamento del edificio central	61
4.1.5.6	Cálculo de iluminación en los departamentos del edificio central	62
4.2	Medidas de ahorro energético propuestas para el edificio central.....	64
4.2.1	Diagnóstico eléctrico.....	64
4.2.2	Balance de cargas	65
4.2.3	Cambio de conductores de la acometida del edificio central	65
4.2.3.1	Cálculo del conductor	65
4.2.3.2	Descripción de la propuesta	67
4.2.4	Perturbaciones en la red eléctrica de alimentación al edificio central.....	67
4.2.5	Cambio de luminarias fluorescentes por tubos led`s en el edificio central.....	68
4.2.5.1	Sistema de iluminación led	68
4.2.5.2	Cálculo del ahorro en el consumo de energía.....	69
4.2.6	Cambio de equipos eléctricos del sistema informático	76
4.2.6.1	Cálculo del ahorro en el consumo de energía.....	77
4.3	Elaboración del tablero didáctico para el laboratorio de la carrera de ingeniería en mantenimiento eléctrico.	85
4.3.1	Propósitos	85
4.3.2	Introducción	85
4.3.3	Elementos para la elaboración del tablero didáctico.....	85
4.3.3.1	Medidor de parámetros eléctricos.....	85
4.3.3.2	Elementos de adquisición y extracción de datos	87
4.3.3.3	Características del PLC Siemens S7-1200	88
4.3.3.4	Módulo de comunicación CM 1241	90

4.3.3.5	Software de programación, SIMATIC Step 7 Basic (TIA Portal).	92
4.3.3.6	SIMATIC Win CC	94
4.3.3.7	Comunicación Modbus RTU	94
CAPITULO V.....		96
5	Conclusiones y Recomendaciones	96
5.1	Conclusiones	96
5.2	Recomendaciones	97
6.BIBLIOGRAFÍA.....		99
7	LINKOGRAFÍA.....	101
8	Anexos.....	103
8.1.1	Anexos de esquemas arquitectónicos existentes	103
8.1.2	Anexo de lámparas led	106
8.1.3	Anexo de equipos informáticos	107
8.1.4	Planilla de consumo eléctrico	112
8.1.5	Anexo de planos eléctricos y lumínicos del edificio central.....	113
8.1.6	Anexos de inventario	121
8.1.6.1	Inventario de equipos eléctricos.....	121
8.1.6.2	Inventario de luminarias del edificio central	145
8.1.7	Iluminación para interiores	149
8.1.8	Conductores eléctricos en tubo conduit.....	150
8.1.9	Cargas eléctricas en el edificio central.....	152
8.2	Anexos fotográficos	162
8.2.1	Instalación del analizador de redes.....	162
8.2.2	Toma de datos eléctricos, lumínicos y levantamiento de inventario.....	167
8.2.3	Levantamiento de tableros de distribución.....	172
8.2.4	Certificación de ingreso al Edificio Central.....	176
8.2.5	Solicitud de instalación del analizador de redes	177
8.2.6	Proformas de equipos eléctricos y lumínicos	179

8.2.7	Anexos del tablero didáctico	181
-------	------------------------------------	-----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cuadro de Carga	15
Figura 2. Curva de carga	16
Figura 3. Código de colores.....	25
Figura 4. Analizador de redes Fluke 1744	37
Figura 5. Curva de carga del edificio central.....	58
Figura 6 Flicker Transformador	59
Figura 7. THDv del transformador.....	59
Figura 8. Curva del factor de potencia total	60
Figura 9. Medidor de parámetros eléctricos SACI ANG 96.....	86
Figura 10. PLC siemens SIMATIC S7-1200.....	90
Figura 11. Módulo de comunicación RS 485.....	91
Figura 12. Muestra de la estructura de la vista del proyecto.....	93

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ejemplo cuadro de cargas.....	14
Tabla 2. Perturbaciones	18
Tabla 3. Fórmulas de potencia	22
Tabla 4. Conductores eléctricos TTU	23
Tabla 5. Niveles de iluminación.....	28
Tabla 6. Significado del VAN	29
Tabla 7. Características técnicas del analizador de redes	36
Tabla 8. Características técnicas de la pinza amperimétrica	37
Tabla 9. Características técnicas del luxómetro digital.....	38
Tabla 10. Distributivo de áreas generales en el edificio central	39
Tabla 11. Total de equipos.....	41
Tabla 12. Total de luminarias.....	42
Tabla 13. Informe de mediciones de la acometida	43
Tabla 14. Carga del edificio central	46
Tabla 15. Mediciones con el multímetro en el tablero principal y los tableros de distribución de cada planta.....	47
Tabla 16. Tablero de distribución principal	48
Tabla 17. Tablero de distribución de planta baja y distribución a las oficinas	49
Tabla 18. Tablero de distribución del piso 1 y distribución a las oficinas ..	50
Tabla 19. Tablero de distribución del piso 2 y distribución a las oficinas ..	51
Tabla 20. Tablero de distribución del piso 3 y distribución a las oficinas ..	52
Tabla 21. Tablero de distribución radio y tv	53
Tabla 22. Corrientes medidas en los tableros de distribución	54
Tabla 23. Mediciones con el luxómetro	61
Tabla 24. Carga del edificio central	66
Tabla 25. Características del conductor de la propuesta	67
Tabla 26. Características de tubos led's	69
Tabla 27. Cotización.....	70

Tabla 28. Análisis de potencia activa	71
Tabla 29. Ahorro económico	71
Tabla 30. Inversión.....	72
Tabla 31. Análisis financiero.....	72
Tabla 32. Características de equipos informáticos.....	76
Tabla 33. Equipos informáticos	79
Tabla 34. Número de equipos informáticos para el cambio	79
Tabla 35. Potencia activa del sistema informático.....	80
Tabla 36. Ahorro económico	80
Tabla 37. Inversión.....	81
Tabla 38. Análisis financiero.....	81
Tabla 39. Magnitudes del analizador de parámetros eléctricos	86
Tabla 40. Características técnicas del PLC Siemens S7-1200 AC/DC/RLY	88
Tabla 41. Características de los módulos de comunicación (CMs), datos técnicos del CM 1241 RS 485.....	91

RESUMEN

El presente proyecto se realizó basado en el estudio técnico orientado a la eficiencia energética en el edificio central, siendo un tema novedoso que en los últimos años ha cobrado importancia, debido a la conservación del medio ambiente, es por ello que se ha visto necesario realizar un diagnóstico y evaluación de los parámetros eléctricos en: la acometida principal, en cada uno de los tableros de distribución, en las protecciones eléctricas y en los conductores que conforman los circuitos eléctricos de cada una de las oficinas, como también se realizó el diagnóstico y evaluación de los parámetros lumínicos del edificio central, el uso de equipos eléctricos con tecnología antigua y que no son amigables con el medio ambiente lo que ocasiona un consumo innecesario de energía. Para el análisis de los parámetros eléctricos se utilizaron equipos como: analizador de red, luxómetro y pinza amperimétrica, los que permiten un análisis real de: voltaje, corriente, factor de potencia, armónicos, flicker, curvas de carga, nivel de iluminación, entre otros. En base a estos parámetros eléctricos y lumínicos se determinó si los valores registrados cumplen con la normativa vigente en relación con la eficiencia energética y de no cumplir con la normativa, se plantea las posibles soluciones que contribuyan a la eficiencia energética, es decir, tener una base de datos que permita en el futuro establecer los automatismos y el uso de equipos de alta eficiencia y de esta manera lograr un ahorro energético en las instalaciones del edificio central, lo cual se vea reflejado en el confort visual y reducción del valor de la planilla eléctrica.

ABSTRACT

The present project was conducted on the technical study of the energy efficiency from the Central Building, which is new subject but in recent years this issue has gained importance, due to the conservation of the environment, which is why it has been necessary diagnosis and assessment of the electrical parameters from Central Building, the use of the equipment with decadent technology and that are not friendly with the environment that could cause unnecessary power consumption. For the analysis of the electrical parameters equipment were used like: network analyzer, luxometro and tweezer amperimetrica, which allows a real analysis of: voltage, current, power factor, harmonics, flicker, load curves, lighting level, among others. Based on these electrical and light parameters if these values are determined in compliance with current regulations regarding energy efficiency and not complying with regulations, there is the possible solutions that contribute to the energy efficiency, to corroborate the hypothesis and have a database that allows the future to stablish automatism and the use of equipment of high power efficiency and this way to achieve an power saving in the Central Building, which turns out to be reflected in the visual comfort and reduction of the value of the electrical chart.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación se realizó con el fin de verificar la eficiencia en el consumo de energía eléctrica en el edificio central de la Universidad Técnica del Norte.

Se menciona de manera contextual el origen del problema y de igual manera la formulación y el planteamiento del mismo; se determinan la delimitación espacial y temporal de acuerdo al alcance que se desea lograr con la auditoría. Una vez determinado el problema de investigación se describe el marco teórico, en el que se hace mención a los procesos para llevar a cabo la auditoría energética.

A continuación se presenta los diferentes capítulos que intervienen en el desarrollo del proyecto de investigación:

Capítulo I: En este capítulo se trata el marco contextual que dá origen al problema de investigación, donde se exponen los objetivos y la justificación del proyecto, haciendo referencia al edificio central.

Capítulo II: Este capítulo es la base del proyecto, aquí se sustenta toda la investigación científica.

Capítulo III: Este capítulo analiza la metodología utilizada en la investigación, los diferentes métodos y diseños para realizar la misma.

Capítulo IV: En este capítulo se presenta la descripción del sistema eléctrico del edificio central, en lo cual se describe la información recopilada y se analiza los datos obtenidos con los equipos de medición, se muestran los gráficos y se consideran los parámetros eléctricos para el estudio.

Capítulo V: En este capítulo se analiza la propuesta de posibles soluciones en base a la identificación de las oportunidades de ahorro energético encontrados, se describe las acciones para lograr la eficiencia en el consumo energético y la evaluación técnica.

Capítulo VI: En este capítulo se plantean las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos.

CAPÍTULO I

1 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Antecedentes

Hace ya más de 29 años que se construyeron las primeras instalaciones de la Universidad Técnica del Norte, en la ciudadela El Olivo, parroquia El Sagrario, cantón Ibarra, entre la panamericana Norte y la Avenida 17 de Julio, como es lógico suponer, en aquel entonces las oficinas, aulas y demás áreas, no eran utilizadas en su totalidad; las instalaciones eléctricas de dichas aulas y oficinas carecieron de un mantenimiento periódico, viéndose afectadas las condiciones para su buen funcionamiento. El crecimiento acelerado de cargas eléctricas han dado como resultado que las características de las instalaciones ya no sean las adecuadas.

Desde hace años atrás, la Universidad Técnica del Norte, está implementando el proyecto denominado “Universidad Sustentable”, debido a la conmoción con el cambio climático que hoy en día se vive, el estudio de auditoría energética es de mucha importancia para la universidad y el país; tomando esto como alternativa para las instalaciones eléctricas de las instituciones, domicilios, edificios e industrias.

1.2 Planteamiento del problema

El edificio central, se abastece de energía eléctrica de la red de EMELNORTE, para el funcionamiento de los equipos eléctricos, utilizados dentro de las instalaciones; se evidencia un elevado costo por planillas, debido a que existen instalaciones eléctricas antiguas y el uso de equipos de elevado consumo de energía.

1.3 Formulación del problema

La investigación parte del siguiente problema:

¿Cuál es el estudio, que permita determinar la eficiencia en el consumo de energía eléctrica dentro del edificio central de la Universidad Técnica del Norte?

1.4 Delimitación

1.4.1 Delimitación espacial

Esta investigación se realizó en las instalaciones e infraestructura del edificio central de la Universidad Técnica del Norte de la ciudad de Ibarra, ubicada en la avenida 17 de Julio.

1.4.2 Delimitación temporal

El trabajo de investigación se realizó en la Universidad Técnica del Norte, en el edificio central en la ciudad de Ibarra, en los años 2014 – 2015.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Realizar una auditoría energética en el edificio central de la Universidad Técnica del Norte e implementar un tablero didáctico para el laboratorio de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico.

1.5.2 Objetivos específicos

➤ Realizar una minuciosa investigación, tendiente a conocer la normativa vigente y el equipo que existe en el mercado para lograr el ahorro energético.

- Ejecutar las mediciones de los parámetros eléctricos y los parámetros lumínicos en las instalaciones eléctricas.
- Implementar un tablero didáctico para el laboratorio de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico.

1.6 Justificación del proyecto

La aplicación de la auditoría energética, surge de la necesidad de conocer, si el consumo de energía eléctrica es eficiente o existe desperdicio de la misma. Con el desarrollo de este estudio se busca plantear los correctivos que permitan optimizar el consumo energético, lo que dará como resultado un ahorro en el valor de la planilla eléctrica a pagar y afianzar el correcto funcionamiento de los circuitos eléctricos. El estudio beneficiará directamente al sistema financiero de la institución y a los usuarios de la energía eléctrica, debido a la mejora del sistema eléctrico y lumínico de la institución.

Este estudio es factible realizarlo, porque de esta manera se optimizará el uso de energía, ya que proporcionará la información relevante acerca del consumo actual y las posibilidades de ahorro. En la actualidad el uso eficiente de la energía resulta de gran importancia para todos los usuarios, por lo tanto, es importante preocuparse por establecer sistemas de optimización energética, logrando así obtener un óptimo uso de la energía. Se contribuye a preservar recursos para el futuro y a reducir la contaminación ambiental; ya que la quema de combustible, con el fin de obtener energía eléctrica, es una gran generadora de contaminación ambiental.

Se plantea realizar un análisis energético en el edificio central de la Universidad Técnica del Norte, dando a conocer los posibles correctivos a las cargas eléctricas y circuitos de iluminación en las instalaciones, por ende con el desarrollo de este estudio energético se pretende aprovechar

de manera más idónea la energía eléctrica que provee EMELNORTE. La realización de este estudio traerá consigo la utilización confiable y amplia de la energía eléctrica.

Con el desarrollo de este estudio se pretende aprovechar de una manera adecuada la capacidad del transformador, mediante una correcta distribución de las cargas, así como también determinar el mal funcionamiento, mala configuración de circuitos eléctricos y circuitos lumínicos en los respectivos departamentos.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Fundamentación teórica

Los conceptos que se presentan a continuación son importantes para el desarrollo del proyecto, se analizan temáticas como: aspectos legales, la energía en la educación, auditoría energética, iluminación eficiente, conductores eléctricos, perturbaciones entre otros.

2.2 Aspectos legales

Para el presente trabajo investigativo fue necesario conocer los aspectos legales que rigen la ejecución del mismo, es así se parte de la máxima Ley que existe en el país como es la Constitución del Ecuador, que en varios de sus artículos hace referencia al uso eficiente de la energía eléctrica, además cita los derechos y deberes de las empresas eléctricas y de los clientes.

2.2.1 Constitución del Ecuador

En la CONSTITUCIÓN DEL ECUADOR, (2008), el capítulo VII REGIMEN DEL BUEN VIVIR. Sección séptima correspondiente a la biosfera, ecología y eficiencia energética, perteneciente al Art. 413 dice textualmente: “El Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua” (pag. 125).

2.3 La energía en la educación

El programa EDUCAREE, (2012), manifiesta que fomentar, en centros educativos, culturales, organismos de participación social, empresas y organismos internacionales, la formación del individuo en la cultura del ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica, para contribuir con un desarrollo sustentable.

Es de gran importancia sensibilizar a la población, sobre las necesidades de un consumo responsable y racional de la electricidad, lo cual consiste en sembrar la cultura del ahorro de energía eléctrica y de los mecanismos que hacen esto posible. La educación es importante para ayudar a comprender la importancia del uso sustentable de los recursos naturales. Promover en centros culturales, educativos, empresas, organismos de participación social y organismos internacionales, la formación humana en la cultura del ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica, para contribuir con un desarrollo sustentable, informando sobre los beneficios económicos y ambientales que conlleva el ahorro de la energía eléctrica, realizando talleres, cursos, conferencias, videos y jornadas de ahorro de energía eléctrica; para lo cual se debe facilitar materiales didácticos que promuevan la cultura del ahorro energético en las escuelas de educación básica, media superior y superior a nivel nacional, con el fin de transmitir y brindar capacitación y asesoría a asociaciones, empresas, cámaras, organismos gubernamentales y a todos los usuarios de energía eléctrica. La auditoría energética debe ser parte de los programas o planes de eficiencia energética en los establecimientos educativos. Estos planes deben comprender acciones encaminadas a conseguir la máxima eficiencia en el consumo de energía eléctrica, los máximos ahorros y el conocimiento del comportamiento energético de las instalaciones eléctricas. (pag. 1-3)

2.4 Optimización de la energía

Las actividades que logran la utilización eficiente y equilibrada de los recursos energéticos se denominan conservación de la energía, el ahorro de energía se logra mediante la eficiencia en transformación y transportación, hasta no conocerse dónde y cómo está siendo usada y donde su eficiencia puede ser mejorada, la energía no puede ser ahorrada; para alcanzar el objetivo de optimización de energía el primer paso es la implementación de una auditoría energética.

El análisis de la red eléctrica, teniendo presente la normativa vigente, el conocimiento de la infraestructura del sector eléctrico nacional, las leyes, reglamentos y normas vigentes, permitirá analizar, sugerir y fomentar el ahorro de energía eléctrica, así como realizar diagnósticos energéticos para el ahorro de la energía eléctrica, conocer y utilizar los diferentes equipos de alta eficiencia para su aplicación en el ahorro de la energía eléctrica. La optimización busca mejorar las condiciones generales de una instalación eléctrica de cualquier tipo, pero es más usada en los lugares donde la eficiencia de la instalación eléctrica influye mucho en el buen funcionamiento del establecimiento. Se deberá realizar el análisis de las condiciones actuales de la instalación eléctrica, y se propondrá la alternativa de mejora general, donde se garantiza una reducción del consumo de energía y el valor de facturación, manteniendo las mismas condiciones de iluminación y cargas.

Balcells, (2012). Afirma que “cualquier acción que tienda a mejorar la eficiencia energética de las cargas, medios de distribución y todo lo que represente un uso racional de la energía tendrá repercusiones importantes sobre la economía de todos” (pag.13).

Para esto, primero se debe realizar un diagnóstico energético del lugar, analizar cuidadosamente cada uno de los datos obtenidos, mediante

cálculos, plantear la alternativa de mejora que se adapte a las necesidades de los usuarios y que no represente un gasto excesivo, es decir se busca una inversión mínima, pero que tenga grandes efectos en la economía de los usuarios y que además se recupere el dinero invertido en el menor tiempo posible.

A pesar de que existen grandes potencialidades de mejoramiento de eficiencia del uso de la energía en la pequeña y mediana industria, los empresarios no han implementado las medidas necesarias; probablemente, debido a los obstáculos técnicos e institucionales que enfrentan y a su percepción respecto de la incidencia poco significativa del gasto de la electricidad en sus costos totales; situación que también se observa en las instituciones educativas.

2.5 Auditoría energética

2.5.1 Definición de auditoría energética

Flórez, (2007), indica que, la auditoría energética es un estudio de revisión sistemático y organizado del flujo y la utilización de la energía mediante el que se recolecta datos sobre el suministro de energía eléctrica, basado en información histórica y puntual, obteniendo un conocimiento suficientemente fiable del consumo energético de un equipo o un conjunto de ellos en un proceso global, del edificio o de la empresa; para detectar los factores que afectan a dicho consumo e identificar y evaluar las posibilidades de ahorro de energía en función de su rentabilidad. La auditoría energética consigue predecir el resultado de un programa de conservación de energía antes de invertir dinero y mano de obra. La auditoría energética permite lograr la eficiencia energética en un edificio o planta industrial, una vez que ésta ha sido realizada, se puede estimar de manera cierta, los costos y beneficios que el cliente puede conseguir, en

algunos casos los costos involucrados pueden ser despreciables, en otros, se pueden considerar inversiones adicionales, para lograr un programa exitoso se requiere el apoyo y la participación activa de la gerencia y el personal de mantenimiento de la misma institución. La Auditoría Energética es un proceso sistemático mediante el cual se obtiene un conocimiento suficientemente fiable del consumo energético de la empresa para detectar los factores que afectan el consumo de energía e identificar, evaluar y ordenar las distintas oportunidades de ahorro de energía, en función de su rentabilidad, (p.15).

2.5.2 Tipos de auditorías energéticas.

Metodología básica de auditoría._ es un estudio genérico, aplicable en suministros pequeños y medianos, con descripción de inventario, repartos de consumos y propuestas de mejoras.

Metodología exhaustiva de auditoría._ se trata del estudio exhaustivo en cuanto a: descripción de inventarios, repartos de consumos y definición de propuestas de mejora.

De acuerdo a la información antes obtenida, se vé factible la aplicación de la metodología que se describe a continuación, para llevar a cabo al auditoría energética en el edificio central

2.5.3 Metodología exhaustiva de auditoría energética

La Agencia Andaluza de Energía (2011), propone la siguiente metodología de auditoría energética:

2.5.3.1 Objetivo

La auditoría energética tiene como objetivo disminuir el consumo energético, analizando las causas que reducen el rendimiento de los

sistemas energéticos. Para lo cual es necesario examinar el proceso productivo y el uso total de la energía.

2.5.3.2 Alcance

El alcance de la auditoría contempla las siguientes acciones:

- Análisis de los suministros energéticos._ suministros energéticos exteriores.

- Análisis del sistema productivo._ equipos que participan en el proceso de producción. Subprocesos: equipos de poco consumo que participan en el proceso de producción. Grandes consumidores: equipos de mayor potencia que se miden de forma independiente.

- Análisis de tecnologías horizontales._ instalaciones que no pertenecen al proceso productivo, pero que son necesarios para el desarrollo.

2.5.3.3 Materiales necesarios para realizar la auditoría

- Analizador de redes eléctricas

Son instrumentos de medida de los siguientes parámetros eléctricos de una red, normalmente de bajo voltaje: voltaje, intensidad, potencia, energía activa y reactiva, factor de potencia, así como los parámetros de calidad eléctrica que se amparan en la regulación CONELEC 004/01; armónicos, interarmónicos. Estos equipos tienen la posibilidad de memorizar y registrar dichos parámetros mediante funciones de programación.

➤ Luxómetro

Es un instrumento que permite medir la iluminancia o nivel de iluminación (lux) sobre una determinada superficie. Son equipos sencillos, ligeros y compuestos por el analizador y la sonda fotosensible.

➤ Otros equipos de medida

Dependiendo del alcance de la auditoría, puede ser de utilidad el uso de otros equipos portátiles de medida, por ejemplo: anemómetros, caudalímetros, pirómetros ópticos, entre otros.

Se recomienda emplear un registrador universal con varias entradas y posibilidades de programación junto con las sondas que sea preciso.

2.5.3.4 Herramientas

En la auditoría pueden resultar necesarios otros materiales y herramientas de uso común:

Destornilladores, alicates, tijeras, cables eléctricos, borneras, cinta aislante, flexómetro, entre otros.

2.5.4 Fase 1, análisis de la estructura energética

En la primera fase se conoce cómo se recibe la energía, cómo se transforma, distribuye y consumen los equipos.

2.5.4.1 Actividad y proceso productivo

Realizar un detallado estudio del proceso productivo, con énfasis en los procesos consumidores de energía, para lo cual se contará con información facilitada por la institución acerca de la distribución de trabajo, turnos y

horarios, planos de la institución, planos de iluminación, inventario de luminarias, listado de equipamiento instalado, informaciones históricas de suministro de electricidad, esquemas unifilares eléctricos, consumidores de energía, sistemas de distribución de energía, operación anual.

2.5.4.2 Estructura del consumo energético

Identificar los servicios, equipos y las zonas de mayor importancia desde el punto de vista energético, se analizarán los datos de los equipos de medida y se estudiarán las posibles desviaciones en el consumo medido.

2.5.4.3 Mediciones

Las mediciones se realizan para identificar la energía consumida en un equipo, en una parte del proceso o en el proceso total, obteniendo un consumo energético del equipo o un proceso.

2.5.4.3.1 Tipos de mediciones

- Suministro energético._ se mide la acometida general de la planta
- Sistema productivo

Subprocesos: se mide en conjunto todos los elementos de bajo consumo de un mismo proceso.

Grandes consumidores: se mide de forma individual los grandes consumidores de energía.

- Tecnologías horizontales

Iluminación: se mide el consumo de forma conjunta de todas las luminarias que estén dentro de un mismo sector.

Niveles de iluminación: se miden los niveles de iluminación de toda la planta.

2.5.5 Fase 2, análisis de eficiencia energética

2.5.5.1 Eficiencia energética en los sistemas de distribución de energía

Se analizan las lecturas obtenidas para conocer las condiciones actuales y poder optimizarlas, es necesario conocer la legislación del mercado eléctrico, realizar un estudio de eficiencia en los sistemas de distribución de energía, la propuesta de mejora energética irá asociada a la disminución de pérdidas o a la mejora de las condiciones de operación. Se tratará de la siguiente manera:

2.5.5.2 Balance de Cargas

Consiste en distribuir la carga total entre cada uno de los circuitos que hayan resultado, los que a su vez se reparten entre las fases. Si la instalación es bifásica o trifásica por norma se tiene que hacer el balance de cargas respectivo.

El equilibrio de las cargas siempre es una estimación, es sumamente complicado balancearlas y que se mantengan en constante equilibrio a lo largo de las 24 horas del día, es prácticamente imposible dado que su naturaleza es variable, pero el balance de carga debe ser lo más cercano posible al equilibrio ideal, en donde circula exactamente la misma cantidad de corriente en las dos o en la tres fases requeridas para alimentarlas.

El desbalance permitido no debe exceder al 5%, lo que quiere decir que las cargas totales conectadas a cada fase de un sistema bifásico o trifásico

no deben ser diferentes una de la otra en un porcentaje mayor al 5%:
 Carrasco A, Castillo J. (2010) (tesis de Ingeniería en Mecánico Electricista).
 Universidad Veracruzana, Valencia, España.

2.5.5.2.1 Cálculo para determinar el desbalance de las cargas

$$\%D = (CM - cm) \times 100 / CM$$

Dónde:

D: Desbalance

CM: Carga Mayor

Cm: Carga Menor

Tabla 1. Ejemplo cuadro de cargas

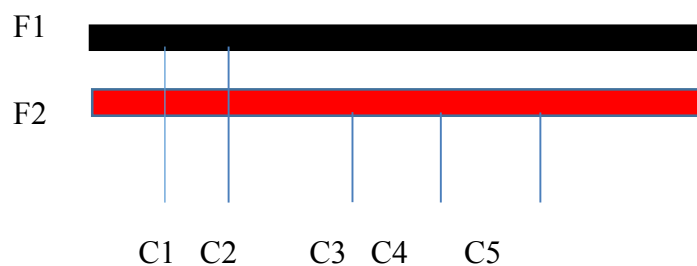
C1	Luminarias	1	180w	3.420w	3.420 W
C2		7	75w	525w	2.105 W
		6	180w	1.080w	
		2	60w	180w	
		3	60w	180w	
		1	200w	200w	
C3		6	75w	450w	1.010 W
		1	200w	200w	
		2	180w	360w	
C4		9	75w	675w	
		1	200w	200w	
		5	180w	900w	
C5		1	373w	373w	373 W
					8.683 Watts

Fuente: Carrasco A, Castillo J. (2010) (tesis de Ingeniería en Mecánico Electricista). Universidad Veracruzana, Valencia, España.

En este ejemplo se observa una instalación eléctrica que está conformada por varios circuitos (C1, C2, C3, C4, C5), cada uno está controlado por un interruptor termomagnético ubicado en el centro de carga. Puesto que la carga total es de 8.683 (W), entonces son dos fases las que alimentaran dicha instalación (acometida bifásica 2 fases – 1 neutro).

Resulta que uno o más circuitos deben estar conectados a cada fase (dos fases en este caso). Por ejemplo: C1 y C2 alimentarse en la fase 1 mientras que C3, C4 y C5 en la fase 2, resultando el de la figura 1.

Figura 1. Cuadro de Carga



Aplicación de la fórmula para saberlo:

C1 + C2, están conectados en la fase 1 suman: $3.420 + 2.105 = 5.525 \text{ W}$

C3 + C4 + C5, están conectados en la fase 2 suman: $1.010 + 1.775 + 378 = 3.158 \text{ W}$

Resultado: carga mayor = 5.525 W y carga menor = 3.158 W

Sustituyendo en la fórmula:

$$\%D = (CM - Cm) \times 100/CM = (5.525 - 3.158) (100) / 5.525 = 42,84\%$$

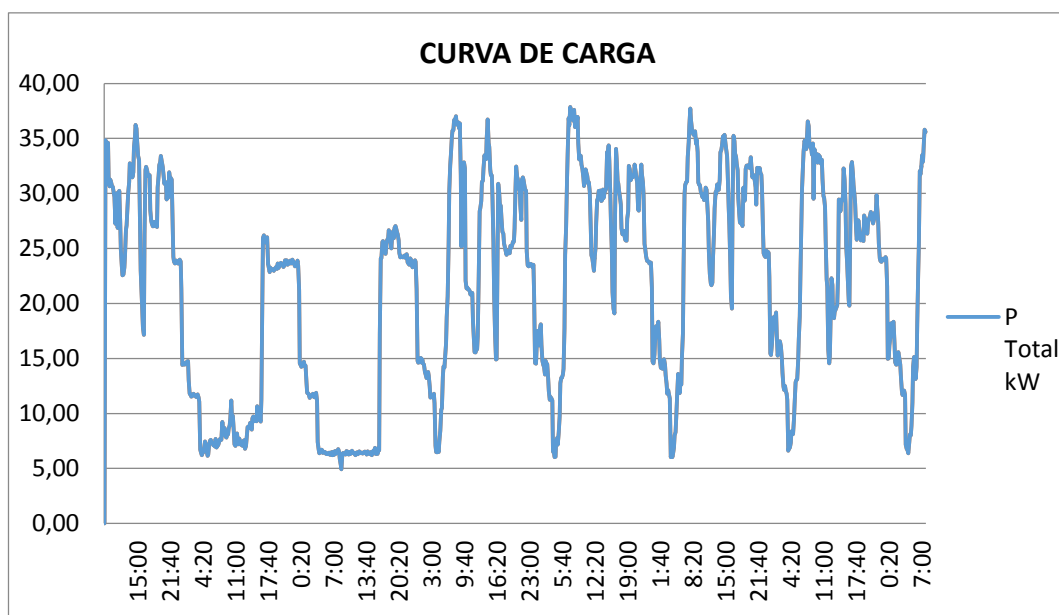
En este caso se necesita “reacomodar” las cargas.

Según el link: <http://catedras.facet.unt.edu.ar/centraleselectricas/wp-content/uploads/sites/19/2014/10/Curvas-de-Carga-y-Generación> (Centrales eléctricasfacet, 19 octubre 2014).

2.5.5.3 Curva de carga eléctrica

Es la representación gráfica de como varía la demanda o carga eléctrica en el transcurso del tiempo por ejemplo figura 2. El intervalo de tiempo elegido para realizar el análisis, puede ser diario, semanal, mensual y anual. La carga no es constante en el período analizado.

Figura 2. Curva de carga



Fuente: Analizador de redes

En las abscisas se representa el tiempo y en las ordenadas la potencia eléctrica demandada. El área que está por debajo de la curva formada, es la energía demandada. La forma de la onda de carga, depende fundamentalmente si es una carga de tipo residencial, comercial, industrial, del día y de la semana.

2.5.5.3.1 Análisis de la curva de carga

Consiste en determinar la potencia instantánea a lo largo del día en un proceso industrial, las muestras en los registradores de energía y potencia

se las puede configurar de acuerdo a la conveniencia del usuario, determinar los potenciales de ahorro de energía generalmente los períodos de registros son cada 5 minutos, 10 minutos, 15 minutos, ½ hora, 1 hora. Mediante este análisis se pretende aplanar la curva de carga; en vista de que en horas pico su costo es mayor por potencia demandada; se desea que la mayor potencia esté fuera de las horas pico para que el factor de coincidencia industrial sea menor a 1 y la institución reciba un subsidio adicional.

2.5.5.4 Demanda

Es la potencia eléctrica de un sistema, medido en los terminales de recepción, promediado en un intervalo de tiempo dado, que se conoce como intervalo de demanda dada, Δt . Generalmente el intervalo de demanda se toma en base de 15 a 60 minutos, pero puede medirse en intervalos de un minuto, 30 minutos, diariamente, mensualmente y anualmente. La unidad de medida de la demanda puede darse en kW, kVA, kVAR entre otros. La demanda se define como la integral de la curva de carga de un sistema, de la forma que se describe a continuación:

$$D = \frac{1}{T} \int_0^T D(t) * dt = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^K Di * dt$$

La ecuación anterior, generalmente se expresa en kW, y se tiene entonces la relación entre la energía medida en un intervalo de tiempo.

$$D = \frac{\text{Energía}(KWh)}{\text{Tiempo}}$$


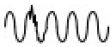
Donde energía puede darse en kWh.

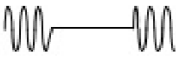
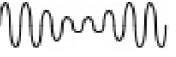

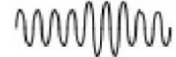

Tiempo (T) puede ser: 1 hora, 1 día, 1 semana, 1 mes, 1 año.



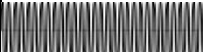
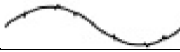
2.5.5.5 Perturbaciones




Se analiza el tipo de perturbación existente en el sistema de distribución de la planta, este análisis se lo realizará de acuerdo a la regulación CONELEC 004/01 y la Norma IEEE 1159 – 1995, esta norma y regulación clasifican a las perturbaciones en siete categorías, según su magnitud, su contenido espectral y duración; a continuación se indican los tipos de perturbaciones:

Tabla 2. Perturbaciones

Categoría de la perturbación	Forma de la onda	Efectos	Posibles causas	Posibles soluciones
Transitorios				
Impulsiva		Pérdida de datos, paro del sistema	Rayos, impulsos de conexión, liberación de fallas de la red	Supresor de transitorios (TVSS)
Oscilatoria		Pérdida de datos, posibles daños	Desconexión de cargas inductivas/capacitivas	Supresor de transitorios, UPS, reactores/bobinas de choque, interruptor de cruce por cero.
Interrupciones				

Inverter		Pérdida de datos, posibles daños, cierre.	Conmutación, fallas de la red, disparo de disyuntores, fallas de componentes	UPS
Bajada de voltaje/Subvoltaje				
Bajada de voltaje		Paro del sistema, pérdida de datos, cierre	Cargas de arranque , fallas	Acondicionado r de energía, UPS
Subvoltaje		Paro del sistema, pérdida de datos, cierre	Fallas de la red y cambios de carga	Acondicionado r de energía, UPS
Aumento de voltaje/sobrevoltaje				
Aumento de voltaje		Disparo por interferencia, daños al equipo, reduce vida útil	Cambios de carga, fallas de la red	Acondicionado r de energía, UPS, transformadores de “control” Ferrorresonante
Sobrevoltaje		Daños al equipo, reduce vida útil	Cambios de carga, fallas de la red	Acondicionado r de energía, UPS, transformadores de “control” Ferrorresonante

Distorsión de la forma de onda				
Desplazamiento por CC.		Transformadores calentados, corriente por falta de masa, disparo por interferencia	Rectificadores, fuentes de alimentación defectuosos	Encontrar el problema y reemplazar el equipo defectuoso
Armónicas		Transformadores calentados, paro del sistema	Cargas electrónicas (cargas no lineales)	Reconfigurar la distribución, instalar transformadores de factor K, usar fuentes conmutadas con PFC
Interarmónicas		Parpadeo de la luz, calentamiento, interferencia de la comunicación	Señales de control, equipos defectuosos, ciclo convertidores, convertidores de frecuencia, motores de inducción, dispositivos de generación de arco	Acondicionador de energía, filtros, UPS
		Paro del sistema,	Mecanismos de velocidad	Reconfigurar la distribución,

Corte intermitente		pérdida de datos	variable, soldadores con arco, atenuadores de luz	trasladar las cargas sensibles, instalar filtros, UPS
Ruido		Detención del sistema, pérdida de datos	Transmisores (radio), equipos defectuosos, masa ineficiente	Quitar transmisores, reconfigurar puesta a tierra, aumentar el blindaje, filtros, transformador de aislamiento
Fluctuaciones de voltaje		Paro del sistema, parpadeo de luces	Funcionamiento intermitente de los equipos de carga	Reconfigurar la distribución, trasladar las cargas sensibles, acondicionadores de energía, UPS
Variaciones de la frecuencia eléctrica		Falla del equipo sincrónico, sin efecto sobre los equipos informáticos	Generadores de reserva regulados en forma ineficiente	Actualizar el regulador del generador

Fuente: Norma IEEE 1159 – 1995 y regulación CONELEC 004/01

2.5.5.6 Cálculo de conductores eléctricos

Se indica como calcular la capacidad de conducción de corriente para conductores eléctricos en tubería conduit de acuerdo con la norma de instalaciones eléctricas NOM-001-SEDE-2005:

Elegir el tipo de conductor en función de su aplicación, materiales, construcción y temperatura. Se recomienda consultar catálogos.

Determinar la corriente nominal de la carga, utilizando las fórmulas siguientes:

Tabla 3. Fórmulas de potencia

Potencia	C.A. 1 ϕ	C.A. 3 ϕ
HP – Kw	$V * I$	$\sqrt{3} * V * I * \cos \phi$

Fuente: norma de instalaciones eléctricas NOM-001-SEDE-2.005

Donde:

HP = Caballos de fuerza o potencia

kW = Potencia en kilovatios

V = Tensión nominal del sistema en voltios

Cos ϕ = Factor de potencia (valor típico 0,9)

Seleccionar el calibre del conductor de acuerdo con su capacidad de conducción de corriente del cable, que depende del tipo del aislamiento, de la temperatura de operación y del método de instalación, utilizando la tabla 4.

Tabla 4. Conductores eléctricos TTU

Conductor de cobre blando, aislado con XLPE, cableado clase P, cubierta exterior PVC								
Especificación ICEA S-66-5524								
Instalaciones industriales en conduit, subterráneos, escalerillas, bandejas y enterrado directo, temperatura máxima 90°C.								
Color negro								
Calibre AWG-MCM	# de hilos	Espesor aislamiento (mm)	Espesor cubierta exterior (mm)	Diámetro exterior (mm)	Radio mínimo de curvatura (mm)	Capacidad (A)		Peso aprox. Kg/km
						Aire	canalizados	
1/0	19	1,40	1,14	15,7	63	260	170	629
2/0	19	1,40	1,14	16,9	68	300	195	774
3/0	19	1,40	1,14	18,3	73	350	225	956
4/0	19	1,40	1,14	19,9	80	405	260	1.184

Fuente: Conductores bajo voltaje TTU ICONEL

A menos que se permita otra cosa específicamente en otro lugar, la protección contra sobrecorriente de los conductores, no se debe superar 15 A para 14 AWG, 20 A para 12 AWG y 30 A para 10 AWG, todos de cobre.

Calcular la caída de tensión de la instalación utilizando las fórmulas siguientes:

Monofásico:

$$\Delta V = \frac{2 * Z * L * i}{V_0} * 100$$

Trifásico:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} * Z * L * i}{V_{ff}} * 100$$

Donde:

ΔV = Caída de voltaje en el cable, en %

i = Corriente eléctrica que circula a través del conductor, en A

L = Longitud total del circuito, en km

V_o = Voltaje de fase a neutro, en V

V_{ff} = Voltaje entre fases, en V

Z = Impedancia eléctrica del cable, en Ω/km

Cálculo de la impedancia:

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

Donde:

R = Resistencia del conductor a la temperatura de operación, en Ω/km

X_L = Reactancia inductiva del conductor (Ω/km).

los valores de R y X_L se encuentran en la tabla de conductores en el anexo 8.1.8 Conductores eléctricos en tubo conduit.

La NOM-001-SEDE-2005 indica que la caída de voltaje máxima permitida en la instalación tomando en consideración los cables del circuito alimentador y del circuito derivado, no debe ser mayor del 5%. Para el caso del circuito derivado, la caída de voltaje no deberá ser mayor de 3% y debe considerarse una caída de voltaje máxima de 2% para el circuito alimentador. Si la caída de voltaje resultante del cálculo es mayor a lo anterior, debemos considerar un calibre mayor, volver a realizar los cálculos y verificar que se cumplan los porcentajes de caída de voltaje sugeridos.

2.5.5.7 Código de colores

La norma UNE 20434 regula el "Sistema de designación de los cables". En concreto, indica las especificaciones que deben reunir los cables eléctricos aislados de tensión asignada hasta 450/750 V. Estas especificaciones son de aplicación en todos los países de la Unión

Europea, ya que la norma se basa en el Documento de Armonización HD 361 de CENELEC (Comité Europeo de Normalización Electrotécnica). Elección de colores del alambre de acuerdo a las normas eléctricas NEC.

Circuito de dos alambres: blanco, negro

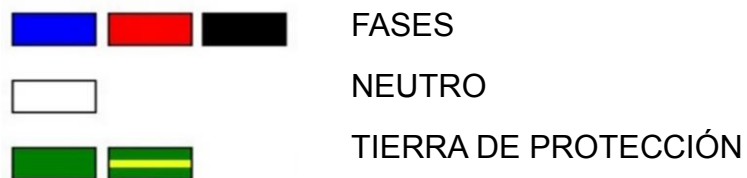
Circuito de tres alambres: blanco, negro, rojo

Circuito de cuatro alambres: blanco, negro, rojo, azul

Circuito de cinco alambres: blanco, negro, rojo, azul, amarillo

Colores estandarizados.

Figura 3. Código de colores



2.5.5.8 Sistema de iluminación.

La Unión Europea ha emitido la norma UNE EN 15193.

La norma incluye la manera para calcular el consumo de energía de los sistemas de iluminación, en los cuales los valores límites de energía en iluminación deben ser basados, que debe ser tomada en cuenta durante los procedimientos de certificación de energía.

El objetivo del diseño lumínico consiste en crear ambientes agradables, confortables, considerando que las instalaciones lumínicas sean energéticamente sostenibles. La cantidad y calidad de la iluminación van en función del espacio que se va a iluminar y de la actividad que se realiza. Los parámetros para conseguir una iluminación eficiente, son los siguientes:

Nivel de iluminación: iluminancias que se necesitan (niveles de flujo luminoso (lux) que inciden en una superficie).

Distribución de luminarias en el campo visual.

Limitación del deslumbramiento.

Modelado: limitación del contraste de luces y sombras creado por el sistema de iluminación.

Color: color de la luz y la reproducción cromática.

Estética: selección del tipo de iluminación, de las lámparas y de las luminarias.

Alumbrado de interiores

Alumbrado directo: todo el flujo luminoso se dirige al plano de utilización (hacia abajo).

Alumbrado indirecto: todo el flujo luminoso se dirige al techo del local (hacia arriba).

Alumbrado mixto: el flujo luminoso se dirige al techo y al plano de utilización. El alumbrado mixto es semidirecto cuando la mayor parte del flujo luminoso se dirige al plano de trabajo y es semidirecto cuando la mayor parte del flujo luminoso se dirige hacia el techo.

2.5.5.8.1 Cálculo de iluminación en interiores

Se utiliza el método del rendimiento de la iluminación y se procede de la forma siguiente (García, 2010, p. 258):

Conociendo la superficie del local (S) y la iluminación necesaria (E), se calcula el flujo útil ϕ_u

$$\phi_u = E * S$$

El flujo total necesario ϕ es el cociente entre el flujo útil y el rendimiento de la iluminación η

$$\phi_t = \frac{\phi}{\eta}$$

El rendimiento de la iluminación se describe en tablas en función del tipo de alumbrado, de la luminaria, de su conservación, de las dimensiones del local, del color del techo, paredes, suelo y de la altura a la que se hallan suspendidas las lámparas sobre el plano de trabajo o utilización (de 0,85 m a 1 m del suelo en iluminación directa o semidirecta).

Como valores orientativos del rendimiento de iluminación en un local con techo y paredes claros pueden utilizarse los siguientes:

Alumbrado directo: $\eta = 0,5$

Alumbrado semidirecto: $\eta = 0,4$

Alumbrado indirecto: $\eta = 0,3$

Con las paredes y techos de colores muy oscuros (verde oscuro, azul oscuro, etc.) el rendimiento de la iluminación se reduce a la mitad.

El número de lámparas n_L necesarias, siendo el flujo por lámpara ϕ_L se calcula de la forma siguiente:

$$n_L = \frac{\phi}{\phi_L}$$

Niveles de iluminación

Los niveles de iluminación que se recomiendan para un local dependen de las actividades que se realicen en él. En la siguiente tabla 5, se muestran los niveles de iluminación adecuados para interiores según el Código Eléctrico Nacional, Ley N° 93-319, niveles de iluminación edificios, NEC 2005 (USA).

Tabla 5. Niveles de iluminación

Tareas y clases de local	Niveles de iluminación (lux)
Oficinas generales con salas de tipo de actividades realizadas en computadoras .	300
Salas de conferencia	300
Archivos	200
Salones, auditorios	200
Áreas de circulación, corredores	150
Vestidores, baños	200
Almacenes, bodegas	200

Fuente: Niveles de iluminación NEC 2005 (USA).

2.5.6 Fase 3, evaluación de medidas de ahorro energético

Las medidas propuestas por el auditor deben analizarse técnicamente y detallar el valor económico de inversión. Una vez examinadas todas las posibles alternativas de ahorro energético, se considerará con la metodología siguiente:

2.5.6.1 Tipo de medidas de ahorro energético

- Mejora de eficiencia en la distribución de energía
- Mejora de eficiencia en el consumo energético de los equipos

Para cada medida se debería evaluar el ahorro energético.

Para calcular el ahorro energético de la medida propuesta se deberá realizar, el análisis del consumo energético del equipo y debe compararse con el de uso actual, obteniéndose el ahorro potencial de la medida.

2.5.6.1.1 Valor actual neto (VAN)

El VAN permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. Consiste en actualizar mediante una tasa todos los flujos de caja del proyecto. La fórmula que nos permite calcular el (VAN) es:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

V_t representa los flujos de caja en cada periodo t.

I_0 es el valor del desembolso inicial de la inversión.

n es el número de períodos considerado.

k es la tasa de renta fija utilizada.

Tabla 6. Significado del VAN

Valor	Significado	Decisión a tomar
VAN > 0	La inversión produciría ganancias por encima de la rentabilidad exigida (r)	El proyecto puede aceptarse

VAN < 0	La inversión produciría pérdidas por debajo de la rentabilidad exigida (r)	El proyecto debería impugnarse
VAN = 0	La inversión no produciría ni ganancias ni pérdidas	Dado que el proyecto no agrega el valor monetario por encima de la rentabilidad exigida (r), la decisión debería basarse en otros criterios.

2.5.6.1.2 Tasa interna de retorno (TIR)

La TIR de una inversión es la tasa de interés con el cual el valor actual neto es igual a cero. Es un indicador de la rentabilidad de un proyecto, a mayor TIR, mayor rentabilidad. Se utiliza para decidir la aceptación o rechazo de un proyecto.

Analíticamente la TIR se determina como:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_{Ft}}{(1 + TIR)^t} - I_0 = 0$$

En la ecuación se observa que se requiere un análisis largo para obtener el valor de la TIR.

2.5.6.1.3 Período de recuperación

El período de recuperación de la inversión es la medida de conveniencia económica elemental.

El período de recuperación simple (PRS) en años será:

$$PRS = \frac{\text{Inversión de capital}}{\text{Ahorros anuales netos}}$$

Mientras menor tiempo se demore en recuperar la inversión con referencia al tiempo de vida del producto, en el cual se invierte, más factible es el proyecto.

2.5.6.1.4 Relación costo beneficio (RCB)

Es la relación entre el valor actual neto de los costos (VANC) y el valor actual neto de los beneficios (VANB).

$$RCB = \frac{VANB}{VANC}$$

Para que un proyecto sea económicamente viable los valores límites de los diferentes criterios de evaluación son los siguientes:

- Valor actual neto mayor que cero. **VAN > 0.**
- Tasa interna de retorno mayor que tasa de descuento. **TIR > K.**
- Período de recuperación de la inversión menor que la vida útil. **PRS < n.**
- Relación costo/beneficio menor que 1. **RCB < 1.**

2.6 Glosario de términos

Potencia activa: término utilizado para potencia cuando es necesario distinguir entre potencia aparente, potencia compleja y sus componentes, y potencia activa.

Calibración: ajuste de un dispositivo de medida, para que el error se encuentre dentro de la normativa establecida por el instrumento de medida de parámetros eléctricos y lumínicos.

Frecuencia: en sistemas de corriente alterna, velocidad a la que la corriente cambia de dirección, expresada en hercios (ciclos por segundo); Medida del número de ciclos completos de una forma de onda por unidad de tiempo.

Inductancia: propiedad de un circuito por la cual un cambio de la corriente da lugar a una fuerza electromotriz. Componente magnética de la impedancia.

KVA: 1) potencia aparente expresada en mil Voltio-Amperios. 2) El Kilovoltio-Amperio designa la potencia de salida que puede generar un transformador a tensión y frecuencia nominales sin superar un aumento de temperatura determinado.

Drivers: elemento software también llamado manejador de dispositivo, controlador de dispositivo o driver.

Parámetros eléctricos: también llamado variables eléctricas como, voltaje, corriente, potencia entre otros.

Distorsiones: es el cambio o la variación de la señal de salida con respecto a la señal de entrada.

HMI: interfaz humano máquina.

PLC: es una computadora utilizada en la ingeniería, para automatizar procesos industriales, tales como el control de la maquinaria de la fábrica en líneas de monta.

PROFINET: es un puerto integrado para comunicarse con paneles HMI o una CPU.

STEP 7: es un software de programación del PLC

SIMATIC: Es el software de ingeniería más conocido y utilizado en la automatización industrial en todo el mundo.

Ethernet: es una popular tecnología LAN (Red de Área Local) que utiliza el acceso múltiple con portadora y detección de colisiones entre estaciones con diversos tipos de cables.

CAPÍTULO III

3 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de investigación

El presente proyecto tecnológico conlleva a conocer la situación actual de los circuitos eléctricos, lumínicos y si existe o no el uso eficiente de la energía eléctrica del edificio central de la Universidad Técnica del Norte. Dentro de los tipos de investigación se utilizó los siguientes:

3.1.1 Investigación documental

Se utilizó principalmente consultas en diversas fuentes de investigación como son: libros, tesis, base de datos, revistas, manuales, folletos, CD's entre otros. Ya que para esta investigación fue necesario disponer de todas estas fuentes de información.

3.1.2 Investigación de campo

El estudio se desarrolló en el lugar propio de los hechos, mediante el uso de equipos e instrumentos eléctricos como son: pinza amperimétrica, luxómetro y analizador de red fluke, los cuales fueron de gran ayuda para realizar el levantamiento de las cargas y las mediciones de los diferentes parámetros eléctricos y lumínicos, determinando así las condiciones operativas en las que se encontraban las cargas eléctricas del edificio central.

3.2 Métodos.

3.2.1 Método deductivo

De acuerdo a Leiva (2010) “Éste método sigue un proceso sintético – analítico, es decirse presentan conceptos, principios definiciones, leyes o normas generales de las cuales se extraen conclusiones o consecuencias en las que se aplican o se examinan casos particulares sobre la base de las afirmaciones generales presentadas” (p. 26)

Este método permitió establecer el marco teórico en base a una teoría general que en este caso es la auditoría energética y desglosarla hasta las teorías más pequeñas relacionadas con la misma.

3.2.2 Método inductivo

De acuerdo a Leiva (2010) “Éste método sigue un proceso analítico – sintético mediante el cual se parte del estudio de casos, hechos o fenómenos particulares para llegar al descubrimiento de un principio o ley general que los rige” (p. 25)

Éste método permitió elaborar el marco teórico partiendo de los casos particulares, y a partir de allí establecer teorías más generales.

3.3 Técnicas e instrumentos

Las técnicas e instrumentos fueron el desarrollo del informe técnico final en el cual se describen las alternativas para lograr el ahorro energético, el diseño e implementación del tablero didáctico, utilizando módulos de aprendizaje el que consiste en un interfaz con los parámetros eléctricos y los estudiantes.

CAPÍTULO IV

4 AUDITORÍA ENERGÉTICA EN EL EDIFICIO CENTRAL

4.1 Análisis y diagnóstico de resultados.

4.1.1 Objetivo

Disminuir el consumo energético, analizando el uso de la energía eléctrica.

4.1.2 Alcance de la auditoría energética en el edificio central

Analizar el suministro eléctrico que provee EMELNORTE,

Analizar el sistema de distribución eléctrico.

Analizar las instalaciones lumínicas que participan en el consumo energético.

4.1.3 Materiales necesarios para realizar la auditoría en el edificio central

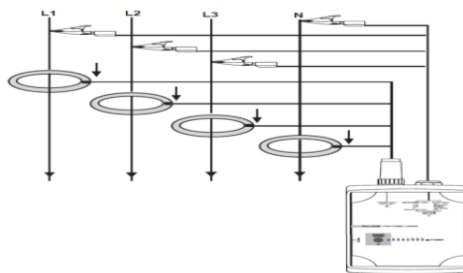
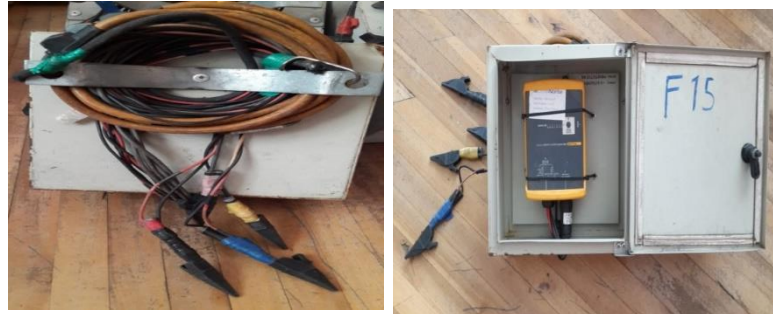
4.1.3.1 Analizador de redes Fluke.

Tabla 7. Características técnicas del analizador de redes

Marca: FLUKE	Modelo: 1744
Intervalo de medición: diez minutos	
Parámetros del análisis:	
Potencia activa, reactiva, aparente	Armónicos totales de voltaje y corriente (THD)
Voltaje, Corriente	Fliker
Factor de potencia	Energía activa, reactiva

Fuente: Manual analizador de redes Fluke 1744

Figura 4. Analizador de redes Fluke 1744



Fuente: Manual analizador de redes Fluke 1744

4.1.3.2 Pinza amperimétrica

Especificaciones:

Tabla 8. Características técnicas de la pinza amperimétrica

Mediciones exactas con una precisión básica del 1.8%.	Medición de resistencia de hasta 400 Ω
Resolución de hasta 0.01 A y 0.1 V	Continuidad para comprobación rápida de cortos
Mide corrientes de AC de hasta 400 V	Función de retención de valores en pantalla
Mide voltios AC de hasta 600 V	Indicador automático de batería baja
Mide voltios DC de hasta 600 V	

Fuente: Catálogo pinza amperimétrica

4.1.3.3 Luxómetro digital.

Especificaciones:

Tabla 9. Características técnicas del luxómetro digital

Compatible con unidades de nivel de iluminación Lux y FC.	Memoria interna de hasta 7000 muestras.
Indicador de sobrecarga y batería baja.	Visor digital de 3,5"
Interface USB	monitorización en tiempo real
Sensor basado en foto-diodo y filtro.	Respuesta espectral CIE.
Cumple JISC 1609: 1993 y CNS 5119 clase A genérica.	

Fuente: Catálogo luxómetro

4.1.4 Fase 1.

4.1.4.1 Análisis de la estructura energética del edificio central

El edificio central está ubicado en la ciudadela universitaria, en el Olivo, entre la avenida 17 de julio y panamericana norte; el mismo que se abastece de energía eléctrica del circuito J1 de la subestación eléctrica Ajaví, perteneciente a la concesión de la empresa pública EMELNORTE. Mediante un transformador trifásico de 37.5 kVA, ubicado en una estructura tipo "H", la cual se encuentra junto al edificio central.

En la información preliminar no se consiguieron planos eléctricos ni planos de iluminación del edificio, solo se contemplan esquemas arquitectónicos, los mismos que se adjuntan en los anexos 8.1.1 Anexos de esquemas arquitectónicos existentes

4.1.4.2 Actividad y proceso productivo del edificio central

En el edificio central se llevan a cabo actividades administrativas y el funcionamiento de la radio y televisión universitaria; todas las áreas administrativas, las cuales contemplan el uso de equipos informáticos e iluminación tienen un período de funcionamiento promedio de 9 horas diarias entre los días lunes a viernes a excepción de días feriados y vacaciones. Los sets de radio, televisión y edición tienen un promedio de operación de 7 horas al día de lunes a viernes; las áreas programación funcionan las 24 horas del día ininterrumpidamente, aquí se operan equipos informáticos, audio, video e iluminación.

A continuación se realiza la descripción arquitectónica de cada una de las áreas que conforman el edificio central.

4.1.4.3 Descripción general del edificio central

El estudio de auditoria energética, se realizó en un edificio perteneciente al sector institucional educativo, en dicho edificio se llevan a cabo actividades administrativas de la Universidad Técnica del Norte, se procede a realizar los respectivos inventarios de: estructura arquitectónica, equipos informático y luminarias. A continuación se detalla un distributivo de las áreas que conforman el edificio central:

Tabla 10. Distributivo de áreas generales en el edificio central

PLANTA BAJA	ÁREA (m²)
Coordinación de Vinculación	154,20
CUDYC	123,80
Oficina del Estudiante	239,30
Departamento Financiero	95,25

Adquisiciones.	23,90
Guardia.	20,20
Almacén Universitario	128,95
Centro de Cómputo y Programadores	203,25
Gestión de Talento Humano	57,35
PRIMER PISO ALTO	
Rectorado	155,25
H.C.U.	108,50
Secretaría General	32,50
Relacionado Público	38,00
Vicerrectorado Administrativo	64,00
Vicerrectorado Académico	154,30
Procuraduría	75,90
Archivo	48,00
SEGUNDO PISO ALTO	
Planeamiento	75,50
Analistas Planeamiento	40,20
Sala José Martí	170,85
Comisión de Evaluación	134,75
Investigadores CUICYT	29,75
CUICYT	90,65
Sala Francisco de Orellana	48,00
TERCER PISO ALTO	
UTV	155,60
Radio UTN	80,65
Oficina Radio y UTV	62,50
Unidad de Mantenimiento	80,60

Comunicación Organizacional	63,25
Analista Jurídico	121,85

Fuente: Autores.

En la siguiente tabla se resume el cuadro de carga del edificio central, el mismo que esta conpuesto por equipos informáticos de oficina.

Tabla 11. Total de equipos

Equipo	Cantidad	Potencia (W)	
Ordenador	Samsung Syng Master	5	130,54
	HACER	2	184,5
	Samsung	7	249
	LG	32	246
Impresora	HP Laserjet P2055dn	4	750
	Epson	1	356
	HP Laserjet	9	550
	OKI MICROLINE	1	246
	Xerox	6	307
	HP LaserJet CP3505	1	785
	HP 1200	2	370
	HP 2055	1	570
	Samsung ML2010	8	553,5
	Xerox	10	495
	HP Laser	4	602
	Epson	2	10
	Scanner	HP Scanjet N8920	2
HP Scanjet		7	112
	Xerox	2	1476
	HO LaserJet CM2320	2	738

Copiadora	Canon	1	848
	Canon Image RUNNER	5	984
Potencia total			50,657Kw

Fuente: Autores

Se realizó el levantamiento del número total de luminarias dispuestas en cada área del edificio. Información que se presenta a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 12. Total de luminarias

TIPO		CANTIDAD TOTAL
Led		87
Fluorescente	2X40 W	106
	3X32 W	161
Ahorrador		36
Incandescente		43

Fuente: Autores

4.1.4.4 Estructura del consumo energético del edificio central, mediciones de parámetros eléctricos en el suministro energético y sistema productivo

Las mediciones se realizaron en cada una de las áreas que conforman el edificio central, en cada tablero de distribución y en el transformador de alimentación, el cual, tiene una potencia de 75 kVA, se realizaron mediciones durante una semana ininterrumpida con un equipo analizador de redes, las mediciones de los parámetros eléctricos se las realizó de acuerdo a la normativa del ARCONEL, el cual establece un mínimo de 1008 mediciones, el equipo analizador de red fue facilitado por la empresa eléctrica EMELNORTE.

Los parámetros eléctricos que fueron medidos son: voltaje, corrientes, factor de potencia, potencia activa, flicker, armónicos de voltaje y de corriente. Se realizaron estas mediciones con el fin de determinar sus valores actuales y compararlos con los valores recomendados por las normas. La evaluación técnica de resultados obtenidos se la realizó de la siguiente forma:

Aceptable: el valor obtenido de acuerdo a las mediciones, está dentro de los límites admisibles por los estándares o normas.

Fallo: el valor obtenido de acuerdo a las mediciones, no está dentro de los límites admisibles por los estándares o normas.

4.1.4.4.1 Suministro energético y sistema productivo

Se realizaron mediciones de los parámetros eléctricos en la salida del transformador; al inicio de la acometida que energiza al edificio central, las mediciones se las realizaron de acuerdo a la regulación CONELEC 004/01; obteniendo como resultado el informe de mediciones, que se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 13. Informe de mediciones de la acometida

Informe técnico			
Cliente	Universidad Técnica del Norte	Tipo	Privado
Subestación	Ajaví	Potencia	75 kVA
Alimentador	J1	Poste	0
Lugar	Ibarra	Nº	0
Trafo. Nº	0	Dirección	Av. 17 de Julio
Análisis realizados para valores promedios			

IMAX	Fase 1	95 A	IPROM	Fase 1	55,95 A
IMAX	Fase 2	102,60 A	IPROM	Fase 2	54,41 A
IMAX	Fase 3	128,10 A	IPROM	Fase 3	72,22 A
IMAX	Neutro	23,60 A	IPROM	Neutro	11,76 A
Cargabilidad del transformador		51,65%			
Nivel de voltaje (fase-neutro)					
Voltaje nominal				127 V	
Voltaje medio				128,36 V	
Voltaje mínimo				124,03 V	
Voltaje máximo				132,17 V	
Porcentaje de mediciones fuera del límite respecto del 5% admisible				1.5 %	
Nivel de voltaje dentro del rango de la Normativa					
Factor de potencia					
Límite del factor de potencia				0,92	
Factor de potencia total promedio				0,93	
Factor de potencia total mínimo				0,84	
Factor de potencia total máximo				0,98	
Porcentaje de mediciones fuera del límite respecto del 5% admisible				3,55%	

El nivel de Factor de potencia SI CUMPLE con el valor de la normativa				
Flicker				
Límite máximo del flicker				1,00
Nivel de flicker promedio				0,37
Nivel de flicker mínimo				-
Nivel de flicker máximo				1,92
Porcentaje de mediciones fuera del límite respecto del 5% admisible				2,08%
Flicker (parpadeo) dentro del límite de la normativa				
THD de voltaje (%)				
Límite de THDv				8%
Nivel de THD de voltaje medio				1,28%
Nivel de THD de voltaje máximo				2,18%
Nivel de THD de voltaje mínimo				0,50%
Porcentaje de mediciones fuera del límite respecto del 5% admisible				2.8%
THDv se encuentra dentro del límite de la normativa				
Energía registrada durante el período de medición				3,616 kwh

Fuente: Analizador de redes

4.1.4.4.2 Cálculo del calibre del conductor de la acometida del edificio central

En la siguiente tabla se describe el valor de las corrientes en cada una de las fases en el tablero de distribución principal, de las cuales se provee de energía eléctrica el edificio central:

Tabla 14. Carga del edificio central

ubicación	PARÁMETRO MEDIDO	FASE A	FASE B	FASE C
Tablero principal	Corriente promedio (A)	74,2	91	87,1

Fuente: analizador de redes

Se verifica en la tabla 4 el calibre de conductor, de acuerdo a la capacidad de conducción de corriente.

Cálculo:

Se encuentra instalado el conductor TTU 2/0, debido a las características de aislamiento y temperatura de operación, se procede a corregir la caída de voltaje, con la siguiente fórmula:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} * Z * L * i}{V_{ff}} * 100 = \frac{\sqrt{3} * 0,36 * 0,070 * 91}{128,3} * 100 = 3,096\%$$

El valor de impedancia se toma de la tabla de conductores de anexos 8.1.8

Conductores eléctricos en tubo conduit: $Z = 0,36$

Este sistema de acometida no cumple con el nivel de caída de voltaje máximo permitido por la norma NOM-001-SEDE-2005, se sugiere el

cambio para cumplir el nivel máximo de caída de voltaje, por efectos de calentamiento del conductor y por sobrepasar el período de vida útil.

Se realizaron mediciones de voltaje y corriente en cada uno de los tableros de distribución para determinar la ubicación de los tableros de distribución, capacidad de corriente, tipo de conductor y estado en el que se encuentran los mismos. En la siguiente tabla se muestran los valores de los parámetros eléctricos medidos en cada tablero de distribución.

Tabla 15. Mediciones con el multímetro en el tablero principal y los tableros de distribución de cada planta

	Fase	Corriente (A)	Voltaje (V)	Observaciones
Tablero Principal	A	58,3	127	Calentamiento de conductores
	B	104,3		
	C	62,7		
Planta Baja	A	11,8	126	Capacidad de interruptores al límite
	B	22,5		
	C	45,2		
Piso 1	A	18,1	122	50% de disponibilidad de puntos de conexión
	B	18,4		
Piso 2	A	4	124	tablero sobredimensionado
	C	9,8		
Piso 3	B	20,7	123	Tablero sobredimensionado
	C	25,4		
Radio y TV	A	7,7	217	Circuito expreso
	C	7,5		

Fuente: Autores

4.1.4.4.3 Mediciones en el tablero principal y en la distribución a cada piso

En la siguiente tabla se muestran los valores de los parámetros eléctricos medidos en el tablero de distribución principal.

Tabla 16. Tablero de distribución principal

TABLERO PRINCIPAL			
Conductor de entrada tipo TTU # 2/0 y neutro de cobre desnudo 1/0			
Conductro de salida tipo TTU #2/0 a 3 barras de distribución			
Interruptor principal CHNT tipo trifásico de caja moldeada de 200 A			
Longitud aproximada: 70 metros			
Compuesto por:			
Capacidad de interruptor (A)	Corriente medida (A)	Modelo	Conductor de salida
80	20,3	Trifásico EBASEE	Tw #4 AWG
	24,9		
	4,4		
80	10	Trifásico EBASEE	Tw #6 AWG
	18		
	18,3		
80	13	Trifásico EBASEE	Tw #4 AWG
	47		
	21,8		
80	9,2	Trifásico EBASEE	Tw #4 AWG
	8,9		
	8,3		
63	4,2	Trifásico Merlin Gerin	Tw #8 AWG
	3,7		
	8,8		

Se concluye que hay sobrecalentamiento en los conductores de entrada al tablero, se observa presencia de hollín en las borneras de entrada del interruptor principal, hay desbalance de cargas, cada uno de los interruptores y los conductores de distribución a los tableros de cada piso están bien dimensionados.

4.1.4.4 Mediciones en el tablero de planta baja y en la distribución a cada oficina

En la siguiente tabla se muestran los valores de los parámetros eléctricos medidos en el tablero de distribución de la planta baja.

Tabla 17. Tablero de distribución de planta baja y distribución a las oficinas

TABLERO PLANTA BAJA			
Conductor de entrada tipo TW #4 AWG			
Tipo Squar D Andina, trifásico con neutro			
Dispuesto de 19 interruptores monofásicos, 1 bifásico			
Compuesto por:			
Capacidad de interruptor (A)	Corriente medida (A)	Modelo	Conductor de salida
15	6,4	Squar D Andina monopolar	Cobre sólido #12 AWG
20	6,2		
20	3,1		
20	7,8		
20	1,1		
20	1,4		
20	2		
30	1		
63	13		
63	1,6	Squar D Andina bipolar	Cobre sólido #8 AWG
	3,8		

En este tablero hay desbalance de carga, el tablero se encuentra al límite de su capacidad de puntos de conexión de interruptores, cada uno de los interruptores y los conductores de distribución están bien dimensionados.

4.1.4.4.5 Mediciones en el tablero del piso 1 y en la distribución a cada oficina

En la siguiente tabla se muestran los valores de los parámetros eléctricos medidos en el tablero de distribución del piso 1.

Tabla 18. Tablero de distribución del piso 1 y distribución a las oficinas

TABLERO PISO 1			
Conductor de entrada tipo TW #4 AWG			
Tipo Squar D Andina, bifásico con neutro			
Dispuesto de 9 interruptores monofásico			
Compuesto por:			
Capacidad de interruptor (A)	Corriente medida (A)	Modelo	Conductor de salida
30	3,8	Squar D Andina	Cobre sólido #12 AWG
20	1		
20	2,1		
20	5,7		
20	6		
30	5,2		
30	3,1		
20	2,5		
20	4,6		

El tablero tiene un 50% de disponibilidad de puntos de conexión de interruptores termomagnéticos, la capa de aislamiento en los conductores de entrada tienen color amarillento, por lo que se sugiere el cambio de este conductor. Cada uno de los interruptores y los conductores de distribución a las oficinas están bien dimensionados.

4.1.4.4.6 Mediciones en el tablero del piso 2 y en la distribución a cada oficina

En la siguiente tabla se muestran los valores de los parámetros eléctricos medidos en el tablero de distribución del piso 2.

Tabla 19. Tablero de distribución del piso 2 y distribución a las oficinas

TABLERO PISO 2			
Conductor de entrada tipo TW #4 AWG			
Tipo Squar D Andina, bifásico con neutro			
Dispuesto de 4 interruptores monofásico			
Compuesto por:			
Capacidad de interruptor (A)	Corriente medida (A)	Modelo	Conductor de salida
20	4	Squar D Andina	Cobre sólido #12 AWG
20	4,1		
30	1,2		
32	3,1		

El tablero esta sobredimensionado, cada uno de los interruptores y los conductores de distribución a las oficinas están bien dimensionados.

4.1.4.4.7 Mediciones en el tablero del piso 3 y en la distribución a cada oficina.

En la siguiente tabla se muestran los valores de los parámetros eléctricos medidos en el tablero de distribución del piso 3.

Tabla 20. Tablero de distribución del piso 3 y distribución a las oficinas

TABLERO PISO 3			
Conductor de entrada tipo TW #4 AWG			
Tipo Squar D Andina, trifásico con neutro			
Dispuesto de 9 interruptores monofásico			
Compuesto por:			
Capacidad de interruptor (A)	Corriente medida (A)	Modelo	Conductor de salida
30	3	Square D Andina	Cobre sólido #10 AWG
20	2,4		
30	6		
30	4,6		
40	6,7		
40	1,7		
30	7,6		
30	7,1		
30	1,7		Cobre sólido #12 AWG

El tablero esta sobredimensionado, cada uno de los interruptores y los conductores de distribución a las oficinas están bien dimensionados.

4.1.4.4.8 Mediciones en el tablero de radio, tv y en la distribución a cada oficina.

En la siguiente tabla se muestran los valores de los parámetros eléctricos medidos en el tablero de distribución de radio y tv.

Tabla 21. Tablero de distribución radio y tv

TABLERO RADIO Y TV			
Conductor de entrada tipo TW #4 AWG			
Interruptor bifásico de caja moldeada de 70 A			
Longitud aproximada: 16 metros			
Compuesto por:			
Capacidad de interruptor (A)	Corriente medida (A)	Modelo	Conductor de salida
70	7,7	Caja moldeada	TW #4 AWG
	7,5		

Fuente: Autores

Los valores de voltaje en cada uno de los tableros de distribución se encuentran dentro de los límites establecidos por la norma. Los interruptores termomagnéticos son antiguos. Los interruptores y los conductores de entrada y salida de cada uno de los tableros se encuentran dentro de los niveles de capacidad de conducción de corriente que indica el fabricante. Al no existir planos eléctricos del edificio central, se procede a realizar los planos eléctricos y lumínicos de cada una de los pisos, los mismos que se adjuntan en los anexos 8.1.5 Anexo de planos eléctricos y lumínicos del edificio central.

4.1.5 Fase 2. Eficiencia energética en el sistema de distribución de energía en el edificio central

Se procede al análisis de las medidas obtenidas por los instrumentos de medida utilizados en la acometida, tablero de distribución y oficinas del edificio central, con el fin de proponer mejoras energéticas y disminuir las pérdidas.

4.1.5.1 Balance de cargas

Cálculo para determinar el balance de cargas en cada uno de los tableros de distribución del edificio central y propuesta de mejora.

$$\%D = (CM - cm) \times 100 / CM$$

En la siguiente tabla se muestran los valores de los parámetros eléctricos medidos en los tableros de distribución.

Tabla 22. Corrientes medidas en los tableros de distribución

		Tablero principal	Tablero planta baja	Tablero piso 1	Tablero piso 2	Tablero piso 3	Tablero radio y TV
IMAX (A)	Fase A	58,3	11,8	18,1	4	25,4	
IMAX (A)	Fase B	104,3	22,5	18,4	9,8	20,7	7,5
IMAX (A)	Fase C	62,7	45,2				7,7

Fuente: Analizador de redes.

Cálculo del balance carga del tablero de distribución principal.

$$\%D = \frac{(CM - cm) \times 100}{CM} = \frac{(104,3 - 58,3) \times 100}{104,3} = 44,1\%$$

En este caso se necesita reacomodar las cargas, hasta obtener un porcentaje dentro del 5%.

Se propone realizar el ajuste que se describe a continuación para que el balance de cargas esté dentro del nivel permitido por la normativa.

El tablero principal es trifásico, en el cual se sugiere conectar a la fase 1 los interruptores de: (63, 80) amperios; en la fase 2 se conectará el interruptor de: (80) amperios y en la fase 3 irán los interruptores de: (80, 80) amperios; obteniendo como resultado corrientes totales de: (72,5 ; 72,3 ; 72,6) amperios, en cada una de las fases de entrada al tablero, aplicando la fórmula se tiene:

$$\%D = \frac{(CM - cm) \times 100}{CM} = \frac{(72,6 - 72,3) \times 100}{72,6} = 4,13\%$$

De esta manera queda comprobado que el cambio de los interruptores afianzan que el porcentaje está dentro del 5% admisible.

Cálculo del balance carga del tablero de distribución de planta baja.

$$\%D = \frac{(CM - cm) \times 100}{CM} = \frac{(45,2 - 11,8) \times 100}{45,2} = 73,9\%$$

En este caso se necesita reacomodar las cargas, hasta obtener un porcentaje dentro del 5%.

Se propone realizar el ajuste que se describe a continuación para que el balance de cargas esté dentro del nivel permitido por la normativa.

En la planta baja se dispone de un tablero trifásico, en el cual se sugiere conectar a la fase 1 los interruptores de: (15, 20, 20, 20, 20) amperios; en la fase 2 se conectarán los interruptores de: (20, 20, 20, 20) amperios y en la fase 3 irán los interruptores de: (30, 63, 63) amperios; obteniendo como resultado corrientes totales de: (20,6 ; 20,4 ; 20,8) amperios, en cada una de las fases de entrada al tablero, aplicando la fórmula se tiene:

$$\%D = \frac{(CM - cm) \times 100}{CM} = \frac{(20,8 - 20,4) \times 100}{20,8} = 1,92\%$$

De esta manera queda comprobado que el cambio de los interruptores afianzan que el porcentaje está dentro del 5% admisible.

Cálculo del balance carga del tablero de distribución del piso 1.

$$\%D = \frac{(CM - cm) \times 100}{CM} = \frac{(18,4 - 18,1) \times 100}{18,4} = 1,6\%$$

En este caso no se necesita reacomodar las cargas, debido a que está dentro del 5%.

Cálculo del balance carga del tablero de distribución del piso 2.

$$\%D = \frac{(CM - cm) \times 100}{CM} = \frac{(9,8 - 4) \times 100}{9,8} = 59,2\%$$

En este caso se necesita reacomodar las cargas, hasta obtener un porcentaje dentro del 5%.

En el piso 2 se dispone de un tablero bifásico, en el cual se sugiere realizar la división de los circuitos de alumbrado y ubicar dos interruptores de 15 amperios por lo que se conectarán a la fase 1 los interruptores de: (15, 15, 20) amperios; en la fase 2 se conectarán los interruptores de: (32, 30, 20) amperios, obteniendo como resultado corrientes totales de: (6,1 ; 6,3) amperios, en cada una de las fases de entrada al tablero, aplicando la fórmula se tiene:

$$\%D = \frac{(CM - cm) \times 100}{CM} = \frac{(6,3 - 6,1) \times 100}{6,3} = 3,17 \%$$

De esta manera queda comprobado que el cambio de los interruptores afianzan que el porcentaje está dentro del 5% admisible.

Cálculo del balance carga del tablero de distribución del piso 3.

$$\%D = \frac{(CM - cm) \times 100}{CM} = \frac{(25,4 - 20,7) \times 100}{25,4} = 18,5\%$$

En este caso se necesita reacomodar las cargas, hasta obtener un porcentaje dentro del 5%.

En el piso 3 se dispone de un tablero trifásico pero se alimenta con 2 fases y un neutro, se conectarán a la fase 1 los interruptores de: (30, 20, 30,40,40) amperios; en la fase 2 se conectarán los interruptores de: (30, 30, 30, 30) amperios, obteniendo como resultado corrientes totales de: (22,7 ; 22,4) amperios, en cada una de las fases de entrada al tablero, aplicando la fórmula se tiene:

$$\%D = \frac{(CM - cm) \times 100}{CM} = \frac{(22,7 - 22,4) \times 100}{22,7} = 1,32 \%$$

De esta manera queda comprobado que el cambio de los interruptores afianzan que el porcentaje está dentro del 5% admisible.

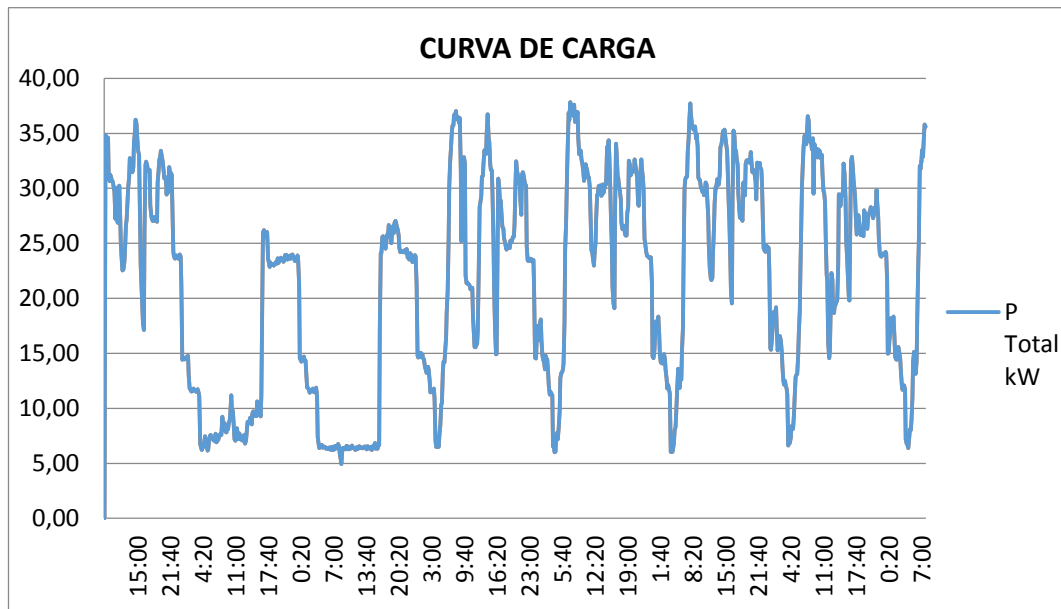
Cálculo del balance carga del tablero de distribución de radio y tv.

$$\%D = \frac{(CM - cm) \times 100}{CM} = \frac{(7,7 - 7,5) \times 100}{7,7} = 2,5\%$$

En este caso no se necesita reacomodar las cargas, debido a que se encuentra dentro del límite establecido.

4.1.5.2 Curva de carga del edificio central

Figura 5. Curva de carga del edificio central



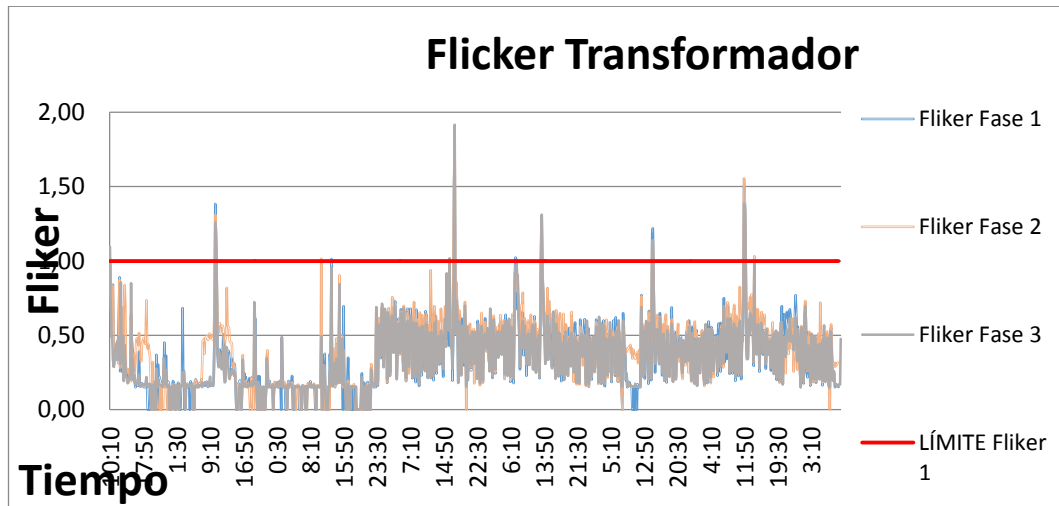
Fuente: analizador de redes

En los días de lunes a viernes dentro del horario de oficina, se registra la mayor carga, debido que este es el período de tiempo en el cual las instalaciones eléctricas y lumínicas se encuentran en completo uso. Teniendo una demanda máxima de 36,1 kW, demanda media de 18 kW y demanda mínima de 5 kW.

4.1.5.3 Perturbaciones presentes en la acometida del edificio central

Los siguientes gráficos, resumen las mediciones realizadas con el analizador de redes, de lo que se concluye que el edificio central presenta las siguientes perturbaciones, las cuales se verifican con la regulación Conelec 004/001.

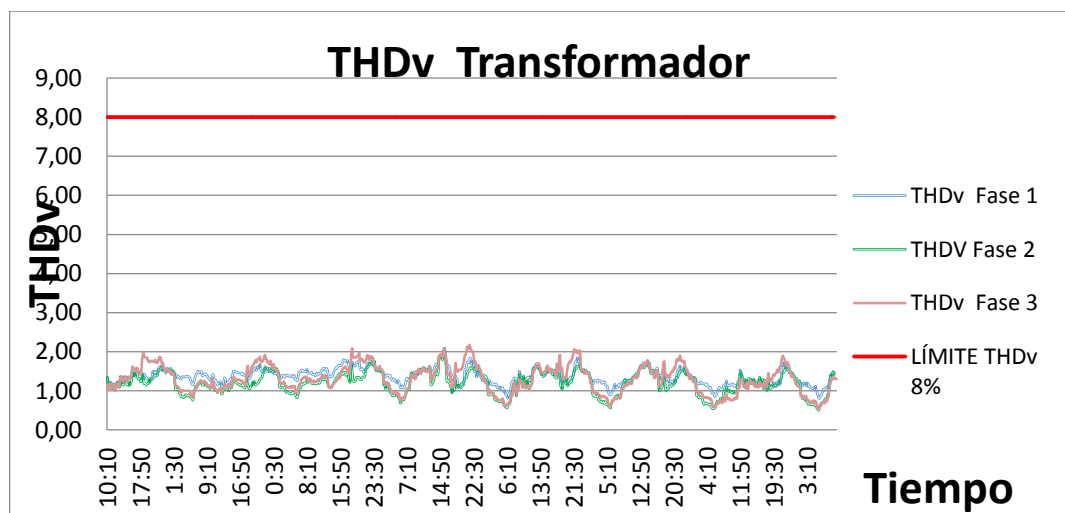
Figura 6 Flicker Transformador



Fuente: Analizador de redes.

El porcentaje de mediciones fuera del limite es de 2,08%, respecto del 5% admisible; el flicker se encuentra dentro del límite de la normativa.

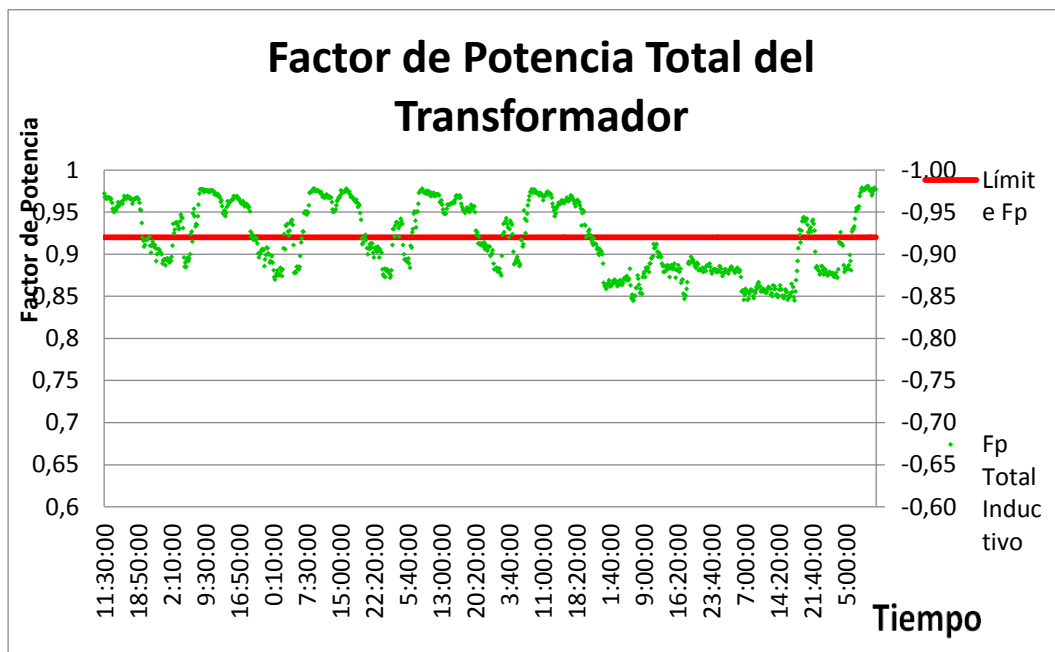
Figura 7. THDv del transformador



Fuente: analizador de redes.

No se registran mediciones fuera del límite, respecto del 5% admisible; el THDv se encuentra dentro del límite de la normativa.

Figura 8. Curva del factor de potencia total



Fuente: Analizador de redes

En la figura se observa que el factor de potencia verdadero diario oscila entre $\pm 0,85$ y $\pm 0,96$ y presenta factor de potencia conforme pasa el tiempo. El promedio está sobre el 0,92; por tal motivo no tiene penalización por bajo factor de potencia.

4.1.5.4 Código de colores.

Los circuitos eléctricos y lumínicos del edificio central, no cumplen con la normativa de designación de colores a los cables eléctricos, sin embargo no es conveniente el cambio y se sugiere no realizarlo, porque los conductores están bien dimensionados, tienen etiquetado de circuitos, así como las características eléctricas de conducción y caída de voltaje se encuentran dentro de la normativa.

4.1.5.5 Niveles de iluminación medidos con el luxómetro en cada departamento del edificio central

Tabla 23. Mediciones con el luxómetro

Área	Iluminación (Lux) Medida del LUXOMETRO	CUMPLE CON LA NORMA	
		SI	NO
Corredor	120		X
Pasillos	175	X	
Dep. Vinculación	342	X	
Oficina del estudiante	350	X	
Dep. Cultura	250		X
Adquisiciones	450	X	
Dep. Almacén	250	X	
Información	170		X
Dep. Financiero	380	X	
Dep. Talento Humano	380	X	
Dep. Informática	380	X	
Rectorado	545	X	
Sala HCU	350	X	
Sec. General	270		X
Vic. Administrativo	614	X	
Relaciones Públicas	577	X	
Vic. Académico	631	X	
Comisión de Evaluación	1342	X	
CUICYT	803	X	
Planeamiento Integral	764	X	
Sala José Martí	550	X	
Unidad de mantenimiento	789	X	

Dep. Comunicación	743	X	
Dep. Analista Jurídico	922	X	
Diagramación	433	X	
VTR	668	X	
Estudio	1380		X
Radio UTN	615	X	
Auditorio Simón Bolívar	360	X	
Baños	100		X

Fuente: Autores

4.1.5.6 Cálculo de iluminación en los departamentos del edificio central

Se procede a realizar el cálculo de iluminación en el departamento de Vicerrectorado Administrativo.

El cual tiene una superficie de 64 m².

Están dispuestas 13 luminarias de 3X32 (W), blanco cálido con alumbrado semidirecto y difusor plata cuadrado, de modelo silvanya 404-FLTN.

Para este tipo de área la norma dice, el valor óptimo de iluminación es de 300 lux.

Cálculo del coeficiente espacial (K):

$$K = \frac{0,8 * A + 0,2L}{h} = \frac{0,8 * 8 + 0,2 * 8}{1,25} = 6,4$$

Esta oficina tiene techo y paredes de color blanco, se toma un valor de reflexión del 50% para ambos, el coeficiente de utilización será 52%, el factor de mantenimiento es bueno, 78%

Se calcula el flujo luminoso total:

$$\Phi_t = \frac{E * A * L}{C_u f_m} = \frac{300 * 8 * 8}{0,53 * 0,78} = 116.110 \text{ Lumenes}$$

El flujo luminoso de las lámparas fluorescentes blanco cálido de 32W, es de 3.000 lumenes. El número de lámparas necesarias será:

$$N = \frac{\Phi_t}{\Phi} = \frac{116.100}{3.000} = 39 \text{ lámparas}$$

Que en plafones de 3 lámparas, son un total de 13, el cálculo del sistema de iluminación existente cumple con lo establecido por la normativa.

El consumo del sistema de iluminación existente en el departamento de vicerrectorado, está dado en kwh en cada mes y se detalla a continuación:

Potencia total (Pt) = (potencia de luminaria + potencia del balastro) * # de luminarias

$$Pt = ((3 \times 32 \text{ W}) + 10 \text{ W}) * 13 \text{ luminarias} = 106 \text{ W} * 13 \text{ luminarias}$$

Pt = 106 W x 13 luminarias = 1.378 W; este valor dividido para mil y tengo el resultado en kilovatios, entonces; Pt = 1,378 kW

Energía consumida por día = Pt * horas de uso al día = 1,378 kW * 9 h = 12,402 kWh

se conoce que con 9 horas de uso diario y por 20 días laborables al mes, se tiene 180 horas de uso de las luminarias en el mes.

Energía consumida en el mes = 12,402 kWh * 180 horas al mes = 248,040 kWh/mes.

Cálculo del consumo de energía del total de luminarias de tubos fluorescentes del edificio central:

Consumo = # total de luminarias de (3*32W) * Potencia * tiempo = 161 lámparas * 106 W * 180 h = 3.071,88 kWh

Consumo = # total de luminarias de (2*40W) * Potencia * tiempo = 106 lámparas * 96 W * 180 h = 1.831,68 kWh

Consumo total de energía del sistema iluminación existente del edificio central = consumo de luminarias de (3 * 32 vatios) + consumo de luminarias de (2 * 40); unidad de medida kWh al mes

Consumo total de energía del sistema iluminación existente del edificio central = 4.903,56 kWh/mes

4.2 Medidas de ahorro energético propuestas para el edificio central

4.2.1 Diagnóstico eléctrico

Se determinan los problemas eléctricos y lumínicos existentes en el edificio central, en base a las mediciones y cálculos efectuados en los circuitos eléctricos y lumínicos, para determinar propuestas alternativas, con el objetivo de cumplir con la eficiencia en el consumo de energía

eléctrica; teniendo como base la Constitución del Ecuador en el Art. 413 en lo que se refiere a la eficiencia energética.

4.2.2 Balance de cargas

Con el resultado de los cálculos de las corrientes del tablero principal y de cada uno de los tableros de distribución dispuestos para cada uno de los pisos del edificio, se necesita reacomodar las cargas, hasta obtener un porcentaje dentro del 5%. El proceso de balance de cargas se lo realizó de manera satisfactoria, obteniendo como resultado que la caída de voltaje se encuentre dentro de los límites establecidos por la normativa.

4.2.3 Cambio de conductores de la acometida del edificio central

Se propone realizar el cambio de los conductores de la acometida, debido a la variable de sobrecalentamiento de los cables eléctricos, que fue el resultado del análisis realizado, el aumento de sección en los conductores considera un ahorro económico mediante la reducción de pérdidas energéticas, esto contribuye a reducir la factura eléctrica, así como disminuir los riesgos debido a un inadecuado dimensionamiento del conductor. Es posible obtener una sección óptima la que permita ahorros por pérdidas de energía y de esta manera compensa los costos asociados al cambio de sección del conductor de la acometida, para fines de eficiencia energética.

4.2.3.1 Cálculo del conductor

Para el cálculo del conductor de la acometida del edificio central, se propone instalar: acometida trifásica, TTU # 3/0 AWG, con neutro de cobre desnudo # 3/0 AWG. A una distancia de 70 metros, cumpliendo con el nivel de caída de voltaje del 2% en el circuito alimentador.

Cálculo:

Tabla 24. Carga del edificio central

	PARÁMETRO MEDIDO	FASE A	FASE B	FASE C
Tablero principal	Corriente (A)	74,2	91	87,1

Se verifica en la tabla 4, el calibre de conductor de acuerdo a la capacidad de conducción de corriente del cable.

De acuerdo a la tabla 4, se elige el conductor TTU # 3/0 AWG , debido a la característica de aislamiento y temperatura de operación, se procede a corregir la caída de voltaje, con la siguiente fórmula:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} * Z * L * i}{V_{ff}} * 100 = \frac{\sqrt{3} * 0,213 * 0,070 * 91}{128,3} * 100 = 1,83\%$$

El valor de impedancia se toma de anexo 8.1.8 Conductores eléctricos en tubo conduit.

$$Z = 0,213$$

El valor de caída de voltaje se encuentra dentro del límite de la normativa, de esta manera se confirma la propuesta de cambio del conductor.

4.2.3.2 Descripción de la propuesta

Tabla 25. Características del conductor de la propuesta

Conductor de cobre blando, aislado con polietileno reticulado, cubierta exterior PVC	
Especificación ICEA S-66-5524	
Instalaciones industriales en conduit, subterráneos, escalerillas, bandejas y enterrado directo, temperatura máxima 90°C.	
Color negro	
Longitud de la acometida 70 metros	
Conductor tipo TTU # 3/0 AWG	Diámetro exterior 18,3 mm
Radio mínimo de curvatura 73 (mm)	Peso total en (kg/km) 956
Número de hilos 19	Espesor cubierta exterior 1,14 (mm)
Capacidad de corriente para 3 conductores en conduit, 225 amperios	Espesor del aislamiento 1,40 (mm)
Voltaje de servicio para todas las aplicaciones es 2000 voltios	

Fuente: Electrocables.

El presupuesto esta descrito en el anexo 8.2.6 Proformas de equipos eléctricos y lumínicos.

4.2.4 Perturbaciones en la red eléctrica de alimentación al edificio central

De acuerdo con los gráficos de las perturbaciones antes analizados, se determina que las perturbaciones existentes en la red son: flicker, THDv y el factor de potencia; los mismos que hasta el momento se encuentran dentro de los límites permitidos por la normativa, actualmente la normativa no incluye el análisis de armónicos de corriente pero se sugiere que en el futuro se realice el respectivo análisis.

4.2.5 Cambio de luminarias fluorescentes por tubos led's en el edificio central

Se propone realizar el cambio de los tubos fluorescentes por tubos led's en las luminarias dispuestas en cada departamento. A continuación se indican los valores de consumo de energía eléctrica en kWh durante un mes, obtenidos del cálculo de la iluminación existente en el edificio, en el que se disponen de luminarias fluorescentes de (3 x 32 W) y (2 x 40 W).

4.2.5.1 Sistema de iluminación led

El objetivo de la propuesta es reducir el consumo de energía eléctrica destinada a la iluminación fluorescente, para lograr un ahorro económico, mejorando además el nivel de iluminación actual. Los ineficientes sistemas de iluminación desperdician energía y dinero.

Se propone cambiar los tubos fluorescentes actuales de 40 y 32 W a tubos led's de 16 W; además se eliminará el balasto electromagnético, este cambio presenta un ahorro de 60%, a demás se conserva el mismo plafón y se mantiene el emplazamiento actual de los plafones en el techo.

Total de tubos fluorescentes para el cambio = # de lámparas por el numero de tubos.

Total de tubos fluorescentes para el cambio = $[161 * (3 \text{ de } 32 \text{ W})] + [106 * (2 \text{ de } 40 \text{ W})] = 695$

El total de tubos fluorescentes para el cambio es de 695.

Ventajas adicionales:

Tabla 26. Características de tubos led's

Tiene arranque instantáneo	Elimina el ruido
Operación independiente de las lámparas	Disminuye el peso del equipo
Mejora la vida útil de la lámpara	Existe una menor temperatura de operación
Tiene 1650 lm por tubo led	
La vida útil de los tubos de alta eficiencia de 16 W es de 30.000 horas y su garantía es de 5 años	

Fuente: Master Light

El desarrollo de esta propuesta consta de lo siguiente:

Inventario de luminarias fluorescentes en el edificio central, datos de placa y estimación de tiempo de utilización del sistema para calcular la energía consumida y mediciones de niveles de luminosidad.

4.2.5.2 Cálculo del ahorro en el consumo de energía

Para el cálculo se toma en cuenta únicamente la diferencia entre el consumo de energía del sistema existente y el sistema propuesto, el tipo de iluminación actual, el costo mensual de energía por dependencia, tomando en cuenta:

Las 106 luminarias existentes tienen 2 tubos fluorescentes de 40 W, más 10 W del balasto, consumen una potencia activa de 90 W, las que se propone cambiar por tubos led's de 16 W cada tubo.

Las 161 luminarias actuales tienen 3 tubos fluorescentes de 32 W, más 10 W del balasto, consumen una potencia activa de 106 W; las que se propone cambiar por tubos led's de 16 W cada tubo. Basándose en las potencias del nuevo sistema y bajo las mismas condiciones de tiempo de utilización, se calcula el consumo de energía.

Energía 1 = # lámparas total * Potencia * tiempo de uso al mes = 161 lámparas * 48 W * 180 h al mes = 1.391,04 kWh al mes.

Energía 2 = # lámparas total * Potencia * tiempo de uso al mes = 106 lámparas * 32 W * 180 h al mes = 610,56 kWh al mes.

Energía consumida total del sistema propuesto = Energía 1 + Energía 2 (kWh/mes)

Energía consumida total del sistema propuesto = 2.001,6 kWh/mes

La inversión se calculó basándose en cotizaciones, siendo los precios los siguientes:

Tabla 27. Cotización

	Modelo	potencia	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Propuesto	Led's	16 W	695	\$ 17,25	\$ 11.988,75
Mano de obra					\$ 3.500
Valor total de inversión					\$ 15.488,75

Fuente: Master Light.

Análisis financiero de la propuesta del nuevo sistema de iluminación

Acontinuación se describe la comparación de la potencia del sistema de iluminación existente y propuesto:

Tabla 28. Análisis de potencia activa

	Modelo	Típo de lámpara	Cantidad	Potencia	Ahorro
Actual	Fluorescente	2 x 40 W	106	9.540 kW	
		3 x 32 W	161	17,066 kW	
Propuesto	Led's	2 x 16 W	106	3,392 kW	6,184 kW
		3 x 16 W	161	7.728 kW	2,448 kW
Potencia total actual = 26,606 kW					
Potencia total propuesta = 11,120 kW					
Ahorro total = 15,486 kW					

Fuente: Autores

En la siguiente tabla se describe el ahorro diario y anual del sistema propuesto:

Tabla 29. Ahorro económico

Ahorro (kW)	15,846
Horas día	9
Ahorro (kWh) al día	139,486
Días laborables	20
Ahorro mensual (kWh)	2.787,48
Costo del (kWh) de 7 a 22 horas	0,10
Ahorro mensual \$	278,74
Ahorro anual \$	3.344,97

Fuente: Autores

A continuación se describe los gastos de inversión de la propuesta:

Tabla 30. Inversión

Producto	Potencia	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Tubos Led's	16 W	695	\$ 17,25	\$ 11.988,75
Mano de obra				\$ 3.500
Total				\$ 15.488,75

Fuente: Autores

ANÁLISIS FINANCIERO

$$vida\ útil\ tubos\ led's = \frac{30.000}{9 * 20 * 12} = 14\ años$$

Se considera la vida útil de los tubos led's de 14 años.

Tabla 31. Análisis financiero

Concepto	Año								
	0	1	2	3	4	5	6	14
Beneficios									
Ahorro consumo		3.344,9	3.344,9	3.344,9	3.344,9	3.344,9	3.344,9	3.344,9
Suma beneficios		3.344,9	3.344,9	3.344,9	3.344,9	3.344,9	3.344,9	3.344,9
Costos									
Inversión inicial	15.488,7								
Suma costos	15.488,7								
Beneficios – costos	-15.488,7	3.344,9	3.344,9	3.344,9	3.344,9	3.344,9	3.344,9	3.344,9

Fuente: Autores

INGRESO ANUAL = \$ 3.344,9

INVERSIÓN = \$ 15.488,75

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

$V_t = 3.344,9$ Flujo constante en todos los años

$I_0 = 15.488,75$

$n = 14$

$k = 12 \%$

$$VAN = -15.488,75 + 3.344,9 \left[\frac{1}{(1+0,12)^1} + \frac{1}{(1+0,12)^2} + \frac{1}{(1+0,12)^3} + \dots + \frac{1}{(1+0,12)^{14}} \right]$$

$$VAN = -15.488,75 + (3.344,9 * 6,64)$$

$$VAN = 6.721,4$$

CÁLCULO DE LA TASA INTERNA DE RETORNO.

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_{Ft}}{(1+TIR)^t} - I_0 = 0$$

$$VAN = -15.488,7 + 3.344,9 \left[\frac{1}{(1+TIR)^1} + \frac{1}{(1+TIR)^2} + \frac{1}{(1+TIR)^3} + \dots + \frac{1}{(1+TIR)^{14}} \right] = 0$$

$$15.488,7 = 3.344,9 \left[\frac{1}{(1+TIR)^1} + \frac{1}{(1+TIR)^2} + \frac{1}{(1+TIR)^3} + \dots + \frac{1}{(1+TIR)^{14}} \right]$$

$$4,6 = \left[\frac{1}{(1+TIR)^1} + \frac{1}{(1+TIR)^2} + \frac{1}{(1+TIR)^3} + \dots + \frac{1}{(1+TIR)^{14}} \right] = \alpha$$

En Excel existe la función “**TIR**” que calcula directamente el valor de la Tasa Interna de Retorno y requiere como argumentos únicamente el flujo neto de caja.

Años	beneficios netos
0	-15.489
1	3.349,90
2	3.349,90
3	3.349,90
4	3.349,90
5	3.349,90
6	3.349,90
7	3.349,90
8	3.349,90
9	3.349,90
10	3.349,90
11	3.349,90
12	3.349,90
13	3.349,90
14	3.349,90
TIR	20%

TIR = 20 %

CÁLCULO DEL PERÍODO DE RECUPERACIÓN

$$PRS = \frac{\textit{Inversión de capital}}{\textit{Ahorros anuales netos}}$$

$$PRS = \frac{15.488,75}{3.349,90} = 5 \text{ años}$$

PRS = 5 años

CÁLCULO RELACIÓN BENEFICIO - COSTO

$$RBC = \frac{VANB}{VANC}$$

A continuación se calcula el valor actual neto de costo y beneficio.

Valor actual neto beneficios (VANB)

$$VANB = \sum_{t=1}^{14} \frac{V_t}{(1+k)^t}$$

$$VANB = 0 + 3.349,9 \left[\frac{1}{(1+0,12)^1} + \frac{1}{(1+0,12)^2} + \frac{1}{(1+0,12)^3} + \dots + \frac{1}{(1+0,12)^{14}} \right]$$

$$VANB = 3.349,9 * 6,64$$

$$\mathbf{VANB = 22.246,3}$$

Valor actual neto costos (VANC)

$$VANC = I_0 + \sum_{t=1}^{14} \frac{V_t}{(1+k)^t}$$

$$VANC = 15.488,75 + 0$$

$$\mathbf{VANC = 15.488,75}$$

$$RBC = \frac{VANB}{VANC} = \frac{22.246,3}{15.448,75}$$

$$\mathbf{RCB = 1,4}$$

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

- VAN > 0.
- TIR > 20 %.
- PRS < 5 años.
- RCB > 1,4

Según los resultados del análisis financiero, ésta propuesta es atractiva económicamente ya que cumple con todos los requisitos evaluados.

4.2.6 Cambio de equipos eléctricos del sistema informático

Reducir el consumo de energía eléctrica destinada al uso de equipos informáticos, para lograr un ahorro económico, mejorando el proceso en la utilización de los mismos. El uso de equipos de tecnología antigua desperdician energía y dinero.

El sistema informático actual en la mayoría de oficinas, consta de ordenadores, impresoras, copiadoras, scanner, en su mayoría equipos antiguos.

Ventajas adicionales:

Tabla 32. Características de equipos informáticos

Con la disponibilidad de sistemas informáticos de última tecnología se libera espacio en el escritorio, se mejora la experiencia informática con potentes rendimientos y el desarrollo eficiente de procesos informáticos.
--

Se obtiene todo lo que se necesita en un solo paquete eliminando el desorden de cables, con un mejor diseño que proporciona versatilidad y conexión estable durante el proceso.

Fuente: Manual HP Oll In One

Consideraciones generales

Con el cambio descrito se mejorarán los procesos de impresión, escaneo, copiado y se reduce el impacto al medio ambiente.

La compatibilidad de estos equipos permiten configurarlos entre si y reducir los costos de energía.

El desarrollo de esta propuesta consta de las siguientes etapas:

Inventario de Los equipos informáticos del edificio central.

Datos de placa y estimación de tiempo de utilización del sistema para calcular la energía consumida.

4.2.6.1 Cálculo del ahorro en el consumo de energía

Para el cálculo se toma en cuenta únicamente la diferencia entre el consumo de energía del sistema estándar y el sistema propuesto.

Para el cálculo se toman en cuenta la potencia y las horas de uso de los equipos eléctricos que se detallan a continuación:

EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA kW	USO (h)	ENERGÍA (kWh)
Ordenadores con pc	49	0,246	8	1,968
Impresora	49	0,370	1/2	0,185
Copiadora	10	0,495	1	0,495
Scanner	9	0,275	3/4	0,206
POTENCIA TOTAL				2,854

La sumatoria de las horas de uso de los equipos informáticos será 205 horas en total al mes.

A continuación se propone el tipo de sistema informático para el cambio, y su dependencia siendo estas:

Ordenado HP all in one 18" (potencia del sistema enunciado en tablas del fabricante: 65 W y 1,5 W en stand-by).

Multifunción Epson L555 (Impresora, copiadora, scanner y fax), (potencia del sistema enunciado en tablas del fabricante: 120 W y 10 W en stand-by).

Se considera optimizar el uso de una multifunción para que se la pueda utilizar por varias personas.

Basándose en las potencias del nuevo sistema y bajo las mismas condiciones de tiempo de utilización, se calculó el consumo de energía.

La inversión se calculó basándose en cotizaciones, siendo los precios los siguientes:

Ordenador HP all in one 18" \$ 637,28

Multifunción Epson L555 (Impresora, copiadora, scanner y fax) \$450,24

Tabla 33. Equipos informáticos

Equipo	Cantidad	Precio (\$)
Ordenador HP all in one 18"	49	31.226,72
Multifunción Epson L555 (Impresora, copiadora, scanner y fax)	20	9.004,8
Costo total		40.231,52

Fuente: WorldComputers.

Las características técnicas de los equipos informáticos propuestos se encuentran en el anexo 8.1.3 Anexo de equipos informáticos.

El ahorro en el consumo energético por cada ordenador propuesto es del 73,5% con respecto a los ordenadores existentes para el cambio.

El ahorro en el consumo energético por cada multifunción propuesta es del 91% con respecto a las impresoras, escanners y copadoras existentes.

El presupuesto citado esta en el anexo 8.2.6 Proformas de equipos eléctricos y lumínicos.

Tabla 34. Número de equipos informáticos para el cambio

	Cantidad (U)	Potencia Nominal (W)	Potencia total (kW)
Total de ordenadores con CPU	49	246	12,054
Total de impresoras	49	250	12,250
Total de scanner	9	275	2,475
Total de copadoras	10	648	6,480
Potencia total del sistema informático actual			33,259

Fuente: Autores

Análisis financiero de la propuesta.

A continuación se describe la comparación de la potencia del sistema informático existente y propuesto:

Tabla 35. Potencia activa del sistema informático

	Equipo	Cantidad	Potencia total (kW)	Ahorro (kW)
Actual	Ordenador	49	12,054	
	Impresora	49	12,250	
	Scanner	9	2,475	
	Copiadora	10	6,480	
Propuesto	Ordenador HP	49	3,185	8,869
	Multifunción	20	2,400	18,805
Potencia total actual			33,259 kW	
Potencia total propuesta			5,585 kW	
Ahorro total			27,674 kW	

Fuente: Autores

En la siguiente tabla se describe el ahorro diario y anual del sistema propuesto. Se consideró el tiempo diario de uso de los ordenadores y el uso de la multifunción en un total de 9 horas al día:

Tabla 36. Ahorro económico

Ahorro (kW)	27,674
Horas día	9
Ahorro (kWh) al día	249,066
Días laborables	20
Ahorro mensual (kWh)	4.981,32
Costo del (kWh) de 7 a 22 horas	0.10
Ahorro mensual \$	498,132
Ahorro anual \$	5.977,58

Fuente: Autores

A continuación se describe los gastos de inversión de la propuesta:

Tabla 37. Inversión

Producto	Potencia	Cantidad	Precio unitario \$	Precio total \$
Ordenador HP ALL IN ONE	65 vatios	49	637,28	31.226,72
Multifunción	120 vatios	20	450,24	9.004,8
Mano de obra = \$ 350				
INVERSIÓN TOTAL= \$ 40.581,5				

Fuente: Autores

ANÁLISIS FINANCIERO

Para el análisis financiero, se consideran 5 años de vida útil de los equipos informáticos.

Tabla 38. Análisis financiero

Concepto	Años					
	0	1	2	3	4	5
Beneficios						
Ahorro consumo		5.977,5	5.977,5	5.977,5	5.977,5	5.977,5
Suma beneficios		5.977,5	5.977,5	5.977,5	5.977,5	5.977,5
Costos						
Inversión inicial	40.581,5					
Suma costos	40.581,5					
Beneficios – costos	40.581,5	5.977,5	5.977,5	5.977,5	5.977,5	5.977,5

Fuente: Autores

INGRESO ANUAL = \$ 5.977,5

INVERSIÓN = \$ 40.581,5

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

$V_t = 5.977,5$ Flujo constante en todos los años

$I_0 = 40.581,5$

$n = 5$

$k = 12 \%$

$$VAN = -40.581,5 + 5.977,5 \left[\frac{1}{(1+0,12)^1} + \frac{1}{(1+0,12)^2} + \frac{1}{(1+0,12)^3} + \dots + \frac{1}{(1+0,12)^5} \right]$$

$$VAN = -40.581,5 + (5.977,5 * 3,6)$$

$$VAN = -19.062,5$$

CÁLCULO DE LA TASA INTERNA DE RETORNO.

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_{Ft}}{(1+TIR)^t} - I_0 = 0$$

$$VAN = -40.581,5 + 5.977,5 \left[\frac{1}{(1+TIR)^1} + \frac{1}{(1+TIR)^2} + \frac{1}{(1+TIR)^3} + \dots + \frac{1}{(1+TIR)^5} \right] = 0$$

$$40.581,5 = 5.977,5 \left[\frac{1}{(1+TIR)^1} + \frac{1}{(1+TIR)^2} + \frac{1}{(1+TIR)^3} + \dots + \frac{1}{(1+TIR)^5} \right]$$

$$6,7 = \left[\frac{1}{(1+TIR)^1} + \frac{1}{(1+TIR)^2} + \frac{1}{(1+TIR)^3} + \dots + \frac{1}{(1+TIR)^5} \right] = \alpha$$

Esta ecuación no se puede resolver directamente, por lo que se dá valores a la TIR, hasta encontrar el valor aproximado de α .

En Excel existe la función “TIR” que calcula directamente el valor de la Tasa Interna de Retorno y requiere como argumentos únicamente el flujo neto de caja.

años	beneficios netos
0	-40.582
1	5.977,58
2	5.977,58
3	5.977,58
4	5.977,58
5	5.977,58
6	5.977,58
7	5.977,58
8	5.977,58
9	5.977,58
10	5.977,58
11	5.977,58
12	5.977,58
13	5.977,58
14	5.977,58
TIR	12%

TIR = 12%

CÁLCULO PERÍODO DE RECUPERACIÓN

$$PRS = \frac{\textit{Inversión de capital}}{\textit{Ahorros anuales netos}}$$

$$PRS = \frac{40.581,5}{5.977,5} = 7 \text{ años}$$

PRS = 7 años

CÁLCULO RELACIÓN BENEFICIO - COSTO

$$RBC = \frac{VANB}{VANC}$$

A continuación se calcula el valor actual neto de costo y beneficio.

Valor actual neto beneficios (VANB)

$$VANB = \sum_{t=1}^5 \frac{V_t}{(1+k)^t}$$

$$VANB = 0 + 5.977,5 \left[\frac{1}{(1+0,12)^1} + \frac{1}{(1+0,12)^2} + \frac{1}{(1+0,12)^3} + \dots + \frac{1}{(1+0,12)^5} \right]$$

$$VANB = 5.977,5 * 3,6$$

$$VANB = 21.519$$

Valor actual neto costos (VANC)

$$VANC = I_0 + \sum_{t=1}^5 \frac{V_t}{(1+k)^t}$$

$$VANC = 40.581,5 + 0$$

$$VANC = 40.581,5$$

$$RCB = \frac{VANB}{VANC} = \frac{5.977,5}{40.581,5}$$

$$RCB = 0,14$$

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

- VAN < 0.
- TIR < 12%.

- PRS < 7 años.
- RCB < 1

Según los resultados del análisis financiero, ésta propuesta no es económicamente viable, debido a que la inversión no se recupera dentro del tiempo de vida útil de los equipos.

4.3 Elaboración del tablero didáctico para el laboratorio de la carrera de ingeniería en mantenimiento eléctrico.

4.3.1 Propósitos

Diseñar y elaborar un tablero didáctico controlado por un PLC SIEMENS S7-1200, para lograr un interfaz de supervisión y control de parámetros eléctricos

4.3.2 Introducción

La elaboración del tablero didáctico controlado por un PLC siemens S7-1200, permitirá que los estudiantes de CIMANELE se familiaricen con el funcionamiento y la utilización del analizador de redes eléctricas.

4.3.3 Elementos para la elaboración del tablero didáctico

4.3.3.1 Medidor de parámetros eléctricos

Este dispositivo mide diversos parámetros eléctricos, portable, versátil y de mucha utilidad al momento de realizar mediciones eléctricas.

Figura 9. Medidor de parámetros eléctricos SACI ANG 96



Fuente: Autores

Los parámetros eléctricos que se pueden interpretar en este tipo de instrumentos son: voltaje y corriente eficaz, potencias (activas, reactivas y aparentes), factor de potencia, THD (voltaje y corriente), entre otros que se muestran a continuación.

Tabla 39. Magnitudes del analizador de parámetros eléctricos

Magnitud Eléctrica	Símbolo	L1	L2	L3	Total
Voltaje (Fase – Neutro)	V	*	*	*	
Voltaje(Fase – Fase)	V	*	*	*	
Corriente de fase	A	*	*	*	
Corriente de neutro	A				*
Potencia activa (P)	kW	*	*	*	*
Potencia reactiva (Q)	kvar	*	*	*	*

Potencia aparente (S)	kVA	*	*	*	*
Factor de potencia (Cos φ)	PF	*	*	*	*
Máxima demanda (I)	A	*	*	*	
Máxima demanda (P)	KW				*
Máxima demanda (Q)	kvar				*
Máxima demanda (S)	kVA				*
Frecuencia	Hz				*
THD Intensidad	A	*	*	*	
THD Voltaje	V	*	*	*	

Fuente: Autores

4.3.3.2 Elementos de adquisición y extracción de datos

Selección del PLC

Como introducción es importante conocer las características técnicas de los PLCs, para conocer todos los elementos a la hora de selección del sistema del control idóneo.

Al momento de selección del PLC, se debe tomar en cuenta los requerimientos actuales y las futuras necesidades, de esta manera se evita que el sistema de control quede obsoleto e inadecuado.

El siguiente paso es evaluar las características técnicas del controlador como son:

1. Entradas/Salidas
2. Tiempo de control
3. Memoria
4. Software
5. Aspectos físicos y ambientales

4.3.3.3 Características del PLC Siemens S7-1200

EL S7-1200 es el último dentro de la gama de controladores de SIMATIC de la marca Siemens. El controlador compacto SIMATIC S7-1200 es el modelo modular y compacto para sistemas de automatización pequeños que requieran funciones simples o avanzadas para lógica, HMI o redes. Gracias a sus potentes funciones, bajo costo y diseño compacto los S7-1200 son idóneos para controlar tareas sencillas. (Siemens, Controlador programable S7-1200, 2009)

La CPU añade un puerto PROFINET integrado, para comunicarse con paneles HMI o una CPU diferente a la red PROFINET, para lograr su programación.

Tabla 40. Características técnicas del PLC Siemens S7-1200 AC/DC/RLY

Características Técnicas	
Serie	6ES7 212-1BD30-0XB0
Tipo de producto	CPU 1212C AC/DC/Relay
Voltaje de alimentación	120V-230V
Rango admisible, límite inferior (AC)	85V
Rango admisible, límite superior (AC)	264V
Rango de frecuencia admisible, límite inferior	43Hz
Rango de frecuencia admisible, límite superior	63Hz
Voltaje de carga L +	
Valor nominal (DC)	24V

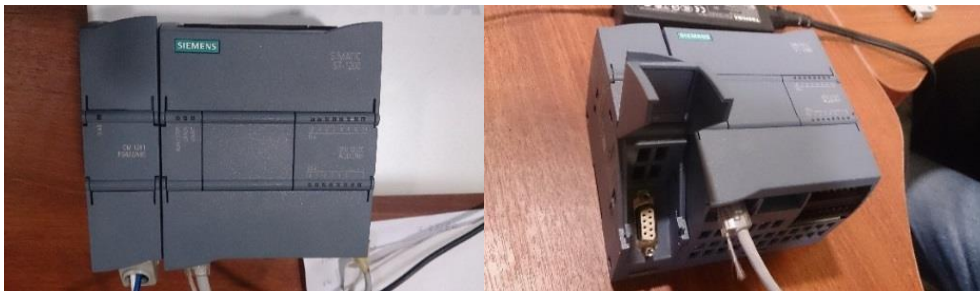
Rango admisible, límite inferior (DC)	5V
Rango admisible, límite superior (DC)	250V
Consumo de corriente	
Consumo de corriente (valor nominal)	80 mA a 120 V AC
Consumo de corriente, máx.	40 mA a 240 V AC 120 mA a 240 V AC
Intensidad de cierre máx.	20 A; A 264 V
Salida de corriente de bus de fondo (5 V DC), máx.	1000 mA 5 V DC máx. Para SM Y CM
Pérdida de potencia	11W

Memoria	
Memoria del proyecto Memoria disponible / usuario	25 Kbyte
Memoria de trabajo	
Integrado	25 Kbyte
Ampliable	No integrado
Memoria de carga	
Integrada	1 Mbyte
Ampliable	24 Mbyte: Con tarjeta de memoria SIEMENS
Los canales digitales	
Canales integrados (DI)	8
Canales integrados (DO)	6
Los canales analógicos	
Canales integrados (AI)	2
Canales integrados (AO)	0

CPU / programación	
Software de configuración	STEP 7 Basic V 10.5
Tipo de interfaz	PROFINET
Física	Ethernet
Configuración del Hardware	
Numero de módulos por sistema	Máx. 3 módulos de comunicación 1 tarjeta de señal , 2 módulos de señales

Fuente: Autores

Figura 10. PLC siemens SIMATIC S7-1200



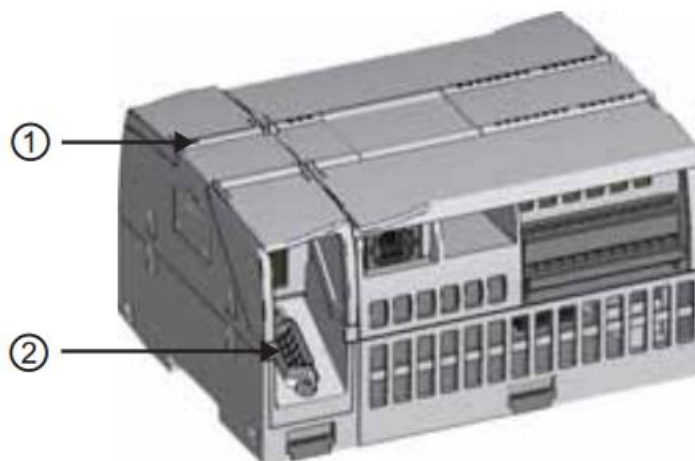
Fuente: Autores

4.3.3.4 Módulo de comunicación CM 1241

Se observa en la figura 10 la gama S7-1200, facilita módulos de comunicación (CMs), el cual ofrece funciones adicionales al sistema. Los módulos de comunicación son: RS 232 Y RS 485.

Todo CM se conecta en lado izquierdo de la CPU (o en el lado izquierdo de otro CM). La CPU soporta como máximo 3 módulos de comunicación

Figura 11. Módulo de comunicación RS 485



Fuente: (Siemens, Software SIMATIC, 2009)

En la figura 11, se muestra el módulo de comunicación aplicado al PLC S7-1200. El módulo tiene las siguientes partes:

1. Leds de estado del módulo de comunicación
2. Conector de comunicación

Tabla 41. Características de los módulos de comunicación (CMs), datos técnicos del CM 1241 RS 485

Datos técnicos del CM 1241 RS485	
Referencia	6ES7 241- 1CH30- 0XB0
Dimensiones y peso	
Dimensiones	30 x 100 x 75 mm
Peso	150 gramos
Transmisor y receptor	
Rango de voltaje en módulo común	-7 V a+12 V, 1 segundo, 3 VRMS continuo

Voltaje de salida diferencial del transmisor	1 1 V min., a RL – 100 Ω 2 1,5 V min., a RL – 54 Ω
Terminación y polarización	10 K Ω a +5V en B, pIn PROFIBUS 3 10 K Ω a GND en A, pIn PROFIBUS 8
Impedancia de entrada del receptor	5,4 K Ω min. Incluyendo terminación
Umbral/sensibilidad del receptor	+/- 0,2 V min., 60 mV de histéresis típica
Aislamiento Señal RS 485 a conexión a masa Señal RS 485 a lógica de la CPU	500 V AC durante 1 minuto
Fuente de alimentación	
Pérdida de potencia (disipación)	1,1 W
De + 5 V DC	220 mA

Fuente: (Siemens, Controlador programable S7-1200, 2009)

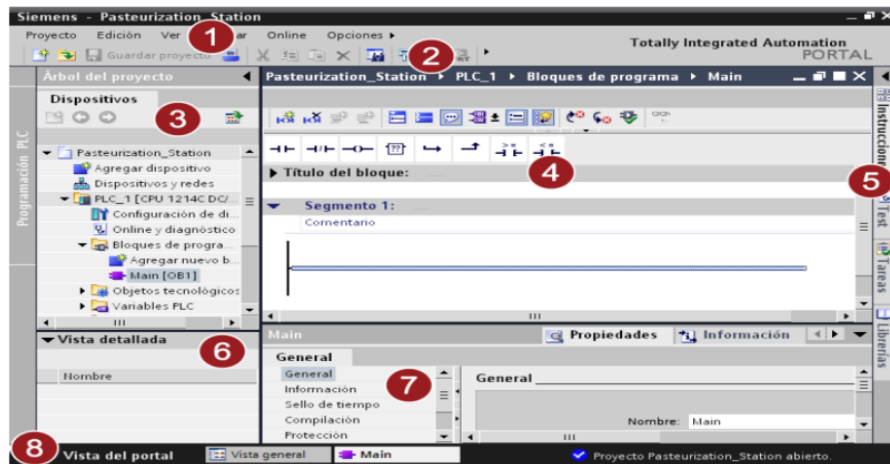
El “MB_MASTER” se tiene que llamar en el primer ciclo del programa mediante la activación de la marca de sistema M1.0 en los ajustes de hardware o mediante una llamada en el OB 100 de arranque.

4.3.3.5 Software de programación, SIMATIC Step 7 Basic (TIA Portal)

STEP 7 ofrece un entorno amigable que permite desarrollar, editar y observar la lógica del programa necesario para controlar la aplicación, incluyendo herramientas para gestionar y configurar todos los dispositivos del proyecto, tales como PLC's y dispositivos HMI. (Siemens A., 2014)

Este software ofrece los lenguajes de programación IEC KOP (esquema de contactos), FUP (diagrama de funciones) y SCL (texto estructurado), (Software SIMATIC, 2009).

Figura 12. Muestra de la estructura de la vista del proyecto



Fuente: (Siemens, Software SIMATIC, 2009)

A continuación se describe la estructura de la vista del proyecto:

Barra de menús: En esa barra de menús se encuentran todos los comandos necesarios para trabajar con el software.

Barra de herramientas: Esta barra contiene botones que ofrecen acceso directo a los comandos más frecuentes. De esta manera es posible acceder más rápidamente a los comandos que desde los menús.

Árbol del proyecto: Por medio del árbol del proyecto es posible acceder a todos los componentes y datos del proyecto. En el árbol del proyecto pueden realizarse las siguientes acciones:

Agregar componentes

Editar componentes existentes

Consultar y modificar las propiedades de los existentes

Área de trabajo: En el área de trabajo se visualizan los objetos que se abren para editarlos.

TaskCards: Las TaskCards están disponibles en función del objeto editado o seleccionado. Las TaskCards disponibles se encuentran en una barra en el borde derecho de la pantalla. Se puede expandir y contraer en cualquier momento.

Vista detallada: Aquí se visualizan determinados contenidos del objeto seleccionado.

Ventana de inspección: En ésta ventana de inspección se visualiza información adicional sobre el objeto seleccionado o sobre las acciones realizadas.

Cambiar a la vista del portal: El enlace "Vista del portal" permite cambiar a la vista del portal.

4.3.3.6 SIMATIC Win CC

SIMATIC Win CC es una plataforma de adquisición de datos, control y supervisión (SCADA) y la interfaz hombre-máquina (HMI) del sistema de Siemens.

4.3.3.7 Comunicación Modbus RTU

Es un protocolo estándar dentro de la industria que tiene mayor accesibilidad para la conexión de dispositivos industriales, entre los dispositivos que lo utilizan podemos mencionar: PLC, HMI, RTU, drivers,

sensores y actuadores remotos. El protocolo que establece se maneja en base al intercambio de mensajes en forma ordenada. Es un sistema del tipo maestro/esclavo el cual tiene un nodo maestro que es encargado de enviar los comandos explícitos a cada uno de los nodos esclavos los cuales procesaran la respuesta requerida.

Una característica de este tipo de bus de campo es que los nodos no transmiten información sin una petición del nodo maestro y además no se comunican con los demás nodos esclavos dentro de la red.

En el protocolo de comunicación Modbus se intercambia la información con los dispositivos de la red de la siguiente forma:

CAPITULO V

5 Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

La carga mas significativa en el edificio central es la iluminación es por eso que se considera como la mejor opción de ahorro de energía, el reemplazo de las lámparas fluorescentes a tubos led's.

Con la instalación del sistema de iluminación propuesto, la potencia instalada de iluminación se reduce de 27,242 kW a 11,120 kW, lo que constituye un decremento del 59.18 %.

La sustitución de equipos informáticos amigables con el medio ambiente por los equipos en uso (antiguos), nos brindan menor consumo de energía eléctrica, mayor aprovechamiento de los recursos, aceleran los procesos informáticos, más versatilidad logrando trabajos eficientes; (impresión, escaneo, copiado y fax). Sin embargo su financiamiento es elevado por lo que no es rentable.

Se ha conseguido implementar un tablero didáctico, que permita al estudiante realizar prácticas de laboratorio. El módulo es de fácil comprensión y operación, logrando crear un entorno amigable hacia la práctica, con el objetivo de complementar la enseñanza a los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico.

Con el planteamiento y ejecución de planes de mantenimiento predictivo y preventivo en los circuitos eléctrico y lumínicos del edificio central, se logrará mantener y prolongar la vida útil de las instalaciones eléctricas.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda el cambio de conductor de la acometida, así como la implementación de un tablero principal de control y fuerza el cual permita realizar monitoreos local y remoto; con el propósito de prevenir fallas en el sistema eléctrico y si es el caso corregirlas.

Al momento de readecuar o implementar significativamente áreas, departamentos o equipos eléctricos, se debe realizar con anterioridad un estudio para determinar la disponibilidad, y de ser el caso equilibrar las cargas en cada una de las fases del sistema de alimentación eléctrico, para que éste permanezca balanceado.

Es aconsejable ubicar un punto centralizado o área específica en cada piso del edificio; para el uso de cafeteras, microondas, neveras entre otros.

Estimular el desarrollo e investigación de programas que faciliten la automatización de procesos, con el fin de implementar y mejorar el funcionamiento del sistema eléctrico de la institución, como pueden ser la aplicación de procesos informáticos.

La Universidad Técnica del Norte debería realizar campañas de orientación a todos los usuarios y a la comunidad, con el fin de recomendar medidas técnicas de ahorro energético, aplicables en el entorno en el cual se desembuelven; mediante los medios de comunicación como son: UTV y Radio (UTN), con el fin de concientizar el ahorro energético en los usuarios de la Universidad Técnica del Norte y la comunidad.

Se sugiere realizar y mantener actualizada una base de datos de toda la carga instalada en el edificio central, con lo cual será más fácil realizar un levantamiento de carga.

Seleccionar apropiadamente los motores eléctricos de los ascensores (tipo y potencia), ya que el sobredimensionamiento provoca pérdida de energía.

Apagar el computador durante los períodos de reuniones o actividades similares de duración superior a una hora, al final de la jornada laboral y durante los fines de semana o días de ausencia del puesto de trabajo.

Aprovechar al máximo la luz natural para disminuir el consumo energético en luminarias.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Baladron, M. (2013). Primera Edición. Auditoría energética de un edificio terciario: residencia de mayores.
2. Benalcazar, M. (2010). Guía para Realizar Trabajos de Grado. Ecuador.
3. Cárdenas, F. (2012). Auditoría energética eléctrica del cámpus sur de la Universidad Politécnica Salesiana de Quito.
4. Carrasco A, Castillo J.(2010) (tesis de Ingeniería en Mecánico Electricista). Universidad Veracruzana, Valencia, España.
5. Carretera, A. García, J. (2015). ISBN. Segunda Edición. Gestión de la eficiencia energética: Cálculo del consumo, indicadores y mejora. España.
6. Chuquitarco, N. Ortiz, S. (2012). Levantamiento, rediseño y auditoría energética interna del sistema eléctrico de la empresa Cereales la Pradera, para optimizar la calidad de energía eléctrica.Latacunga / ESPE.
7. Comisión Europea Cómo hacer más con menos. Libro Verde sobre la eficiencia energética Luxemburgo: Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas 2005 — 45 pp. — 21 x 29,7 cm ISBN 92-79-00014-4.
8. Fernandez, J. (2011). Segunda Edición. Eficiencia Energética en los Edificios. España
9. Comunidad de Madrid. Depósito legal: M-16865-2015.Guía sobre tecnología LED en alumbrado. España.
10. Hernandez. C. García, R. Primera Edición abril, 2008. ISBN 978-84-69093-86-3 Depósito legal TF 1000-08.
11. Hernandez, C. García, R. (2008). ISBN. Energías renovables y eficiencia energética. Primera edición. Instituto Tecnológico de Canarias, S.A.
12. Llancamán, C. Porflitt, D. (2007). PRIMERA Edición. Desarrollo de un manual de auditorías energéticas para empresas y edificios. Chile.

13. Navarro, J. Móles, F. (2015). ISBN. Primera Edición. Gestión energética en plantas industriales. España.
14. Nuñez, S. (2005). Auditoria Energética en la Escuela Politécnica. Ecuador.
15. Peña, A. y García, J. (2012). Segunda Edición. Gestion de la Eficiencia Energética: Cálculo del Consumo, Indicadores y Mejora. España.
16. Pérez, J. (2006). ISBN 9788496300231. Editorial: CREACIONES COPYRIGHT. Acometidas eléctricas. España.
17. Pérez, J. (2004). ISBN 9788496300033. Editorial: CREACIONES COPYRIGHT Insatallaciones eléctricas de enlace en edificios. España.
18. Rey, F. Gómez, E. (2006). ISBN 9788497324199. Editorial Paraninfo. Eficiencia energética en edificios. Ediciones Paraninfo. España.
19. SIEMENS, A. (2014). Sistema de automatización S7-200, "Manual del sistema C79000-G7078-C230-02 ". Alemania.
20. Sevilleja, D. (2011). Eficiencia energética en el sector industrial. Universidad Carlos III de Madrid.
21. Tobajas, C. (2011). ISBN. Ediciones CEYSA. Instalaciones domóticas. Barcelona España.
22. Tobajas, C. (2009). ISBN. Ediciones CEYSA. Instalaciones eléctricas en edificios de viviendas, locales y parking. Barcelona España.
23. Veintimilla, E. Paladines, P. (2012). Auditoría eléctrica a la fabrica de cartones nacionales CARTOPEL.

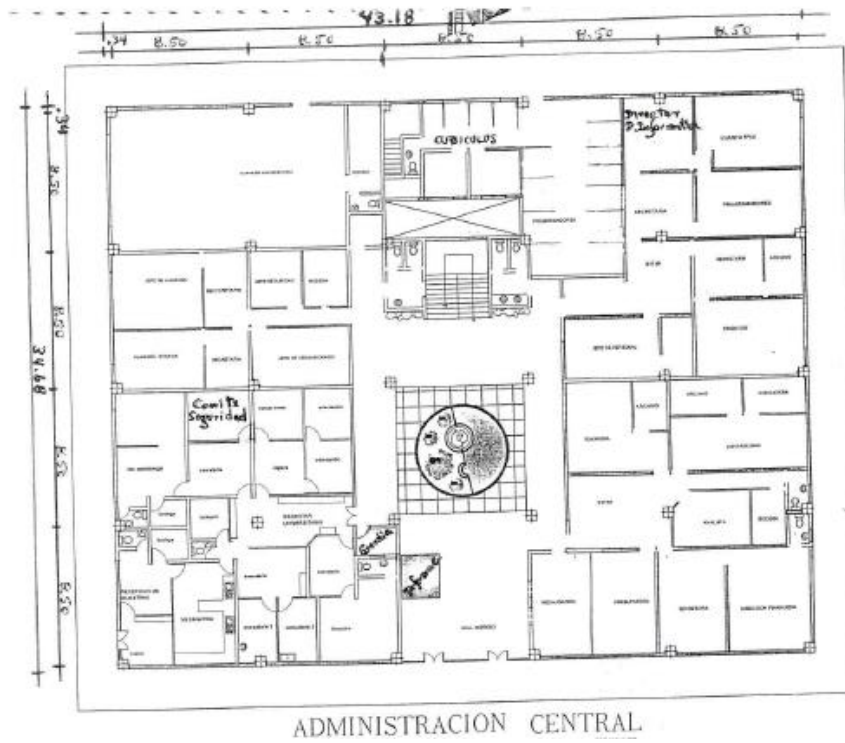
7 LINKOGRAFÍA

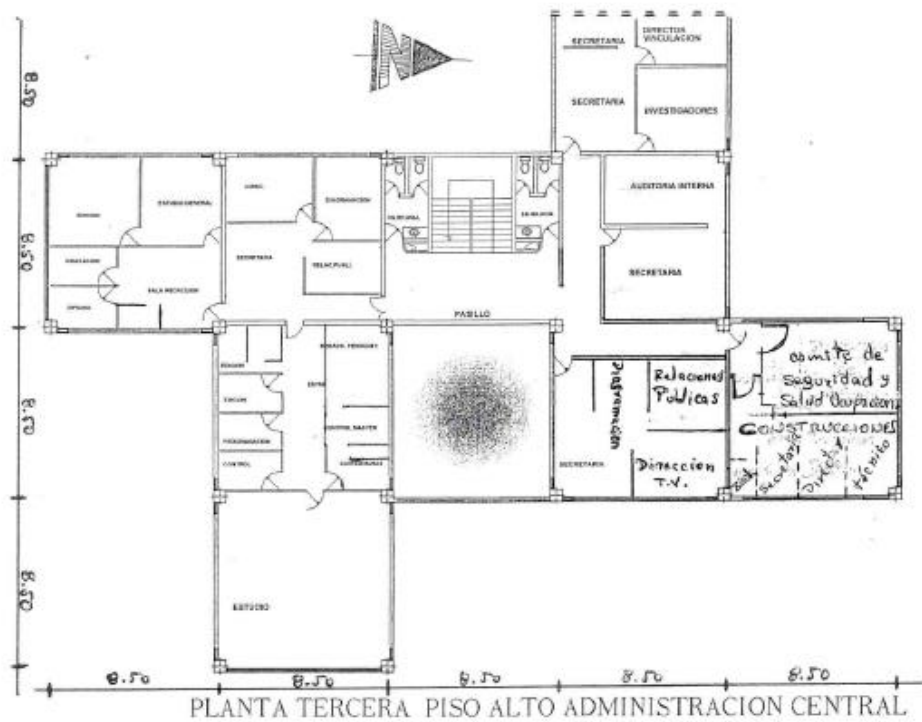
1. Gustavo, T. (2013). instalación eléctrica básica. <http://es.slideshare.net/gustavotavo7161/instalacin-electrica-basica>
2. Centrales eléctricas facet, (2014). <http://catedras.facet.unt.edu.ar/centraleselectricas/wp-content/uploads/sites/19/2014/10/Curvas-de-Carga-y-Generación>
3. http://www.schneiderelectric.es/sites/spain/es/clientes/instaladores/guia_soluciones.page. Obtenido de http://www.schneiderelectric.es/sites/spain/es/clientes/instaladores/guia_soluciones.page
4. <http://www.waterpumpsinchina.com/about-us.html>. (s.f.). Obtenido de <http://www.waterpumpsinchina.com/about-us.html>.
5. INDUSTRIALES, S. D. (2012). SACI. Obtenido de SACI: <http://www.saci.es/en/component/virtuemart/127/30/network-analyzer/lcd/ang96-saci?Itemid=0>
6. Luque, J. M. (2012). plc-hmi-scadas.com/. Obtenido de plc-hmi-scadas.com/: <http://plc-hmi-scadas.com/>
7. Sanches, A. M. (2008). http://www.cenidet.edu.mx/subaca/web-elec/tesis_mc/222MC_amhs.pdf. Obtenido de http://www.cenidet.edu.mx/subaca/web-elec/tesis_mc/222MC_amhs.pdf: http://www.cenidet.edu.mx/subaca/web-elec/tesis_mc/222MC_amhs.pdf
8. Siemens. (11 de 2009). Controlador programable S7-1200 . Obtenido de Controlador programable S7-1200 : <https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S71200-MANUAL%20DEL%20SISTEMA.PDF>

9. Siemens. (12 de 2009). Software SIMATIC. Obtenido de Software SIMATIC:
https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/software/step7_s71200/pages/step7basicparas7-1200.aspx
10. Siemens. (Agosto de 2011). WinCC Basic V11.0 SP1. Obtenido de WinCC Basic V11.0 SP1:
http://wikifab.dimf.etsii.upm.es/wikifab/images/b/b8/WinCCBasic_v11.pdf
11. Siemens. (2012). Paneles HMI Basic . Obtenido de Manual de sistema Controlador Programable S7- 1200 :
<https://www.automation.siemens.com>
12. Siemens. (2015). Industry Mall. Obtenido de Industry Mall:
<https://mall.industry.siemens.com/mall/es/WW/Catalog/Products/10045697>

8 Anexos

8.1.1 Anexos de esquemas arquitectónicos existentes





Fuente: Infraestructura física para actividades académicas.

8.1.2 Anexo de lámparas led

SUBSTITUTE® SUPER VALUE

LÁMPARA LED T8 AUTOBALASTRADA



La tecnología de SUBSTITUTE SUPER VALUE es una alternativa para sustituir las lámparas tradicionales fluorescentes T12 o T8 con tecnología LED considerando importantes ahorros de energía y con mas rápido retorno de inversión. Esta lámpara combina innovadoras características de diseño óptico y mecánico para lograr una distribución de luz similar a las lámparas fluorescentes tradicionales, con un consumo menor de energía eléctrica. Esta lámpara tiene la fuente de alimentación integrada y solo requiere soportes con base G13 "bi-pin"

INFORMACIÓN DE APLICACIONES

SEGMENTOS DE MERCADO

- Iluminación de cajillos.
- Vitrinas.
- Iluminación General.
- Estacionamientos.
- Sustituto en luminarios con tubos fluorescentes de T8 de 17W y 32W y sin necesidad de driver o balastro.

CARACTERÍSTICAS Y BENEFICIOS

- Opciones de flujo luminoso:
 - Hasta 900 lúmenes @ 10W
 - Hasta 1 650 lúmenes @ 16W
- Temperaturas de color: 3000K, 4100K, 5000K
- Ángulo de haz: 140 °
- Voltaje universal 120-277V; 50/60Hz (fuente de alimentación interna)
- THD <20%, factor de potencia > 0,90
- Base media G13 bi-pin
- Larga vida: 40,000 horas (L70)
- Reduce el consumo de energía hasta 41%
- No hay tiempo de calentamiento, tiene un encendido instantáneo con plena potencia luminosa y un color de la lámpara estable
- No produce flicker (sin parpadeos) en bajas temperaturas
- No contiene vidrio, resiste vibraciones e impactos
- Sin emisiones de rayos UV
- Adecuado para uso en interiores
- Libre de mercurio y plomo
- 3 años de garantía

OFERTA DE PRODUCTO

LONGITUD (cm)	POTENCIA	TEMPERATURA DE COLOR	IRC
60	10W	3 000 K, 4 100 K, 5 000 K	82
120	16W	3 000 K, 4 100 K, 5 000 K	82

Datos Eléctricos

Temperatura ambiente de operación: -4 ° F a 122 ° F (-20 ° C a 50 ° C)

EMI / RFI: Cumple en base a la Norma EN 55015

Voltaje de Entrada: 120-277 V~

Frecuencia de entrada: 50/60Hz

Potencia: 10 W (60 cm) 16W (120 cm)

Corriente de entrada @ 120 V~: 0,105A (60 cm), 0,155A (120 cm)

Corriente de entrada @ 277 V~: 0,045A (60 cm), 0,065A (120 cm)

Factor de Potencia: > 0,90

THD: <20%

Datos de Iluminación

Selida luminosa: Hasta 900 lm (60cm) y 1650 lm (120cm)

Lúmenes por Watt: Hasta 95

Temperatura de Color: 3000K, 4100K y 5000K

Índice de Reproducción Cromático (IRC): Hasta 84

OSRAM no se hace responsable por errores u omisiones en este documento. Reservándose el derecho de modificar la información sin previo aviso.

8.1.3 Anexo de equipos informáticos



Características

Potencia 110 watts y 10 watts en stand/by

Multifuncional con sistema original de tanque de tinta con Impresora, Copiadora, Escáner, Fax y Wi-Fi.

Con red Wi-Fi, comparte la L555 en la oficina para imprimir y escanear de manera inalámbrica.

Imprime directo desde tu teléfono inteligente, iPad, tableta u otros dispositivos móviles, con Epson iPrint.

Costo de impresión ultra bajo.

Calidad y garantía original Epson. Acceso a una garantía de 2 años y a la extensa red de servicio y soporte Epson.

Fácil uso y recarga de tinta.

Con las tintas incluidas, imprime hasta 12000 páginas en negro o 6500 páginas a color.

Calidad de impresión garantizada con la tinta original Epson.

Diseñadas con la más alta calidad para impresiones duraderas.

Imprime rápidamente hasta 33 en texto negro y 15 en texto a color (borrador).

Escáner de 48 bits y 1200 x 2400 para ampliaciones de fotos y documentos.

Alimentador automático de documentos de 30 páginas para copiar, escanear y enviar por fax a color.

Envía fax de forma manual o automática con PC Fax.

Regalo: software para edición de documentos.

Impresión a doble faz manual para ahorrar papel.

Con cable USB de regalo.

12000 es el rendimiento total de tinta negra basado en 3 botellas de tinta negra solamente. 6500 es el rendimiento basado en botellas de cian, magenta y amarilla solamente. Rendimiento basado en el patrón ISO/IEC 24712, con metodología de EPSON.

Hp Oll In One



Procesador APU AMD E1-6010

Velocidad del equipo: 1,35 GHz

Núcleos del equipo: 2

Caché del equipo: 1 MB de nivel 2

TDP: 10 W

Diseño de sistema en chip (SoC): chipset y procesador combinados

Gráficos integrados: AMD Radeon serie R2

Información sobre la actualización del procesador

La placa base admite solamente la APU AMD Beema E1-6010. El procesador no se puede actualizar.

Memoria 4 GB

Velocidad: PC3-12800 MB/s (funciona como PC3-10600 en este sistema)

Tipo: DDR3-1600

Información sobre la actualización de la memoria

Arquitectura de memoria de canal único

Dos sockets SODIMM DDR3 de 204 conectores

Admite hasta PC3-10600 (DDR3-1333)

Memoria no ECC solamente, sin búfer

Admite SODIMM de 1 GB, 2 GB, 4 GB y 8 GB

Admite hasta 16 GB en sistemas de 64 bits

NOTE: La memoria máxima que se muestra refleja la capacidad del hardware y puede ser más limitada en el sistema operativo.

Gráficos de vídeo

Gráficos AMD integrados

Gráficos AMD integrados

Sonido/Audio

Audio Realtek ALC3228-CG

Códec de audio: Realtek ALC3228-CG

Detección de presencia de conector de audio

Altavoces

Canales: 2

Potencia: 65 W y 1,5 W stand-by

Conexión en red

LAN inalámbrica 802.11b/g/n

Tipo de interfaz: Minitarjeta PCI Express de media altura

Velocidades de transferencia de datos: hasta 80 Mbps

Estándares de transmisión: 802.11 b/g/n

Antenas: Admite configuraciones de antena individual y doble

Banda única: 2,4 GHz (b/g/n)

Seguridad: Privacidad equivalente al cableado (WEP), admite modos con claves de 64 y 128 bits

Soporte para WPA-PSK y WPA2-PSK en Windows

LAN: 100BASE-T

Tecnología: Realtek RTL8166EH-CG

Velocidades de transferencia de datos: hasta 10/100 Mb/s

Estándares de transmisión: Ethernet 100BASE-T

Unidad de disco duro 500 GB

Velocidad de rotación: 7200 RPM

Unidad de CD/DVD

Transferencia de datos de hasta 3,600 KB/s (lectura/grabación de CD)

Transferencia de datos de hasta 10,800 KB/s (lectura/grabación de DVD)

Búfer de datos: 1 MB máximo.

Disco de 8 cm: Admitido

8.1.4 Planilla de consumo eléctrico

EmeNorte Factura No. 001-002-011436712
 Autorización SRI: 1115750265
 Fecha de autorización: 24/10/2014
 Válida hasta: 16/10/2015
 Fecha de Emisión: 05/03/2015
 Fecha de Vencimiento: 23/03/2015

No. de Control: 10224602-97
 Valor a pagar: 5,926.39

INFORMACIÓN DEL CONSUMIDOR

SUMINISTRO: 102246-6 UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE
 Código Único Eléctrico Nacional: 1300102246 Cédula / R.U.C.: 1060001070001 Código Postal:
 Dirección servicio: EL OLIVO CIUDADELA UNIVERSITA
 Plan/Geocódigo: 92 98-06-609-0110 Tarifa: 539-BENEF.PUB.DEM.REG.HOR. (Media Tension) 05/03/2015 5
 Provincia - Cantón - Parroquia: Imbabura - Ibarra - El Sagrario
 Dirección notificación: EL OLIVO CIUDADELA UNIVERSIT Geocódigo Postal: 97-06-609-0110
 Ejecutivo de cuenta: NELSON RODRIGO RIASCOS GUERRON Telfs: 2641288/2641289/2641290 ext. 2264 e_mail:riascos@emelnort

1. FACTURACIÓN SERVICIO ELÉCTRICO Y ALUMBRADO PÚBLICO

Medidor: T45836-ABB-DP Factor multiplicación: 100.00 Constante: 1.00
 Desde: 02/02/2015 Hasta: 02/03/2015 Dias Facturados: 28 Tipo consumo: Leído
 Factor Potencia: 0.98 Penalización Fp: 0.000000 Factor Corrección: 0.88

Descripción	Actual	Anterior	Consumo	Unid.	Valores
07h00-22h00	19250.00	18796.00	45400	kWh	2951
22h00-07h00	11499.00	11204.00	29500	kWh	1593
Reactiva	6978.00	6824.00	15400	kVAh	0
Demanda 18h00 - 22h00	1.90		190	kW	0
Demanda 22h00 - 18h00	2.15		215	kW	0
Maxima			215	kW	0
Maxima en pico			190	kW	0
Demanda Cliente			215	kW	0

VALOR CONSUMO: 4,544.00
 DEMANDA 567.60
 COMERCIALIZACION 1.41
 I.V.A.(0%) 0.00
SUBTOTAL SERVICIO ELÉCTRICO (SE): 5,113.01
 SERV.A PÚBLICO BENE 451.88
SUBTOTAL ALUMBRADO PÚBLICO (AP): 451.88
TOTAL SE Y AP (1): 5,564.89

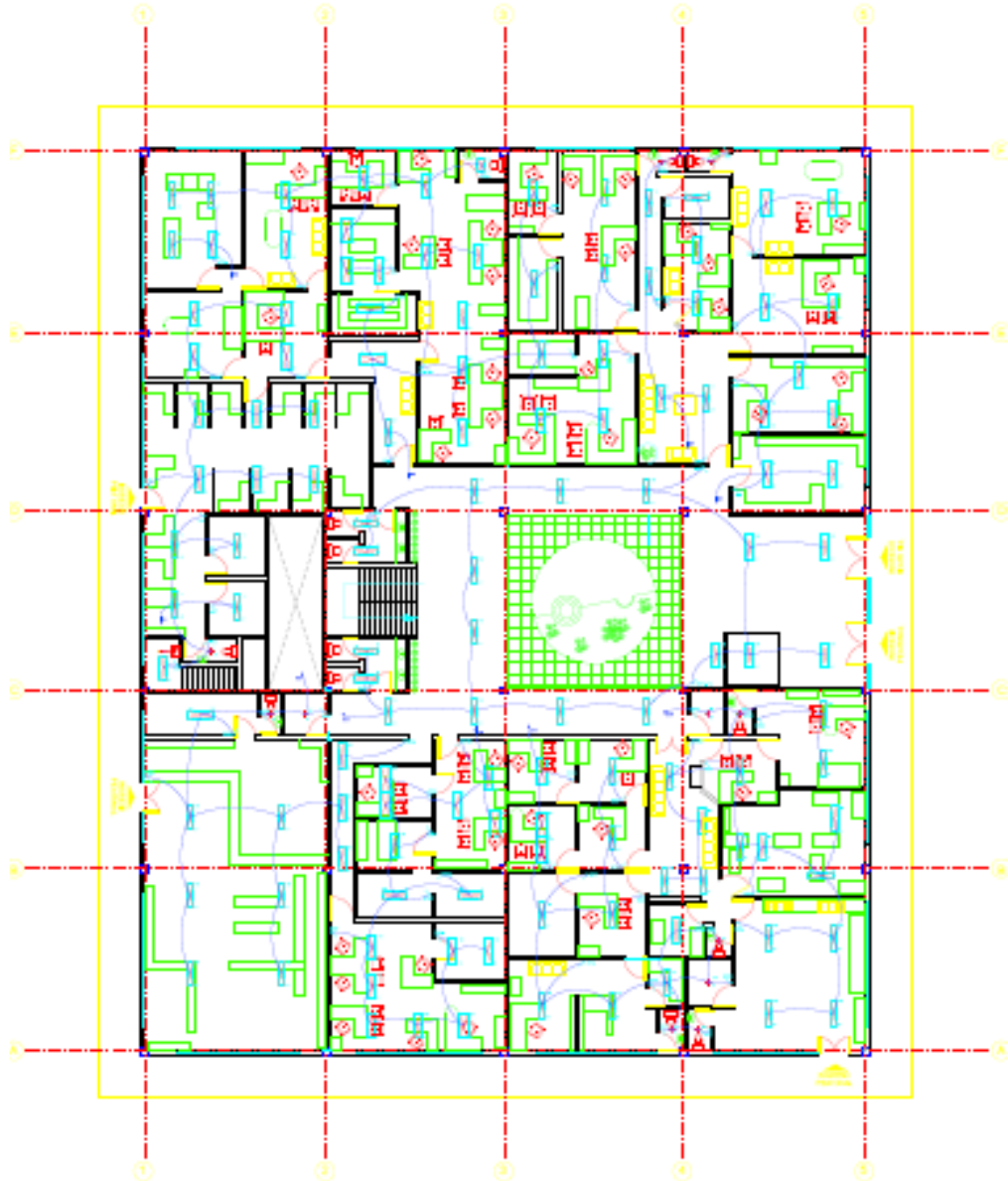
2. VALORES PENDIENTES

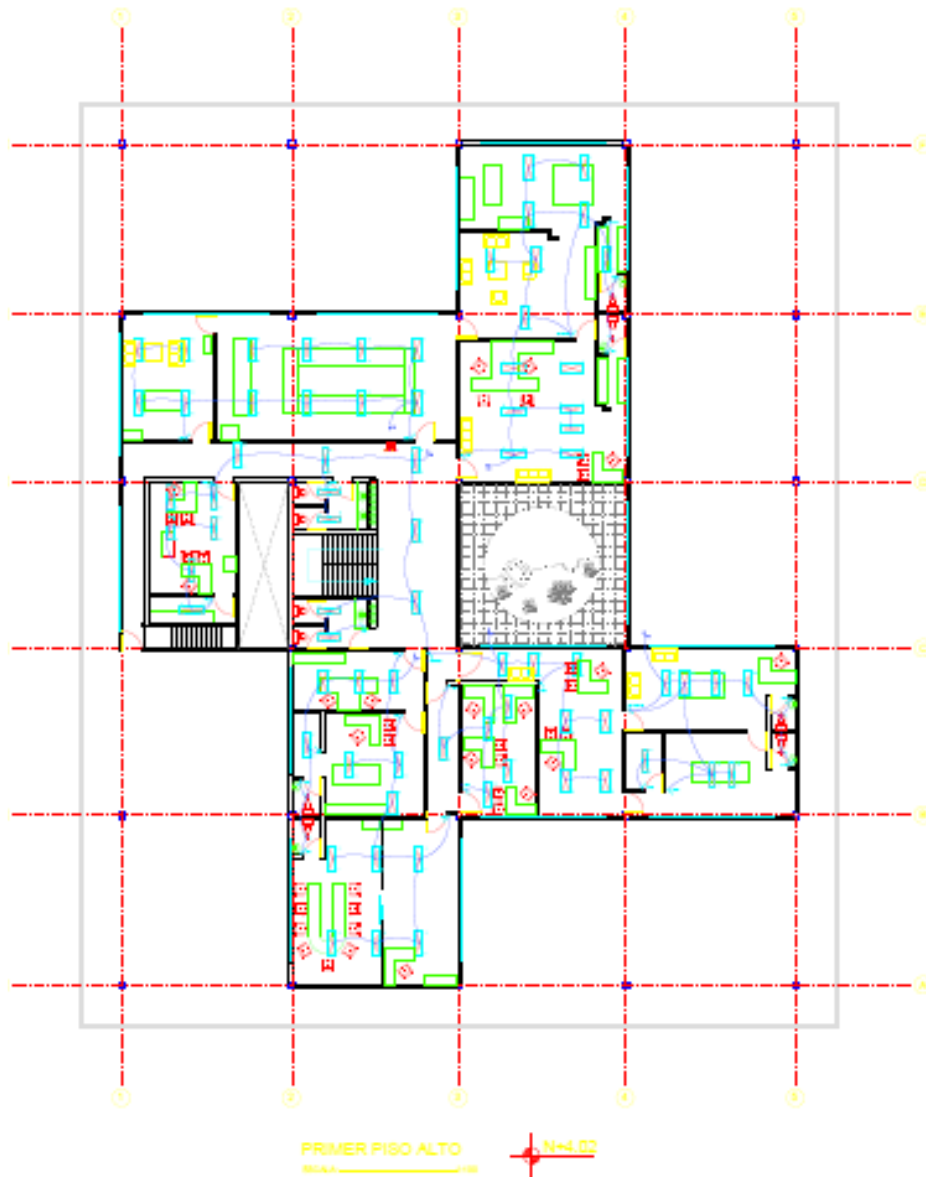
CONCEPTO	VALOR
TOTAL VALORES PENDIENTES (2) :	0.00

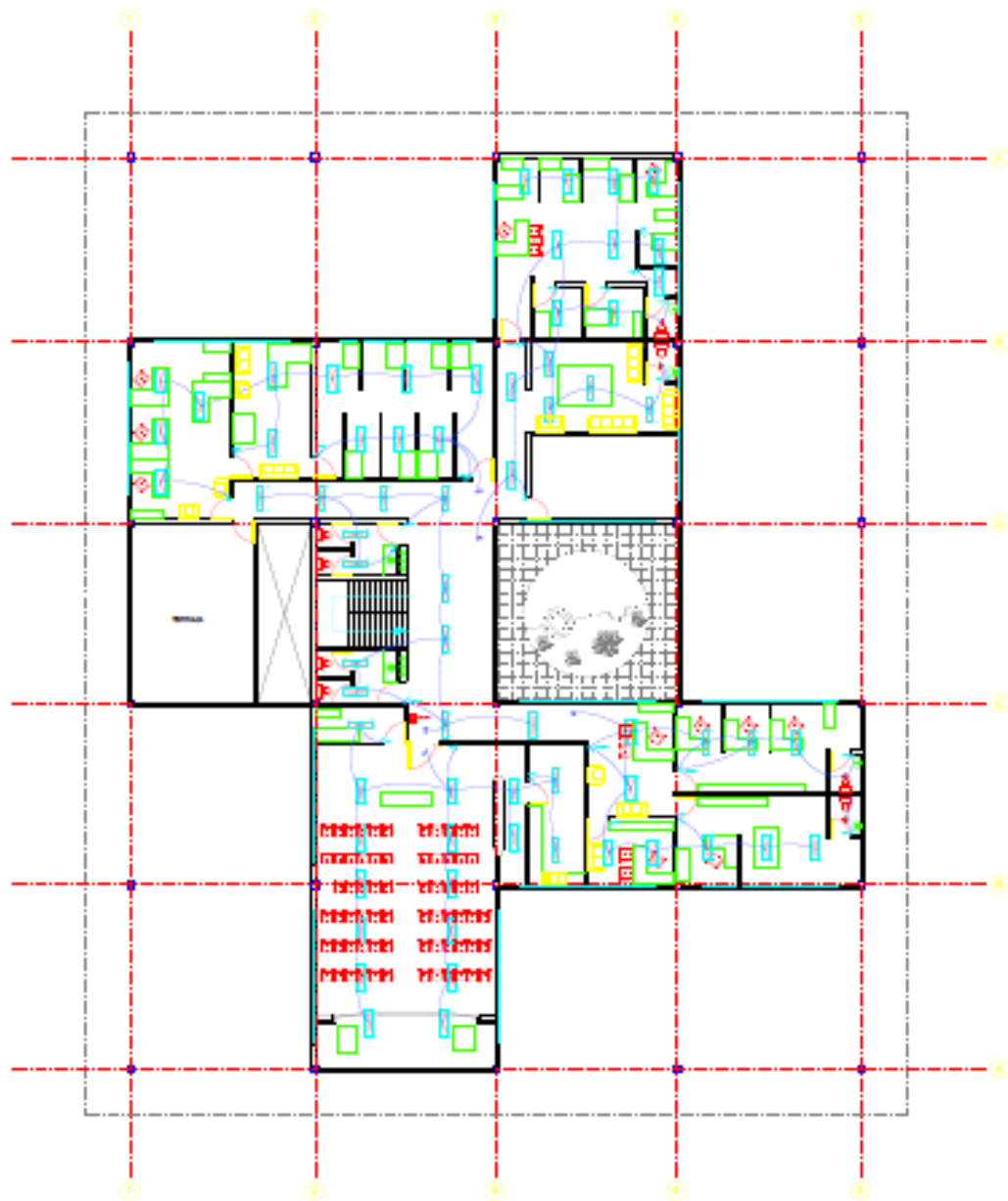
ESTA FACTURA NO TIENE VALOR SIN EL SELLO DE CANCELADO

CLIENTE

8.1.5 Anexo de planos eléctricos y lumínicos del edificio central

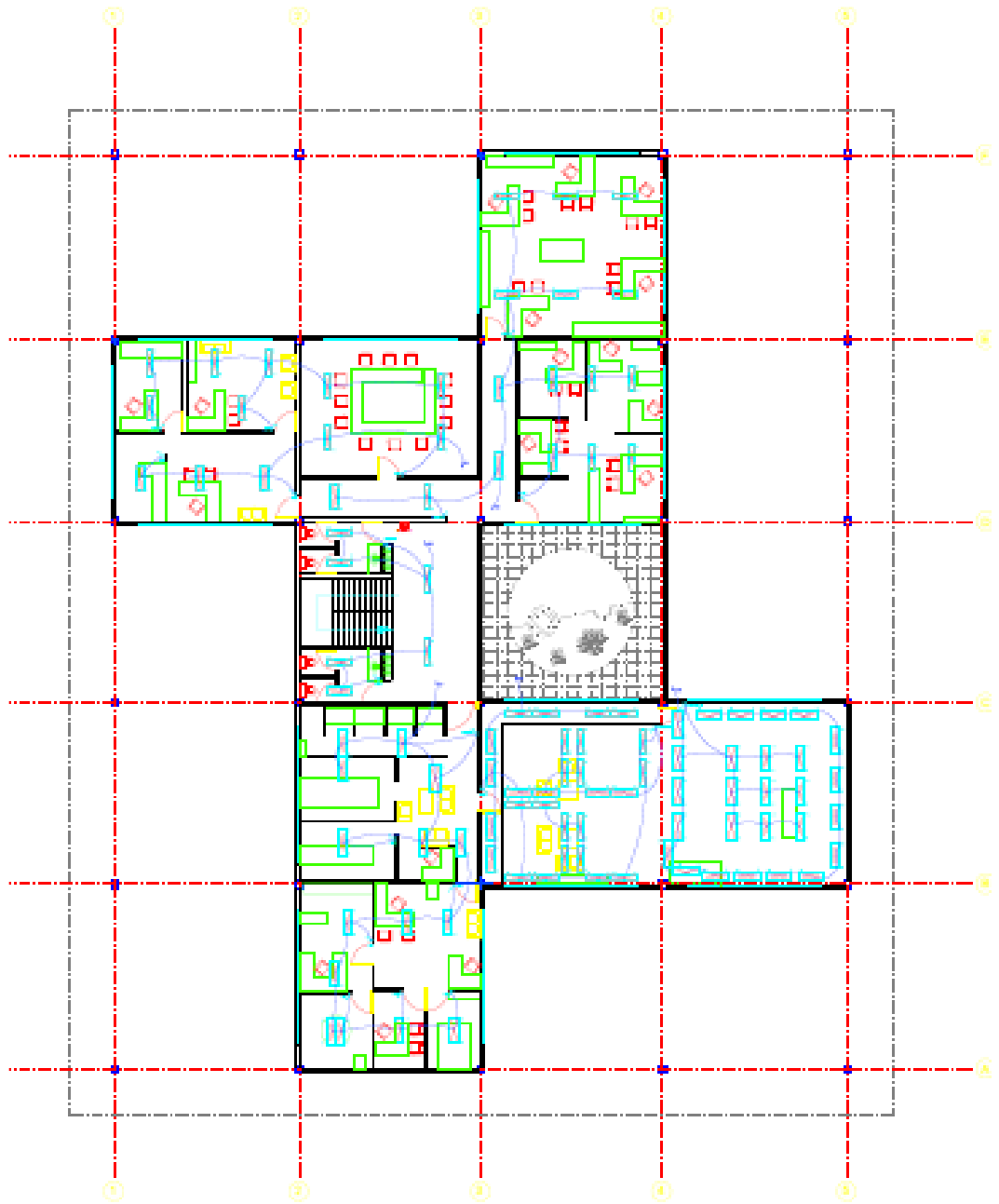






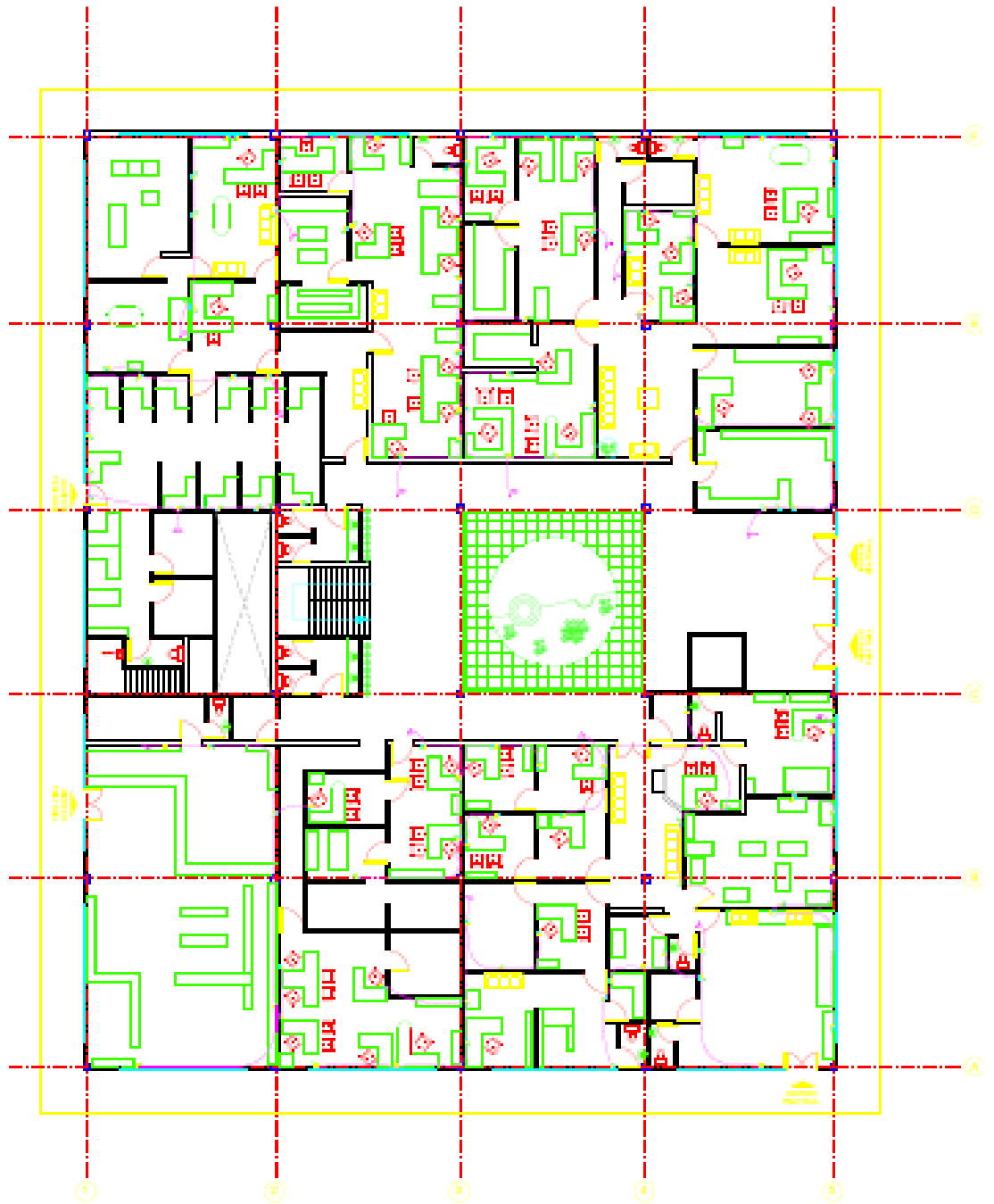
SEGUNDO PISO ALTO
 SEÑAL 

N+7.44

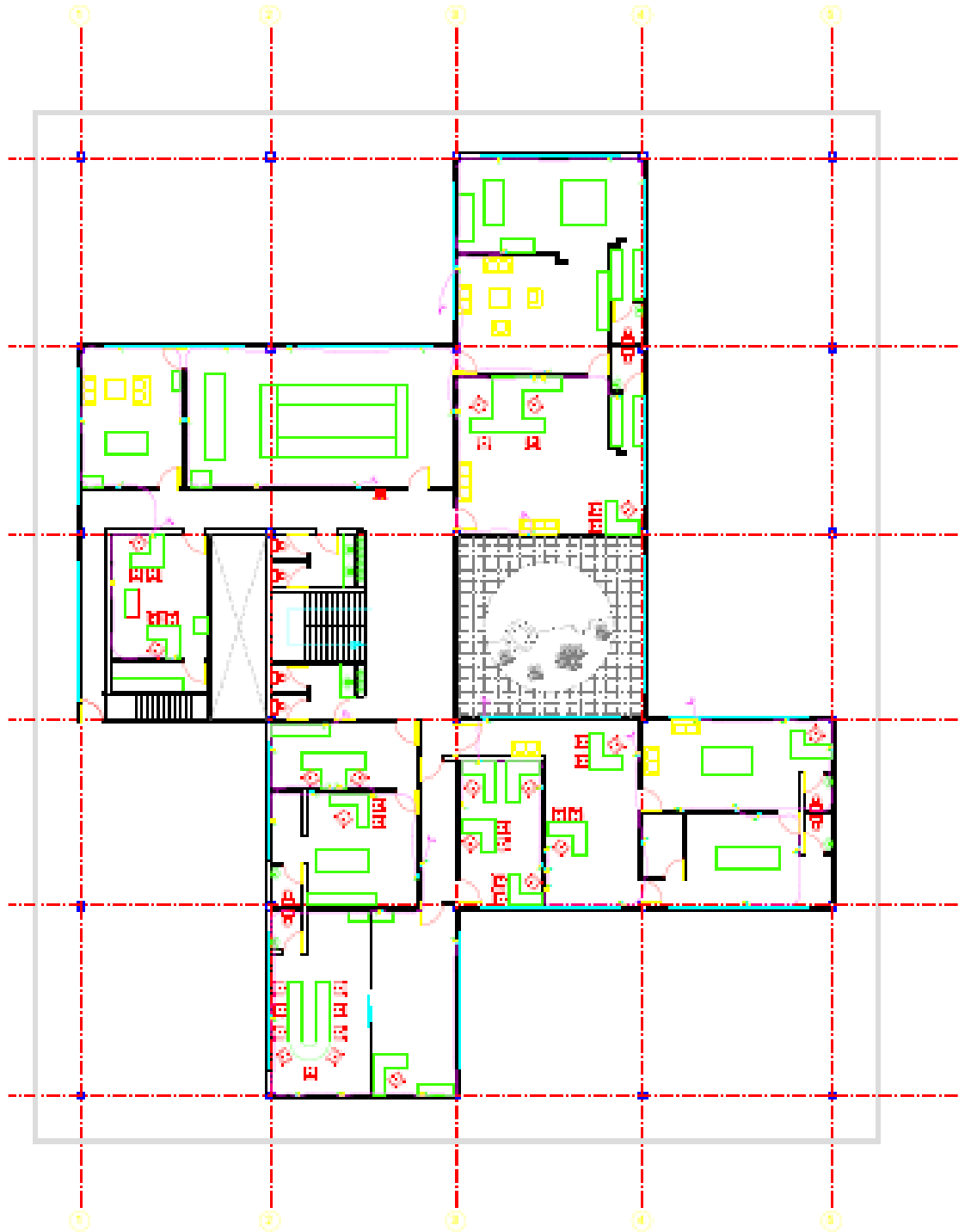


TERCER PISO ALTO
 ESCALA 1:100



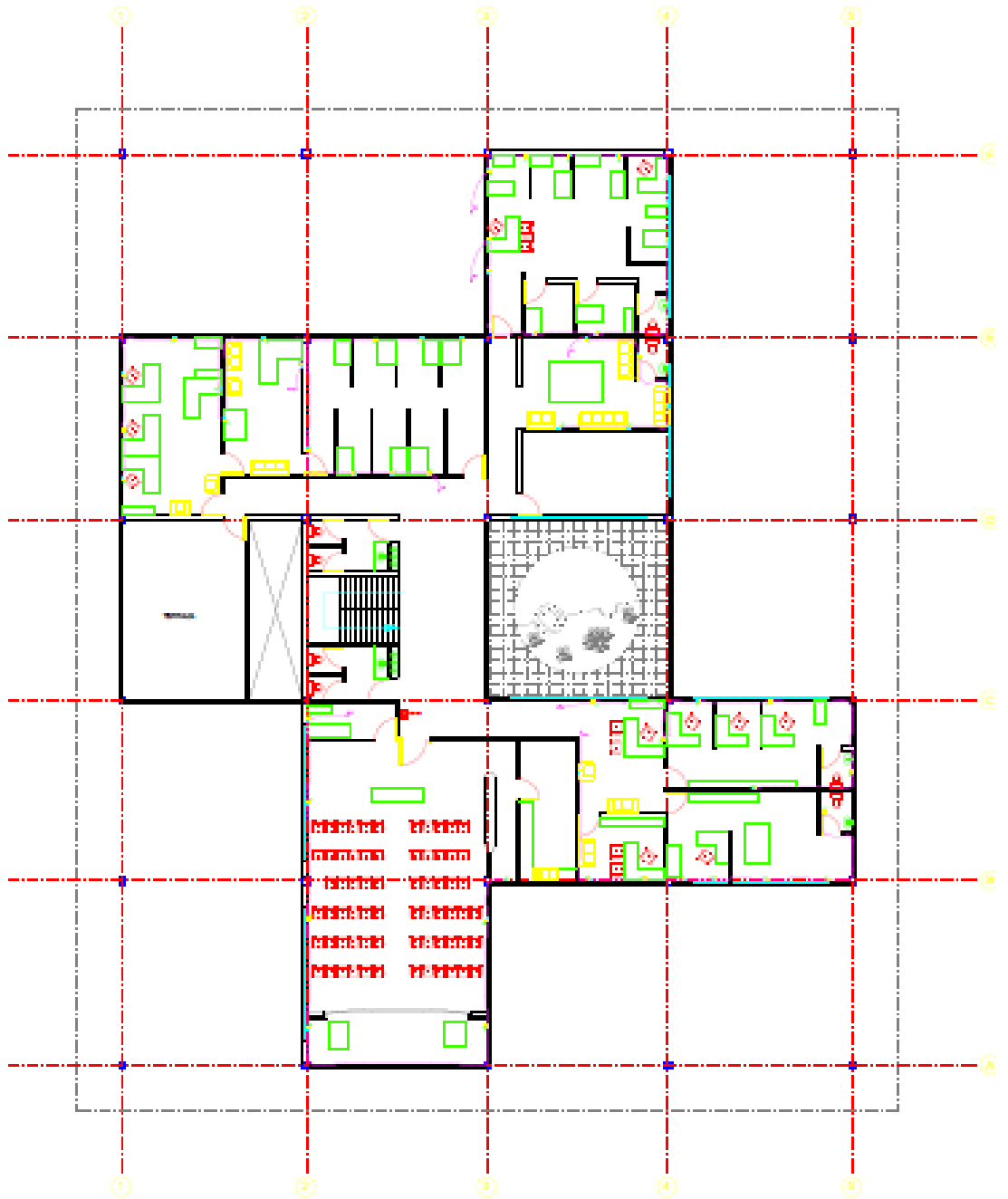


PLANTA BAJA  N=0.20
 ESCALA:  1:50

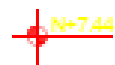


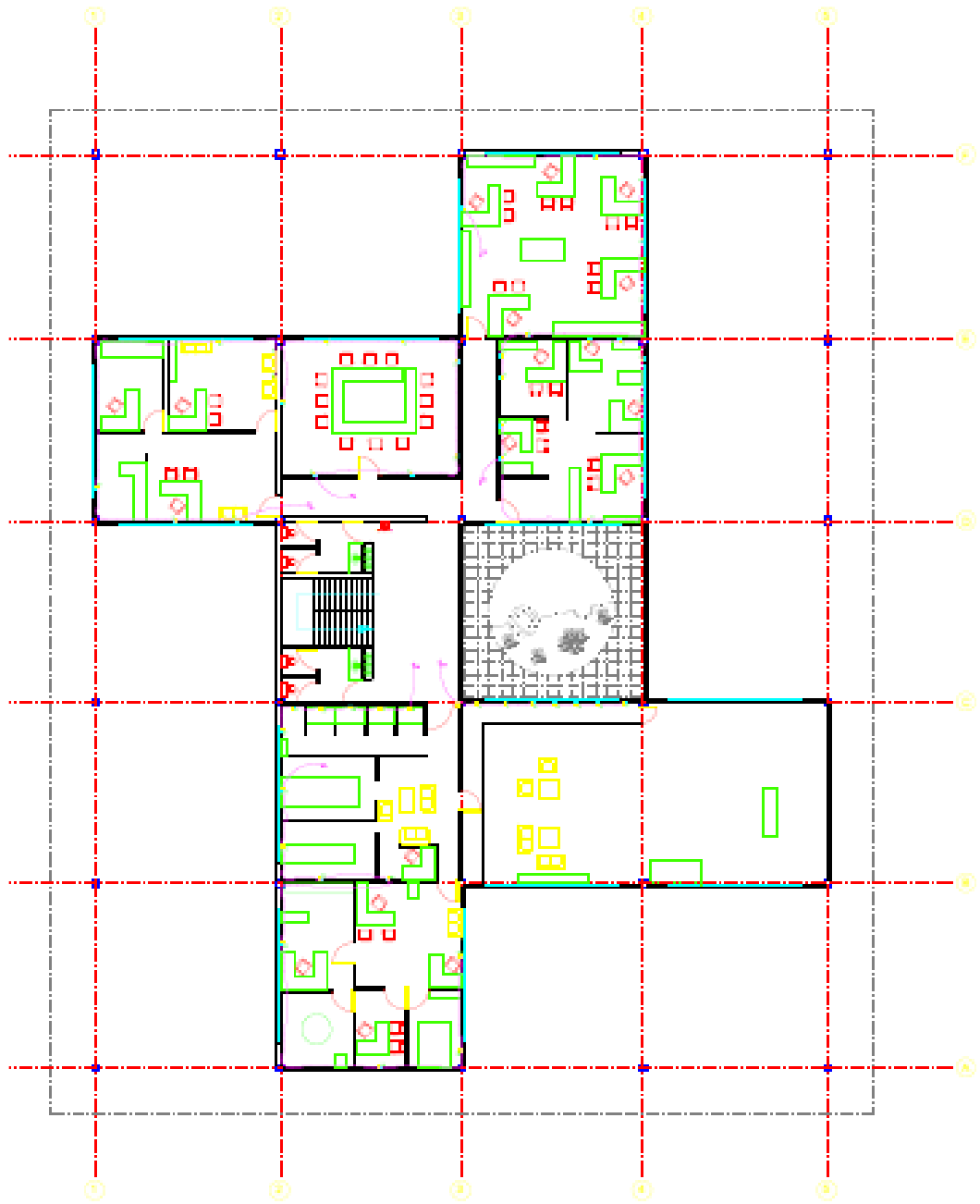
PRIMER PISO ALTO
 ESCALA 1:100





SEGUNDO PISO ALTO
 ESCALA: 1:100





TERCER PISO ALTO $N=10.85$

8.1.6 Anexos de inventario

8.1.6.1 Inventario de equipos eléctricos

Ubicación	Equipo	Cantidad (U)	Modelo	Código	P. Nominal (W)	P. Stand By (W)	Horas uso (H)
Dep. Vinculación	Ordenador	3	Samsung	141010 7.001.4 432	61,5		9
				141010 7.018.0 836			
				141010 7.018.0 909			
		1	LG	911301. 476.002 77	24,6		
		5	HP Pavillon	141010 7.001.5 286	90	0,9	9
				141010 7.001.1 1898			
				141010 7.001.1 1902			

				141010 7.001.1 1901			
	Impresora	4	HP 1200	141010 7.002.0 570	370	2,7	9
			HP 2055	131019 9.323.0 0578	570	8	9
			HP LaserJet P1006	141010 7.002.0 611	370	2,7	9
			Samsun g ML2010	9111707 .358.06 20	553,5		
	Refrigera dor	1	Electrol ux	131019 9.323.0 0588	550		24
	Ventilador		SMC	131019 9.094.0 014	86.1		4
				131019 9.049.0 008			
	Cafetera		UMCO		800		0,30
Dep. Almacén	Ordenado r		HP Pavillon	140101 07.001. 11963	90	0,9	9

				141010 7.00101 1228			
		6	Samsun g B2030N	141010 7.018.0 1512	61.5		
			Samsun g LS20PU YKF/ZM	141010 7.018.0 1510	61.5		
			Samsun g 82030N	141010 7.018.0 1511	61.5		
		3		141010 7.002.0 388			
	Impresora		HP LaserJet	141010 7.002.0 436	495	65	9
				9111301 .476.00 301			
	Televisor		SONY	141010 4.015.0 097	184		0,30
		1					
Adquisiciones	Ordenador	4	HP Pavillon	141010 7.001.1 1704	90	0,9	9

				141010 7.018.0 1243			
				141010 7.001.4 603			
				141010 7.001.1 1734			
	Impresora	3	HP LaserJet	141010 7.002.0 437	495	65	9
			Xerox	140107. 002.045 4			
	Copiadora	2	Canon	140104. 013.001 2	848		9
			HP color LaserJet tCM232 Onf	141010 7.002.0 419	738		
	Scanner	1	HP scanjet N8920		275		9

	Ventilador	1	Samura y	9111301 .476.01 688	80		4	
	Dispensador de agua	1	JCL	141010 4.086.0 01	570		9	
Dep. Cultura	Ordenador	4	LG	141010 7.018.0 779	246		9	
				141010 7.018.0 837				
				141011 07.018. 0839				
			Samsug SYNC	140107. 018.001 1				
	Impresora	1	HP Laser	141011 07.002. 0520	602			9
	Copiadora	1	Xerox	141010 4.013.0 022	1.476			9
Oficina del Estudiante	Ordenador	3	HP compac	140107. 089.063 75	246		9	
			HP Pavillon	140101 07.001. 5276	90	0,9		

			LG Flatron	140107. 018.073 5	246		
	Impresora	2	HP LaserJet	141010 7.002.0 520 140107. 002.049 6	602		9
	Scanner	1	HP sacanjet	141010 17.027. 0051	275		9
	TCL	1	TYLWY R11B	104010 4.086.0 013	570		9
Almacén	Ordenador	1	Samsung	141010 7.018.0 767	246		9
	Impresora	1	Epson	141010 7.002.0 443	10	1,2	9
Dep. Financiero	Ordenador	12	HP Pavillon	141011 07.001. 1158	90	0,9	9
				101010 7.001.1 1483			
				140101 07.018. 01358			

				140101 07.001. 11855			
				140101 07.001. 11857			
				141010 7.001.1 1859			
				141010 7. 001.118 61			
				141010 7.018.0 1362			
				141010 7.018.0 1360			
				141010 7.001.1 1863			
				141010 7.001.1 1586			
				141010 7.001.1 1862			

		1	HP	141010 7.018.0 1061	246		
		2	LG	141010 7.089.0 8195 9111.30 0.473.0 0466	246		
		2	Samsun g	141010 7.001.1 1091 141010 7.018.0 626	246		
			Xerox	141010 7.483.0 0171 141010 7.453.0 0167	307		
	Impresora		OKI MICRO LINE	141010 7.002.0 439 141010 7.002.0 016	246		9
			HP JetLase r	141010 7.002.0 378	550	65	

		14		141010 7.002.0 609			
				141010 7.002.0 394			
				141010 7.002.0 393			
				141010 7.002.0 377			
				9111707 .358.06 39			
				141010 7.002.0 375			
				141010 7.002.0 380			
				141010 7.002.0 442			
			Epson	141010 7.002.0 193	135	1,2	
	Copiadora	1	Canon IMAGE	141010 4.013.0 008	984		9

		RUNNER				
	1	HP scanjet	141010 7.027.0 030	112		9
			141010 7.027.0 021			
	1	TYLWY R11B	141010 4.086.0 009	570		9
	1	Panasonic	141010 4.090.0 0017	1.100		0,30
	1	SONY	141010 4.020.2 485.02	200		9
	1	LG 32LC4R	141010 4.015.0 081	184,5		9
Dep. Talento Humano	Ordenador	HP Pavillon	141101 07.001. 11866	90	0,9	9
			141011 07.001. 11966			
			141010 7.001.1 1865			

		9		141010 7.001.1 1238			
				141010 7.018.0 1369			
			ACER	141010 7.001.1 2310	184,5		
			Samsung	9111301 .476.00 294	246		
				141010 7.018.0 781			
			HP Compac	141010 7.018.0 841			
	Impresora	3	Epson LX300	9111300 .473.00 066	10		
			HP LaserJet	141010 7.002.0 420	610		9
	141010 7.002.0 423						
	Copiadora	1	Xerox Webster	141010 4.013.0 010	1.476		9

	Rfrigerador	1	LG	141010 4.040.0 042	330		9
Dep. Informática	Ordenador	7	HP Pavillon	141010 7.001.1 159	90	0,9	9
		3	ACER K222H QL	141010 7.001.1 2277	184,5		
			HP Compac		246		
			Mac		54,7		
	Impresora		HP LaserJet	141010 7.002.0 643	492		9
				141010 7.002.0 650			
	Copiadora	1	HP Color LaserJet	141010 7.002.0 642	738		9
Aire Acondicionado	1	LIEBER T PEHO3 7APL3	141010 3.326.0 834	935		24	
Rectorado	Ordenador	4	HP Pavillon	141010 7.001.4 602	90	0,9	9

				141010 7.001.4 604			
				141011 07.001. 11630			
			Touch Smart		150		9
	Impresora	4	HP Color LaserJet	114101 07.002. 0490	492		9
				141010 7.002.0 215			
			Xerox	140101 07.453. 00172	307		
	Scanner	1	HP Scanjet	141010 7.027.0 029	112		9
	Copiadora	1	Canon Image RUNNER		984		9
	Televisor	1	LG 50"	140104. 015.011 0	307		9
HCU	Consola de Sonido	1	Pionner	141011 04.026. 0003			

	Proyector	1	Epson	141011 04.450. 00276	356		0,30
	Televisor	1	LG 50" PT250B	141010 7.018.0 389	369		9
	Refrigerador	1	Kelvinator	141010 4.046.0 053	420		24
	Microondas	1	DAEWO		1.200		0,20
Secretaría General	Impresora		Xerox	141010 7.453.0 0169	307		9
			HP LaserJet	141010 7.002.0 475	492		9
				141010 7.002.0 486			
	Ordenador	2	HP Pavillon	141010 7.001.1 1584	90	0,9	9
				141010 7.018.0 509			
		1	Samsung	9111300 .018.01 507	246		

	Copiadora	1	Canon Image RUNNER	141010 4.013.0 014	984		9
Vic. Administrativo	Ordenador	4	ACER	1410110 7.001.12 308	220		9
			Samsung	1410110 7.018.02 7	249		
				9111301. 476.002 79			
		HP Pavillon		1410107 .002	90	0,9	
	Impresora	2	HP LaserJet	9111301. 476.003 00	492		9
				141 0107.00 2.0463			
	Copiadora	1	Canon ImageRunner	1410104. 013.0015	984		9
Escanner	1	HP Scanjet		112		9	
Microondas	1	Panasonic		1100		0,20	
	Televisor	1	Samsung 32"		95		0,30

Relaciones Publicas	Ordenador	8	HP Pavillon	1410107. 018.0147 0	90	0,9	9
				1410107. .001.112 20			
			MAC	1410107. 288.0029	54,7	3	
	1410107. 288.0028						
Impresora	2	HP LaserJet 1020	1410107. 002.0404	492			9
		Xerox	1410107. 002.0069 9	307			
Secretaria Espera	Ordenador	3	HP Pavillon	1410107. 089.0671 7	90	0,9	9
				1410107. 001.1194			
				1410107. 027.0048			
	Impresora	3	HP LaserJet 2022	1410107. 002.0491	492		9
			EPSON	1410107. 002.0069 6	356		

				1410107. 002.0069 7			
	Scanner	1	HP scanjet	1410107. 027.0048	112		9
	Copiadora	1	Canon Image RNNER	1410104. 013.0017	984		9
	Televisor	1	Sony Bravia 27"		184	0,30	9
	Equipo MP3	1			200		9
Vice. Académico	Ordenador	1	HP Pavillon		90	0,9	9
	Impresora	1	HP Color LaserJet		492		
Comisiones	Proyector	1	Epson	1410107. 003.0256	356		0,30
Coordinación	Microondas	1	Kenmore	1410104. 090.0010			
	Refrigerador	1	Goldstar	1410104. 040.0044	847		24
				1410107. 001.1905			

Planeamiento Integral	Ordenador	6	HP Pavillon	1410107.001.1903	90	0,9	9
				1410107.001.11904			
				1410107.001.11210			
				1410107.001.11258			
			Samsung	9111301.476.00260			
	Impresora	2	HP LaserJet P2055dn	1410107.002.0499	750		9
				1410107.002.0523			
				HP DeskJet D4160			
	Calentador de agua	1	Cambo	1310199.160.0003			0,30
	Tanque De agua removible	1	Electroluxclean air	1410104.087.0033	1.312,5		9
Rfrigerador	1	DAEWO	1410104.040.0056	408		24	
	Copiadora	1	Canon Image	1410104.113.0019	984		9

			RUNNER				
	Telvisor	1	DAEWOO	1410104.015.0124	55		9
Comisión de Evaluación	Ordenador	5	HP Pavillon	1410107.001.11261	90	0,9	9
				1410107.001.11259			
				1410107.001.11260			
				1410107.001.11262			
			Samsung	1410107.001.5317	246		
	Impresora	2	Hp LaserJet 1015	1410107.002.0581	732		9
1410107.002.00681							
Copiadora	1	Canon ImageReader	1410104.013.0026	984			
Cuicyt	Ordenadores	7	Hp Pavillon		90	0,9	9

Secretaria y Técnicos	Ordenador	4	HP Pavillon	1410107. 001.1125 6	90	0,9	9
			Samsun g Sync Master	1410107. 001.1235	130,54		
			DELL		246		
	Impresora	4	HP Color LaserJet	1410107. 002.0181	492		9
			HP psc1315	1410107. 002.0538			
Dirección y Espera	Ordenador	2	Samsun g 519C15 0		256		9
	Impresora	1	HP Color LaserJet	1410107. 002.054	492		
	Scanner	1	HP scanjet	1410107. 027.0005 7	112		
Comunicación Organizacional	Ordenador	6	DELL	1410107. 018.0124 8	144		9
			Samsun g	1410107. 089.3633			
			LG		144		9
			HP Pavillon		29	0,9	

			MAC 27"	1410107. 001.1135	54,7	3	
	Ventilador	1	Lakewo od	1310199. 049.0010	60		4
	Impresora	1	HP LaserJet	1410107. 002.0109	492		9
	Televisor	5	DAEWO 15"	1410104. 015.0017	55		9
1410104. 015.0151							
1410104. 015.0018 0							
PHILIPS 27"			1410104. 015.0167				
Plasma Panaso nic 42"							
	Copiadora	1	Canon ImageR UNNER	1410104. 013.0033	984		
	Ordenador	5	Hp Compaq	1410107. 018.0842	120		9
1410107. 018.0843							
Samsun g 732 NPLUS			1410107. 018.0794	84			
Samsun g			1410107. 018.5718	120			

Unidad de Mantenimiento			933SNP LUS				
			Samsun g B2030N	1410107. 001.4718	60		
	Impresora	3	HP Color LaserJet CP3505	1410107. 002.0624	780	9	
			Xerox DocuMa te 5460	1410107. 453.0017 3	307		
			LEXMA RK		307		
Televisor	1	Sony 21"	1410104. 015.099	184			
Analista Jurídico, Procuraduría y Despacho	Ordenador	4	HP Pavillon	1410107. 001.1193 7	90	0,9	9
				1410107. 001.1193 8			
			Samsun g Sync Master	1410107. 001.4434	130,54		
	Impresora	3	HP LaserJet	1410107. 002.0476	492		
			Xerox DocuMa te 5460	1410107. 453.013. 0018	307		

	Scanner	1	HP scanjet N8420	1410107. 027.0023	112		
	Copiadora	1	Canon ImageR uner	1410104. 15.0017	984		
	Radio MP3	1	Sony W3655	1410104. 020.0082	13		9
Radio y Televisión	Cámaras	3	Sony DSR400 K		240		8
	Ordenador	4	MAC 27"		54,7	3	8
		2	HP Pavillon	1410110 7.089.06 732	90	0,9	
				1410107. 001.1159 3			
		5	LG Flatron	1410107. 018.0764	144		24
		1	Samsun g	1410107. 018.0894	240		
		3	Samsun g	9111300. 018.0150 6	130,54		8
				1410107. 018.0888			

		2	LG	1410107. 001.0090 8	360		8
				1410107. 453.0032			
	Televisor	7	DAEWO		55		24
		1	LG 21"	1410104. 015.0137	360		9G
		2	Plasma 50"		474		8
		1	Sony 15"		55		24
		1	Plasma Sony 42"		464		9
	Aire acondicion ado	2	INNOVA R VEXUS		3300		24
		1	LG		4.440		4
	Cafetera	1	Hamilto n Beach	1410104. 210.0002 3	800		0,30
Sala José Martí	Aire acondicion ado	1	INNOVA R VEXUS		3.300		0,20

8.1.6.2 Inventario de luminarias del edificio central

Ubicación	Tipo	P. nominal (W)	Horas uso /Día	Vida útil (H)	Difusor	Cantidad (u)
Corredor	Ahorrador	40	4	8.000 – 15.000	-	36
Pasillos	Fluorescentes	2x40	9	30.000	Acrílico Prismático	36
		3x32				5
Dep. Vinculación	Fluorescentes	2x40	9	15.000 – 20.000	Acrílico Prismático	13
Oficina del estudiante	Fluorescentes	2x40	9	15.000 – 20.000	Cuadrículado Plata	5
Dep. Cultura	Fluorescentes	2x40	9	15.000 – 20.000	Cuadrículado Plata	4
Adquisiciones	Fluorescentes	3x32	9	15.000 – 20.000	Cuadrículado Plata	13
Almacén	Fluorescentes	2x40	9	15.000 – 20.000	Acrílico Prismático	9


Información	Fluorescentes	2x40	9	15.000 – 20.000	Acrílico Prismático	2
Dep. Financiero	Fluorescentes	3x32	9	15.000 – 20.000	Cuadriculado Plata	24
Dep. Talento Humano	Fluorescentes	3x32	9	15.000 – 20.000	Cuadriculado Plata	11
Dep. Informática	Fluorescentes	2x40	12	15.000 – 20.000	Cuadriculado Plata	16
Rectorado	Fluorescentes	3x32	9	15.000 – 20.000	Cuadriculado Plata	15
Sala HCU	Fluorescentes	3x32	9	15.000 – 20.000	Cuadriculado Plata	12
Sec. General	Fluorescentes	2x40	9	15.000 – 20.000	Acrílico Prismático	6
Vic. Administrativo	Leds	3x18	9	30.000	Cuadriculado Plata	13
Relaciones Públicas	Fluorescentes	3x32	9	15.000 – 20.000	Cuadriculado Plata	4
Vic. Académico	Fluorescentes	3x32	9	15.000 – 20.000	Acrílico Prismático	14


Comisión de Evaluación	Fluorescentes	3x32	9	15.000 – 20.000	Cuadrulado Plata	17
CUICYT	Fluorescentes	3x32	9	15.000 – 20.000	Cuadrulado Plata	12
Planeamiento Integral	Fluorescentes	3x32	9	15.000 – 20.000	Acrílico Prismático	10
Sala José Martí	Fluorescentes	2x40	0,3 0	15.000 – 20.000	Acrílico Prismático	15
Unidad de mantenimiento	Fluorescentes	3x32	9	15.000 – 20.000	Acrílico Prismático	6
Dep. Comunicación	Fluorescentes	3x32	15	15.000 – 20.000	Acrílico Prismático	6
Dep. Analista Jurídico	Fluorescentes	3x32	9	15.000 – 20.000	Acrílico Prismático	8
Diagramación	Leds	3x18	9	30.000	Cuadrulado Plata	4
VTR	Leds	3x18	24	30.000	Cuadrulado Plata	3
Estudio	Leds	3x18	8	30.000	Cuadrulado Plata	25
		2x18				34
Radio UTN	Leds	3x18	16	30.000	Cuadrulado Plata	8


Simón Bolívar	Fluorescentes	3x32	0,2 5	15.000 – 20.000	Acrílico Prismático	4
Baños	Incandescente	100	4	700 – 1.000	-	43


Fuente: Autores


8.1.7 Iluminación para interiores

REPARTO LUMINOSO	Factor de mantenimiento fm. %	Techo %		70			50			30		
		Paredes %	K	Coeficiente de utilización C _u								
				50	30	10	50	30	10	30	10	30
	Abiertos	1	46	43	41	46	43	41	43	41	43	41
	Buena 75	1,2	54	51	49	53	51	48	50	48	50	48
	Medio 70	1,5	59	56	53	58	55	53	55	53	55	53
	Mala 65	2	63	60	57	62	59	57	59	57	59	57
		2,5	65	63	60	65	62	60	62	60	62	60
	Cerrados	3	69	67	65	68	66	64	65	63	64	62
	Buena 80	4	71	69	67	70	68	67	68	66	67	65
	Medio 77	6	73	71	69	72	70	68	69	67	68	66
	Mala 73	8	75	73	71	73	72	71	71	71	71	70
		10	76	75	73	75	73	72	72	72	71	71

REPARTO LUMINOSO	Factor de mantenimiento fm. %	Techo %		70			50			30		
		Paredes %	K	Coeficiente de utilización C _u								
				50	30	10	50	30	10	30	10	30
		1	30	25	22	29	25	22	25	22	25	22
		1,2	38	33	30	37	33	29	32	29	32	29
		1,5	44	39	36	43	39	36	38	35	38	35
		2	51	46	42	49	45	41	44	41	44	41
	Buena 70	2,5	55	50	47	54	49	46	48	45	48	45
	Medio 60	3	62	57	53	60	56	52	54	52	54	52
	Mala 50	4	65	61	58	63	60	57	58	56	58	56
		6	68	65	62	66	63	60	61	59	61	59
		8	72	69	66	70	67	65	65	63	65	63
		10	74	72	69	72	70	68	68	66	68	66

REPARTO LUMINOSO	Factor de mantenimiento fm. %	Techo %		70			50			30		
		Paredes %	K	Coeficiente de utilización C _u								
				50	30	10	50	30	10	30	10	30
		1	41	39	37	41	39	37	39	37	39	37
		1,2	49	46	45	47	46	44	45	44	45	44
		1,5	54	52	51	53	52	51	52	51	52	51
		2	57	54	53	57	54	53	54	53	54	53
	Buena 70	2,5	59	58	54	59	56	54	56	54	56	54
	Medio 60	3	63	60	59	62	61	58	59	58	59	58
	Mala 50	4	64	63	60	63	62	60	62	61	62	61
		6	65	64	63	64	63	62	63	62	63	62
		8	67	65	64	65	64	64	64	64	64	63
		10	72	67	65	67	65	64	65	64	65	64

REPARTO LUMINOSO	Factor de mantenimiento fm. %	Techo %		70			50			30		
		Paredes %	K	Coeficiente de utilización C _u								
				50	30	10	50	30	10	30	10	30
		1	53	51	49	53	51	49	52	51	52	51
		1,2	56	54	53	56	54	53	56	54	56	54
		1,5	58	56	55	58	56	55	57	56	57	56
		2	60	58	57	60	58	57	60	58	60	58
	Buena 80	2,5	62	60	59	61	60	59	61	59	61	59
	Medio 75	3	63	62	60	63	61	60	62	61	62	61
	Mala 70	4	64	63	61	63	62	61	63	62	63	62
		6	65	64	63	64	63	63	63	63	63	63
		8	66	65	64	65	64	63	64	63	64	63
		10	68	66	65	66	65	64	64	64	64	64

REPARTO LUMINOSO	Factor de mantenimiento fm. %	Techo %		70			50			30		
		Paredes %	K	Coeficiente de utilización C _u								
				50	30	10	50	30	10	30	10	30
		1	27	22	20	26	22	19	25	22	25	22
		1,2	33	29	26	33	29	25	32	28	32	28
		1,5	38	34	30	38	33	30	37	33	37	33
		2	43	38	35	42	38	34	41	38	41	38
	Buena 78	2,5	46	42	38	46	41	38	44	41	44	41
	Medio 65	3	50	47	43	50	46	43	48	46	48	46
	Mala 55	4	53	50	47	53	49	47	51	48	51	48
		6	55	52	50	54	52	49	53	51	53	51
		8	59	55	53	58	55	53	56	54	56	54
		10	60	57	55	59	57	55	57	55	57	56

Fuente: INSTALACIONES ELÉCTRICAS, Depósito Legal : Z-2761-1999--

ISBN 8470632108

8.1.8 Conductores eléctricos en tubo conduit

Calibre AWG o kcmil	Ohms al neutro / km													
	Reactancia inductiva (X_L) para todos los conductores Ohm/km		Resistencia a la c.a. a 75°C de conductores de cobre Ohm / km			Resistencia a la c.a. a 75°C de conductores de aluminio Ohm / km			Impedancia (Z) de conductores de cobre $f_p=0,9$ Ohm / km			Impedancia (Z) de conductores de aluminio $f_p=0,9$ Ohm / km		
	Conduit de PVC o aluminio	Conduit de acero	Conduit de PVC	Conduit de aluminio	Conduit de acero	Conduit de PVC	Conduit de aluminio	Conduit de acero	Conduit de PVC	Conduit de aluminio	Conduit de acero	Conduit de PVC	Conduit de aluminio	Conduit de acero
14	0.190	0.240	10.2	10.2	10.2	—	—	—	9.3	9.3	9.3	—	—	—
12	0.177	0.223	6.6	6.6	6.6	—	—	—	6.0	6.0	6.0	—	—	—
10	0.164	0.207	3.9	3.9	3.9	—	—	—	3.6	3.6	3.6	—	—	—
8	0.171	0.213	2.56	2.56	2.56	—	—	—	2.38	2.38	2.40	—	—	—
6	0.167	0.210	1.61	1.61	1.61	2.66	2.66	2.66	1.52	1.52	1.54	2.47	2.47	2.49
4	0.157	0.197	1.02	1.02	1.02	1.67	1.67	1.67	0.99	0.99	1.00	1.57	1.57	1.59
2	0.148	0.187	0.62	0.66	0.66	1.05	1.05	1.05	0.62	0.66	0.68	1.01	1.01	1.03
1/0	0.144	0.180	0.39	0.43	0.39	0.66	0.69	0.66	0.41	0.45	0.43	0.66	0.68	0.67
2/0	0.141	0.177	0.33	0.33	0.33	0.52	0.52	0.52	0.36	0.36	0.37	0.53	0.53	0.55
3/0	0.138	0.171	0.253	0.269	0.259	0.43	0.43	0.43	0.288	0.302	0.308	0.45	0.45	0.46
4/0	0.135	0.167	0.203	0.22	0.207	0.33	0.36	0.33	0.242	0.257	0.259	0.36	0.38	0.37
250	0.135	0.171	0.171	0.187	0.177	0.279	0.295	0.282	0.213	0.227	0.234	0.310	0.324	0.328
300	0.135	0.167	0.144	0.161	0.148	0.233	0.249	0.236	0.188	0.204	0.206	0.269	0.283	0.285
350	0.131	0.164	0.125	0.141	0.128	0.200	0.217	0.207	0.170	0.184	0.187	0.237	0.252	0.258
400	0.131	0.161	0.108	0.125	0.115	0.177	0.194	0.180	0.154	0.170	0.174	0.216	0.232	0.232
500	0.128	0.157	0.089	0.105	0.095	0.141	0.157	0.148	0.136	0.150	0.154	0.183	0.197	0.202
600	0.128	0.157	0.075	0.092	0.082	0.118	0.135	0.125	0.123	0.139	0.142	0.162	0.177	0.181
750	0.125	0.157	0.062	0.079	0.069	0.095	0.112	0.102	0.110	0.126	0.131	0.140	0.155	0.160
1000	0.121	0.151	0.049	0.062	0.059	0.075	0.089	0.082	0.097	0.109	0.119	0.120	0.133	0.140

Fuente: la NOM-001-SEDE-2005

Catálogo de conductores TTU – 600 V – (XLPE – PVC)

Calibre AWG/MCM	N° de hilos	Espesor aislamiento (mm)	Espesor cubierta exterior (mm)	Diámetro exterior (mm)	Radio mínimo de curvatura (mm)	Capacidad (A)		Peso (aprox.) Kg / Km
						Al aire	@ 30 °C Canalizados	
14	7	0,76	0,38	4,5	18	30	25	33
12	7	0,76	0,38	5,1	20	40	30	47
10	7	0,76	0,38	5,8	23	55	40	68
8	7	1,14	0,38	7,4	30	80	55	109
6	7	1,14	0,76	9,3	37	105	75	177
4	7	1,14	0,76	10,6	42	140	95	261
2	7	1,14	0,76	12,1	48	190	130	392
1	19	1,40	1,14	14,6	58	220	150	513
1/0	19	1,40	1,14	15,7	63	260	170	629
2/0	19	1,40	1,14	16,9	68	300	195	774
3/0	19	1,40	1,14	18,3	73	350	225	956
4/0	19	1,40	1,14	19,9	80	405	260	1.184
250	37	1,65	1,14	21,7	87	455	290	1.395
350	37	1,65	1,65	25,7	129	570	350	1.961
500	37	1,65	1,65	29,3	146	700	430	2.735
750	61	2,03	1,65	35,2	176	885	535	4.041
1000	61	2,03	1,65	39,4	197	1055	615	5.300

Fuente: ICONEL Conductores - Baja tensión - Maresa USA.

8.1.9 Cargas eléctricas en el edificio central.

ubicación	PARÁMETRO MEDIDO	FASE A	FASE B	FASE C
Tablero principal	Corriente RMS (A)	74.2	91	87.1
Planta baja	Corriente RMS (A)	11.7	32.5	23.9
Piso 1	Corriente RMS (A)	19	25.3	
Piso 2	Corriente RMS (A)	5.9		9.3
Piso 3	Corriente RMS (A)		25.4	20.7
Radio y TV	Corriente RMS (A)	7.5		7.7

Análisis de las mediciones con el analizador de redes FLUKE.

A continuación se presenta los límites de los parámetros que intervienen en la regulación del CONELEC 004/01.

Nivel de voltaje

Nivel de voltaje

Subetapa 2 de regulación	
Alto Voltaje	5.00%
Medio Voltaje	8.00%
Alto Voltaje	8.00%

Fuente: Regulación del CONELEC 004/01

Perturbaciones de voltaje

Límites:

*Flickers: Menor a Past = 1

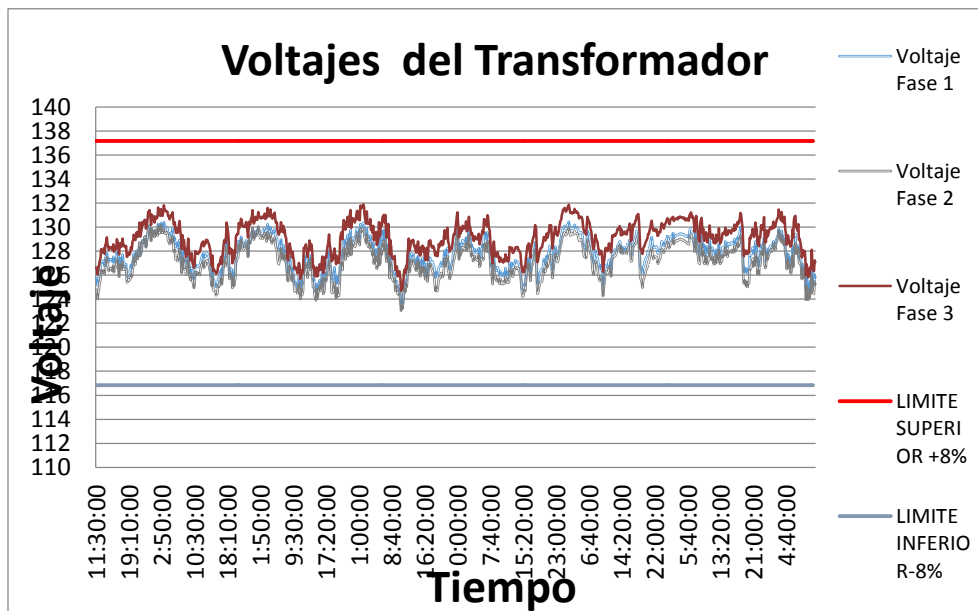
*Armónicos de Voltaje:

Límites perturbaciones de voltaje

	Voltaje > 40 Kv	Voltaje ≤ 40 Kv
THD	3	8

Fuente: Regulación del CONELEC 004/01

Análisis de Voltaje



Fuente: Analizador de redes.

Nivel de Voltaje Promedio	
Voltaje Nominal (V)	127,00
Variación de Voltaje Admisible (%)	8,00
Voltaje Admisible, más/menos (V)	10,16
Energía Total Suministrada (kW-h)	2,453

Fuente: Analizador de redes

Número de Registros

Total de Mediciones (Registros)	1008
Mediciones Admisibles (%)	5

Fuente: Analizador de redes

Voltaje Medio

PARÁMETRO MEDIDO	FASE A	FASE B	FASE C	TRANSFORMADOR	VALOR pu
Voltaje Promedio (V)	127,79	127,18	129,32	128,03	1,008
Voltaje Mínimo (V)	123,59	123,05	124,71	123,05	0,969
Voltaje Máximo (V)	130,46	130,13	131,90	131,90	1,039

Fuente: Analizador de redes

Porcentaje de Voltaje Fuera de Regulación

Total de mediciones fuera de regulación (FASE A)	0 mediciones	Porcentaje de mediciones fuera de regulación (FASE A)	- %
Total de mediciones fuera de regulación (FASE B)	0 mediciones	Porcentaje de mediciones fuera de regulación (FASE B)	-%
Total de mediciones	0 mediciones	Porcentaje de mediciones	-%

fuera de regulación (FASE C)		fuera de regulación (FASE C)	
Total de mediciones fuera de regulación	0 mediciones	Porcentaje total de mediciones fuera de regulación	-%
		Nivel de voltaje dentro de la normativa	

Fuente: Analizador de redes

Análisis de Factor de Potencia Verdadero

$$PF = \frac{|P|}{S} \times \frac{Q}{|Q|} \quad 10.$$

Límites: Mínimo 0.92

Límite de factor de potencia

Cosφ mínimo admisible	0.92
Energía total suministrada (kW-h)	2.453

Fuente: Analizador de redes

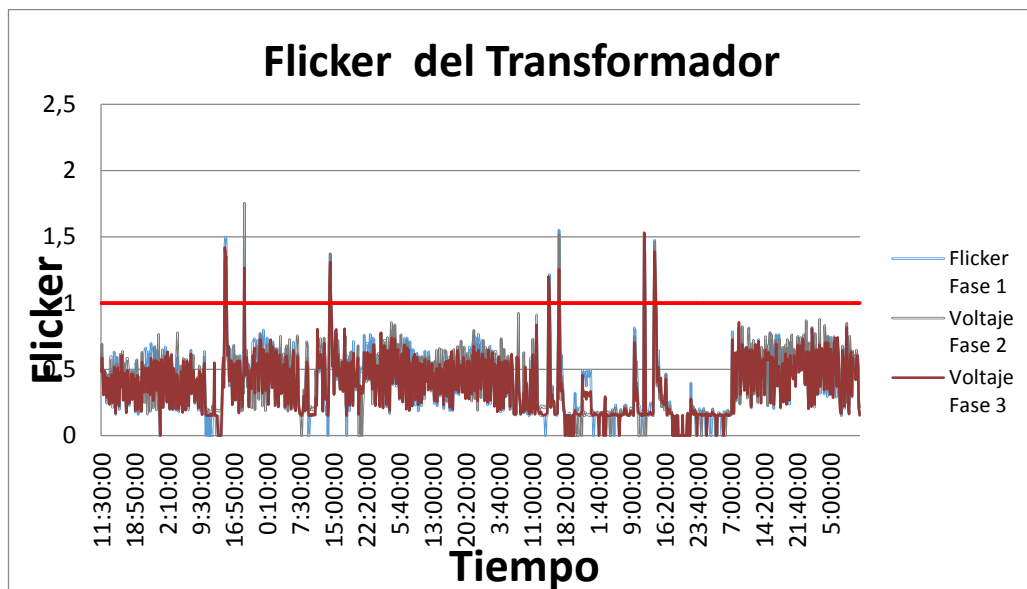
Parámetros del factor de potencia

	FASE A	FASE B	FASE C	TRANSFORMADOR
PF inductivo promedio	0,93	0,88	0,92	0,92
PF inductivo Mínimo	0,82	0,77	0,85	0,85
PF inductivo Máximo	0,98	0,98	0,99	0,99
PF capacitivo Promedio	-	-	-	-
PF capacitivo Mínimo	-	-	-	-
PF capacitivo Máximo	-	-	-	-

Fuente: Analizador de redes

Análisis de Flicker

Curva de flicker período de medición



Fuente: Analizador de redes

Se observa en la figura que el nivel del flicker fase 3 supera a los niveles registrados en la fase 1 y 2, según la normativa el nivel de flickerpst debe ser igual o menor a 1, se puede apreciar que este valor se supera en 5 ocasiones, pero en promedio el nivel de flicker oscila en 2.08% manteniéndose dentro de los límites establecidos por la norma.

Límite de Flicker

Pst máximo admisible, %	1
Energía total suministrada (kW-h)	2,453

Fuente: Analizador de redes

Porcentaje Flicker

	FASE A	FASE B	FASE C	TRANSFORMADOR
Pst promedio (%)	0,453	0,431	0,406	0,424
Pst mínimo (%)	0,000	0,000	0,000	0,00
Pst máximo (%)	1,549	1,752	1,530	1,75

Fuente: Analizador de redes

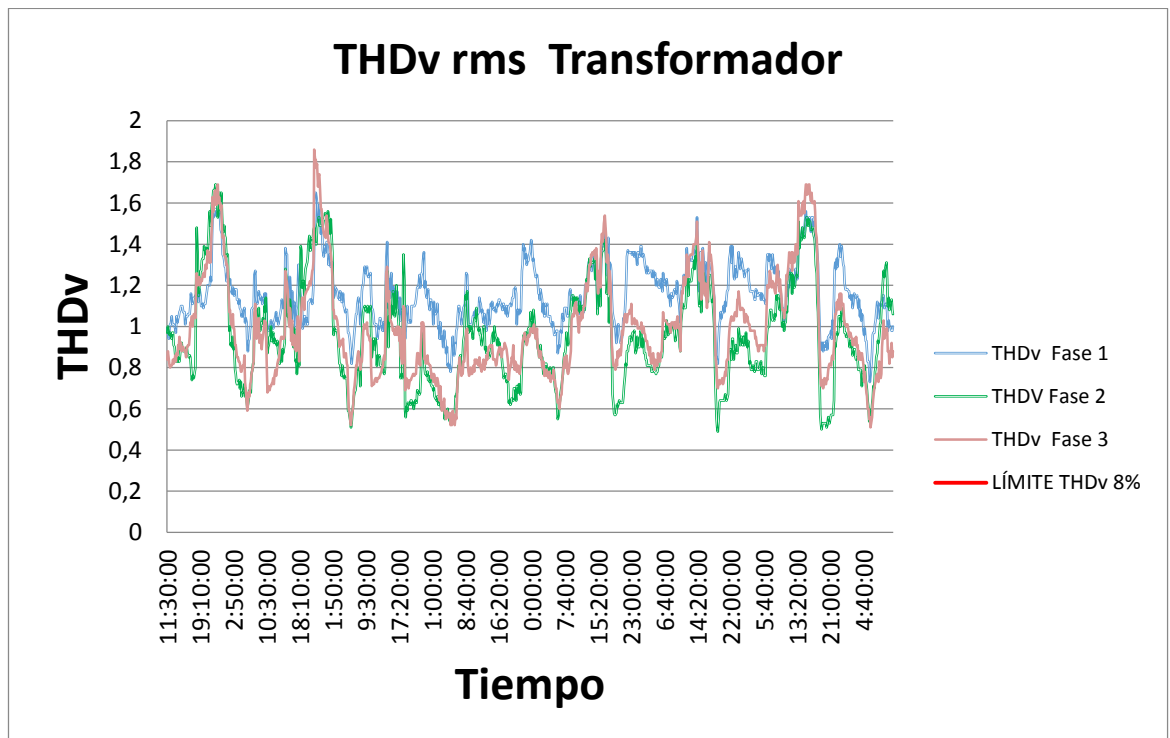
Mediciones promedio de Flicker

Total mediciones fuera de regulación (FASE A)	14 mediciones	Porcentaje de mediciones fuera de regulación (FASE A)	1,39 %
Total mediciones fuera de regulación (FASE B)	15 mediciones	Porcentaje de mediciones fuera de regulación (FASE B)	1,49%
Total mediciones fuera de regulación (FASE C)	15 mediciones	Porcentaje de mediciones fuera de regulación (FASE C)	1,49 %
Total mediciones fuera de regulación	44 mediciones	Porcentaje total de mediciones fuera de regulación	1,46%
Flicker parpadeo dentro del límite de la Normativa			

Fuente: Analizador de redes

Análisis de THD de Voltaje

Curva THD de Voltaje rms



Fuente: Analizador de redes

El THD de voltaje es el nivel de armónicos o distorsión que presenta la onda de red en relación al voltaje de suministro de red, se observa en el gráfico el nivel de THDv fase 3 es ligeramente superior a las fases 1 y 2. Los valores marcados oscilan entre 1 y 2% del límite de la normativa.

Límite de THD

THD máximo admisible, %	8
Energía total suministrada (kW-h)	2,453

Fuente: Analizador de redes

Porcentaje de THD de Voltaje

	FASE A	FASE B	FASE C	TRANSFORMADOR
THD [V] promedio (%)	1,16	0,96	0,99	1,04
THD [V] mínimo (%)	0,73	0,49	0,51	0,49
THD [V] máximo (%)	1,65	1,69	1,86	1,86

Fuente: Analizador de redes

Mediciones promedio de THD de voltaje

Total mediciones fuera de regulación (FASE A)	0 mediciones	Porcentaje de mediciones fuera de regulación (FASE A)	-%
Total mediciones fuera de regulación (FASE B)	0 mediciones	Porcentaje de mediciones fuera de regulación (FASE B)	-%
Total mediciones fuera de regulación (FASE C)	0 mediciones	Porcentaje de mediciones fuera de regulación (FASE C)	-%

Total mediciones fuera de regulación	0 mediciones	Porcentaje total de mediciones fuera de regulación	-%
			THDv se encuentra dentro del límite de la Normativa

Fuente: Analizador de redes

8.2 Anexos fotográficos

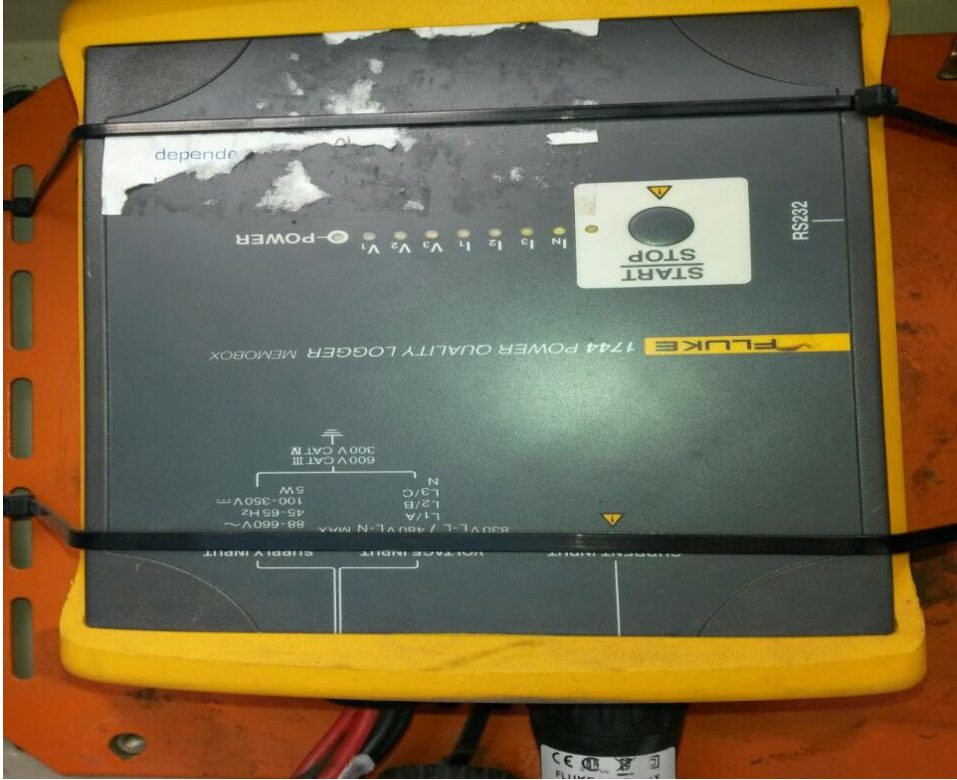
8.2.1 Instalación del analizador de redes











8.2.2 Toma de datos eléctricos, lumínicos y levantamiento de inventario



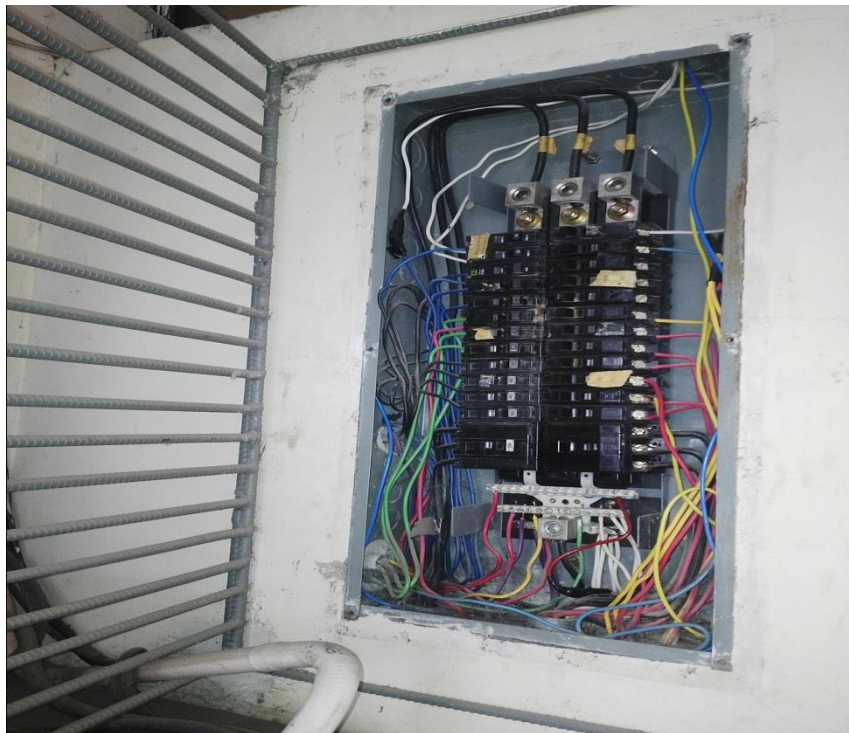
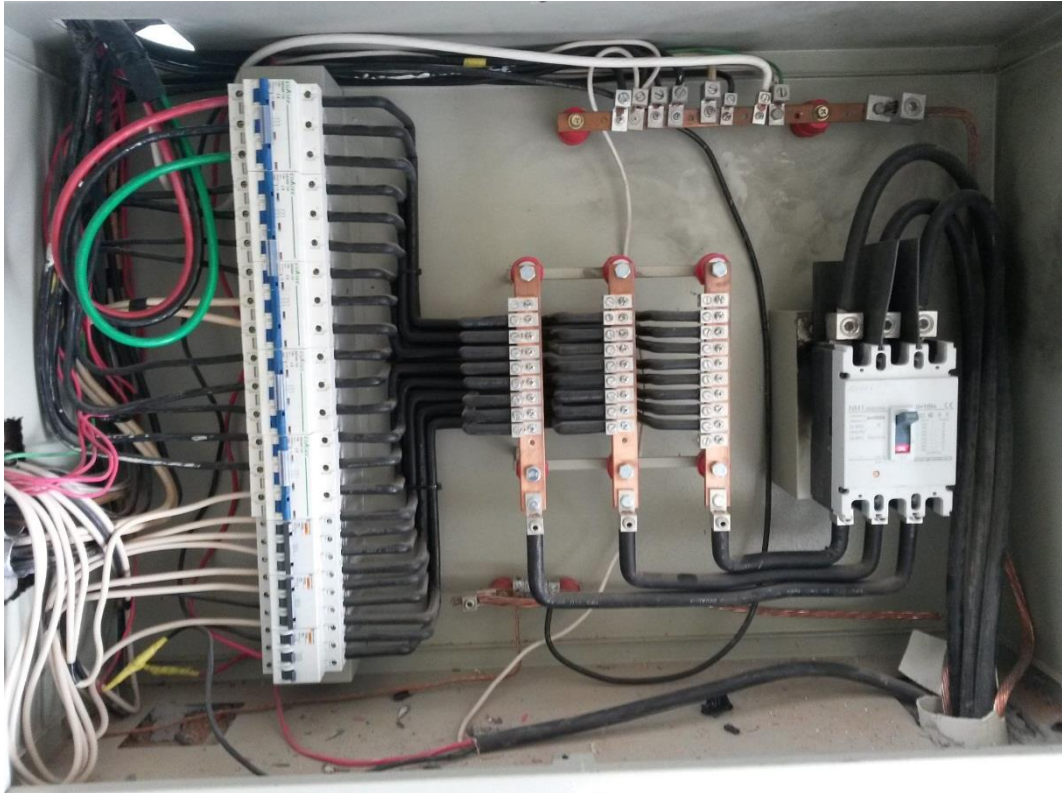


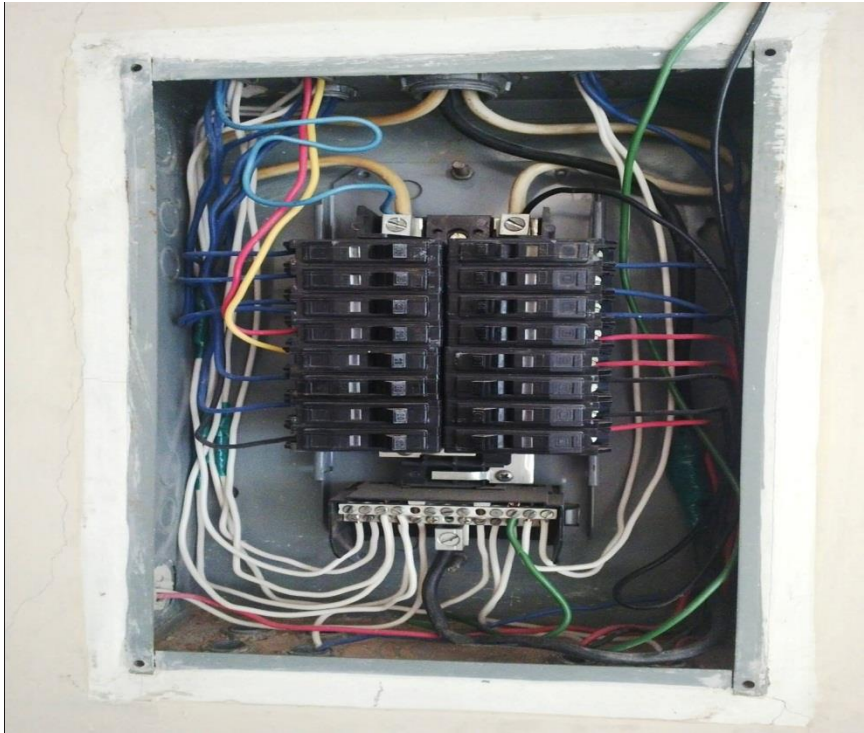


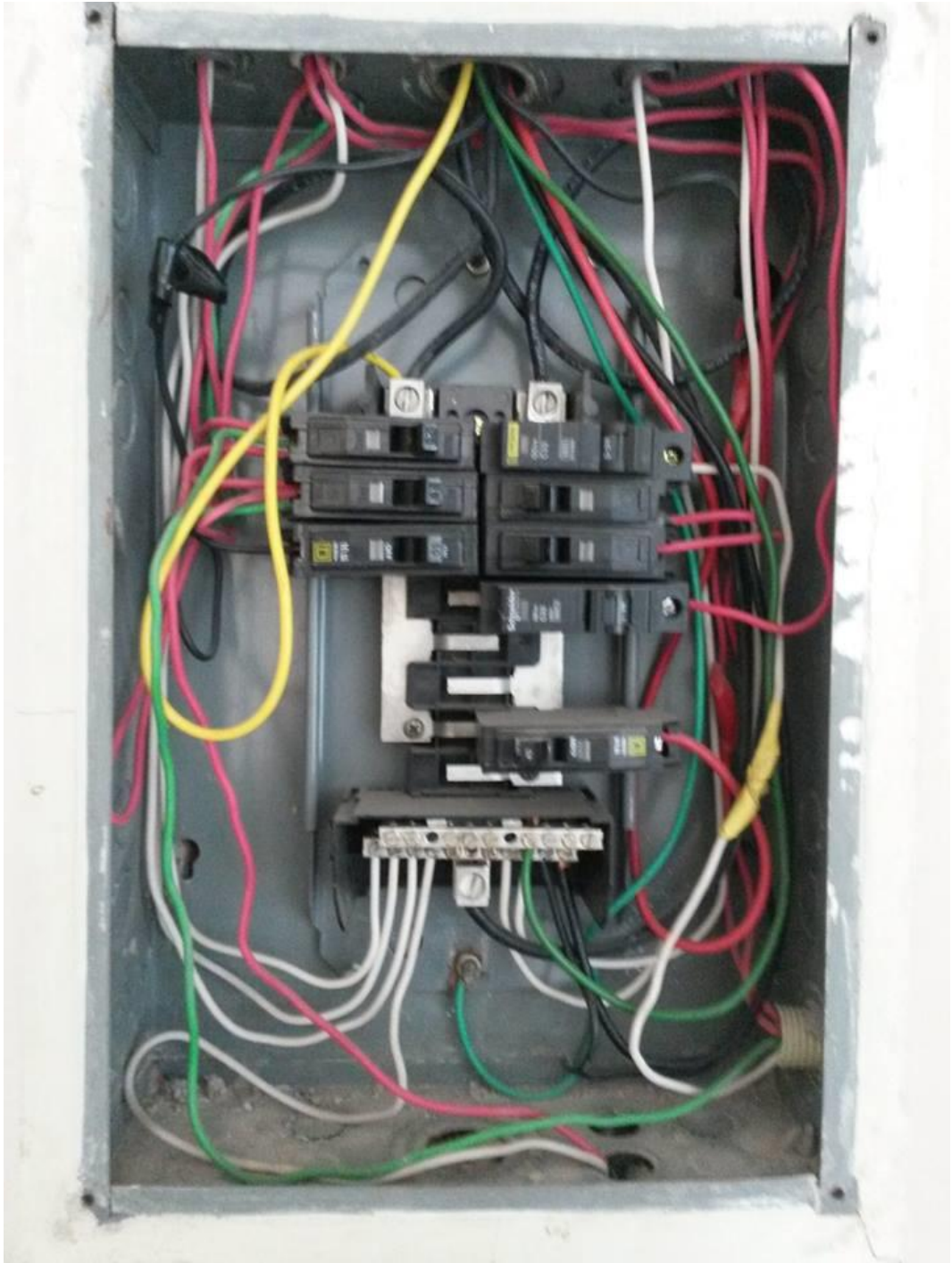


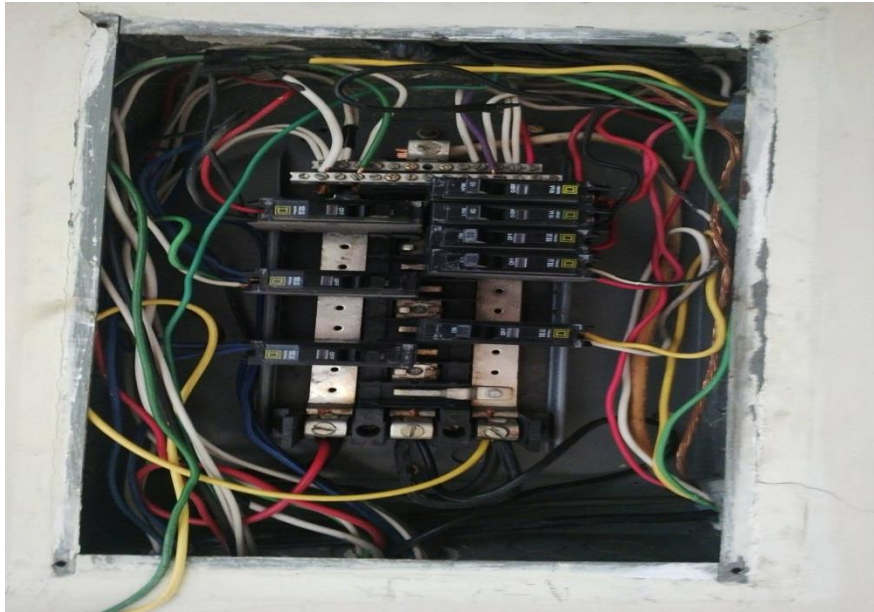


8.2.3 Levantamiento de tableros de distribución









8.2.4 Certificación de ingreso al Edificio Central

UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE				RECTORADO	
INGRESO DE DOCUMENTACION Y ARCHIVO				15/1/2015	
Nº GUIA 16.287	CLASE Oficio	Nº COMUNICACION 483-D	FECHA ORIGIN. 13/01/2015	FECHA RECEPC. 15/01/2015	ANEXOS Copias
DE: LOPEZ AYALA RAIMUNDO			DECANO FECYT		
ASUNTO: SOLICITA AUTORIZACION A LOS SRES. "ÉDISON RECALDE Y JAVIER TULCÁN", ALUMNOS DE MANT. ELEC., PUEDAN ACCEDER A LAS DEPENDENCIAS DE LA PLANTA CENTRAL, A FIN DE TOMAR DATOS QUE SERVIRÁN PARA EL DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO.					
REVISADO: Isabel y Cristina			15/01/2015		
ENVIADO A:		Nº OFICIO	INICIALES	ARCHIVO	FECHA
GESTIÓN DE RECURSOS HUMANOS		libro	cvr	FECYT	16/01/2015
OBSERVACIONES:					
<i>Autorizado</i> <i>A. R. H.</i>					
<i>Archivo - Standard</i> <i>AD</i>					

8.2.5 Solicitud de instalación del analizador de redes

Ibarra, 08 de Junio del 2015

Ing. RAMIRO POSSO ANDRADE
PRESIDENTE EJECUTIVO DE EMELNORTE S.A.

Presente._

De nuestras consideraciones.

Reciba un atento y cordial saludo y a la vez deseándole éxitos en sus funciones.

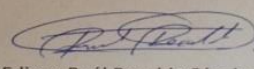
Nosotros Edison Javier Tulcán Terán, con C.I: 1003307376 y Edison Raúl Recalde Sánchez, con C.I: 1003829296, estudiantes de la Universidad Técnica del Norte, solicitamos de la manera más comedida la información de mediciones de calidad de energía del transformador que alimenta al Edificio Central de la Universidad Técnica del Norte, con el fin de realizar un proyecto de investigación.

Por la acogida que le dé a la Presente, desde ya anticipo mis más sinceros agradecimientos.

Atentamente._



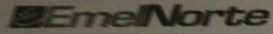
Edison Javier Tulcán Terán
Cel. 0983374421



Edison Raúl Recalde Sánchez
Cel. 0994564116

U. DOCUMENTACION Y ARCHIVO
EMELNORTE S.A.
Fecha 09 JUN 2015 Hora 9:55
Firma *Josue...* *Tulcan...*

2997-100
ext. 0



EMPRESA ELECTRICA REGIONAL NORTE S.A.

Avanzamos con energía hacia el futuro

R.U.C. 189081729001
NIT 900000000
Calle Boyerón 873 y Chica Narváez
Tel.: (06) 2855 894 - 2850 490
Fax: (06) 2857 590

COMPROBANTE DE INGRESO

NUMERO: 001-004-0004921

EMPRESA: RECALDE SANCHEZ EDISON RAUL ID. CLIENTE:
DIRECCION: EMELNORTE CEDULA: .1003829296
RUTA Y CUENTA:
FECHA DE PAGO: 2015/04/22 08:31

CONCEPTO	VALOR
PAID DE OBRA PERSONAL CONTRATO EVENTUAL	17.73
SUBTOTAL:	17.73
12.00 % IVA:	0.00
TOTAL A PAGAR:	17.73

DETERMINACIONES: REINGRESO DE SUELDOS EFECTUADOS POR EL IESS.

TERMO: FIANBY

CONTRIBUYENTE ESPECIAL
RESOLUCION Nº 195-2000-04-04

Tramite 2971.
Ing Alvaro Arellano

CLIENTE

Recibido
22-06-2015
[Signature]

www.emelnorte.com

8.2.6 Proformas de equipos eléctricos y lumínicos

CANT	DESCRIPCIÓN	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
	en USD	569 =	569 =
	10 GB - RAM 4 GB Teclado y Mouse HP.		
	L555 Scanner y Fax	402 =	402 =
		SUBTOTAL \$	971 =
		IVA 12%	116,52
		TOTAL \$	1087,52

OBSERVACIONES: Garantía 1 año

FORMA DE PAGO: CONTADO

"La Garantía y Confianza es lo más importante" 26 AÑOS junto a usted

Tanya Armas
COMERCIALIZACIÓN

WORLD COMPUTERS
Su inversión inteligente

Cel: 0994 039492 Telf: (06) 2608 010 • 2640 333
E-mail: tanya_armas@hotmail.com
Dir: Pedro Moncayo 3-53 y Rocafuerte
www.worldcomputers.com.ec

IBARRA - ECUADOR



CERELECTRIC

LIDERES EN MATERIAL ELECTRICO
Ing. Alicia Genoveva Cerón García
Matriz y Establecimiento: Olmedo 9-33 y Pedro Moncayo
(frente Auto Banco del Pacifico) Telf. 2953 755 / 2509 395 Cel. 0992 482 585
0982733484 / importadoracerelectric@yahoo.com Ibarra - Ecuador

PROFORMA
RUC: 0400530747001

0001190

CLIENTE: CONSUMIDOR FINAL	FECHA EMISION: 30 Junio 2015
RUC:	FECHA VENCIMIENTO: 30 Junio 2015
DIRECCION:	VENDEDOR: LORENA
TELEFONO:	REF: 39753

CODIGO	DESCRIPCION	CANT.	P. UNIT.	P. TOTAL
ATD310	CABLEADO 115 TRIFASICO	1	7.71	7.71
B58	BREAK DIFER 3X63 CAMSCO	1	23.93	23.93
CDM10	CABLE DESNUDO 1/0 METRO	1	6.70	6.70
660X90	GABINETE 80X60X30 DOBLE FONDO	1	124.73	124.73
SC1	SUELDA EXOTERMICA 115 GRAMOS	1	6.79	6.79
BCCO	VARILLA COOPERWELL 1.80M	1	7.81	7.81
PO12X3	PANEL LED 120X36 56W 4000K	1	156.25	156.25
MERCADERIA:				333.67
500 TRESIENTOS SESENTA Y TRES CON 67/100				
SUBTOTAL				0.00
TARIFA 0%				40.04
IVA 9%				373.71
TOTAL \$				

ENTREGUE CONFORME RECIBI CONFORME

Aceptamos todas sus Tarjetas de Crédito



Original ADSCRIBIENTE
Copia EMISOR

14 JUL 2015
#1/8:06

8.2.7 Anexos del tablero didáctico

