UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZU
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

DIAGNOSTICO DEL SISTEMA ELECTRICO DEL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZU Y ALTERNATIVAS DE OPTIMIZACIÓN DEL CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

ADRIAN MEZA CARDOZO

Coronel Oviedo - Paraguay

Año 2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZU
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

DIAGNOSTICO DEL SISTEMA ELECTRICO DEL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZU Y ALTERNATIVAS DE OPTIMIZACIÓN DEL CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

Elaborado por

Adrian Meza Cardozo

Tutor

Ing. Elisa Rojas Girett

Trabajo presentado a la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Nacional de Caaguazú, como requisito para la obtención del título de Ingeniero en Electricidad

Coronel Oviedo - Paraguay

Año 2023

PÁGINA DE APROBACIÓN

Trabajo de fin de grado para la obtención del Título de Ingeniero Electricista aprobado en representación de la Facultad Ciencias y Tecnología de la Universidad Nacional de Caaguazú, por el Tribunal Examinador constituido por los siguientes profesores.

Prof. Ing.

Prof. Ing.

Prof. Ing.

Dedicado a:

A mis maestros quienes nunca desistieron al enseñarme, aun sin importar que muchas veces no ponía atención en clase, a ellos que continuaron depositando su esperanza en mí.

A mis padres quienes me apoyaron todo el tiempo..

A todos los que me apoyaron para escribir y concluir esta tesis.

Para ellos es esta dedicatoria de tesis, pues es a ellos a quienes se las debo por su apoyo incondicional.

Agradecimientos:

A la Universidad Nacional del Caaguazú, por haberme acogido.
A la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Nacional de Caaguazú, por brindarme la oportunidad de poder estudiar en esta prestigiosa casa de estudios.

DIAGNOSTICO DEL SISTEMA ELECTRICO DEL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZU Y ALTERNATIVAS DE OPTIMIZACIÓN DEL CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

Adrian Meza Cardozo

RESUMEN

El presente proyecto de fin grado consiste en la realización diagnóstico del sistema eléctrico del campus de la Universidad Nacional de Caaguazú y alternativas de optimización del consumo de la energía eléctrica.

Se realizó una verificación de la instalación eléctrica existente encontrándose que no se cumplen con los criterios establecidos en las normas y reglamentos. Luego se determinaron la carga de los distintos sectores de la instalación eléctrica, así como se efectuó el cálculo de los niveles de corto circuito en los diferentes circuitos de la misma. Con ello se dimensionaron los distintos componentes y equipos de la instalación eléctrica, de tal modo que se cumplan con la normativa y reglamentación de referencia.

También se realizaron los cálculos de climatización en cada sector de campus de la Universidad Nacional de Caaguazú como también niveles de luminotécnicos mediante software Dialux para lograr un buen nivel de iluminación acorde al tipo de instalación, proponiéndose los equipos correspondientes.

Se realizó además un breve abordaje de la línea de media tensión que alimenta al campus como también el sistema de puesta a tierra inexistente en el campus que proponiéndose la utilización del régimen de conexión Punto puesto a tierra directamente indicándose la configuración de puesta a tierra a aplicar.

Finalmente se efectúo la evaluación económica del presente Proyecto, ajustándose al presupuesto de gastos de la nación.

Palabras claves: Instalaciones eléctricas, Dimensionamiento cables y equipos, cálculo luminotécnico, puesta a tierra.

DIAGNOSIS OF THE ELECTRICAL SYSTEM OF THE NATIONAL UNIVERSITY OF CAAGUAZU CAMPUS AND ELECTRICAL POWER CONSUMPTION OPTIMIZATION ALTERNATIVES

Adrian Meza Cardozo

ABSTRACT

This final degree project consists of carrying out a diagnosis of the electrical system of the campus of the National University of Caaguazú and alternatives to optimize the consumption of electrical energy.

Firstly, a verification of the existing electrical installation was carried out. finding that the criteria established in the rules and regulations are not met. Then the load of the different sectors of the electrical installation was determined, as well as the calculation of the short circuit levels in the different circuits of the same. With this, the different components and equipment of the electrical installation were dimensioned, in such a way that they comply with the norms and regulations of reference.

Air conditioning calculations were also made in each sector of the National University of Caaguazú as well as lighting levels using Dialux software to achieve a good level of lighting according to the type of installation, proposing the corresponding equipment.

In addition, a brief approach was made to the medium voltage line that feeds the campus as well as the non-existent grounding system on the campus, proposing the use of the point grounded directly connection regime, indicating the grounding configuration to be applied.

Finally, the economic evaluation of this Project was carried out, adjusting to the budget of expenses of the nation.

Keywords: Electrical installations, Sizing cables and equipment, lighting calculation, grounding.

CONTENIDO

PÁGINA DE APROBACIÓN i
Dedicado a: ii
Agradecimientos: iii
CONTENIDO vi
LISTA DE FIGURAS xii
LISTA DE TABLAS xiv
LISTA DE ECUACIONES xviii
LISTA DE ABREVIATURAS xix
I. INTRODUCCIÓN 1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA 3
CAPÍTULO 1 3
1.1. ANTECEDENTES HISTORICO 3
1.2. DEFINICION DE TERMINOS BASICOS 4
1.2.1 Carga 4
1.2.2 Demanda 4
1.2.3 Conductor 4
CAPITULO 2 5
2.1 MARCO TEORICO 5
2.1.1 GENERALIDADES SOBRE LA EFICIENCIA ENERGETICA 5
2.1.1.1 Eficiencia energética 5
2.1.1.2 Introducción a la eficiencia energética en el sector de la edificación 5
2.1.1.2.1. Sostenible. Energía y Atmósfera (Norma Paraguaya - NP 55 005 16) 5
2.1.1.2.2 Código técnico de edificación energética (Norma Española - CTE). 6
2.1.2 Iluminación 7
2.1.2.1Inventario de alumbrado 8
2.1.2.2Iluminancia media horizontal mantenida (Em) 8
2.1.2.3Calidad de la iluminación 9
2.1.3 Índice de reproducción cromática (Ra) 9
2.1.4 Etiqueta energética de iluminación 11
Figura 2.1 Etiqueta de Eficiencia Energética de lámparas 11

2.1.4.1 La etiqueta de lámparas informa: 12
2.1.5 Resultados de las mediciones de iluminación 12
2.1.6 Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI) 13
2.1.6 Sistema de refrigeración 15
2.1.6.1 Aires acondicionados 15
2.1.6.2 Climatización 16
2.1.6.2.1 Disminución de las cargas térmicas 16
2.1.6.2.2. Regulación adecuada de la temperatura de climatización 16
2.1.7. Otros equipos energéticos 17
2.1.7.1 Equipos informáticos 17
2.9. Conceptos y formulaciones básicas energéticas 19
2.1.9.1Factor de potencia medio del mes 19
2.1.9.2. Cálculo del flujo luminoso total necesario 19
2.1.9.3. Cálculo del número de luminarias [7] 20
2.1.9.4. Criterios de la caída de tensión 20
2.1.9.4.1. Caídas de tensión máximas permisibles según reglamento de BT (ANDE): 20
CAPÍTULO 3 22
3.1. Acometida 22
3.2.Acometida de baja tensión 22
3.3. Acometida en Media tensión 22
3.4. Acometida Monofásica 22
3.5. Acometida Trifásica 22
3.6. Clase de Servicio 23
3.7. Baja Tensión 23
3.8. Media Tensión 23
3.9. Clasificación de tableros 23
3.10. Tableros de distribución principales 23
3.11. Tableros de Comando o Control 24
CAPÍTULO 4 25
4.1. Conductores Eléctricos 25
4.2. Selección de conductores eléctricos 25
4.3. Selección del calibre del conductor 26
4.4. Principios de puesta a tierra 26
4.5. Electrodo a tierra 26

4.6. Mallas 28
III. RESUMEN EJECUTIVO 29
CAPITULO 5 29
5.1. Descripción del trabajo 29
5.1.1. Métodos y Técnicas utilizadas 29
5.2. Tipo de Investigación 29
5.3. Técnicas e instrumentos de recolección de Datos 29
5.4. Fases metodológicas 30
Fase 1: Recolección de datos 30
Fase 1.1. Verificación de las condiciones de las instalaciones eléctricas 30
Fase 1.2. Recolección de datos 30
Fase 1.3. Almacenamiento de datos 30
Fase 2. Análisis de los valores obtenidos en la recolección. 31
Fase 2.1. Análisis de los datos en base a las normas nacionales e internacionales 31
Fase 3. Realización del proyecto ejecutivo 31
3.2. Reingeniería 31
3.3. Plan de mantenimiento 31
Fase 4. Realizar el análisis de factibilidad económica del proyecto propuesto. 32
Fase 4.1. Elaboración de listado de precio 32
Fase 4.2. Realización de un listado de beneficios a ser obtenidos con la propuesta 32
Fase 4.3. Elaboración de Flujo de Caja Proyectada 32
Fase 4.4. Obtención de la Tasa Interna de Retorno, Valor Presente Neto y Periodo de Retorno de la Inversión 32
5.5. Justificación 33
5.6. Finalidad del proyecto 33
5.7. Metas 34
5.8. Objetivos 34
5.8.1. Objetivos generales 34
5.8.2. Objetivos específicos 34
5.9. Beneficiarios 34
5.10. Producto 35
5.11. Localización física y cobertura espacial 35

5.12. Especificaciones de actividades y tareas realizadas 35
5.13. Recursos necesarios 35
5.13.1. Recursos humanos..... 35
5.13.2. Recursos materiales..... 36
5.14. Factibilidad técnica 36
5.15. Factibilidad económica 37
5.15.1. Beneficios..... 37
5.15.2. Evaluación económica 37
5.15.2.1 Instalación Eléctrica del edificio: 37
5.15.2.2. Lista de de materiales y costo de mano de obra de instalación 39
5.15.2.2.1 Costos asociados al cambio de categoria: 39
5.15.3. Climatización de aulas y oficinas:..... 41
5.15.3.1 Mantenimiento de acondicionadores de aire..... 42
5.15.4. Sistema de Iluminación 42
5.15.6. Evaluación de los componentes de costos:..... 44
IV. INGENIERÍA DE DISEÑO 47
CAPÍTULO 6.....47
6.1 Descripción de campus de la Universidad Nacional del Caaguazú UNCA . 47
6.2. Inspección de la Instalación Eléctrica: 47
6.3. Medición y Análisis del perfil de Carga del Campus de la Universidad Nacional de Caaguazú..... 49
6.3.1. Medición de Tensión (V) entre fases R-S, S-T y R-T 51
6.3.2. Medición de Tensión (V) en las Fases R, S y T– con respecto al neutro …….52
6.3.4. Medición de Demanda de Potencia Activa (kW) en las Fases R, S y T …….54
6.3.5. Medición de Demanda de Potencia Aparente (kVA) en las Fases R, S y T……55
6.3.6. Medición de Demanda de Potencia Reactiva (kVAr) en las Fases R, S *y T*……55
6.3.7. Medición de Factor de Potencia instantánea en las Fases R, S y T .. 56
6.3.8. Medición de Factor de Potencia instantánea de la Instalación 57
6.3.9. Medición de Energía Activa (kWh), Energía Aparente (kVAh) y Energía Reactiva (kVArh) en la siguiente figura. 58
6.3.10. Calculo del factor de potencia de la instalación en el intervalo de medición……..58

6.4. Evaluación Tarifaria y Consumo de Energía Eléctrica 59
6.4.1. TARIFA ACTUAL – CATEGORIA OTROS 413 60
6.4.2. TARIFA PROPUESTA – GUBERNAMENTAL 833 61
6.4.2.1. Evaluación de Costos del Consumo de Energía Tarifa 413 (Otros) y Tarifa 833 (Gubernamental) 61
6.5. Carga de Enfriamiento de Aulas y Oficinas Administrativas 69
6.5.1. Planta Baja – Aula 1, Aula 2, Aula 3, Aula 4 72
6.5.2. Planta baja – Aula 5 73
6.5.3. Planta baja – Aula 6 y Aula 7 74
6.5.4. Planta baja – Aula 8 y Aula 9 75
6.5.5. Planta baja – Sala de profesores 76
6.5.6. Planta baja – Secretaria de Carrera Medicina 77
6.5.7. Planta baja – Secretaría Ciclos 78
6.5.8. Planta baja – Biblioteca 79
6.5.10. Planta baja – Cantina/Comedor 81
6.5.11.1. Laboratorio uno - Facultad de Producción 82
6.5.11.2. Laboratorio dos - Facultad de Producción 83
6.5.12. Planta baja - Coordinación Académica Economía 84
6.5.13. Planta baja – Oficinas Economía 85
6.5.14. Planta baja – Secretaria General Economía 86
6.5.15. Planta Baja –Talento Humano Economía 87
6.5.16. Primer Piso - Aula 1, Aula 2, Aula 3, Aula 4 88
6.5.17. Primer Piso – Aula 5 89
6.5.18. Primer Piso – Aula 6 90
6.5.19. Primer Piso – Aula 7 91
6.5.20. Primer Piso – Aula 8 92
6.5.21. Primer Piso – Decanato Facultad Ciencias de la Producción 93
6.5.22. Primer Piso – Oficinas Facultad de Medicina 94
6.5.24. Primer Piso – Oficinas Economía 95
6.5.25. Bloque - Facultad de Ciencias de la Salud 96
6.6. Iluminación del Campus de la Universidad Nacional de Caaguazú 98
6.6.1. Tipo de Luminaria a Utilizar: 100
6.6.2. Resultado del nivel de iluminación obtenido: 100
6.6.3. Ubicación de Luminarias: 101
6.6.4. Lista de Coordenadas de ubicación de las luminarias: 102

6.6.4. Iluminación de Aulas y Oficinas 102
6.6.5. Gráfica de comparación de Consumo - Equipos Fluorescentes y Equipos LED 104
6.6.6. Iluminación de Sanitarios 104
6.6.7. Gráfica de comparación de Consumo - Equipos Fluorescentes y Equipos LED con sensor de movimiento en sanitario 105
6.6.8. Iluminación Exterior 106
6.7Línea de Media Tensión – Alimentación Principal del Campus de la Universidad Nacional de Caaguazú 106
6.7.1. Cruce a desnivel de la Línea de Media Tensión con la Línea Transmisión 66kV 106
6.7.2. Distancia de separación vertical entre la Línea de Media Tensión y el Piso como se ve en la siguiente figura 107
6.7.3. Solución Planteada al Problema 108
6.7.3.1. Línea de Media Tensión - Actual: 108
6.7.3.2. Línea de Media Tensión - Propuesta: 108
6.7.3.3 Zanja a Construir y Disposición de Conductores 109
6.7.3.4. Transición Aéreo - Subterráneo 110
6.7.3.5. Lista de Estructuras: 111
6.7. Medición de Resistencia de Puesta a Tierra (Rg) 112
6.8.1. El método empleado es el de Caída de Potencial: 112
6.8.2. Procedimiento de Medición: 112
6.8.3. Disposición de las mediciones: 113
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 116
VI. CONCLUSIONES 117
VII. RECOMENDACIONES 119
Apéndice A: Ingeniería de diseño 120
Apéndice A.1: Calculo de iluminación 120
Bibliografía 167

LISTA DE FIGURAS

CAPITULO 2

Figura 2.1 11

CAPITULO 4

Figura 4.1 Cálculo de la resistencia del suelo.....27
Figura 4.2 Mallas. 28

CAPITULO 5

Figura 5.1 Tasa de amortizacion en 18 mese.....41
Figura 5.2 Línea de Media Tensión - Actual 43
Figura 5.3 Adecuación de línea de media tensión 43
Figura 5.4 Evaluación de los componentes de costos.....45

CAPITULO 6

Figura 6.1 Analizador de redes de la marca EXTECH, -Modelo PQ3350.....50
Figura 6.2 Mediciones se realizan 50
Figura 6.3 Tensión (V) entre fases R-S, S-T y R-T 51
Figura 6.4 Tensión (V) en las Fases R, S y T– con respecto al neutro.....52
Figura 6.5 Tensión (V) en las Fases R, S y T– con respecto al neutro... **¡Error! Marcador no definido.**
Figura 6.6 Potencia Activa (kW) en las Fases R, S y T 54
Figura 6.7 : Potencia Aparente (kVA) en las Fases R, S y T 55
Figura 6.8 Potencia Reactiva (kVAr) en las Fases R, S *y T* 56
Figura 6.9 : Factor de Potencia instantánea en las Fases R, S y T 56
Figura 6.10 Energía Activa (kWh), Energía Aparente (kVAh) y Energía Reactiva (kVArh) en la siguiente figura. 58
Figura 6.11 Factor de potencia del campus.....59
Figura 6.12 Factura de Consumo de EE del campus proveída por la misma ...60
Figura 6.13 Categoría de consumos de energia otros 413 ANDE 60
Figura 6.14 Categoría de consumos de energía Gubernamental 833 61
Figura 6.15 : Factura de consumo de EE, periodo de consumo 16/12/21 - 17/01/22, Fuente: proveído por autoridades de la UNCA 62

Figura 6.16 Factura de consumo de EE, periodo de consumo 17/01/22 - 15/02/22. Fuente: proveído por autoridades de la UNCA 63
Figura 6.17 Factura de consumo de EE, periodo de consumo 15/02/22 - 16/03/22, Fuente: proveído por autoridades de la UNCA 64
Figura 6.18 Factura de consumo de EE, periodo de consumo 16/03/22 - 19/04/22, Fuente: proveído por autoridades de la UNCA 65
Figura 6.19 Factura de consumo de EE, periodo de consumo 19/04/22 - 16/05/22 , Fuente: proveído por autoridades de la UNCA 66
Figura 6.20 Factura de consumo de EE, periodo de consumo 16/05/22 - 15/06/22 , Fuente: proveído por autoridades de la UNCA 67
Figura 6.21 Energía Activa FPC, Energía Activa PC y la Energía total Activa .69
Figura 6.22 Costos entre la Categoría 413 y Categoría 833 69
Figura 6.23 Niveles de iluminación de cada dependencia 99
Figura 6.24 Luminaria a Utilizar 100
Figura 6.25 Nivel de iluminación obtenido 100
Figura 6.26 Ubicación de Luminarias según el progrma Dialux 101
Figura 6.27 Coordenadas de ubicación de las luminarias 102
Figura 6.28 Cambio de un sistema de iluminación tradicional existente por iluminación LED 103
Figura 6.29 Gráfica de comparación de Consumo 104
Figura 6.30 106
Figura 6.31 Línea de transmisión de 66KV y de 23KV 107
Figura 6.32 Altura de la línea de 23KV 107
Figura 6.33 Línea de media Tensión actual del campus 108
Figura 6.34 Línea de media Tensión Propuesta 108
Figura 6.35 Disposición de Conductores 109
Figura 6.36 Transición de la línea aérea a subterránea 110
Figura 6.37 método empleado es el de Caída de Potencial 112
Figura 6.38 1° medición de resistencia de puesta a tierra 113
Figura 6.39 : 2° medición de resistencia de puesta a tierra 114
Figura 6.40 : 3° medición de resistencia de puesta a tierra 114

LISTA DE TABLAS

CAPITULO 2

Tabla 2.1 Clases atribuidas a colores en los distintos casos de eficiencia 11

Tabla 2.2 Valores de eficiencia energética límite de iluminación en circuitos interior ……..13

CAPITULO 5

Tabla 5.1 Listado de las inversiones necesarias 38

Tabla 5.2 Lista de de materiales y costo de mano de obra.....39

Tabla 5.3 Tasa de amortizacion en 18 mese 41

Tabla 5.4 Costo de Acondicionadores de Aire.....41

Tabla 5.5 Mano de obra de Instalación y retiro de Acondicionadores de Aire ..42

Tabla 5.6 Mantenimiento Anual de Aire Acondicionado.....42

Tabla 5.7 Adecuación del Sistema de Iluminación 43

Tabla 5.8 Lista de Materiales y Mano de Obra 44

Tabla 5.9 Resumen de costo 44

Tabla 5.10 Retorno económico.....46

CAPITULO 6

Tabla 6.1 Condicones actuales de la instalación eléctrica.....47

Tabla 6.2 Propuesta de mejora sugerida. 49

Tabla 6.3 Tensión (V) en las Fases R, S y T 52

Tabla 6.4 Valor de corriente por fase.....53

Tabla 6.5 Valor de potencia activa en cada fase 54

Tabla 6.6 Potencia aparente en cada fase 55

Tabla 6.7 Demanda de Potencia Reactiva (kVAr) 56

Tabla 6.8 Medicion de factor de potencia 57

Tabla 6.9 Factor de Potencia instantánea 57

Tabla 6.10 Valor KWh, KWAh y KVArh 58

Tabla 6.11 Coparacion periodo 16/12/21 - 17/01/22 62

Fuente: Elaboración propia.....62
Tabla 6.12 Coparacion periodo 17/01/22 - 15/02/22 63
Tabla 6.13 Coparacion periodo 15/02/22 - 16/03/22 64
Tabla 6.14 Coparacion periodo 16/03/22 - 19/04/22 65
Tabla 6.15 Coparacion periodo 19/04/22 - 16/05/22 66
Tabla 6.16 Coparacion periodo 16/05/22 - 15/06/22 67
Tabla 6.17 Costo obtenidos entre la categoría actual y la categoría propuesta ...68
Tabla 6.18 Potencia instalada en BTU de Acondicionadores de Aire(AA) 70
Tabla 6.19 Edificio Campus Universitario – UNCA.....72
Tabla 6.20 Aula 1- Aula 2-Aula 3- Aula 4 72
Tabla 6.21 Equipos AA instalados.....73
Fuente: Elaboración propia.....73
Tabla 6.22 Calculo de ternico Aula 5.....74
Tabla 6.23 AA Instalado en Aula 5 74
Tabla 6.24 Calculo de ternico Aula 6 y Aula 7 75
Tabla 6.25 AA Instalado en Aula 5 75
Tabla 6.26 Calculo de ternico Aula 8 y Aula 9 76
Tabla 6.27 AA Instalado en Aula 8 y Aula 9 76
Tabla 6.28 Calculo de ternico Sala de profesores - Ciencias Económicas.....77
Tabla 6.29 AA Instalado en Sala de profesores - Ciencias Económicas 77
Tabla 6.30 Calculo de ternico Sala de profesores Secretaria de carrera Medicina
……..……..78
Tabla 6.31 AA Instalado en Secretaria de carrera Medicina 78
Tabla 6.32 Calculo de ternico Primer Piso - Aula Tipo 7 (secretaria ciclos) ...79
Fuente: Elaboración propia.....79
Tabla 6.33 AA Instalado en Primer Piso - Aula Tipo 7 (secretaria ciclos).....79
Tabla 6.34 Calculo de ternico Biblioteca 80
Tabla 6.35 Equipos de AA instalado Biblioteca 80
Tabla 6.36 Calculo termico Laboratorio FCyT 81
Tabla 6.37 Calculo termico Cantina.....82
Fuente: Elaboración propia.....82
Tabla 6.38 Equipos de AA instalado en BTU.....82

Tabla 6.39 Calculo termico Laboratorio 1- Facultad de Ciencias de la Producción ……83
Tabla 6.40 Equipos de AA instalado en BTU Laboratorio 1- Facultad de Ciencias de la Producción ……...83
Tabla 6.41 Calculo termico Laboratorio 2- Facultad de Ciencias de la Producción ……..83
Tabla 6.42 Equipos de AA instalado en BTU Laboratorio 1- Facultad de Ciencias de la Producción.....84
Tabla 6.43 Calculo termico Coordinación Académica Economía 84
Tabla 6.44 Equipos de AA instalado en BTU Coordinación Académica Economía Fuente: Elaboración propia.....85
Tabla 6.45 Calculo termico Oficinas Economía.....85
Tabla 6.46 Equipos de AA instalado en BTU Oficinas Economía.....86
Tabla 6.47 Calculo termico Secretaria General Economía.....86
Tabla 6.48 Equipos de AA instalado en BTU Secretaria General Economía ..87
Tabla 6.49 Calculo termico Talento Humano Economía 87
Tabla 6.50 Equipos de AA instalado en BTU Talento Humano Economía 88
Tabla 6.51 Calculo termico Aula 1- Aula 2- Aula 3- Aula 4.....88
Tabla 6.52 Equipos de AA instalado en BTU Aula 1- Aula 2- Aula 3- Aula 4 ..89
Tabla 6.53 Calculo termico Aula 5.....90
Tabla 6.54 Equipos de AA instalado en BTU Aula 5 90
Tabla 6.55 Calculo termico Aula 6.....91
Tabla 6.56 Equipos de AA instalado en BTU Aula 6 91
Tabla 6.57 Calculo termico Aula 7.....91
Tabla 6.58 Equipos de AA instalado en BTU Aula 7 92
Tabla 6.59 Calculo termico Aula 8.....92
Tabla 6.60 Equipos de AA instalado en BTU Aula 8 93
Tabla 6.61 Calculo termico Decanato Facultad Ciencias de la Producción....93
Tabla 6.62 Equipos de AA instalado en BTU Decanato Facultad Ciencias de la Producción 94
Tabla 6.63 Calculo termico Oficinas Medicina.....94
Tabla 6.64 Equipos de AA instalado en BTU Oficinas Medicina 95
Tabla 6.65 Calculo termico Oficinas Economía.....95

Tabla 6.66 Equipos de AA instalado en BTU Oficinas Economía.....96
Tabla 6.67 Calculo termico Bloque - Facultad de Ciencias de la Salud 96
Tabla 6.68
Equipos de AA instalado en BTU Bloque - Facultad de Ciencias de la Salud
…….97
Tabla 6.69 Datos de iluminacion actual.....104
Tabla 6.70 Datos de iluminacion propuesta 105
Tabla 6.71 Disposición de conductores.....109
Tabla 6.72 Referencia de materiales.....110
Tabla 6.73 Disposición de estructura MTDH5 111
Tabla 6.74 Disposición de estructura TSA 112
Tabla 6.75 Valores de medicion a tierra 114

LISTA DE ECUACIONES

CAPITULO 2

Ecuacio 2.1 Luminancia media.....14

Ecuacio 2.2 Cálculo del Factor de potencia. 19

Ecuacio 2.3 Definición del flujo luminoso que un determinado local o zona necesita. ……...19

Ecuacio 2.4 Definición del número de luminarias (El valor de NL se redondea por exceso ……..20

CAPITULO 4

Ecuacio 4.1 Cálculo de la resistencia del suelo.....27

LISTA DE ABREVIATURAS

UNCA: Universidad Nacional del Caaguazú

TT: Punto puesto a tierra directamente

FCE: Facultad de Ciencias Económica

CTE: Código Técnico de la Edificación

LOE: Ley Orgánica de Educación

ANDE: Administración Nacional de Electricidad

XLPE: Polietileno Reticulado.

TG: Tablero General

TIR: Tasa Interna de Retorno.

VPN: Valor Presente Neto.

PRI: Periodo de Retorno de la Inversión.

KA: Kilo Amper, unidad de medida de potencia eléctrica.

KV: Kilo Volts, unidad de medida de potencia eléctrica.

KW: Kilo Watts, unidad de medida de potencia eléctrica.

KVA: Kilo Volts Amper, unidad de medida de potencia eléctrica.

BT: Baja Tensión eléctrica.

MT: Media Tensión eléctrica.

Iad: Corriente admisible del conductor.

PD: Puesto de Distribución.

TP: Transformador de Potencial.

TC: Transformador de Corriente.

Dmax: Demanda máxima.

FP: Factor de Potencia.

Fs: Factor de simultaneidad.

Fu: Factor de utilización.

Pm: Potencia de motores.

FCT: Factor de Corrección de Temperatura.

FCA: Factor de Corrección por agrupamiento.

S: Sección del conductor.

I. INTRODUCCIÓN

En la mayoría de las edificaciones se observa como factor común distribuciones de cargas desbalanceadas y fallas por sobre corrientes que no pueden ser atendidas inmediatamente, sino después de un análisis exhaustivo y personalizado de sus conexiones e instalaciones; esto debido a que las mismas no están reflejadas en un plano o en un informe técnico.

El campus de la Universidad Nacional del Caaguazú (UNCA) ubicado en el Km 138 Ruta, construida para el funcionamiento de la Facultad de Ciencias Económicas (FCE) y el Rectorado, por lo cual la instalación eléctrica hecha en principio ha tenido un tratamiento global sin previsión de incorporación de nueva infraestructura

Con el transcurrir de los años y las necesidades de mayor infraestructura para dar espacio a más unidades académicas incorporadas al campus de la UNCA, surge la necesidad de generar mayor cobertura en la distribución de energía eléctrica por la tenencia de más equipamientos (informáticos, ambientación, iluminación y el sistema eléctrico en general), así como el aumento de recursos humanos (plantel de funcionarios, docentes y estudiantes). Las situaciones mencionadas, podrían llevar a un desequilibrio en el sistema eléctrico, pudiendo afectar directamente a la distribución de energía eléctrica en el campus de la UNCA.

Con la realización del presente proyecto se mejorará la comodidad estudiantil como también de los funcionarios, mejorándose también la seguridad laboral de los mismos ante riesgos eléctricos.

En el capítulo 1 se habla de los antecedentes históricos comenzando con el diseño del sistema eléctrico, prosiguiendo con los capítulos que contienen los siguientes contenidos: capítulo 2 los conceptos básico de eficiencia energética, capitulo 3 con las normas de sistema de distribución, el capítulo 4 prosigue con la selección de los conductores y principios de puesta a tierra, en el capítulo 5 se realiza una descripción del trabajo con los métodos y técnicas utilizadas con las diferentes fases metodológicas y la finalidad que se tiene con el proyecto, con la correspondiente justificación y objetivos. Se analiza los costos de

ejecución de la adecuación general de las instalaciones eléctricas con una evaluación económica detallada con las determinaciones de flujo de caja, tasa interna de retorno, valor presente neto y el periodo de recuperación.

En el capítulo 6 que es ingeniería de diseño en donde constan todos los detalles de las instalaciones campus de la UNCA., los resultados de todos los cálculos manuales y computarizados realizados para la obtención de la solución a la problemática mencionada al principio del proyecto. Se realiza las comparaciones del estado actual de las instalaciones eléctricas y los nuevos resultados obtenidos según los cálculos y estudios realizados.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

CAPÍTULO 1

CONCEPTOS GENERALES

1.1. ANTECEDENTES HISTORICO

Roberto Alejandro Amarilla, en el año 2019. Desarrolló un proyecto del Uso Racional y Eficiente de la Energía del edificio del Rectorado U.N.A. implementando un plan de mantenimiento y la Configuración adecuada para el ahorro de energía eléctrica dirigidas a los funcionarios.

Jorge Andrés Moreno, en el año 2015. Constato que un plan de mantenimiento claro por cada uno de las estructuras, donde se tenga en cuenta la vida útil de los equipos para tener un ahorro energético consecuente al buen mantenimiento e incentivar a participar y comprometer a los trabajadores y visitantes en procesos relacionados con el uso racional de la energía y los recursos.

Ronald Vladimir Zepeda Murgas, en el año 2013. Comprobó que el diseño de construcción de las edificaciones influye en el funcionamiento energético de los mismos, aunado al uso irracional que hacen los ocupantes de las instalaciones hacen que los gastos en que incurre en la Universidad de El Salvador.

1.2. DEFINICION DE TERMINOS BASICOS

1.2.1 Carga

La carga eléctrica es una propiedad física intrínseca de algunas partículas subatómicas que se manifiesta mediante fuerzas de atracción y repulsión entre ellas a través de campos electromagnéticos.

1.2.2 Demanda

Es la carga máxima que se suministra a un circuito eléctrico durante un periodo determinado de tiempo. Potencia requerida por el consumidor a la ANDE.

1.2.3 Conductor

Un conductor eléctrico es un material que ofrece poca resistencia al paso de la electricidad. Alambre o cordón compuesto por varios alambres, destinado a transmitir la electricidad.

CAPITULO 2

2.1 MARCO TEORICO

2.1.1 GENERALIDADES SOBRE LA EFICIENCIA ENERGETICA

2.1.1.1 Eficiencia energética

La eficiencia energética se puede definir como la reducción en el consumo de energía eléctrica, sin sacrificar el confort, calidad de vida y protegiendo el medio ambiente, por medio de equipos y artefactos de mejor calidad y/o tecnología.

La reducción en el consumo de energía eléctrica se puede realizar de muchas maneras, por ejemplo: Utilizar equipos más eficientes y adecuados, por el uso racional de los equipos. El término eficiencia energética y ahorro energético están íntimamente relacionados ya que los dos buscan la reducción del consumo de energía eléctrica, no obstante, el ahorro está más encaminado a la toma de medidas, en cuanto a hacer conciencia a las personas de la utilización correcta de los equipos y también a utilizar metodologías de ahorro que no involucren cambiar completamente los sistemas. De tal forma que se dañe menos el medio ambiente y se reduzcan los gastos en energía [1].

2.1.1.2 Introducción a la eficiencia energética en el sector de la edificación

2.1.1.2.1. Sostenible. Energía y Atmósfera (Norma Paraguaya - NP 55 005 16)

El instituto Nacional de Tecnología, Normalización y Metrología – INTN – es el Organismo Nacional de Normalización y tiene por objeto promover ya adoptar las acciones para la armonización y la elaboración de las Normas Paraguayas.

Esta norma fue elaborada por el Comités Técnicos de Normalización (CTN) 55 “Construcción Sostenible”; y establece los requisitos mínimos y las características generales que se deben cumplir en lo referente a la energía y atmósfera en el campo de la construcción para crear condiciones eficientes de sostenibilidad.

Tiene por objeto promover la reducción de la demanda y el consumo de energía no renovable necesaria para la climatización del edificio (calefacción,

refrigeración y ventilación), iluminación y agua caliente sanitaria, – disminuir el consumo de energía no renovable utilizada por equipos distintos de los contemplados en el sistema de climatización, iluminación y agua caliente sanitarios como sistemas y equipos misceláneos (ascensores, escaleras mecánicas).

Para la elaboración de esta Norma se tomaron como documentos base, algunas de las siguientes, tales como.

- Técnico de Edificación y el Documento Básico de Ahorro de Energía. Requisitos mínimos de eficiencia energética de las instalaciones de iluminación interior de los edificios. España. Madrid. Año 2013.

2.1.1.2.2 Código técnico de edificación energética (Norma Española - CTE)

El 17 de marzo de 2006 se aprueba el Real Decreto 314/2006, por el cual entra en vigor el Código Técnico de la Edificación (CTE) es el marco normativo que fija las exigencias básicas de calidad de los edificios y sus instalaciones, que permiten el cumplimiento de los requisitos básicos de la edificación' establecidos en la Ley 38/1999 de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación, LOE (Ley de Ordenación de la Edificación establece por medio del Código Técnico de la Edificación tres bloques de exigencias básicas referidas a la funcionalidad, la seguridad y la habitabilidad de las edificaciones) con el fin de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar de la sociedad y la protección del medio ambiente [2].

Dentro del apartado de habitabilidad, el Código Técnico de la Edificación incluye el Documento básico del Ahorro de Energía que tiene como objetivo conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo su consumo energético y utilizando para ello fuentes de energía renovable. En él se establecen las exigencias en eficiencia energética y energías renovables que deberán cumplir los nuevos edificios y los que sufran una rehabilitación significativa.

Dichas exigencias básicas son:

- **Limitación de la demanda energética**

Se dotará a los edificios de una envolvente exterior que resulte adecuada en relación a las exigencias necesarias para alcanzar el confort térmico en su interior, teniendo en cuenta condiciones climáticas, estacionales o de uso.

- **Rendimiento de las instalaciones térmicas**

Los edificios dispondrán de instalaciones térmicas apropiadas destinadas a proporcionar el bienestar térmico de sus ocupantes, regulando el rendimiento de las mismas y de sus equipos. Esta exigencia se desarrollará en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y su aplicación quedará definida en el Proyecto del Edificio. El RITE ha sido recientemente actualizado, adaptándose a un enfoque prestacional en el que se expresan los requisitos que las instalaciones térmicas deben satisfacer sin obligar al uso de una determinada técnica o material, frente al enfoque tradicional basado en reglamentos prescriptivos. Regula los niveles de exigencias de eficiencia energética y de seguridad que deben cumplir las instalaciones térmicas en los edificios para atender la demanda de bienestar e higiene de las personas.

2.1.2 Iluminación

A la hora de analizar este capítulo es conveniente conocer, al menos, el Comité Nacional de Eficiencia Energética (CNEE) que fue creado por Decreto N° 6377/2011, con el objetivo de la preparación y ejecución del Plan Nacional para el uso eficiente de la energía para la República del Paraguay; el Código Técnico de la Edificación HE3 (CTE) ‑ Eficiencia Energética de las Instalaciones de Iluminación (Norma española), así como la Normas Paraguayas aprobadas por el INTN, NP 51 004 15 (Eficiencia Energética. Etiquetado de eficiencia Energética para lámparas fluorescentes compactas, circulares y tubulares) NP 55 005 16 (Construcciones Sostenibles. Energía y Atmósfera) relativa a la iluminación de los lugares de trabajo en interior [1].

Respecto a la norma NP 55 005 16, indicar que en ellas se definen los parámetros recomendados para los distintos tipos de áreas, tareas y calidad del alumbrado, contribuyen a diseñar sistemas de iluminación que cumplen las

condiciones de calidad y confort visual, y permiten crear ambientes agradables para los usuarios de las instalaciones. El objetivo es conseguir una mayor eficiencia energética en las instalaciones de los edificios [3].

2.1.2.1Inventario de alumbrado

En el Inventario de alumbrado se deben relacionar todos los tipos de luminarias que existen en el Edificio, clasificadas según el tipo de alumbrado de que se trate, habiéndose considerado los siguientes:

- Incandescente convencional
- Incandescente halógena
- Fluorescente tubular
- Fluorescente compacta
- Vapor de mercurio
- Halogenuros metálicos
- Vapor de sodio alta presión
- Otros, como puede ser vapor de sodio baja presión o inducción, o LEDs

Para cada tipo luminaria se relacionará el Nº de luminarias existentes con esas características, la altura (m) de instalación, el tipo de lámpara, la potencia (W) de la lámpara, el equipo auxiliar, el Nº de lámparas por luminaria, la potencia total de la luminaria (lámpara + equipo), y las Potencia (W) totales instaladas. Es importante observar el equipo auxiliar y las pérdidas debidas a este (potencia W) para poder comprobar el cumplimiento de los valores máximos indicados por la normativa, concretamente en la norma paraguaya NP 55 005 16 “Construcción Sostenible. Energía y Atmósfera”.

Asimismo, cabe introducir los siguientes términos y definiciones:

2.1.2.2Iluminancia media horizontal mantenida (Em)

La Iluminancia o Nivel de iluminación indica el flujo luminoso que recibe una superficie por unidad de área.

Se define la Iluminancia media horizontal Mantenida (Em) como el valor por debajo del cual no se permite que descienda la iluminancia media en una superficie determinada para la adecuada realización de una tarea. Es la

iluminancia media en el período de mantenimiento. La unidad de medida son los luxes.

2.1.2.3Calidad de la iluminación

Los requisitos de iluminación son determinados por la satisfacción de tres necesidades humanas básicas:

- Confort visual; en el que los trabajadores tienen una sensación de bienestar, de un modo indirecto también contribuye a un elevado nivel de la productividad.
- Prestaciones visuales; en las que los trabajadores son capaces de realizar sus tareas visuales, incluso en circunstancias difíciles y durante períodos más largos.
- Seguridad; aunque resulta difícil establecer una valoración general, se deben indicar unas conclusiones globales a la vista de los resultados de las mediciones y como fruto de la observación. Puede darse el caso de que sean aplicables más de una de las opciones indicadas.

En la actualidad, para iluminación en interiores, rige la norma NP 55 005 16, que especifica los requisitos mínimos para espacios de trabajo en interiores. Busca garantizar un ambiente de iluminación satisfaciendo las necesidades en cuanto a comodidad visual, seguridad y rendimiento [4].

En esta normativa, se controlan los siguientes aspectos:

- Reproducción de color
- Temperatura de color
- Niveles de iluminación
- Deslumbramientos
- Parpadeos y efectos estroboscopios.

2.1.3 Índice de reproducción cromática (Ra)

Es importante que las prestaciones visuales, la sensación de confort y bienestar, que los colores del entorno, de objetos y de la piel humana sean reproducidos de forma natural, correctamente de modo que hagan que las personas parezcan atractivas y saludables. Para proporcionar una indicación objetiva de las

propiedades de rendimiento de colores de una fuente luminosa se ha introducido el índice de rendimientos de colores general Ra. El valor máximo de Ra es 100, sería aquel que nos proporciona la luz del día. El rendimiento en color de las lámparas es una medida de la calidad de reproducción de los colores, y el índice de reproducción cromática (Ra) se caracteriza por la capacidad de reproducción cromática de los objetos iluminados con una fuente de luz.

RA: Unidad de Medida del Índice Cromático.

Sistema de clasificación de las lámparas en grupos según el valor del Ra:

- **Ra entre 81 y 100:**

Los colores serán reproducidos de forma muy eficiente.

Este tipo de lámparas que debe utilizarse en aquellos lugares donde una pequeña variación en la tonalidad puede ser importante, ya bien sea por motivos laborales o decorativos. Otro factor importante a tener en cuenta es la afluencia de personas en la zona a iluminar. Como industria textil, escaparates, tiendas, hospitales, hogares y restaurantes [3].

- **Ra entre 61 y 80:**

Ciertos colores pueden parecer a simple vista distorsionados.

Se deberá emplear en interiores donde no haya permanencia de personas. Como colegios, grandes almacenes, industria de precisión.

- **Ra menor 60.**

Los colores no se aprecian con claridad. Lámparas con IRC <60 pero con propiedades de rendimiento en color bastante aceptables para uso en locales de trabajo, donde la discriminación cromática no es demasiado importante.

- **Lámparas especiales.**

Son lámparas con rendimiento en color fuera de lo normal, con aplicaciones concretas.

- **Temperatura de color (Tc)**

La temperatura de color es la apariencia subjetiva de color de una fuente de luz, es decir, es el color que percibe el observador de la luz.

Se distinguen:

Luz Cálida T < 3.300 K

Luz Neutra 3.300 K < T < 5.300 K

Luz Fría T > 5.300 K

2.1.4 Etiqueta energética de iluminación

En la presente etiqueta se califica la eficiencia mediante un sistema comparativo que se compone de siete clases de eficiencia identificadas por las letras A, B, C, D, E, F y G donde la letra A se le adjudica a las lámparas más eficientes y la G a las menos eficientes.

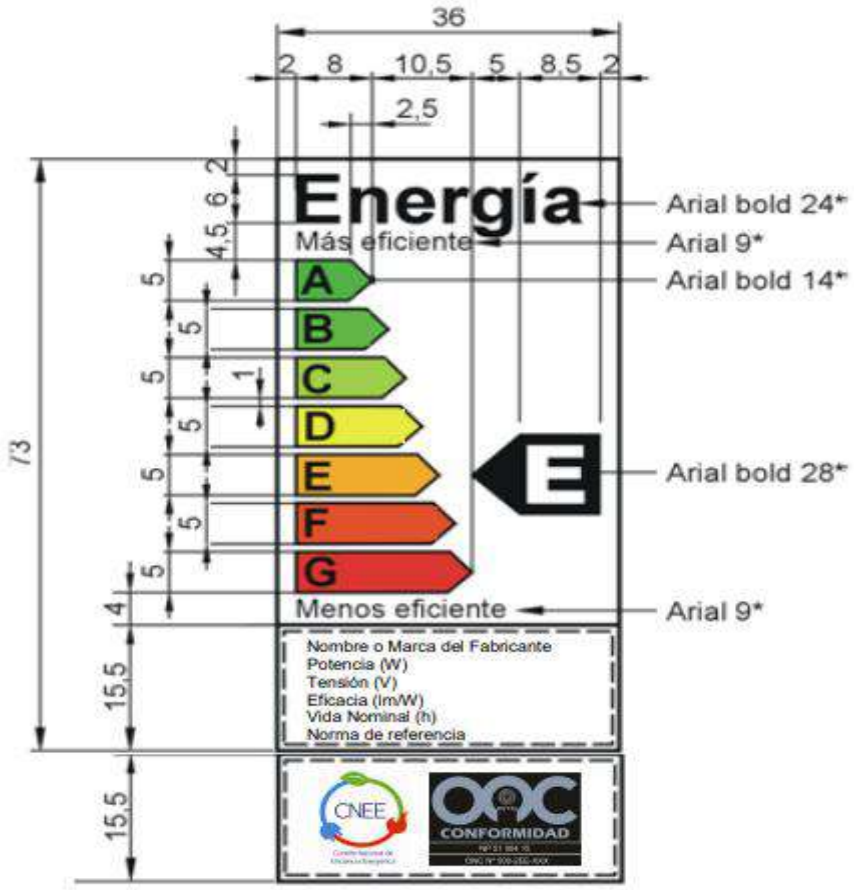


Figura 2.1 Etiqueta de Eficiencia Energética de lámparas

Fuente: INTN - Norma Paraguaya NP 51 004 15

Tabla 2.1 Clases atribuidas a colores en los distintos casos de eficiencia

Estándar	Con un más (+)	Con dos más (++)	Con tres mas (+++)
A X0X0	A+ X0X0	A++ X0X0	A+++ X0X0
B 70X0	B 70X0	B+ 70X0	B++ 70X0
C 30X0	C 30X0	C 30X0	C+ 30X0

D 00X0	D 00X0	D 00X0	D 00X0
E 03X0	E 03X0	E 03X0	E 03X0
F 07X0	F 07X0	F 07X0	F 07X0
G 0XX0	G 0XX0	G 0XX0	G 0XX0

Fuente: INTN - Norma Paraguaya NP 51 004 15

2.1.4.1 La etiqueta de lámparas informa:

- Marca del fabricante,
- Potencia (W),
- Tensión (V),
- Flujo luminoso (lm),
- Eficacia en lúmenes por vatio (lm/W); y
- Vida nominal en horas.

2.1.5 Resultados de las mediciones de iluminación

La Iluminancia debe ser medida con un luxómetro en el plano de la tarea. Para realizar una correcta medición de los niveles de iluminación se debe medir en las condiciones normales de funcionamiento del recinto teniendo en cuenta lo siguiente:

- Se deben realizar medidas en las zonas donde se realiza la tarea.
- En las zonas de uso general se medirá a 0,85 metros del nivel del suelo.
- En las zonas de circulación se medirá a nivel del suelo.
- Se deben realizar un número de mediciones mínimas según la superficie del recinto.
- Como el objetivo es revisar el nivel de iluminación que producen las lámparas, se procederá a medir sin influencias externas al sistema

Para determinar el número mínimo de puntos a medir en cada recinto se utilizará el índice del local (K), cuya fórmula de cálculo es:

$K=(L \times A) / (H \times (L+A))$

Dónde:

L: Longitud del local

A: Anchura del local

H: Distancia del plano de trabajo a las luminarias.

Y, en función de éste, se establecen los siguientes criterios:

- 4 puntos si K < 1
- 9 puntos si 2 > K > 1
- 16 puntos si 3 > K > 2
- 25 puntos si K > 3

2.1.6 Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI)

Se deberá determinar el Valor de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI) para cada uno de los locales del edificio.

Mediante la ayuda de la tabla, se recopilarán los datos necesarios para su cálculo y comparación con el valor de eficiencia energética de la instalación límite.

La eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona, se determinará mediante el Valor de Eficiencia Energética de la Instalación VEEI (W/m_2) por cada 100 lux, mediante la siguiente expresión:

$$VEEI = (P.100)/(S.Em)$$

Dónde:

P: Potencia total instalada en lámparas más los equipos auxiliares (W), este valor se obtiene de la contabilidad realizada.

S: Superficie iluminada (m_2)

Em: La iluminancia media horizontal mantenida (lux).

Se debe verificar que dicho índice no sobrepasa el valor máximo especificado en la norma paraguaya NP 55 005 16, los cuales se incluyen en la tabla siguiente:

Tabla 2.2 Valores de eficiencia energética límite de iluminación en circuitos interior

Grupo	**Zona de actividad Directa**	**VEEI Limite**
	Administración general	3.5
	Andenes de transporte	3.5

1 Zonas de no representacion	Sala de diagnosticó	3.5
	Pabellones de exposición o feria	3.5
	Aulas y laboratorios	4.0
	Habitaciones de Hospitales	4.5
	Zonas comunes	4.5
	Almacén, Archivos, Salas técnicas y cocina	5
	Apartamentos	5
	Espacios deportivos	5
	Recintos interiores asimilares	4.5

Grupo	**Zona de actividad Directa**	**VEEI Limite**
2 Zonas representacion	Administración general	6
	Estación de transporte	6
	Supermercados, hipermercado y almacenes	6
	Biblioteca, museo y galería de are	6
	Zonas comunes en edificios residenciales	7.5
	Centros comerciales(Incluida tiendas)	8
	Hotelería y restauración	10
	Religioso en general	10
	Salón de actos, auditores y sala de multi uso y convenciones, sala de ocios y de espectáculo y sala de reuniones	10
	Tiendas y pequeños comercios	10
	Zonas comunes	10
	Habitación de hoteles, hostales, ext.	12
	Recinto similares a la zona 2 No descripto antes	10

Fuente: INTN - Norma Paraguaya NP 55 005 16

Luminancia media horizontal mantenida (Em)

Se debe calcular la iluminancia media mantenida conforme a lo indicado en la norma paraguaya NP 55 005 16

$$Em: (n.l.N.fm)/S$$

Ecuacio 2.1 Luminancia media

Fuente: NP 55 005 16

Dónde:

n: números de lámparas

l: flujo luminoso de cada una de las lámparas (lúmenes)

N: factor de utilización dado por el fabricante

fm: factor de mantenimiento sobre 0,75 dado por el fabricante

S: superficie iluminada (m2)

2.1.6 Sistema de refrigeración

Se ha tratado primeramente de definir el tipo general de instalación, dividiéndolas en: equipos individuales para cada análisis de cada local o espacio a refrigerar, instalación centralizada para todo el edificio o edificios en estudio, con un sistema centralizado de generación de frío, e instalación semi centralizada para aquellas situaciones intermedias. A continuación, se separa por una parte la generación, es decir, el o los equipos en los que se produce el frío (Sistema principal de refrigeración del Edificio) y, por otra parte, la forma de distribución y emisión final de ese frío (Sistema de distribución y emisión del frío, y unidades terminales) [4].

2.1.6.1 Aires acondicionados

Es importante señalar los principales factores que influyen sobre el consumo de energía de los aires acondicionados son los siguientes:

- Las características constructivas del edificio.
- El rendimiento energético de los propios equipos (sistemas de generación, distribución y emisión).
- La utilización de sistemas de regulación de la temperatura y el mantenimiento de las instalaciones.
- El uso que hagan los colaboradores de los equipos.

Dado que el sistema de acondicionadores de aire significa una parte importante de la factura eléctrica de la oficina, se deberá prestar atención especial a estos equipos, con el objetivo de analizar las posibilidades de ahorro y de mejora existentes que tiene a su alcance [5].

2.1.6.2 Climatización

2.1.6.2.1 Disminución de las cargas térmicas

Los distintos equipos presentes en la oficina, además de consumir energía, también pierden gran parte de ella en forma de calor con su uso, aumentando la carga térmica en el interior de las instalaciones e influyendo notablemente en la demanda de energía del aire acondicionado de la oficina. Un ejemplo de ello son las bombillas incandescentes, en las cuales el 95% de la electricidad consumida se pierde en forma de calor. Igualmente, la presencia de personas, la radiación solar que ingresa por las ventanas y la energía absorbida durante el día por el edificio, contribuye a aumentar la carga térmica interior.

Se pueden reducir estas cargas térmicas y, con ello, la demanda de refrigeración, de diferentes maneras, por ejemplo:

- Adquiriendo equipamientos más eficientes (que disipan menos energía al ambiente al tener menos ineficiencias en su funcionamiento).
- Realizando un uso correcto y más racional de los sistemas energéticos de la oficina (por ejemplo, evitando dejar luces encendidas cuando no se necesitan).
- Utilizando protecciones solares para evitar ganancias térmicas en el edificio.
- Asegurando una correcta ventilación del aire interior de la oficina

2.1.6.2.2. Regulación adecuada de la temperatura de climatización

Mientras los equipos de climatización estén en funcionamiento, habrá que asegurarse que tanto las puertas como las ventanas están debidamente cerradas para impedir pérdidas de energía innecesarias. Del mismo modo, no hay que olvidar apagar los sistemas de aire acondicionado de las salas no ocupadas, tan sólo será necesario encenderlos unos minutos antes de que vayan a ser utilizadas. Se recomienda sectorizar los sistemas de acondicionamiento entre las distintas zonas de la oficina, en función de la ubicación y actividades que se desarrollen en cada una de ellas, para que se pueda ajustar el funcionamiento de los aires acondicionados según las necesidades de sus usuarios. Es importante regular adecuadamente la temperatura del puesto de

trabajo a unos niveles óptimos para mantener el confort de los empleados y evitar consumos de energía innecesarios. La referida norma establece que al ajustar el termostato un grado por encima o por debajo fuera del rango de temperaturas óptimo, el cual es de 24°C, supone incrementar el consumo entre un 8-10% [6].

2.1.7. Otros equipos energéticos

Este capítulo se complementará siempre y cuando existan otros equipos consumidores importantes de energía eléctrica, que no se hayan tenido en consideración previamente en alguno de los anteriores capítulos.

2.1.7.1 Equipos informáticos

Se debe anotar en el Inventario de equipos informáticos, el número, consumo y características del uso de ordenadores, impresoras, fax, fotocopiadoras, escáner, proyectores, etc. Es muy importante asignarle un horario de funcionamiento y las horas de operación dentro de este horario.

Se debe anotar en el Inventario de otros equipos electrodomésticos, el número, consumo y características del uso de los principales equipos electrodomésticos que se utilicen en el edificio. Es importante asignarle un horario de funcionamiento y las horas de operación dentro de este horario.

Aparentemente, todos los electrodomésticos son iguales y parece que la diferencia de precios entre unas y otras marcas y modelos no responde a ninguna razón clara. Sin embargo, la etiqueta energética nos puede ayudar a discriminar los electrodomésticos que nos van a ayudar a ahorrar durante su funcionamiento.

A pesar de que los aparatos más eficientes son más caros en el momento de la compra, se amortizan generalmente antes de la finalización de su vida útil por lo que el ahorro es mucho mayor.

2.1.8. Investigación de la Institución (in situ)

En este apartado, se debe de obtener la mayor información sobre la institución donde realicemos, un análisis más detallado, partiendo de una mayor cantidad de información previa sobre los sistemas constructivos como de las instalaciones (planos, memorias de proyecto, presupuestos y cualquier otro documento), así como de la realización de una serie de pruebas o comprobaciones, mediante el

empleo de equipos técnicos de medición, para obtener información todavía más real sobre el estado del edificio.

De forma resumida necesitamos indagar en las siguientes cuestiones:

- Documentación sobre los sistemas de construcción del alojamiento y datos de la antigüedad
- Información climatológica de la zona
- Factura energética actual
- Conocer las máquinas que se utilizan
- Horarios de uso

Esto es una lista común, no obstante cada sitio es diferente, y se deben de añadir otros aspectos de interés.

Las personas encargadas de la supervisión de las instalaciones eléctricas, cuando éstas han finalizado, deberán disponer para su labor de toda la documentación existente relacionada con la obra eléctrica:

- Planos definitivos de las instalaciones.
- Esquemas y diagramas eléctricos.
- Tablas, características y especificaciones técnicas de los componentes de la instalación.
- Memoria de cálculo al proyecto.

Una vez obtenido los datos importantes, debemos visitar el lugar donde vamos a realizar la auditoría energética para comprobar el estado estructural, el inmueble, los equipos, e incluso en algunas ocasiones el uso que le da el personal a la maquinaria.

- Situación de las máquinas de oficina. En algunas ocasiones el equipo suele ser tan viejo a diferencia de lo que se encuentra en el mercado tiene muchas pérdidas económicas y energéticas

- Situación de la iluminación, podemos ahorrar mucho dinero con una buena distribución de luz o con otro tipo de iluminación. Se usa un luxómetro para analizar la iluminación.

- Situación y distribución del sistema eléctrico, una mala gestión puede ocasionar muchas pérdidas de energía.

Teniendo en cuenta la información del primer punto y la que se ha obtenido in situ, debemos de estudiar e investigar la factura energética de la institución (por horarios, zonas de trabajo o incluso por meses en algunas circunstancias) para ver si los resultados obtenidos son acordes a la situación.

2.9. Conceptos y formulaciones básicas energéticas

2.1.9.1Factor de potencia medio del mes

Valor que resulte dividiendo el consumo de energía activa por la raíz cuadrada de la suma del cuadrado de la energía activa más el cuadrado de la energía reactiva. Para los cálculos se utilizan los valores totales del mes, según la siguiente fórmula:

$$Factor \quad de \quad Potencia = \frac{kWh}{\sqrt{kWh^2 + kVAr^2}}$$

Ecuacio 2.2 Cálculo del Factor de potencia.

Fuente: Pliego de tarifa N° 21. ANDE

- **Potencia reservada (kW)**

Potencia que el cliente ha solicitado a la ANDE que tenga continuamente a su disposición, para satisfacer su demanda máxima.

- **Potencia consumida (kW)**

Valor real de la potencia activa consumida. Este puede ser mayor o menor que el valor de la potencia reservada.

- **Potencia eficiente (kW)**

Es la potencia optimizada una vez realizadas las medidas adoptadas en el plan de eficiencia.

2.1.9.2. Cálculo del flujo luminoso total necesario

La fórmula que vas a emplear es la siguiente:

$$\Phi_T = \frac{E_m \cdot S}{C_u \cdot C_m}$$

Ecuacio 2.3 Definición del flujo luminoso que un determinado local o zona necesita.

Fuente: Pliego de tarifa N° 21. ANDE

Dónde:

E_m = nivel de iluminación medio (en LUX)

Φ_T = flujo luminoso que un determinado local o zona necesita (en LÚMENES)

S = superficie a iluminar (en m_2).

Este flujo luminoso se ve afectado por unos coeficientes de utilización (C_U) y de mantenimiento (C_m), que se definen a continuación:

- C_u = Coeficiente de utilización. Es la relación entre el flujo luminoso recibido por un cuerpo y el flujo emitido por la fuente luminosa. Lo proporciona el fabricante de la luminaria.

- C_m = Coeficiente de mantenimiento. Es el cociente que indica el grado de conservación de una luminaria.

2.1.9.3. Cálculo del número de luminarias [7]

$$NL = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L}$$

Ecuacio 2.4 Definición del número de luminarias (El valor de NL se redondea por exceso

Fuente: Pliego de tarifa N° 21. ANDE

Dónde:

NL = número de luminarias

Φ_T = flujo luminoso total necesario en la zona o local

Φ_L = flujo luminoso de una lámpara (se toma del catálogo)

n = número de lámparas que tiene la luminaria

2.1.9.4. Criterios de la caída de tensión

2.1.9.4.1. Caídas de tensión máximas permisibles según reglamento de BT (ANDE):

- **La caída de tensión máxima permisible, es la siguiente:**

a. Para iluminación, en general (19.1.1), hasta 4%.

- 2% en el alimentador, y
- 2% en el circuito (19.1.2).

b. Para fuerza motriz y/o calefacción, hasta 5%.

- 4% en el alimentador, y

- 1% en el ramal.

c. En el caso de clientes que reciban la energía a tensión diferente de las normales de utilización (19.1.3), hasta 4% [2].

CAPÍTULO 3

NORMAS PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN [3]

3.1. Acometida

Se denomina acometida al punto de derivación, desde el sistema eléctrico de la empresa distribuidora hasta el medidor ubicado en la residencia, toda acometida está compuesta por conductores aislados que obligatoriamente pasan por un ducto dependiendo de la clase de acometida adquirida ya sea aérea o subterránea.

3.2.Acometida de baja tensión

Se denomina acometida a la derivación desde la red de distribución de la empresa suministradora hacia la protección general o medidor de energía donde se realizará el consumo de la energía eléctrica. Se llama acometida de baja tensión al consumidor que tenga una demanda menor a 30kw y por lo general es una acometida monofásica de 220 V, compuesta por varios conductores con un aislamiento de 600 V.

3.3. Acometida en Media tensión

Por lo general es aérea de 13,2kv en línea monofásica y 23kv en línea trifásica y para hacer la llegada al transformador principal de distribución es mediante un cable aislado tipo XLP, por norma principal para esta acometida se instala un último poste con las protecciones que son caja fusible de 15 kV, pararrayos de 10kV y una varilla a tierra.

3.4. Acometida Monofásica

Es aquella acometida que inicia desde el sistema secundario del transformador monofásico de lado baja tensión normalmente 220 V, suministrado por la empresa eléctrica, está conformado por dos conductores una fase y un neutro.

3.5. Acometida Trifásica

Es aquella que arranca desde el secundario del transformador trifásico de lado de baja tensión normalmente 380 V conformado por tres fases y un neutro que conforma cuatro conductores suministrado por la empresa eléctrica.

3.6. Clase de Servicio

El sistema de distribución que se suministra los consumidores ya sea industrial, diferencial, residencial o tarifa social es de corriente alterna, puede ser trifásico o monofásico, con una frecuencia de 50 HZ. Los voltajes del sistema eléctrico están detallados a continuación, estos voltajes dependen de la demanda requerida por el consumidor. Las tensiones se clasifican en: baja, media y alta.

3.7. Baja Tensión

Generalmente, para consumidores con una demanda menor a 30 kW, la empresa eléctrica suministradora abastece una línea monofásica de 220 V que será suministrado de baja tensión desde las redes de distribución del sector al cual pertenezca la empresa o el consumidor.

3.8. Media Tensión

La empresa eléctrica abastece desde sus redes de distribución el servicio eléctrico a nivel de media tensión:

a) Sistema Monofásico a 13.2 kV.

Es suministro de voltaje indicado, se lo adquiere cuando el consumidor su demanda sea mayor a 30 kW y su potencia total instalada no sea mayor a 100kW.

b) Norma para Sistema Trifásico a 23 kV.

Este suministro de voltaje establecido, cuando la demanda requerida sea mayor a 30 kw sea menor a 1000kw.

3.9. Clasificación de tableros

Según las normas internacionales de electricidad indica que los tableros de distribución eléctrica o centros de carga se clasifican de la siguiente manera [7].

3.10. Tableros de distribución principales

Estos tableros son aquellos que reciben la energía eléctrica del tablero general y distribuyen a los tableros seccionales proveniente de la empresa eléctrica, se los denomina principales ya que en su interior se encuentran las distintas protecciones y conductores para la distribución a los paneles secundarios, desde

estos tableros se puede operar y maniobrar las protecciones o disyuntores con seguridad

3.11. Tableros de Comando o Control

Estos tableros son diseñados para realizar controladores de circuitos, estos diseños pueden ser de varios tipos: controladores de iluminación que se pueden accionar de forma automática o manual a un circuito eléctrico de alumbrado, control de arranque de motores que también puede ser accionado de forma manual o automática y varios tipos de arranques o controles.

CAPÍTULO 4

Normas de conductores y definiciones

4.1. Conductores Eléctricos

Los conductores eléctricos son aquellos materiales que presentan muy poca resistencia a la circulación de la corriente eléctrica.

Todo conductor puede ser combinado o compuesto por tres partes:

- Por el componente o compuesto el conductor puede ser fabricado de los siguientes materiales: cobre o aluminio; según la cantidad de conductores puede ser mono conductor o multiconductor.
- El aislamiento es el que cubre al conductor en partes que se lo requiere aislado.
- Las envolturas protectoras, diseñadas para brindar la parte interna del conductor.

Los conductores más recomendados e implementados son de cobre y aluminio por la característica de brindar una buena conductancia de la electricidad. El cobre es uno de los cables más comercializados por sus características de conducir la energía eléctrica a diferencia del aluminio, el mismo que resulta más económico, posee una menor conductividad y es más liviano al hacer una comparación en las propiedades mecánicas de estos dos materiales. Para la elección de los conductores es recomendable considerar aspectos que contribuyan durante funcionamiento, los cuales pueden ser agentes: químicos mecánicos y físicos [7].

4.2. Selección de conductores eléctricos

Para la realización de la selección de los conductores se tiene en cuenta el número de calibre que está regido por el sistema americano AWG (American Wire Gauge siglas en ingles). En la ocasión de poseer un área elevada se usa una unidad nombrada circular mil (área circular que tiene diámetro de milésimo de pulgada).

4.3. Selección del calibre del conductor

Se toman en cuenta dos aspectos para la elección del calibre de un conductor: • Disposición de conducción de la corriente: representa a la corriente más alta que puede soportar el conductor, considerando sus propiedades mecánicas.

• Caída de tensión: cálculo en el que se considera la cantidad de pérdidas que sufre un conductor dependiendo la longitud del mismo. Además de tener en cuenta el aspecto para la elección de un conductor el CEN recomienda tener en cuenta el mínimo calibre de conductor según su tensión nominal y tipo de instalación.

4.4. Principios de puesta a tierra

El sistema de puesta a tierra es una parte básica de cualquier instalación eléctrica que tiene como propósito una protección a un dispositivo eléctrico y a las personas, contra cualquier sobrecarga para que no sufra ningún daño o reduzca su vida útil. El sistema se va conectar al dispositivo o artefacto mediante un sistema a tierra. Como adicional todo sistema de puesta a tierra tiene que estar instalado en un suelo de baja impedancia para que el flujo de electrones que viaja por el diseño a tierra tenga una mayor rapidez en descargar las sobrecargas producidas en cualquier sistema eléctrico y en caso de que presente una anomalía el sistema del equipo.

Al realizar un estudio del sistema a tierra es fundamental basarse a los reglamentos y normas establecidos, tener las características de la línea, la intensidad y la tensión que se puede usar. Tener en cuenta las características de los distintos electrodos que existen en el mercado, esta característica debe ser la resistencia que produce dicha varilla al paso de la corriente eléctrica [1].

4.5. Electrodo a tierra

Consiste en un material metálico conocido como jabalina que permite la conducción de las descargas eléctricas de la atmósfera, la cual está conectada a tierra con el propósito de descargar la corriente eléctrica con una impedancia baja, la cual tiene que ser de 2,4 metros de longitud y de 5/8 de diámetro, el extremo sobresaliente debe estar específicamente a la misma altura del piso que está blindado contra daños exteriores o físicos.

Las varillas que estén diseñas con acero o hierro deben tener una superficie exterior que los proteja sobre la corrosión producida por el agua o cualquier agente externo. En la figura 4.1 se aprecia la instalación de los electros.

En la fórmula siguiente se detalla para el cálculo de la resistencia del suelo:

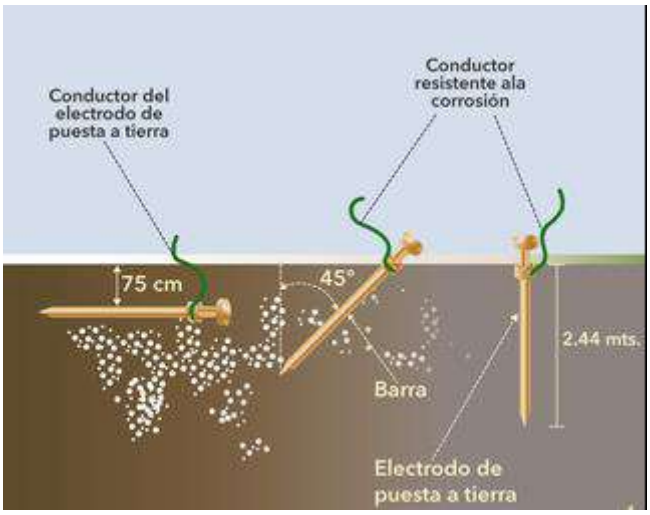


Figura 4.1Cálculo de la resistencia del suelo

$$R = \frac{\rho}{2 * \pi * L} * \left(\ln\left(4 * \frac{L}{r}\right) - 1\right)$$

Ecuacio 4.1 Cálculo de la resistencia del suelo

Fuente: Normas de la ANDE

Dónde:

p: Resistencia del suelo (! * m)

L: Largo de la varilla (m)

r: radio de la varilla (m)

4.6. Mallas

La malla de puesta a tierra para el aterramiento se construye por conductores horizontales y perpendiculares espaciados uniformemente. Se emplea con conductores de cobre desnudo sin aislador y esta se la puede complementar con otros elementos como electrodos o varillas a tierra que debes ser de cobre, estos sistemas son muy utilizados para S/E y en centrales eléctricas debido al nivel de descargas eléctricas que se producen o el nivel. Para formar una malla a tierra se considera que los conductores deben estar enterrados a una profundidad promedio comprendido entre 0.5 a 1.0m, los cuales deben estar situados de una forma paralela y perpendicular, la malla tiene que estar adaptada a la sección adecuada a la resistencia del suelo donde será instalada y tener en cuenta que la malla tenga una forma de cuadricula.

El conductor utilizado para el lado exterior debe ser continuo que no tenga ninguna anomalía para tener un excelente sistema, de tal manera que integre adonde será conectado el equipo [9]. En la figura 4.2.se aprecia la instalación de malla.

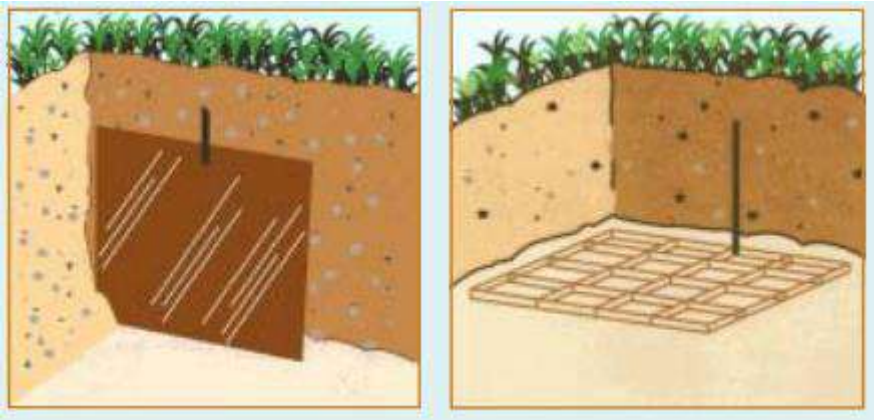


Figura 4.2 Mallas.

III. RESUMEN EJECUTIVO

CAPITULO 5

5.1. Descripción del trabajo

Este Proyecto Final de Gradado consistió en el diagnóstico del sistema eléctrico del campus de la Universidad Nacional de Caaguazú y alternativas de optimización del consumo de la energía eléctrica, verificando la situación actual de las instalaciones eléctricas y según el resultado de dicho estudio se procedió a la realización del nuevo esquema del sistema eléctrico con los equipos adecuados atendiendo a la Norma Paraguaya y Reglamento de la ANDE.
Se utilizó el software Dialux para la simulación del sistema lumínico del campus. Así también se evaluó el costo que conlleva la ejecución de la adecuación general de las instalaciones eléctricas.

5.1.1. Métodos y Técnicas utilizadas

5.2. Tipo de Investigación

Este estudio es de tipo descriptivo por que detalla las características de la variable estudiada, “diagnóstico del sistema eléctrico del campus de la UNCA y alternativas de optimización del consumo de la energía eléctrica”, así como la descripción de los fenómenos asociados con la población bajo estudio.

Con relación al diseño es no experimental porque no se manipulan deliberadamente variables del fenómeno en estudio.

5.3. Técnicas e instrumentos de recolección de Datos

Se utilizará la técnica de revisión documental. Se incluirá la verificación y obtención de datos, con la realización de mediciones en el campus de la UNCA. También se realizarán entrevistas no estructuradas con encargados de cada área administrativas de cada Facultad integrada al campus. Igualmente, análisis estadístico mediante la utilización de software informático para evaluar los datos obtenidos de los registros documentales. Los diferentes reglamentos y

condiciones se consultarán en normas nacionales e internacionales, investigación bibliográfica en páginas web, software de diseño asistido AutoCAD y DIALUX.

5.4. Fases metodológicas

Se desarrollarán las siguientes fases metodológicas para encarar el logro de los objetivos perseguidos con este proyecto de fin de grado:

Fase 1: Recolección de datos

Esta fase permitirá identificar las condiciones generales en las que se encuentran las instalaciones eléctricas del campus de la UNCA.

Fase 1.1. Verificación de las condiciones de las instalaciones eléctricas

Con el objetivo de identificar la zona de estudio, se verificarán los planos constructivos y de la instalación eléctrica, si lo hubiere, del edificio proveídos por el Rectorado de la UNCA y mediante continuas visitas al lugar se irán corroborando dichas informaciones mediante técnicas de observación que permitirán visualizar algunas diferencias y modificarlas para que el trabajo sea enfocado a la situación actual del edificio.

Fase 1.2. Recolección de datos

En esta fase se procederá al relevamiento de los datos en el campus de la UNCA de las instalaciones actuales, clasificando y agrupando los componentes para facilitar la disposición y el diseño a según las normas (Disposición de artefactos, secciones de los conductores, potencia instalada, unidad de control, ext.), en esta fase se procederá a la observación y mediciones directas de los componentes en el lugar, como también una encuesta oral con los funcionarios administrativos de la FCE.

Fase 1.3. Almacenamiento de datos

Una vez obtenidos los datos referentes a los objetivos trazados se procederán a almacenarlos de forma digital ya que los mismos servirán de base fundamental para los cálculos de la eficiencia energética.

Fase 2. Análisis de los valores obtenidos en la recolección.

Mediante esta fase se podrá conocer las características de las instalaciones eléctricas y determinar las condiciones ideales para poder obtener la optimización en el consumo de la energía eléctrica.

Fase 2.1. Análisis de los datos en base a las normas nacionales e internacionales

En esta fase se llevará a cabo el estudio de los datos en base a las normas nacionales e internacionales vigentes aplicadas para eficiencias energéticas en edificios y uso racional de la energía eléctrica. Este estudio se enmarcara con la comparación de los valores recogidos y digitalizados con los expuestos en las diversas normas para que de esta manera se pueda llegar a realizar y proponer una alternativa de solución.

Fase 3. Realización del proyecto ejecutivo

Con todos los datos recolectados mediante las visitas, mediciones y consultas a funcionarios y del área técnica de la carrera, se procederá a la realización del proyecto ejecutivo con la propuesta de mejora más idónea para el campus de la UNCA.

3.2. Reingeniería

En base a todo lo obtenido en el relevamiento previo y su posterior análisis, se procederá en caso de que sea necesario plantear una reingeniería de la instalación eléctrica desde el punto de vista de la eficiencia energética de edificios, de tal modo a poder llegar brindar a la comunidad universitaria del campus de la UNCA mejores condiciones estéticos y técnicos.

3.3. Plan de mantenimiento

Con los datos, planos y reingenierías propuestos se procederá a la elaboración de un plan de mantenimiento en el margen de la eficiencia energética de edificios, de tal modo a poder brindar todas las herramientas necesarias para el buen funcionamiento de las instalaciones eléctricas en

general del edificio de la UNCA y de modo a evitar fallas que requieran el cese de actividades y/o grandes inversiones imprevistas.

Fase 4. Realizar el análisis de factibilidad económica del proyecto propuesto.

Una vez culminado el proyecto en su aspecto técnico, se procede en realizar el análisis de la factibilidad económica, el cual brindara un panorama general de los costos beneficios que acarreará la puesta en marcha del proyecto presentado.

Fase 4.1. Elaboración de listado de precio

Teniendo todos los datos necesarios para la propuesta de mejora se procede realizar un estudio de mercado, para así poder obtener los respectivos costos de los elementos necesarios para la mejora de la eficiencia energética de las instalaciones eléctricas del campus de la UNCA.

Fase 4.2. Realización de un listado de beneficios a ser obtenidos con la propuesta.

En base al listado de precios se procede a recalcar todos los beneficios que serán obtenidos con la propuesta de mejora, ya que con dicho proyecto se mejorara las condiciones generales del consumo de energía eléctrica del edificio.

Fase 4.3. Elaboración de Flujo de Caja Proyectada

Contado con el listado de precios de materiales, elementos, mano de obra y lo destinado a imprevistos, entre otros gastos se elabora el Flujo de Caja Proyectada.

Fase 4.4. Obtención de la Tasa Interna de Retorno, Valor Presente Neto y Periodo de Retorno de la Inversión

Con el flujo de caja proyectada elaborado, se procedencia a realizar los cálculos respectivos del VPN y TIR los cuales serán fundamentales para poder determinar la rentabilidad y factibilidad

5.5. Justificación

La energía puede considerarse un bien vital más para el ser humano, hoy en día se ha convertido en un recurso indispensable para la actividad económica y social en todo el mundo, siendo además necesaria en abundancia en los países más desarrollados. Esto ocasiona una nueva preocupación para la humanidad, que es la de asegurar su disponibilidad para el futuro, así como para el presente. Es por ello que, para garantizar un suministro de energía sostenible, seguro y competitivo, se deben buscar nuevas políticas y formas de utilizar la energía que actualmente se cree abundante.

Un estudio de la calidad de energía nos brinda información útil, precisa y veraz, lo cual nos da un soporte que nos permite ayudar, evaluar y despejar inconvenientes en un sistema eléctrico; gracias a él se pueden determinar parámetros que nos ayudan a dar una visión de la integridad de las instalaciones, uso adecuado de la energía, conocer si el sistema puede admitir ampliación o nuevas cargas y tomar decisiones de propuestas de mejoras y ahorro energético para justificar de esta forma la medidas adoptadas.

Por ende, el diagnóstico real permitio hacer un plan de mejora de la eficiencia edificio destinado al campus de la Universidad Nacional de Caaguazú mediante la aplicación de estrategias que permitan contar con todo lo exigido en las normas, la reducción de usos innecesarios de energía eléctrica en varios artefactos, tales como los destinados a la iluminación, climatización y/o alimentación de cargas varias, como también la implementación de un plan de mantenimiento y nueva tecnología.

5.6. Finalidad del proyecto

Con la realización de este proyecto se pretende:

- Lograr un buen funcionamiento del campus de la Universidad Nacional de Caaguazú con la correspondiente adecuación de alternativas de optimización del consumo de la energía eléctrica

- Evitar pérdidas económicas por parte de cada facultad de la Universidad por mantenimiento correctivo debido a los parámetros fuera de rango.
- Reducir el tiempo invertido por mantenimiento de las instalaciones eléctricas.

5.7. Metas

Proponer alternativas de optimización del consumo de la energía eléctrica para el campus de la Universidad Nacional de Caaguazú.

5.8. Objetivos

5.8.1. Objetivos generales

- Realizar un diagnóstico de la instalación eléctrica del campus UNCA y propuesta de optimización en el consumo de la energía eléctrica.

5.8.2. Objetivos específicos

- Recolectar datos de la situación actual del sistema eléctrico del campus de la UNCA.
- Analizar los valores obtenidos en el relevamiento, con base en las normas vigentes nacionales e internacionales.
- Determinar que parámetros se encuentran fuera de los rangos recomendados por las normas y reglamentos para el correcto funcionamiento de las instalaciones.
- Realizar el análisis económico del proyecto.

5.9. Beneficiarios

Con la ejecución del proyecto alternativas de optimización del consumo de la energía eléctrica los beneficiarios directos fueron el campus de la UNCA y así también los funcionarios y alumnos de cada universidad integrada a la misma y de forma indirecta a los demás actores del proceso de enseñanza – aprendizaje, la sociedad en conjunto.

5.10. Producto

Diseño y ejecución de un nuevo esquema optimización del consumo de la energía eléctrica del campus de la UNCA.

5.11. Localización física y cobertura espacial

Este proyecto se desarrolló en el campus de la Universidad Nacional del Caaguazú., localizada en ubicado en el Km 138 Ruta, Departamento de Caaguazú.

5.12. Especificaciones de actividades y tareas realizadas

- Relevamiento de datos.
- Descripción de las instalaciones eléctricas actuales.
- Selección de los conductores y las protecciones actuales.
- Análisis y Estudio de carga.
- Diseño del sistema lumínico.
- Diseño del sistema de acondicionador de aire.
- Diseño del sistema de puesta a tierra.
- Evaluación económica del proyecto planteado.

5.13. Recursos necesarios

Para la realización del presente proyecto de fin de grado se utilizaron los siguientes recursos:

5.13.1. Recursos humanos

- Alumno responsable del proyecto.
- Ingeniero tutor del proyecto final de grado.
- Funcionarios del campus de la Universidad Nacional del Caaguazú a ser consultados.

5.13.2. Recursos materiales

- Cámara fotográfica y filmadora (propio).
- Computadora (propio).
- Impresora.
- Papel.
- Transporte (combustible).
- Útiles de oficina.
- Internet.
- Libros.
- Analizador de Redes (gentileza FCyT UNCA)
- Telurometro (gentileza S.E Ingeniería)
- Luxómetro.

5.14. Factibilidad técnica

El proyecto desarrollado es factible técnicamente, pues mediante la misma se puede obtener:

- Mejorar la confiabilidad en el sistema eléctrico del campus de la Universidad Nacional del Caaguazú calculado y diseñado.
- Reducir el consumo innecesario de las instalaciones eléctricas del campus de la Universidad Nacional del Caaguazú.
- Mejorar la comodidad de alumnos, funcionarios y profesores con la mejora propuesta en cuanto al nuevo sistema propuesto y reduciendo los costó de operación del campus de la Universidad Nacional del Caaguazú.
- Disminuir los mantenimientos correctivos de las instalaciones eléctricas y por ende en todo sistema eléctrico en general.

5.15. Factibilidad económica

5.15.1. Beneficios

Los beneficios que trae consigo la ejecución de la adecuación general de las instalaciones eléctricas son la disminución mantenimientos correctivos por falla en las instalaciones eléctricas en general, la selectividad de los diferentes equipos instalados en el campus y la ganancia en cuanto optimización del consumo de la energía eléctricas y diseño del esquema del sistema eléctrico con los análisis y cálculos requeridos para la resolución de los problemas citados en capítulos anteriores.

Mediante el estudio de la evaluación económica, se pudo observar otro beneficio importante en la optimización del consumo de la energía eléctricas, que es el costo de la implementación en comparación a la ganancia que otorga el mismo; por lo tanto, la inversión a ser realizada tendrá un retorno rápido en el corto plazo por lo que se concluye que el proyecto es viable en términos económicos, según se podrá comprobar a continuación.

5.15.2. Evaluación económica

Se presenta los principales componentes de costos de las adecuaciones y refuerzos de la infraestructura eléctrica requerida del Campus como:

5.15.2.1 Instalación Eléctrica del edificio:

A continuación, presentamos el listado de las inversiones necesarias, en materiales, y por otra parte materiales con recursos humanos (mano de obra) para la modificación y/o implementación de las medidas de eficiencia energética propuestas.

Con la inversión propuesta se busca: garantizar la eficiencia y ahorro energético aplicado a las instalaciones del edificio del campus de la UNCA, el cual consiste en la adecuación y refuerzo de las instalaciones electricas del edificio como resultado del relevamiento, verificaciones y mediciones carga se puede observar en la siguiente tabla 5.1.

Planta Baja				
N°	**Descripción**	**Sección**	**Cantidad**	
1	Facultad de Ciencias de la Salud	4x70	160	M
2	Laboratorio Facultad de Producción	4x6	200	M
3	Secretaria y Baños	4x16	200	M
4	Administración y Recursos Humanos	4x10	200	M
5	Academia FCP	4x10	200	M
6	Sector N°7	4x16	200	M
7	UPS	2x25	60	M
8	Iluminación Exterior/Interior	2x6	180	M
9	Aula 1	4x6	120	M
10	Aula 2	4x6	130	M
11	Aula 3	4x6	140	M
12	Aula 4	4x6	150	M
13	Aula 5	4x6	160	M
14	Sala de profesores	2x10	160	M
15	Biblioteca	4x35	120	M
16	Aula 8	4x10	170	M
17	Aula 9	4x6	180	M
Primer Piso				
1	Laboratorio y Oficinas FCP	4x70	120	M
2	Laboratorio y Oficinas FCE	4x35	120	M
3	Aula 1	4x16	120	M
4	Aula 2	4x6	120	M
5	Aula 3	4x6	120	M
6	Decanato	4x10	160	M
7	Sala Informática	4x16	120	M
8	Sanitarios	4x16	120	M
9	Sala administrativa	4x10	120	M
10	Aula 4	4x10	120	M
11	Aula 5	4x6	120	M
12	Aula 6	4x6	120	M
13	Aula 7	4x6	120	M

Tabla 5.1 Listado de las inversiones necesarias

Fuente: Elaboración propia

5.15.2.2. Lista de de materiales y costo de mano de obra de instalación

Sección	Cantidad		Precio Unitario	Total
70mm2	160	M	104.141	16.662.560
10mm2	1130	M	13.123	14.828.990
35mm2	240	M	48.500	11.640.000
16mm2	760	M	24.912	18.933.120
6mm2	1860	M	7.397	13.758.420
Total (Gs) - Lista de materiales				75.823.090
Mano de Obra Instalación				22.746.927
Total(Gs) - Materiales + mano de obra				**98.570.017**

Tabla 5.2 Lista de de materiales y costo de mano de obra

Fuente: Elaboración propia

Total en G, Ítem 1- Adecuación Instalación Eléctrica del Edificio = G 98.570.017***

Costos administrativos asociados al cambio de Grupo de Consumo Tarifario en la ANDE correspondiente al suministro identificado con N° de NIS: 2.637.143. Este suministro se encuentra actualmente en la categoría “Otros 413 – Media Tensión” asumiendo un sobre costo tarifario del 5% aproximadamente, por tanto se propone el cambio y/o modificación al grupo de consumo en media tensión “Gubernamental 833”

5.15.2.2.1 Costos asociados al cambio de categoria:

Presentación de la Solicitud de Abastecimiento de Energía Eléctrica (SAEE) presentada en las Oficinas Comerciales de la ANDE por el cliente Titular del suministro y/o por el electricista matriculado en su representación.

Presupuesto por el patrocinio de un profesional Ingeniero: 2.750.000G

Depósito de Garantía: Según el manual de cálculo de Depósito de Garantía de la ANDE este importe es el necesario para cubrir un mes de consumo (medio o mínimo estimado) de energía eléctrica del cliente.

Para cambio de categoria se calcula El nuevo Depósito de Garantía considerando la nueva categoria y se resta el depósito anterior.

Cálculo del Nuevo Depósito de Garantía:

G = Ce * Te

Ce = P * hu *30 días

G : Concepto de Depósito de Garantía en Guaraníes

Te : Tarifa de Energía vigente a la fecha de cálculo, en G/kWh.

P : Potencia Contratada en kW, a ser tenida en cuenta para los cálculos del Depósito de Garantía. Corresponde a la carga instalada, calculada en base a la llave limitadora o a la Potencia Reservada, según corresponda.

hu : Horas de utilización “mínima” promedio diarias estimadas para el cálculo, y definidas en el Manual de Cálculo.

Ce= 150kW * 5hs * 30días

Ce= 22.500 kWh

G = 22.500 kWh * 296.16 G

G = 6.663.600 G

Estimación de cálculo del Depósito de Garantía anterior: A efectos de tener una estimación de cálculo se utiliza el pliego N°20 (vigente hasta el 2017) y la categoria Gubernamental - 833 del pliego de referencia.

G_0 = 22.500 kWh * 180,91G

G_0 = 4.070.475 G

El monto calculado de Garantía de consumo resultante es:

G = 6.663.600 G – 4.070.475 G

G = 2.593.125 G.

Total en G, Ítem 2 - Costos administrativos asociados al cambio de categoria: G 5.343.125 ***
Previendo una disminución en el costo de la energía eléctrica del 5%, se prevé que este monto será amortizado en 18 meses.

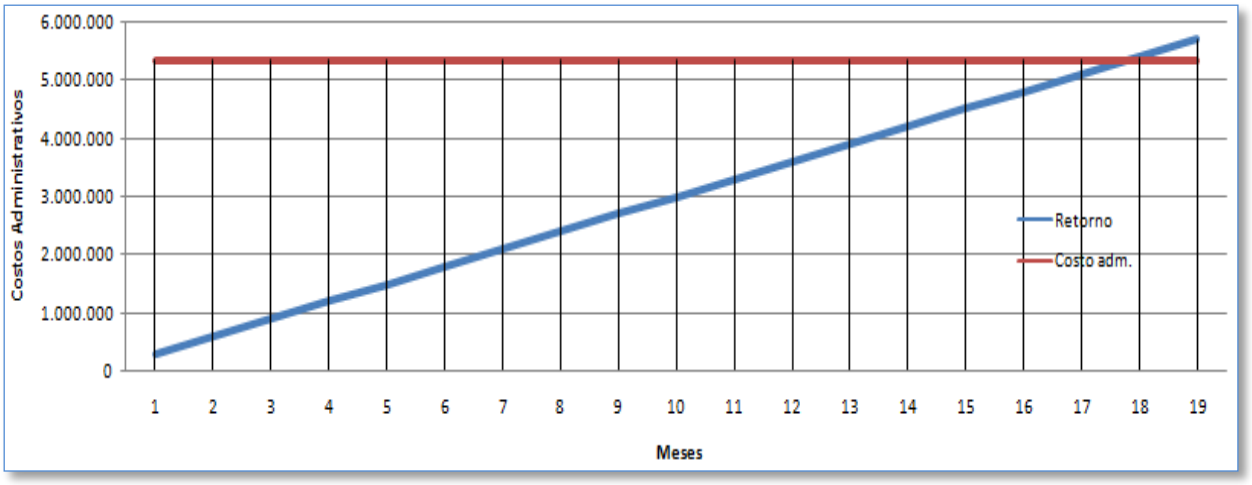


Figura 5.1 Tasa de amortizacion en 18 mese

5.15.3. Climatización de aulas y oficinas:

Se presenta la cotización en función al dimensionamiento realizado para los equipos acondicionadores de aire, el reemplazo de los equipos que no cumplan con la carga de enfriamiento requerida, automatizar el encendido y apagado de los equipos mediante interruptores horarios programabes y el mantenimiento preventivo de los demás equipos

Equipos Acondicionadores de Aire nuevos requeridos, mano de obra de instalación del nuevo equipo y retiro del equipo existente, adecuación de la alimentación.

Costo de Acondicionadores de Aire			
Cantidad	**BTU**	**Costo Unitario**	**Total**
1	**24.000**	5.358.000	5.358.000
1	**36.000**	8.750.000	8.750.000
8	**48.000**	11.500.000	92.000.000
Total en G - IVA incluido			**106.108.000**

Tabla 5.3 Costo de Acondicionadores de Aire

Mano de obra de Instalación y retiro de Acondicionadores de Aire				
Cantidad	**Potencia (BTU)**	**Instalación (G)**	**Retiro (G)**	**Total**
1	24.000	400.000	160.000	560.000
1	36.000	450.000	160.000	610.000
8	48.000	550.000	180.000	5.840.000
Total G - IVA INCLUIDO				**7.010.000**

Verificación	**10**	**165000**	**1.650.000**
Materiales menores (conductores, Térmicas, Interruptores horarios)	Global		8.084.000
Total			**9.734.000**

Tabla 5.4 Mano de obra de Instalación y retiro de Acondicionadores de Aire

Fuente: Elaboración propia

Total materiales e instalación: **122.852.000G**

5.15.3.1 Mantenimiento de acondicionadores de aire

En la siguiente tabla se expone los costos de los mantenimientos preventivos a acondicionadores de Aire(Limpiesa, medicion de tension,medicion, calibracion de gas refrigerante y testeo de configuracion.

Mantenimiento Anual de Aire Acondicionado			
Cantidad	**BTU**	**Costo**	**Total**
3	12.000	250.000	750.000
1	18.000	250.000	250.000
18	24.000	350.000	6.300.000
5	36.000	350.000	1.750.000
13	48.000	400.000	5.200.000
9	60.000	500.000	4.500.000
Total en G - IVA incluido			**18.750.000**

Tabla 5.5 Mantenimiento Anual de Aire Acondicionado

Fuente: Elaboración propia

Total en G, Ítem 3 - Climatización de Aulas y Oficinas = G 141.602.000

5.15.4. Sistema de Iluminación

Se presentan los costos de la propuesta de sustitución de artefactos tradicionales con lámparas tipo fluorescentes por equipos de iluminación LED, lo cual permitirá una reducción de consumo de energía eléctrica del 45%. Además

la instalación de sensores de movimiento en los sanitarios que contribuirá para el uso eficiente de la energía eléctrica.

Adecuación del Sistema de Iluminación			
Cantidad	**Descripción**	**Precio Unitario (G)**	**Precio Total (G)**
400	Lámpara Tubo LED 6500K	11.700	4.680.000
4	Sensor de Movimiento 110° frontal articulado	38.100	152.400
10	Fotocélula 10A-220V	25.000	250.000
GLOBAL	Materiales menores para la instalación (zócalos, conductores, fijaciones, otros)		1.200.000
Mano de obra de instalación – G			**3.300.000**
Total G - IVA INCLUIDO			**9.582.400**

Tabla 5.6 Adecuación del Sistema de Iluminación

Fuente: Elaboración propia

Total en G, Ítem 4 – Sistema de Iluminación = G 9.582.400***

5.15.5. Adecuación de la Línea de Media Tensión

Se presenta los costos de las adecuaciones de la Línea de Media Tensión que consiste en un cruce subterráneo con la Línea de Trasmisión de 66kV.

Línea de Media Tensión - Actual:

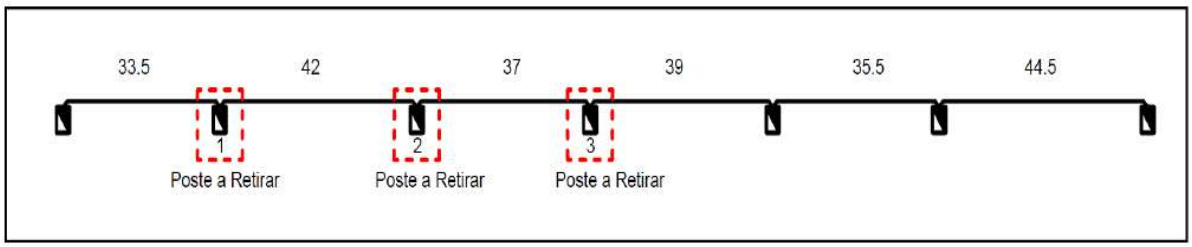


Figura 5.2 Línea de Media Tensión - Actual

Línea de Media Tensión – Adecuación Propuesta:

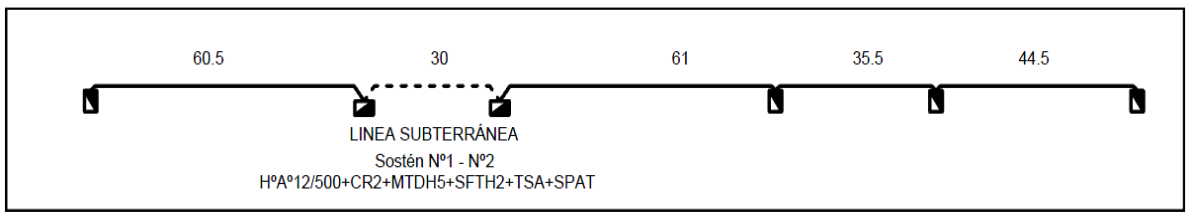


Figura 5.3 Adecuación de línea de media tensión

Lista de Materiales y Mano de Obra

LMT SUBTERRANEA		
ESPECIFICACION	**UNIDAD**	**CANT.**
Caja terminal intemperie	un	3
Cable unipolar subterráneo 1x50mm2	m	174
Cable de Cu desnudo 35 mm	m	40
Caño galvanizado de 3" x 6m	un	1
Ducto PVC rígido	un	28
Cruceta de madera MT 3"x4"x2.4m	un	6
Poste H°A° 12/500	un	2
Descargador de sobretensión 18Kv	un	3
Jabalina de Cu 3/4x3m	un	6
Burlonería, herrajes y materiales menores	global	
Sub total Materiales G – IVA Incluido	**67.567.500**	

Tabla 5.7 Lista de Materiales y Mano de Obra

Fuente: Elaboración propia

Total en G, Ítem 5 – Adecuación LMT = G 88.938.740***

Ítem	**Resumen de Costos (08/11/2022) - 1USD = 7020**	
1	Instalación eléctrica del edificio	98.570.017
2	Costos administrativos. Asociados al cambio tarifario	5.343.125
3	Climatización de aulas y oficinas	141.602.000
4	Sistema de Iluminación	9.582.400
5	Adecuación de Línea de Media Tensión	88.938.740
Total G – IVA Incluido		**344.036.282**

Tabla 5.8 Resumen de costo

Fuente: Elaboración propia

5.15.6. Evaluación de los componentes de costos:

En la gráfica se aprecia que el mayor componente de costo lo representa las adecuaciones del sistema de aire acondicionado de 41,16% de la inversión, seguido de las adecuaciones eléctricas del edificio 28,65%, la adecuació de la

línea de media tensión representa el 25.85%, las adecuaciones del sistema de iluminación representan el 2.79 %, mientras que los tramites y costos administrativos en la ANDE el 1,55%.

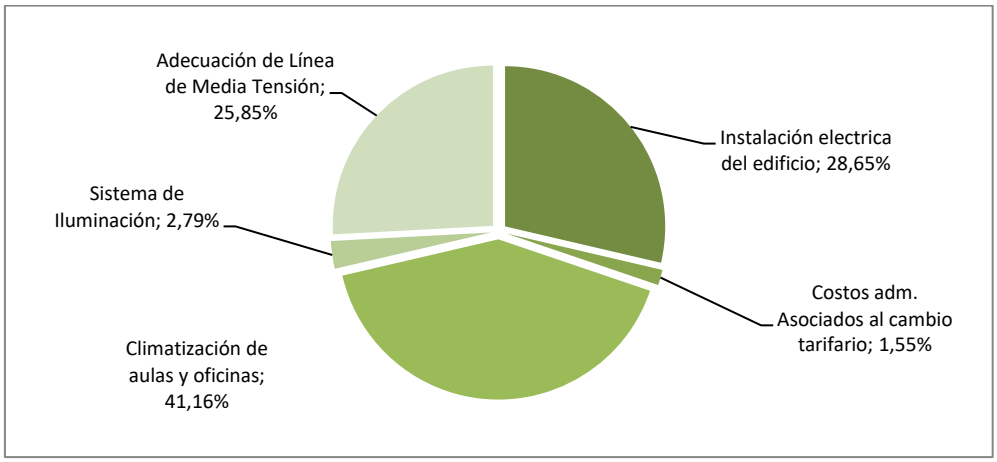


Figura 5.4 Evaluación de los componentes de costos

Retorno	**Económico**
1	1.1 Reducción del consumo de energía (15 al 20%)
	1.2 Cambio de tarifa: con el cambio de tarifa sugerida, el ahorro monetario es del 5%
Retorno	**No cuantificable económicamente**
2	*2.1 Seguridad de las personas*: La seguridad de las personas como uno de los criterios fundamentales del presente trabajo, para ello se realiza la propuesta de adecuación de línea de media tensión que actualmente se encuentra fuera de norma, el dimensionamiento infraestructura eléctrica actual y verificación de las protecciones.
	2.2 Mejoramiento del Confort: Salas de clases y oficinas administrativas bien iluminadas y climatizadas mejora el rendimiento de los usuarios optimizando el proceso de enseñanza y aprendizaje, como también así la eficiencia de los funcionarios. Para el efecto se realizaron mediciones, cálculos y simulaciones del nivel de iluminación como también así cálculo de la potencia de enfriamiento requerida atendiendo a la dimensión y características de la sala, cantidad de alumnos, cantidad de equipos generadores de calor, etc.
	2.3 Mejoramiento de la funcionalidad de la instalación eléctrica: El refuerzo de la instalación eléctrica acorde a la carga prevista y el ajuste de las protecciones mejoran la funcionalidad y confiabilidad de la instalación. Se realizo mediciones del perfil de carga de la instalación con un analizador de redes.

	2.4 Utilización de nuevas tecnologías: La implementación de equipos de iluminación led, sensores y automatismos que ayudan para la reducción del consumo de la energía eléctrica.

Tabla 5.9 Retorno económico

Fuente: Elaboración propia

IV. INGENIERÍA DE DISEÑO

CAPÍTULO 6

6.1 Descripción de campus de la Universidad Nacional del Caaguazú UNCA

En el presente trabajo se realiza el diagnóstico del sistema eléctrico del campus de la Universidad Nacional de Caaguazú y alternativas de optimización del consumo de la energía eléctrica. En el campus se encuentras varias facultades de la UNCA donde las optimizaciones de las instalaciones se realizan en base a la Norma Paraguaya 202896, Reglamentos de la ANDE de Baja y Media Tensión.

6.2. Inspección de la Instalación Eléctrica:

La inspección de instalación eléctrica consiste en revisiones que se realizan a las instalaciones, con el fin de desarrollar actividades tales como medir, examinar, ensayar o comparar, en este aso se relevo las condiciones actuales del camous, obteniendose:

Tabla 6.1 Condicones actuales de la instalación eléctrica

Estado actual								
Planta Baja								
Descripcion	Potencia KW	Conductor mm2	TM	Corriente (A)	Capacidad de Conduccion del conductor actual (A)	FC Temp (p/40°C)	FC Agrup. 5 Ctos Trifásicos	Observaciones
Motor (Pozo Artesiano)	3,73	2x10	3X32	14,41	40	40	26	Verifica
Facultad de Ciencias de la Salud	72,4	4x25	3X100	113,13	115	115	74,75	No verifica
Porteria	1,5	2x10	2X40	2,34	40	40	26	Verifica
Cantina	12,5	4x16	3X32	19,53	54	54	35,1	Verifica
Laboratorio Facultad de Salud	8,9	4x6	3x32	13,91	30	30	19,5	Verifica
Laboratorio facultad de Produccion	9,4	4x4	3x32	14,69	23	23	14,95	Verifica
Secretaria y Baños	13,3	4x2	3X32	20,78	15,5	15,5	10,08	No verifica
Aministración y Recursos Humanos FCP	11,5	4X4	3X32	17,97	23	23	14,95	No verifica
Academia FCP	12,8	4X4	3X32	20,00	23	23	14,95	No verifica
Sector N°7 FCP	18,4	4X2	3X32	28,75	15,5	15,5	10,075	No verifica
UPS-Servidor FCP	7,5	2X4	1X32	28,98	23	23	14,95	No verifica
Iluminación Exterior/Interior	3,5	2X4	1X32	13,52	23	23	14,95	Verifica
Iluminación Pasillo	2,5	2X4	1X25	3,91	23	23	14,95	Verifica
Aula 1	9,6	4X4	3X32	15,00	23	23	14,95	No verifica
Aula 2	8	4X4	3X32	12,50	23	23	14,95	Verifica
Aula 3	9,2	4X4	3X32	14,38	23	23	14,95	Verifica
Aula 4	8,4	4X4	3X32	13,13	23	23	14,95	Verifica
Aula 5	8,3	4X4	3X32	12,97	23	23	14,95	Verifica
Iluminación Baño	1	2X4	1X25	3,86	23	23	14,95	Verifica
Sala de Profesores	3,8	2X4	1X32	14,68	23	23	14,95	Verifica
Biblioteca	25,7	4X16	3X63	40,16	54	54	35,1	No verifica
Laboratorio FCyT	8	4X4	3X32	12,50	23	23	14,95	Verifica
Aula 6	5	4X4	3X32	7,81	23	23	14,95	Verifica
Aula 7	6,2	4X4	3X32	9,69	23	23	14,95	Verifica
Aula 8	12	4X4	3X25	18,75	23	23	14,95	No verifica
Aula 9	10,6	4X4	3X32	16,56	23	23	14,95	No verifica

Primer Piso								
Descripcion	Potencia KW	Conductor mm2	TM	Corriente (A)	Capacidad de Conduccion del conductor actual (A)	FC Temp (p/40°C)	FC Agrup. 5 Ctos Trifásicos	Observaciones
FCS- Laboratorio y Oficinas	39,5	4X6	3X32	61,72	30	30	19,5	No verifica
FCE- Laboratorio y Oficinas	25,5	4X6	3X32	39,84	30	30	19,5	No verifica
Aula 1	15,5	4X4	3X32	24,22	23	23	14,95	No verifica
Aula 2	10,1	4X4	3X32	15,78	23	23	14,95	No verifica
Aula 3	8,4	4X4	3X32	13,13	23	23	14,95	Verifica
Decanto-FCP	12,9	4X4	3X32	20,16	23	23	14,95	No verifica
Ampliación Iluminación Exterior/Interior	2,6	2X4	1X32	10,05	23	23	14,95	Verifica
Sala de Informatica	16,4	4X4	3X32	25,63	23	23	14,95	No verifica
Sanitarios	5	4X2	1X32	19,32	15,5	15,5	10,08	No verifica
Sala Administrativa	12,5	4X6	3X40	19,53	30	30	19,50	No verifica
Aula 4	10,5	4X4	3X32	16,41	23	23	14,95	No verifica
Aula 5	9,5	4X4	3X16	14,84	23	23	14,95	Verifica
Aula 6	9,3	4X4	3X16	14,53	23	23	14,95	Verifica
Aula 7	10,5	4X4	3X32	16,41	23	23	14,95	No verifica

En base a lo que se observa en la tabla anterior, se determina que las instalaciones electricas de las diversas aulas inspeccionadas pertenecientes a las diversas facultades las mismas no cumplen en cuanto a lo referente a la capacidad del conductor, llaves TM; por ende, en la siguiente tabla se propone una reingenieria en base al cableado de los mismos.

Tabla 6.2 Propuesta de mejora sugerida.

Propuesta								
Planta Baja								
Descripcion	**Potencia kW Instalada**	**Conductor mm2**	**TM**	**Corriente (A)**	**Capacidad de Conduccion del conductor propuesto (A)**	**FC Temp (p/40°C)**	**FC Agrup. 5 Ctos Trifásicos**	**Observaciones**
Motor (Pozo Artesiano)	3,73	2x10	3X32	14,41	40	40	26	Verifica
Facultad de Ciencias de la Salud	72,4	4x70	3X100	113,13	202	202	131,3	Verifica
Porteria	1,5	2x10	1X40	2,34	40	40	26	Verifica
Cantina	12,5	4x16	3X32	19,53	54	54	35,1	Verifica
Laboratorio Facultad de Salud	8,9	4x6	3x32	13,91	30	30	19,5	Verifica
Laboratorio facultad de Produccion	9,4	4x4	3x32	14,69	23	23	14,95	Verifica
Secretaria y Baños	13,3	4x16	3X32	20,78	54	54	35,1	Verifica
Aministración y Recursos Humanos FCP	11,5	4X10	3X32	17,97	40	40	26,0	Verifica
Academia FCP	12,8	4X10	3X32	20,00	40	40	26,0	Verifica
Sector N°7 FCP	18,4	4X16	3X32	28,75	54	54	35,1	Verifica
UPS-Servidor FCP	7,5	2X16	1X32	28,98	54	54	35,1	Verifica
Iluminación Exterior/Interior	3,5	2X4	1X32	13,52	23	23	15,0	Verifica
Iluminación Pasillo	2,5	2X4	1X25	3,91	23	23	14,95	Verifica
Aula 1	9,6	4X6	3X32	17,11	30	30	19,50	Verifica
Aula 2	8	4X4	3X32	14,26	23	23	14,95	Verifica
Aula 3	9,2	4X4	3X32	16,40	23	23	14,95	Verifica
Aula 4	8,4	4X4	3X32	14,97	23	23	14,95	Verifica
Aula 5	8,3	4X4	3X32	14,80	23	23	14,95	Verifica
Iluminación Baño	1	2X4	1X25	3,86	23	23	14,95	Verifica
Sala de Profesores	3,8	2X4	1X32	14,68	23	23	14,95	Verifica
Biblioteca	25,7	4X35	3X63	45,81	86	86	55,90	Verifica
Laboratorio FCyT	8	4X4	3X32	12,50	23	23	14,95	Verifica
Aula 6	5	4X4	3X32	7,81	23	23	14,95	Verifica
Aula 7	6,2	4X4	3X32	9,69	23	23	14,95	Verifica
Aula 8	12	4X6	3X25	18,75	30	30	19,50	Verifica
Aula 9	10,6	4X6	3X32	16,56	30	30	19,50	Verifica

Primer Piso								
Descripcion	**Potencia KW**	**Conductor mm2**	**TM**	**Corriente (A)**	**Capacidad de Conduccion del conductor actual**	**FC Temp (p/40°C)**	**FC Agrup. 5 Ctos Trifásicos**	**Observaciones**
FCS- Laboratorio y Oficinas	39,5	4X50	3X32	61,72	103	103	66,95	Verifica
FCE- Laboratorio y Oficinas	25,5	4X50	3X32	39,84	103	103	66,95	Verifica
Aula 1	15,5	4X10	3X32	24,22	40	40	26,00	Verifica
Aula 2	10,1	4X10	3X32	15,78	40	40	26,00	Verifica
Aula 3	8,4	4X10	3X32	13,13	40	40	26,00	Verifica
Decanto-FCP	12,9	4X10	3X32	20,16	40	40	26,00	Verifica
Ampliación Iluminación Exterior/Interior	2,6	2X4	1X32	4,06	23	23	14,95	Verifica
Sala de Informatica	16,4	4X10	3X32	25,63	40	40	26,00	Verifica
Sanitarios	5	4X10	1X32	7,81	40	40	26,00	Verifica
Sala Administrativa	12,5	4X10	3X40	19,53	40	40	26,00	Verifica
Aula 4	10,5	4X10	3X32	18,72	30	30	19,50	Verifica
Aula 5	9,5	4X6	3X16	16,93	30	30	19,50	Verifica
Aula 6	9,3	4X6	3X16	16,58	30	30	19,50	Verifica
Aula 7	10,5	4X6	3X32	18,72	30	30	19,50	Verifica

6.3. Medición y Análisis del perfil de Carga del Campus de la Universidad Nacional de Caaguazú

Estas mediciones fueron realizados con un analizador de redes de la marca EXTECH, - Modelo PQ3350.

Cabe destacar que dichas mediciones realizaron en días de bajas temperaturas por lo que podría influir en los resultados.

Medición de magnitudes en el lado de Baja Tensión (BT) del transformador de 316 Kva como se ve en siguiente imagen:

Figura 6.1 Analizador de redes de la marca EXTECH, -Modelo PQ3350

Figura 6.2 Mediciones se realizan

Las mediciones se realizan el 20 de junio desde 09:00 am hasta las 17:00hs. En dicho intervalo de tiempo se encuentran con actividad académica la Facultad de Ciencias Médica (FCM) y la Facultad de Ciencias de la Salud (FCS).

Se realiza la medición y análisis del perfil de carga, listándose a continuación los parámetros eléctricos evaluados:

- Tensión trifásica en baja tensión.
- Tensión Monofásica en baja Tensión.
- Intensidad de Corriente.
- Demanda de Potencia (Activa, Reactiva y Aparente)
- Factor de Potencia instantánea en las Fases R, S y T
- Factor de Potencia instantánea de la Instalación.
- Medición de Energía Activa, Energía Aparente y Energía Reactiva.

6.3.1. Medición de Tensión (V) entre fases R-S, S-T y R-T

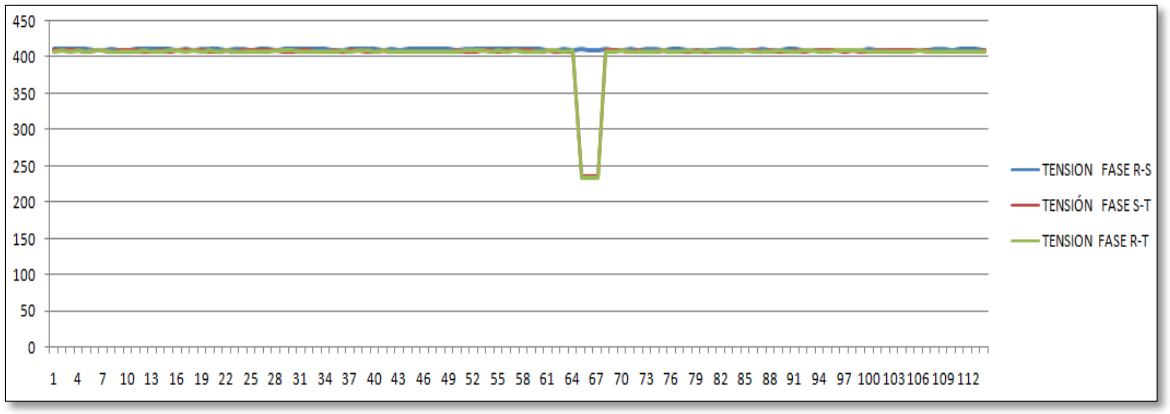


Figura 6.3 Tensión (V) entre fases R-S, S-T y R-T

VALOR	FASE R-S	FASE S-T	FASE R-T
MÁXIMO	413,5 V	412,9 V	413 V
MÍNIMO	404,8 V	235,6 V	234 V
PROMEDIO	409 V	409 V	408 V

Tabla 1: ..... Fuente: Elaboración propia

En la medición se evidencia una notoria perturbación de tensión en la fase “T”, esto puede deberse a un problema en el suministro de la concesionaria.

6.3.2. Medición de Tensión (V) en las Fases R, S y T– con respecto al neutro

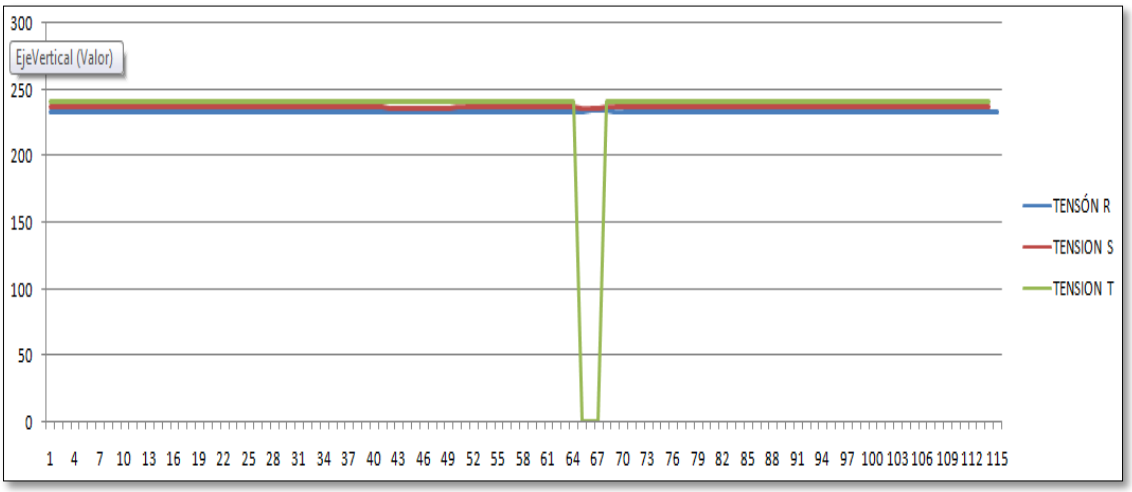


Figura 6.4 Tensión (V) en las Fases R, S y T– con respecto al neutro

VALOR	FASE R	FASE S	FASE T
MÁXIMO	234,4 V	238,5 V	241,6 V
MÍNIMO	230 V	234,6 V	0 V
PROMEDIO	232 V	237 V	239 V

Tabla 6.3 Tensión (V) en las Fases R, S y T

Fuente: Elaboración propia

Se evidencia lo mencionado anteriormente, se registra un problema en la fase “T”, dónde la tensión entre la fase T y N cae a cero temporalmente.

6.3.3. Medición de Carga, Intensidad de corriente (A) - en las Fases R, SyT

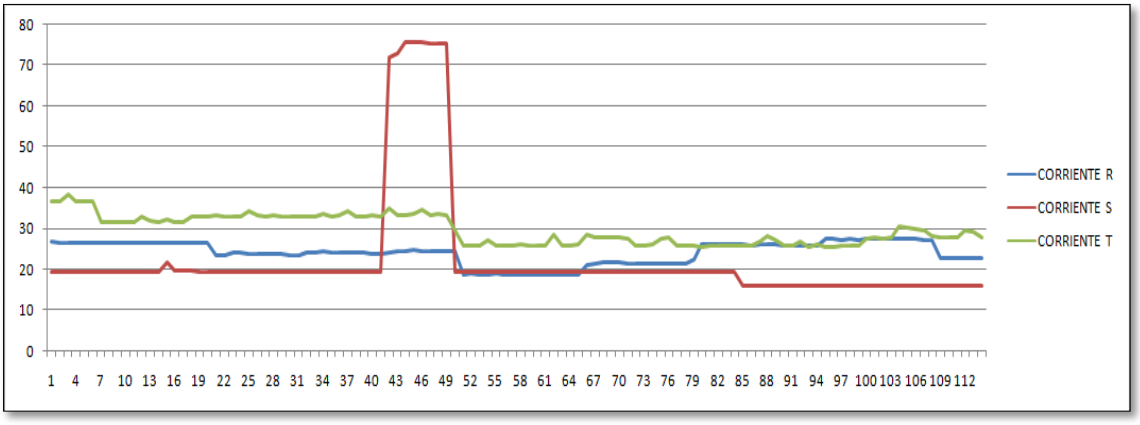


Figura 6.5 Medición de Carga, Intensidad de corriente (A)

VALOR	FASE R	FASE S	FASE T
MÁXIMO	51,52 A	86,6 A	52,54 A
MÍNIMO	17,38 A	14,56 A	23,4 A
PROMEDIO	28 A	22 A	31 A

Tabla 6.4 Valor de corriente por fase

Fuente: Elaboración propia

Se registran cargas normalmente equilibradas como tambien se observa un incremento abrupto de carga en la fase “S” por un corto periodo de tiempo.
El mayor valor de corriente registrado en el periodo de medición fue de 86,6 A.

6.3.4. Medición de Demanda de Potencia Activa (kW) en las Fases R, S y T

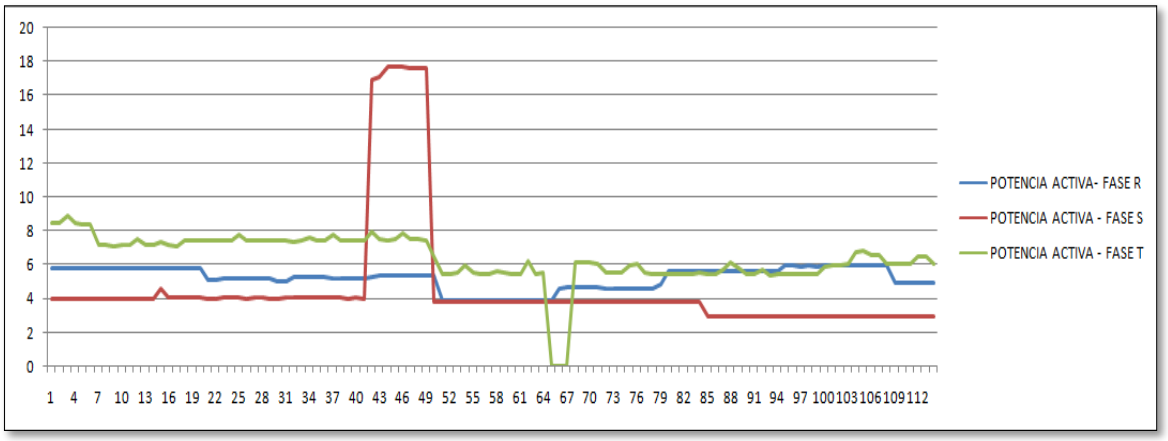


Figura 6.6 Potencia Activa (kW) en las Fases R, S y T

VALOR	FASE R	FASE S	FASE T	TOTAL
MÁXIMO	11,5 kW	20,08 kW	12,02 Kw	43,6 kW
MÍNIMO	3,6 kW	2,64 kW	0 Kw	6,24 kW
PROMEDIO	6 kW	5 kW	7 Kw	18 kW

Tabla 6.5 Valor de potencia activa en cada fase

Fuente: Elaboración propia

Se evidencia equilibrio de carga en las fases durante el intervalo de la medición. Cabe destacar que dicha medición se realizó desde las 09:19 am a 17:00, horario en cual el campus de la Universidad Nacional de Caaguazú opera solamente la facultad de Medicina (MED) y la Facultad Ciencias de la Salud (FCS).

6.3.5. Medición de Demanda de Potencia Aparente (kVA) en las Fases R, S y T

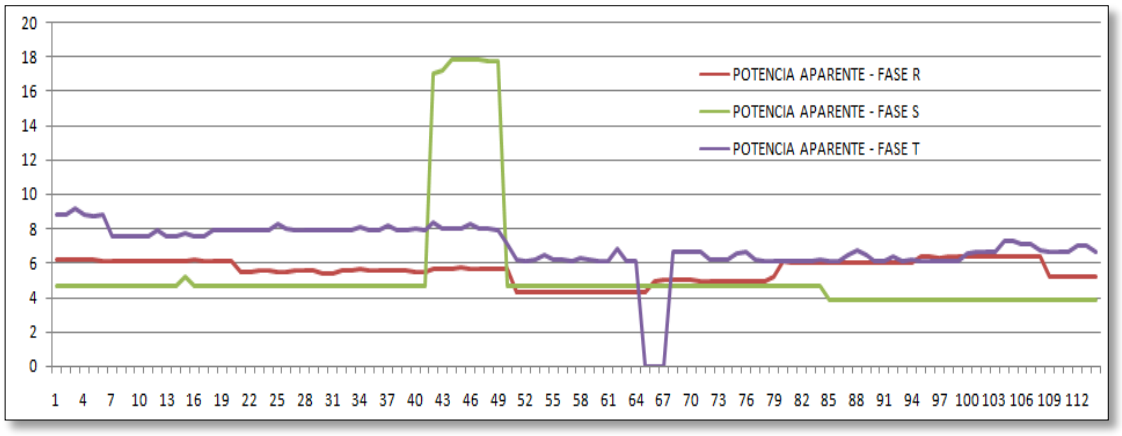


Figura 6.7 **:** Potencia Aparente (kVA) en las Fases R, S y T

VALOR	FASE R	FASE S	FASE T	TOTAL
MÁXIMO	11,92 Kva	20,32 kVA	12,6 kVA	44,84 kVA
MÍNIMO	4 Kva	3,42 kVA	0 kVA	7,42 kVA
PROMEDIO	6 Kva	5 kVA	7 kVA	18 kVA

Tabla 6.6 Potencia aparente en cada fase

Fuente: Elaboración propia

Esta medición es de suma importancia debido a que guarda relación directa con la magnitud de especificación del transformador (316 kVA), como puedo observarse la demanda de potencia en kVA es muy baja en el intervalo de medición.

6.3.6. Medición de Demanda de Potencia Reactiva (kVAr) en las Fases R, S *y T*

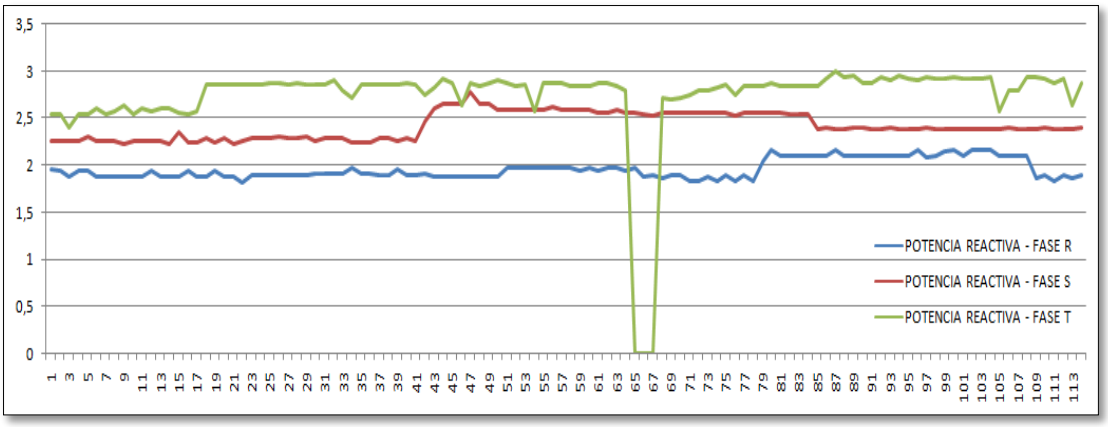


Figura 6.8 Potencia Reactiva (kVAr) en las Fases R, S *y T*

VALOR	FASE R	FASE S	FASE T	TOTAL
MÁXIMO	3,32 kVAr	6,84 kVAr	4,08 kVAr	14,24 kVAr
MÍNIMO	1,5 kVAr	1,68 kVAr	0 kVAr	3,18 kVAr
PROMEDIO	2 kVAr	2 kVAr	3 kVAr	7 kVAr

Tabla 6.7 Demanda de Potencia Reactiva (kVAr)

Fuente: Elaboración propia

Se observa la demanda de carga reactiva de la instalación en el intervalo de medición donde se verifica el aumento exponencial en una de las fases de potencia reactiva .

6.3.7. Medición de Factor de Potencia instantánea en las Fases R, S y T

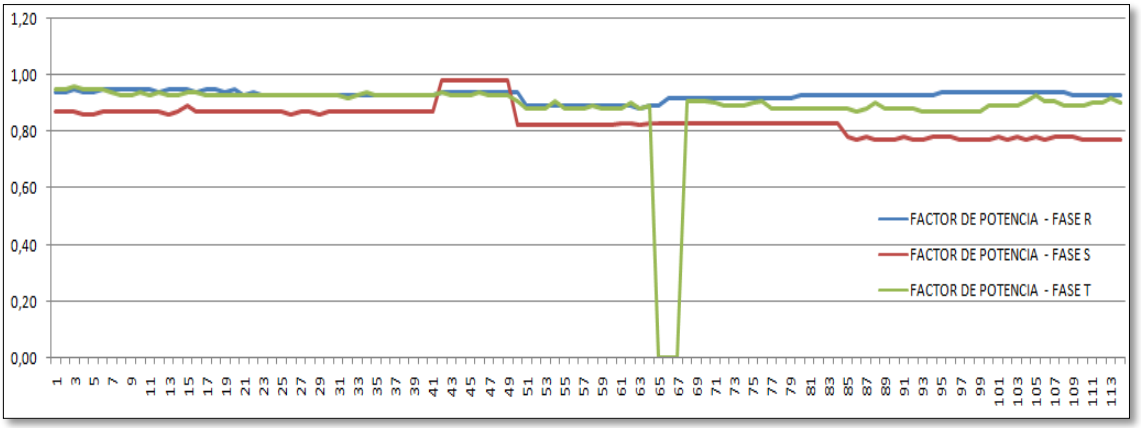


Figura 6.9 : Factor de Potencia instantánea en las Fases R, S y T

Se verifica en un intervalo de tiempo corto la caída brusca del factor de potencia en respuesta a la entrada de carga.

VALOR	FP-FASE R	FP-FASE S	FP-FASE T
MÁXIMO	0,97	0,99	0,96
MÍNIMO	0,85	0,75	0,00
PROMEDIO	0,93	0,85	0,91

Tabla 6.8 Medicion de factor de potencia

Fuente: Elaboración propia

6.3.8. Medición de Factor de Potencia instantánea de la Instalación

Valor	
MÁXIMO	1,00
MÍNIMO	0,85
PROMEDIO	0,94

Tabla 6.9 **Factor de Potencia instantánea**

Fuente: Elaboración propia

“El valor del factor de potencia correspondiente a la demanda máxima no debe ser inferior a 0,95 y el factor de potencia medio del mes no debe ser inferior a 0,92.”

“Cuando el factor de potencia medio mensual del cliente resulte inferior a 0,80, el mismo debe corregir su instalación hasta alcanzar, por lo menos, dicho valor. Si así no lo hiciere, la ANDE podrá suspender el suministro

Medición de Energía Activa (kWh), Energía Aparente (kVAh) y Energía Reactiva (kVArh) en la siguiente figura.

6.3.9. Medición de Energía Activa (kWh), Energía Aparente (kVAh) y Energía Reactiva (kVArh) en la siguiente figura.

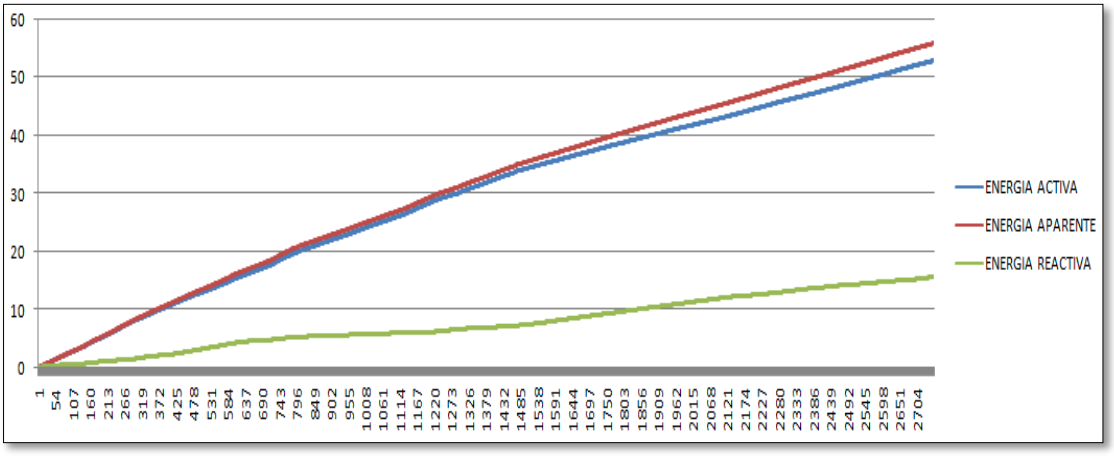


Figura 6.10 Energía Activa (kWh), Energía Aparente (kVAh) y Energía Reactiva (kVArh) en la siguiente figura.

VALOR	***kWh***	kVAh	***kVArh***
Consumo	53,08	56,05	15,68

Tabla 6.10 Valor KWh, KWAh y KVArh

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se observa el consumo de Energía Activa (kWh), Energía Aparente (kVAh) y Energía Reactiva (kVArh) en el intervalo de medición, con lo que se determina que en un periodo de consumo de energía se constata una pequeño consumo de energía potencia reactiva que depende la carga del sistema.

6.3.10. Calculo del factor de potencia de la instalación en el intervalo de medición

A partir de las mediciones se calcula el factor de potencia de la instalación aplicando la formula expuesta en apartados precedentes

$$Factor\ de\ Potencia = \frac{kWh}{\sqrt[2]{kWh^2 + kVArh^2}}$$

$$Factor\ de\ Potencia = \mathbf{0,96}$$

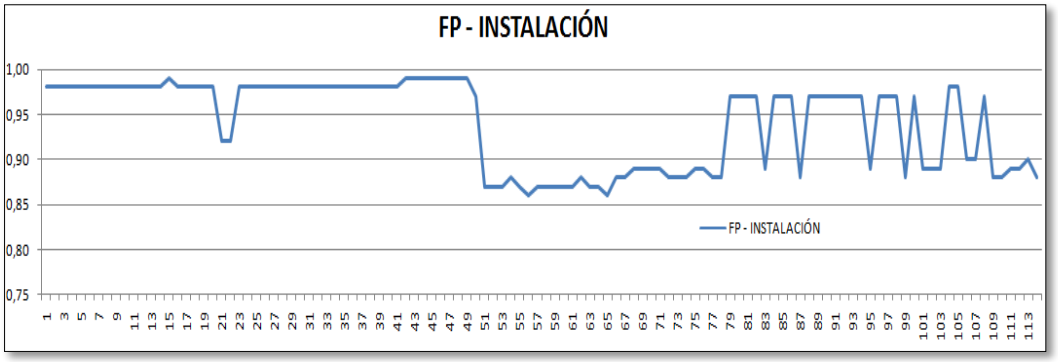


Figura 6.11 Factor de potencia del campus

El mismo puede ser contrastado a través de la gráfica anterior, que en un periodo de 12 horas tiempo se observa que alcanza 0.86 mínimo y 0.97 máximo donde se determinan que hay cargas que reducen notoriamente el factor de potencia en todo el campus de la unca.

6.4. Evaluación Tarifaria y Consumo de Energía Eléctrica

Cliente ANDE: Universidad Nacional de Caaguazú

NIS: 2.637.143

Ciudad: Coronel Oviedo

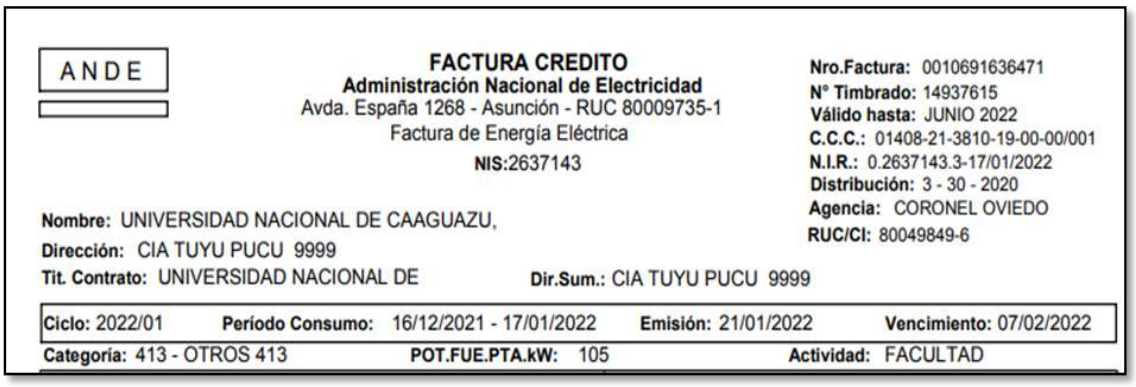
Tarifa : Otros en Media Tensión – 413

El Campus de la Universidad Nacional de Caaguazú se encuentra ubicada en la Compañía Tuyu Pucu de la Ciudad de Coronel Oviedo sobre la Ruta Nacional N° 8 Dr. Blas Garay. Para esta evaluación se accedió a las facturas de energía eléctrica de la Administración Nacional de Electricidad – ANDE correspondiente al suministro con Número de NIS 2.637.143 de la Universidad Nacional de Caaguazú donde se pudo acceder a la categoría a cual pertenece y también al histórico de las lecturas de consumo de energía eléctrica en Punta de Carga y Fuera de Punta de Carga, las Demandas máximas en Punta de Carga y Fuera de Punta de Carga y la Energía Reactiva consumida correspondiente al primer semestre del año en curso.

Se pudo verificar que dicho suministro pertenece al grupo de consumo “Gubernamental” y no al Grupo de consumo “Otros en MT”

6.4.1. TARIFA ACTUAL – CATEGORIA OTROS 413

Pertenecen a este grupo de consumo los clientes que utilizan la energía eléctrica para el abastecimiento a las instalaciones de locales que no pertenezcan a los Grupos de consumo Industrial. Diferencial o Gubernamental.



ANDE

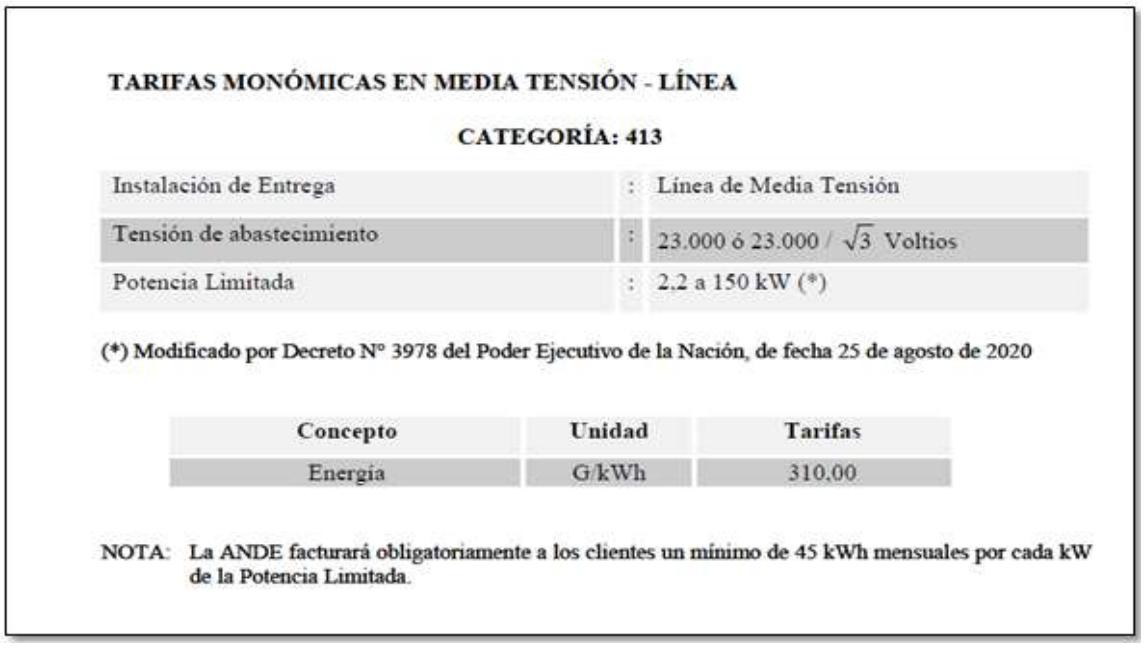
FACTURA CREDITO
Administración Nacional de Electricidad
Avda. España 1268 - Asunción - RUC 80009735-1
Factura de Energía Eléctrica
NIS:2637143

Nro.Factura: 0010691636471
N° Timbrado: 14937615
Válido hasta: JUNIO 2022
C.C.C.: 01408-21-3810-19-00-00/001
N.I.R.: 0.2637143.3-17/01/2022
Distribución: 3 - 30 - 2020
Agencia: CORONEL OVIEDO
RUC/CI: 80049849-6

Nombre: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZU,
Dirección: CIA TUYU PUCU 9999
Tit. Contrato: UNIVERSIDAD NACIONAL DE **Dir.Sum.:** CIA TUYU PUCU 9999

Ciclo: 2022/01	**Período Consumo:** 16/12/2021 - 17/01/2022	**Emisión:** 21/01/2022	**Vencimiento:** 07/02/2022
Categoría: 413 - OTROS 413	**POT.FUE.PTA.kW:** 105		**Actividad:** FACULTAD

Figura 6.12 Factura de Consumo de EE del campus proveída por la misma



TARIFAS MONÓMICAS EN MEDIA TENSIÓN - LÍNEA

CATEGORÍA: 413

Instalación de Entrega	:	Línea de Media Tensión
Tensión de abastecimiento	:	23.000 ó 23.000 / $\sqrt{3}$ Voltios
Potencia Limitada	:	2,2 a 150 kW (*)

(*) Modificado por Decreto N° 3978 del Poder Ejecutivo de la Nación, de fecha 25 de agosto de 2020

Concepto	Unidad	Tarifas
Energía	G/kWh	310,00

NOTA: La ANDE facturará obligatoriamente a los clientes un mínimo de 45 kWh mensuales por cada kW de la Potencia Limitada.

Figura 6.13 Categoría de consumos de energia otros 413 ANDE

Este Grupo de consumo y Tarifa no puede aplicarse a la Universidad Nacional del Caaguazú cuyo presupuesto se encuentra contemplado en el “Presupuesto

General de Gastos de la Nación". Por lo expuesto le corresponde el grupo de consumo Gubernamental.

6.4.2. TARIFA PROPUESTA – GUBERNAMENTAL 833

Pertenecen a este grupo de consumo los clientes que utilizan la energía para el abastecimiento a las reparticiones gubernamentales que están sostenidas exclusivamente con fondos asignados en el presupuesto general de gastos de la Nación y a las dependencias municipales servidas directamente por la ANDE.

5.2.3.3. TARIFAS MONÓMICAS EN MEDIA TENSIÓN - LÍNEA

CATEGORÍA: 833

Instalación de Entrega	:	Línea de Media Tensión
Tensión de abastecimiento	:	23.000 ó 23.000 / $\sqrt{3}$ Voltios
Potencia Limitada	:	2,2 a 150 kW (*)

(*) Modificado por Decreto N° 3978 del Poder Ejecutivo de la Nación, de fecha 25 de agosto de 2020

Concepto	Unidad	Tarifas
Energía	G/kWh	296,16

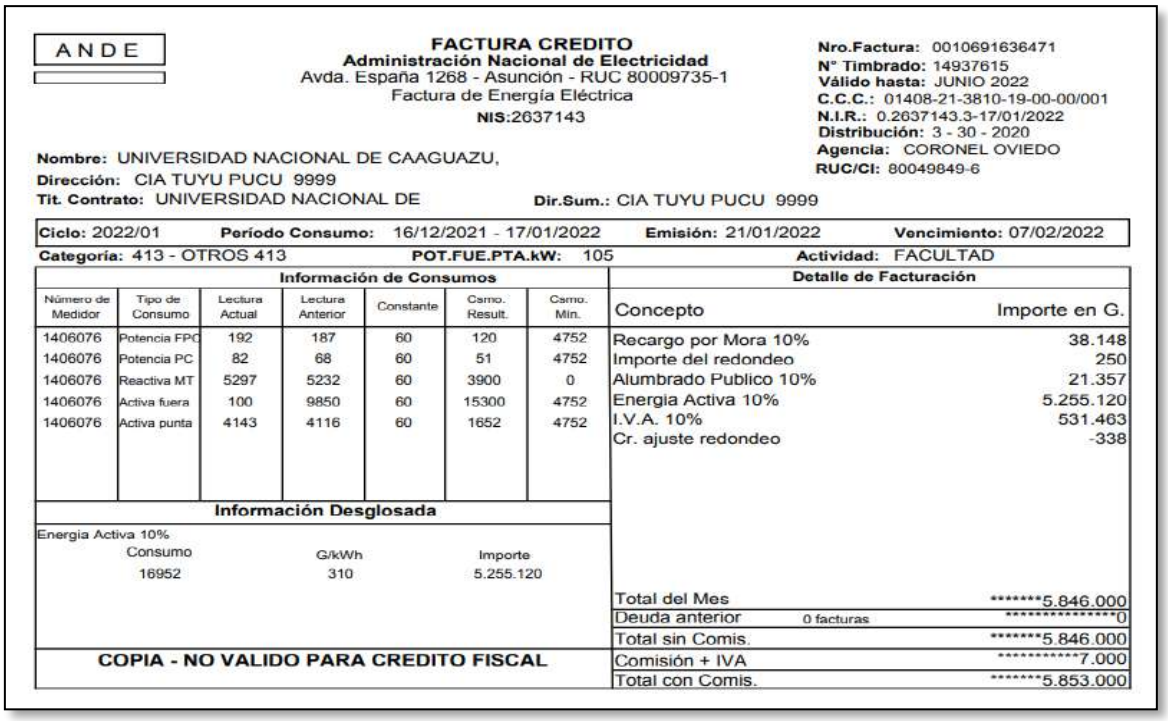
NOTA: La ANDE facturará obligatoriamente a los clientes un mínimo de 45 kWh mensuales por cada kW de la Potencia Limitada.

Figura 6.14 Categoría de consumos de energía Gubernamental 833

6.4.2.1. Evaluación de Costos del Consumo de Energía Tarifa 413 (Otros) y Tarifa 833 (Gubernamental)

Teniendo ambas tarifas la actual y la propuesta se realizó el análisis de la actual, teniendo los siguientes resultados.

- Factura de consumo mes de energía eléctrica tarifa 413(Otros) periodo enero del 2022 en comparación a la tarifa 833(Gubernamental)



ANDE

FACTURA CREDITO
Administración Nacional de Electricidad
Avda. España 1268 - Asunción - RUC 80009735-1
Factura de Energía Eléctrica
NIS:2637143

Nro.Factura: 0010691636471
N° Timbrado: 14937615
Válido hasta: JUNIO 2022
C.C.C.: 01408-21-3810-19-00-00/001
N.I.R.: 0.2637143.3-17/01/2022
Distribución: 3 - 30 - 2020
Agencia: CORONEL OVIEDO
RUC/CI: 80049849-6

Nombre: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZU,
Dirección: CIA TUYU PUCU 9999
Tit. Contrato: UNIVERSIDAD NACIONAL DE **Dir.Sum.:** CIA TUYU PUCU 9999

Ciclo: 2022/01 **Período Consumo:** 16/12/2021 - 17/01/2022 **Emisión:** 21/01/2022 **Vencimiento:** 07/02/2022
Categoría: 413 - OTROS 413 **POT.FUE.PTA.kW:** 105 **Actividad:** FACULTAD

Información de Consumos

Número de Medidor	Tipo de Consumo	Lectura Actual	Lectura Anterior	Constante	Csmo. Result.	Csmo. Min.
1406076	Potencia FPC	192	187	60	120	4752
1406076	Potencia PC	82	68	60	51	4752
1406076	Reactiva MT	5297	5232	60	3900	0
1406076	Activa fuera	100	9850	60	15300	4752
1406076	Activa punta	4143	4116	60	1652	4752

Información Desglosada

Energia Activa 10%		
Consumo	G/kWh	Importe
16952	310	5.255.120

COPIA - NO VALIDO PARA CREDITO FISCAL

Detalle de Facturación

Concepto	Importe en G.
Recargo por Mora 10%	38.148
Importe del redondeo	250
Alumbrado Publico 10%	21.357
Energia Activa 10%	5.255.120
I.V.A. 10%	531.463
Cr. ajuste redondeo	-338
Total del Mes	*******5.846.000
Deuda anterior 0 facturas	**********0
Total sin Comis.	*******5.846.000
Comisión + IVA	**********7.000
Total con Comis.	*******5.853.000

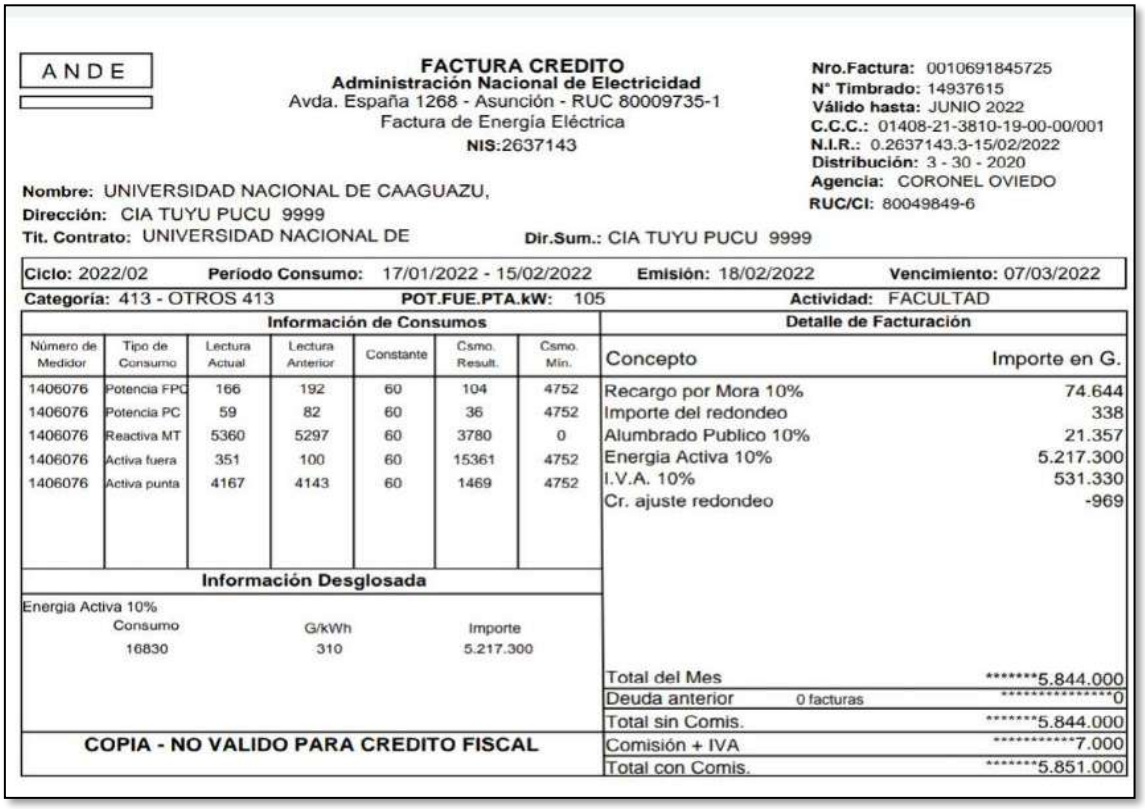
Figura 6.15 : Factura de consumo de EE, periodo de consumo 16/12/21 - 17/01/22, Fuente: proveído por autoridades de la UNCA

ENERO						
Descripción	Lectura Actual	Lectura Anterior	Constante			
Potencia FPC-kWh	192	187	60			
Potencia PC-kWh	82	68	60			
Reactiva – kVArh	5297	5232	60		3.900	
Act FPC	100	9850	60		15.300	
Act. Punta	4143	4116		60	1.652	16.952
			Categoría Otros 413			5.255.244
			Categoría Gubernamental 833			5.020.623
			DIFERENCIA DE COSTO			234.621

Tabla 6.11 Coparacion periodo 16/12/21 - 17/01/22

Fuente: Elaboración propia

- Factura de consumo mes de energía eléctrica tarifa 413(Otros) periodo febrero del 2022 en comparación a la tarifa 833(Gubernamental)



ANDE

FACTURA CREDITO
Administración Nacional de Electricidad
Avda. España 1268 - Asunción - RUC 80009735-1
Factura de Energía Eléctrica
NIS:2637143

Nro.Factura: 0010691845725
N° Timbrado: 14937615
Válido hasta: JUNIO 2022
C.C.C.: 01408-21-3810-19-00-00/001
N.I.R.: 0.2637143.3-15/02/2022
Distribución: 3 - 30 - 2020
Agencia: CORONEL OVIEDO
RUC/CI: 80049849-6

Nombre: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZU,
Dirección: CIA TUYU PUCU 9999
Tit. Contrato: UNIVERSIDAD NACIONAL DE
Dir.Sum.: CIA TUYU PUCU 9999

Ciclo: 2022/02 **Período Consumo:** 17/01/2022 - 15/02/2022 **Emisión:** 18/02/2022 **Vencimiento:** 07/03/2022
Categoría: 413 - OTROS 413 **POT.FUE.PTA.kW:** 105 **Actividad:** FACULTAD

Información de Consumos

Número de Medidor	Tipo de Consumo	Lectura Actual	Lectura Anterior	Constante	Csmo. Result.	Csmo. Mín.
1406076	Potencia FPC	166	192	60	104	4752
1406076	Potencia PC	59	82	60	36	4752
1406076	Reactiva MT	5360	5297	60	3780	0
1406076	Activa fuera	351	100	60	15361	4752
1406076	Activa punta	4167	4143	60	1469	4752

Información Desglosada

Energia Activa 10%

Consumo	G/kWh	Importe
16830	310	5.217.300

COPIA - NO VALIDO PARA CREDITO FISCAL

Detalle de Facturación

Concepto	Importe en G.
Recargo por Mora 10%	74.644
Importe del redondeo	338
Alumbrado Publico 10%	21.357
Energia Activa 10%	5.217.300
I.V.A. 10%	531.330
Cr. ajuste redondeo	-969
Total del Mes	*******5.844.000
Deuda anterior 0 facturas	**********0
Total sin Comis.	*******5.844.000
Comisión + IVA	**********7.000
Total con Comis.	*******5.851.000

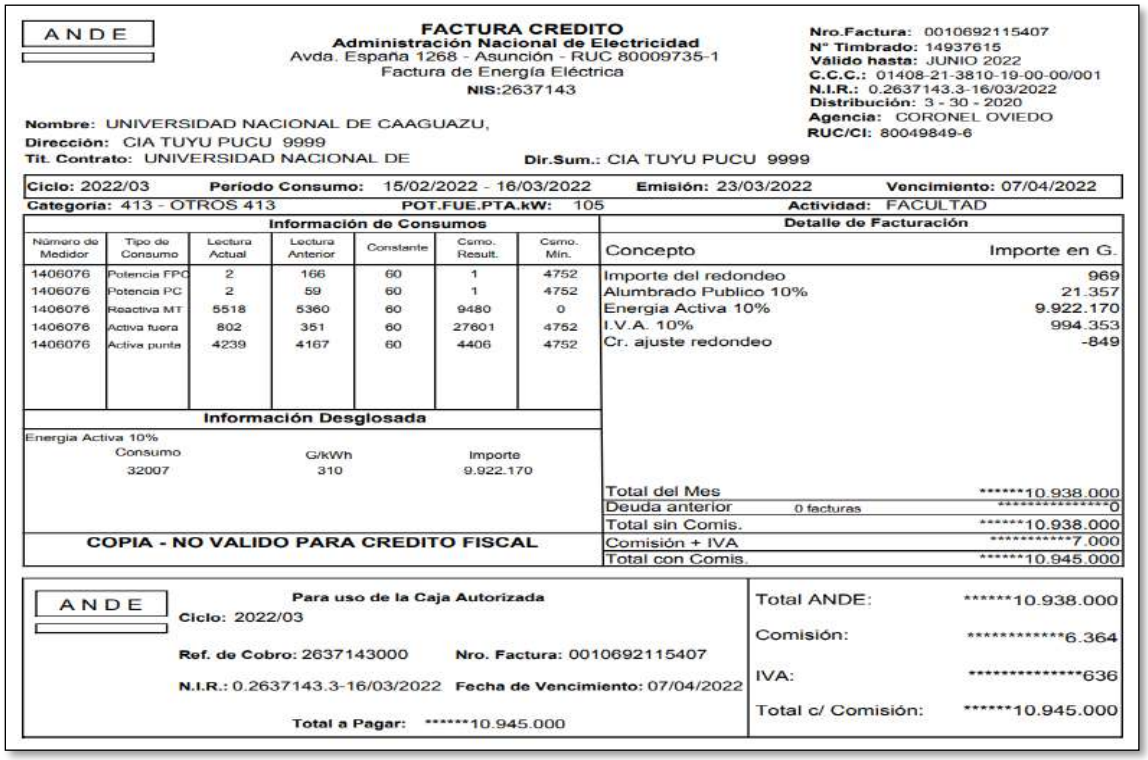
Figura 6.16 Factura de consumo de EE, periodo de consumo 17/01/22 - 15/02/22. Fuente: proveído por autoridades de la UNCA

FEBRERO						
Descripción	Lectura Actual	Lectura Anterior	Constante			
Potencia FPC-kWh	166	192	60			
Potencia PC-kWh	59	82	60			
Reactiva – kVArh	5360	5297	60		3.780	
Act FPC	351	100	60		15.361	
Act. Punta	4167	4143		60	1.469	16.830
			Categoría Otros 413			5.217.300
			Categoría Gubernamental 833			4.984.373
			DIFERENCIA			232.927

Tabla 6.12 Coparacion periodo 17/01/22 - 15/02/22

Fuente: Elaboración propia

- Factura de consumo mes de energía eléctrica tarifa 413(Otros) periodo marzo del 2022 en comparación a la tarifa 833(Gubernamental)



ANDE

FACTURA CREDITO
Administración Nacional de Electricidad
Avda. España 1268 - Asunción - RUC 80009735-1
Factura de Energía Eléctrica
NIS:2637143

Nro.Factura: 0010692115407
Nº Timbrado: 14937615
Válido hasta: JUNIO 2022
C.C.C.: 01408-21-3810-19-00-00/001
N.I.R.: 0.2637143.3-16/03/2022
Distribución: 3 - 30 - 2020
Agencia: CORONEL OVIEDO
RUC/CI: 80049849-6

Nombre: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZU,
Dirección: CIA TUYU PUCU 9999
Tit. Contrato: UNIVERSIDAD NACIONAL DE **Dir.Sum.:** CIA TUYU PUCU 9999

Ciclo: 2022/03 **Período Consumo:** 15/02/2022 - 16/03/2022 **Emisión:** 23/03/2022 **Vencimiento:** 07/04/2022
Categoría: 413 - OTROS 413 **POT.FUE.PTA.kW:** 105 **Actividad:** FACULTAD

Información de Consumos

Número de Medidor	Tipo de Consumo	Lectura Actual	Lectura Anterior	Constante	Csmo. Result.	Csmo. Mín.
1406076	Potencia FPC	2	166	60	1	4752
1406076	Potencia PC	2	59	60	1	4752
1406076	Reactiva MT	5518	5360	60	9480	0
1406076	Activa fuera	802	351	60	27601	4752
1406076	Activa punta	4239	4167	60	4406	4752

Información Desglosada

Energia Activa 10%

Consumo	G/kWh	Importe
32007	310	9.922.170

Detalle de Facturación

Concepto	Importe en G.
Importe del redondeo	969
Alumbrado Publico 10%	21.357
Energia Activa 10%	9.922.170
I.V.A. 10%	994.353
Cr. ajuste redondeo	-849
Total del Mes	*******10.938.000
Deuda anterior 0 facturas	**********0
Total sin Comis.	*******10.938.000
Comisión + IVA	**********7.000
Total con Comis.	*******10.945.000

COPIA - NO VALIDO PARA CREDITO FISCAL

ANDE

Para uso de la Caja Autorizada
Ciclo: 2022/03
Ref. de Cobro: 2637143000 **Nro. Factura:** 0010692115407
N.I.R.: 0.2637143.3-16/03/2022 **Fecha de Vencimiento:** 07/04/2022
Total a Pagar: *******10.945.000

Total ANDE:	*******10.938.000
Comisión:	**********6.364
IVA:	**********636
Total c/ Comisión:	*******10.945.000

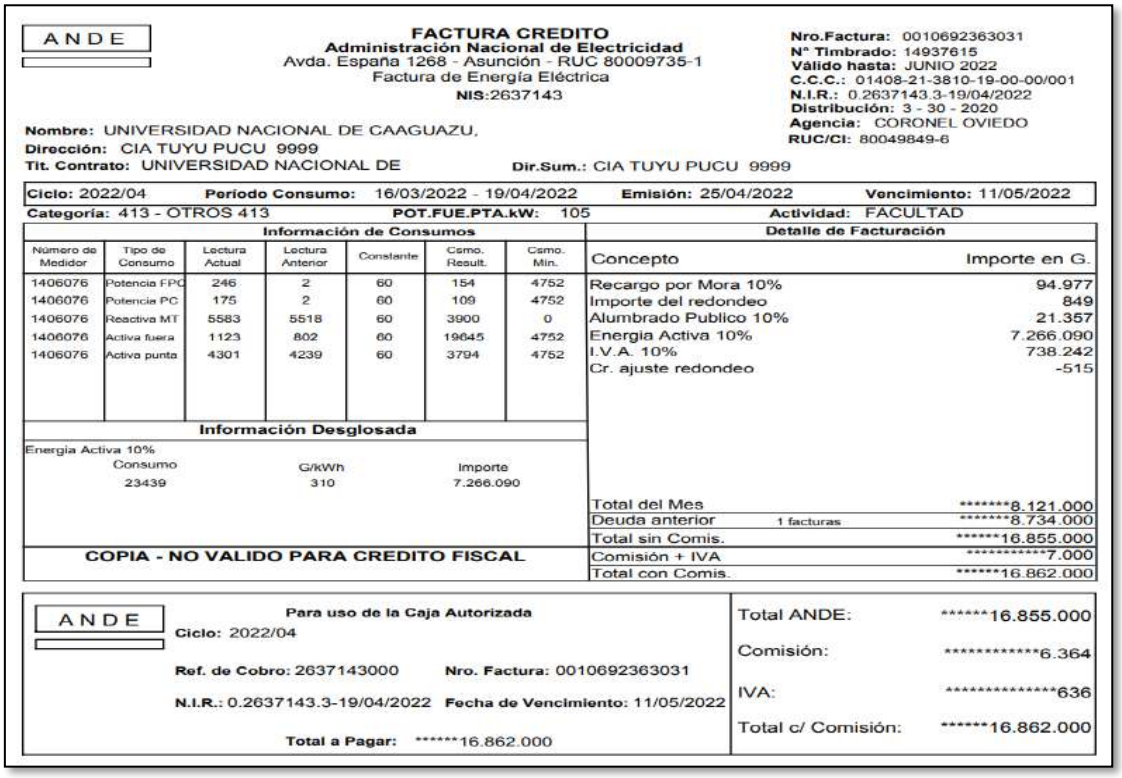
Figura 6.17 Factura de consumo de EE, periodo de consumo 15/02/22 - 16/03/22, Fuente: proveído por autoridades de la UNCA

MARZO					
Descripción	Lectura Actual	Lectura Anterior	Constante		
Potencia FPC-kWh	2	166	60		
Potencia PC-kWh	2	59	60		
Reactiva – kVArh	5518	5360	60	9.480	
Act FPC	802	351	60	27.601	
Act. Punta	4239	4167	60	4.406	32.008
			Categoría Otros 413		9.922.356
			Categoría Gubernamental 833		9.479.371
			DIFERENCIA		442.985

Tabla 6.13 Coparacion periodo 15/02/22 - 16/03/22

Fuente: Elaboración propia

- Factura de consumo mes de energía eléctrica tarifa 413(Otros) periodo Abril del 2022 en comparación a la tarifa 833(Gubernamental)



ANDE

FACTURA CREDITO
Administración Nacional de Electricidad
Avda. España 1268 - Asunción - RUC 80009735-1
Factura de Energía Eléctrica
NIS:2637143

Nro.Factura: 0010692363031
Nº Timbrado: 14937615
Válido hasta: JUNIO 2022
C.C.C.: 01408-21-3810-19-00-00/001
N.I.R.: 0.2637143.3-19/04/2022
Distribución: 3 - 30 - 2020
Agencia: CORONEL OVIEDO
RUC/CI: 80049849-6

Nombre: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZU,
Dirección: CIA TUYU PUCU 9999
Tit. Contrato: UNIVERSIDAD NACIONAL DE **Dir.Sum.:** CIA TUYU PUCU 9999

Ciclo: 2022/04 **Período Consumo:** 16/03/2022 - 19/04/2022 **Emisión:** 25/04/2022 **Vencimiento:** 11/05/2022
Categoría: 413 - OTROS 413 **POT.FUE.PTA.kW:** 105 **Actividad:** FACULTAD

Información de Consumos

Número de Medidor	Tipo de Consumo	Lectura Actual	Lectura Anterior	Constante	Csmo. Result.	Csmo. Min.
1406076	Potencia FPC	246	2	60	154	4752
1406076	Potencia PC	175	2	60	109	4752
1406076	Reactiva MT	5583	5518	60	3900	0
1406076	Activa fuera	1123	802	60	19645	4752
1406076	Activa punta	4301	4239	60	3794	4752

Información Desglosada

Energia Activa 10%

Consumo	G/kWh	Importe
23439	310	7.266.090

Detalle de Facturación

Concepto	Importe en G.
Recargo por Mora 10%	94.977
Importe del redondeo	849
Alumbrado Publico 10%	21.357
Energia Activa 10%	7.266.090
I.V.A. 10%	738.242
Cr. ajuste redondeo	-515
Total del Mes	*******8.121.000
Deuda anterior 1 facturas	*******8.734.000
Total sin Comis.	*******16.855.000
Comisión + IVA	**********7.000
Total con Comis.	*******16.862.000

COPIA - NO VALIDO PARA CREDITO FISCAL

ANDE

Para uso de la Caja Autorizada
Ciclo: 2022/04
Ref. de Cobro: 2637143000 **Nro. Factura:** 0010692363031
N.I.R.: 0.2637143.3-19/04/2022 **Fecha de Vencimiento:** 11/05/2022
Total a Pagar: *******16.862.000

Total ANDE:	*******16.855.000
Comisión:	**********6.364
IVA:	**********636
Total c/ Comisión:	*******16.862.000

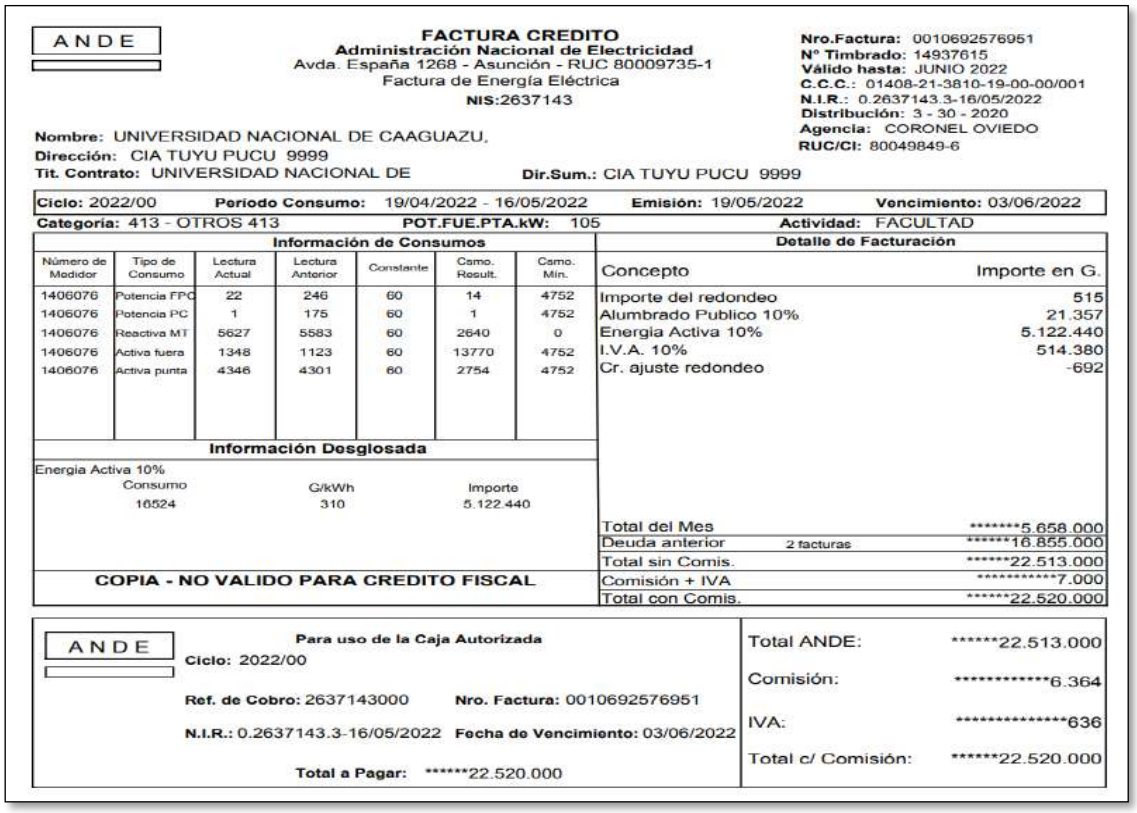
Figura 6.18 Factura de consumo de EE, periodo de consumo 16/03/22 - 19/04/22, Fuente: proveído por autoridades de la UNCA

ABRIL					
Descripción	Lectura Actual	Lectura Anterior	Constante		
Potencia FPC-kWh	246	2	60		
Potencia PC-kWh	175	2	60		
Reactiva – kVArh	5583	5518	60	3.900	
Act FPC	1123	802	60	19.645	
Act. Punta	4301	4239	60	3.794	23.440
			Categoría Otros 413		7.266.276
			Categoría Gubernamental 833		6.941.872
			DIFERENCIA		324.404

Tabla 6.14 Coparacion periodo 16/03/22 - 19/04/22

Fuente: Elaboración propia

- Factura de consumo mes de energía eléctrica tarifa 413(Otros) periodo Mayo del 2022 en comparación a la tarifa 833(Gubernamental)



ANDE

FACTURA CREDITO
Administración Nacional de Electricidad
Avda. España 1268 - Asunción - RUC 80009735-1
Factura de Energía Eléctrica
NIS:2637143

Nro.Factura: 0010692576951
Nº Timbrado: 14937615
Válido hasta: JUNIO 2022
C.C.C.: 01408-21-3810-19-00-00/001
N.I.R.: 0.2637143.3-16/05/2022
Distribución: 3 - 30 - 2020
Agencia: CORONEL OVIEDO
RUC/CI: 80049849-6

Nombre: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZU.
Dirección: CIA TUYU PUCU 9999
Tit. Contrato: UNIVERSIDAD NACIONAL DE **Dir.Sum.:** CIA TUYU PUCU 9999

Ciclo: 2022/00 **Periodo Consumo:** 19/04/2022 - 16/05/2022 **Emisión:** 19/05/2022 **Vencimiento:** 03/06/2022
Categoria: 413 - OTROS 413 **POT.FUE.PTA.kW:** 105 **Actividad:** FACULTAD

Información de Consumos

Número de Medidor	Tipo de Consumo	Lectura Actual	Lectura Anterior	Constante	Cons. Result.	Cons. Min.
1406076	Potencia FPC	22	246	60	14	4752
1406076	Potencia PC	1	175	60	1	4752
1406076	Reactiva MT	5627	5583	60	2640	0
1406076	Activa fuera	1348	1123	60	13770	4752
1406076	Activa punta	4346	4301	60	2754	4752

Información Desglosada

Energia Activa 10%

Consumo	G/kWh	Importe
16524	310	5.122.440

Detalle de Facturación

Concepto	Importe en G.
Importe del redondeo	515
Alumbrado Publico 10%	21.357
Energia Activa 10%	5.122.440
I.V.A. 10%	514.380
Cr. ajuste redondeo	-692
Total del Mes	*******5.658.000
Deuda anterior 2 facturas	*******16.855.000
Total sin Comis.	*******22.513.000
Comisión + IVA	***********7.000
Total con Comis.	*******22.520.000

COPIA - NO VALIDO PARA CREDITO FISCAL

ANDE

Para uso de la Caja Autorizada
Ciclo: 2022/00
Ref. de Cobro: 2637143000 **Nro. Factura:** 0010692576951
N.I.R.: 0.2637143.3-16/05/2022 **Fecha de Vencimiento:** 03/06/2022
Total a Pagar: *******22.520.000

Total ANDE:	*******22.513.000
Comisión:	***********6.364
IVA:	**************636
Total c/ Comisión:	*******22.520.000

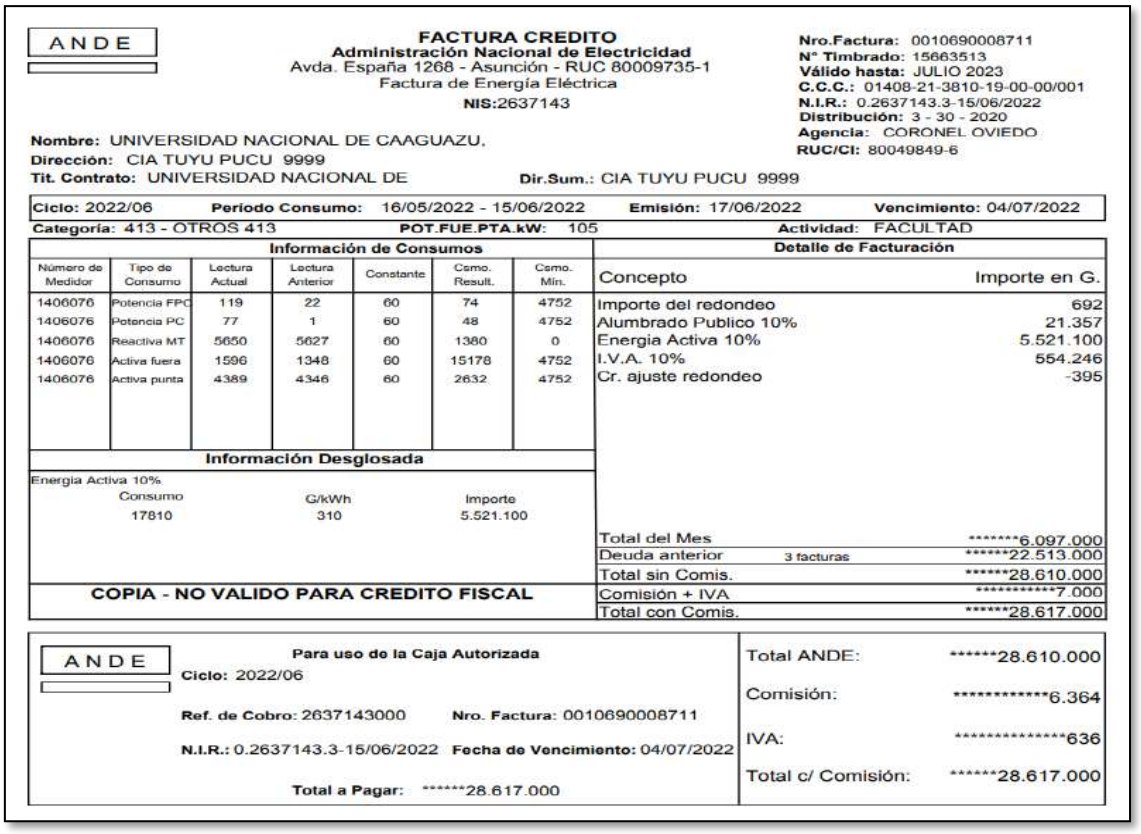
Figura 6.19 Factura de consumo de EE, periodo de consumo 19/04/22 - 16/05/22 , Fuente: proveído por autoridades de la UNCA

	MAYO				
Descripción	Lectura Actual	Lectura Anterior	Constante		
Potencia FPC-kWh	22	246	60		
Potencia PC-kWh	1	175	60		
Reactiva – kVArh	5627	5583	60	2.640	
Act FPC	1348	1123	60	13.770	
Act. Punta	4346	4301	60	2.754	16.524
			Categoría Otros 413		5.122.440
			Categoría Gubernamental 833		4.893.748
			DIFERENCIA		228.692

Tabla 6.15 Coparacion periodo 19/04/22 - 16/05/22

Fuente: Elaboración propia

- Factura de consumo mes de energía eléctrica tarifa 413(Otros) periodo Junio del 2022 en comparación a la tarifa 833(Gubernamental)



ANDE

FACTURA CREDITO
Administración Nacional de Electricidad
Avda. España 1268 - Asunción - RUC 80009735-1
Factura de Energía Eléctrica
NIS:2637143

Nro.Factura: 0010690008711
N° Timbrado: 15663513
Válido hasta: JULIO 2023
C.C.C.: 01408-21-3810-19-00-00/001
N.I.R.: 0.2637143.3-15/06/2022
Distribución: 3 - 30 - 2020
Agencia: CORONEL OVIEDO
RUC/CI: 80049849-6

Nombre: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZU.
Dirección: CIA TUYU PUCU 9999
Tit. Contrato: UNIVERSIDAD NACIONAL DE **Dir.Sum.:** CIA TUYU PUCU 9999

Ciclo: 2022/06 **Periodo Consumo:** 16/05/2022 - 15/06/2022 **Emisión:** 17/06/2022 **Vencimiento:** 04/07/2022
Categoría: 413 - OTROS 413 **POT.FUE.PTA.kW:** 105 **Actividad:** FACULTAD

Información de Consumos

Número de Medidor	Tipo de Consumo	Lectura Actual	Lectura Anterior	Constante	Csmo. Result.	Csmo. Mín.
1406076	Potencia FPC	119	22	60	74	4752
1406076	Potencia PC	77	1	60	48	4752
1406076	Reactiva MT	5650	5627	60	1380	0
1406076	Activa fuera	1596	1348	60	15178	4752
1406076	Activa punta	4389	4346	60	2632	4752

Información Desglosada

Energia Activa 10%

Consumo	G/kWh	Importe
17810	310	5.521.100

COPIA - NO VALIDO PARA CREDITO FISCAL

Detalle de Facturación

Concepto	Importe en G.
Importe del redondeo	692
Alumbrado Publico 10%	21.357
Energia Activa 10%	5.521.100
I.V.A. 10%	554.246
Cr. ajuste redondeo	-395
Total del Mes	*******6.097.000
Deuda anterior 3 facturas	*******22.513.000
Total sin Comis.	*******28.610.000
Comisión + IVA	***********7.000
Total con Comis.	*******28.617.000

ANDE

Para uso de la Caja Autorizada
Ciclo: 2022/06
Ref. de Cobro: 2637143000 **Nro. Factura:** 0010690008711
N.I.R.: 0.2637143.3-15/06/2022 **Fecha de Vencimiento:** 04/07/2022
Total a Pagar: *******28.617.000

Total ANDE: *******28.610.000
Comisión: ***********6.364
IVA: **************636
Total c/ Comisión: *******28.617.000

Figura 6.20 Factura de consumo de EE, periodo de consumo 16/05/22 - 15/06/22 , Fuente: proveído por autoridades de la UNCA

			JUNIO		
Descripción	Lectura Actual	Lectura Anterior	Constante		
Potencia FPC-kWh	119	22	60		
Potencia PC-kWh	77	1	60		
Reactiva -kVArh	5650	5627	60	1.380	
Act FPC	1596	1348	60	15.178	
Act. Punta	4389	4346	60	2.632	17.809
			Categoría Otros 413		5.520.852
			Categoría Gubernamental 833		5.274.373
			DIFERENCIA		246.479

Tabla 6.16 Coparacion periodo 16/05/22 - 15/06/22

Fuente: Elaboración propia

Resumen en costo obtenidos entre la categoría actual y la categoría propuesta

En la siguiente tabla describe la potencia consumida reflejada en la categoría actual con que se está operando en campus de la UNCA e

Descripción	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Acumulado
Reactiva - kVArh	3.900	3.780	9.480	3.900	2.640	1.380	25.080
Act FPC - kWh	15.300	15.361	27.601	19.645	13.770	15.178	106.855
Act. PC - kWh	1.652	1.469	4.406	3.794	2.754	2.632	16.707
TOTAL ACTIVA – kWh	16.952	16.830	32.007	23.439	16.524	17.810	123.562
Factor de Potencia	0,97	0,98	0,96	0,99	0,99	1,00	0,98
COSTOS							
CAT 833	**296,16**	**G/kWh**		**CAT 413**	**310**	**G/kWh**	**Acumulado**
CATEGORIA 413	5.255.120	5.217.300	9.922.170	7.266.090	5.122.440	5.521.100	38.304.220
CATEGORIA 833	5.020.504	4.984.373	9.479.193	6.941.694	4.893.748	5.274.610	36.594.122
DIFERENCIA	234.616	232.927	442.977	324.396	228.692	246.490	1.710.098
G/kWh - Cat. 413	310,0	310,0	310,0	310,0	310,0	310,0	310,0
G/kWh - Cat. 833	296,16	296,16	296,16	296,16	296,16	296,16	296,16
% reducción de costos	4,46%	4,46%	4,46%	4,46%	4,46%	4,46%	4,46%

Tabla 6.17 Costo obtenidos entre la categoría actual y la categoría propuesta

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura se determina la energía en punta de carga como también fuera de punta de carga donde nos arroja

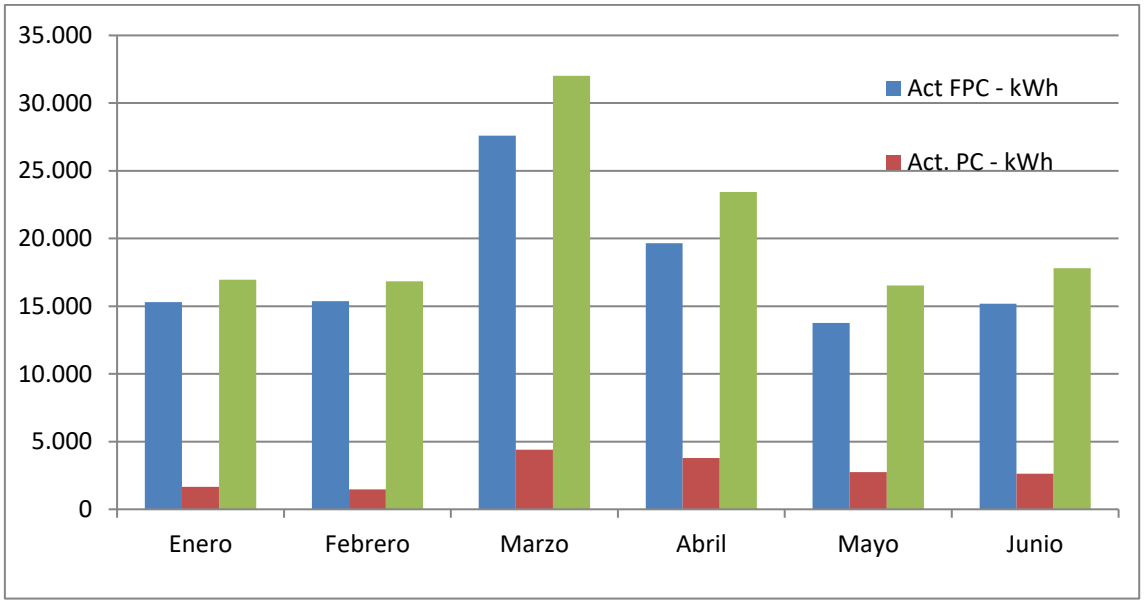


Figura 6.21 Energía Activa FPC, Energía Activa PC y la Energía total Activa

Gráfica de costos entre la Categoría 413 y Categoría 833

Donde se ve reflejado la reducción de 4.60% de costo de energía eléctrica adoptando la categoría 833(Gubernamental)

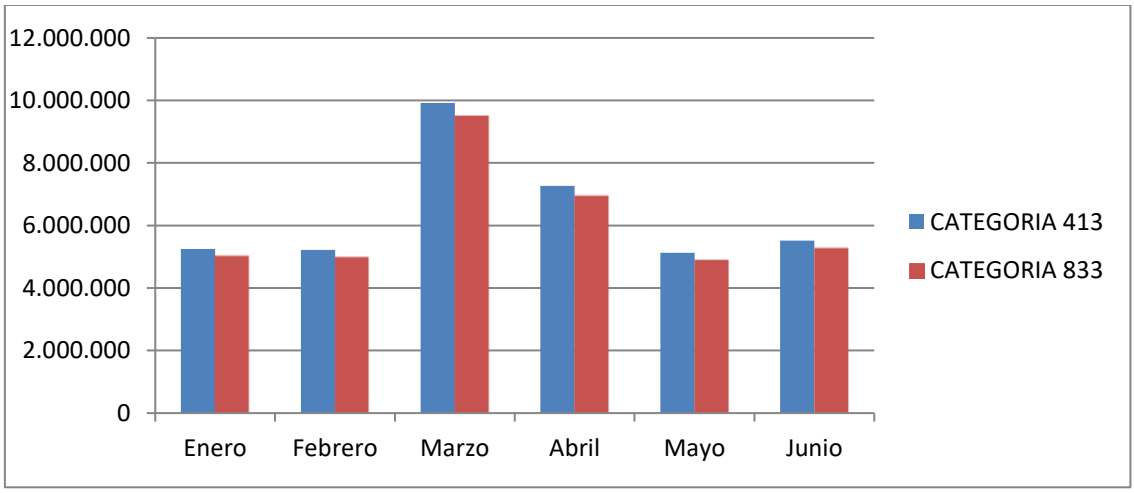


Figura 6.22 Costos entre la Categoría 413 y Categoría 833

Fuente: Elaboración propia

6.5. Carga de Enfriamiento de Aulas y Oficinas Administrativas

Los equipos de acondicionadores de aire representan un importante consumo de energía eléctrica es por ello su importancia dentro del estudio de eficiencia energética y evaluación técnica del edificio del Campus de la Universidad Nacional de Caaguazú. En este apartado se verifica la carga termica de enfriamiento en BTU requerida para cada dependencia en función a la dimensión de ambientes, cantidad de usuarios, equipos electricos, aberturas y condiciones generales del edificio (tipo de paredes, techo y piso) a fin de cotejar el correcto dimensionamiento de los equipos acondicionadores de aire y por ende su eficiencia en el consumo de energía eléctrica.

A continuación la cantidad de equipos de acondicionadores de aire instalados en las distintas oficinas del edificio del Campus de la Universidad Nacional de Caaguazú según capacidad (BTU).

Cantidad	BTU
5	12.000
1	18.000
14	24.000
13	36.000
6	48.000
10	60.000

Tabla 6.18 Potencia instalada en BTU de Acondicionadores de Aire(AA)

En el relevamiento de las instalaciones eléctricas de las distintas dependencias del Campus se pudo constatar la instalación de equipos acondicionadores de aire de gran capacidad en oficinas de dimensiones reducidas, representando estos un importante consumo de energía eléctrica.

En todo proyecto de dimensionamiento de equipos acondicionadores de aire es indispensable considerar la pérdida o ganancia de calor experimentada en el local objeto del acondicionamiento, y cuantificar las frigorías requerida por la instalación y su consumo.

Los agentes que son origen de las cargas térmicas pueden enumerarse como sigue:

- Construcción del edificio
- Ocupantes: calor desprendido por los ocupantes
- Iluminación: aparatos de alumbrados
- Equipos eléctricos
- Ventilación: entrada de aire exterior por rendijas y puertas

Para facilitar el cálculo de las pérdidas y ganancias de calor se utilizará la siguiente tabla

CALCULO DE LA CARGA DE ENFRIAMINETO PARA ACONDICIONADORES DE AIRE DE VENTANA Y CONSOLA					
Apartado	**Dimensión**	**Factor**			**Uso de noche solamente**
		Uso de día			
1-VENTANAS: Ganancia de Calor del Sol	Metros Cuadrados	**No sombreados**	**Sombreados o con cortinas**	**Con toldos exteriores**	
Nordeste		161,4	67,25	53,8	0
Este		269	107,6	67,25	0
Sudeste		201,75	80,7	53,8	0
Sur		201,75	94,15	53,8	0
Sudoeste		295,9	121,05	80,7	0
Oeste		403,5	174,85	121,05	0
Noroeste		322,8	134,5	94,15	0
Norte		0	0	0	0
2- Ventanas: Transmisión de Calor – Ganancia	Metros Cuadrados	37,66		0	
Cristal sencillo					37,66
Doble cristal o ladrillo de vidrio		18,83			18,83
3- TEJADO O TECHO	Metros Cuadrados	**Factor**			**Uso de noche solamente**
Tejado-No aislado		51,11			13,45
Tejado-Aislado		21,52			8,07
Techo-Bajo piso ocupado		8,07			8,07
Techo-Aislado-Bajo ático		13,45			10,76

Techo-No aislado-Bajo ático		32,28	18,83
4- PISO (No usar cuando está sobre el suelo o sótano)	Metros Cuadrados	8,07	8,07
5-PERSONAS (Número de ocupantes)	_____	150	150
6-LAMPARAS Y EQUIPO ELECTRICO EN USO	Vatios	0,86	0,86

Tabla 6.19 Edificio Campus Universitario – UNCA

6.5.1. Planta Baja – Aula 1, Aula 2, Aula 3, Aula 4

Las aulas 1, 2, 3 y 4 tienen una dimensión de 70 m^2, con dos ventanas de vidrio templado de 2,8m^2 cada una orientadas hacia el Norte.

Se prevé un total de 25 ocupantes en cada sala de clases, las salas cuentan con equipos de iluminación tipo tubos fluorescentes de 36W, estos equipos son generadoras de calor dentro del local.

Aula 1- Aula 2-Aula 3- Aula 4			
Tipo de Actividad	Sala de Clases		
Dimensiones del local m^2	70		
Apartado		**Factor**	**Resultado Kcal/h**
Dimensiones de ventanas orientadas al Norte (m^2)	2,8m^2x2	134,5	753,2
Clase de Techo	Cielo raso	8,07	564,9
Clase de Piso	Cerámico	0	0
Número de ocupantes	25	150	3750
Lámparas o equipos eléctricos en uso (equipos fluorescentes de 36W)	24un	0,86	743,04
Suma de Kcal/h			**5.811**
Factor de Corrección			**1,1**
Total carga de enfriamiento kcal/h			**6.392**
Total carga de enfriamiento (BTU)			**25.376**

Tabla 6.20 Aula 1- Aula 2-Aula 3- Aula 4

Fuente: Elaboración propia

Equipos de AA instalado			
Descripción	**Cantidad de equipo**	**BTU**	**Total (BTU)**
Aula 1	1	60.000	60.000
Aula 2	2	24.000	48.000
Aula 3	2	24.000	48.000
Aula 4	2	24.000	48.000

Tabla 6.21 Equipos AA instalados

Fuente: Elaboración propia

Carga de enfriamiento requerida de **25.376 BTU**

La carga instalada en BTU de los equipos acondicionadores de aire superan lo requerido en carga de enfriamiento por las aulas N°1 al N°4 por lo cual se recomienda un buen plan de mantenimiento a fin de optimizar el consumo de energía eléctrica.

6.5.2. Planta baja – Aula 5

Tiene una dimensión de 35 m^2, con una ventana de vidrio templado de 2,8 m^2 orientada hacia el norte.

Se prevé un total de ocupantes de 20 personas en el aula, la misma cuenta con un equipo proyector de 500 W, y equipos de iluminación de 36 W.

Aula 5			
Tipo de Actividad	Sala de Reuniones		
Dimensiones del local m^2	35		
Apartado		**Factor**	**Resultado Kcal/h**
Dimensiones de ventanas m^2 orientada al Norte (protección con cortina)	2,8 m^2	134,5	376,6
Clase de Techo	Cielo raso	8,07	282,45
Clase de Piso	Cerámico	0	0
Número de ocupantes	20un	150	3000
Lámparas o equipos eléctricos en uso (equipo proyector 500W)	1	0,86	430
Lámparas o equipos eléctricos en uso (equipo fluorescente 36W)	6 un	0,86	185,76

Suma de Kcal/h	**4.274**
Factor de Corrección	**1,1**
Total carga de enfriamiento kcal/h	**4.701**
Total carga de enfriamiento (BTU)	**18.662**

Tabla 6.22 Calculo de ternico Aula 5

Fuente: Elaboración propia

Equipos de AA instalado		
Descripción	Cantidad de equipo	BTU
Aula 5	1	12.000

Tabla 6.23 AA Instalado en Aula 5

Fuente: Elaboración propia

El equipo acondicionador de aire instalado actualmente no satisface la carga de enfriamiento requerida. Lo cual hará que el equipo acondicionador de aire trabaje de forma continúa implicando un mayor consumo de energía eléctrica.

Se sugiere su reemplazo por un equipo de 24.000 BTU.

6.5.3. Planta baja – Aula 6 y Aula 7

Las aulas N°6 y N°7 tienen una dimensión de 70 m^2, cada una cuentan con 4 ventanas de vidrio templado de 1 m^2 y una de 2,8 m^2. Sé prevé un total de ocupantes de 25 personas.

Cuenta con un equipo proyector de 500 W y 24 equipos fluorescentes.

Aula 6 y Aula 7			
Tipo de Actividad	Sala de clases		
Dimensiones del local m^2	70		
Apartado		**Factor**	**Resultado Kcal/h**
Dimensiones de ventanas m^2 orientada al Este (protección con cortina)	$1m^2x4=4m^2$	134,5	538
Clase de Techo	Cielo raso	8,07	564,9
Clase de Piso	Cerámico	0	0
Número de ocupantes	25	150	3750

Lámparas o equipos eléctricos en uso (equipo proyector 500W)	1un	0,86	430
Lámparas o equipos eléctricos en uso (equipo fluorescente 36W)	24un	0,86	743.04
Suma de Kcal/h			**6.025**
Factor de Corrección			**1,1**
Total carga de enfriamiento kcal/h			**6.627**
Total carga de enfriamiento (BTU)			**26.309**

Tabla 6.24 Calculo de ternico Aula 6 y Aula 7

Fuente: Elaboración propia

Equipos de AA instalado		
Descripción	Cantidad de equipo	BTU
Aula 6	1	12.000
Aula 7	1	36.000

Tabla 6.25 AA Instalado en Aula 5

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar el equipo acondicionador de aire instalado en el aula N°6 no satisface la carga de enfriamiento que la misma requiere. Por lo que se sugiere su reemplazo por uno de 36.000 BTU.

El equipo acondicionador de aire del aula N° 7 satisface la carga de enfriamiento requerida por lo cual se recomienda un buen plan de mantenimiento a fin de optimizar el consumo de energía eléctrica.

6.5.4. Planta baja – Aula 8 y Aula 9

Tienen una dimensión de 70 m^2, tiene una ventana con orientación al Norte.

Sé prevé un total de ocupantes de 25 personas

Estas aulas cuentan con 1 equipo proyector de 500 W, equipos fluorescentes de 36 W.

Aula 8 y Aula 9			
Tipo de Actividad	Sala de Clases		
Dimensiones del local m^2	70		
Apartado		**Factor**	**Resultado Kcal/h**
Dimensiones de ventanas m^2 orientada al Norte (protección con cortina)	$6m^2$	134,5	807

Clase de Techo	Cielo raso	8,07	564,9
Clase de Piso	Cerámico	0	0
Número de ocupantes	25	150	3750
Lámparas o equipos eléctricos en uso (equipo proyector 500W)	1un	0,86	430
Lámparas o equipos eléctricos en uso (equipo fluorescente 36W)	20un	0,86	619,2
Lámparas o equipos eléctricos en uso (ventilador de techo 120W)	4un	0,86	412,8
Suma de Kcal/h			**6.583**
Factor de Corrección			**1,1**
Total carga de enfriamiento kcal/h			**7.241**
Total carga de enfriamiento (BTU)			**28.746**

Tabla 6.26 Calculo de ternico Aula 8 y Aula 9

Fuente: Elaboración propia

Equipos de AA instalado		
Descripción	Cantidad de equipo	BTU
Aula 8	1	48.000
Aula 9	1	48.000

Tabla 6.27 AA Instalado en Aula 8 y Aula 9

Fuente: Elaboración propia

Estas aulas requieren una carga de enfriamiento de 28.746 BTU, los equipos acondicionadores de aire instalados actualmente satisfacen lo requerido por lo cual se recomienda un buen plan de mantenimiento a fin de optimizar el consumo de energía eléctrica.

6.5.5. Planta baja – Sala de profesores

Tiene una dimensión de 18,9 m^2, es utilizada para Reuniones, la misma cuenta con una pared frontal de vidrio de 2,7 metros de largo, y 15 equipos fluorescentes de 36 W.

Se prevé un total de ocupantes de 10 personas.

Sala de profesores - Ciencias Económicas			
Tipo de Actividad	Sala de Reunión		
Dimensiones del local m^2	18,9		
Apartado		**Factor**	**Resultado Kcal/h**

Dimensiones pared de vidrio (m), orientada al Norte	2,7m	322,8	871,56
Clase de Techo	Cielo raso	8,07	152,523
Clase de Piso	Cerámico	0	0
Número de ocupantes	10	150	1500
Lámparas o equipos eléctricos en uso (equipo fluorescente 36W)	15un	0,86	464,4
Suma de Kcal/h			**2.937**
Factor de Corrección			**1,1**
Total carga de enfriamiento kcal/h			**3.231**
Total carga de enfriamiento (BTU)			**12.825**

Tabla 6.28 Calculo de ternico Sala de profesores - Ciencias Económicas

Fuente: Elaboración propia

Equipos de AA instalado		
Descripción	Cantidad de equipo	BTU
Sala de profesores	1	24.000

Tabla 6.29 AA Instalado en Sala de profesores - Ciencias Económicas

Fuente: Elaboración propia

El equipo acondicionador de aire instalado actualmente satisface la carga de enfriamiento requerido en este sector requerido por lo cual se recomienda un buen plan de mantenimiento a fin de optimizar el consumo de energía eléctrica.

6.5.6. Planta baja – Secretaria de Carrera Medicina

Es utilizada como oficina, tiene una dimensión de 12 m^2, el local tiene 2 ventanas orientadas al norte. Se prevé un total de 6 ocupantes en el local

Cuenta con 8 equipos fluorescentes de 36 W.

Secretaria de carrera Medicina			
Tipo de Actividad	Oficina		
Dimensiones del local m^2	12		
Apartado		**Factor**	**Resultado Kcal/h**
Dimensiones de ventanas m^2, orientadas al Norte (protección con cortina)	1,5m^2	134,5	403,5

Clase de Techo	Cielo raso	8,07	96,84
Clase de Piso	Cerámico	0	0
Número de ocupantes	6	150	900
Lámparas o equipos eléctricos en uso (equipo fluorescente 36W)	8un	0,86	247,68
Suma de Kcal/h			1.648
Factor de Corrección			1,1
Total carga de enfriamiento kcal/h			1.812
Total carga de enfriamiento (BTU)			7.196

Tabla 6.30 Calculo de ternico Sala de profesores Secretaria de carrera Medicina

Fuente: Elaboración propia

Equipos de AA instalado		
Descripción	Cantidad de equipo	BTU
Secretaria de carrera Medicina	1	24.000

Tabla 6.31 AA Instalado en Secretaria de carrera Medicina

Fuente: Elaboración propia

Este sector requiere de una carga de enfriamiento de 7.196 BTU, el equipo acondicionador de aire instalado actualmente es de 24.000 BTU por lo cual se encuentra sobredimensionado.

Se recomienda un buen plan de mantenimiento a fin de optimizar el consumo de energía eléctrica.

6.5.7. Planta baja – Secretaría Ciclos

Tiene una dimensión de 38,5m^2, es utilizada como oficina, cuenta con una ventana de 2,8 m2 orientada al norte.

12 equipos fluorescentes de 36 W y se prevé un total de ocupantes de 10 personas.

Primer Piso - Aula Tipo 7 (secretaria ciclos)			
Tipo de Actividad	Oficina		
Dimensiones del local m2	38,5		
Apartado		**Factor a utilizar**	**Resultado Kcal/h**
Dimensiones de ventanas m2 (protección con cortina)	2,8 m2	134,5	376,6
Clase de Techo	Cielo raso	8,07	310,695
Clase de Piso	Cerámico	0	0

Número de ocupantes	10	150	1500
Lámparas o equipos eléctricos en uso (equipo fluorescente 36W)	12un	0,86	371,52
Suma de Kcal/h			**2.558**
Factor de Corrección			**1,1**
Total carga de enfriamiento kcal/h			**2.814**
Total carga de enfriamiento (BTU)			**11.174**

Tabla 6.32 Calculo de ternico Primer Piso - Aula Tipo 7 (secretaria ciclos)

Fuente: Elaboración propia

Equipos de AA instalado			
Descripción	Cantidad de equipo	BTU	Total (BTU)
Secretaria ciclos	2	12.000	24.000

Tabla 6.33 AA Instalado en Primer Piso - Aula Tipo 7 (secretaria ciclos)

Fuente: Elaboración propia

Este sector requiere una carga de enfriamiento de 11.174 BTU.

La sala cuenta con 2 equipos acondicionadores de aire de 12.000 BTU, se recomienda la implementación de un sistema de automatización a fin de que los mismos puedan funcionar alternadamente y según requerimiento de enfriamiento.

6.5.8. Planta baja – Biblioteca

Tiene una dimensión de 204 m^2, es utilizada para sala de lectura y de estudio, cuenta con 40 equipos fluorescentes de 36 W.

Se prevé un total de 20 ocupantes.

Biblioteca			
Tipo de Actividad	Biblioteca		
Dimensiones del local m^2	204		
Apartado		**Factor**	**Resultado Kcal/h**
Dimensiones de ventanas m^2 (sin cortinas)	$1m^2$	322,8	3873,6
Clase de Techo	Cielo raso	8,07	1646,28
Clase de Piso	Cerámico	0	0
Número de ocupantes	20	150	3000

Lámparas o equipos eléctricos en uso (equipo fluorescente 36W)	40un	0,86	1238,4
Suma de Kcal/h			9.758
Factor de Corrección			1,1
Total carga de enfriamiento kcal/h			10.734
Total carga de enfriamiento (BTU)			42.614

Tabla 6.34 Calculo de ternico Biblioteca

Fuente: Elaboración propia

Equipos de AA instalado			
Descripción	Cantidad de equipo	BTU	Total (BTU)
Biblioteca	3	60.000	180.000

Tabla 6.35 Equipos de AA instalado Biblioteca

Fuente: Elaboración propia

La Biblioteca requiere de una carga de enfriamiento de 42.614 BTU.

La sala cuenta con 3 equipos acondicionadores de aire de 60.000 BTU, se recomienda la implementación de un sistema de automatización a fin de que los mismos puedan funcionar alternadamente y según requerimiento de enfriamiento.

6.5.9. Planta baja – Laboratorio Facultad de Ciencias y Tecnología

Tiene una dimensión de 70 m^2, es utilizada para prácticas de laboratorio de ingeniería eléctrica, cuenta con cuatro ventas orientadas hacia el este y una orientada al oeste.

Cuenta con 24 equipos fluorescentes de 36w, y otros equipos eléctricos que son conectados ocasionalmente.

Se prevé un total de ocupantes de 10 personas.

Laboratorio FCyT	
Tipo de Actividad	Laboratorio
Dimensiones del local m2	70

Apartado		**Factor**	**Resultado Kcal/h**
Dimensiones de ventanas m^2 Tipo 1 protección con cortina)	1 m^2x4	134,5	538
Clase de Techo	Cielo raso	8,07	564,9
Clase de Piso	Cerámico	0	0
Número de ocupantes	15	150	2250
Lámparas o equipos eléctricos en uso (equipo fluorescente 36W)	24un	0,86	743,04
Suma de Kcal/h			**4.095**
Factor de Corrección			**1,1**
Total carga de enfriamiento kcal/h			**4.505**
Total carga de enfriamiento (BTU)			**17.886**

Tabla 6.36 Calculo termico Laboratorio FCyT

Fuente: Elaboración propia

Esta sala no se encuentra climatizada, se recomienda la instalación de un equipo acondicionador de aire de 24.000 BTU.

6.5.10. Planta baja – Cantina/Comedor

Dimensión de 135 m^2, cuenta con 3 ventanas orientadas al oeste, dos ventanas orientadas al sur y una ventana orientada al este.

Cuenta con 30 equipos fluorescentes y otros equipos eléctricos que son especificados más abajo.

Cantina			
Tipo de Actividad	Comedor		
Dimensiones del local m^2	135		
Apartado		**Factor**	**Resultado Kcal/h**
Dimensiones de ventanas m^2, orientadas al Oeste (sin cortina)	1 m^2x3	403,5	1210,5
Dimensiones de puerta de vidrio m^2	4,2	201,75	847,35
Clase de Techo	Cielo raso	8,07	1089,45
Clase de Piso	Cerámico	0	0
Número de ocupantes	25	150	3750
Lámparas o equipos eléctricos en uso (equipo fluorescente 36W)	30un	0,86	928,8
Equipos eléctricos (horno) 2700 W	1un	0,86	2322
Equipos eléctricos (Congeladora) 1500 W	1un	0,86	1290

Equipos eléctricos (visicooler) 1500 W	1un	0,86	1290
Equipos eléctricos (Fritadora) 800 W	1un	0,86	688
Suma de Kcal/h			13.416
Factor de Corrección			1,1
Total carga de enfriamiento kcal/h			14.757
Total carga de enfriamiento (BTU)			58.588

Tabla 6.37 Calculo termico Cantina

Fuente: Elaboración propia

Equipos de AA instalado en BTU		
Descripción	Cantidad de equipo	BTU
Cantina	1	60.000

Tabla 6.38 Equipos de AA instalado en BTU

Fuente: Elaboración propia

Este sector requiere de una carga de enfriamiento de 58.588 BTU, actualmente se encuentra instalada un equipo acondicionador de aire de 60.000 BTU lo cual satisface la carga requerida por este sector por lo cual se recomienda un buen plan de mantenimiento a fin de optimizar el consumo de energía eléctrica.

6.5.11. Planta baja – Laboratorios Facultad de Producción

La facultad de Ciencias de la Producción cuenta con dos laboratorios utilizados para experimentos de campo, tiene una dimensión de 68 m^2 y 54 m^2. El laboratorio 1, cuenta con tres ventanas de 2m^2 y orientadas al este. El laboratorio 2, cuenta con una ventana de 2 m^2 orientada al norte.

Se prevé un total de ocupantes de 15 personas por laboratorio.

6.5.11.1. Laboratorio uno - Facultad de Producción

Laboratorio 1- Facultad de Ciencias de la Producción			
Tipo de Actividad	Laboratorio – Prácticas		
Dimensiones del local m^2	68		
Apartado		**Factor**	**Resultado Kcal/h**
Dimensiones de ventanas m^2, orientadas al Este (protección con cortina)	2 m^2x3	107,6	645,6
Clase de Techo	Cielo raso	8,07	548,76

Clase de Piso	Cerámico	0	0
Número de ocupantes	15	150	2250
Lámparas o equipos eléctricos en uso (equipo fluorescente 36W)	24un	0,86	743,04
Suma de Kcal/h			**4.187**
Factor de Corrección			**1,1**
Total carga de enfriamiento kcal/h			**4.606**
Total carga de enfriamiento (BTU)			**18.286**

Tabla 6.39 Calculo termico Laboratorio 1- Facultad de Ciencias de la Producción

Fuente: Elaboración propia

Equipos de AA instalado en BTU		
Descripción	Cantidad de equipo	BTU
Laboratorio 1 FCP	1	36.000

Tabla 6.40 Equipos de AA instalado en BTU Laboratorio 1- Facultad de Ciencias de la Producción

Fuente: Elaboración propia

6.5.11.2. Laboratorio dos - Facultad de Producción

Laboratorio 2 – Facultad de Ciencias de la Producción			
Tipo de Actividad	Laboratorio –Prácticas		
Dimensiones del local m^2	54		
Apartado		**Factor**	**Resultado Kcal/h**
Dimensiones de ventanas m^2, orientada al Norte (protección con cortina)	2 m^2	134,5	269
Clase de Techo	Cielo raso	8,07	435,78
Clase de Piso	Cerámico	0	0
Número de ocupantes	15	150	2250
Lámparas o equipos eléctricos en uso (equipo fluorescente 36W)	24un	0,86	743
Suma de Kcal/h			**3.697**
Factor de Corrección			**1,1**
Total carga de enfriamiento kcal/h			**4.067**
Total carga de enfriamiento (BTU)			**16.148**

Tabla 6.41 Calculo termico Laboratorio 2- Facultad de Ciencias de la Producción

Fuente: Elaboración propia

Equipos de AA instalado en BTU		
Descripción	Cantidad de equipo	BTU
Laboratorio 2 FCP	1	36.000

Tabla 6.42 Equipos de AA instalado en BTU Laboratorio 1- Facultad de Ciencias de la Producción

Fuente: Elaboración propia

El valor de la carga de enfriamiento requerido para ambos sectores, Laboratorio 1 y Laboratorio 2 es de 18.286 BTU y 16.148 BTU respectivamente.

Los equipos acondicionadores de aire instalados actualmente satisfacen están cargas de enfriamiento requeridas por lo cual se recomienda un buen plan de mantenimiento a fin de optimizar el consumo de energía eléctrica.

6.5.12. Planta baja - Coordinación Académica Economía

La coordinación académica tiene una dimensión de 55 m^2, la misma es utilizada como oficina de la facultad de Ciencias Económicas.

Cuenta con una puerta de vidrio de 5,5 metros.

Se prevé un total de 5 personas dentro del local.

Coordinación Académica Economía			
Tipo de Actividad	Oficina		
Dimensiones del local m^2	55		
Apartado		**Factor**	**Resultado Kcal/h**
Dimensiones pared de vidrio (m), orientada al Este	5,5m	269	1479,5
Clase de Techo	Cielo raso	8,07	443,85
Clase de Piso	Cerámico	0	0
Número de ocupantes	5	150	750
Lámparas o equipos eléctricos en uso (equipo fluorescente 36W)	18un	0,86	557,28
Suma de Kcal/h			3.230
Factor de Corrección			1,1
Total carga de enfriamiento kcal/h			3.553
Total carga de enfriamiento (BTU)			14.108

Tabla 6.43 Calculo termico Coordinación Académica Economía

Fuente: Elaboración propia

Equipos de AA instalado en BTU		
Descripción	Cantidad de equipo	BTU
Coordinación Académica Economía	1	60.000

Tabla 6.44 Equipos de AA instalado en BTU Coordinación Académica Economía
Fuente: Elaboración propia

Este sector requiere de una carga de enfriamiento de 14.108 BTU, el equipo acondicionador de aire instalado actualmente es de 60.000 BTU por lo cual se encuentra sobredimensionado.

Se recomienda un buen plan de mantenimiento a fin de optimizar el consumo de energía eléctrica.

6.5.13. Planta baja – Oficinas Economía

Tiene una dimensión de 55 m2, cuenta con dos ventanas de 4m^2 ambas orientadas al Oeste

Cuenta con 18 equipos de fluorescente de 36W cada tubo fluorescente y se prevé un total de ocupantes de 5 personas.

Oficinas Economía			
Tipo de Actividad	Oficina		
Dimensiones del local m^2	55		
Apartado		**Factor**	**Resultado Kcal/h**
Dimensiones de ventanas m^2, orientada al Oeste (protección con cortina)	4 m^2x2	174,85	1398,8
Clase de Techo	Cielo raso	8,07	443,85
Clase de Piso	Cerámico	0	0
Número de ocupantes	5	150	750
Lámparas o equipos eléctricos en uso (equipo fluorescente 36W)	18un	0,86	557,28
Suma de Kcal/h			**3.149**
Factor de Corrección			**1,1**
Total carga de enfriamiento kcal/h			**3.464**
Total carga de enfriamiento (BTU)			**13.755**

Tabla 6.45 Calculo termico Oficinas Economía

Fuente: Elaboración propia

Equipos de AA instalado en BTU			
Descripción	Cantidad de equipo	BTU	Total BTU
Oficinas Economía	2	60.000	120.000

Tabla 6.46 Equipos de AA instalado en BTU Oficinas Economía

Fuente: Elaboración propia

Este sector requiere de una carga de enfriamiento de 13.755 BTU, los equipos acondicionadores de aire instalados son de 60.000 BTU cada uno, por lo cual se encuentra sobredimensionado. Se recomienda la implementación de un sistema de automatización a fin de que los mismos puedan operar alternadamente y según requerimiento de enfriamiento.

6.5.14. Planta baja – Secretaria General Economía

Dimensión de 42,5m^2, dos ventanas de vidrio templado, una de 7m^2 orientada al Norte y de 4m^2 orientada al Este.

Cuenta con 15 equipos fluorescentes de 36 W y se prevé un total de ocupantes de 4 personas.

Secretaria General Economía			
Tipo de Actividad	Oficina		
Dimensiones del local m^2	42,5		
Apartado		**Factor**	**Resultado Kcal/h**
Dimensiones de ventanas m^2, orientada al Norte (protección con cortina)	7m^2	134,5	941,5
Clase de Techo	Cielo raso	8,07	342,975
Clase de Piso	Cerámico	0	0
Número de ocupantes	4	150	600
Lámparas o equipos eléctricos en uso (equipo fluorescente 36W)	15un	0,86	464,4
Suma de Kcal/h			**2.348**
Factor de Corrección			**1,1**
Total carga de enfriamiento kcal/h			**2.583**
Total carga de enfriamiento (BTU)			**10.257**

Tabla 6.47 Calculo termico Secretaria General Economía

Fuente: Elaboración propia

Equipos de AA instalado en BTU		
Descripción	Cantidad de equipo	BTU
Secretaria General Economía	1	48.000

Tabla 6.48 Equipos de AA instalado en BTU Secretaria General Economía

Fuente: Elaboración propia

La carga total de enfriamiento requerida por el local es de 10.257 BTU. El equipo instalado actualmente es de 48.000 BTU, el cual se encuentra sobredimensionado a la carga de enfriamiento requerida y se recomienda un buen plan de mantenimiento a fin de optimizar el consumo de energía eléctrica.

6.5.15. Planta Baja –Talento Humano Economía

Dimensión de 17,5m^2, una ventana de vidrio templado, una de 4m^2 orientada al Norte y de 10m^2 orientada al Este.

Cuenta con 12 equipos fluorescentes de 36 W y se prevé un total de ocupantes de 5 personas.

Talento Humano Economía			
Tipo de Actividad	Oficina		
Dimensiones del local m^2	17,5		
Apartado		**Factor**	**Resultado Kcal/h**
Dimensiones de ventanas m^2, orientada al Este (protección con cortina)	10 m^2	107,6	1076
Clase de Techo	Cielo raso	8,07	141,225
Clase de Piso	Cerámico	0	0
Número de ocupantes	5	150	750
Lámparas o equipos eléctricos en uso (equipo fluorescente 36W)	12un	0,86	371,52
Suma de Kcal/h			**2.338**
Factor de Corrección			**1,1**
Total carga de enfriamiento kcal/h			**2.572**
Total carga de enfriamiento (BTU)			**10.213**

Tabla 6.49 Calculo termico Talento Humano Economía

Fuente: Elaboración propia

Equipos de AA instalado en BTU		
Descripción	Cantidad de equipo	BTU
Talento Humano Economía	1	12.000

Tabla 6.50 Equipos de AA instalado en BTU Talento Humano Economía

Fuente: Elaboración propia

La carga total de enfriamiento requerida por el local es de 10.213 BTU. El equipo instalado actualmente es de 12.000 BTU, el cual satisface la carga de enfriamiento requerida, se recomienda un buen plan de mantenimiento a fin de optimizar el consumo de energía eléctrica de los mismos.

6.5.16. Primer Piso - Aula 1, Aula 2, Aula 3, Aula 4

Las aulas mencionadas tienen una dimensión de 70 m^2, cuentan con dos ventanas cada una de 2,5 m^2 orientadas al norte.

Se prevé un total de ocupantes de 25 personas.

Aula 1- Aula 2- Aula 3- Aula 4			
Tipo de Actividad	Sala de Clases		
Dimensiones del local m^2	70		
Apartado		**Factor**	**Resultado Kcal/h**
Dimensiones de ventanas m^2 (protección con cortina)	2,5	134,5	672,5
Clase de Techo	Cielo raso	51,11	3577,7
Clase de Piso	Cerámico	8,07	564,9
Número de ocupantes	25	150	3750
Lámparas o equipos eléctricos en uso (equipos fluorescentes de 36W)	24	0,86	743,04
Suma de Kcal/h			9.308
Factor de Corrección			1,1
Total carga de enfriamiento kcal/h			10.238
Total carga de enfriamiento (BTU)			40.648

Tabla 6.51 Calculo termico Aula 1- Aula 2- Aula 3- Aula 4

Fuente: Elaboración propia

Equipos de AA instalado en BTU		
Descripción	Cantidad de equipo	Potencia
Aula 1	1	60.000
Aula 2	1	24.000
	1	36.000
Aula 3	1	12.000
Aula 4	1	36.000

Tabla 6.52 Equipos de AA instalado en BTU Aula 1- Aula 2- Aula 3- Aula 4

Fuente: Elaboración propia

La carga de enfriamiento requerida para estas aulas es de 40.648 BTU, los equipos acondicionadores de aire instalados en el aula N°1 y aula N°2 satisfacen la carga requerida. Se recomienda un buen plan de mantenimiento a fin de optimizar el consumo de energía eléctrica de los mismos.

El equipo acondicionador de aire del aula N°3 y aula N°4 no satisface lo requerido. Por lo que se sugiere su reemplazo por equipos de 48.000 BTU.

6.5.17. Primer Piso – Aula 5

Tiene una dimensión de 70 m^2, es utilizada como sala de clase.

Cuenta con dos ventanas de 2m^2 cada una orientadas al este, y una ventana de 2,8m^2 orientada al Oeste.

Se prevé un total de ocupantes de 25 personas.

Aula 5			
Tipo de Actividad	Sala de Clases		
Dimensiones del local m^2	70		
Apartado		**Factor**	**Resultado Kcal/h**
Dimensiones de ventanas m^2 , orientadas al Este (protección con cortina)	2m^2	107,6	430,4
Clase de Techo	Cielo raso	51,11	3577,7
Clase de Piso	Cerámico	8,07	564,9
Número de ocupantes	25	150	3750
Lámparas o equipos eléctricos en uso (equipos fluorescentes de 36W)	24	0,86	774
Suma de Kcal/h			**9097**

Factor de Corrección	**1,1**
Total carga de enfriamiento kcal/h	**1.000**
Total carga de enfriamiento (BTU)	**39.726**

Tabla 6.53 Calculo termico Aula 5

Fuente: Elaboración propia

Equipos de AA instalado en BTU		
Descripción	Cantidad de equipo	BTU
Aula 5	1	48.000

Tabla 6.54 Equipos de AA instalado en BTU Aula 5

Fuente: Elaboración propia

El local requiere de una carga total de enfriamiento de 39.726 BTU, el equipo acondicionador de aire instalado actualmente satisface la carga de enfriamiento requerida. Se recomienda un buen plan de mantenimiento a fin de optimizar el consumo de energía eléctrica.

6.5.18. Primer Piso – Aula 6

Tiene una dimensión de 70 m^2. Cuenta con cuatro ventanas de 1m^2 cada una orientadas al este

Se prevé un total de ocupantes de 25 personas.

Aula 6			
Tipo de Actividad	Sala de Clases		
Dimensiones del local m^2	70		
Apartado		**Factor**	**Resultado Kcal/h**
Dimensiones de ventanas m^2, orientadas al Este (protección con cortina)	1 m^2x4	107,6	430,4
Clase de Techo	Cielo raso	51,11	3577,7
Clase de Piso	Cerámico	8,07	564,9
Número de ocupantes	25	150	3750
Lámparas o equipos eléctricos en uso (equipos fluorescentes de 36W)	24un	0,86	743,06
Suma de Kcal/h			**9.066**
Factor de Corrección			**1,1**
Total carga de enfriamiento kcal/h			**9.972**

Total carga de enfriamiento (BTU)	**39.591**

Tabla 6.55 Calculo termico Aula 6

Fuente: Elaboración propia

Equipos de AA instalado en BTU		
Descripción	Cantidad de equipo	Potencia
Aula 5	1	36.000

Tabla 6.56 Equipos de AA instalado en BTU Aula 6

Fuente: Elaboración propia

El local requiere de una carga de enfriamiento de 39.591 BTU

El equipo acondicionador de aire instalado no satisface la carga de enfriamiento **requerida, se recomienda su reemplazo por un equipo de 48.000 BTU.**

6.5.19. Primer Piso – Aula 7

Tiene una dimensión de 70 m^2.Cuenta con cuatro ventanas de 1m^2 cada una orientadas al este

Se prevé un total de ocupantes de 25 personas.

Tipo de Actividad	Sala de Clases		
Dimensiones del local m^2	70		
Apartado		**Factor**	**Resultado Kcal/h**
Dimensiones de ventanas m^2, orientadas al Este (protección con cortina)	1 m^2x4	107,6	430,4
Clase de Techo	Cielo raso	51,11	3577,7
Clase de Piso	Cerámico	8,07	564,9
Número de ocupantes	25	150	3750
Lámparas o equipos eléctricos en uso (equipos fluorescentes de 36W)	24un	0,86	743,04
Suma de Kcal/h			9.066
Factor de Corrección			1,1
Total carga de enfriamiento kcal/h			9.972
Total carga de enfriamiento (BTU)			39.591

Tabla 6.57 Calculo termico Aula 7

Fuente: Elaboración propia

Equipos de AA instalado en BTU		
Descripción	Cantidad de equipo	BTU
Aula 7	1	36.000

Tabla 6.58 Equipos de AA instalado en BTU Aula 7

Fuente: Elaboración propia

El local requiere de una carga de enfriamiento de 39.591 BTU

El equipo acondicionador de aire instalado no satisface la carga de enfriamiento requerida, se recomienda su reemplazo por un equipo de 48.000 BTU.

6.5.20. Primer Piso – Aula 8

Tiene una dimensión de 70 m^2.Cuenta con una ventana de 6m^2 orientada al norte

Se prevé un total de ocupantes de 25 personas.

Aula 8			
Tipo de Actividad	Sala de Clases		
Dimensiones del local m^2	70		
Apartado		**Factor**	**Resultado Kcal/h**
Dimensiones de ventanas m^2 Tipo 1 (protección con cortina)	6 m^2	134,5	807
Clase de Techo	Cielo raso	51,11	3577,7
Clase de Piso	Cerámico	8,07	564,9
Número de ocupantes	25	150	3750
Lámparas o equipos eléctricos en uso (equipos fluorescentes de 36W)	24un	0,86	743,04
Suma de Kcal/h			9.442
Factor de Corrección			1,1
Total carga de enfriamiento kcal/h			10.386
Total carga de enfriamiento (BTU)			41.236

Tabla 6.59 Calculo termico Aula 8

Fuente: Elaboración propia

Equipos de AA instalado en BTU		
Descripción	Cantidad de equipo	BTU
Aula 8	1	36.000

Tabla 6.60 Equipos de AA instalado en BTU Aula 8

Fuente: Elaboración propia

El local requiere de 41.236 BTU

El equipo acondicionador de aire instalado no satisface la carga de enfriamiento requerida, se recomienda su reemplazo por un equipo de 48.000 BTU.

6.5.21. Primer Piso – Decanato Facultad Ciencias de la Producción

Tiene una dimensión de 35 m^2.Cuenta con una ventana de 2,8m^2 orientada al norte

Se prevé un total de ocupantes de 3 personas.

Decanato Producción			
Tipo de Actividad	Oficina		
Dimensiones del local m^2	35		
Apartado		**Factor**	**Resultado Kcal/h**
Dimensiones de ventanas m^2, orientada al Norte (protección con cortina)	2,8 m^2	134,5	376,6
Clase de Techo	Cielo raso	51,11	1788,85
Clase de Piso	Cerámico	8,07	282,45
Número de ocupantes	3	150	450
Lámparas o equipos eléctricos en uso (equipos fluorescentes de 36W)	4un	0,86	123,84
Suma de Kcal/h			3.323
Factor de Corrección			1,1
Total carga de enfriamiento kcal/h			3.656
Total carga de enfriamiento (BTU)			14.515

Tabla 6.61 Calculo termico Decanato Facultad Ciencias de la Producción

Fuente: Elaboración propia

Equipos de AA instalado		
Descripción	Cantidad de equipo	BTU
Decanato Producción	1	48.000

Tabla 6.62 Equipos de AA instalado en BTU Decanato Facultad Ciencias de la Producción

Fuente: Elaboración propia

Se requiere para este local un total de carga de enfriamiento de 14.515 BTU

El equipo acondicionador de aire instalado está sobredimensionado, se recomienda un buen plan de mantenimiento a fin de optimizar el consumo de energía eléctrica del mismo.

6.5.22. Primer Piso – Oficinas Facultad de Medicina

Tiene una dimensión de 204 m^2.Cuenta con cuatro ventanas de 1m^2 cada una orientadas al norte

Se prevé un total de ocupantes de 30 personas.

Oficinas Medicina			
Tipo de Actividad	Sala de Clases		
Dimensiones del local m^2	204		
Apartado		**Factor**	**Resultado Kcal/h**
Dimensiones de ventanas m^2, orientada al Norte (protección con cortina)	1 m^2x4	134,5	
Clase de Techo	Cielo raso	51,11	10426,44
Clase de Piso	Cerámico	8,07	1646,28
Número de ocupantes	30	150	4500
Lámparas o equipos eléctricos en uso (equipos fluorescentes de 36W)	49un	0,86	1517,04
Suma de Kcal/h			18.627
Factor de Corrección			1,1
Total carga de enfriamiento kcal/h			20.490
Total carga de enfriamiento (BTU)			81.347

Tabla 6.63 Calculo termico Oficinas Medicina

Fuente: Elaboración propia

Equipos de AA instalado en BTU			
Descripción	Cantidad de equipo	BTU	Total (BTU)
Oficinas Medicina	5	24.000	120.000

Tabla 6.64 Equipos de AA instalado en BTU Oficinas Medicina

Fuente: Elaboración propia

La carga total de enfriamiento requerido es de 81.347BTU.

Se encuentran instalados 4 equipos acondicionadores de aire de 24.000BTU, la sumatoria de estos equipos es de 120.000BTU Lo cual satisface la carga de enfriamiento requerido por el local.

Se recomienda la implementación de un sistema de automatización para que entren en servicio según requerimiento de enfriamiento y un buen plan de mantenimiento a fin de optimizar el consumo de energía eléctrica.

6.5.24. Primer Piso – Oficinas Economía

Tiene una dimensión de 60 m^2y cuenta con una ventana de 2,4m^2 orientada al norte. Se prevé un total de ocupantes de 3 personas.

Oficinas Economía			
Tipo de Actividad	Sala de Clases		
Dimensiones del local m^2	60		
Apartado		**Factor**	**Resultado Kcal/h**
Dimensiones de ventanas m^2, orientada al Norte (protección con cortina)	2,4 m^2	134,5	322,8
Clase de Techo	Cielo raso	51,11	3066,6
Clase de Piso	Cerámico	8,07	484,2
Número de ocupantes	3	150	450
Lámparas o equipos eléctricos en uso (equipos fluorescentes de 36W)	20un	0,86	619.2
Suma de Kcal/h			4.942
Factor de Corrección			1,1
Total carga de enfriamiento kcal/h			5.437
Total carga de enfriamiento (BTU)			21.585

Tabla 6.65 Calculo termico Oficinas Economía

Fuente: Elaboración propia

Equipos de AA instalado en BTU		
Descripción	Cantidad de equipo	BTU
Oficinas Economía	1	24.000

Tabla 6.66 Equipos de AA instalado en BTU Oficinas Economía

Fuente: Elaboración propia

La carga de enfriamiento requerida por el local es de 21.585BTU, actualmente cuenta con un equipo acondicionador de aire de 24.000, el mismo satisface la carga de enfriamiento requerida.

Se recomienda un buen plan de mantenimiento a fin de optimizar el consumo de energía eléctrica del mismo.

6.5.25. Bloque - Facultad de Ciencias de la Salud

Aula 1 - Aula 2 – Aula 3 – Aula 4 – Aula 5 – Aula 6

La facultad de Ciencias de la Salud cuenta con 6 aulas de 70 m^2.

Cada una de las aulas cuenta con 24 equipos fluorescentes de 36 W, y se prevé un total de ocupantes por aula de 25 personas.

Aula 1 –Aula 2 –Aula 3 –Aula 4 –Aula 5 –Aula 6			
Tipo de Actividad	Sala de Clases		
Dimensiones del local m^2	70		
Apartado		**Factor**	**Resultado Kcal/h**
Dimensiones de ventanas m^2, orientadas al Este (protección con cortina)	1,76 m^2x4	107,6	757,504
Clase de Techo	Cielo raso	51,11	3577,7
Clase de Piso	Cerámico	8,07	564,9
Número de ocupantes	25	150	3750
Lámparas o equipos eléctricos en uso (equipos fluorescentes de 36W)	24un	0,86	743,04
Suma de Kcal/h			9.393
Factor de Corrección			1,1
Total carga de enfriamiento kcal/h			10.332
Total carga de enfriamiento (BTU)			41.019

Tabla 6.67 Calculo termico Bloque - Facultad de Ciencias de la Salud

Fuente: Elaboración propia

Equipos de AA instalado en BTU		
Descripción	Cantidad de equipo	BTU
Aula 1	1	24.000
	1	18.000
Aula 2	1	36.000
Aula 3	1	60.000
Aula 4	1	36.000
Aula 5	1	36.000
Aula 6	1	36.000

Tabla 6.68 Equipos de AA instalado en BTU Bloque - Facultad de Ciencias de la Salud

Fuente: Elaboración propia

La carga total de enfriamiento requerida por estas aulas es de 41.019 BTU

Los equipos acondicionadores de aire del aula 1 y aula 3 satisfacen la carga de enfriamiento requerida. Se recomienda un buen plan de mantenimiento periódico cada 6 meses de todo el equipo a fin de optimizar el consumo de energía eléctrica.

Las aulas 2,4,5 y 6 se encuentran instaladas equipos acondicionadores de aire que no satisfacen la carga de enfriamineto requerido. Se suguiere el reemplazo de los mismos por equipos de 48.000 BTU.

Mientras los equipos de climatización estén en funcionamiento, habrá que asegurarse que tanto las puertas como las ventanas esten debidamente cerradas para impedir pérdidas de energía eléctrica.

Es importante regular adecuadamente la temperatura de los equipos acondicionadores de aire a niveles de temperatura de 24°C en Verano y de 26°C en invierno para mantener el confort de los ocupantes y evitar exceso de consumos de energía eléctrica. Se recomienda ademas la instalacion de persianas, cortinas donde haga falta para ayudar en la climatización de los ambientes.

También se puede implementar la instalación de parasoles alrededor del recinto perimetral del edificio del Campus de la Universidad Nacional de Caaguazú. La ventaja de utilizar estos parasoles es obtener edificios térmicamente eficientes y que cumplan con los requisitos de confort térmico (reducción de la necesidad de

refrigeración en el verano y reducción de la necesidad de calefacción en el invierno) garantizando un ahorro de energía significativo.

6.6. Iluminación del Campus de la Universidad Nacional de Caaguazú

Es importante identificar los distintos tipos de artefactos de iluminación, esto llevará un mejor control de la demanda ya que representa un gran porcentaje de la carga dentro del estudio de la eficiencia.

Se realizó un diagnóstico visual del estado de los equipos de iluminación del Campus de la Universidad Nacional de Caaguazú, encontrándose las siguientes deficiencias:

- Los tubos fluorescentes son de bajo rendimiento.
- La predominancia de balastos conducen a pérdidas de energia debido al calor que disipan.
- Se requiere de una buena distribución de los artefactos de iluminación para lograr uniformidad.

Para verificar los niveles de iluminación de cada dependencia, se realizó medición con el equipo lúxometro. Los resultados se muestran en la siguiente tabla.

Planta Baja			
Descripción	*Nivel de Iluminación Actual*	*Nivel de Iluminación Requerida (LUX)*	*Nivel de Iluminación*
Aula 1	545,5	500	Cumple
Aula 2	494,2		No cumple
Aula 3	544,5		Cumple
Aula 4	596,5		Cumple
Lab, FCyT	331,5		No cumple
Aula 5	118		No cumple
Aula 6	324,75		No cumple
Aula 7	466,25		No cumple
Aula 8	144,5		No cumple
Aula 9	191,75		No cumple
Sala de Profesores	483,25		No cumple
Secretaria de Ciclos	205,5		No cumple
Cantina	161,7	400	No cumple
Laboratorio 1 FCP	425	500	No cumple
Laboratorio 2 FCP	279,75		No cumple
Coordinación Académica	450,25		No cumple
Oficinas Economia	260,75		No cumple
Secr.Gral. Economia	325,75		No cumple
Talento Humano	195,5		No cumple
Primer Piso			
Descripción	*Nivel de Iluminación Actual*	*Nivel de Iluminación Requerida (LUX)*	*Nivel de Iluminación*
Aula 1	131,75	500	No cumple
Aula 2	172,25		No cumple
Aula 3	206		No cumple
Aula 5	173,75		No cumple
Aula 6	153		No cumple
Aula 7	202,25		No cumple
Aula 8	314,5		No cumple
Decanato	253,75		No cumple
Fac. Ciencias Médicas	298,5		No cumple

Figura 6.23 Niveles de iluminación de cada dependencia

Los niveles de iluminación obtenido en las mediciones estan por debajo de los valores requiridos por la Norma NP 55 005 16 INTN. En el Apreinsia A1 se encuentra la tabla del tipo de ambiente y los niveles de iluminación requerida por la Norma.

Por ello se realiza el rediseñamiento del sistema de iluminación mediante software Dialux.

6.6.1. Tipo de Luminaria a Utilizar:

Figura 6.24 Luminaria a Utilizar

6.6.2. Resultado del nivel de iluminación obtenido:

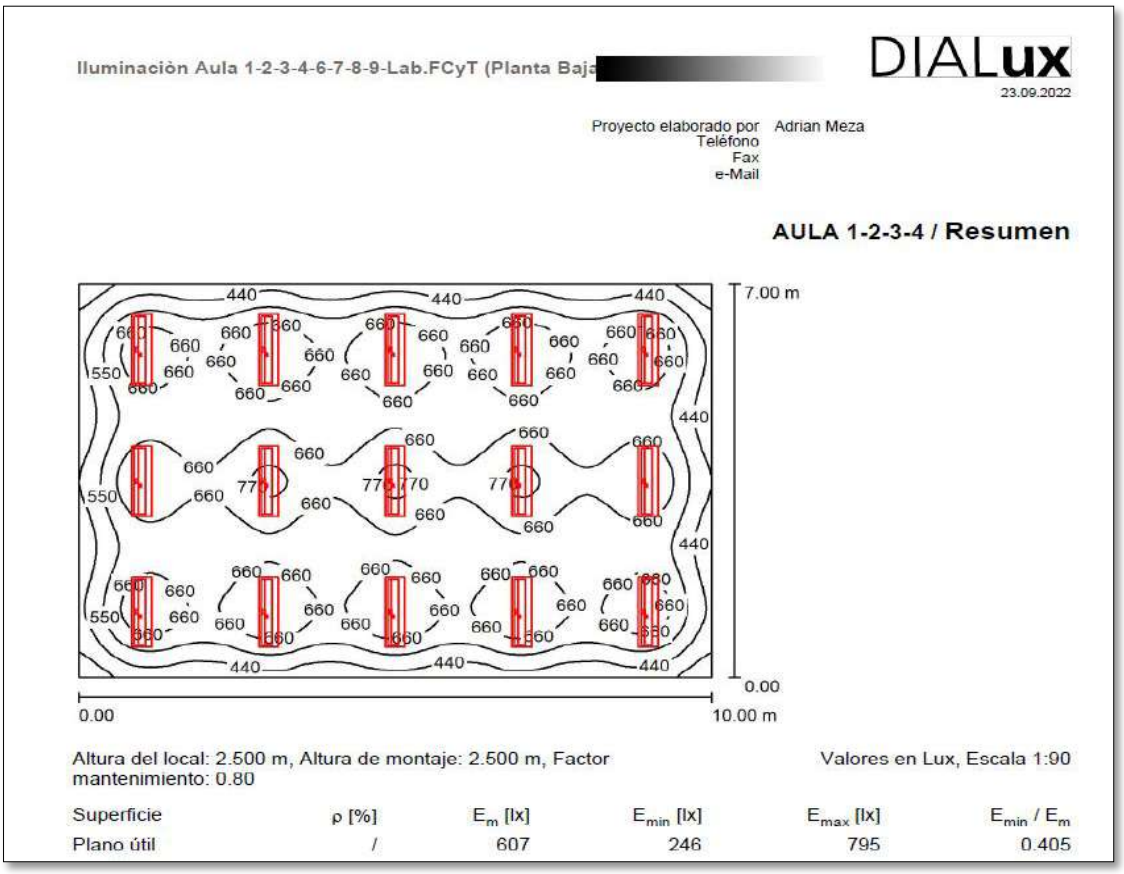


Figura 6.25 Nivel de iluminación obtenido

6.6.3. Ubicación de Luminarias:

En la siguiente figura 6.20 se demuestra la ubicación simulada de las aulas en el campus donde estarán ubicados las luminarias donde se describe la posición y separación de la misma a según la dimensión de cada local.

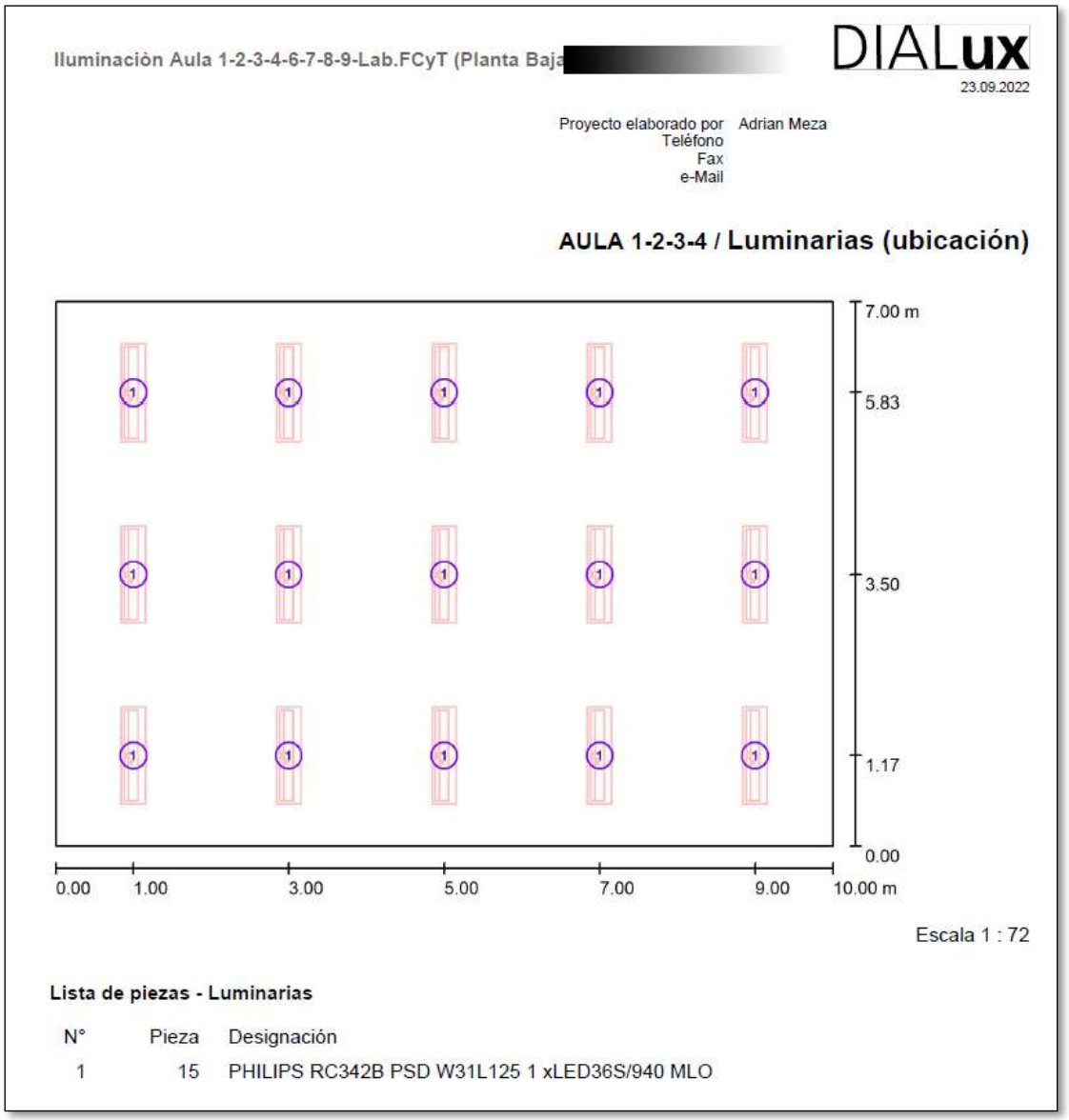
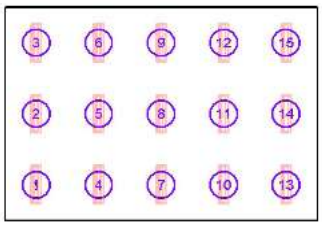


Figura 6.26 Ubicación de Luminarias según el progrma Dialux

6.6.4. Lista de Coordenadas de ubicación de las luminarias:

AULA 1-2-3-4 / Luminarias (lista de coordenadas)

PHILIPS RC342B PSD W31L125 1 xLED36S/940 MLO
3600 lm, 37.0 W, 1 x 1 x LED36S/940 (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	1.000	1.167	2.500	0.0	0.0	0.0
2	1.000	3.500	2.500	0.0	0.0	0.0
3	1.000	5.833	2.500	0.0	0.0	0.0
4	3.000	1.167	2.500	0.0	0.0	0.0
5	3.000	3.500	2.500	0.0	0.0	0.0
6	3.000	5.833	2.500	0.0	0.0	0.0
7	5.000	1.167	2.500	0.0	0.0	0.0
8	5.000	3.500	2.500	0.0	0.0	0.0
9	5.000	5.833	2.500	0.0	0.0	0.0
10	7.000	1.167	2.500	0.0	0.0	0.0
11	7.000	3.500	2.500	0.0	0.0	0.0
12	7.000	5.833	2.500	0.0	0.0	0.0
13	9.000	1.167	2.500	0.0	0.0	0.0
14	9.000	3.500	2.500	0.0	0.0	0.0
15	9.000	5.833	2.500	0.0	0.0	0.0

Figura 6.27 Coordenadas de ubicación de las luminarias

Los siguientes informes de las diferentes dependencias pueden observarse en el anexo A1

6.6.4. Iluminación de Aulas y Oficinas

Una de las principales formas de ahorro enérgetico es mediante la iluminación LED, para ello, se propone el cambio de un sistema de iluminación tradicional existente por iluminación LED.

Planta Baja										
Descripción	Dimensión	Cantidad de fluorescentes	Potencia Unitario de la Luminaria (W)	Potencia Total (W)	Nivel de Iluminación Actual	Nivel de Iluminación Requerida (LUX)	Cantidad de Equipos LED instalados (propuesta)	Potencia (W) Unitario	Potencia Total (W) Propuesta	Nivel de Iluminación Obtenida (LUX)
Aula 1	10x7	24	44,1	1058,4	545,5	500	15	37	555	607
Aula 2		24	44,1	1058,4	494,2		15	37	555	607
Aula 3		24	44,1	1058,4	544,5		15	37	555	607
Aula 4		24	44,1	1058,4	596,5		15	37	555	607
Lab, FCyT		24	44,1	1058,4	331,5		15	37	555	607
Aula 5	7x5	6	44,1	264,6	118		9	37	333	679
Aula 6	10x7	24	44,1	1058,4	324,75		15	37	555	607
Aula 7		24	44,1	1058,4	466,25		15	37	555	607
Aula 8		20	44,1	882	144,5		15	37	555	607
Aula 9		20	44,1	882	191,75		15	37	555	607
Sala de Profesores	7X2,7	15	44,1	661,5	483,25		4	37	148	512
Secretaria de Ciclos	7X5,5	12	44,1	529,2	205,5		8	37	296	568
Cantina	10x13,5	30	44,1	1323	161,7	400	20	37	740	444
Laboratorio 1 FCP	8,5X8	24	44,1	1058,4	425	500	24	37	888	527
Laboratorio 2 FCP	12X4,5	25	44,1	1102,5	279,75		10	37	370	508
Coordinación Académica	10x5,5	18	44,1	793,8	450,25		12	37	444	604
Oficinas Economia		18	44,1	793,8	260,75		12	37	444	604
Secr.Gral. Economia	8,5x5	15	44,1	661,5	325,75		9	37	333	578
Talento Humano	5x,3,5	12	44,1	529,2	195,5		4	37	148	563
Potencia Total Instalada (Equipos Fluorescentes)				16.890			Potencia Total Instalada (Equipos LED)		9.139	
Primer Piso										
Descripción	Dimensión	Cantidad de fluorescentes	Potencia Unitario de la Luminaria (W)	Potencia Total (W)	Nivel de Iluminación Actual	Nivel de Iluminación Requerida (LUX)	Cantidad de Equipos LED instalados (Propuesta)	Potencia (W) Unitario	Potencia Total (W) Propuesta	Nivel de Iluminación Obtenida (LUX)
Aula 1	10x7	24	44,1	1058,4	131,75	500	15	37	555	607
Aula 2		24	44,1	1058,4	172,25		15	37	555	607
Aula 3		24	44,1	1058,4	206		15	37	555	607
Aula 5		24	44,1	1058,4	173,75		15	37	555	607
Aula 6		24	44,1	1058,4	153		15	37	555	607
Aula 7		24	44,1	1058,4	202,25		15	37	555	607
Aula 8		24	44,1	1058,4	314,5		15	37	555	607
Decanato	7x5	4	44,1	176,4	253,75		8	37	296	612
Fac. Ciencias Médicas	17x12	49	38,4	1881,6	298,5		35	37	1295	520
Potencia Total Instalada (Equipos Fluorescentes)				9.467			Potencia Total Instalada (Equipos LED)		5.476	

Figura 6.28 Cambio de un sistema de iluminación tradicional existente por iluminación LED.

Potencia Total Instalada (Equipos fluorescentes)	**26.357w**	**733 tubos y balastos de convencionales**
Potencia Total Instalada (Equipos LED)	**14.615w**	**733 tubos led**
Reducción de carga	**11.742w**	**W**

6.6.5. Gráfica de comparación de Consumo - Equipos Fluorescentes y Equipos LED

Los equipos fluorescentes representan un alto consumo de energía eléctrica, con la propuesta de la utilización de Lámparas LED este consumo se reduce un 45%.

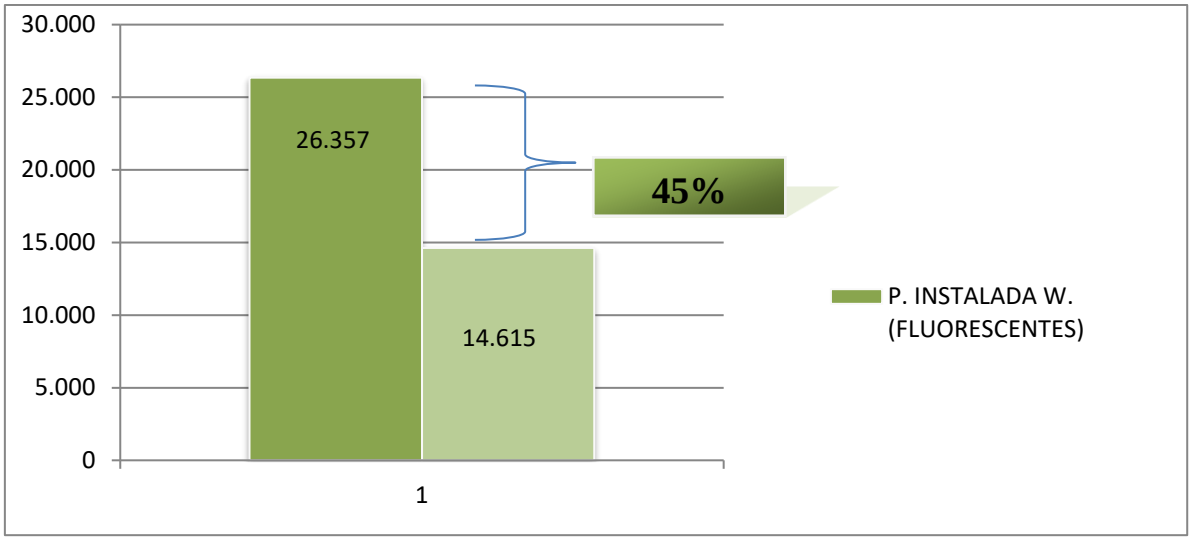


Figura 6.29 Gráfica de comparación de Consumo

6.6.6. Iluminación de Sanitarios

Planta Baja				
Descripción	***Dimensión***	***Cantidad de fluorescentes***	***Potencia Unitario de la Luminaria (W)***	***Potencia Total (W)***
Sanitario Femenino	4x7	4	44,1	176,4
Sanitario Masculino		4	44,1	176,4
Primer Piso				
Sanitario Femenino	4x7	4	44,1	176,4
Sanitario Masculino		4	44,1	176,4
Potencia Total Instaladas (W)				**705,6**

Tabla 6.69 Datos de iluminacion actual

Fuente: Elaboración propia

Se propone la sustitución de estos equipos fluorescentes por iluminación LED, lo cual ayudará a obtener una reducción importante de consumo de energía eléctrica.

También la aplicación de sensores de movimiento contribuirá para el control eficiente de la energía eléctrica, estos perciben el movimiento, iluminando el área de manera inmediata, de esta manera se evita mantener luces prendidas que solo producen el aumento del consumo ya que el ahorro en la facturación de energía eléctrica sin lugar a dudas es una de sus mejores ventajas.

Planta Baja				
Descripción	***Dimensión***	***Cantidad de tubos led***	***Potencia Unitario de la Luminaria (W)***	***Potencia Total (W)***
Sanitario Femenino	4x7	4	37	148
Sanitario Masculino		4	37	148
Primer Piso				
Sanitario Femenino	4x7	4	37	148
Sanitario Masculino		4	37	148
Potencia Total Instaladas (W)				**592**

Tabla 6.70 Datos de iluminacion propuesta

Fuente: Elaboración propia

6.6.7. Gráfica de comparación de Consumo - Equipos Fluorescentes y Equipos LED con sensor de movimiento en sanitario

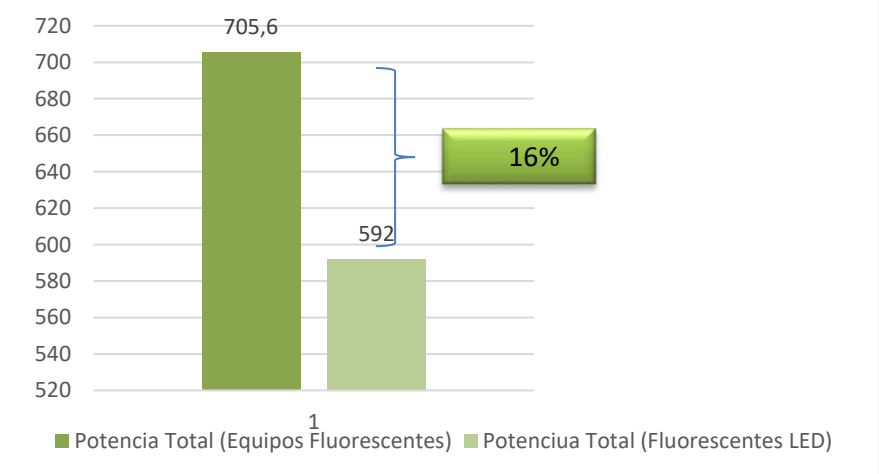


Figura 6.30

Con la propuesta de la utilización de Lámparas LED este consumo se reduce un 16%.

6.6.8. Iluminación Exterior

Un dispositivo electrónico llamado “fotocélula” que permite de manera automática en el encendido de equipos de iluminación serán utilizadas en los estacionamientos y otras áreas pertenecientes a la parte del Campus de la Universidad Nacional de Caaguazú.

Con la implementación de fotocélulas nos permitirán ahorrar energía, al evitar que las luces queden encendidas por más tiempo del que se necesitan.

Al detectar los cambios de luz va a funcionar exactamente igual en verano o en invierno, sumado al bajo costo y la facilidad de su instalación.

6.7Línea de Media Tensión – Alimentación Principal del Campus de la Universidad Nacional de Caaguazú

El Campus de la Universidad Nacional de Caaguazú – UNC@ se alimenta de una Línea de Media Tensión trifásica aéreo, la línea de media tensión tiene un cruce a desnivel con la línea de Transmisión de 66.000 Voltios de la Administración Nacional de Electricidad – ANDE e incumple las separaciones verticales mínimas entre los conductores y conductores y suelo representando esta situación en un riesgo para los que concurren al campus.

6.7.1. Cruce a desnivel de la Línea de Media Tensión con la Línea Transmisión 66kV

La derivación de la línea MT 23 kV que alimenta la acometida de la Universidad Nacional de Caaguazú presenta en su tramo un cruce con la Línea de Subtransmisión 66 kV que alimenta la Estación Villarrica desde la Estación de Coronel Oviedo, la misma es una línea antigua con estructuras de acero en la mayor parte de su extensión con vanos largos, lo cual provoca que en condiciones de altas cargas y temperaturas el conductor puede dilatarse como se ve en la siguiente Imagen.

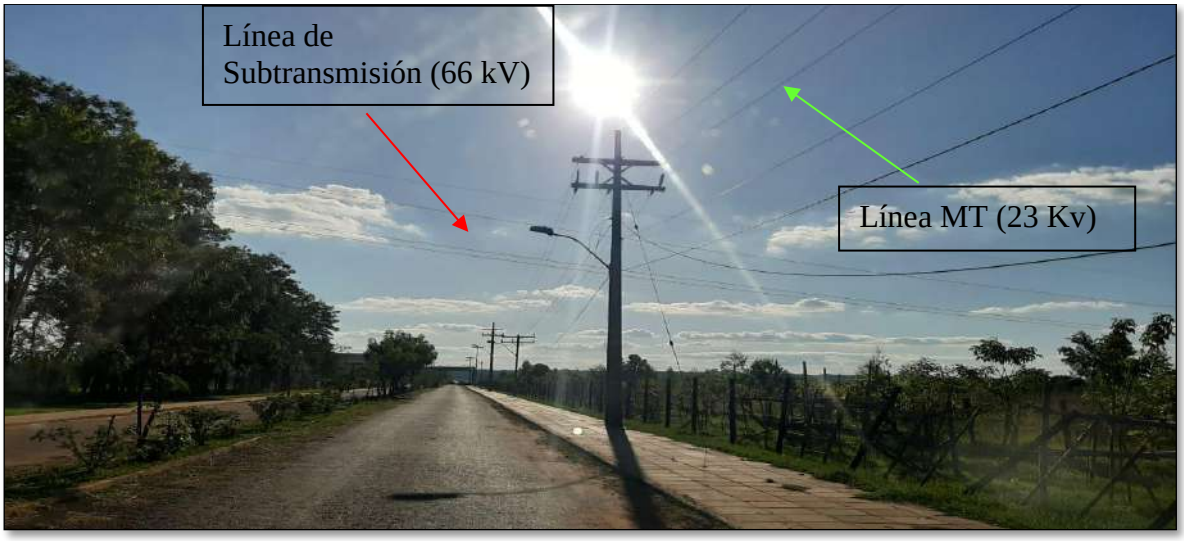


Figura 6.31 Línea de transmisión de 66KV y de 23KV

6.7.2. Distancia de separación vertical entre la Línea de Media Tensión y el Piso como se ve en la siguiente figura

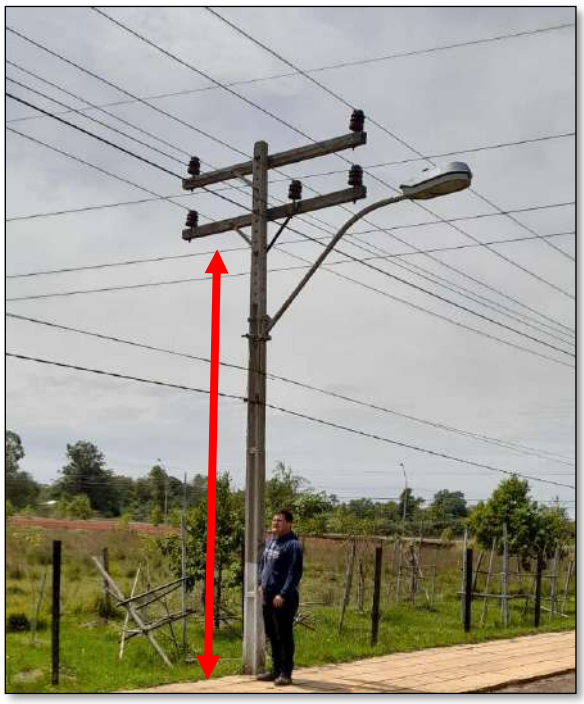


Figura 6.32 Altura de la línea de 23KV

Como se observa en las placas fotográficas existe una escasa separación vertical entre la línea de MT y el suelo, entre la línea MT y el brazo del equipo de iluminación y entre la línea de subtransmisión y la de media tensión. Por ende,

se propone una solución a la problemática existente en el cruce a desnivel entre la línea de 66kV y la Línea de Media tensión alimentación del Campus.

En el anexo N°5 del Reglamento para Instalaciones Eléctricas de Media Tensión se establecen las separaciones verticales mínimas entre conductores de circuitos diferentes (hasta 24 kV) y entre conductores y el suelo, siendo de 2 m y 5m respectivamente.

6.7.3. Solución Planteada al Problema

Se plantea la adecuación de la Línea de Media Tensión mediante un cruce subterráneo con la LT de 66kV en virtud de las especificaciones técnicas de Instrucción Técnica de Distribución I.T.D 30.10.30, esta adecuación requerirá el retiro de tres postes, colocación de dos nuevos postes 12/500, la construcción de una línea subterránea de 30 metros con las correspondientes estructuras electromecánicas de transición aéreo a subterráneo, protecciones mecánicas de conductores. Se plantea utilizar conductores aislados tipo subterráneo de 50mm2, el cual cuenta con una capacidad de conducción de 105A.

6.7.3.1. Línea de Media Tensión - Actual:

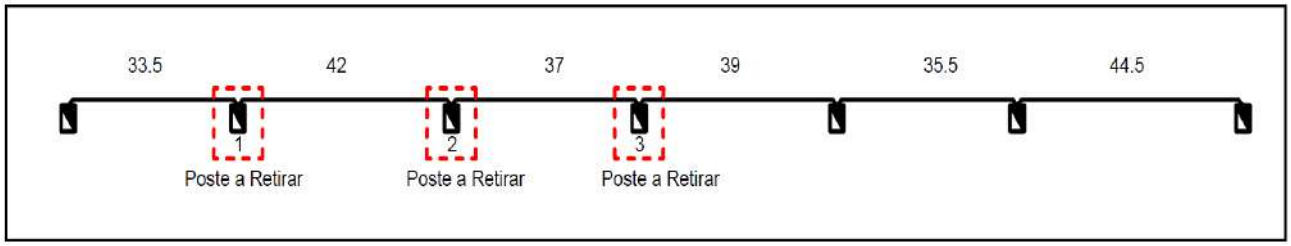


Figura 6.33 Línea de media Tensión actual del campus

6.7.3.2. Línea de Media Tensión - Propuesta:

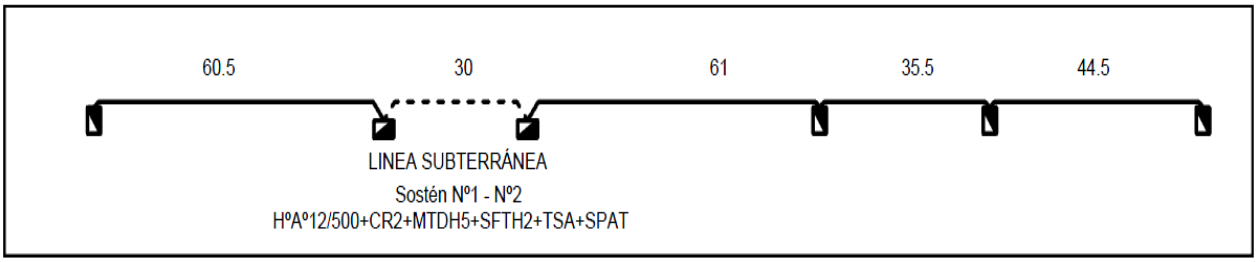


Figura 6.34 Línea de media Tensión Propuesta

Se plantea la construcción de una línea subterránea de 30 metros en el lugar indicado en la imagen, para ello se retiraran los postes 1, 2 y 3.

Posterior al retiro se procederá a la construcción de la zanja, registro y estructuras.

6.7.3.3 Zanja a Construir y Disposición de Conductores

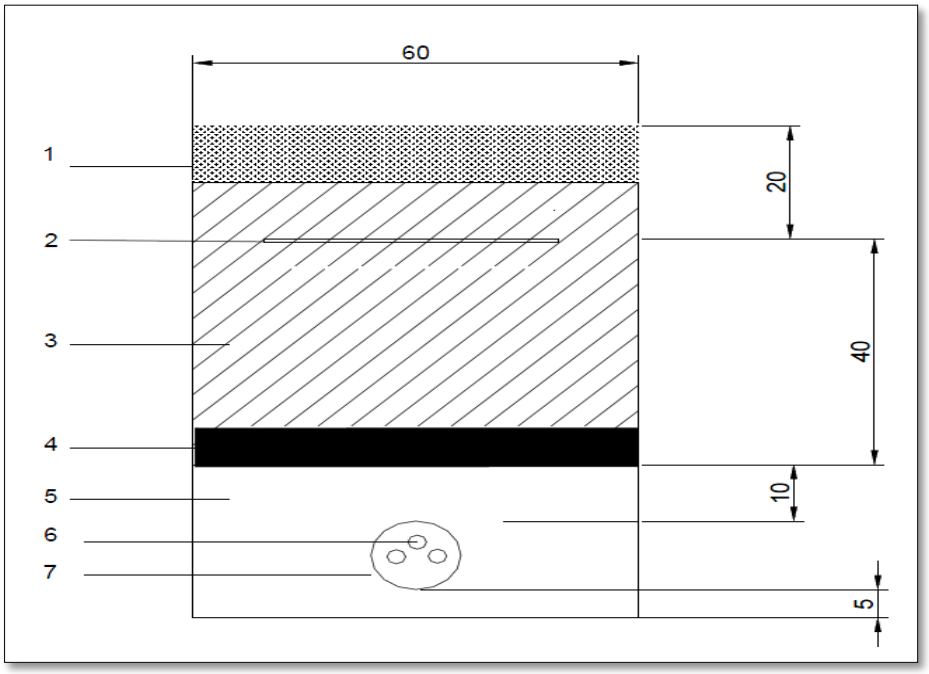


Figura 6.35 Disposición de conductores

Referencias	
Número	**Descripción**
1	Capa de la Vereda
2	Cinta de advertencia (cinta peligro)
3	Tierra de relleno libre de escombro
4	Loseta de Hormigón
5	Arena Lavada
6	Conductor AL aislado de 50 mm2
7	Caño PVC rígido

Tabla 6.71 Disposición de conductores

Fuente: Elaboración propia

6.7.3.4. Transición Aéreo - Subterráneo

En la transición de la línea aérea a subterránea será necesario la conversión de en dos puntos en la mis línea de alimentación como se demuestra en la siguiente figura

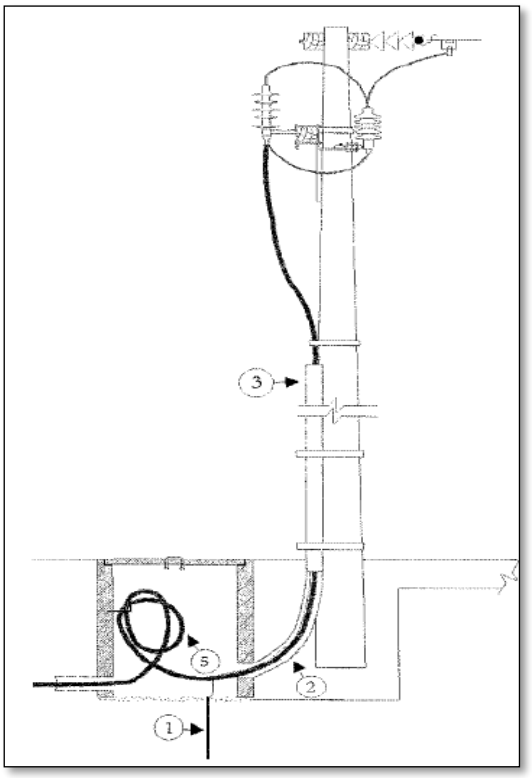


Figura 6.36 Transición de la línea aérea a subterránea

Referencias	
Número	**Descripción**
1	Jabalina de acero recubierto de cobre
2	Caño flexible
3	Caño galvanizado
4	Ductos de Reserva
5	Conductor de reserva

Tabla 6.72 Referencia de materiales

Fuente: Elaboración propia

6.7.3.5. Lista de Estructuras:

Para la mejora de la línea se necesitara adecuar estructuras, tal como se detalla a continuación:

Estructura MTDH5	
Materiales	**Cantidad**
Aislador Polimérico de Retención	3
Arandela Cuadrada	10
Bulón de 5/8" * 4	4
Guarda Cabo 3/8	3
Bulón de 5/8" * 9	1
Cruceta de madera 3*4*2,40	2
Perno todo rosca 5/8 * 16	3
Tuerca Ojal 5/8	3
Mano Francesa MF2	4
Alambre Preformado Retención	3

Tabla 6.73 Disposición de estructura MTDH5

Fuente: Elaboración propia

Estructura TSA	
Materiales	**Cantidad**
Arandela cuadrada 2x2” x 11/16”	2
Bulón de Fe cab. 5” 16x1 ½	6
Bulón de Fe cab. 1/2x4”	6
Bulón de Fe cab. 5/8x9”	1
Bulón de Fe cab. 5/8x7”	2
Banda de acero	2
Cable desnudo de Aluminio 150mm2	10
Cable desnudo de cobre 35mm2	40
Cable unip.aluminio 1x50mm2 MT	36
Caja Terminal para 50mm2	3

Caño PVC rígido de 1x6m	1
Caño galvanizado de 3x6m	1
Cinta aisladora de ¾	1

Tabla 6.74 Disposición de estructura TSA

Fuente: Elaboración propia

6.7. Medición de Resistencia de Puesta a Tierra (Rg)

6.8.1. El método empleado es el de Caída de Potencial:

Este método de caída de Potencial requiere de un Termómetro de tres elementos (electrodo de tierra “E”, electrodo de potencial “P” y electrodo de corriente “C”), cuya conexión se realiza como muestra en el siguiente esquema.

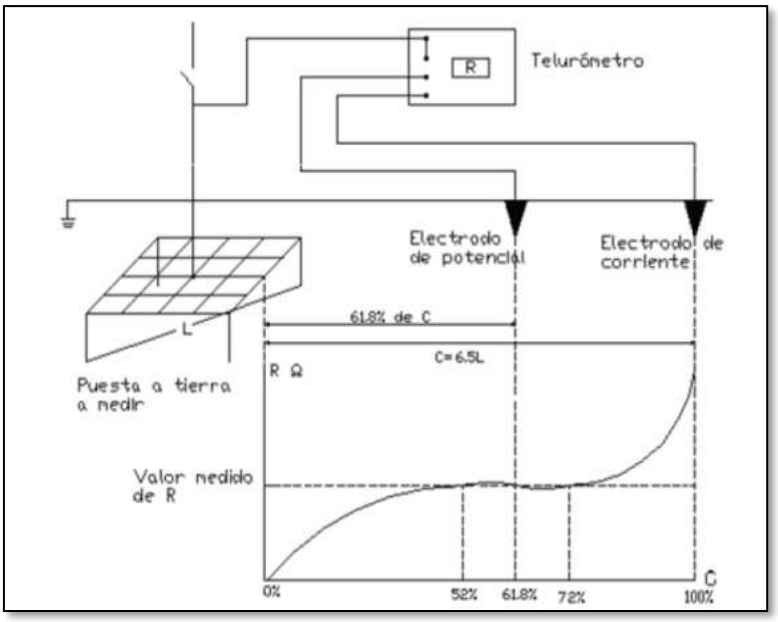


Figura 6.37 método empleado es el de Caída de Potencial

6.8.2. Procedimiento de Medición:

Una corriente alterna de valor constante circula entre el electrodo de puesta a tierra bajo ensayo (E) y el electrodo auxiliar (C).

La localización de (C) debe ser tal que no haya influencia mutua entre (E) y (C), distancia ésta que se denomina D_T.

Un segundo electrodo auxiliar, (P), es insertado bien alineado a una distancia de 61,8% (redondeado 62%) de la distancia existente entre (E) y (C). La medición caída de tensión entre (E) y (P) se puede observar en la tabla N° 6.3

La distancia entre el electrodo de corriente y la puesta a tierra a evaluar (C) debe ser 6.5 veces la mayor dimensión de la puesta a tierra o el diámetro equivalente (C= 6,5L). El verdadero valor de la resistencia de puesta a tierra se obtiene con el electrodo de tensión ubicado a una distancia de 61,8%C medido desde la malla o sistema de puesta a tierra.

- Se recomienda realizar dos mediciones adicionales: una al 52% y otra al 72% y las diferencias con la resistencia medida al 61.8% deben ser muy pequeñas.
- Como referencia para la medición de resistencias se debe considerar un radio de influencia 3 veces la longitud de la jabalina.

6.8.3. Disposición de las mediciones:

Se dispone de un Sistema de Puesta a Tierra – SPAT con disposición triangular de 5 metros lado, la distancia entre el electrodo de corriente y la puesta a tierra a medir debe ser de C= 32,5 metros, mientras que el electrodo de tensión es ubicada al 51.8%; al 61.8% y al 71.8% de “C”.

- Medición al 61,8% de C - Distancia del electrodo de tensión a 20 metros.

Resultado de medición:

Figura 6.38 1° medición de resistencia de puesta a tierra

- Medición al 71,8 % de C - Distancia del electrodo de tensión a 23 metros.

Resultado de medición:

Figura 6.39 **:** 2° medición de resistencia de puesta a tierra

- Medición al 51,8% de C - Distancia del electrodo de tensión a 17 metros.

Resultado de medición:

Figura 6.40 **:** 3° medición de resistencia de puesta a tierra

%	D	Rg	
61,8	20	8,11	Ω
71,8	23	8,15	Ω
51,8	17	8,09	Ω
Rg - Promedio mediciones		8,12	Ω
Rg - NP202896 (Valor de Referencia)		5	Ω

Tabla 6.75 Valores de medicion a tierra

Fuente: Elaboración propia

Se verifica que el valor de la resistencia de puesta a tierra (Rg) excede el valor permitido, puesto quela resistencia de puesta a tierra no debe ser superior a 5Ω.[1] Por lo cual se recomienda ***rediseñar el sistema de puesta a tierra*** a fin de que el valor obtenido se ajuste a lo especificado por la Norma Paraguaya NP 202896 “Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión”.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con la ejecución del plan de eficiencia energética eléctrico en la instalación de campus de la UNCA., se garantiza la confiabilidad en las aulas y dependencia administrativa teniendo, así un impacto directo en el beneficio económico y confort en la institución. Se evitan perdidas económicas por paradas indeseadas, accidentes de operarios y el costo por mantenimiento.

Mediante el análisis se determinó que el campus de la UNCA esta otra categoría de consumo de energía ELECTRICA, en donde se comprobó la reducción del costo de la energía pasando de la categoría 413(Otros) a 833(gubernamental) .

demuestran que las protecciones y los acondicionadores de aire actuales están sub dimensionados y en algunos de los casos sobredimensionados, así también el nivel de iluminación y la resistencia de puesta a tierra actual inexistente no cumplen con las reglamentaciones y normas establecidas.

Con el esquema de eficiencia diseñado se observa que se cumple la selectividad de los equipos como también, se tuvo en cuenta la línea de 66kv que pasa encima de línea de media tensión que alimenta al campus, en ello se tiene en cuenta las normas estipuladas para tal efecto y se utilizan los cálculo para la adecuación de la línea según cálculos realizados en el proyecto como también la aplicación de nuevas tecnologías.

En la evaluación económica, no se pudo realizar mediante el flujo de caja, la TIR, VPN Y PRI ya que la institución depende de los fondos nacionales, pero resaltando un presupuesto total de los gastos que conllevaría a la misma una aplicación de nueva tecnología con ello se lograría un consumo eficiente de energía del campus y mejora la comodidad en la utilización de los equipos a los alumnos y plantel de funcionarios del campus.

VI. CONCLUSIONES

- Luego de realizar la inspección visual de las instalaciones eléctricas y de climatización se constató un deterioro bastante significativo en equipos y puntos de consumo, como tableros eléctricos, acondicionadores de aire, artefactos de iluminación, equipos informáticos; elementos de control de los mismos y tomacorrientes, debido a cuestiones que involucran un mal dimensionamiento, por falta de criterios técnicos y la aplicación de Reglamentos y Normas. Obtenidos, también a la luz de los objetivos del PFG.
- En el relevamiento que hace referencia al acondicionamiento térmico encontramos equipos acondicionadores de aire en cantidades significativas subdimensionados y/o sobredimensionados no acompañando así la eficiencia energética y el confort térmico en las instalaciones.
- En el área de la iluminación la mayoría de las dependencias del edificio del campus UNCA cuentan con un nivel de iluminancia media por debajo de lo recomendado en la norma Paraguaya - NP 55 005 16; los niveles de luminancia promedio medidos fueron: 165 lux en oficinas, 50 lux en pasillos, 30 lux en baños y lo recomendado según dicha norma es: 500 lux en oficinas y aula, 200 lux en baños, 100 lux en pasillos. Además proponemos sustituir las lámparas actuales (fluorescentes, incandescentes, bajo consumo) por lámparas LED con etiquetado nivel A; y la correspondiente automatización de las llaves.
- Se realizó la comparación de tarifas, reflejando que el campus está en una categoría que no le corresponde en este caso está en la tarifa 413(Otros), realizando el balance entre la tarifa 833(Gubernamental) reflejando esta ultima la disminución de costo de utilización de energía eléctrica en esta categoría.

- En la evaluación de la línea de media tensión que suministra energía eléctrica al campus, se verifico en uno de los tramos el paso desnivel por la causa de una línea de transmisión de 66kv quedando expuesto a niveles de altura no acordes a las normas, proponiendo una alternativa viable de un línea subterránea en el tramo mencionado.
- Mediante la evaluación económica se demuestra la viabilidad del proyecto teniendo un costo de implementación ajustable al gasto anual del campus en cuanto a la eficiencia energética reflejado de la misma, se concluye que el proyecto con la solución planteada es rentable para el presupuesto de gastos del campus.

VII. RECOMENDACIONES

Según el estudio realizado en este proyecto se recomienda la realización de los siguientes puntos:

- Realizar campañas de educación en el Uso Racional y Eficiente de la Energía del edificio del campus de la UNCA dirigidas a los funcionarios; con la participación activa de especialista docentes de la misma.
- Implementación de un plan de mantenimiento que englobe la regulación de la temperatura del puesto de trabajo a unos niveles de entre 24°C y 26°C para coordinar el nivel de confort de los alumnos y funcionarios.
- Realiza el plano arquitectónico del estado actual del campus con las modificaciones que fueron realizados en los periodos de utilización de cada facultad con ello también un proyecto ejecutivo que englobe toda la instalación eléctrica.
- Configurar adecuadamente el modo de ahorro de energía de todos los equipos eléctrico en general (iluminación, Climatización, tableros de distribución y monitoreo de persona) realizando un estudio e investigación de los relés inteligentes a modo de aplicación de asistentes autónomo en el campus con inteligencia artificia como(Alexa, google, Siri , ext.)

Apéndice A: Ingeniería de diseño

Los caculos realizados se basan en el Reglamento de ANDE y la Norma Paraguaya NP 202896 “Instalaciones Eléctricas en Baja Tensión” y con ayuda de software de simulación como Dialux y AutoCAD.

Apéndice A.1: Calculo de iluminación

A.1.1 Iluminaciòn Aula 1-2-3-4-6-7-8-9-Lab.FCyT (Planta Baja) y Aulas 1 2 3 4 5 6 7 8 (Primer Piso)

Contacto:

N° de encargo:

Empresa:

Cliente:

Fecha: 05.10.2022

Proyecto elaborado por: Adrian Meza

Índice

Iluminaciòn Aula 1-2-3-4-6-7-8-9-Lab.FCyT (Planta Baja) y Aulas 1 2...

Portada del proyecto 1

Índice 2

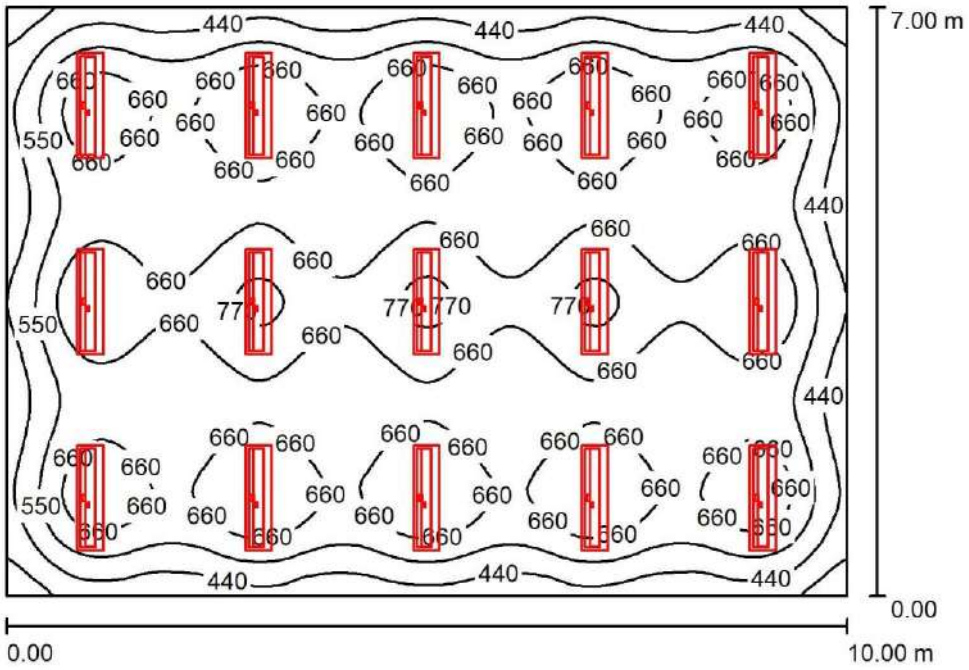
AULA 1-2-3-4

Resumen 3

Lista de luminarias 4

Luminarias (ubicación) 5 Luminarias (lista de coordenadas) 6

AULA 1-2-3-4 / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80 Valores en Lux, Escala 1:90

Superficie	□ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	Emax [lx]	Emin / Em
Plano útil	/	607	246	795	0.405
Suelo	20	552	269	674	0.488
Techo	70	98	69	114	0.702
Paredes (4)	50	218	88	338	/

Plano útil:	**UGR**	Longi-	Tran	al eje de luminaria	
Altura: 0.850 m		Pared izq	18	18	
Trama:	128 x 128 Puntos	Pared inferior	18	18	
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	□ (Luminaria) [lm]	□ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	15	PHILIPS RC342B PSD W31L125 1	3600	3600	37.0

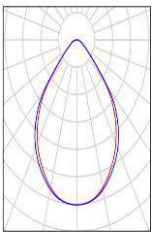
xLED36S/940 MLO (1.000)

Total: 54000 Total: 54000 555.0

Valor de eficiencia energética: 7.93 W/m² = 1.31 W/m²/100 lx (Base: 70.00 m²)

AULA 1-2-3-4 / Lista de luminarias

15 Pieza PHILIPS RC342B PSD W31L125 1 xLED36S/940 MLO



N° de artículo:

Flujo luminoso (Luminaria): 3600 lm

Flujo luminoso (Lámparas): 3600 lm

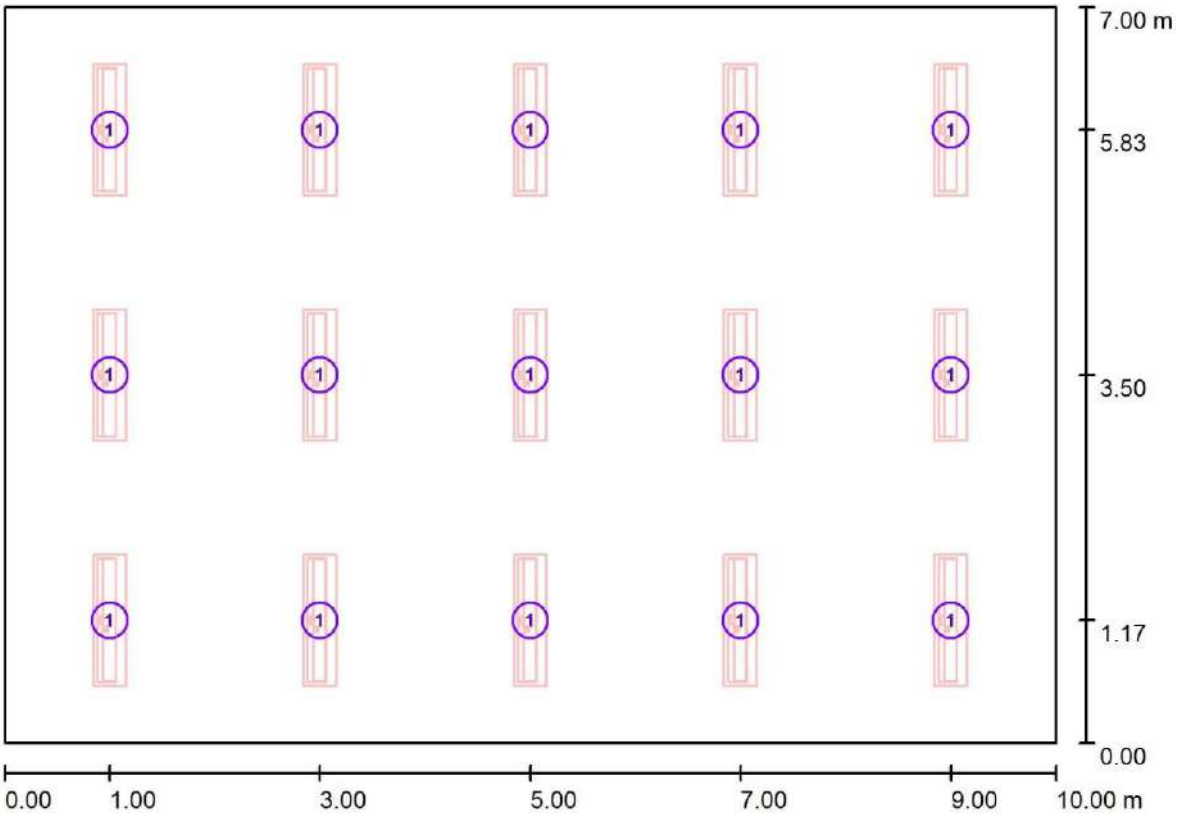
Potencia de las luminarias: 37.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 71 94 99 100 100

Lámpara: 1 x LED36S/940 (Factor de corrección 1.000).

AULA 1-2-3-4 / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 72

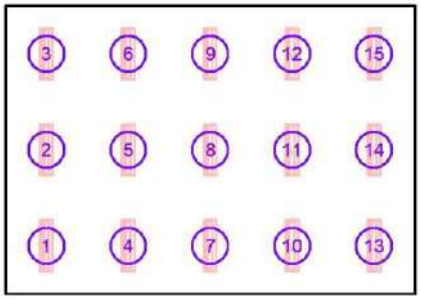
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	15	PHILIPS RC342B PSD W31L125 1 xLED36S/940 MLO

AULA 1-2-3-4 / Luminarias (lista de coordenadas)

PHILIPS RC342B PSD W31L125 1 xLED36S/940 MLO

3600 lm, 37.0 W, 1 x 1 x LED36S/940 (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]		Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z

1	1.000	1.167	2.500	0.0	0.0	0.0
2	1.000	3.500	2.500	0.0	0.0	0.0
3	1.000	5.833	2.500	0.0	0.0	0.0
4	3.000	1.167	2.500	0.0	0.0	0.0
5	3.000	3.500	2.500	0.0	0.0	0.0
6	3.000	5.833	2.500	0.0	0.0	0.0
7	5.000	1.167	2.500	0.0	0.0	0.0
8	5.000	3.500	2.500	0.0	0.0	0.0
9	5.000	5.833	2.500	0.0	0.0	0.0
10	7.000	1.167	2.500	0.0	0.0	0.0
11	7.000	3.500	2.500	0.0	0.0	0.0
12	7.000	5.833	2.500	0.0	0.0	0.0
13	9.000	1.167	2.500	0.0	0.0	0.0
14	9.000	3.500	2.500	0.0	0.0	0.0
15	9.000	5.833	2.500	0.0	0.0	0.0

A1.2. Iluminación-Cantina

Contacto:

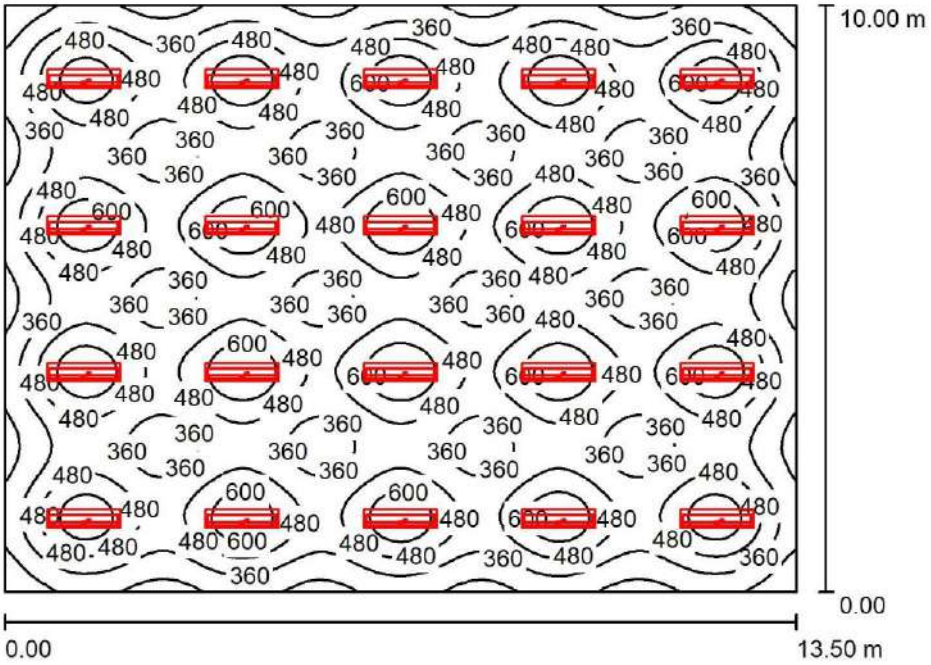
N° de encargo:

Empresa:

N° de cliente:

Fecha: 05.10.2022

Proyecto elaborado por: Adrian Meza



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80 Valores en Lux, Escala 1:129

Superficie	□ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	444	143	706	0.323
Suelo	20	414	197	494	0.477
Techo	70	74	53	85	0.714
Paredes (4)	50	152	66	236	/

Plano útil:	**UGR**	Longi-	Tran	al eje de luminaria	
Altura:	0.850 m	Pared izq		18	19
Trama:	128 x 128 Puntos	Pared inferior		18	18

Zona marginal: 0.000 m (CIE, SHR = 0.25.)

Lista de piezas - Luminarias

N° Pieza Designación (Factor de corrección) □ (Luminaria) [lm] □ (Lámparas) [lm] P [W]

PHILIPS RC342B PSD W31L125 1

1 20 3600 3600 37.0

xLED36S/940 MLO (1.000)

Total: 72000 Total: 72000 740.0

Valor de eficiencia energética: 5.48 W/m² = 1.24 W/m²/100 lx (Base: 135.00 m²)

Local 1 / Lista de luminarias

20 Pieza PHILIPS RC342B PSD W31L125 1 xLED36S/940 MLO

N° de artículo:

Flujo luminoso (Luminaria): 3600 lm

Flujo luminoso (Lámparas): 3600 lm

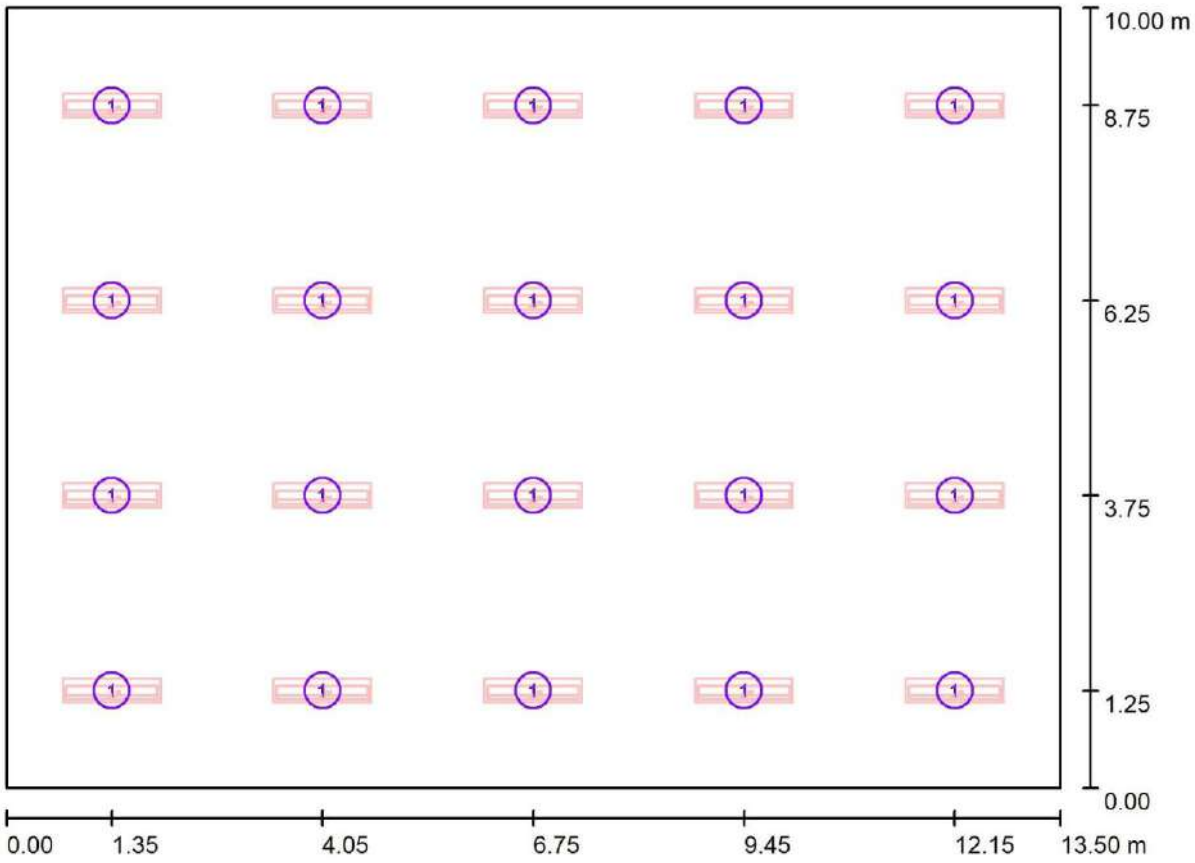
Potencia de las luminarias: 37.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 71 94 99 100 100

Lámpara: 1 x LED36S/940 (Factor de corrección 1.000).

Local 1 / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 97

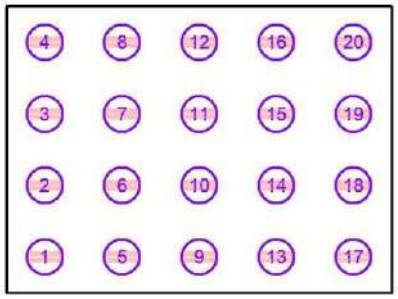
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	20	PHILIPS RC342B PSD W31L125 1 xLED36S/940 MLO

Local 1 / Luminarias (lista de coordenadas)

PHILIPS RC342B PSD W31L125 1 xLED36S/940 MLO

3600 lm, 37.0 W, 1 x 1 x LED36S/940 (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]	Rotación [°]

X		Y	Z	X	Y	Z
1	1.350	1.250	2.500	0.0	0.0	90.0
2	1.350	3.750	2.500	0.0	0.0	90.0
3	1.350	6.250	2.500	0.0	0.0	90.0
4	1.350	8.750	2.500	0.0	0.0	90.0
5	4.050	1.250	2.500	0.0	0.0	90.0
6	4.050	3.750	2.500	0.0	0.0	90.0
7	4.050	6.250	2.500	0.0	0.0	90.0
8	4.050	8.750	2.500	0.0	0.0	90.0
9	6.750	1.250	2.500	0.0	0.0	90.0
10	6.750	3.750	2.500	0.0	0.0	90.0
11	6.750	6.250	2.500	0.0	0.0	90.0
12	6.750	8.750	2.500	0.0	0.0	90.0
13	9.450	1.250	2.500	0.0	0.0	90.0
14	9.450	3.750	2.500	0.0	0.0	90.0
15	9.450	6.250	2.500	0.0	0.0	90.0
16	9.450	8.750	2.500	0.0	0.0	90.0
17	12.150	1.250	2.500	0.0	0.0	90.0
18	12.150	3.750	2.500	0.0	0.0	90.0
19	12.150	6.250	2.500	0.0	0.0	90.0
20	12.150	8.750	2.500	0.0	0.0	90.0

A.1.3. Iluminación-Laboratorio 1 FCP

Contacto:

N° de encargo:

Empresa:

N° de cliente:

Fecha: 05.10.2022

Proyecto elaborado por: Adrian Meza

Índice

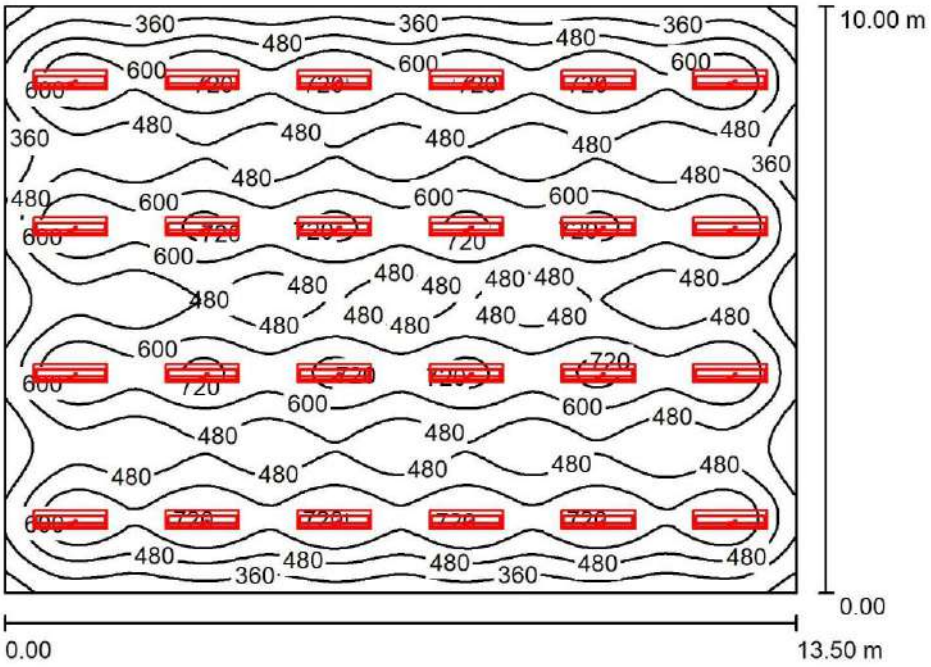
Iluminación-Laboratorio 1 FCP

Portada del proyecto 1

Índice 2

Local 1

Local 1 / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80 Valores en Lux, Escala 1:129

Superficie	□ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	Emax [lx]	Emin / Em
Plano útil	/	527	189	753	0.358
Suelo	20	492	232	581	0.471
Techo	70	85	61	104	0.719
Paredes (4)	50	183	78	315	/

Plano útil:	**UGR**	Longi-	Tran	al eje de luminaria	
Altura:	0.850 m	Pared izq	18	19	
Trama:	128 x 128 Puntos	Pared inferior	18	18	
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	□ (Luminaria) [lm]	□ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	24	PHILIPS RC342B PSD W31L125 1	3600	3600	37.0

xLED36S/940 MLO (1.000)

Total: 86400 Total: 86400 888.0

Valor de eficiencia energética: 6.58 W/m² = 1.25 W/m²/100 lx (Base: 135.00 m²)

Local 1 / Lista de luminarias

24 Pieza PHILIPS RC342B PSD W31L125 1 xLED36S/940 MLO

N° de artículo:

Flujo luminoso (Luminaria): 3600 lm

Flujo luminoso (Lámparas): 3600 lm

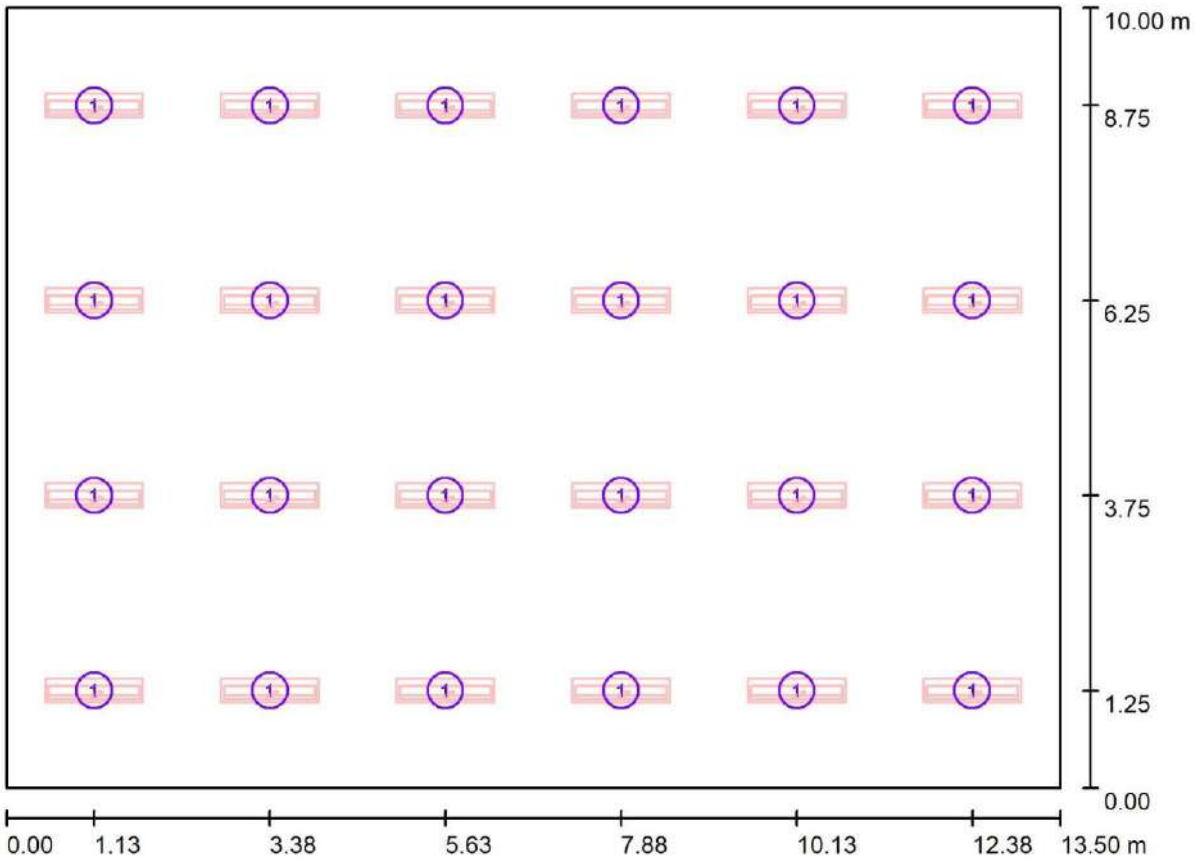
Potencia de las luminarias: 37.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 71 94 99 100 100

Lámpara: 1 x LED36S/940 (Factor de corrección 1.000).

Local 1 / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 97

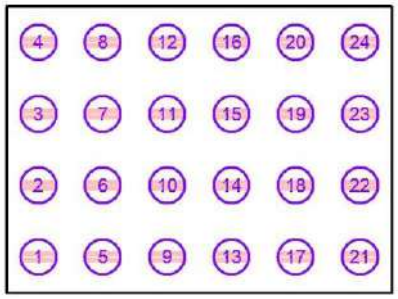
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	24	PHILIPS RC342B PSD W31L125 1 xLED36S/940 MLO

Local 1 / Luminarias (lista de coordenadas)

PHILIPS RC342B PSD W31L125 1 xLED36S/940 MLO

3600 lm, 37.0 W, 1 x 1 x LED36S/940 (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]	Rotación [°]

X		Y	Z	X	Y	Z
1	1.125	1.250	2.500	0.0	0.0	90.0
2	1.125	3.750	2.500	0.0	0.0	90.0
3	1.125	6.250	2.500	0.0	0.0	90.0
4	1.125	8.750	2.500	0.0	0.0	90.0
5	3.375	1.250	2.500	0.0	0.0	90.0
6	3.375	3.750	2.500	0.0	0.0	90.0
7	3.375	6.250	2.500	0.0	0.0	90.0
8	3.375	8.750	2.500	0.0	0.0	90.0
9	5.625	1.250	2.500	0.0	0.0	90.0
10	5.625	3.750	2.500	0.0	0.0	90.0
11	5.625	6.250	2.500	0.0	0.0	90.0
12	5.625	8.750	2.500	0.0	0.0	90.0
13	7.875	1.250	2.500	0.0	0.0	90.0
14	7.875	3.750	2.500	0.0	0.0	90.0
15	7.875	6.250	2.500	0.0	0.0	90.0
16	7.875	8.750	2.500	0.0	0.0	90.0
17	10.125	1.250	2.500	0.0	0.0	90.0
18	10.125	3.750	2.500	0.0	0.0	90.0
19	10.125	6.250	2.500	0.0	0.0	90.0
20	10.125	8.750	2.500	0.0	0.0	90.0
21	12.375	1.250	2.500	0.0	0.0	90.0
22	12.375	3.750	2.500	0.0	0.0	90.0
23	12.375	6.250	2.500	0.0	0.0	90.0
24	12.375	8.750	2.500	0.0	0.0	90.0

A.1.4. Iluminación-Oficina Facultad de Ciencias Médicas

Contacto:

N° de encargo:

Empresa:

N° de cliente:

Fecha: 05.10.2022

Proyecto elaborado por: Adrian Meza

Índice

Iluminación-Oficina Facultad de Ciencias Médicas

Portada del proyecto 1

Índice 2

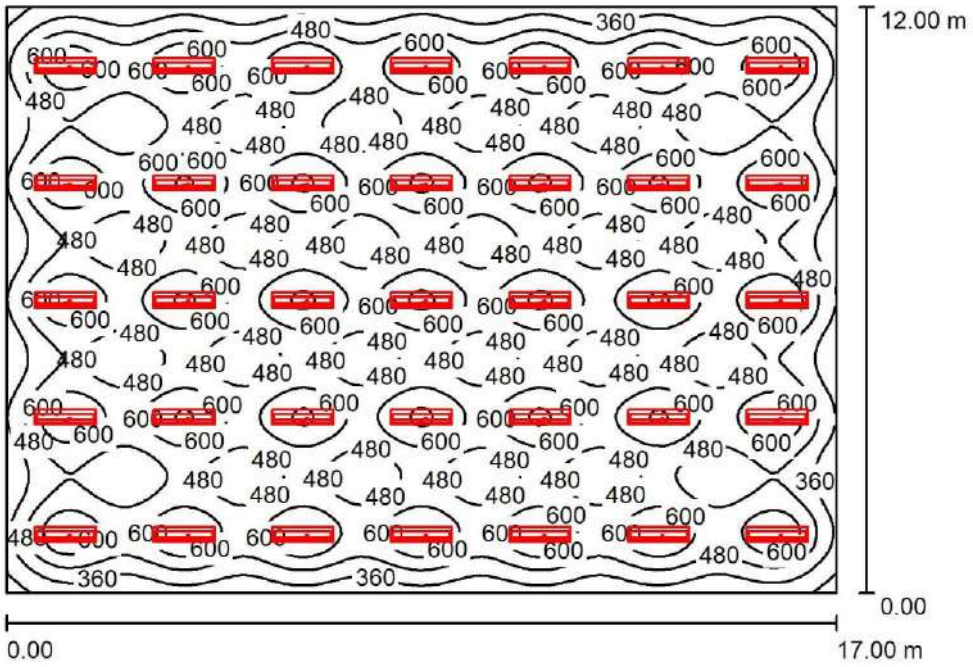
Local 1

Resumen 3

Lista de luminarias 4

Luminarias (ubicación) 5 Luminarias (lista de coordenadas) 6

Local 1 / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80 Valores en Lux, Escala 1:155

Superficie	□ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	520	183	743	0.352
Suelo	20	491	230	572	0.468
Techo	70	88	58	100	0.660
Paredes (4)	50	182	81	281	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m

Trama: 128 x 128 Puntos

Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	□ (Luminaria) [lm]	□ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	35	PHILIPS RC342B PSD W31L125 1	3600	3600	37.0

xLED36S/940 MLO (1.000)

Total: 126000 Total: 126000 1295.0

Valor de eficiencia energética: 6.35 W/m² = 1.22 W/m²/100 lx (Base: 204.00 m²)

Local 1 / Lista de luminarias

35 Pieza PHILIPS RC342B PSD W31L125 1 xLED36S/940 MLO

N° de artículo:

Flujo luminoso (Luminaria): 3600 lm

Flujo luminoso (Lámparas): 3600 lm

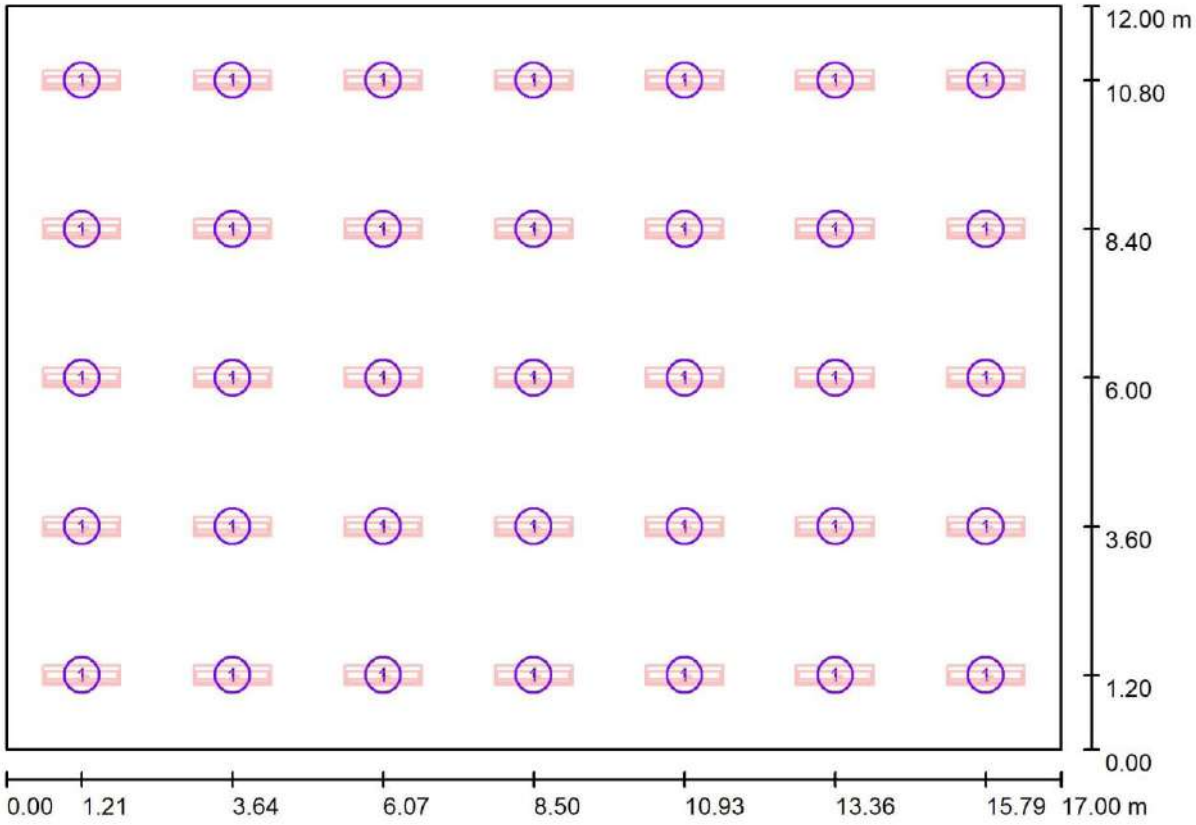
Potencia de las luminarias: 37.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 71 94 99 100 100

Lámpara: 1 x LED36S/940 (Factor de corrección 1.000).

Local 1 / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 122

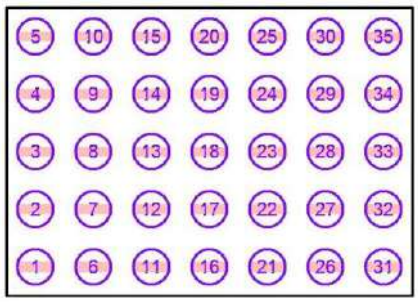
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	35	PHILIPS RC342B PSD W31L125 1 xLED36S/940 MLO

Local 1 / Luminarias (lista de coordenadas)

PHILIPS RC342B PSD W31L125 1 xLED36S/940 MLO

3600 lm, 37.0 W, 1 x 1 x LED36S/940 (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]	Rotación [°]

X		Y	Z	X	Y	Z
1	1.214	1.200	2.500	0.0	0.0	90.0
2	1.214	3.600	2.500	0.0	0.0	90.0
3	1.214	6.000	2.500	0.0	0.0	90.0
4	1.214	8.400	2.500	0.0	0.0	90.0
5	1.214	10.800	2.500	0.0	0.0	90.0
6	3.643	1.200	2.500	0.0	0.0	90.0
7	3.643	3.600	2.500	0.0	0.0	90.0
8	3.643	6.000	2.500	0.0	0.0	90.0
9	3.643	8.400	2.500	0.0	0.0	90.0
10	3.643	10.800	2.500	0.0	0.0	90.0
11	6.071	1.200	2.500	0.0	0.0	90.0
12	6.071	3.600	2.500	0.0	0.0	90.0
13	6.071	6.000	2.500	0.0	0.0	90.0
14	6.071	8.400	2.500	0.0	0.0	90.0
15	6.071	10.800	2.500	0.0	0.0	90.0
16	8.500	1.200	2.500	0.0	0.0	90.0
17	8.500	3.600	2.500	0.0	0.0	90.0
18	8.500	6.000	2.500	0.0	0.0	90.0
19	8.500	8.400	2.500	0.0	0.0	90.0
20	8.500	10.800	2.500	0.0	0.0	90.0
21	10.929	1.200	2.500	0.0	0.0	90.0
22	10.929	3.600	2.500	0.0	0.0	90.0
23	10.929	6.000	2.500	0.0	0.0	90.0
24	10.929	8.400	2.500	0.0	0.0	90.0
25	10.929	10.800	2.500	0.0	0.0	90.0
26	13.357	1.200	2.500	0.0	0.0	90.0
27	13.357	3.600	2.500	0.0	0.0	90.0
28	13.357	6.000	2.500	0.0	0.0	90.0

A.1.5. Iluminación-Sala de Profesores

Contacto:

N° de encargo:

Empresa:

N° de cliente:

Fecha: 05.10.2022

Proyecto elaborado por: Adrian Meza

Índice

Iluminación-Sala de Profesores

Portada del proyecto 1

Índice 2

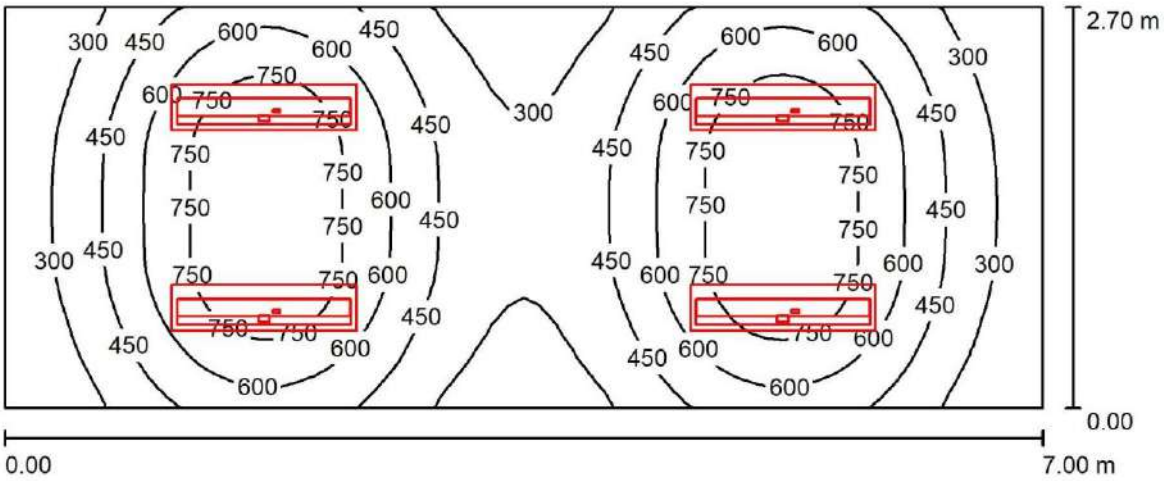
Local 1

Resumen 3

Lista de luminarias 4

Luminarias (ubicación) 5 Luminarias (lista de coordenadas) 6

Local 1 / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80 Valores en Lux, Escala 1:51

Superficie	□ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	Emax [lx]	Emin / Em
Plano útil	/	512	163	880	0.319
Suelo	20	420	229	550	0.546
Techo	70	78	57	94	0.730
Paredes (4)	50	186	66	502	/

Plano útil: **UGR** Longi- Tran al eje de luminaria
Altura: 0.850 m Pared izq 17 18
Trama: 64 x 32 Puntos Pared inferior 17 17
Zona marginal: 0.000 m (CIE, SHR = 0.25.)

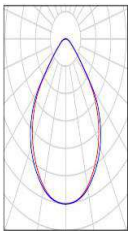
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	□ (Luminaria) [lm]	□ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS RC342B PSD W31L125 1 xLED36S/940 MLO (1.000)	3600	3600	37.0
	Total: 14400		Total: 14400		148.0

Valor de eficiencia energética: 7.83 W/m² = 1.53 W/m²/100 lx (Base: 18.90 m²)

Local 1 / Lista de luminarias

4 Pieza PHILIPS RC342B PSD W31L125 1 xLED36S/940 MLO



N° de artículo:

Flujo luminoso (Luminaria): 3600 lm

Flujo luminoso (Lámparas): 3600 lm

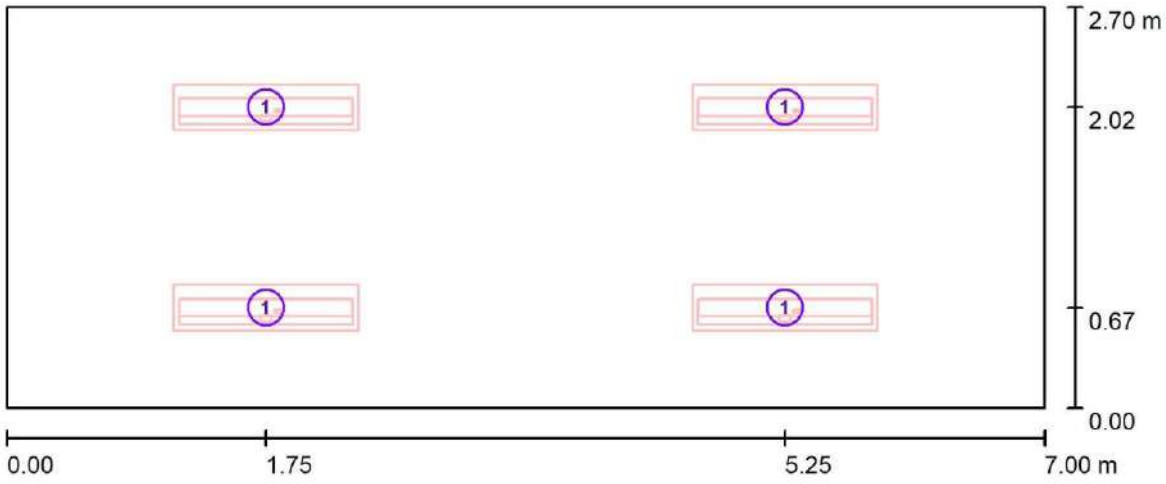
Potencia de las luminarias: 37.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 71 94 99 100 100

Lámpara: 1 x LED36S/940 (Factor de corrección 1.000).

Local 1 / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 51

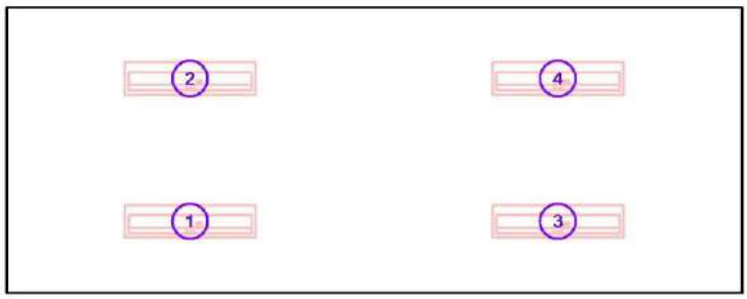
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	4	PHILIPS RC342B PSD W31L125 1 xLED36S/940 MLO

Local 1 / Luminarias (lista de coordenadas)

PHILIPS RC342B PSD W31L125 1 xLED36S/940 MLO

3600 lm, 37.0 W, 1 x 1 x LED36S/940 (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	1.750	0.675	2.500	0.0	0.0	90.0
2	1.750	2.025	2.500	0.0	0.0	90.0
3	5.250	0.675	2.500	0.0	0.0	90.0
4	5.250	2.025	2.500	0.0	0.0	90.0

A.1.6. Iluminación- Aula Nº5

Contacto:

N° de encargo:

Empresa:

N° de cliente:

Fecha: 05.10.2022

Proyecto elaborado por: Adrian Meza

Índice

Iluminación- Aula Nº5

Portada del proyecto 1

Índice 2

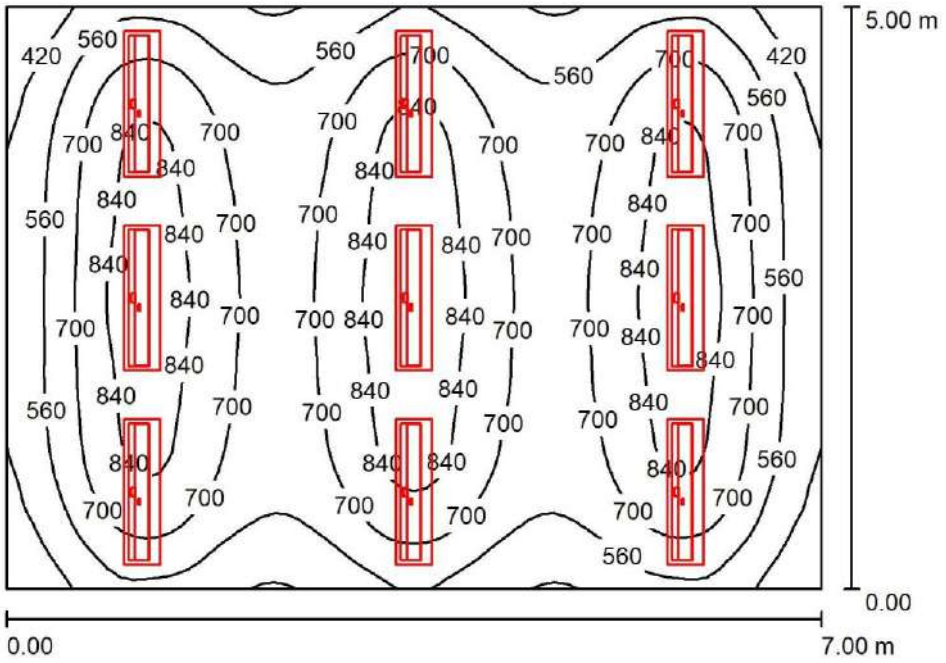
Local 1

Resumen 3

Lista de luminarias 4

Luminarias (ubicación) 5 Luminarias (lista de coordenadas) 6

Local 1 / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80 Valores en Lux, Escala 1:65

Superficie	□	[%]	Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	Emin / Em
Plano útil	/		679	290	940	0.427
Suelo	20		596	309	764	0.519
Techo	70		106	68	127	0.635
Paredes (4)	50		251	97	600	/

Plano útil:	**UGR**	Longi-	Tran	al eje de luminaria	
Altura: 0.850 m		Pared izq	18	18	
Trama:	64 x 64 Puntos	Pared inferior		17	18
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Lista de piezas - Luminarias

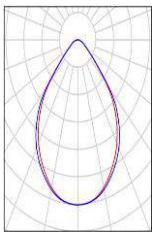
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	□ (Luminaria) [lm]	□ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	9	PHILIPS RC342B PSD W31L125 1	3600	3600	37.0

xLED36S/940 MLO (1.000)

Total: 32400 Total: 32400 333.0

Valor de eficiencia energética: 9.51 W/m² = 1.40 W/m²/100 lx (Base: 35.00 m²)

Local 1 / Lista de luminarias



9 Pieza PHILIPS RC342B PSD W31L125 1 xLED36S/940 MLO

N° de artículo:

Flujo luminoso (Luminaria): 3600 lm

Flujo luminoso (Lámparas): 3600 lm

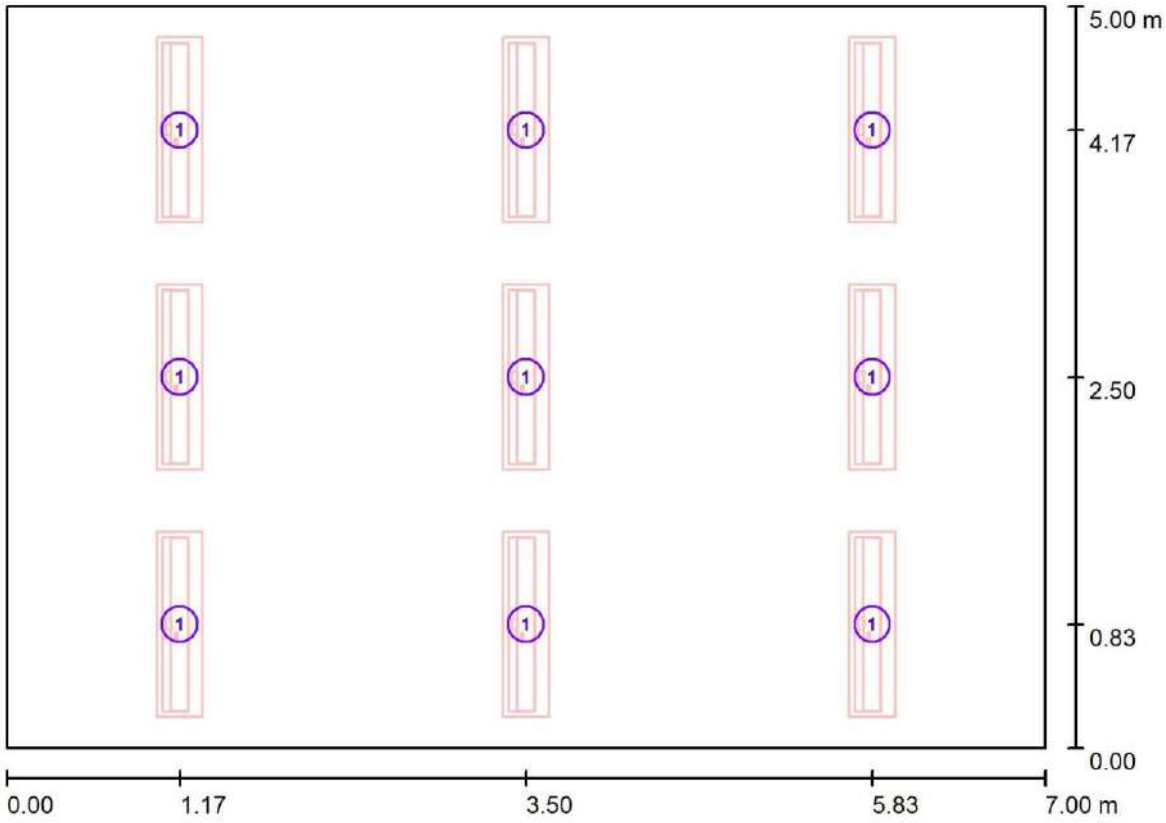
Potencia de las luminarias: 37.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 71 94 99 100 100

Lámpara: 1 x LED36S/940 (Factor de corrección 1.000).

Local 1 / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 51

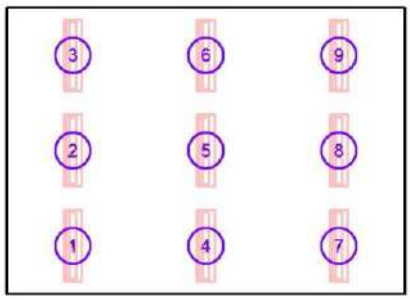
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	9	PHILIPS RC342B PSD W31L125 1 xLED36S/940 MLO

Local 1 / Luminarias (lista de coordenadas)

PHILIPS RC342B PSD W31L125 1 xLED36S/940 MLO

3600 lm, 37.0 W, 1 x 1 x LED36S/940 (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]	Rotación [°]

X		Y	Z	X	Y	Z
1	1.167	0.833	2.500	0.0	0.0	0.0
2	1.167	2.500	2.500	0.0	0.0	0.0
3	1.167	4.167	2.500	0.0	0.0	0.0
4	3.500	0.833	2.500	0.0	0.0	0.0
5	3.500	2.500	2.500	0.0	0.0	0.0
6	3.500	4.167	2.500	0.0	0.0	0.0
7	5.833	0.833	2.500	0.0	0.0	0.0
8	5.833	2.500	2.500	0.0	0.0	0.0
9	5.833	4.167	2.500	0.0	0.0	0.0

A.1.7. Iluminación-Coordinación Académica y Oficinas FCE

Contacto:

N° de encargo:

Empresa:

N° de cliente:

Fecha: 05.10.2022

Proyecto elaborado por: Adrian Meza

Índice

Iluminación-Coordinación Académica y Oficinas FCE

Portada del proyecto 1

Índice 2

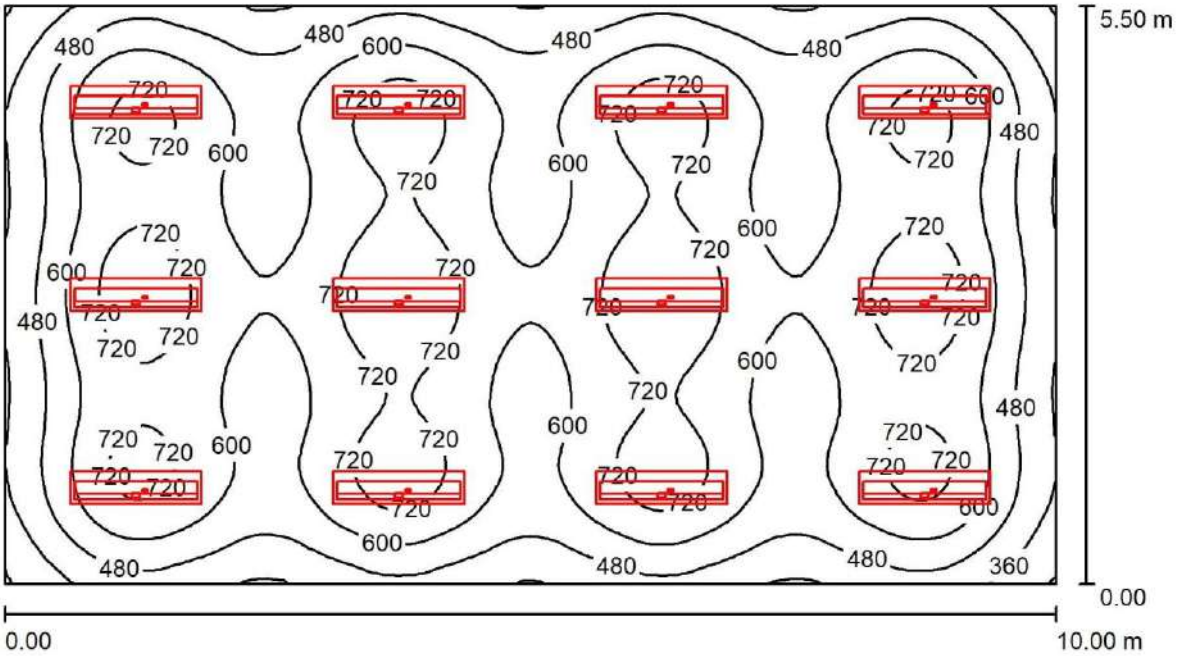
Local 1

Resumen 3

Lista de luminarias 4

Luminarias (ubicación) 5 Luminarias (lista de coordenadas) 6

Local 1 / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80 Valores en Lux, Escala 1:72

Superficie	□ [%]	Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	Emin / Em
Plano útil	/	604	232	813	0.384
Suelo	20	542	284	672	0.525
Techo	70	97	72	115	0.746
Paredes (4)	50	217	88	370	/

Plano útil:	**UGR**	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura: 0.850 m		Pared izq	18	18
Trama:	128 x 64 Puntos	Pared inferior	18	18
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)		

Lista de piezas - Luminarias

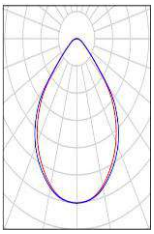
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	□ (Luminaria) [lm]	□ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	12	PHILIPS RC342B PSD W31L125 1 xLED36S/940 MLO (1.000)	3600	3600	37.0

Total: 43200 Total: 43200 444.0

Valor de eficiencia energética: 8.07 W/m² = 1.34 W/m²/100 lx (Base: 55.00 m²)

Local 1 / Lista de luminarias

12 Pieza PHILIPS RC342B PSD W31L125 1 xLED36S/940 MLO



N° de artículo:

Flujo luminoso (Luminaria): 3600 lm

Flujo luminoso (Lámparas): 3600 lm

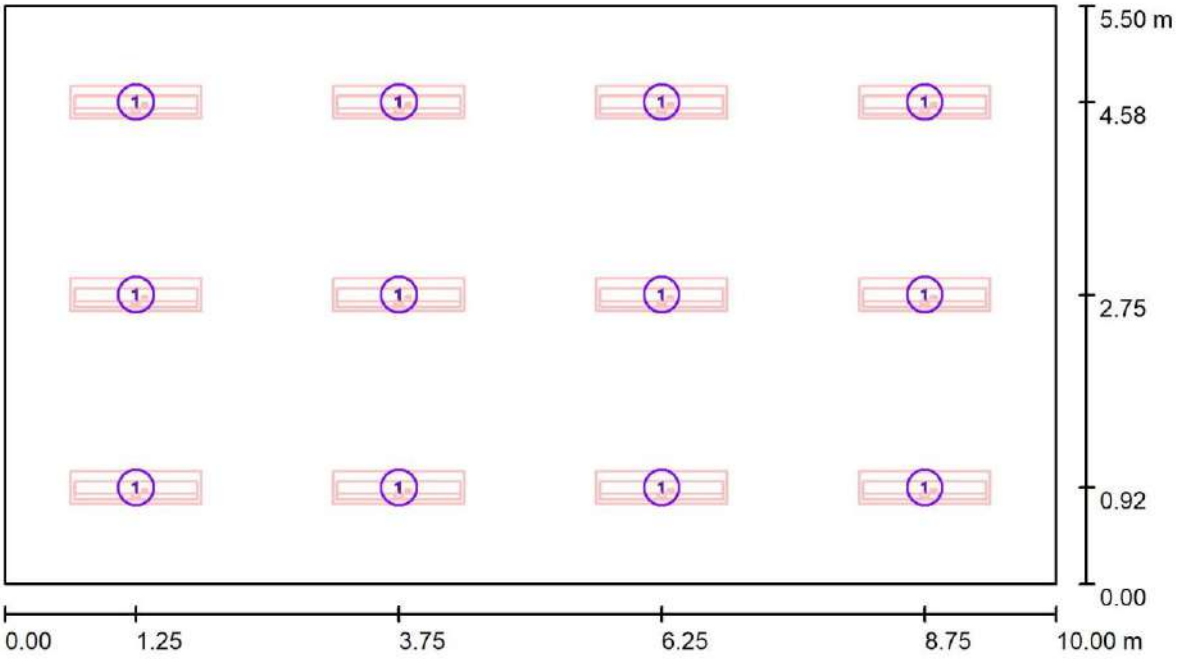
Potencia de las luminarias: 37.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 71 94 99 100 100

Lámpara: 1 x LED36S/940 (Factor de corrección 1.000).

Local 1 / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 72

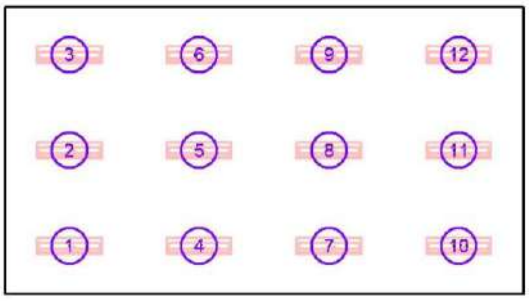
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	12	PHILIPS RC342B PSD W31L125 1 xLED36S/940 MLO

Local 1 / Luminarias (lista de coordenadas)

PHILIPS RC342B PSD W31L125 1 xLED36S/940 MLO

3600 lm, 37.0 W, 1 x 1 x LED36S/940 (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	1.250	0.917	2.500	0.0	0.0	90.0
2	1.250	2.750	2.500	0.0	0.0	90.0

3	1.250	4.583	2.500	0.0	0.0	90.0
4	3.750	0.917	2.500	0.0	0.0	90.0
5	3.750	2.750	2.500	0.0	0.0	90.0
6	3.750	4.583	2.500	0.0	0.0	90.0
7	6.250	0.917	2.500	0.0	0.0	90.0
8	6.250	2.750	2.500	0.0	0.0	90.0
9	6.250	4.583	2.500	0.0	0.0	90.0
10	8.750	0.917	2.500	0.0	0.0	90.0
11	8.750	2.750	2.500	0.0	0.0	90.0
12	8.750	4.583	2.500	0.0	0.0	90.0

A.1.8. Iluminación-Decanato FCM

Contacto:

N° de encargo:

Empresa:

N° de cliente:

Fecha: 05.10.2022

Proyecto elaborado por: Adrian Meza

Índice

Iluminación-Decanato FCM

Portada del proyecto 1

Índice 2

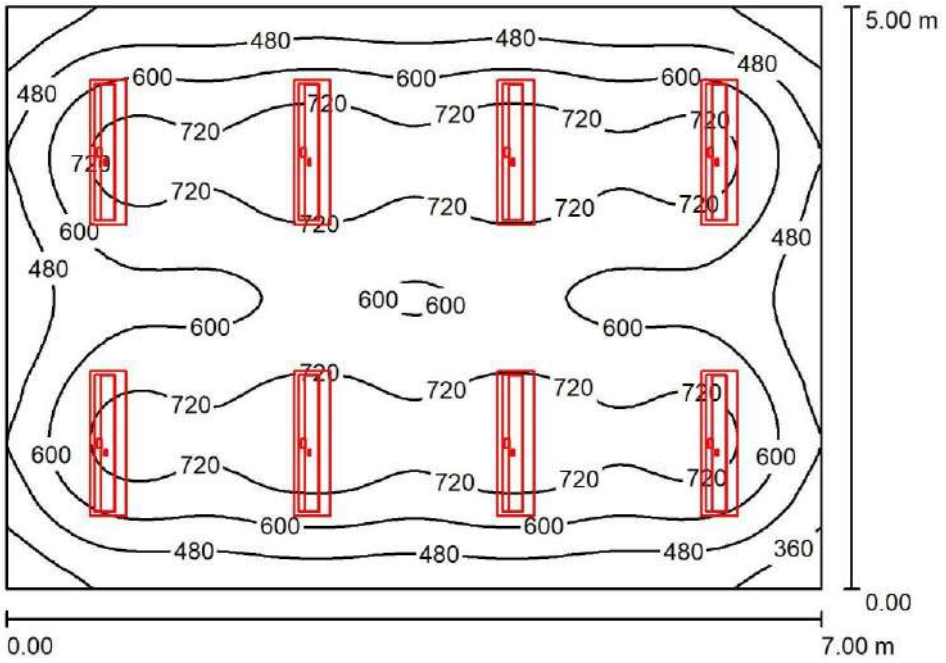
Local 1

Resumen 3

Lista de luminarias 4

Luminarias (ubicación) 5 Luminarias (lista de coordenadas) 6

Local 1 / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80 Valores en Lux, Escala 1:65

Superficie	□ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	Emax [lx]	Emin / Em
Plano útil	/	612	257	817	0.420
Suelo	20	535	276	673	0.515
Techo	70	93	65	115	0.693
Paredes (4)	50	219	89	380	/

Plano útil:	**UGR**	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura: 0.850 m		Pared izq	18	18
Trama:	64 x 64 Puntos	Pared inferior	17	18
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)		

Lista de piezas - Luminarias

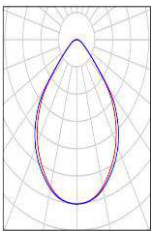
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	□ (Luminaria) [lm]	□ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	8	PHILIPS RC342B PSD W31L125 1	3600	3600	37.0

xLED36S/940 MLO (1.000)

Total: 28800 Total: 28800 296.0

Valor de eficiencia energética: 8.46 W/m² = 1.38 W/m²/100 lx (Base: 35.00 m²)

Local 1 / Lista de luminarias



8 Pieza PHILIPS RC342B PSD W31L125 1 xLED36S/940 MLO

N° de artículo:

Flujo luminoso (Luminaria): 3600 lm

Flujo luminoso (Lámparas): 3600 lm

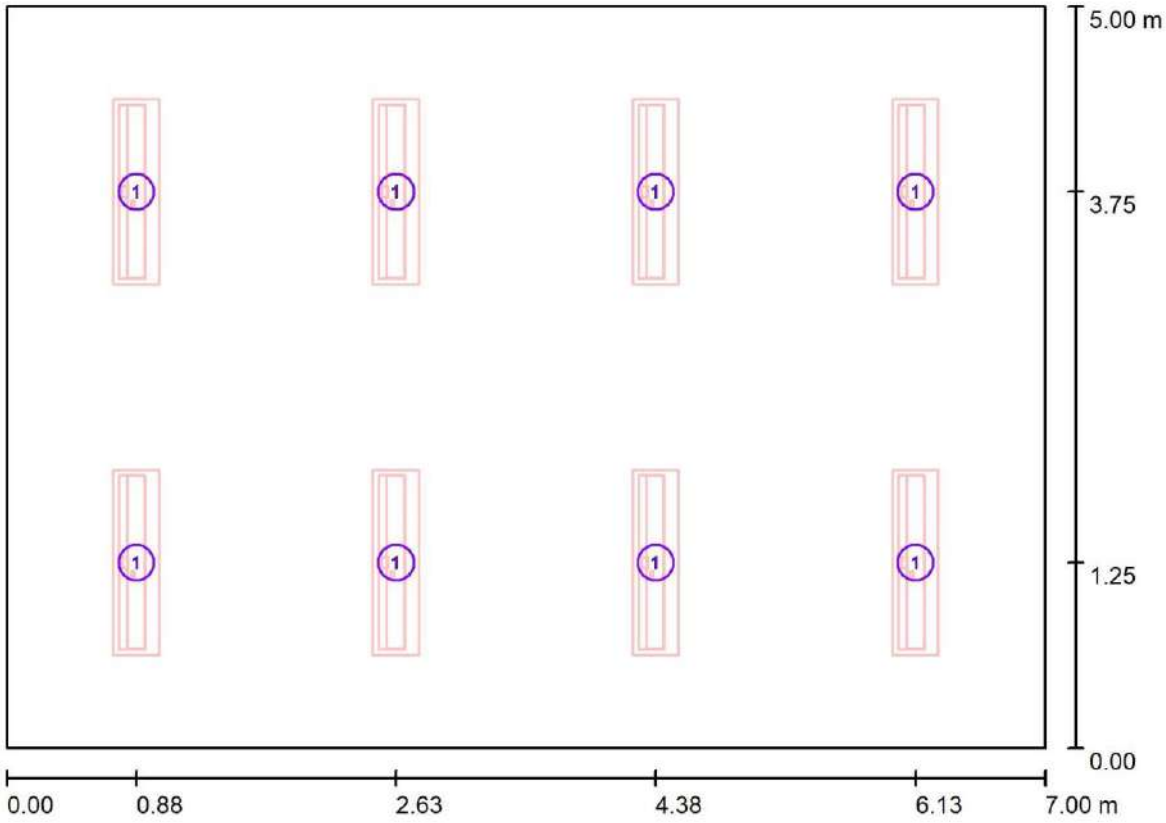
Potencia de las luminarias: 37.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 71 94 99 100 100

Lámpara: 1 x LED36S/940 (Factor de corrección 1.000).

Local 1 / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 51

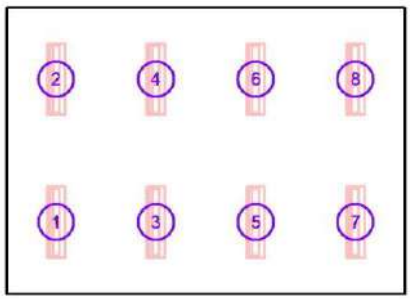
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	8	PHILIPS RC342B PSD W31L125 1 xLED36S/940 MLO

Local 1 / Luminarias (lista de coordenadas)

PHILIPS RC342B PSD W31L125 1 xLED36S/940 MLO

3600 lm, 37.0 W, 1 x 1 x LED36S/940 (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]	Rotación [°]

X		Y	Z	X	Y	Z
1	0.875	1.250	2.500	0.0	0.0	0.0
2	0.875	3.750	2.500	0.0	0.0	0.0
3	2.625	1.250	2.500	0.0	0.0	0.0
4	2.625	3.750	2.500	0.0	0.0	0.0
5	4.375	1.250	2.500	0.0	0.0	0.0
6	4.375	3.750	2.500	0.0	0.0	0.0
7	6.125	1.250	2.500	0.0	0.0	0.0
8	6.125	3.750	2.500	0.0	0.0	0.0

A.1.9. Proyecto 1

Contacto:

N° de encargo:

Empresa:

N° de cliente:

Fecha: 05.10.2022 Proyecto elaborado por:

Índice

Proyecto 1

Portada del proyecto 1

Índice 2

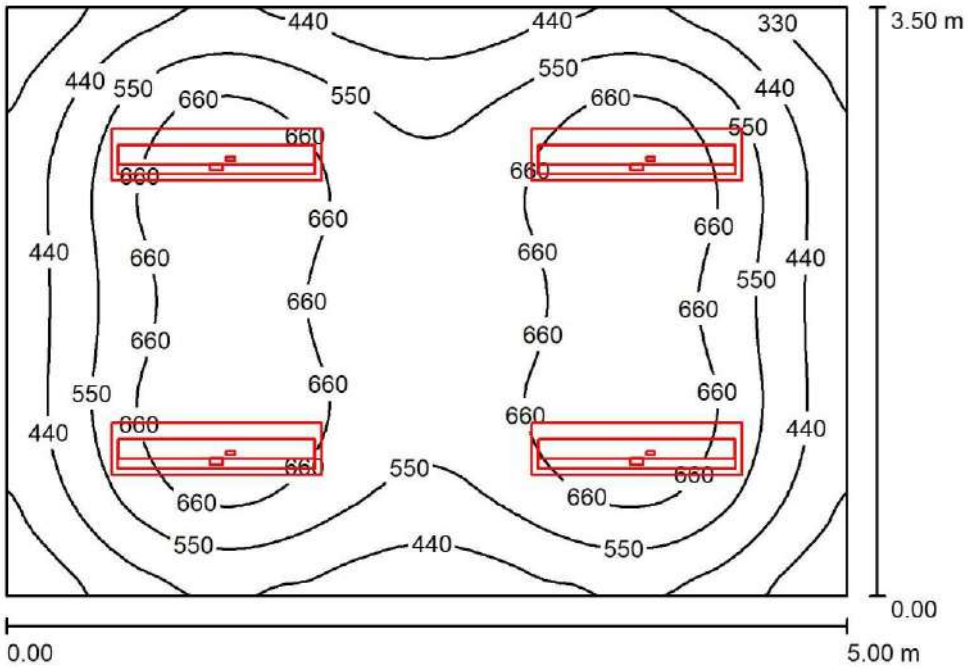
Local 1

Resumen 3

Lista de luminarias 4

Luminarias (ubicación) 5 Luminarias (lista de coordenadas) 6

Local 1 / Resumen

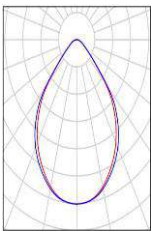

440
440
330
3.50 m
440
550
660
550
660
550
660
660
660

xLED36S/940 MLO (1.000)

Total: 14400 Total: 14400 148.0

Valor de eficiencia energética: 8.46 W/m² = 1.50 W/m²/100 lx (Base: 17.50 m²)

Local 1 / Lista de luminarias



4 Pieza PHILIPS RC342B PSD W31L125 1 xLED36S/940 MLO

N° de artículo:

Flujo luminoso (Luminaria): 3600 lm

Flujo luminoso (Lámparas): 3600 lm

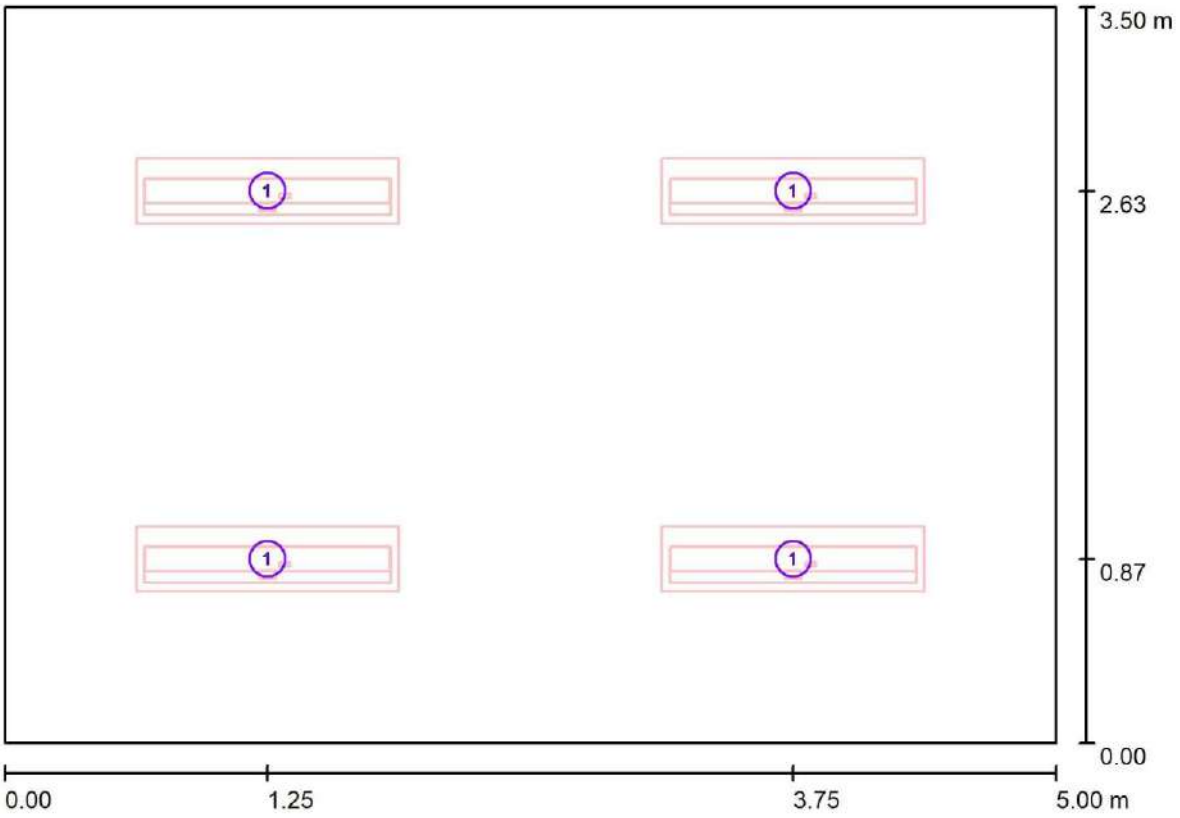
Potencia de las luminarias: 37.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 71 94 99 100 100

Lámpara: 1 x LED36S/940 (Factor de corrección 1.000).

Local 1 / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 36

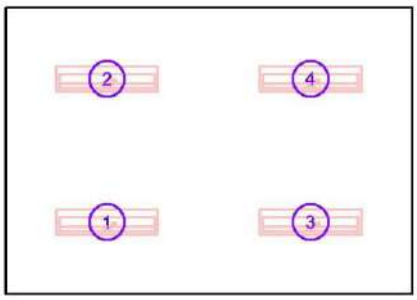
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	4	PHILIPS RC342B PSD W31L125 1 xLED36S/940 MLO

Local 1 / Luminarias (lista de coordenadas)

PHILIPS RC342B PSD W31L125 1 xLED36S/940 MLO

3600 lm, 37.0 W, 1 x 1 x LED36S/940 (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]	
X	Y	Z	X	Y	Z

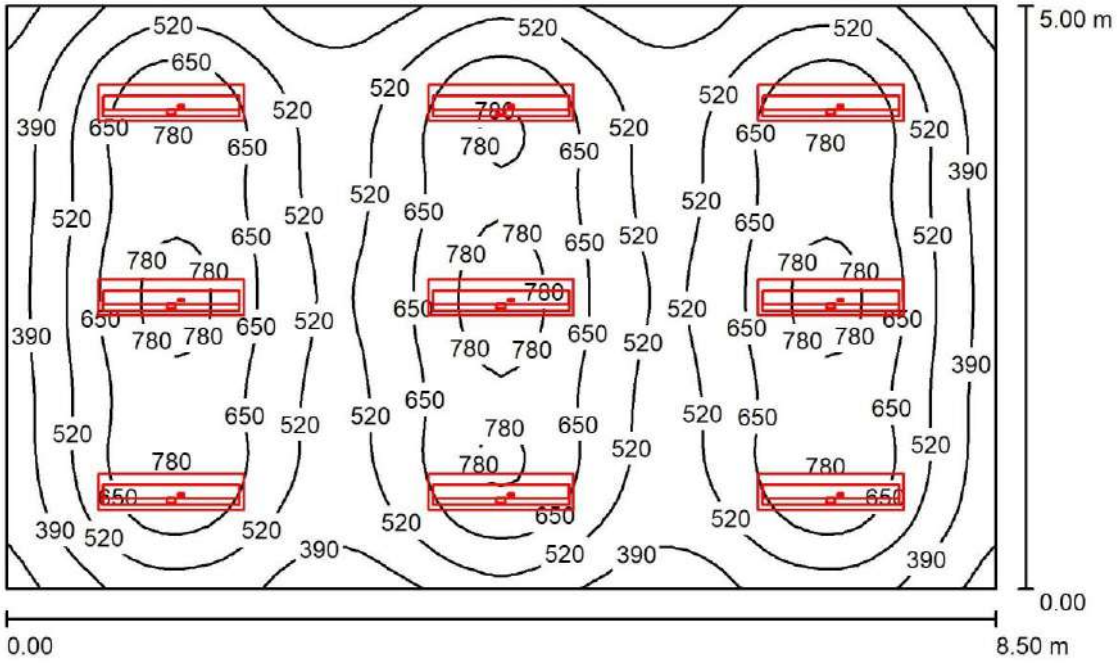
1	1.250	0.875	2.500	0.0	0.0	90.0
2	1.250	2.625	2.500	0.0	0.0	90.0
3	3.750	0.875	2.500	0.0	0.0	90.0
4	3.750	2.625	2.500	0.0	0.0	90.0

A.1.10. Iluminacón-Secr.Gral.Economía

Contacto:
N° de encargo:
Empresa:
N° de cliente:
Fecha: 05.10.2022
Proyecto elaborado por: Adrian Meza
Índice

Iluminacón-Secr.Gral.Economía
Portada del proyecto 1
Índice 2
Local 1
Resumen 3
Lista de luminarias 4
Luminarias (ubicación) 5 Luminarias (lista de coordenadas) 6

Local 1 / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80 Valores en Lux, Escala 1:65

Superficie	□ [%]	Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	Emin / Em
Plano útil	/	578	218	841	0.378
Suelo	20	511	260	652	0.509
Techo	70	95	68	109	0.722
Paredes (4)	50	207	82	402	/

Plano útil:	**UGR**	Longi-	Tran
Altura: 0.850 m		Pared izq	18	18
Trama:	64 x 64 Puntos	Pared inferior	18	18
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)		

al eje de luminaria

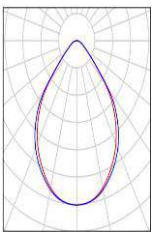
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	□ (Luminaria) [lm]	□ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	9	PHILIPS RC342B PSD W31L125 1 xLED36S/940 MLO (1.000)	3600	3600	37.0
	Total: 32400		Total: 32400		333.0

Valor de eficiencia energética: 7.84 W/m² = 1.36 W/m²/100 lx (Base: 42.50 m²)

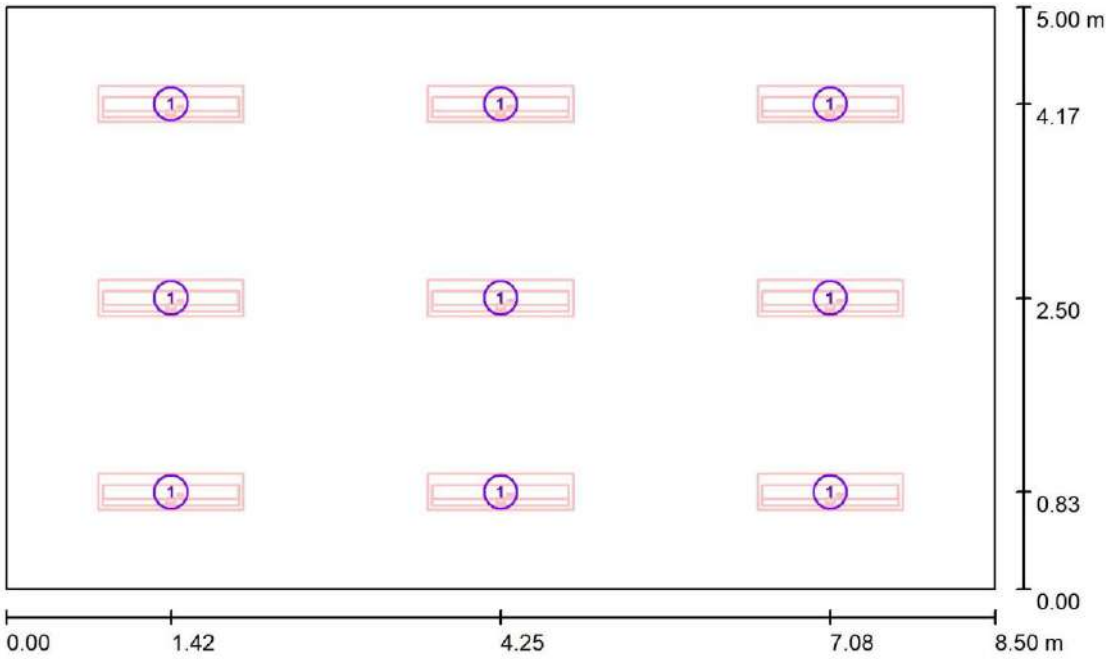
Local 1 / Lista de luminarias

9 Pieza PHILIPS RC342B PSD W31L125 1 xLED36S/940 MLO



N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3600 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 3600 lm
Potencia de las luminarias: 37.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 71 94 99 100 100
Lá



mpara: 1 x LED36S/940 (Factor de corrección 1.000).
Local 1 / Luminarias (ubicación)

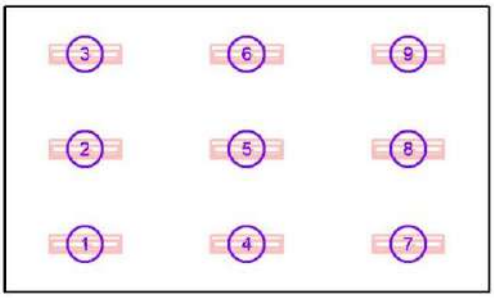
Escala 1 : 61
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	9	PHILIPS RC342B PSD W31L125 1 xLED36S/940 MLO

Local 1 / Luminarias (lista de coordenadas)

PHILIPS RC342B PSD W31L125 1 xLED36S/940 MLO

3600 lm, 37.0 W, 1 x 1 x LED36S/940 (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	1.417	0.833	2.500	0.0	0.0	90.0
2	1.417	2.500	2.500	0.0	0.0	90.0
3	1.417	4.167	2.500	0.0	0.0	90.0
4	4.250	0.833	2.500	0.0	0.0	90.0

5	4.250	2.500	2.500	0.0	0.0	90.0
6	4.250	4.167	2.500	0.0	0.0	90.0
7	7.083	0.833	2.500	0.0	0.0	90.0
8	7.083	2.500	2.500	0.0	0.0	90.0
9	7.083	4.167	2.500	0.0	0.0	90.0

Bibliografía

[1] Electricidad ITS, «Electricidad its,» 2007. [En línea]. Available: http://electricidad cts.es.tl/Generaci%F3n,-transmisi%F3n-y-distrubuci%F3n-de-la-Energia-Electric a.htm. [Último acceso: 10 Febrero 2015].

[2] C. C. M. S. I. Landinger, *Sistema Hendrix de líneas compactas protegidas: Contacto con Ramas,* Hendrix Wire & Cable.

[3] Copel, NORMA TÉCNICA COPEL - NTC, 1ra.Edición, 1997.

[4] AES El Salvador, Sistema semi-aislado de construcción compacto, El Salvador, 2008.

[5] «Manual del Instalador Digital,» 2015. [En línea]. Available: http:// sistemamid.com/preview.php?a=2597. [Último acceso: 2 Febrero 2015].

[6] M. A. Pérez, «Accesorios utilizados para su instalacion,» de *Proyecto de Tésis. Redes de Distribución Aéreas Compactas en Media Tensión*, Mèxico, 2009, pp. 12-23.

[7] Catálogo de Produtos para Linhas Preformados Ltda., *Distribución,* Cajamar SP.

[8] F. D. d. D. D. R. M. y. B. C. D. O. d. D. Z. M. y. B. C. ANDE, 2012.

[9] I. R. E. y. Lara, Sistemas de Distribución, México: Limusa, 1990.

[10] I. R. E. Lara, «Estructuras de Mediana Tensión,» de *Sistemas de Distribucón*, México, Limusa, 1990, pp. 23-25.

[11] A. J. Pansini, «Distribution System Considerations,» de *Electrical Distribution Engineering*, Estados Unidos, The Fairmont Press, INC, 2007, pp. 9-33.

[12] J. Nogués, «Líneas aéreas eléctricas de distribucion en media y baja tensión,» 2n CFGS instalaciones electrotécniques, 2004-2005.

[13] «URSEA,» 2006-2012. [En línea]. Available: http://www.ursea.gub.uy/inicio/energia_electrica/distribucion/indicadores_calidad_ distribucion. [Último acceso: 4 Enero 2015].

[14] Universidad del Atlántico y la Universidad Autónoma del Occidente, «SI3EA,» 2014. [En línea]. Available: http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Docs/calidad.pdf. [Último acceso: 6 Enero 2015].

[15] A. Francke, «Sistema trifásico asimétrico y desequilibrado,» *ElectroInstalador,* vol. 2, nº 18, pp. 16-18, Febrero 2008.

[16] COIDEA S.A., de *Redes aéreas compactas. Manual de normalización*, Buenos Aires.Argentina, p. 2.

[17] ISBN, «scribd,» [En línea]. Available: https://es.scribd.com/doc/98653631/ Electricidad-Libro-de-Instalaciones-Electricas. [Último acceso: 10 Junio 2014].

[18] Ministerio de Industria, Energía y Turismo, «Energía eléctrica: Ministerio de Industria, Energía y Turismo,» 2014. [En línea]. Available:

[19] http://www.minetur.gob.es/energia/electricidad/CalidadServicio/Paginas/IndexCalidad.aspx. [Último acceso: 5 Enero 2015].

[20] M. A. Pérez, «Experiencia Operativa,» de *Proyecto de Tésis. Redes de Distribución Aéreas Compactas en Media Tensión*, México, 2009, pp. 7-8.

[21] L. H. Romero, Interviewee, *Comportamiento de las líneas de distrbución aereas protegidas.* [Entrevista]. 16 Julio 2014.

[22] COIDEA S.A, «Caracteristicas y ventajas de las redes compactas,» *Redes aéreas compactas,* vol. IV, p. 4, 2011.

[23] Prysmian, *Líneas aéreas de media tensión,* Buenos Aires. Argentina, 2008.

[24] M. A. Pérez, «Puesta a Tierra de Cable Portante,» de *Proyecto de Tésis. Redes de Distribución Aéreas Compactas en Media Tensión*, México, 2009, p. 30.

[25] Produtos para Linhas Preformados Ltda. , «Linea Compacta,» de *Distribución*, Cajamar.SP. Brasil, pp. 41-51.

[26] Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimemtal Libertador, Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestria y Tesis Doctorales, Venezuela: FEDUPEL, 2006.

[27] I. O. J. Grosso, «Facultad de ingenieria-Universidad nacional de la plata,» [En línea]. Available: http://www.ing.unlp.edu.ar/sispot/Libros%202007/libros/le-gro/compacta.htm. [Último acceso: 23 Marzo 2015].

[28] G. B. Urbina, «Fundamentos de Ingeniería Económica,» de *Fundamentos de Ingeniería Económica*, México, Mc Graw Hill, 2007, pp. 90-95.

[29] ANDE, Fuente: Dirección de Distribución. División Regional Centro. Dpto.de Operación de Distribución Zona Centro, Coronel Oviedo, 2012, 2014.