



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos

Naturales no Renovables

Carrera de Ingeniería Electromecánica

**Evaluación del ahorro energético en cuanto a iluminación
proyectando medidas de arquitectura sostenible y control de
iluminación mediante la domótica, para mejorar la eficiencia
energética del Bloque 3 de la FEIRNNR**

**Trabajo de Integración Curricular,
previo a la obtención del título de
Ingeniero Electromecánico.**

AUTOR:

Wilson Xavier Salinas Mogrovejo

DIRECTOR:

Ing. Raúl Alberto Chávez Romero Mg. Sc.

Loja – Ecuador

2024

Educamos para **Transformar**

Certificación

Loja, 14 de mayo de 2024

Ing. Raúl Alberto Chávez Romero., Mg. Sc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Evaluación del ahorro energético en cuanto a iluminación proyectando medidas de arquitectura sostenible y control de iluminación mediante la domótica, para mejorar la eficiencia energética del Bloque 3 de la FEIRNNR**, de autoría del estudiante **Wilson Xavier Salinas Mogrovejo**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Electromecánico**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja para el efecto, autorizo la presentación para la respectiva sustentación y defensa.

Ing. Raúl Alberto Chávez Romero., Mg. Sc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Autoría

Yo, **Wilson Xavier Salinas Mogrovejo**, declaro ser autor del presente Trabajo de Integración Curricular y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Integración Curricular, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.



Firma:

Cédula de identidad: 0107111692

Fecha: 14/05/2024.

Correo electrónico: wilson.salinas@unl.edu.ec

Teléfono: 0986995790

Carta de autorización por parte del autor, para la consulta, de reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo del Trabajo de Integración Curricular

Yo, **Wilson Xavier Salinas Mogrovejo**, declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Evaluación del ahorro energético en cuanto a iluminación proyectando medidas de arquitectura sostenible y control de iluminación mediante la domótica, para mejorar la eficiencia energética del Bloque 3 de la FEIRNNR**, como requisito para optar por el título de **Ingeniero Electromecánico**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Integración Curricular que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los catorce días del mes de mayo de dos mil veinticuatro.



Firma:

Autor: Wilson Xavier Salinas Mogrovejo

Cédula: 0107111692

Dirección: Ciudadela Julio Ordoñez

Correo electrónico: wilson.salinas@unl.edu.ec

Teléfono: 0986995790

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director del Trabajo de Integración Curricular: Ing. Luis Armando Salgado Valarezo, MSc.

Dedicatoria

Dedico con todo mi corazón esta investigación a mi madre Nelly América Mogrovejo Paute, pues sin ella no lo habría logrado ya que, con su arduo esfuerzo, paciencia, amor y su bendición a diario a lo largo de este tiempo de formación académica me ha llevado por el camino del bien. Por esta razón y muchas más te doy mi trabajo en ofrenda por tu paciencia y amor madre mía, te amo.

A mis hermanas Jessica, Jenny, Diana por ser parte importante en mi vida, por brindarme todo su apoyo, ejemplo de perseverancia y sus buenos consejos para seguir con mis estudios en el transcurso de mi vida y formación académica.

A mis profesores quienes se han tomado el arduo trabajo de enseñarme y transmitirme sus conocimientos, especialmente en el campo y temas que corresponden a mi profesión, además me llevaron por el camino correcto, me ofrecieron sabios conocimientos para cumplir todas mis metas y lo que me proponga.

Finalmente, a toda mi familia, amigos y personas especiales en mi vida, este logro es en gran parte gracias a ustedes; he logrado concluir con éxito este Trabajo de Integración Curricular, que al inicio parecía ser una tarea interminable, por esta y más razones dedico mi trabajo de investigación a ustedes, seres que ofrecen amor, y los deleites de la vida.

Wilson Xavier Salinas Mogrovejo

Agradecimientos

Agradezco de manera sincera a Dios por haberme otorgado una familia maravillosa ya que siempre me apoyaron en las buenas y malas, me brindaron un claro ejemplo de superación, sacrificio y sobre todo la humildad, con sus consejos, su amor y su cariño me enseñaron a valorar todo lo que tengo.

A mi madre y hermanas por ofrecerme un apoyo incondicional y ser un pilar fundamental para salir adelante, a pesar de muchas complicaciones y bajones emocionales siempre estuvieron dándome fuerzas y apoyándome para continuar con mis estudios.

A mis amigos Karla, Joel y Albin que durante este proceso académico siempre estuvieron presentes apoyándome, con ellos aprendí lo que es una amistad sincera, a pesar de muchos bajones siempre estuvieron cuando más los necesité.

A mi director Trabajo de Integración Curricular, el Ing. Raúl Alberto Chávez Romero por brindarme sus valiosos aportes, asesoría y experiencia para culminar con éxito mi investigación.

Wilson Xavier Salinas Mogrovejo

Índice de contenidos

Portada	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de autorización	iv
Dedicatoria	v
Agradecimientos	vi
Índice de contenidos	vii
Índice de tablas	xi
Índice de figuras	xiii
Índice de anexos	xvi
1. Título	1
2. Resumen	2
Abstract	3
3. Introducción	4
4. Marco teórico	6
4.1 Capítulo I: Iluminación de interiores	6
4.1.1 Cuantificación de la luz	7
4.1.2 Lumen (lm)	7
4.1.3 Candela (cd)	7
4.1.4 Lux (lx)	7
4.1.5 Iluminación Natural y Artificial	7
4.1.6 Conceptos fundamentales de iluminación	8
4.1.7 Lámparas eléctricas	11
4.2 Capítulo II: Fundamentos de la domótica	14
4.2.1 Terminología y definiciones de la domótica	14
	vii

4.2.2	Edificios inteligentes	15
4.2.3	Características generales	15
4.2.4	Arquitectura de la domótica	16
4.2.5	Auge de la domótica y su importancia hoy en día	17
4.2.6	Ramas y aplicaciones de la domótica	17
4.2.7	Beneficios en el sistema domótico en cuanto al ahorro energético	22
4.2.8	Protocolos como medios de interconexión	23
4.3	Capítulo III: Introducción a la Automatización	23
4.3.1	Definición	23
4.3.2	Clasificación tecnológica	24
4.3.3	Representación de los automatismos	25
4.3.4	Controlador lógico programable (PLC)	26
4.3.5	Aplicaciones de la automatización	27
4.3.6	Diseño asistido por computadora (CAD)	27
4.3.7	AutoCAD	28
4.4	Capitulo IV: Sistema de control	28
4.4.1	Aspectos generales	28
4.4.2	Sistema de control automático	29
4.4.3	Elementos que conforman el sistema de control.	29
4.5	Capítulo V: Arquitectura sostenible	30
4.5.1	Estrategias de arquitectura sostenible.	30
4.5.2	Factores y estrategias.	31
5.	Metodología	32
5.1	Área de estudio	32
5.2	Materiales y equipos	32
5.3	Procedimiento	33
5.3.1	Enfoque metodológico	33

5.3.2	Tipo de diseño	33
5.3.3	Levantamiento de información del bloque 3 de la FEIRNNR para el diseño del mismo.	34
6.	Resultados	54
6.1	Diseño de la edificación en 3D mediante CAD.	54
6.1.1	Levantamiento de información y medidas de la planta baja	54
6.1.2	Levantamiento de información y medidas de la primera planta alta	58
6.1.3	Levantamiento de información y medidas de la segunda planta alta	63
6.1.4	Ensamblaje de todas las plantas correspondientes al bloque 3 de la FEIRNNR.	67
6.2	Cálculo de la iluminación actual con luz fluorescente y natural.	68
6.2.1	Cálculo de la iluminación actual con luz fluorescente.	68
6.2.2	Cálculo de iluminación con luz Natural	76
6.2.3	Cálculos de niveles de iluminación reales	80
6.3	Propuesta para implementar luz led, aumentar el nivel de iluminación natural, y un sistema de control que regule la intensidad de la luz artificial led en función de la luz natural, para mantener el confort.	83
6.3.1	Rediseño en la estructura arquitectónica del bloque para aumentar el nivel de iluminación natural.	83
6.3.2	Implementación de lámparas LED dimerizables en DIALux y la simulación con luz artificial y luz natural.	84
6.3.3	Sistema de control automático para aumentar la eficiencia y reducir el consumo energético.	89
6.4	Consumo energético actual y consumo energético proyectado con las propuestas de mejora.	94
6.4.1	Resultado del consumo energético actual.	94
6.4.2	Resultados del consumo energético de la propuesta aplicando las mejoras.	97
6.4.3	Comparación de resultados entre el consumo actual y la propuesta de mejora.	100

6.5	Tiempo de recuperación de la inversión en función del ahorro mediante el cálculo del VAN y el TIR.	101
7.	Discusión	105
8.	Conclusiones	108
9.	Recomendaciones	110
10.	Bibliografía	111
11.	Anexos	113

Índice de tablas

Tabla 1. Flujo luminoso de algunas lámparas.....	9
Tabla 2. Distintos valores aproximados de iluminancias.....	11
Tabla 3. Relación entre el índice de área y número de Zonas	45
Tabla 4. Descripción de la sala de reuniones de telecomunicaciones.....	54
Tabla 5. Descripción del ambiente (A-3-1-2)	55
Tabla 6. Descripción del ambiente (A-3-1-3)	55
Tabla 7. Descripción del ambiente (A-3-1-4)	56
Tabla 8. Descripción del ambiente (A-3-1-5)	56
Tabla 9. Descripción del ambiente (Pasillo)	57
Tabla 10. Descripción modelado 3D planta baja	57
Tabla 11. Descripción del ambiente (A-3-2-1)	59
Tabla 12. Descripción del ambiente (A-3-2-2)	60
Tabla 13. Descripción del ambiente (A-3-2-3)	60
Tabla 14. Descripción del ambiente (A-3-2-4)	61
Tabla 15. Descripción del ambiente donde se encuentran los baños	61
Tabla 16. Descripción del ambiente (Pasillo)	62
Tabla 17. Descripción modelado 3D primera planta alta.....	62
Tabla 18. Descripción del ambiente (A-3-3-1)	64
Tabla 19. Descripción del ambiente (A-3-3-2)	65
Tabla 20. Descripción del ambiente (A-3-3-3)	65
Tabla 21. Descripción del ambiente (A-3-3-4)	66
Tabla 22. Descripción del ambiente (Baños)	66
Tabla 23. Descripción del ambiente (Pasillo segunda planta alta)	67
Tabla 24. Levantamiento de luminarias de la planta baja.....	68
Tabla 25. Levantamiento luminarias de la primera planta alta	69
Tabla 26. Levantamiento luminarias segunda planta alta	69
Tabla 27. Descripción de la instalación de luminarias.....	71
Tabla 28. Niveles de iluminación planta baja	73
Tabla 29. Niveles de iluminación de la primera planta alta.....	74
Tabla 30. Niveles de iluminación de la segunda planta alta	75
Tabla 31. Niveles de iluminación con luz natural con horario de 7am.....	77
Tabla 32. Niveles de iluminación con luz natural 14pm.....	78

Tabla 33. Niveles de iluminación con luz natural 20pm.....	80
Tabla 34. Niveles de iluminación medidos con la aplicación Luxmeter.	83
Tabla 35. Detalles de la implementación de las ventanas.....	83
Tabla 36. Análisis de los datos del nivel de iluminación actual con respecto a la propuesta	86
Tabla 37. Resultados del flujo luminoso actuales y los de la propuesta para analizarlos.....	88
Tabla 38. Presupuesto para implementación del sistema de control automático.....	91
Tabla 39. Costo Mano de obra para sistema de control automático	92
Tabla 40. Presupuesto para diseño de ventanales en la fachada este.....	92
Tabla 41. Mano de obra para la apertura y colocación de los ventanales.....	93
Tabla 42. Presupuesto total para la implementación de la propuesta.	93
Tabla 43. Consumo de energía innecesario debido a malos hábitos de uso.	94
Tabla 44. Gastos extras en energía y monto económico por malos hábitos y falta de un sistema de control.	95
Tabla 45. Potencia instalada actual total del bloque 3 de la FEIRNNR en un día.....	96
Tabla 46. Consumo económico eléctrico anual actual.....	97
Tabla 47. Potencia instalada del bloque 3 de la FEIRNNR en un día.	99
Tabla 48. Resultado del consumo eléctrico anual de la propuesta.....	100
Tabla 49. Ahorro energético y económico anual con la propuesta.....	101
Tabla 50. Calculo del VAN y TIR para 15 años de la vida útil del sistema de control automático.....	102
Tabla 51. VAN y TIR tomando en cuenta solo la inversión realizada para el sistema de control automático.	103
Tabla 52. Presupuesto de nueva inversión a partir de los 15 años de vida útil del sistema de control.	104
Tabla 53. VAN y TIR con los nuevos costos de inversión a partir del año 15, para saber en qué año se recupera la inversión y a partir de cual existe beneficios.	104

Índice de figuras

Figura 1. Transformación de la potencia eléctrica para la producción de luz en una lámpara.	9
Figura 2. Curva fotométrica de una lámpara	10
Figura 3. Esquema de un proceso automatizado.....	24
Figura 4. Representación en diagrama de contactos.....	25
Figura 5. Representación mediante puertas lógicas.....	25
Figura 6. Diagrama de flujo para un arranque estrella-delta	26
Figura 7. Diagrama esquemático de un PLC	26
Figura 8. Zona de estudio, bloque #3 de la Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables de la Universidad Nacional de Loja.	32
Figura 9. Planos Eléctricos de luminarias correspondientes al bloque 3 de la FEIRNNR.	34
Figura 10. Altura de cada una de las plantas tomadas mediante una visita técnica al bloque 3.....	34
Figura 11. Planta baja con su ambiente y codificación adecuada.....	35
Figura 12. Primera planta alta se encuentra detallado el ambiente y codificación.	35
Figura 13. Segunda planta alta del bloque 3, donde se detalla el ámbito y codificación y se realizó un levantamiento de las dimensiones del piso.	36
Figura 14. Planta baja diseñada en SolidWorks con las respectivas dimensiones.	36
Figura 15. Diseño 3D de la primera y segunda planta alta el Bloque 3.....	37
Figura 16. Estructura arquitectónica realizado en SolidWorks del bloque 3 de la facultad de energía, las industrias y los recursos naturales no renovables de la Universidad Nacional de Loja.	37
Figura 17. Diseño de la edificación arquitectónica en DIALux, con los detalles terminados con puertas, ventanas y propiedades correspondientes.....	38
Figura 18. Plano eléctrico de la planta baja con sus respectivas mediciones, y los códigos están colocados de acuerdo a su ambiente.....	39
Figura 19. Primera planta alta con las instalaciones eléctricas correspondientes a luminarias y los estampados con los códigos en cada ambiente del piso.	39
Figura 20. Segunda planta alta del bloque con las instalaciones eléctricas correspondientes a luminarias y los estampados con los códigos en cada ambiente del piso	40
Figura 21. Implementación de los muebles como; sillas, mesas, pizarra, escritorio en la segunda planta alta (aula 4).....	40

Figura 22. Implementación de las luminarias actuales en la planta baja correspondiente al aula 4.....	41
Figura 23. simulación de iluminación en la planta baja del bloque, los puntos rojos significan que no cumple con los requisitos mientras que los verdes significan que cumple. 41	
Figura 24. Simulación en la primera y segunda planta alta del bloque.	42
Figura 25. Simulación con luz fluorescente en todo el edificio, con los resultados obtenidos a lado derecho los puntos verdes expresan que cada ambiente si cumple.....	42
Figura 26. Simulación con luz fluorescente en todo el edificio, con los resultados obtenidos a lado derecho los puntos rojos expresan que determinados ambientes no cumplen.	43
Figura 27. Simulación con luz natural, con un horario de las 7 de la mañana.	43
Figura 28. Simulación con luz natural, establecido con un horario de las 2 de la tarde.....	44
Figura 29. Simulación con luz natural, estableciendo un horario de las 8 de la noche.	44
Figura 30. Diseño actual de la edificación con falta de ventanales.	46
Figura 31. Diseño arquitectónico con las nuevas ventanas.	47
Figura 32. Implementación de los paneles LED en la edificación.	47
Figura 33. Edificación con la implementación de los paneles LED en todo el establecimiento	48
Figura 34. Simulación con paneles LED dimerizables y resultados de nivel de iluminación del lado frontal de la edificación.....	48
Figura 35. Simulación con paneles LED dimerizables y resultados de nivel de iluminación del lado posterior de la edificación.	49
Figura 36. Simulación con luz natural en un horario de 7am	49
Figura 37. Simulación con luz natural en un horario de 14pm.....	50
Figura 38. Simulación con luz natural en un horario de 20pm.....	50
Figura 39. sensor e-multisensor 0-10 V.....	51
Figura 40. KEYGMA Interruptor de atenuación LED de 0 a 10 V.....	52
Figura 41. Esquema del sistema de control automático.....	52
Figura 42. Circuito unifilar del sistema de control automático planta baja.	53
Figura 43. Descripción general de la planta baja, las medidas están especificadas en metros(m).....	54
Figura 44. Plano de la planta baja exportado a SolidWorks	57
Figura 45. Descripción de la primera planta alta.	59
Figura 46. Exportación del plano primer piso a SolidWorks	62
Figura 47. Descripción de la segunda planta alta	64

Figura 48. Exportación de cada una de las plantas al archivo de ensamblaje	67
Figura 49. Diseño arquitectónico 3D del bloque 3 terminado	68
Figura 50. Selección de marcas y tipo de luminarias	70
Figura 51. Aplicación de luminarias con respecto al área	70
Figura 52. Simulación de los niveles de iluminación del bloque 3 de la FEIRNNR.....	72
Figura 53. Simulación de iluminación con luz natural 7am	77
Figura 54. Simulación de niveles de iluminación con luz natural a las 14pm.....	78
Figura 55. Simulación de niveles de iluminación con luz natural a las 14pm.....	79
Figura 56. Número de zonas de medición en un ambiente (A-3-1-5).	81
Figura 57. Número de zonas de medición en un ambiente (A-3-2-4).	82
Figura 58. Número de zonas de medición en el ambiente (A-3-3-4).	82
Figura 59. Incorporación de luminarias LED dimerizables en la planta baja.....	85
Figura 60. Planta baja, implementación de paneles LED dimerizables.....	85
Figura 61. Paneles LED dimerizables, ubicación la primera y segunda planta alta.	85
Figura 62. Simulación y resultados obtenidos de los niveles de iluminación en cada ambiente.....	86
Figura 63. Simulación con niveles de iluminación donde interviene la iluminación artificial y la natural.....	87
Figura 64. Simulación con niveles de iluminación donde interviene solo la iluminación natural.	88
Figura 65. Sistema de control automático en un área determinada	90
Figura 66. circuito del sistema de control automático en la planta baja.....	90
Figura 67. circuito del sistema de control automático en la primera y segunda planta alta. .	91
Figura 68. Resultados del consumo eléctrico total actual por hora.	96
Figura 69. Consumo total eléctrico actual por día en cada ambiente	97
Figura 70. Temperatura máxima y mínima promedio en Loja	98
Figura 71. Resultados del consumo eléctrico total de la propuesta por hora.....	99
Figura 72. Consumo total eléctrico de la propuesta por día en cada ambiente.....	100
Figura 73. Consumo energético comparación entre actual y la propuesta por hora.....	100
Figura 74. Consumo energético comparación entre actual y la propuesta en un día.....	101

Índice de anexos

Anexo 1. Plano arquitectónico de la planta baja del Bloque 3 de la FEIRNNR donde se detalla las medidas de cada ambiente y su respectiva codificación.	113
Anexo 2. Plano arquitectónico de la primera planta alta del Bloque 3 de la FEIRNNR donde se detalla las medidas de cada ambiente y su respectiva codificación.	115
Anexo 3. Plano arquitectónico de la segunda planta alta del Bloque 3 de la FEIRNNR donde se detalla las medidas de cada ambiente y su respectiva codificación.	117
Anexo 4. Plano eléctrico actual de la planta baja del Bloque 3 de la FEIRNNR, con número de lámparas colocadas y sus respectivas especificaciones.	119
Anexo 5. Plano eléctrico actual de la primera planta alta del Bloque 3 de la FEIRNNR, con número de lámparas colocadas y sus respectivas especificaciones.	121
Anexo 6. Plano eléctrico actual de la segunda planta alta del Bloque 3 de la FEIRNNR, con número de lámparas colocadas y sus respectivas especificaciones.	123
Anexo 7. Circuito de iluminación y sistema de control automático en la planta baja del Bloque 3 de la FEIRNNR, con los elementos adecuados y su conexión.	125
Anexo 8. Circuito de iluminación y sistema de control automático en la primera planta alta del Bloque 3 de la FEIRNNR, con los elementos adecuados y su conexión.	127
Anexo 9. Circuito de iluminación y sistema de control automático en la segunda planta alta del Bloque 3 de la FEIRNNR, con los elementos adecuados y su conexión.	129
Anexo 10. Informe del diseño del sistema de iluminación LED dimerizable, con la propuesta arquitectónica en DIALux.	131
Anexo 11. Ficha técnica del tipo de lámpara LED dimerizable seleccionada para la implementación del sistema de control automático.	176
Anexo 12. Ficha técnica del sensor e-multisensor 0-10V, sensor de movimiento y de iluminación para encendido y apagado de las lámparas y regulación de la iluminación.	178
Anexo 13. Tabla de consumo energético actual	184
Anexo 14. Porcentaje de luz natural que aporta a la edificación en cada ambiente	185
Anexo 15. Porcentaje de potencia que debe ajustar en cada ambiente con luz artificial y el consumo energético con la propuesta.	186
Anexo 16. Horarios de clase del bloque 3, de la mañana y de la tarde de las diferentes carreras que reciben clases en el mismo.	187
Anexo 17. Certificado de traducción de resumen.	192

1. Título

Evaluación del ahorro energético en cuanto a iluminación proyectando medidas de arquitectura sostenible y control de iluminación mediante la domótica, para mejorar la eficiencia energética del bloque 3 de la FEIRNNR.

2. Resumen

La presente investigación tuvo como propósito calcular la eficiencia, el consumo energético y el estado actual del sistema de iluminación del bloque 3 de la facultad de energía, las industrias y los recursos naturales no renovables de la Universidad Nacional de Loja, también se planteó realizar una propuesta implementando una estrategia de arquitectura sostenible y de un nuevo sistema de iluminación con luminarias LED dimerizables cumpliendo los requisitos mínimos según la norma UNE 12464-1. Para ello mediante SolidWorks se realizó el diseño 3D de la edificación y en DIALux se tomó datos de iluminancia natural, artificial y mixta, se calculó el consumo energético actual obteniendo resultados no favorables, es por ello que se proyectó un nuevo diseño de un sistema con tecnología LED dimerizable con el propósito de tener un nivel de iluminación adecuado para cada ambiente, que cumplan con los requisitos mínimos establecidos, obtener iluminación autónoma para esto se propuso un sistema de control automático cuyo objetivo es encender y apagar las lámparas solo si hay movimiento en las áreas de trabajo y que la intensidad de las lámparas aumenten o disminuyan según el aporte de luz natural que exista en el bloque para esto se implementó un rediseño en la estructura implementando ventanales en la fachada este, esto para aumentar el aporte de luz natural y obtener un mayor ahorro energético. El sistema de control automático que se analizó estuvo en función de los objetivos en cuanto a eficiencia y cumplimiento de la norma respecto a iluminación, se utilizó algunos elementos como; e-multisensor 0-10 V que se encarga de detectar si hay movimiento o no en una área determinada y también mide el nivel de iluminación natural, interruptor de atenuación LED 0-10 V, es el encargado de recibir los datos del multisensor y procesarlo de acuerdo a la programación del mismo para enviar la potencia que necesitan las lámparas y así cumplir con los estándares especificados.

Palabras clave: Ahorro energético, Evaluar, Diseño, Iluminación.

Abstract.

The purpose of this research was to calculate the efficiency, energy consumption, and current state of the lighting system in Block 3 of the Faculty of Energy, Industries, and Non-Renewable Natural Resources at the National University of Loja. Additionally, a proposal was made to implement a sustainable architecture strategy and a new dimmable LED lighting system that meets the minimum requirements of the UNE 12464-1 standard. Using SolidWorks, a 3D design of the building was created, and data on natural, artificial, and mixed illuminance was obtained using DIALux. The current energy consumption was calculated, resulting in unfavorable results. Therefore, a new design was proposed for a system with dimmable LED technology to ensure appropriate illumination for each environment, meeting the established minimum requirements and achieving autonomous lighting. To accomplish this, an automatic control system was proposed, which would turn the lamps on and off only when there is movement in the work areas and adjust the lamp intensity based on the amount of natural light available in the block. A redesign of the structure was implemented, including large windows on the east façade to increase natural light and achieve greater energy savings. The automatic control system analyzed met the objectives of efficiency and compliance with lighting standards. It utilized elements such as an e-multi-sensor 0-10V, which detects movement and measures natural light levels, and an LED 0-10V dimmer switch that receives data from the multi-sensor and processes it according to its programming to provide the required power to the lamps and meet the specified standards.

***Keywords:** Energy saving, Evaluate, Design, Lighting.*

3. Introducción

El propósito de los sistemas de iluminación es aplicar el flujo luminoso adecuado en un plano de trabajo para realizar una actividad. La cantidad de luz que percibimos producto del reflejo en una superficie, ya sea de la luz natural o artificial, afecta la comodidad en general. Los avances tecnológicos en base a los sistemas de iluminación han beneficiado al ser humano de manera positiva ya que permiten tener iluminación en horas donde ya no existe luz natural, esto es de mucha utilidad ya que se puede tener muchas horas más de trabajo, incluso en los hogares se puede estar tranquilos ya que los quehaceres domésticos se pueden realizar en la noche (Raitelli, 2018).

La automatización del alumbrado en interiores y exteriores brinda algunos beneficios para los usuarios ya que permite trabajar ininterrumpidamente, brindando un control cómodo, elevando el nivel de precisión, y se refleja principalmente en el mejoramiento de la eficiencia energética y reducción de los costos relacionados a consumo eléctrico.

En la actualidad existen muchas estrategias para mejorar la eficiencia energética, en este caso como primera opción se optó por la domótica, generalmente la domótica como punto principal busca aprovechar al máximo la tecnología, esto para solventar las necesidades requeridas, y así obtener múltiples beneficios ya sean económicos, seguridad, comunicación y accesibilidad. La domótica vista desde el punto tecnológico, es un sistema de equipos y cada uno de estos cumple diferentes funciones para así poder comunicarse, interactuar y coordinarse entre ellos, estos sistemas están conectados por redes de comunicación, interiores o exteriores, inalámbricas o cableadas, y pueden ser controlados ya sea de manera externa o interna de la edificación o vivienda (Merchán Nieves & Calderón Peña, 2018).

El problema descrito es el alto consumo energético y la poca eficiencia que presentan los grandes edificios en cuanto al tema de niveles de iluminación, por lo que este proyecto de tesis pretende diseñar un sistema domótico en el bloque 3 de la FEIRNNR con la finalidad de evaluar el consumo energético referente a iluminación del bloque y verificar si se puede elevar la eficiencia del mismo, para solucionar estos inconvenientes se optó por la aplicación de la domótica y la proyección de una estrategia de arquitectura sostenible, lo cual consiste en incorporar instalaciones tecnológicas inteligentes para controlar los circuitos de iluminación y analizar el efecto de colocar ventanales en una de las fachadas de la edificación.

La simulación del sistema actual y del nuevo sistema se realizará en el programa DIALux, esta plataforma permite evaluar parámetros importantes como iluminancia, luminancia, intensidad luminosa y flujo luminoso que luego serán comparados con los de la norma europea UNE 12464-1.

En base a lo expuesto, se ha planteado los siguientes objetivos:

Objetivo general

Evaluación de eficiencia energética en iluminación, mediante el control y proyección medidas de arquitectura sostenible junto con la domótica, en el bloque 3 de la FEIRNNR.

Objetivos específicos

- Calcular el nivel de iluminación interna actual con luz artificial fluorescente y el nivel de iluminación interna proyectada con luz natural.
- Diseñar el sistema de control de iluminación y la edificación en CAD para implementar medidas de arquitectura sostenible analizando la geometría solar.
- Calcular el consumo energético actual y el consumo energético con luz artificial LED controlada por un sistema que regule la intensidad luminosa en función de la luz natural que se tenga en cada instante.
- Calcular el ahorro energético en cuanto a iluminación con las propuestas.

4. Marco teórico

4.1 Capítulo I: Iluminación de interiores

Para el estudio de la iluminación de interiores es muy importante conocer algunos conceptos básicos que brindaran beneficio para la aplicación del proyecto, tomando en cuenta cada una de las aplicaciones que involucran en este, para obtener mayor beneficio y mejor eficiencia al momento de aplicarlo.

Según León (2007), la luz principalmente es la energía que se manifiesta como radiaciones electromagnéticas que también son capaces de afectar la salud de las personas principalmente el órgano visual. La radiación como definición es la transmisión o paso de energía a través del espacio. Como punto importante se conoce que la luz tiene partículas energizadas conocidas como fotones, y para determinar la longitud de onda y el color se requiere del grado de energía y frecuencia, mediante algunos estudios científicos, la luz es una corriente de paquetes fotónicos que tienen un movimiento ondulatorio por un lado y un movimiento corpuscular por el otro. Finalmente se debe conocer que gracias a la luz captamos las impresiones como movimientos de objetos, forma, color, claridad que está compuesto el mundo exterior.

Mientras que, por otro lado, la iluminación es un factor muy antiguo en las aplicaciones de la electricidad. Mientras que en la actualidad parece muy complicado llevar una vida humana sin luz, la luz eléctrica es la más cómoda, higiénica y limpia a comparación de otros tipos artificiales, pero requiere de una utilización correcta para mejorar su eficiencia y su economía. Sin embargo, el problema tanto de la iluminación interna y la externa principalmente es obtener una iluminación de buen nivel con un bajo consumo energético (León, 2007).

Por otro lado, con respecto a la iluminación artificial León (2007) afirmó que su objetivo principal es el de remplazar a la natural cuando existan problemas o este escaso, pero se deben cumplir muchos factores ya que como preferencia la luz artificial debe parecerse mucho a la natural. Por lo que el personal que se encarga de la instalación eléctrica, no lo relaciona con el problema de la iluminación en general, por lo que se debe tener en cuenta algunos conceptos de iluminación y la relación directa con instalaciones eléctricas, como el conocimiento de muchas características de fuentes luminosas de los equipos, también es muy importante conocer los métodos de cálculo y otros aspectos de la iluminación.

4.1.1 *Cuantificación de la luz*

Generalmente en muchas de las investigaciones se observa que para medir la intensidad de la luz se lo realiza usando la iluminancia o la luminosidad en porcentaje, se toma en cuenta que este valor solo es una percepción es decir no cuenta como valor absoluto, por esta razón se crean o designan magnitudes estandarizadas para calcular la intensidad de la luz para obtener números contables (Flores Arauz, 2013).

4.1.2 *Lumen (lm)*

Quevedo Velasco (2017) define que el lumen es una medida internacional la cual es utilizada para medir el flujo luminoso, es decir se medirá la potencia luminosa que emite la fuente, la **Ecuación 1** explica que, el lumen generalmente por su relación con la intensidad luminosa, la candela (cd) y su unidad de ángulo sólido (sr) es definido así; se toma en cuenta que la luminancia es la sensación al observar cualquier superficie iluminada.

$$1 \text{ lm} = 1 \text{ cd} * \text{sr} \quad (1)$$

4.1.3 *Candela (cd)*

La candela como el lumen(lm) es una medida internacional, pero con la diferencia que esta mide la intensidad luminosa, definida como la intensidad luminosa en una dirección dada emitiendo una radiación monocromática con una frecuencia de $540 * 10^{12}$ hercios véase en la **Ecuación 2**. Este sistema de medida es utilizado desde hace mucho tiempo atrás y es un aproximado a la luz de una vela estándar (Quevedo Velasco, 2017).

$$1 \text{ candela} = 1 \text{ lumen/estereorradián} \quad (2)$$

4.1.4 *Lux (lx)*

Esta unidad del Sistema Internacional de Unidades se utiliza generalmente para el nivel de iluminación. Más comúnmente es usado para la fotometría esto para medir la Iluminancia y para esta aplicación se debe tomar en cuenta algunas longitudes de onda de acuerdo a la función de luminosidad. La **Ecuación 3** explica que el lux está basado en el lumen por lo que es una unidad derivada, entonces un lux es igual a un lumen por metro cuadrado, y se sabe que un lumen es igual a una candela por estereorradián (Flores Arauz, 2013).

$$1 \text{ lx} = 1 \text{ lm/m}^2 \quad (3)$$

4.1.5 *Iluminación Natural y Artificial*

Según las investigaciones realizadas por Flores Arauz (2013) si se toma en cuenta la iluminación natural y la artificial se entiende que las dos forman parte de dichos factores naturales, los mismos que actúan al iluminar adecuadamente un lugar o establecimiento de aprendizaje, tanto en la construcción como en el diseño. En estudios realizados por muchos

profesionales se conoce que cualquier tipo de Luz sea natural o artificial puede controlar emociones y comportamientos de las personas, y también puede definir las cualidades de un espacio para que sea adecuado a las acciones que se pretende aplicar.

4.1.5.1 Iluminación Natural

Pugo León (2019), especifica que el término de iluminación natural va de la mano con el bienestar general y su calidez, por lo que su aplicación en diseños de interiores juega un papel muy importante, ya que en la mayoría al momento de presentar un proyecto de diseño se trata de mostrar la entrada de luz solar a los ambientes. “La gran iluminaria de toda la vida”, nombrada de esta manera por Frank Lloyd Wright, ya que mediante un estudio profundo según muchos psicólogos el efecto que presenta la iluminación es favorable para las personas expuestas ya que la iluminación natural está determinada por el sol, esto de forma directa con la ayuda de la atmosfera, pero se debe tomar en cuenta que también depende de los cambios climáticos, geográficos y horarios a lo largo del día.

4.1.5.2 Iluminación Artificial

La iluminación artificial a diferencia de la natural es generada por flujos de corriente eléctrica, estos se pueden producir por diferentes medios ya sean instalaciones o soportes, la importancia de esta es que permite extender las actividades después de que ya no exista la luz del día. La iluminación artificial es la arquitectura por los autores Eduard Folguera y Adriá Muros, citado por Quevedo Velasco (2017) brindan información y expresan sus ideas que uno de los motivos para que exista la luz artificial es que haya la falta de luz natural.

Por lo que, al usar esta iluminación tanto en el día como en la noche, lo más importante es realizar conexiones adecuadas para no dañar la salud visual de las personas, es por esta razón que mediante muchas investigaciones y opiniones se ha llegado a la conclusión de que se complementen la una con la otra y así obtener una iluminación de calidad (Quevedo Velasco, 2017).

4.1.6 Conceptos fundamentales de iluminación

Para el diseño de instalaciones de iluminación se debe tener en cuenta algunos conceptos básicos que van a servir para poder realizarlos de manera correcta y aplicando las técnicas necesarias para obtener una iluminación más eficiente y confiable.

4.1.6.1 Flujo luminoso

La investigación de Arenas et al. (2018) aporta al concepto del fenómeno físico conocido como luz artificial, dando a conocer que para entender su concepto básico se conoce como flujo luminoso y hace referencia a la existencia de un caudal de radiación luminoso. En

la cual se conoce como una unidad de potencia luminosa se mide en lúmenes (lm) y su simbología es la letra Φ .

Si se relacionan las lámparas comerciales las más comunes están entre los 90 y los 200000 lm y si observamos la bombilla común de 100 W emite 1350 lm. La **Tabla 1** presenta una tabla con algunos ejemplos de lámparas y su respectivo flujo luminoso.

Tabla 1. Flujo luminoso de algunas lámparas

Tipo de lámpara	Flujo luminoso lm
Bicicleta	18
Incandescente Standard de 100 W	1380
Fluorescente 40 W (Blanco frío)	3200
Maurico a alta presión 400 W	23000
Halogenuros metálicos 400 W	28000
Sodio a alta presión Na 400 W	48000
Sodio a baja presión Na 180 W	31500
Magnesio AG 3	450000

Fuente: (Arenas et al., 2018)

Hay aspectos muy importantes que se deben tomar en cuenta como por ejemplo la energía transformada en luz no es aprovechable su 100% para la producción de luz, para mejor comprensión el autor Arenas et al. (2018) explica la **Figura 1**, se tiene una lámpara incandescente que consume una cantidad de energía eléctrica y esta se transforma en energía radiante, y de esta solo el ojo humano percibe una cierta cantidad en forma de luz y el resto se pierde en flujo no luminoso y en calor.

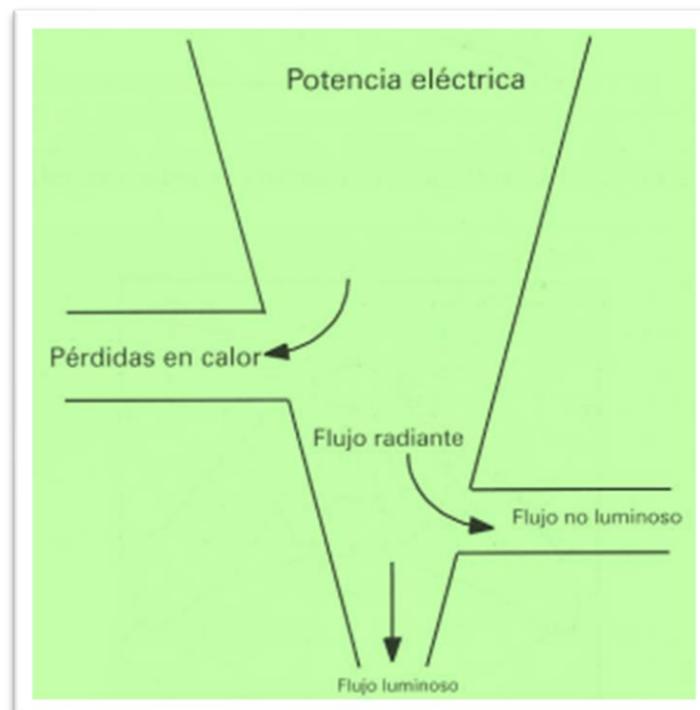


Figura 1. Transformación de la potencia eléctrica para la producción de luz en una lámpara
Fuente: (Arenas et al., 2018)

4.1.6.2 Eficacia o rendimiento luminoso

El concepto trascendental se obtiene de la relación del flujo de la lámpara con respecto a la potencia eléctrica que se necesita para producirlo, que viene a ser la eficiencia luminosa. Para conocer la eficiencia entre diferentes lámparas se debe conocer o tomar en cuenta la cantidad de energía consumida que va con la radiación visible, las radiaciones no deseadas afectan negativamente ya que aportan mucho calor que es perjudicial en aire acondicionado y muy difícil de controlar, en actualidad la eficiencia esta entre los 10lm/W y los 200 lm/W (Manzano et al., 2020).

4.1.6.3 Intensidad luminosa

La unidad de medida de la intensidad luminosa es la candela (cd) y se representa con la letra I, las fuentes tienen una superficie más o menos grande como se puede observar en la **Figura 2**, Arenas et al. (2018) explica que la intensidad de radiación es afectada por la manera de construcción de la fuente por lo que presenta valores diferentes en diferentes direcciones.

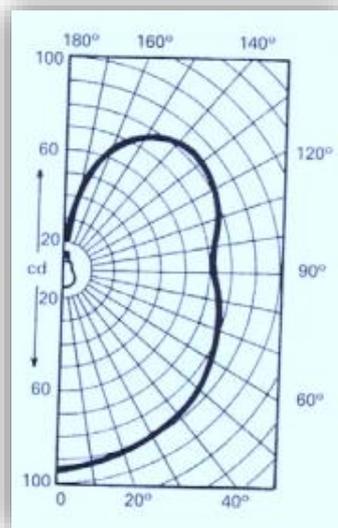


Figura 2. Curva fotométrica de una lámpara
Fuente: (Arenas et al., 2018)

4.1.6.4 Iluminancia o iluminación

La iluminación o iluminancia es la encargada de medir la luz que llega a un determinado lugar. Arenas et al. (2018) explica a través de la **Ecuación 4**, la unidad es el lux, y generalmente está representada por la letra E. en la ecuación 4 se puede observar la fórmula que la expresa:

$$E = \frac{\Phi}{s} \quad (\text{lux}) \quad (4)$$

Donde:

Φ = flujo luminoso

S = superficie (m²)

La iluminancia es uno de los datos más importantes para obtener el nivel de iluminación que existe en cierto lugar en la **Tabla 2**, el autor Arenas et al. (2018) muestra diferentes lugares y valores aproximados de iluminancias.

Tabla 2. Distintos valores aproximados de iluminancias

Mediodía de verano al aire Libre, con cielo despejado	100.000 lux
Mediodía de verano al aire Libre, con cielo cubierto	20.000 lux
Puesto de trabajo bien iluminado en un recinto interior	1.000 lux
Buen alumbrado público	20 a 40 lux
Noche de luna llena	0,25 lux
Noche de luna nueva (luz de las estrellas)	0,01 lux

Fuente: (Arenas et al., 2018)

4.1.6.5 Luminancia

Arenas et al. (2018) explica de manera sencilla lo que produce en el ojo la claridad, de manera que se sabe la luz no es visible hasta que esta refleja los cuerpos por lo que esto depende de la luminancia es decir va de la mano de ver con mayor o menor claridad. Es expresada con la letra L, y su unidad corresponde a la candela por metro cuadrado o nit ($cd/m^2 = nt$).

La **Ecuación 5**, explica la fórmula de la luminancia explicada en el párrafo anterior.

$$L = \frac{l}{(S * \cos\alpha)} \quad (cd/m^2) \quad (5)$$

Donde:

l = intensidad luminosa

$S * \cos\alpha$ = superficie aparente

4.1.7 Lámparas eléctricas

Desde el inicio la humanidad requería de fuentes de luz y tomando en cuenta esto la historia empieza con el uso del fuego más o menos hace unos 20 mil años, y luego la gran evolución se dio gracias a la Revolución Industrial. Las primeras lámparas fueron recipientes con brasa, pasaron a alumbrar antorchas de larga duración conocidas como lámpara de aceite que se usaba en Grecia por el siglo IV a.C. pero en el siglo XVIII se generó un gran avance en las lámparas en donde las mechas redondas se cambiaron por las planas esto permitiendo una llama mayor, Argand por otro lado descubrió el principio de quinqué, donde un tubo de vidrio

mejora el tiro de la lámpara esto permite mayor iluminación y menos humo y como punto importante protege la llama del viento (Fajardo & Cusme, 2018).

La lámpara eléctrica se comenta que empezaría en 1650 al mismo tiempo cuando Otto von Guericke de Alemania entendió y descubrió que la luz puede ser producida al momento de realizar una excitación eléctrica. Luego de esto se obtuvo una primera patente para una lámpara incandescente en 1841 por Frederick de Moleyns, a pesar de que esta producía luz al momento de pasar electricidad por los filamentos la desventaja era que poseía una vida útil muy corta. La primera lámpara que contenía filamento de tungsteno, que se introdujo a Estados Unidos fue en 1907, esta lámpara estaba hecha con tungsteno prensado (Fajardo & Cusme, 2018).

En la década de los 30 se conocía el fenómeno fluorescente, sin embargo, las lámparas fluorescentes se llegaron a crear en Francia y Alemania. Las primeras lámparas fluorescentes fueron construidas a base de un arco de mercurio que tenía 15 watts aproximadamente la eficiencia y también el color fueron determinados con la presión del vapor, este tipo de lámparas entraron al mercado comercial en 1938 y su desarrollo fue muy importante para el campo de la iluminación artificial, y ya luego de la segunda guerra mundial se empezó a desarrollar nuevas lámparas con tecnología que son adecuadas para tareas específicas de los usuarios y además mejoraron mucho la eficiencia de la lámpara (León, 2007).

4.1.7.1 Lámparas de incandescencia

En la investigación Flores Arauz (2013) explica que el funcionamiento de este tipo de lámparas es uno de los más simples ya que al pasar corriente eléctrica por el filamento se eleva la temperatura y emite radiaciones que son visibles al ojo humano, para evitar que el filamento se quemara se lo coloca en una ampolla de vidrio colocando un gas inerte o se practica el vacío. A continuación, se presenta las principales ventajas y desventajas de las lámparas e incandescencia:

Ventajas:

- Bajo costo inicial
- Construcción sencilla
- No requiere balastro
- No requiere calentamiento ni tiempo de encendido
- Mantenimiento sencillo

Desventajas:

- Bajo rendimiento eléctrico
- Alta temperatura de operación

- No permite una gran distribución de luz
- Corta vida útil

4.1.7.2 Lámparas de descarga

El nombre de lámparas de descarga se debe a que la luz producida se obtiene al excitar un gas que está sometido a descargas eléctricas mediante dos electrodos. Este tipo de lámparas se pueden clasificar según la presión ya puede ser alta o baja y también según el gas utilizado, se debe tomar en cuenta que las lámparas fluorescentes a pesar de pertenecer a las de descarga su nombre se debe a que la cara del tubo externa está revestida de una pequeña capa de polvos fluorescentes (Flores Arauz, 2013).

4.1.7.3 Lámparas Fluorescentes

En realidad, son lámparas de descarga de vapor de mercurio de baja presión y la luz es producida por polvos fluorescentes los mismos que son activados por la energía ultravioleta de la descarga, el tipo de cubierta de fósforo que se le aplica en el interior es importante ya que de esto depende la cantidad y el color de la luz. Estas lámparas requieren tener la conocida tensión de arranque que sirve para producir la luz, este tipo de lámparas tienen una resistencia eléctrica interna que a medida que sube la magnitud de la intensidad de la corriente eléctrica esta disminuye. Este tipo de lámparas se clasifican en dos grupos: Lámparas de cátodo caliente y lámparas de cátodo frío (Chico Hidalgo, 2009).

4.1.7.4 DIALux

El software DIALux se encarga de realizar diseños de instalaciones de iluminación que pueden ser en interiores o exteriores, este software es gratuito y también trabaja junto al software de diseño gráfico AUTOCAD, al momento de trabajar los dos juntos se ahorra mucho tiempo y facilita el diseño ya que se puede exportar directamente de AUTOCAD a DIALux y de ahí diseñar entonces es una gran ayuda. DIALux modela sus trabajos de lámparas e iluminarias basada en catálogos interactivos que son otorgados por los fabricantes, solo se debe seleccionar el tipo que se desea de instalación y se obtendrá toda la gama de luminarias y los datos luminotécnicos. Una vez terminado con el diseño, el programa brinda la información requerida en un documento PDF (Ramírez & López, 2012).

4.1.7.4.1 *Diseño de instalaciones de iluminación interior utilizando DIALux*

Según Ramírez y López (2012) el software se divide en dos aplicaciones, DIALux light y DIALux Professional. Se debe diferenciar de estos dos tipos de aplicaciones ya que el DIALux light es una herramienta básica por así decirlo ya que al momento de realizar los diseños presenta solo herramientas básicas por lo tanto no se puede profundizar mucho en el diseño, mientras que el DIALux Profesional es lo contrario al light, es decir este tipo de

programas es más avanzado y permite realizar los diseños de manera más compleja y completa, ya que presenta más herramientas, sin embargo las dos aplicaciones permiten determinar el número de luminarias para obtener una iluminancia promedio.

Al momento de usar DIALux Profesional, generalmente es el programa más usado y se presenta 3 opciones importantes que son:

1. Para empezar un nuevo proyecto, se debe tomar en cuenta las características físicas del edificio u hogar a diseñar es decir tomar en cuenta escaleras, vigas, columnas, etc. Y al final de terminar el diseño con cada una de las características se diseña el sistema de iluminación.
2. También se puede realizar un proyecto nuevo con el asistente de DIALux este es de manera más sencilla ya que solo se debe especificar las características geométricas.
3. Se puede usar un plano diseñado en otro software como en AUTOCAD y este se carga en DIALux que será usado como ejemplo o referencia y así poder crear el nuevo proyecto.

4.1.7.4.2 Interfaz de DIALux profesional

Al momento de utilizar DIALux se debe conocer los principios básicos y sus respectivas funciones y comandos que posee este programa por lo tanto se debe conocer la manera de ingresar y manipular cada uno de ellos, por lo que la interfaz posee una amplia gama de botones que está dividida en cuatro áreas que son: guía de proyecto, administrador de proyectos, ventana CAD y barra de herramientas (Ramírez & López, 2012).

4.2 Capítulo II: Fundamentos de la domótica

4.2.1 Terminología y definiciones de la domótica

Según Willyam Cojóm (2015), la domótica de manera específica es el término usado para nombrar la parte de la tecnología que generalmente es informática y electrónica. La palabra domótica es la unión de dos palabras domo y tica. Específicamente, domus, esta palabra proviene del latín que significa casa, mientras que tica proviene exactamente: tic hace referencia a las tecnologías actuales como son la información, comunicación y también hace referencia a la automatización.

La domótica principalmente es realizar un equipamiento en las viviendas o edificios de una tecnología para maniobrar y controlar las instalaciones que conforman las viviendas o edificios esto de manera más eficiente, cómoda, segura y económica. De manera resumida la domótica es un conjunto de sistemas tecnológicos con el propósito de automatizar un establecimiento. Es decir, la automatización que se implementará es para mejorar la eficiencia

energética, accesibilidad con otros sistemas, seguridad, comodidad y comunicación. Esta tecnología busca el máximo aprovechamiento de acorde a las necesidades requeridas para así tener beneficios como la seguridad, economía y accesibilidad (Willyam Cojóm, 2015).

Desde el punto de vista funcional, Yépez Freire (2018) opina que la domótica ofrece mayor calidad a los usuarios, ya que se consigue una reducción en el tiempo y trabajo para realizar las tareas y a su vez brinda seguridad y ahorro en los consumos de electricidad, gas y otros. Mientras que desde el punto de vista tecnológico es una agrupación de equipos que están comunicados y cumplen ciertas funciones como comunicarse, interactuar entre ellos y coordinarse por medio de un bus de datos.

4.2.2 Edificios inteligentes

Existen varios conceptos sobre los edificios inteligentes en este caso se brindarán un par de opiniones brindadas por instituciones dedicadas al estudio de estas.

Yépez Freire (2018) señala en su trabajo de investigación que la Compañía Honeywell, S.A de C.V., brinda un concepto que un edificio inteligente es aquel que tiene una máxima funcionalidad y eficiencia para los usuarios ya que permite la modificación de elementos para la actividad cotidiana y la incorporación de la misma. Con el fin de obtener un coste mínimo, garantizar un ambiente de máxima calidad y extender su ciclo de vida.

El Intelligent Buildings Institute (IBI), brinda un concepto de los edificios inteligentes al decir que proporcionan el ambiente de trabajo utilizando al máximo en cuanto a la optimización de elementos básicos como: sistemas, administración, servicios y estructura. Ayudando a los usuarios, operadores a realizar mejoras y propósitos en cuanto a comodidad, seguridad, comercialización y sobre todo términos de costo (Yépez Freire, 2018).

4.2.3 Características generales

Chicaiza Rodríguez (2016) explica que la domótica es una tecnología moderna que poco a poco ha ido avanzando y en la actualidad gracias a estos avances es posible tener edificios inteligentes. Con la implementación de este conjunto de aplicaciones se puede tener una automatización en cuanto a ahorros energéticos ya que este tipo de sistema tiene una serie de características básicas que cumplirán con los objetivos que se requieren:

- Sistema domótico fiable 100%: para tener un sistema 100% fiable se debe equipar el controlador con una serie de sistemas que colaboran a ello, para poder tener un SAI (sistema de alimentación ininterrumpida), esto con el fin de evitar inconvenientes al momento de tener un apagón, posera una batería capaz de alimentar los diversos sistemas.

- Fácil de utilizar: tiene que ser sencillo y fácil de poder acceder al sistema de control de tal manera que el usuario pueda controlar y realizar cambios de manera fácil, para que así se pueda adecuar el establecimiento a sus necesidades, estar informado con un reporte de los sucesos dentro de ella y así poder detectar fallas y averías.
- Control de un ordenador o CPU: el control y funcionamiento se dará solo a través de este dispositivo informático, el mismo que obtendrá toda información y monitoreo que se requiera para poder observar los sucesos de la vivienda o edificio donde se encuentra ubicado dicho sistema.
- Permitir el control remoto: Esta opción es muy importante ya que permite conectarse al sistema desde otros dispositivos que permitirá el acceso esto mediante conexión a internet o por el sistema telefónico para facilitar el control mientras no se encuentre en el establecimiento.
- Interrelación con diversos elementos: con la finalidad de realizar una toma de decisiones de manera más eficiente y lógica esto permitirá el buen funcionamiento de cada uno de los elementos instalados en el lugar.

4.2.4 *Arquitectura de la domótica*

En gran parte se debe reconocer la evolución de la tecnología Loboguerrero (2011) explica que permite tener espacios mejor adaptados en cuanto a iluminación, esto gracias al desarrollo electrónico y obtención de redes de comunicación externas e internas. La arquitectura en los sistemas domóticos va de la mano con respecto a las características planteadas anteriormente, la domótica según su arquitectura está clasificada en centralizados, descentralizados o mixtos esto depende del porcentaje o grado de automatización que se planteara, sin embargo, los centralizados son más eficientes y confiables que los demás.

Loboguerrero (2011) señala las siguientes arquitecturas aplicadas en la domótica:

Centralizado: Este tipo de sistema está compuesto por una UCI (unidad central inteligente) la misma que controla y administra el edificio, prácticamente es el cerebro de la instalación ya que toda la información y novedades serán enviadas a este sistema, los elementos como los sensores, cámaras, contactos, elementos que recopilan información de temperatura, luminosidad, movimiento, tiempo si obtienen alguna información se reportará a este sistema de control, el mismo procesa los datos y actuará sobre los circuitos encargados que cumplirán las funciones, que será desde la seguridad hasta el consumo y manejo de la energía eléctrica.

Descentralizado: Al contrario del sistema centralizado en este no es necesario poseer una unidad central inteligente que controlara las funciones y toma de decisiones, por lo que se trabajara de manera individual es decir se programara las unidades de manera individual ya

que poseen un microprocesador por lo que trabajan de manera autónoma, pero si se necesita tener un monitoreo constante de la edificación si es necesario tener una unidad central inteligente o un computador.

Mixto: este tipo de sistema es especial ya que generalmente consta de una arquitectura descentralizada ya que consta con pequeños dispositivos que realizan el trabajo de procesar la información de un conjunto de elementos como son los sensores y estos a su vez son capaces de transmitir al resto de dispositivos distribuidos por la edificación.

4.2.5 *Auge de la domótica y su importancia hoy en día*

Willyam Cojóm (2015) concluyó que es importante ver los avances tecnológicos que se presentan con el paso del tiempo, esto de manera general tanto en el hogar, oficinas y negocios, es muy impactante ver cómo se resuelven problemas de manera muy sencilla y en menor tiempo. Con todos estos inventos y avances tecnológicos la arquitectura también fue evolucionando poco a poco ya que estos avances fueron adoptados a las grandes edificaciones con el objetivo de tener una mayor eficiencia y menos consumo energético.

En la actualidad se cuenta con las conexiones e instalaciones eléctricas comunes, pero se debe tomar en cuenta que con estas existe un alto consumo energético debido a las pérdidas que estas poseen, es por esta razón que se requiere contar con una comunicación clara, rápida y efectiva, tener seguridad y comodidad para poder dar a los elementos un mayor ciclo de vida a un edificio es por esta razón que se está aplicando la domótica o edificios inteligentes que será la encargada de solucionar los problemas de eficiencia y consumo energético sin embargo este tema es nuevo y novedoso para muchos ingenieros y arquitectos.

Estos avances tecnológicos permiten mejorar mucho la calidad de vida y es imposible dejarlo pasar en alto, en especial lo toman muy en serio los profesionales de la ingeniería, que en especial tienen la responsabilidad de estar al par con la tecnología para crear ciudades futuristas (Willyam Cojóm, 2015).

4.2.6 *Ramas y aplicaciones de la domótica*

La domótica es muy bien recibida en el campo de los espacios interiores ya que se relaciona de manera muy reservada los espacios donde se va a automatizar. La propuesta la genera el cliente, por lo que es necesario evaluar las necesidades del usuario y a su vez presentar posibles soluciones a través de la aplicación de la domótica, luego de analizar y estudiar el problema presentado se puede evaluar y presentar una solución eficiente (Orsi Gaitán, 2017). Chicaiza Rodríguez (2016) expresa que la domótica en general tiene un campo muy amplio de estudio y aplicación, especialmente en las características que se explicó en puntos anteriores,

por lo que este tipo de sistema puede ser utilizado en muchos lugares y establecimientos de los cuales se presentan los más comunes y más importantes:

- Universidades
- Hospitales
- Industrias
- Oficinas corporativas
- Viviendas
- Hoteles

La domótica está aplicada en diferentes sistemas por lo cual esta cumple diferentes roles basándose en las mismas características aplicadas de diferente manera, se presenta a continuación las principales aplicaciones de la domótica:

- *Eficiencia energética*
- *Seguridad*
- *Comodidad*
- *Comunicaciones*
- *Accesibilidad*

Según cada una de estas aplicaciones la domótica es utilizada como medio para mejorar y facilitar las tareas que se deben realizar y lo más importante es que este sistema se adopta de manera más eficiente a cada una de las tareas (Chicaiza Rodriguez, 2016).

4.2.6.1 Accesibilidad

Este concepto tiene como fin integrar las aplicaciones o instalaciones referentes al control remoto para favorecer a los usuarios es decir facilitar su acceso, también es un beneficio ya que puede ser utilizado por personas con limitaciones funcionales como sería los problemas mentales y físicos.

Al momento de realizar instalaciones con la domótica en edificios y hogares lo que principalmente se está realizando es permitiendo la accesibilidad para todos, en términos más profundos para personas con discapacidades como personas mayores de edad, problemas mentales y físicos, por lo que la función principal de la domótica vendría a ser adaptar el entorno a cualquier usuario sin importar los problemas que esta tenga esto ofrece más autonomía al individuo (Willyam Cojóm, 2015).

Willyam Cojóm (2015) especifica que existen múltiples aparatos que pueden facilitar la vida a todas las personas en especial los usuarios con discapacidad, estos son los siguientes:

- Productos para comunicar a través del iris (IRISCOM).

- Trajes robóticos para facilitar movimientos de extremidades.
- Teléfonos con sensores visuales y vibración para personas con discapacidad auditiva y también para personas con discapacidad visual.
- Interfaces inalámbricas que permiten controlar aparatos solo con un movimiento de cabeza (FATRONIK).

4.2.6.2 Comodidad

En resumen, Chicaiza Rodríguez (2016) aporta que la comodidad se trata de las actuaciones que se pueden realizar en un edificio o vivienda esto para tratar de brindarles unas mejores condiciones de vida a los usuarios, y para esto mediante la domótica se pueden realizar de manera automática y a su vez estas actuaciones pueden ser de tipo activo, pasivo o mixtas esto dependerá de las características del ambiente de trabajo y las preferencias y gustos del usuario.

Según Chicaiza Rodríguez (2016) la domótica en su mayoría es conocida debido a que brinda una mejor vida y comodidad para el usuario a pesar de que brinda muchas otras características la importante y más aplicada es por razones de comodidad, pero también deben conocer otras aplicaciones que son muy importantes como la domótica enfocada en la eficiencia energética lo cual es el tema principal de la investigación y que es de mayor beneficio para aplicar en la edificación.

El autor explica que existen muchos servicios de la domótica que pueden ser utilizados para la comodidad y que son controlados de manera automática a continuación se presenta los más importantes:

- Iluminación:
 - Automatización del apagado y encendido en cada punto de luz.
 - Apagado general de las luces en la edificación
 - Regulación de la iluminación esto dependiendo el nivel de luminosidad ambiente.
- Calefacción y aire acondicionado:
 - Encendido y regulación de los ventiladores
 - Regulación de la temperatura en lugares donde exista usuarios.
- Elementos de acceso:
 - Integración del portero al teléfono
 - Video portero al televisor
 - Sistema de acceso a puertas

- Riego automático
- Gestión multimedia
- Refrigeración

4.2.6.3 Seguridad

La domótica aplicada en la seguridad nos permite tener menos contacto con los elementos tecnológicos y para así tener mayor seguridad esto para evitar los riesgos que se corre al interactuar con todos estos, para lograr esta seguridad se implementa sistemas automatizados que beneficiarán al usuario y las personas que interactúen con este sistema estos sistemas pueden ser alarmas en general, controles de intrusión entre otros (Yépez Freire, 2018).

En muchos de los casos estos elementos tecnológicos cada vez se están actualizando más y más por lo que este tipo de sistemas están trabajando de manera más autónoma para así poder satisfacer las necesidades para un sistema más eficiente. Se debe conocer que en un edificio o una vivienda lo más importante es el tema de seguridad debido a los peligros que se presentan día a día, por lo que la domótica aplicada presenta diferentes sistemas para proteger el bienestar de las personas y sus bienes, el funcionamiento de estos sistemas se basan en recibir señales a través de dispositivos como sensores y para poder obtener una respuesta mediante los actuadores como puede ser una alarma un mensaje de texto, un corte energético, entre otros (Yépez Freire, 2018).

Los niveles de seguridad son cuatro y se los presenta a continuación:

- Protección interior
- Protección exterior
- Protección personal
- Alarmas técnicas o de detección

4.2.6.4 Comunicaciones

Willyam Cojóm (2015) afirma que hoy en día, es muy importante mantenerse comunicado por lo que estos elementos tecnológicos tienen que cumplir con esta característica de comunicación, en la domótica cada uno de los elementos cumplen con esta función para así tener comunicada toda la vivienda o edificación, es por esta razón que se necesita tener un sistema demótico muy sofisticado. El sistema de comunicación que tenga la edificación hace posible un buen funcionamiento de los módulos que se encuentran conectados y enlazados a la UCI, estos pueden ser alámbricos e inalámbricos. Se debe tomar en cuenta que no se entenderá un sistema demótico si no se conoce el protocolo de comunicaciones.

El autor presenta algunas tareas de comunicación de un sistema domótico las principales son:

- Control remoto desde PC
- Mandos inalámbricos vía internet
- Ubicación
- Control externo e interno
- Informes costes y consumos
- Intercomunicadores
- Transmisiones de alarmas

4.2.6.5 Eficiencia energética

Según las investigaciones realizadas por Segovia et al. (2018) explica que en la actualidad existe una crisis energética, por lo que se debe tomar muy en serio que los recursos obtenidos no son infinitos es por esta razón que se debe tomar en cuenta los sistemas que brindan una mayor eficiencia con la domótica, generalmente este tipo de sistemas están conformados por sensores y actuadores son los encargados de detectar movimiento, establecer la intensidad luminosa, controlar la iluminación de un lugar y medir el consumo energético. La eficiencia energética es el tema central de este proyecto, la domótica permite controlar, supervisar y minimizar el consumo energético de cada sistema o elemento tecnológico de un edificio o vivienda, lo realiza de tal manera que adapta los parámetros de la instalación de dicho sistema y elabora perfiles de uso esto permitirá obtener una menor demanda significativa del consumo eléctrico. De esta manera cada uno de los elementos que conforman este sistema domótico para la eficiencia energética se va a convertir en una inversión de futuro y no en un coste, y contribuirá de manera favorable al medio ambiente.

Como se conoce el ahorro energético es una baja en el monto de la factura eléctrica, al momento cuando se toma el tema de eficiencia energética se da por entendido una nueva instalación o cambio de los aparatos eléctricos, pero en realidad cuando se implementa el sistema domótico no se requiere específicamente quitar todos los aparatos eléctricos y reemplazarlos por nuevos que consuman menos, por lo contrario se trata de gestionar de manera eficiente los mismos elementos esto mediante un sistema que se acople a las instalaciones ya existentes y esto provocará que el consumo sea menor.

Si se quiere lograr obtener una eficiencia energética se necesita aplicar el sistema que está aplicado al ahorro y unidos e implementados se notara la reducción en el consumo energético. La domótica en la eficiencia energética presenta dos ramas muy importantes, la

primera esta implica en el aprovechamiento de fuentes de energía alternativas y la segunda busca aprovechar al máximo la energía con la que ya se cuenta (Segovia et al., 2018).

4.2.7 Beneficios en el sistema domótico en cuanto al ahorro energético

La domótica es una herramienta muy útil para mejorar muchos aspectos en la sociedad ya que con este tipo de tecnología además de mejorar los aspectos ayuda ahorrar el consumo energético y aumentar la eficiencia del mismo, hoy en día este tipo de tecnología ya es una realidad poco a poco se va incorporando en el país y ya se realizan las instalaciones de este tipo de sistemas. En Ecuador hay muy pocas viviendas y edificaciones que cuentan con este tipo de tecnología integrada, los cuales obtienen resultados muy beneficiosos en el uso eficiente de la energía, también están preparados para accidentes y ayuda en la prevención de robos (Chicaiza Rodríguez, 2016).

Chicaiza Rodríguez (2016) nombra algunos beneficios de parte de la domótica y se debe tomar en cuenta que día a día seguirán surgiendo más, a continuación, se presentan las siguientes agrupaciones de los más importantes:

- Gestión remota de instalaciones y equipos domésticos.
- Tele-asistencia.
- Potenciación y aprovechamiento de la red de comunicaciones.
- Seguridad personal y patrimonial.
- Aumento de la comodidad y bienestar.
- Ahorro energético mediante una gestión eficiente, tarifaria e inteligente de sistemas de consumo energético.

De los beneficios presentados anteriormente nos vamos a centrar de manera más específica en el ahorro energético mediante gestión eficiente, tarifaria e inteligente de sistemas de consumo energético. Esto nos quiere decir que se debe gestionar de manera eficiente, cómoda, segura e inteligentemente el funcionamiento en cuanto al consumo energético esto con los usuarios, esto ha brindado una gran oportunidad para que el sistema domótico participe y sea un factor importante en el ahorro energético. Se debe tomar en cuenta el uso efectivo de la electricidad para esto se debe controlar el consumo de energía mediante programación de luminarias, artefactos y climatización de la edificación. Para esto se requiere de racionalizar cargas eléctricas mediante la activación y desactivación de equipos que ya no están en uso y los que se utilizaran, también se puede lograr con la iluminación es decir encendiendo y apagando las luces esto dependerá de las necesidades de los usuarios, pero este sistema domótico también presenta algunas desventajas que se presentan a continuación:

- Se produce el aislamiento del usuario.
- Entorpecimiento del usuario esto dependerá del grado de automatización.
- El precio aún es demasiado alto.
- Al ser una nueva aplicación presenta fallos en los sistemas (Chicaiza Rodríguez, 2016).

4.2.8 Protocolos como medios de interconexión

Si ya está propuesto el equipo, lo más importante y por lo que se caracteriza el sistema domótico es por el protocolo de comunicación, es decir el idioma o formato por el cual cada uno de los elementos que integran este sistema se van a comunicar entre sí, esto para que puedan comunicarse de la manera correcta e interactuar el uno con el otro (Segovia et al., 2018). El autor explica que hasta el momento existen algunos protocolos que se seleccionan dependiendo a su clasificación y con respecto a su estandarización:

- Protocolos propietarios: estos protocolos generalmente están desarrollados por una empresa, que tiene como fin que los elementos o productos sean capaces solamente de comunicarse entre sí, también se los puede denominar como variantes de protocolos estándar, los protocolos más desarrollados son Crestron y DECnet.
- Protocolos estándar: usados por muchas empresas que se encargan de fabricar elementos tecnológicos que son capaces y compatibles entre sí. Los protocolos estándar más conocidos y usados se encuentran; el ZigBee, LonWorks, Modbus, KNX, X10, y otros.

4.3 Capítulo III: Introducción a la Automatización

4.3.1 Definición

Un sistema automatizado en concepto según Nieves y Peña (2018) es aquel que trabaja de manera automática (no requiere de personal u operadores) ante los problemas que puedan presentarse en determinado tiempo, para así de esta manera buscar soluciones las más adecuadas posibles y así cumplir el rol para el que este sistema fue implementado.

La **Figura 3** muestra un sistema de lazo cerrado, el mismo que comunica los cambios que captan los sensores para generar las acciones que se requieren y este trabajo de implementación es realizado por los actuadores. Se toma en cuenta que este sistema de control se comunica con el operador y así recibe órdenes y las ejecuta tales como paro, marcha, cambio de características específicas etc.

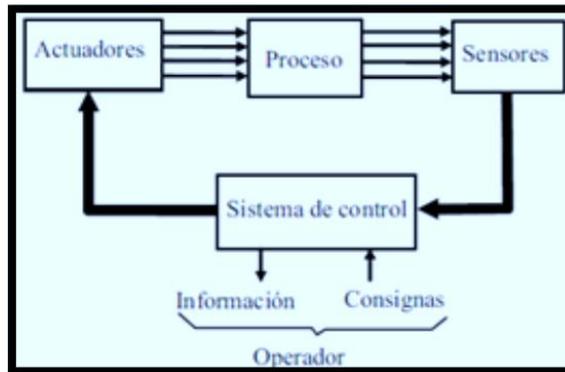


Figura 3. Esquema de un proceso automatizado
Fuente: (Nieves & Peña, 2018)

4.3.2 Clasificación tecnológica

Se debe tomar en cuenta que gracias a la tecnología que avanza poco a poco para el desarrollo de un sistema de control, Nieves y Peña (2018) explicó que existen diferentes tipos de automatismos como son los cableados y programados:

4.3.2.1 Automatización por cableado

Como su nombre lo dice se implementan todos los elementos que conforman el sistema al sistema de control (relés, contactores) mediante cableado de manera física. Según sea la conexión de los elementos se realiza una función lógica, esto determina tanto las señales de salida como las de entrada y se pueden presenciar tres tecnologías diferentes (Nieves & Peña, 2018):

- Flúidica (neumática o hidráulica).
- Electrónica (compuertas lógicas).
- Eléctrica (relés o contactores).

4.3.2.2 Automatización mediante programas

Nieves y Peña (2018) explican que el proceso de automatización es integrado a programas que son capaces de ejecutarse en microprocesadores, esto depende de los comandos o instrucciones que determinarán la función que se debe realizar así relacionando las entradas y salidas. Existen 3 formas de implementación:

- Microcontrolador: Circuitos integrados que son programables, poseen en su interior un microprocesador. Para usarlos debe diseñarse una tarjeta electrónica para la aplicación, en este incluye su propio microcontrolador y sus interfaces necesarias para tener comunicación ya sea con los sensores o con los actuadores.
- Autómata programable industrial: Es usado más comúnmente en el sector industrial, este equipo electrónico se programa en un lenguaje específico y está elaborado para controlar los procesos secuenciales en tiempo real.

- Ordenador: estos tienen que ser compatibles con los computadores de escritorio, pero con respecto a software y se debe tomar en cuenta que el hardware debe ser específicamente robusto.

4.3.3 Representación de los automatismos

Se toma en cuenta que una función lógica implementada por automatización tiene varias formas de ser representadas. Manzano et al. (2020) explica que existen dos maneras tradicionales que son las compuertas lógicas y la lógica de contactos, también hay otras formas, pero de nivel sumamente avanzado la más destacada son los diagramas de flujo y el GRAFCET.

4.3.3.1 Lógica de contactos (relés)

Consta de contactos que dependiendo del estado estos pueden estar cerrados o abiertos, su representación es cuando este activo será (1) y cuando está inactivo será (0) véase en la **Figura 4**. De igual manera la conexión de estos dependerá de la función y pueden estar conectados en serie o paralelo.

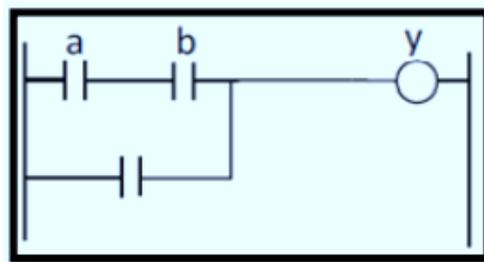


Figura 4. Representación en diagrama de contactos

Fuente: (Nieves & Peña, 2018)

4.3.3.2 Puertas lógicas

Los autores Segovia et al. (2018) nombran que los circuitos electrónicos que están conformados por transistores estos tienen arreglos especiales y otorgan señales de voltaje, están obtenidos por operaciones lógicas binarias, por otro lado, también niegan, afirman esto dependerá de sus propiedades lógicas como se muestra en la **Figura 5**. Se utiliza la representación cuando el automatismo se implementa a través de circuitos electrónicos digitales.

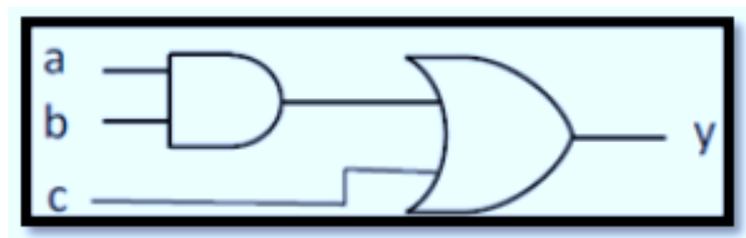


Figura 5. Representación mediante puertas lógicas

Fuente: (Nieves & Peña, 2018)

4.3.3.3 Diagrama de flujo

No es nada más que diseñar un diagrama usando tipos de elementos como son los nodos para decidir y los nodos para la ejecución.

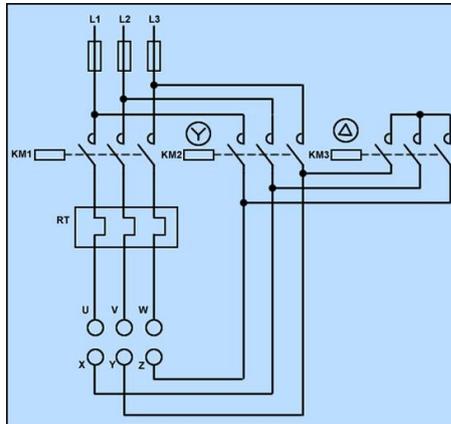


Figura 6. Diagrama de flujo para un arranque estrella-delta
Fuente: (Nieves & Peña, 2018)

4.3.4 Controlador lógico programable (PLC)

Un controlador programable según NEMA (National Electrical Manufacturers Association) es un dispositivo electrónico y su operación se realiza de manera digital, almacena internamente instrucciones mediante una memoria programable, estas desarrollan funciones específicas como control de tiempos, registro, lógica operaciones etc.

La **Figura 7** en las investigaciones realizadas de Nieves y Peña (2018) presenta las partes principales de un PLC: entradas, salidas y CPU. Las entradas y salidas vinculan a la planta con el operador. Las entradas están diseñadas para adaptar las señales generadas por sensores y esto a su vez para que el CPU las reconozca, mientras que las salidas se realiza un circuito de control ante una señal u orden enviada por el CPU. El CPU sin duda alguna es el cerebro del PLC ya que es el encargado de ejecutar todos los programas desarrollados por los usuarios u operadores y está conformado por varios procesadores.

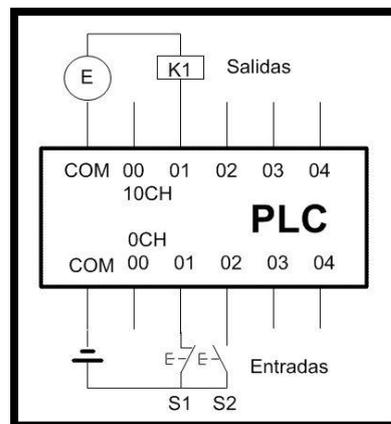


Figura 7. Diagrama esquemático de un PLC
Fuente: (Nieves & Peña, 2018)

4.3.4.1 Clasificación de las entradas y salidas

Se debe tomar en cuenta que las señales ejecutadas en un sistema no son iguales y peor aún relacionar el tipo de señal o controlar el CPU. Existen interfaces de entrada y salida que son las siguientes:

- E-S discretas: conocidas como lógicas o binarias y tienen solamente dos estados encendido y apagado.
- E-S especiales: son una derivación de las analógicas, como entradas con pulso, termocuplas, RTDs, etc.
- E-S analógicas: registran cantidad de datos en un cierto rango esto dependerá de su escala.(Fajardo & Cusme, 2018).

4.3.5 Aplicaciones de la automatización

Nieves y Peña (2018) expresa que la automatización es un proceso productivo no siempre es justificable en el diseño de este, pero hay ciertas ocasiones que permiten y es necesario su implementación:

- La necesidad de ahorrar energía.
- Reducir los costos de producción.
- Aumento de la producción.
- Alto coste de la materia prima.
- Diseño e implementación de nuevas tecnologías.

4.3.6 Diseño asistido por computadora (CAD)

Cataldo Mollo (2017) explica que el diseño CAD generalmente es una herramienta muy útil para el diseño de objetos u elementos necesarios para un trabajo es el uso de herramientas computacionales mediante el cual se realizará diseños en general en el cual se puede modificar y optimizar e incluso se puede crear, y al momento de crear estos objetos físicos las herramientas en el diseño CAD permiten crear los elementos en 2 y 3 dimensiones. El diseño asistido por computadora presenta algunas ventajas y desventajas las más importantes son:

Ventajas

- Mayor facilidad al momento de corregir los dibujos.
- Se tendrá una mejor visualización al momento de culminar con los proyectos.
- Las producciones más rápidas y poco complicadas.
- Presentará menos fallas y errores en los sistemas ya que tiene una gran exactitud y también consta de una detección de errores automático.
- Permite realizar cálculos y simulaciones de los objetos dibujados.

- Los programas CAD están implementados y programados para trabajar de mano con las normas internacionales.

Desventajas

- Para el uso de estas herramientas y programas es necesario tener una base o un entrenamiento previo debido a la complejidad de sus aplicaciones.
- Se requiere de un hardware que soporte este tipo de programas por lo que se necesita de un alto costo en la adquisición de este.

4.3.7 AutoCAD

El AutoCAD es un software CAD que tuvo sus inicios en 1982, y poco a poco fue mejorando sus versiones, este software trabaja con imágenes de tipo vectorial y es sirve para el dibujo en 2 dimensiones y realizar los modelados en 3 dimensiones, presenta algunas ventajas muy importantes, así como algunas desventajas (Cataldo Mollo, 2017):

Ventajas

- Es uno de los softwares más utilizados a nivel mundial.
- Es utilizable en todos los campos de la ingeniería especialmente para el campo eléctrico, mecánico e industrial que son los que más convienen en este estudio.
- No hay que preocuparse cuando llegan nuevas versiones ya que por lo general no cambian mucho y solo se incorporan unos cuantos comandos.
- En este software se puede dibujar en 2 y 3 dimensiones ya que esto dependerá de cada usuario.
- Los formatos con los que se maneja son DWG y DXF estos son compatibles con casi todos los programas CAD.

Desventajas:

- Elevado costo del programa.
- El programa requiere de una computadora avanzada por lo que esto influye en el costo del computador.
- Solo está vigente para los sistemas operativos WINDOWS y MAC.
- Como se utilizan muchos comandos y recursos que utiliza el programa da como resultado la ralentización de la computadora.

4.4 Capítulo IV: Sistema de control

4.4.1 Aspectos generales

Un sistema de control en la domótica es el que se encarga de administrar, dirigir y controlar algunos elementos esto con la meta de reducir fallas, fugas y gastos innecesarios a

nivel energético con el fin de obtener resultados eficientes y menos consumo. Existen distintos tipos de control instalados los principales son: sensores táctiles, encendido y apagado de zonas con control horario.

4.4.2 Sistema de control automático

Un sistema de control automático eléctrico es un conjunto de dispositivos y elementos eléctricos que trabajan en conjunto para automatizar y controlar diversos procesos y operaciones eléctricas. Estos sistemas pueden ser programados para realizar tareas específicas de forma autónoma, como el encendido y apagado de luces, la regulación de la intensidad luminosa, el control de motores y otros procesos eléctricos. La finalidad de un sistema de control automático es mejorar la eficiencia, precisión y seguridad de las operaciones eléctricas y disminuir el consumo de energía eléctrica.

4.4.3 Elementos que conforman el sistema de control.

4.4.3.1 Controlador de iluminación.

El controlador de iluminación ajusta la intensidad de una lámpara mediante el uso de un dispositivo electrónico llamado ballast. El ballast es responsable de regular la corriente eléctrica que fluye a través de la lámpara, lo que ajusta su intensidad. El controlador de iluminación recibe la señal de intensidad deseada de un sensor o un interruptor y la traduce en una señal que puede ser comprendida por el ballast. El ballast utiliza esta señal para ajustar la corriente eléctrica que fluye a través de la lámpara, lo que ajusta su intensidad. De esta manera, el controlador de iluminación puede regular la intensidad de la lámpara de manera precisa y eficiente. El controlador de iluminación se basa en diferentes factores para conocer el porcentaje de intensidad que requieren las lámparas:

1. Señal de intensidad deseada: El controlador de iluminación puede recibir una señal de intensidad deseada de un sensor o un interruptor, que le indica la cantidad de luz que se desea producir.
2. Configuración programada: El controlador de iluminación también puede estar programado con una configuración previa que le indique el porcentaje de intensidad deseado en función de la hora del día, la fecha o la ubicación geográfica.
3. Mediciones en tiempo real: El controlador de iluminación también puede utilizar sensores para medir la luz ambiente y ajustar la intensidad de la lámpara en consecuencia. Por ejemplo, si la luz ambiente es baja, el controlador de iluminación puede aumentar la intensidad de la lámpara para producir más luz.

4.4.3.2 Sensor e-Multisensor 0-10V

El sensor e-Multisensor 0-10V regula la intensidad de las lámparas mediante un protocolo de comunicación llamado control 0-10V. Este protocolo permite controlar la intensidad de una fuente de luz a través de una señal analógica de 0 a 10 voltios. El sensor e-Multisensor 0-10V mide la cantidad de luz ambiental y envía una señal al controlador de iluminación para ajustar la intensidad de la lámpara en consecuencia. De esta manera, el sensor puede mantener un nivel óptimo de iluminación en una habitación, reduciendo el consumo de energía y mejorando la eficiencia energética.

4.4.3.3 Fuente de alimentación.

Una fuente de alimentación de 24V AC (corriente alterna) se utiliza para convertir una señal de alimentación de CA de entrada en una señal de CC (corriente continua) de salida de 24V. Esta fuente de alimentación se utiliza comúnmente en aplicaciones que requieren una fuente de energía confiable y estable para alimentar dispositivos electrónicos como sensores, motores, actuadores, controladores, entre otros.

Las fuentes de alimentación de 24V AC se utilizan comúnmente en aplicaciones de control de acceso, sistemas de seguridad, sistemas de iluminación, sistemas de control HVAC (calefacción, ventilación y aire acondicionado), entre otras aplicaciones. Es importante tener en cuenta que las fuentes de alimentación de 24V AC deben elegirse cuidadosamente para garantizar que sean adecuadas para la aplicación específica y cumplan con los requisitos de seguridad y rendimiento.

4.5 Capítulo V: Arquitectura sostenible

4.5.1 Estrategias de arquitectura sostenible.

La arquitectura y los servicios de construcción contribuyen al desarrollo económico y social del país. Cuestiones como la vivienda, el abrigo y la restauración patrimonial son ejemplos de los aportes que estos eventos pueden hacer a la sociedad. Pero al mismo tiempo, los edificios y la construcción están relacionados con el medio ambiente, la economía y la sociedad a lo largo de la vida del edificio o edificación, ocupando espacio y espacio, produciendo recursos y generando residuos y contaminación (Acosta, 2009).

La arquitectura sostenible se refiere a la arquitectura que tiene en cuenta los recursos presentes en un entorno y genera una relación armónica entre el edificio, el medio ambiente y los usuarios. Se trata de un enfoque en el que se busca minimizar el impacto ambiental, tanto a nivel local como global.

Algunas de las principales características de la arquitectura sostenible son: la utilización de materiales de construcción reciclables e insumos naturales, el aprovechamiento de la luz

natural, el uso de energías renovables, la eficiencia energética, la preservación de los recursos, la protección de la biodiversidad y la recuperación de espacios naturales. Adicionalmente, se busca construir edificios que sean seguros, saludables y cómodos para los usuarios.

Según Acosta (2009) la eficiencia y racionalidad energética se deben estimular construcciones que ahorren o inclusive, produzcan más pedantería de la que consumen durante todo el ciclo de vida de las edificaciones, desde la producción de materia prima, materiales y componentes, la pedantería incorporada, y construcción en sitio, pasando por el uso y alimento de la edificación, su habitabilidad, hasta sus modificaciones y su incidental demolición. Debemos tentar en los profesionales e investigadores la comprensión de consideraciones básicas del talante ambiental de la envolvente externa de las edificaciones con el impreciso de evitar pedantería:

El amoldamiento de los cerramientos verticales y ventanas, la leva de instrumentos de protección solar, la adaptación de la cubierta a las condiciones climáticas locales. Una de las fallas usuales de la cimentación y obra en nuestras latitudes es la acogida de soluciones comerciales internacionales para la envolvente externa, como es la contingencia de la tenacidad en el trópico la muralla cortina, en rotura del capital de pedantería y del bienestar ambiental de los usuarios.

4.5.2 Factores y estrategias.

Al momento de realizar una obra se debe tomar en cuenta muchos factores, para observar si una obra puede ser sostenible dependerá mucho del impacto generado en el medio ambiente. Para resolver los problemas de esta índole se debe tomar en cuenta una serie de estrategias correspondientes estas aportan a la mejora y recuperación del medio ambiente llevando un impacto positivo tanto en el aspecto social como económico y ecológico.

Las estrategias más importantes para una arquitectura sostenible son:

- Uso de materiales primas eco-eficientes.
- Mínimo consumo de energía en la implantación de la obra y a lo largo de su vida útil.
- Gestión sustentable de la implementación de la obra.
- Uso eficiente de los ventanales para mayor aportación de luz natural y menos uso de energía artificial.
- Crear un ambiente la más posible saludable para las personas.
- Adaptación a los trabajos que se realizaran en la edificación con los usuarios.

5. Metodología

5.1 Área de estudio

La metodología empleada para la elaboración y cumplimiento de cada uno de los objetivos presentados en el proyecto de titulación, pretende analizar una alternativa para reducir el consumo energético y buscar un punto de mayor eficiencia energética aplicando la domótica como sistema de control inteligente y una estrategia de arquitectura sostenible, el estudio se realizara en el bloque #3 de la Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables, se tomó en cuenta esta ubicación ya que se observó la falta de control de iluminación y el excesivo uso en las horas no laborables. El diseño será realizado en todo el bloque 3 de la FEIRNNR, como se muestra en la **Figura 8**. El bloque 3 tiene como ubicación exacta mediante coordenadas geográficas las siguientes:

LATITUD: 4°1'48.62"S

LONGITUD: 79°11'57.60"W



Figura 8. Zona de estudio, bloque #3 de la Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables de la Universidad Nacional de Loja.

5.2 Materiales y equipos

En la resolución y aplicación del presente estudio de consumo y eficiencia energética del bloque 3 de la FEIRNNR se utilizó diversos materiales y equipos que se presentan a continuación:

- Recursos tecnológicos:
 - Computadora laptop
 - Luxómetro digital
 - Flexómetro
 - Útiles escolares

- Material bibliográfico:
 - Artículos y libros orientados al sistema de control inteligente y relacionado con el internet de las cosas.
 - Proyectos de grado relacionados al campo de la domótica y el uso de elementos tecnológicos inteligentes.
 - Libros enfocados en los sistemas de control inteligentes donde se aplica la domótica como recurso importante para un futuro.
- Recursos humanos:
 - Autor del trabajo de titulación
 - Director de trabajo de titulación
 - Asesor de trabajo de titulación

5.3 Procedimiento

El método de estudio del presente proyecto es hipotético-inductivo ya que se plantea como hipótesis que es viable aplicar la domótica y una estrategia de arquitectura sostenible para mejorar la eficiencia y reducir el consumo energético del bloque 3 de la FEIRNNR. Se basa en un diseño de la investigación no experimental, ya que se determinó el desarrollo de nuestro estudio, por lo que se definió las variables a ser observadas, la medición de las variables, relación entre elementos y el procedimiento para analizar los datos obtenidos.

5.3.1 Enfoque metodológico

El proyecto planteado requiere la obtención de datos e identificación de variables relevantes, por lo que el enfoque de la investigación fue cuantitativo. Para la obtención de información cuantitativa, los instrumentos son aquellos que ya existen; en este caso, fue el consumo energético del bloque 3 de la FEIRNNR y los elementos que están compuestos e instalados más específicamente las iluminarias y sistema eléctrico.

5.3.2 Tipo de diseño

El tipo de investigación que mejor se adapta para la obtención de datos relevantes es de tipo descriptivo. Esto debido al análisis de la información que se puede ir obteniendo del lugar de estudio mediante la observación y circunstancias en las que se encuentran las instalaciones eléctricas del bloque 3 de la FEIRNNR para obtener una mejora en la eficiencia energética y reducción de la demanda de energía, aplicando la domótica.

5.3.3 Levantamiento de información del bloque 3 de la FEIRNNR para el diseño del mismo.

5.3.3.1 Diseño del bloque 3 de la FEIRNNR en CAD.

Para proponer un diseño de control eléctrico automático y este a su vez ayude y beneficie con el ahorro energético y aumente la eficiencia energética del bloque 3 de la FEIRNNR se realizó un estudio de la edificación para realizar los planos arquitectónicos y los planos eléctricos, en la **Figura 9**, se observa la edificación del bloque 3 de la Facultad de Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables de la Universidad Nacional de Loja. El bloque está dividido en tres plantas; planta baja, primera y segunda planta alta.



Figura 9. Planos Eléctricos de luminarias correspondientes al bloque 3 de la FEIRNNR.

En el diseño se realizó un levantamiento de las medidas en cuanto a la altura útil de cada planta para el diseño en CAD del bloque, la **Figura 10** presenta la altura en cada planta.

SEGUNDA PLANTA ALTA	2,80m
PRIMERA PLANTA ALTA	2,80m
PLANTA BAJA	2,80m

Figura 10: Altura de cada una de las plantas tomadas mediante una visita técnica al bloque 3.

A continuación, se realizó los planos correspondientes a cada planta en la cual se coloca la numeración correspondiente con su código esto se tomó como referencia a los que se encuentran en los rótulos identificativos de los ambientes del bloque. En la **Figura 11, 12 y 13** se observa la vista superior y la codificación de cada ambiente.

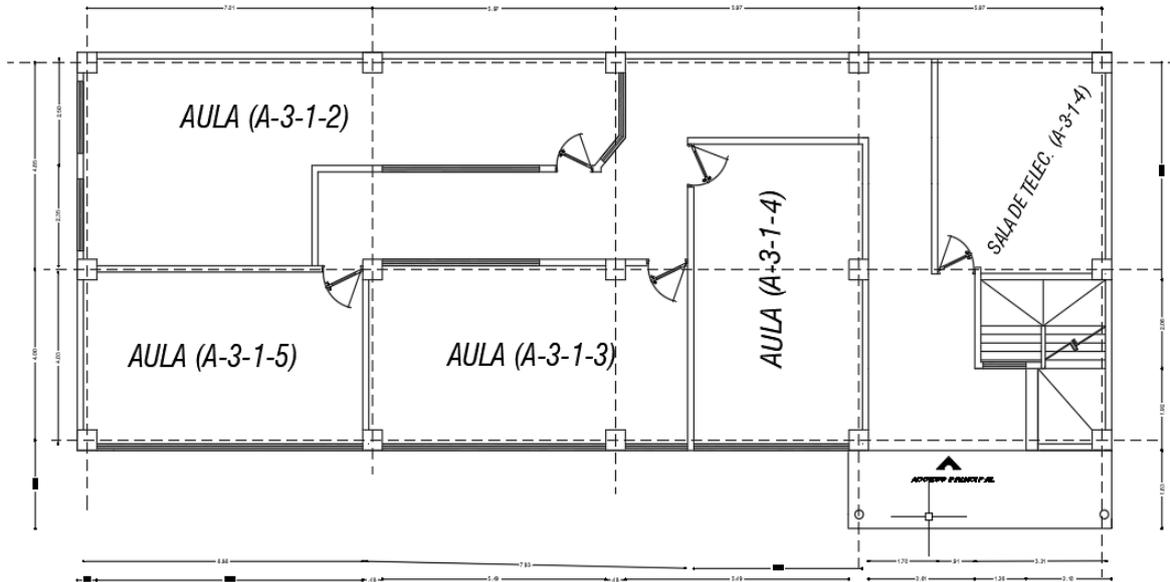


Figura 11: Planta baja con su ambiente y codificación adecuada.

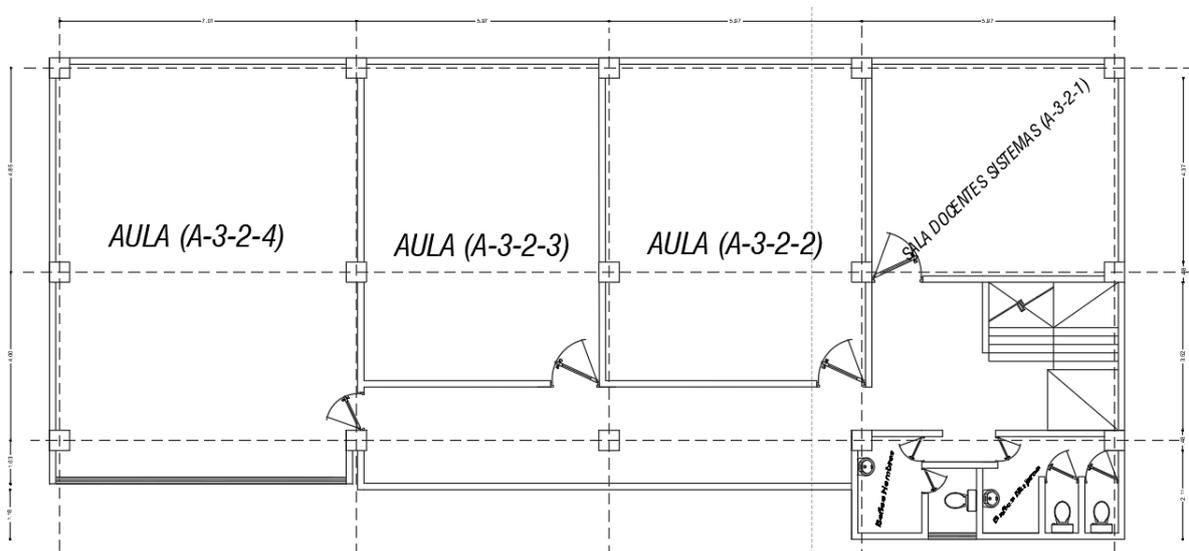


Figura 12: Primera planta alta se encuentra detallado el ambiente y codificación.

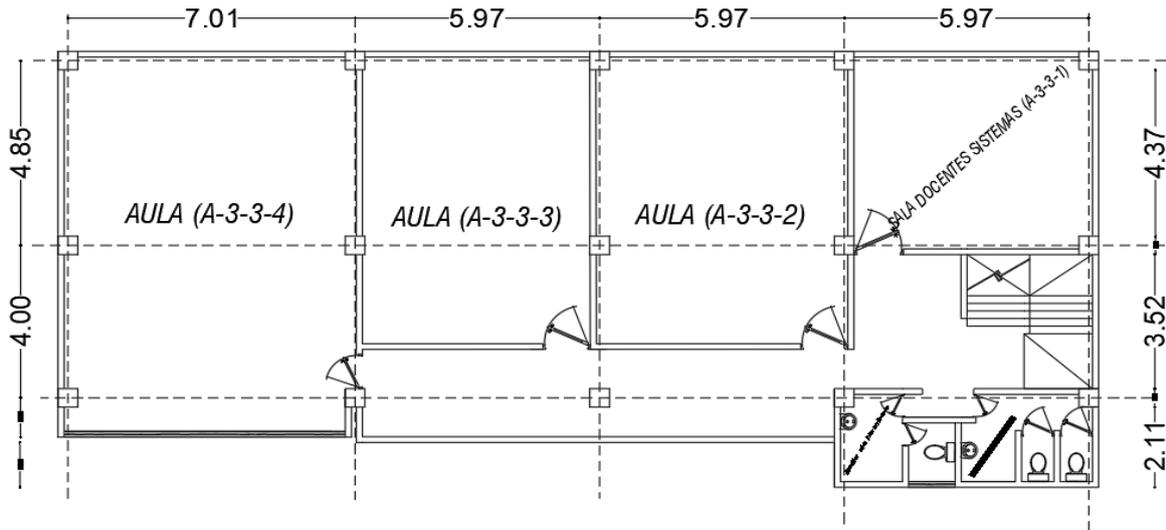


Figura 13: Segunda planta alta del bloque 3, donde se detalla el ámbito y codificación y se realizó un levantamiento de las dimensiones del piso.

Con los planos realizados en AutoCAD, se los exporta a SolidWorks y se empieza a realizar la estructura del bloque de manera individual es decir por planta, la **Figura 14** representa la planta baja en 3D, mientras que la **Figura 15** muestra la primera planta alta en 3D, se debe tomar en cuenta que las dimensiones de la primera planta alta son iguales a las de la segunda planta alta por lo que no es necesario diseñar nuevamente.

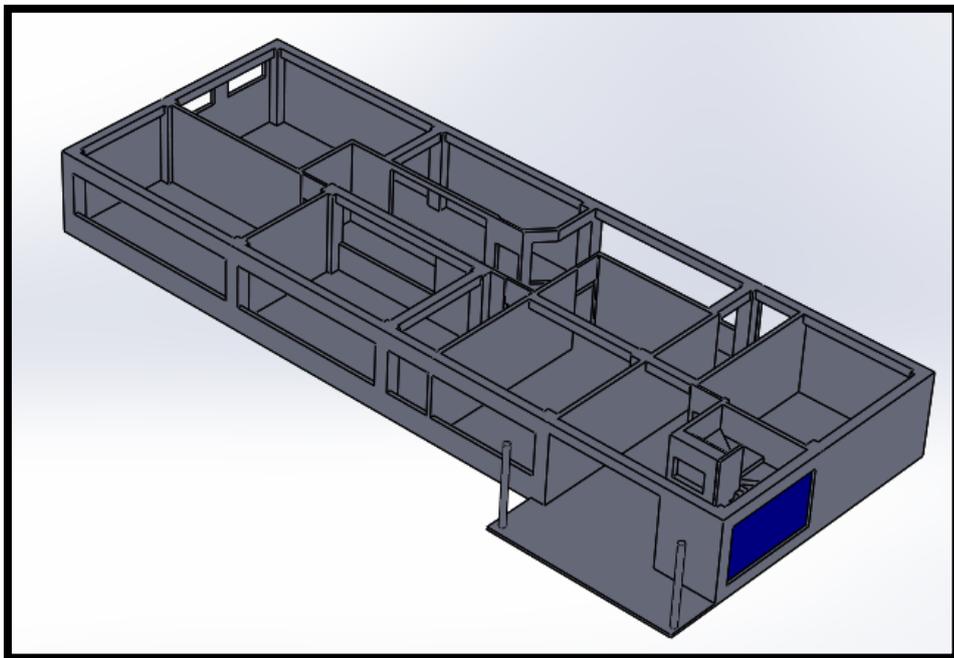


Figura 14. Planta baja diseñada en SolidWorks con las respectivas dimensiones.

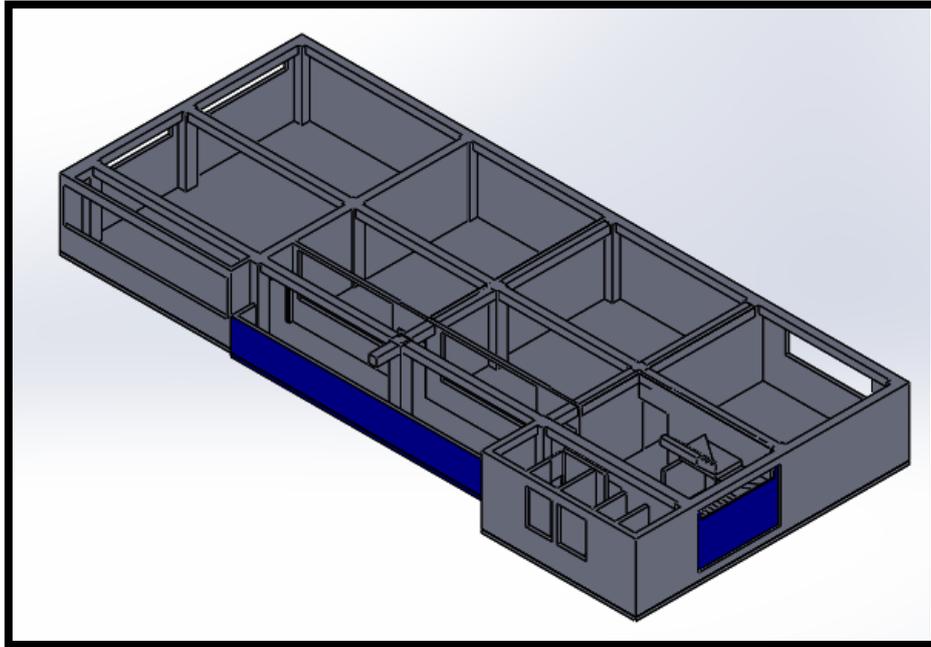


Figura 15. Diseño 3D de la primera y segunda planta alta el Bloque 3
Nota: Para la segunda planta alta no es necesario dibujarlo de nuevo ya que son los mismos por esta razón al momento de realizar el ensamblaje se repetirá la primera planta alta.

Finalmente, diseñado cada una de las plantas de manera individual se crea el archivo final donde se realiza el ensamblaje de todas las plantas y se acopla el techo. La **Figura 16** muestra el diseño arquitectónico del bloque 3 de la FEIRNNR con los detalles terminados.

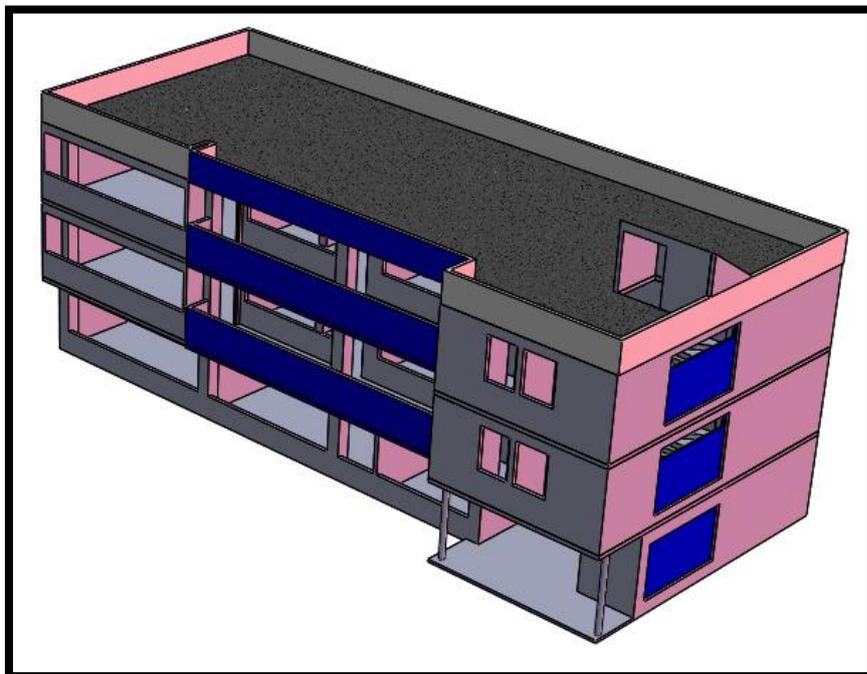


Figura 16: Estructura arquitectónica realizado en SolidWorks del bloque 3 de la facultad de energía, las industrias y los recursos naturales no renovables de la Universidad Nacional de Loja.

Para realizar algunos ajustes más específicos como colocar las ventanas y puertas en la edificación, el documento se lo exporta a DIALux con el fin de colocar los detalles faltantes y las propiedades para tener un cálculo más eficiente en la resolución del objetivo. La **Figura 17** presenta la estructura exportada en 3D y colocada cada propiedad con las ventanas y puertas especificadas.

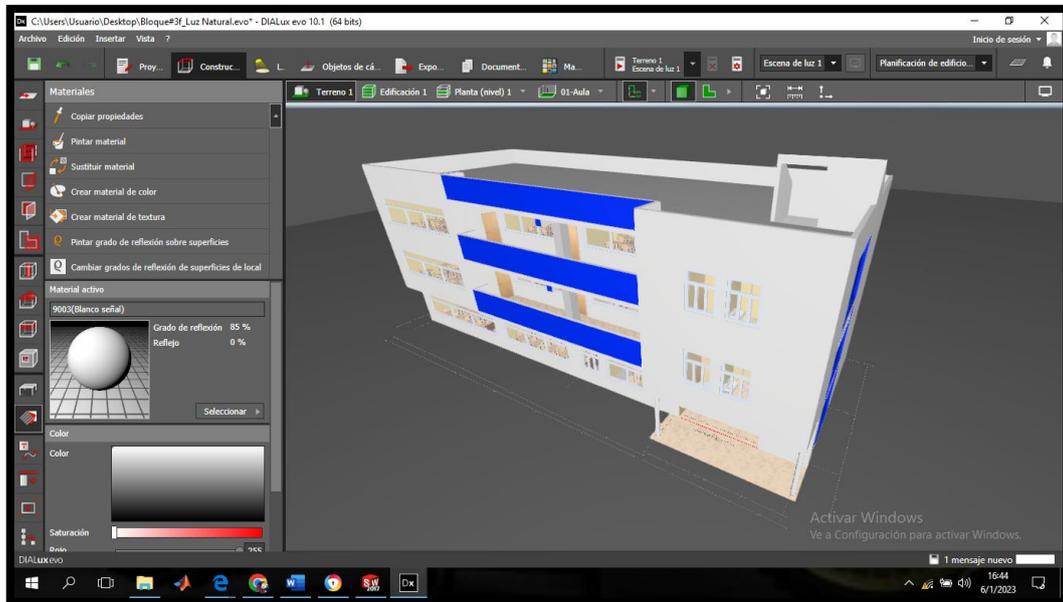


Figura 17. Diseño de la edificación arquitectónica en DIALux, con los detalles terminados con puertas, ventanas y propiedades correspondientes.

5.3.3.2 Evaluación del consumo energético y los niveles de iluminación actuales del bloque 3 de la FEIRNNR.

5.3.3.2.1 *Cálculo de la iluminación actual con luz fluorescente.*

Para el análisis del objetivo 2 que consiste en calcular la iluminación actual con luz fluorescente y natural, se realiza un levantamiento eléctrico del bloque #3 el cual reside en tomar datos de las marcas, potencia y tipo de luminarias instaladas en el bloque de estudio, también se realizó un levantamiento de inmobiliaria esto con el fin de realizar el estudio en el programa DIALux para obtener los cálculos necesarios.

Para ejecutar el cálculo en primer lugar se realizó en AutoCAD un levantamiento de las instalaciones eléctricas, es decir en cada planta del bloque 3 se realizó una visita técnica y se tomó los datos del número de luminarias que existen por cada ambiente las características técnicas y la posición en la que se encuentran cada una de estas, La **Figura 18** muestra el plano de la planta baja con su respectivo circuito eléctrico de iluminación.

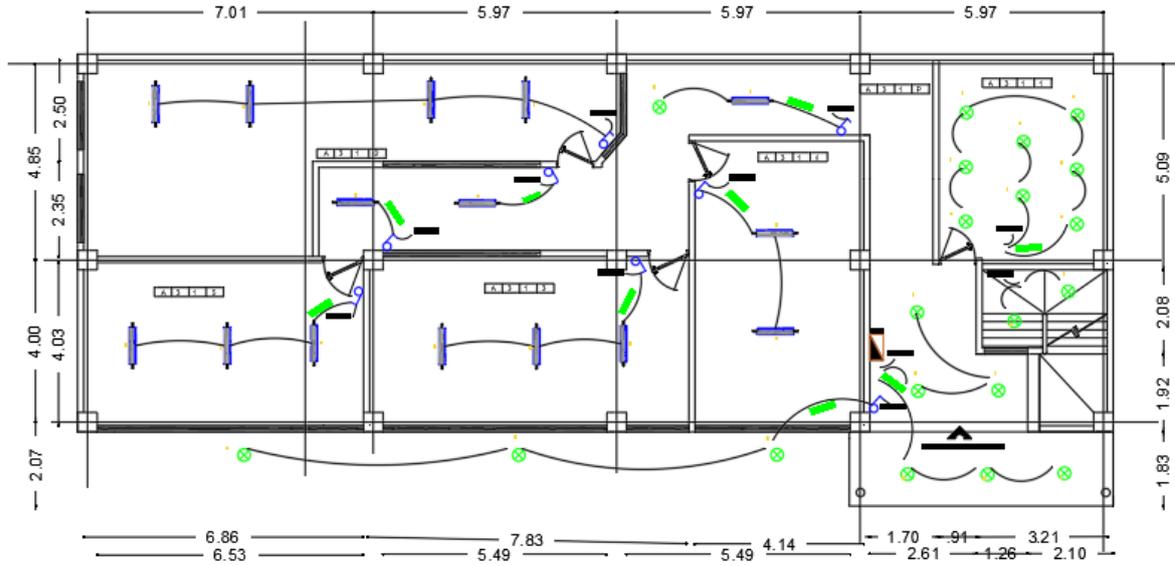


Figura 18. Plano eléctrico de la planta baja con sus respectivas mediciones, y los códigos están colocados de acuerdo a su ambiente.

En la **Figura 19** y **20** se observa las instalaciones eléctricas de luminarias, tomando en cuenta que el modelo y diseño es el mismo en el primer y segundo piso del bloque.

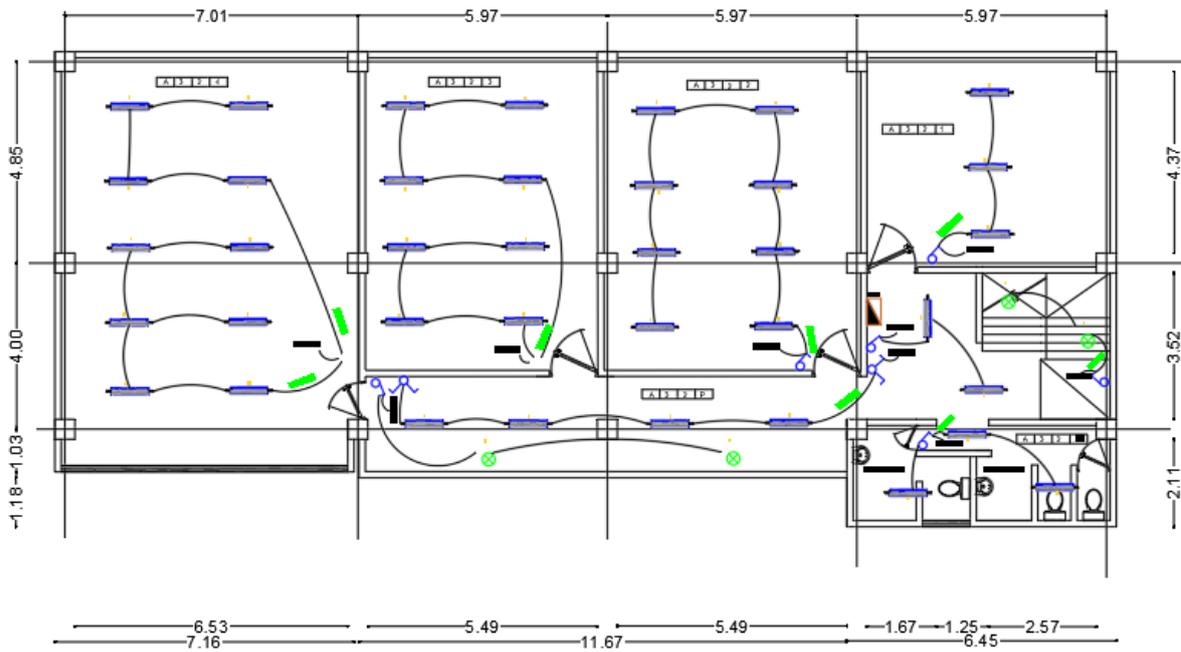


Figura 19. Primera planta alta con las instalaciones eléctricas correspondientes a luminarias y los estampados con los códigos en cada ambiente del piso.

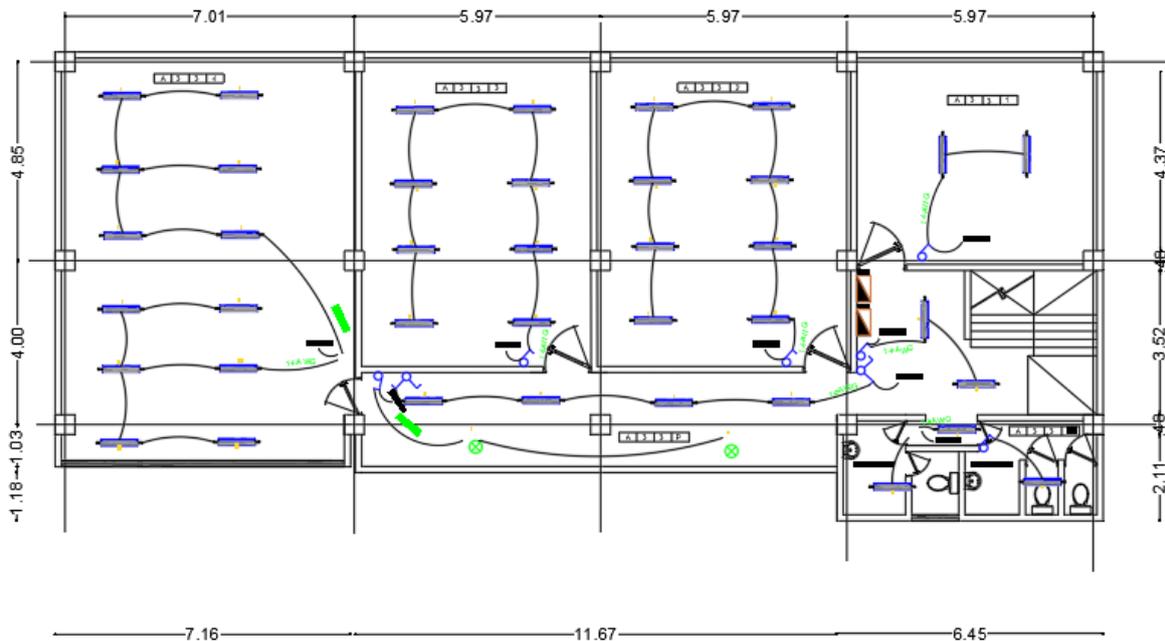


Figura 20. Segundo planta alta del bloque con las instalaciones eléctricas correspondientes a luminarias y los estampados con los códigos en cada ambiente del piso

Con los planos eléctricos realizados en AutoCAD se realiza la implementación de la mueblería y las lámparas en cada una de las plantas esto en DIALux, en **Figura 21** y **22** se observa la implementación de la mueblería y las lámparas fluorescentes que se encuentran instaladas en cada una de las plantas correspondientes al bloque 3.

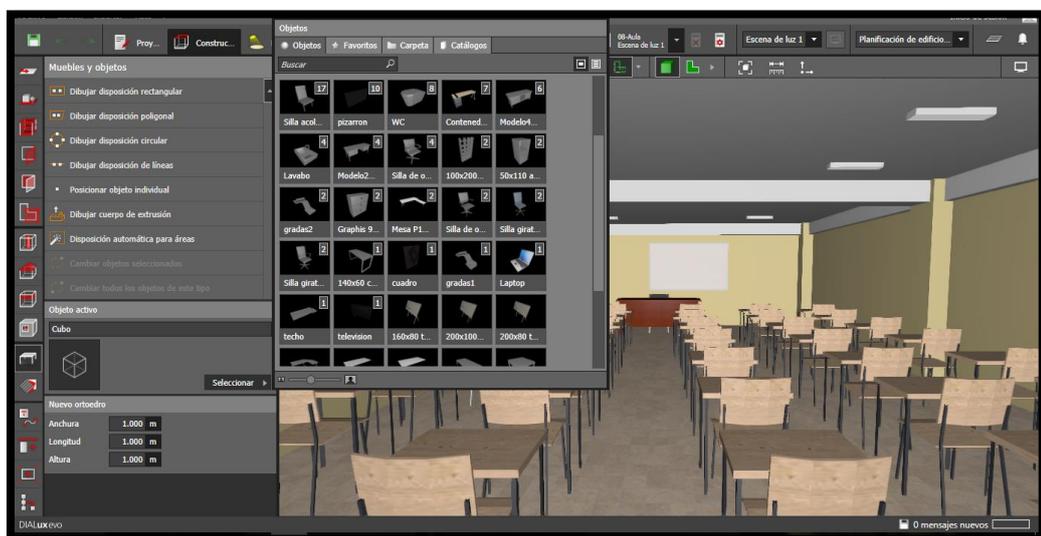


Figura 21. Implementación de los muebles como; sillas, mesas, pizarra, escritorio en la segunda planta alta (aula 4).

Nota: de esta manera se colocó la mueblería en cada una de las plantas

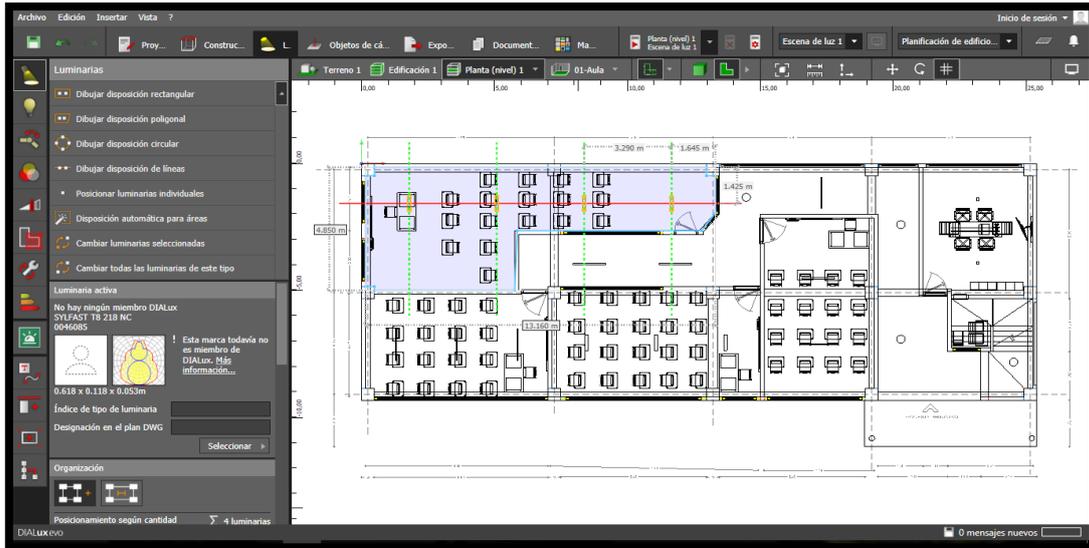


Figura 22. Implementación de las luminarias actuales en la planta baja correspondiente al aula 4.

Nota: tomando en cuenta el tipo de luminaria que se encuentra en cada ambiente se buscó en DIALux y se colocó en cada planta aplicando la misma metodología para cada una.

Finalmente, luego de la instalación de las luminarias se realizó la simulación de la iluminación, se ejecuta el análisis en el programa DIALux para que este realice todos los cálculos necesarios y las comparaciones requeridas en la edificación. La **Figura 23** y **24**, muestran los resultados obtenidos por cada planta en la cual al lado derecho los puntos verdes significan que los resultados son correctos, mientras que los puntos rojos significan que la iluminación no cumple los lúmenes necesarios para obtener una buena iluminación.

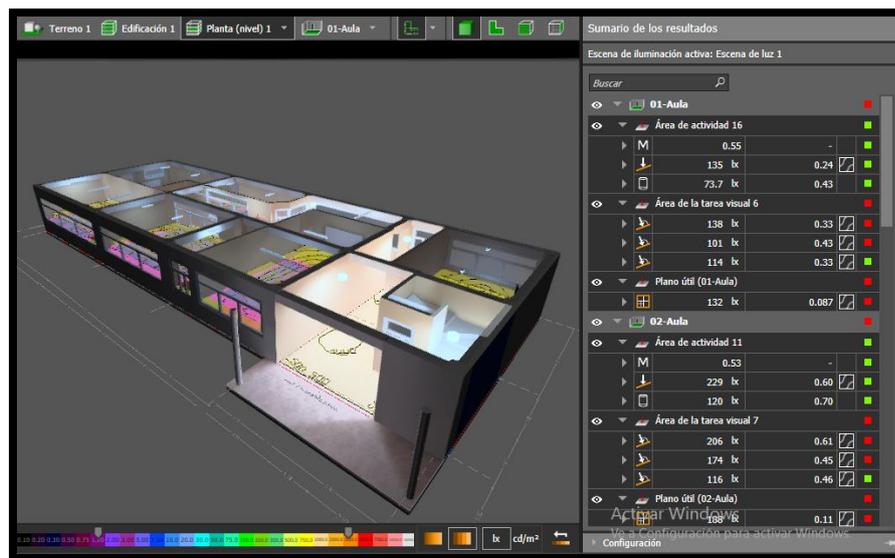


Figura 23. simulación de iluminación en la planta baja del bloque, los puntos rojos significan que no cumple con los requisitos mientras que los verdes significan que cumple.

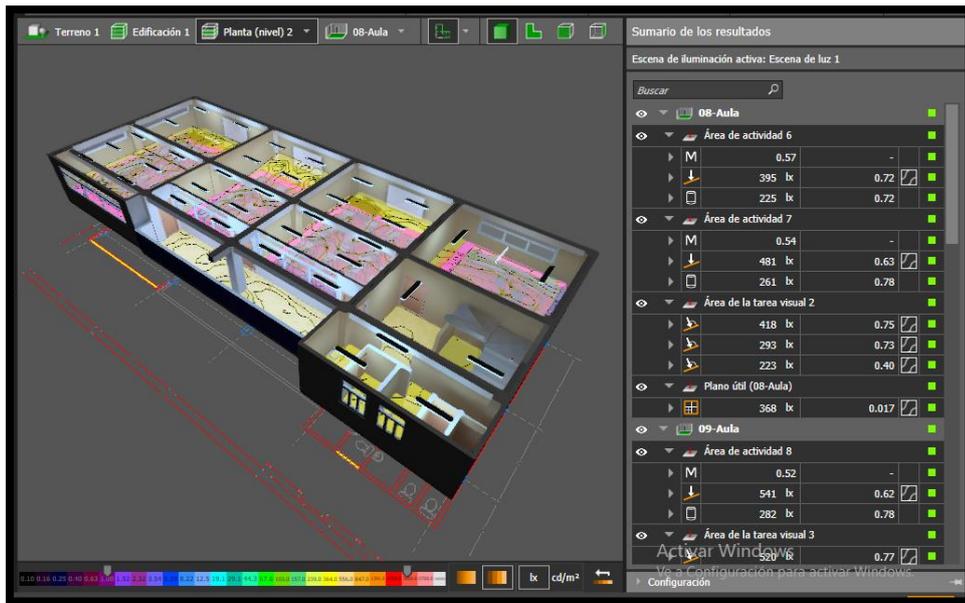


Figura 24. Simulación en la primera y segunda planta alta del bloque.

La Figura 25 y 26 presenta la simulación total del cálculo de iluminación donde se aprecia el sumario de resultados este muestra las escenas de iluminación activas, donde muestra cada una de las plantas desglosada de manera ordenada para cada ambiente y esta muestra los resultados.

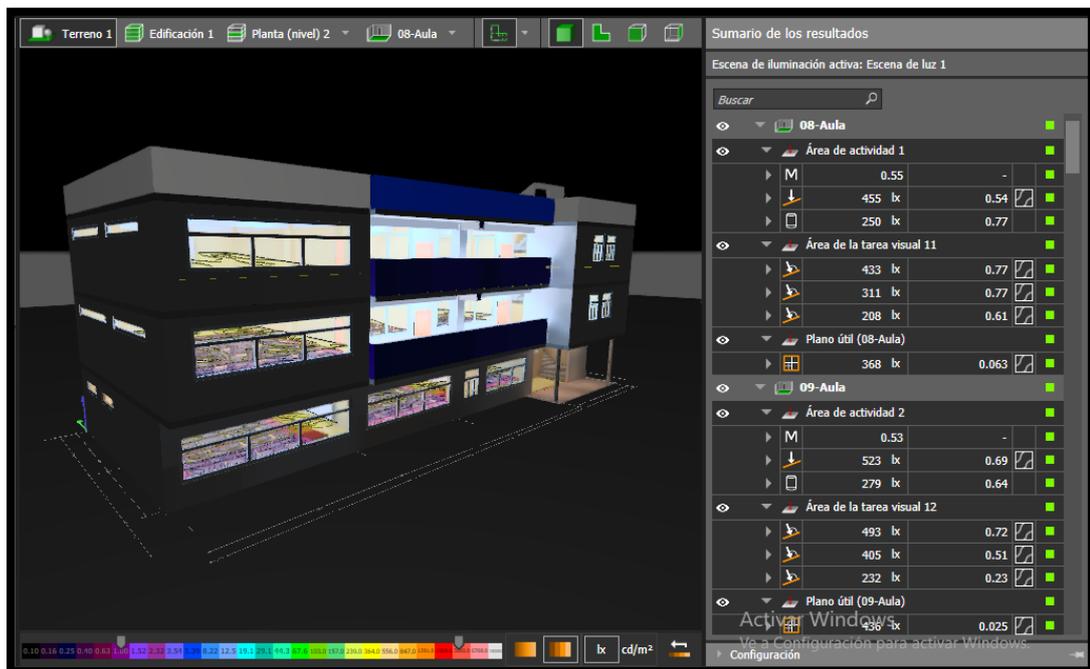


Figura 25. Simulación con luz fluorescente en todo el edificio, con los resultados obtenidos a lado derecho los puntos verdes expresan que cada ambiente si cumple.

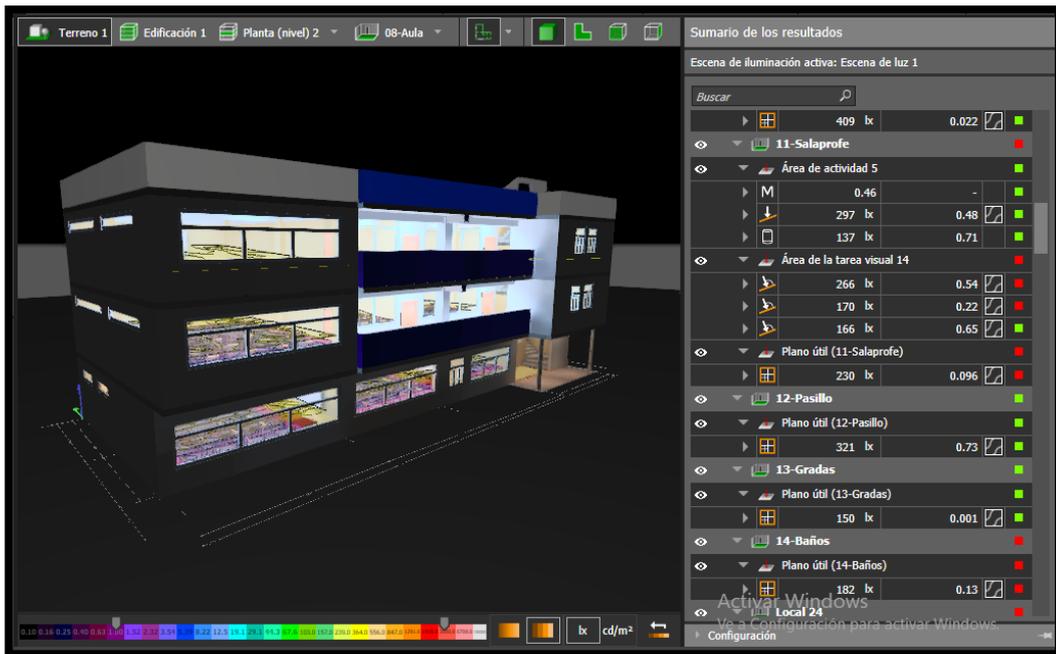


Figura 26. Simulación con luz fluorescente en todo el edificio, con los resultados obtenidos a lado derecho los puntos rojos expresan que determinados ambientes no cumplen.

5.3.3.2.2 Cálculo de iluminación con luz natural

Con los cálculos obtenidos mediante la iluminación con luz fluorescente como siguiente paso se realizó la simulación donde se aplicó luz natural, la **Figura 27, 28 y 29** muestra la simulación donde se toma en cuenta tanto la luz fluorescente como la luz natural y se tomó diferentes horarios donde el sol se encuentra en diferentes puntos con respecto al norte y a la ubicación de la edificación.

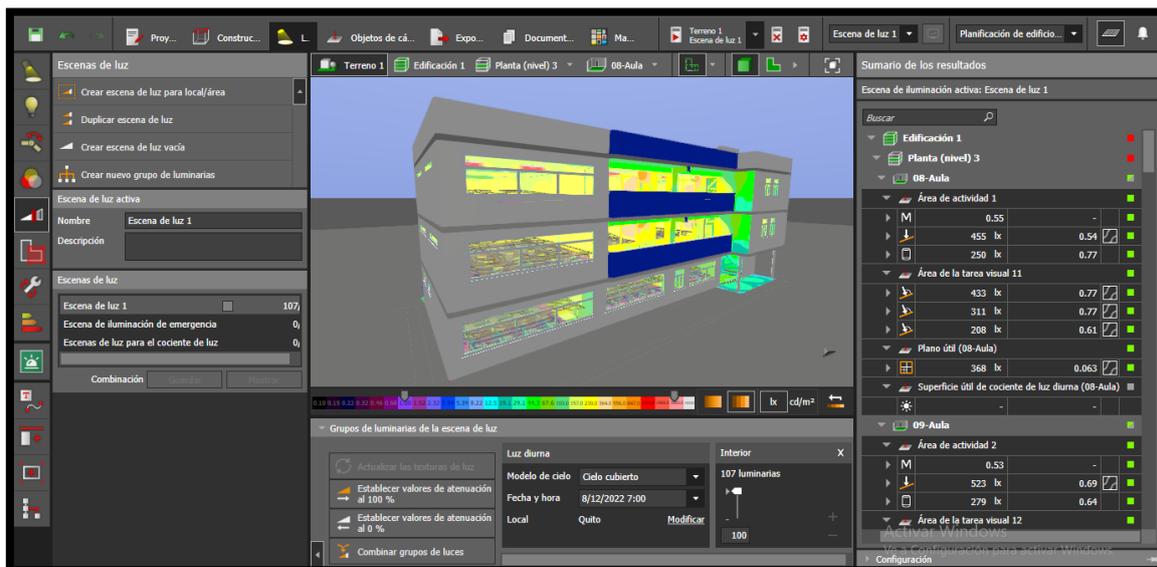


Figura 27. Simulación con luz natural, con un horario de las 7 de la mañana.



Figura 28. Simulación con luz natural, establecido con un horario de las 2 de la tarde.



Figura 29. Simulación con luz natural, estableciendo un horario de las 8 de la noche.

5.3.3.2.3 *Cálculo de iluminación con datos reales.*

Para realizar la medición de iluminación se tomó en cuenta el método de la cuadrilla que principalmente consiste en obtener el índice de área (IC) y este a su vez se calculó mediante la **Ecuación 6**.

$$IC = \frac{Largo * Ancho}{Altura de montaje * (Largo + Ancho)} \quad (6)$$

Donde:

Altura de montaje = es la distancia vertical entre la ubicación de las luminarias y el plano de trabajo

Según la norma NOM-025-STPS-2008 las áreas de trabajo se deben dividir en zonas esto dependerá del resultado obtenido al momento de calcular el índice de área y con este resultado recurrir a la **Tabla 3** (Secretaría del Trabajo, 1992).

Tabla 3: Relación entre el índice de área y número de Zonas

<i>Relación entre el índice de Área y el número de Zonas de Medición</i>		
Índice de área	A) Número mínimo de zonas a evaluar	B) Número de zonas a considerar por la limitación
IC < 1	4	6
1 ≤ IC < 2	9	12
2 ≤ IC < 3	16	20
3 ≤ IC	25	30

Nota: IC es el índice calculado. Fuente (Secretaría del Trabajo, 1992)

Con la ayuda de un teléfono celular se descargó el programa (Luxmeter) que se utilizó para realizar las mediciones y encontrar la iluminancia promedio. Con las mediciones realizadas en cada zona del ambiente se utiliza la **Ecuación 7** para encontrar un promedio.

$$Em(lux) = \frac{\sum \text{Valores medidos}(lux)}{\text{Número zonas medición}} \quad (7)$$

Un punto muy importante es la uniformidad por lo tanto se debe calcular, esta se encuentra mediante la siguiente **Ecuación 8**.

$$Uo = \frac{Em}{Emínima} \quad (8)$$

Para realizar de mejor manera el cálculo de los luxes en cada ambiente se debe tomar en cuenta algunos puntos muy importantes:

- El ambiente debe ser dividido en zonas estas del mismo tamaño para poderlas identificar se realizará la numeración correspondiente.
- Para obtener las medidas se tomó en cuenta el plano de trabajo que en general es la altura de los pupitres (0.80m).
- Las zonas establecidas en cada ambiente nos servirán para tomar mediciones en cada una de estas y así aplicando las ecuaciones anteriormente nombradas poder calcular el nivel de iluminación promedio y la uniformidad.
- Las mediciones se realizaron de dos maneras; la primera fue tomando en cuenta solo la luz natural es decir con las luminarias apagadas, mientras que la segunda fue con las luminarias encendidas es decir tomando en cuenta tanto la luz artificial como la natural, estas medidas se realizaron en un día en diferentes horarios 10.30am, 1pm y 7pm.

5.3.3.3 Propuesta para la implementación de lámparas led dimerizables, estrategia de arquitectura sostenible y la implementación de un sistema de control inteligente.

5.3.3.3.1 *Propuesta para implementar Lámparas led dimerizables y aumentar el nivel de iluminación natural.*

Se reemplazó la tecnología actual por LED para analizar los cambios en cuanto a consumo e iluminación. Además, se implementó una estrategia de arquitectura sostenible, colocando ventanales en la fachada este.

La **Figura 30** presenta el diseño actual de la edificación, en el que se aprecia que carece de ventanales en la parte posterior. Esta ausencia de ventanales impide que se aproveche la luz natural para el ahorro energético. Por ello, se ha propuesto un nuevo diseño que incorpore un mayor número de ventanales para una mejor absorción de la iluminación natural.

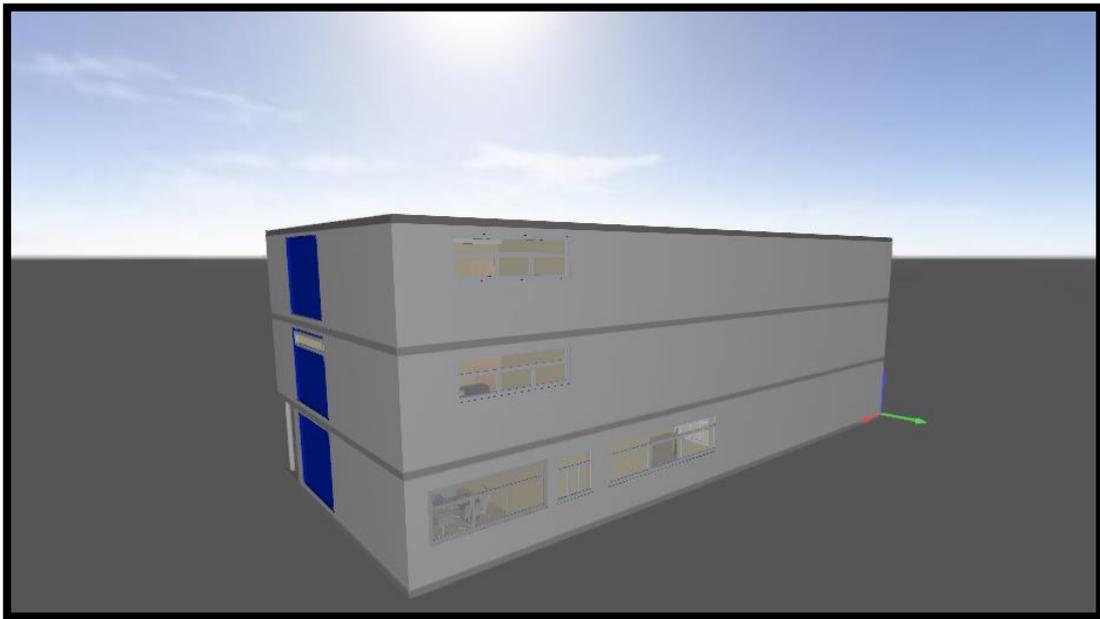


Figura 30. Diseño actual de la edificación con falta de ventanales.

Con el objetivo de maximizar el ahorro energético, se analizó una modificación en la arquitectura de la edificación mediante la incorporación de más ventanas en las paredes correspondientes a la fachada Este. De esta forma, se busca facilitar la colaboración de la luz natural para la iluminación artificial, reduciendo así el consumo de energía. La **Figura 31** muestra el diseño propuesto, el cual incorpora los nuevos ventanales en la parte este de la edificación.



Figura 31. Diseño arquitectónico con las nuevas ventanas.

Las lámparas fluorescentes presentan un alto riesgo en caso de que se rompan, es cierto que este tipo de iluminación es bastante amigable con el medio y económica por el hecho que su consumo no es en exceso como las bombillas incandescentes, sin embargo, son muy contaminantes en caso de que se golpeen y rompan esto provoca un gran peligro tanto en la salud como en el ambiente. Por ello, se ha optado por las lámparas LED dimerizables, las cuales presentan grandes beneficios tales como un menor consumo de energía, mayor eficiencia luminosa, etc.

Es importante la selección adecuada de las luminarias LED dimerizables para lograr una iluminación cómoda y satisfactoria. Por tal motivo, se tomaron en cuenta diversos factores fundamentales como el análisis en una sola proforma de la misma marca y tipo de luminaria, el precio, así como la dimerización del panel LED, la aplicación destinada a centros educativos, pasillos, escaleras y baños, los beneficios que pueden aportar, y la eficiencia luminosa.

La **Figura 32** expone la implementación de las luminarias LED dimerizables en cada planta de la edificación, de modo que cumplan con los requerimientos establecidos por la norma UNE 12464-1 y la guía técnica de eficiencia energética en iluminación para centros educativos de la IDAE.

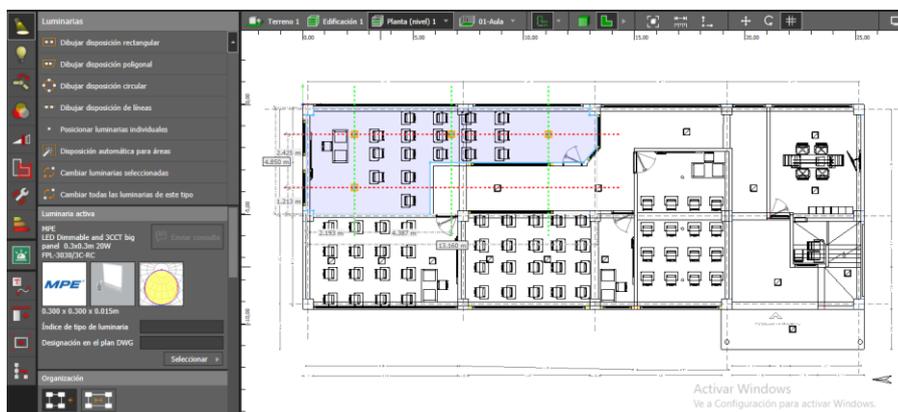


Figura 32. Implementación de los paneles LED en la edificación.

Tras la implementación completa de las luminarias, se efectuaron los ajustes pertinentes y se presenta, como se muestra en la **Figura 33**, la representación del edificio con los paneles LED dimerizables incorporados.



Figura 33. Edificación con la implementación de los paneles LED en todo el establecimiento

Finalmente, se llevó a cabo la simulación pertinente con las luminarias LED dimerizables para realizar los cálculos y comparaciones con el circuito con luz fluorescente. La **Figura 34** y **35** muestra la simulación correspondiente al circuito de luces LED.

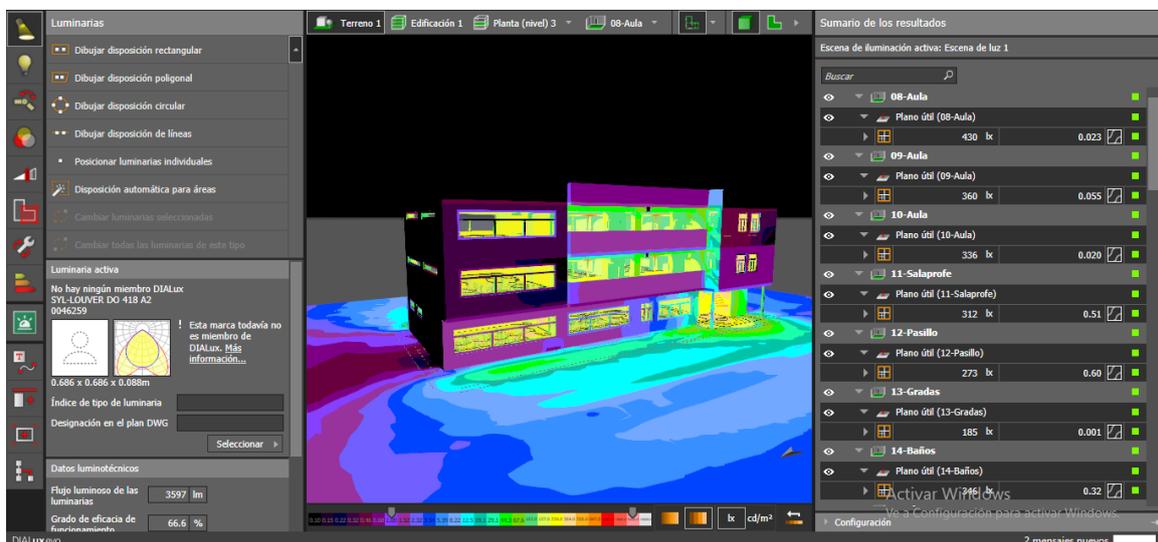


Figura 34. Simulación con paneles LED dimerizables y resultados de nivel de iluminación del lado frontal de la edificación.

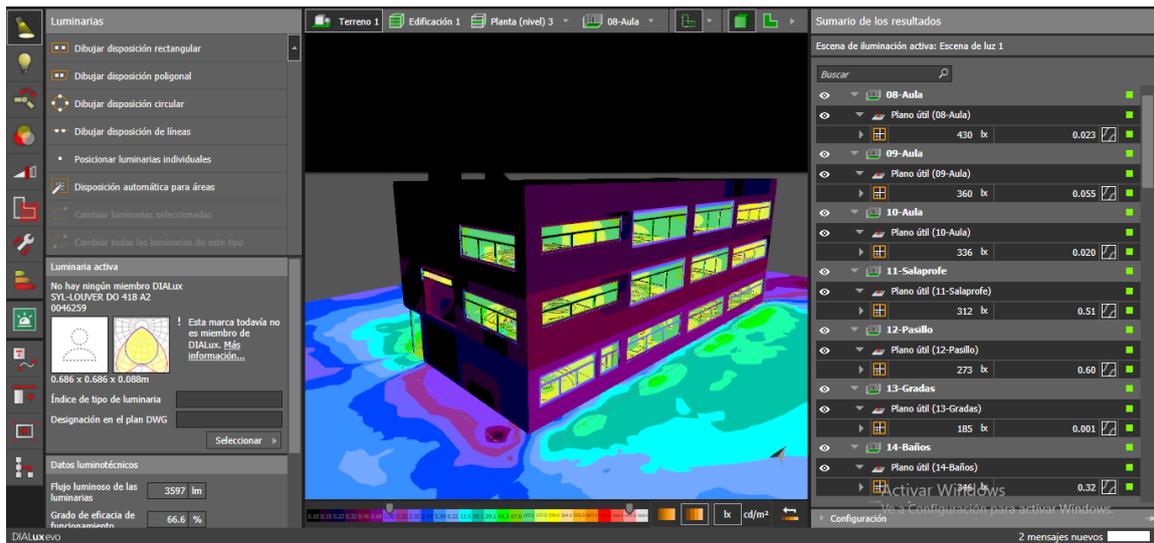


Figura 35. Simulación con paneles LED dimerizables y resultados de nivel de iluminación del lado posterior de la edificación.

Se establecieron los cálculos necesarios en los que interviene la luz natural, tras el reemplazo de las luces fluorescentes por los paneles LED dimerizables. Estos cálculos permiten conocer el porcentaje de luz natural que interviene en la edificación a ciertas horas del día. Además, con el sistema de control automático que se proyectara se busca tener un ahorro energético en el sistema.

La **Figura 36, 37 y 38** muestra la simulación con luz natural a diferentes horarios (7am, 14pm y 20pm) en el peor día del año 2022 que es el día 12 de julio. De esta forma, se puede observar el porcentaje de luz natural presente en cada uno de ellos para tomarlo en cuenta al momento de proponer el sistema de control automático. Este tipo de control se diseñó con sensores de iluminación, los cuales determinará el porcentaje de iluminación natural presente en el aula, calculando el porcentaje necesario para una correcta iluminación; así, podrá regular el panel LED dimerizable y aumentar o disminuir la intensidad luminosa.

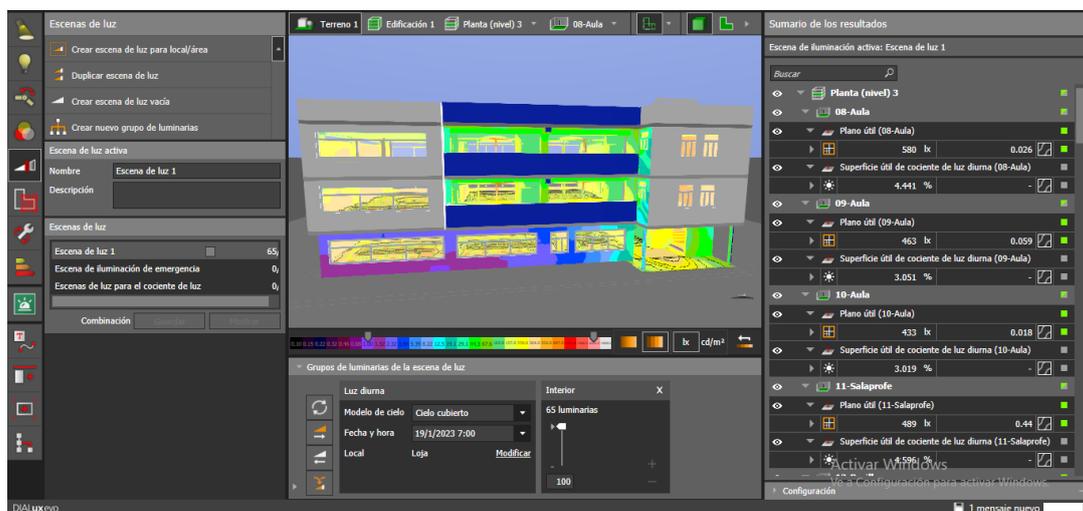


Figura 36. Simulación con luz natural en un horario de 7am

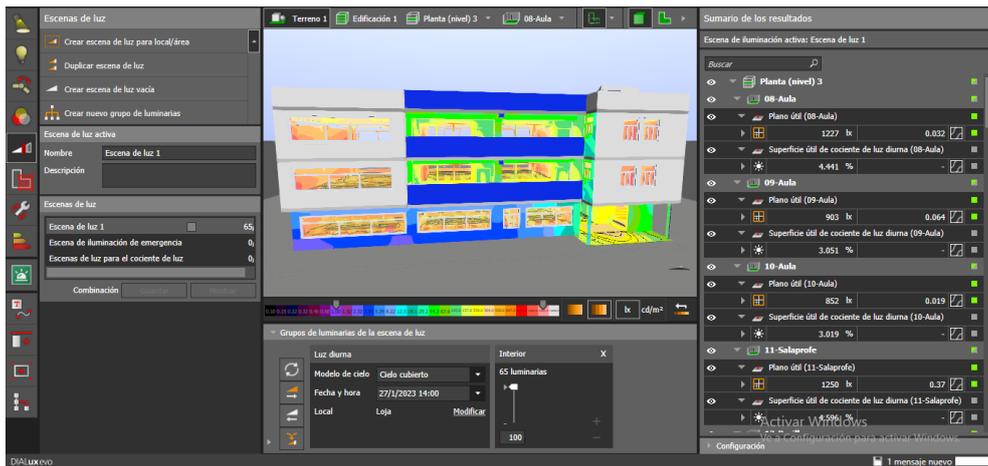


Figura 37. Simulación con luz natural en un horario de 14pm

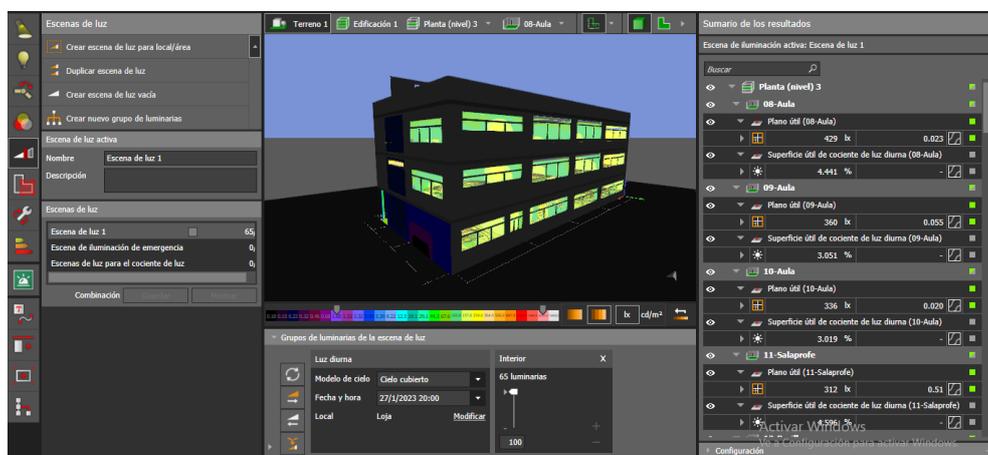


Figura 38. Simulación con luz natural en un horario de 20pm

5.3.3.3.2 *Sistema de control automático.*

En este proyecto se ha investigado la importancia de la eficiencia energética en la reducción del consumo y el aumento de la eficiencia en el sistema de iluminación. La implementación de un control automático de iluminación es clave para lograr un ahorro energético significativo. Se buscó un sistema con un presupuesto accesible que cumpla con los requisitos necesarios para lograr una optimización en el consumo de energía y un aumento de la eficiencia en el sistema de iluminación. Se ha demostrado la importancia de implementar un sistema de control automático de iluminación para lograr un ahorro energético significativo y un aumento en la eficiencia. El proyecto ha evaluado varios sistemas para encontrar aquel que cumpla con los requisitos y tenga un presupuesto accesible para su implementación.

El sistema de control desempeñará un papel fundamental en la regulación de la intensidad de las luminarias. Para lograr su efectividad, se colocará los siguientes componentes en el sistema de control:

- **E-Multisensor 0-10 V**

El sensor e-Multisensor 0-10 V regula la intensidad de las lámparas mediante un protocolo de comunicación llamado control 0-10 V. Este protocolo permite controlar la intensidad de una fuente de luz a través de una señal analógica de 0 a 10 voltios. El sensor e-Multisensor 0-10 V mide la cantidad de luz ambiental y envía una señal al controlador de iluminación para ajustar la intensidad de la lámpara en consecuencia. De esta manera, el sensor puede mantener un nivel óptimo de iluminación en una habitación, reduciendo el consumo de energía y mejorando la eficiencia energética como se observa en la **Figura 39**.

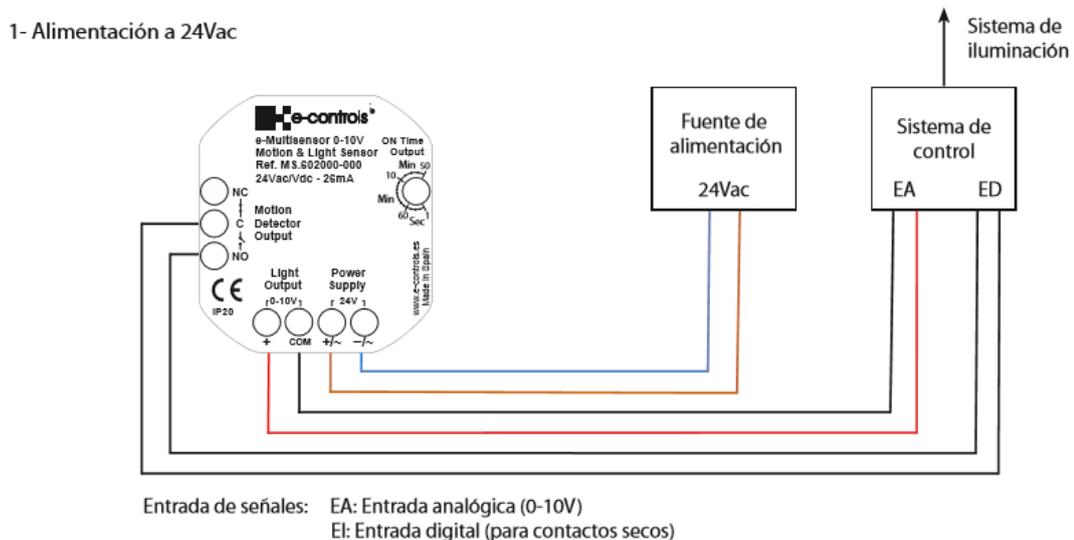


Figura 39. sensor e-multisensor 0-10 V.
 Fuente: Catálogo e-controls

- **KEYGMA Interruptor de atenuación LED de 0 a 10 V**

El controlador de iluminación de la **Figura 40** se basa en diferentes factores para conocer el porcentaje de intensidad que requieren las lámparas:

Señal de intensidad deseada: El controlador de iluminación puede recibir una señal de intensidad deseada de un sensor o un interruptor, que le indica la cantidad de luz que se desea producir.

Configuración programada: El controlador de iluminación también puede estar programado con una configuración previa que le indique el porcentaje de intensidad deseado en función de la hora del día, la fecha o la ubicación geográfica.

Mediciones en tiempo real: El controlador de iluminación también puede utilizar sensores para medir la luz ambiente y ajustar la intensidad de la lámpara en consecuencia. Por ejemplo, si la luz ambiente es baja, el controlador de iluminación puede aumentar la intensidad de la lámpara para aumentar el flujo luminoso.

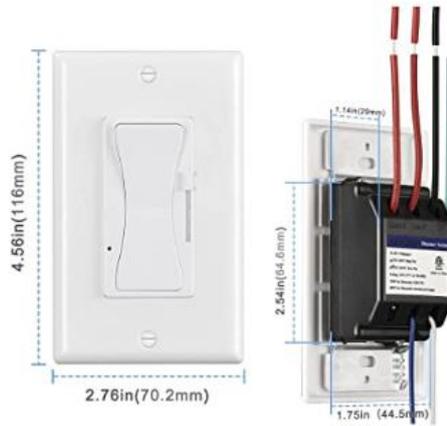


Figura 40. KEYGMA Interruptor de atenuación LED de 0 a 10 V
 Nota: Catálogo LEVITON.

- **Diseño del sistema de control automático.**

En el diseño del sistema de control automático, se ha considerado la capacidad del controlador en cuanto a la potencia, que en este caso es de 150 W. Para el diseño, se han elegido lámparas con una potencia de 20 W cada una, por lo que se conectarán como máximo 7 lámparas por controlador. La **Figura 41** muestra la estructura y organización del sistema en cada planta del edificio.

La **Figura 42** proporciona el circuito unifilar detallado de la planta baja, donde se especifican claramente los elementos que integran el circuito de control automático. Se puede observar que cada área de trabajo, ya sea aula, sala de profesores, pasillos o baños, está seccionada en circuitos independientes. Los elementos que conforman un circuito típico incluyen un e-multisensor 0-10V, una fuente de alimentación, un controlador dimerizable de 0-10V y un panel LED dimerizable. La presentación de este circuito es fundamental para visualizar y entender el funcionamiento del sistema de control automático en su totalidad.

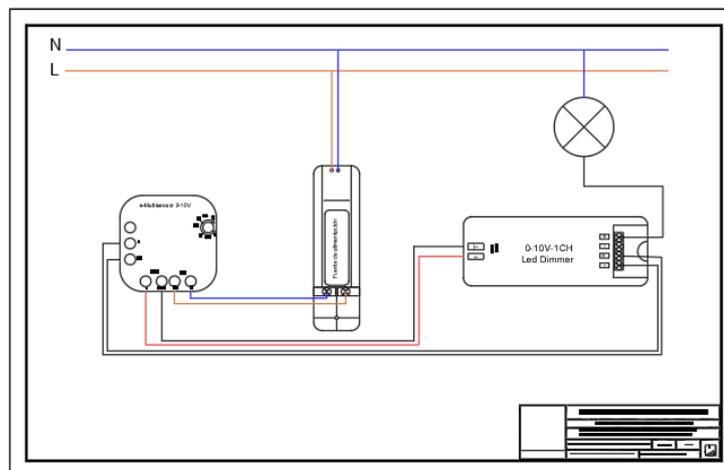


Figura 41. Esquema del sistema de control automático.

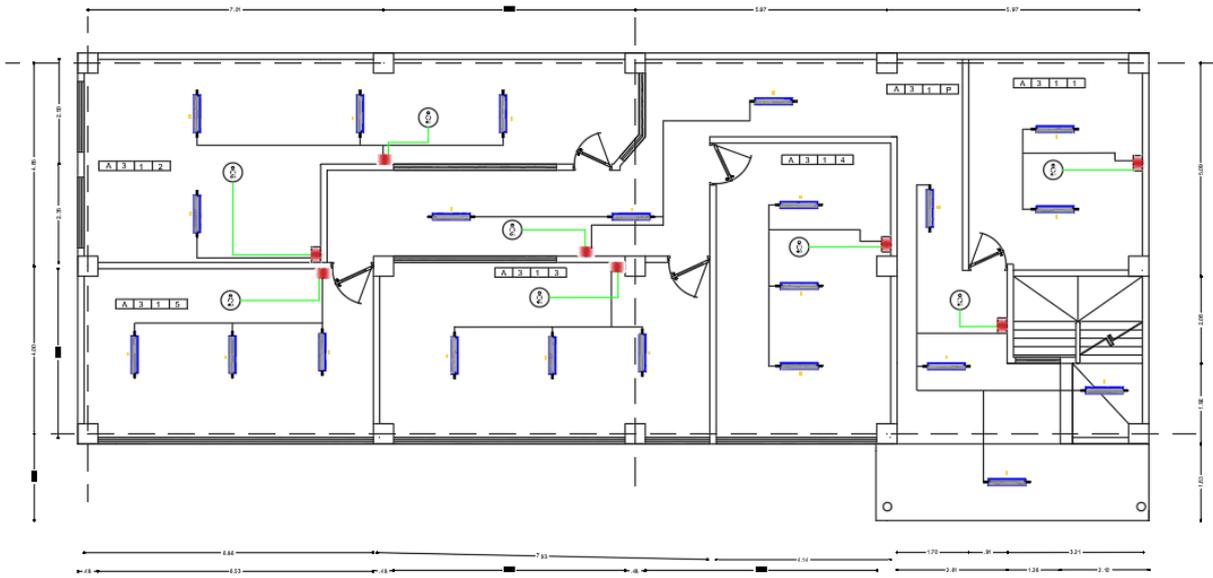


Figura 42. Circuito unifilar del sistema de control automático planta baja.

6. Resultados

6.1 Diseño de la edificación en 3D mediante CAD.

6.1.1 Levantamiento de información y medidas de la planta baja

La planta baja está constituida por diferentes ambientes, estos son aulas de clase y sala de profesores los mismos que poseen su respectiva numeración y código de identificación. La **Figura 43** muestra el plano de vista superior de toda la planta baja con sus especificaciones necesarias para el diseño 3D, mientras que las tablas presentan un desglose de cada ambiente donde se especifica el código de identificación, el plano de cada ambiente y una foto de identificación.

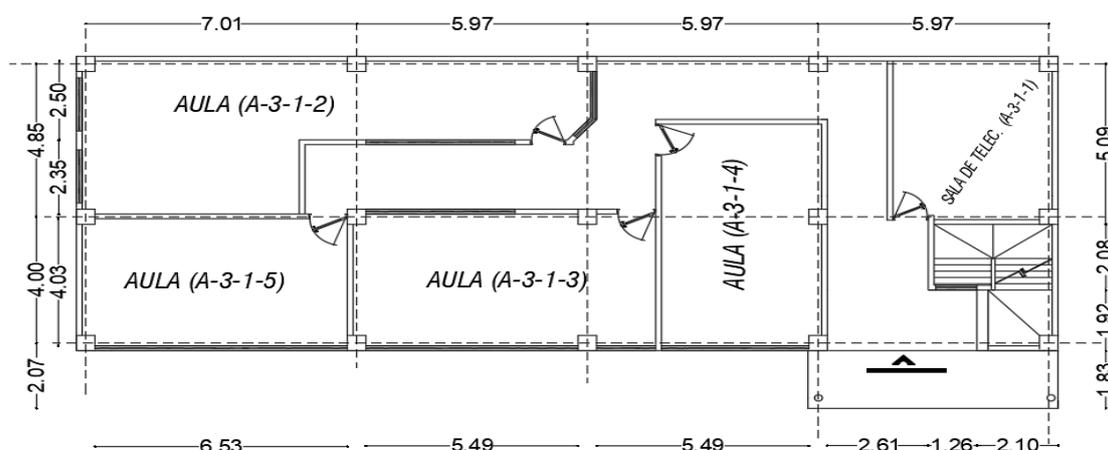


Figura 43: Descripción general de la planta baja, las medidas están especificadas en metros(m).

La **Tabla 4** especifica el ambiente (A-3-1-1) específicamente es la sala de reuniones de telecomunicaciones, muestra el plano superior del ambiente y las medidas necesarias expresadas en metros(m) con su respectivo código.

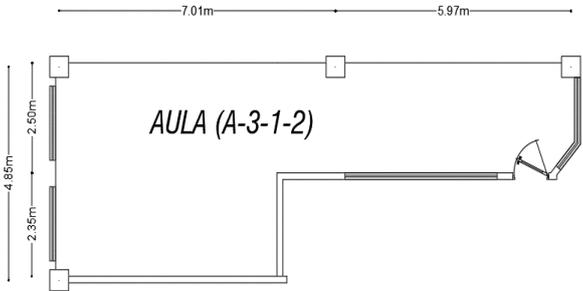
Tabla 4. Descripción de la sala de reuniones de telecomunicaciones

DESCRIPCIÓN GENERAL PLANTA BAJA

Plano arquitectónico superior	Descripción gráfica	Código
		<p>Sala de Telecomunicaciones (A-3-1-1)</p>

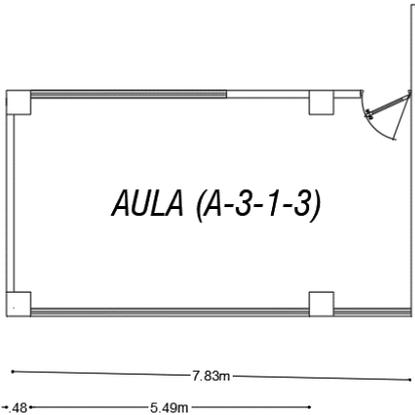
La **Tabla 5** especifica los datos del ambiente (A-3-2-1), detalla el plano con las cotas especificadas en metros(m) el código correspondiente y su respectiva descripción grafica.

Tabla 5. Descripción del ambiente (A-3-1-2)

DESCRIPCIÓN GENERAL PLANTA BAJA		
Plano arquitectónico superior	Descripción gráfica	Código
 <p>AULA (A-3-1-2)</p>	 	Aula (A-3-1-2)

La **Tabla 6** muestra el ambiente (A-3-1-3), detalla el plano de vista superior con sus respectivas cotas representadas en metros (m), también muestra la descripción grafica de la misma con su respectivo código de identificación.

Tabla 6. Descripción del ambiente (A-3-1-3)

DESCRIPCIÓN GENERAL PLANTA BAJA		
Plano arquitectónico superior	Descripción gráfica	Código
 <p>AULA (A-3-1-3)</p>	 	Aula (A-3-1-3)

La **Tabla 7, 8 y 9** detallan cada uno de los ambientes de la planta baja la cual muestra a detalle la vista superior de cada una, las cotas necesarias para el diseño 3D de la misma y la descripción gráfica con su respectivo código de identificación. El código de identificación de cada ambiente fue tomado mediante una visita al bloque 3 el cual se identificó los códigos correspondientes a cada ambiente.

Tabla 7. Descripción del ambiente (A-3-1-4)

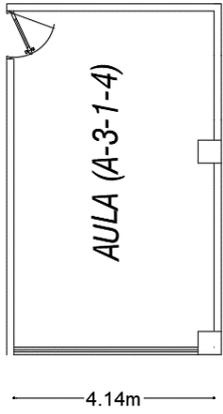
DESCRIPCIÓN GENERAL PLANTA BAJA		
Plano arquitectónico superior	Descripción gráfica	Código
		
		Aula (A-3-1-4)

Tabla 8. Descripción del ambiente (A-3-1-5)

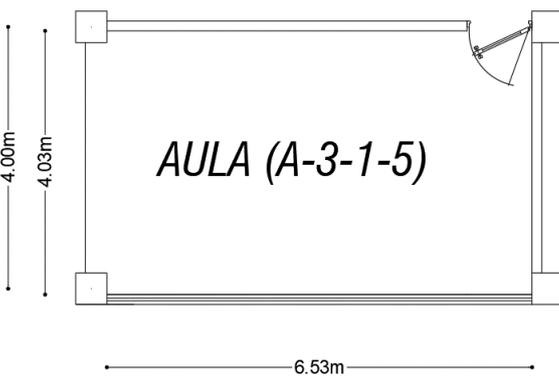
DESCRIPCIÓN GENERAL PLANTA BAJA		
Plano arquitectónico superior	Descripción gráfica	Código
		
		Aula (A-3-1-5)

Tabla 9. Descripción del ambiente (Pasillo)

DESCRIPCIÓN GENERAL PLANTA BAJA

Plano arquitectónico superior	Descripción gráfica	Código
		<p>Pasillo Planta baja</p>

Para el diseño 3D de la planta baja se ejecutó en SolidWorks, como primer punto se realizó la exportación del plano realizado anteriormente para poder crear la planta baja la **Figura 44** muestra el plano de la vista superior con el cual se realizará el diseño.

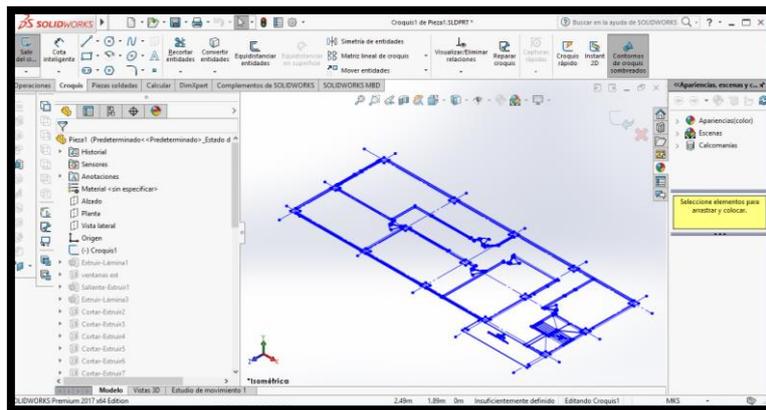
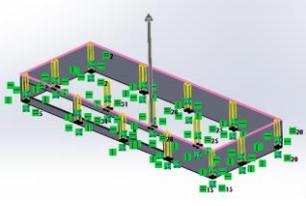
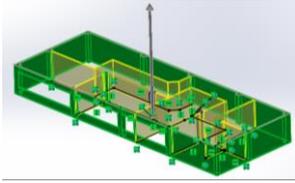
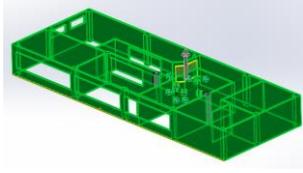
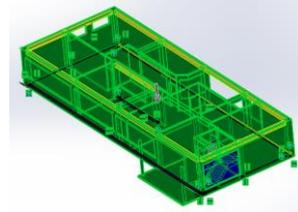
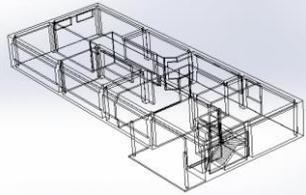


Figura 44. Plano de la planta baja exportado a SolidWorks

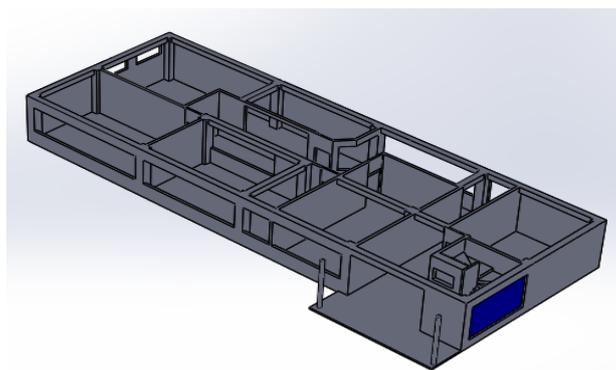
La **Tabla 10** muestra los pasos para el diseño y modelado 3D de la planta baja, describe las operaciones realizadas en cada paso guiado mediante el plano de AutoCAD, la descripción grafica de cada operación ejecutada y las medidas utilizadas para la ejecución del mismo, todo esto con referencia al plano CAD.

Tabla 10. Descripción modelado 3D planta baja

Diseño 3D de la planta baja en SolidWorks		
Operación	Descripción Gráfica	Datos
Extruir-Lámina		<p>2.80m de altura, 0.15m de espesor</p>

Saliente- Extruir		altura columnas 2.80m
Extruir- paredes internas		Espesor 0.15m, altura 2,80m
Cortar- Extruir		Espesor 0.15m, altura diferentes tamaños
Saliente- Extruir		Ancho: 0.30m, Largo varios, Profundidad: 0.34m
Detalles, gradas, columnas		Varios

Planta baja diseño 3D



6.1.2 Levantamiento de información y medidas de la primera planta alta

La primera planta alta al igual que la planta baja está constituido por diferentes ambientes, divididos en aulas de clase, sala de docentes, pasillo y baños, cada uno de estos poseen su respectiva codificación para identificarlos. La **Figura 45** detalla la primera planta alta

mostrando la codificación respectiva con respecto a cada ambiente, presenta un plano de vista superior con las cotas especificadas en metros (m) necesarias para realizar el diseño 3D de la primera planta alta.

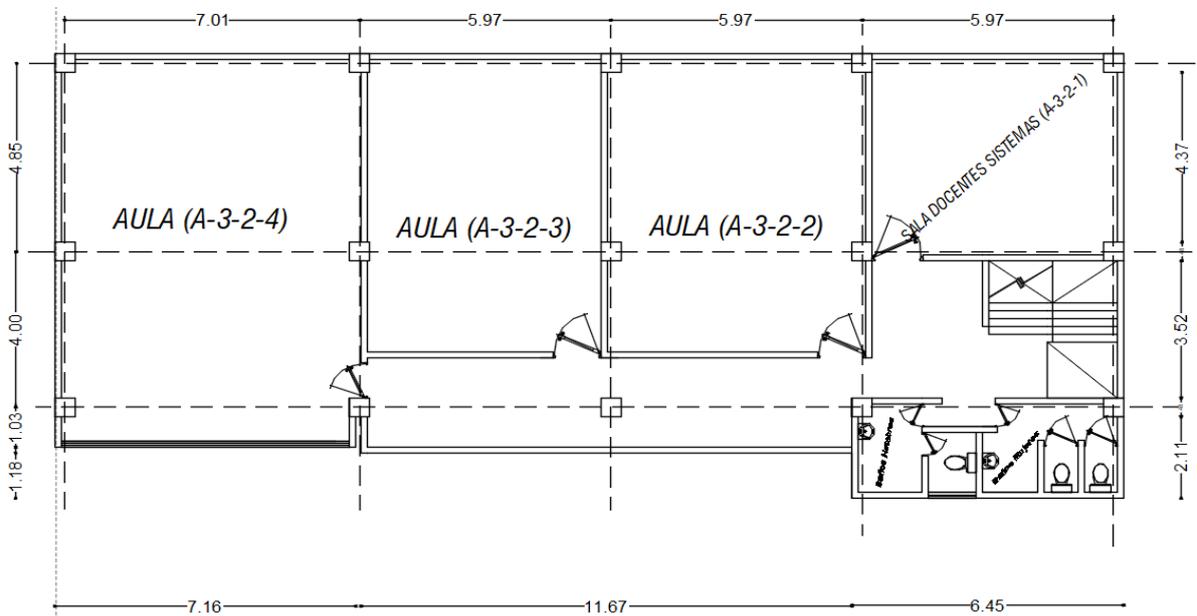


Figura 45: Descripción de la primera planta alta.

La **Tabla 11** detalla el ambiente (A-3-2-1), denominada sala de docentes de sistemas la cual presenta el plano superior con sus respectivas cotas, la descripción gráfica y su respectivo código de identificación.

Tabla 11. Descripción del ambiente (A-3-2-1)

DESCRIPCIÓN GENERAL PRIMERA PLANTA ALTA		
Plano arquitectónico superior	Descripción gráfica	Código
		Sala de docentes (A-3-2-1)

La **Tabla 12, 13 y 14** detallan cada uno de los ambientes en común son Aulas de clase cada uno presenta su plano superior con las medidas expresadas en metros (m), también se observa una descripción gráfica para cada uno donde se encuentra una foto de la ubicación del

aula y una foto del interior de la misma, finalmente detalla la codificación para su correcta identificación.

Tabla 12. Descripción del ambiente (A-3-2-2)

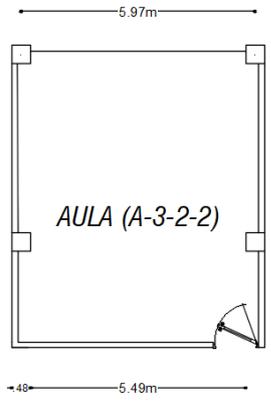
DESCRIPCIÓN GENERAL PRIMERA PLANTA ALTA		
Plano arquitectónico superior	Descripción gráfica	Código
		 Aula (A-3-2-2)

Tabla 13. Descripción del ambiente (A-3-2-3)

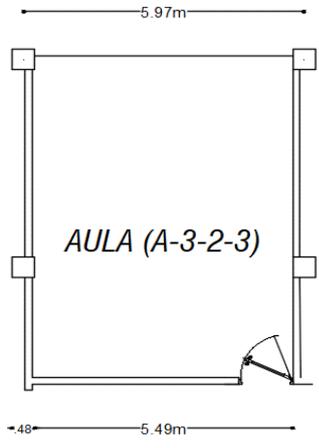
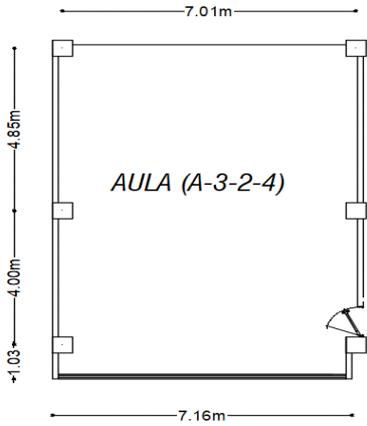
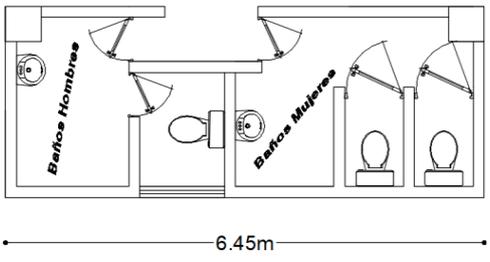
DESCRIPCIÓN GENERAL PRIMERA PLANTA ALTA		
Plano arquitectónico superior	Descripción gráfica	Código
		 Aula (A-3-2-3)

Tabla 14. Descripción del ambiente (A-3-2-4)

DESCRIPCIÓN GENERAL PRIMERA PLANTA ALTA		
Plano arquitectónico superior	Descripción gráfica	Código
		
		Aula (A-3-2-4)

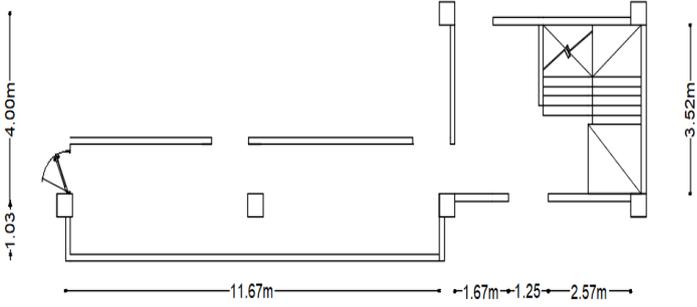
El ambiente (Baños) que se observa en la **Tabla 15** describe su diseño mediante un plano de vista superior donde presenta las medidas (m), también se observa la marca de las lámparas fluorescentes colocadas y su respectivo código de identificación.

Tabla 15. Descripción del ambiente donde se encuentran los baños

DESCRIPCIÓN GENERAL PRIMERA PLANTA ALTA		
Plano arquitectónico superior	Descripción gráfica	Código
		
		Baños

El ambiente (Pasillo primera planta alta) presentado en la **Tabla 16** describe de forma general, presenta el plano arquitectónico de la vista superior y con las cotas expresadas en metros(m) para poder realizar el diseño propuesto en 3D del primer piso, también se presenta una descripción grafica del ambiente, finalmente se establece su respectivo código de identificación.

Tabla 16. Descripción del ambiente (Pasillo)

DESCRIPCIÓN GENERAL PRIMERA PLANTA ALTA		
Plano arquitectónico superior	Descripción gráfica	Código
		<p>Pasillo Primera planta alta</p>

Para el diseño 3D de la primera planta alta se realizó en SolidWorks, como primer punto se realizó la exportación del plano realizado anteriormente para poder crear la primera planta alta la **Figura 46** muestra el plano exportado desde AutoCAD hacia SolidWorks.

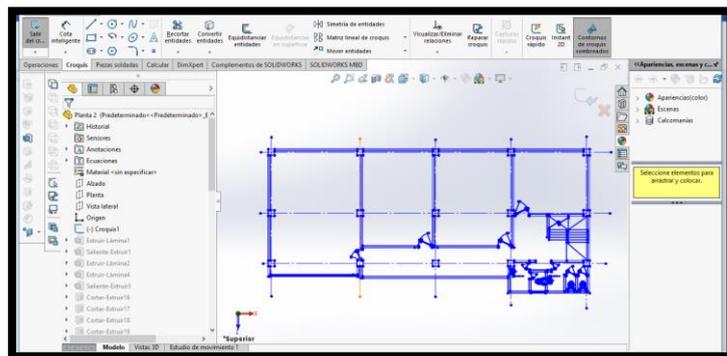
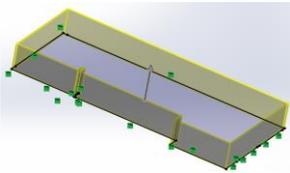
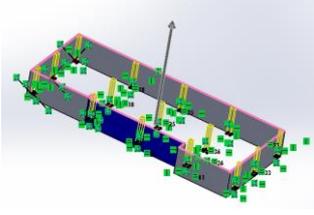
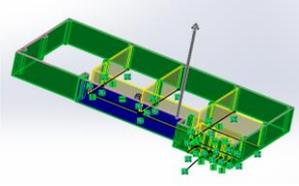
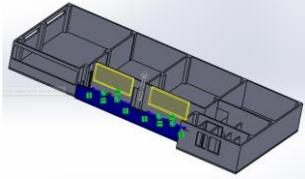
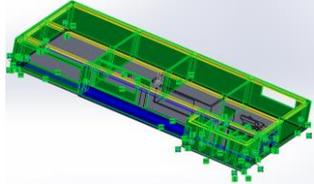
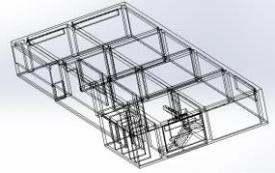


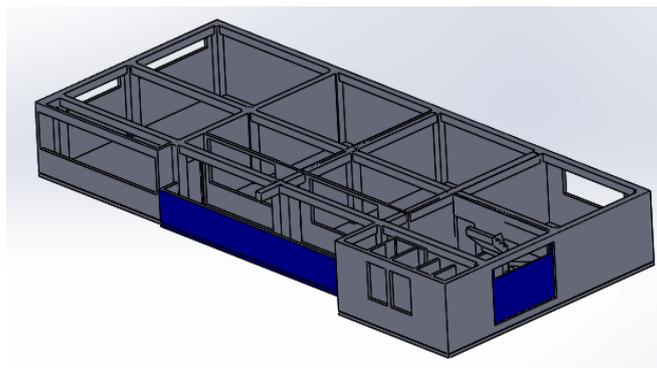
Figura 46. Exportación del plano primer piso a SolidWorks

La **Tabla 17** muestra los pasos para el diseño y modelado 3D de la primera planta alta, describe las operaciones realizadas en cada paso guiado mediante el plano de AutoCAD, la descripción gráfica de cada operación ejecutada y las medidas utilizadas para la ejecución del mismo, todo esto con referencia al plano CAD.

Tabla 17. Descripción modelado 3D primera planta alta

Diseño 3D de la primera planta alta en SolidWorks		
Operación	Descripción Gráfica	Datos
Extruir-Lámina		<p>2.80m de altura, 0.15m de espesor</p>

Saliente- Extruir		altura columnas 2.80m
Extruir-paredes internas		Espesor 0.15m, altura 2,80m
Cortar- Extruir Ventanas		Espesor 0.15m, altura diferentes tamaños
Saliente- Extruir vigas		Ancho: 0.30m, Largo varios, Profundidad: 0.34m
Detalles, gradas, columnas		Varios
Primer Piso diseño 3D		



6.1.3 Levantamiento de información y medidas de la segunda planta alta

La segunda planta alta al igual que el primero está constituido por diferentes ambientes, divididos en aulas de clase, sala de docentes, pasillo y baños, cada uno de estos poseen su respectiva codificación para identificarlos. La **Figura 47** detalla la segunda planta alta mostrando la codificación respectiva con respecto a cada ambiente, presenta un plano de vista

superior con las cotas especificadas en metros (m) necesarias para realizar el diseño 3D de la primera planta alta.

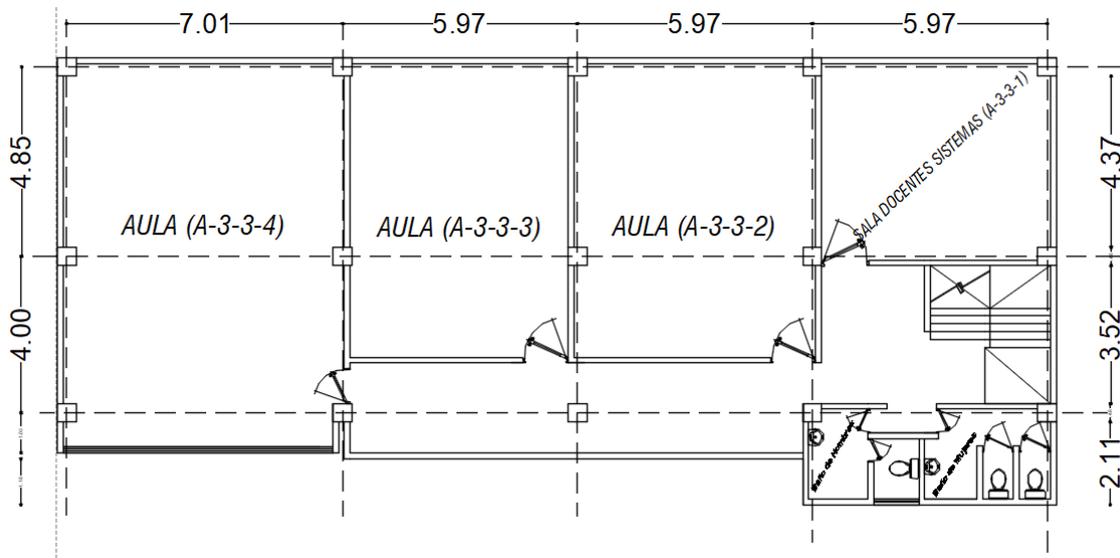


Figura 47. Descripción de la segunda planta alta

La **Tabla 18** detalla el ambiente (A-3-2-1), denominada sala de docentes de sistemas la cual presenta el plano superior con sus respectivas cotas, la descripción gráfica y su respectivo código de identificación.

Tabla 18. Descripción del ambiente (A-3-3-1)

DESCRIPCIÓN GENERAL SEGUNDA PLANTA ALTA		
Plano arquitectónico superior	Descripción gráfica	Código
		Sala de docentes (A-3-3-1)

La **Tabla 19, 20 y 21** detallan cada uno de los ambientes en común son Aulas de clase cada uno presenta su plano superior con las medidas expresadas en metros (m), también se observa una descripción gráfica donde se encuentra una foto de la ubicación del aula y del interior de la misma, finalmente detalla la codificación para su correcta identificación.

Tabla 19. Descripción del ambiente (A-3-3-2)

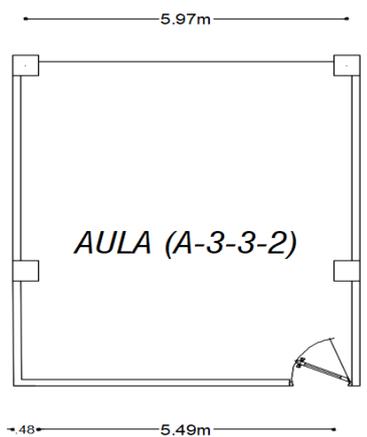
DESCRIPCIÓN GENERAL SEGUNDA PLANTA ALTA		
Plano arquitectónico superior	Descripción gráfica	Código
	 	Aula (A-3-3-2)

Tabla 20. Descripción del ambiente (A-3-3-3)

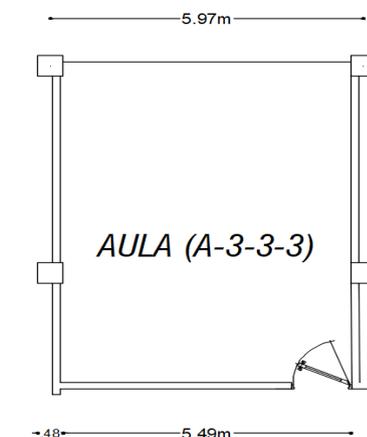
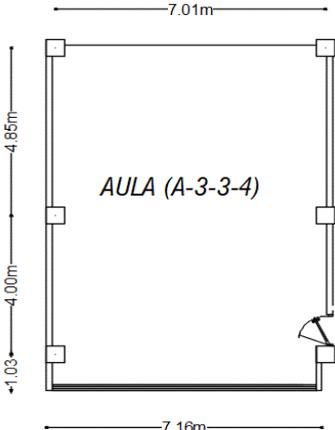
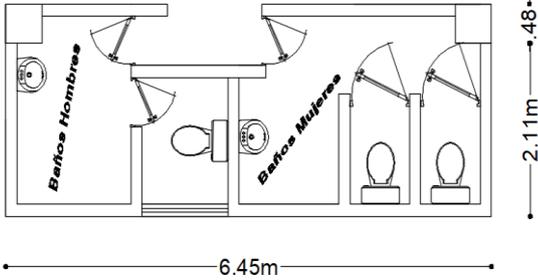
DESCRIPCIÓN GENERAL SEGUNDA PLANTA ALTA		
Plano arquitectónico superior	Descripción gráfica	Código
	 	Aula (A-3-3-3)

Tabla 21. Descripción del ambiente (A-3-3-4)

DESCRIPCIÓN GENERAL SEGUNDA PLANTA ALTA		
Plano arquitectónico superior	Descripción gráfica	Código
		 <p>Aula (A-3-3-4)</p>

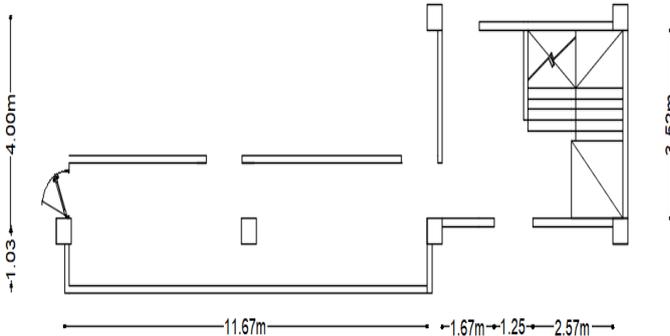
El ambiente (Baños) que se observa en la **Tabla 22** describe su diseño mediante un plano de vista superior donde presenta las medias (m), también se observa la marca de las lámparas fluorescentes colocadas y su respectivo código de identificación.

Tabla 22. Descripción del ambiente (Baños)

DESCRIPCIÓN GENERAL SEGUNDA PLANTA ALTA		
Plano arquitectónico superior	Descripción gráfica	Código
		 <p>Baños</p>

El ambiente (Pasillo segunda planta alta) presentado en la **Tabla 23** describe de forma general presentando el plano arquitectónico de la vista superior y con las cotas expresadas en metros(m) para poder realizar el diseño propuesto en 3D de la segunda planta alta, también se presenta una descripción grafica del ambiente y finalmente se establece su respectivo código de identificación.

Tabla 23. Descripción del ambiente (Pasillo segunda planta alta)

DESCRIPCIÓN GENERAL SEGUNDA PLANTA ALTA		
Plano arquitectónico superior	Descripción gráfica	Código
		<p>Pasillo segunda planta alta</p>

Para el diseño en 3D se toma el mismo diseño de la primera planta alta que se explicó en la **Tabla 17**, esto debido a que la primera y segunda planta tenían los mismos ambientes y la misma estructura.

6.1.4 Ensamblaje de todas las plantas correspondientes al bloque 3 de la FEIRNNR.

El ensamblaje se puede realizar siempre y cuando estén terminadas cada una de las plantas de manera individual, la **Figura 48** muestra el documento de ensamblaje donde se observa adjuntado cada una de las plantas listas para poder realizar la unión entre estas.

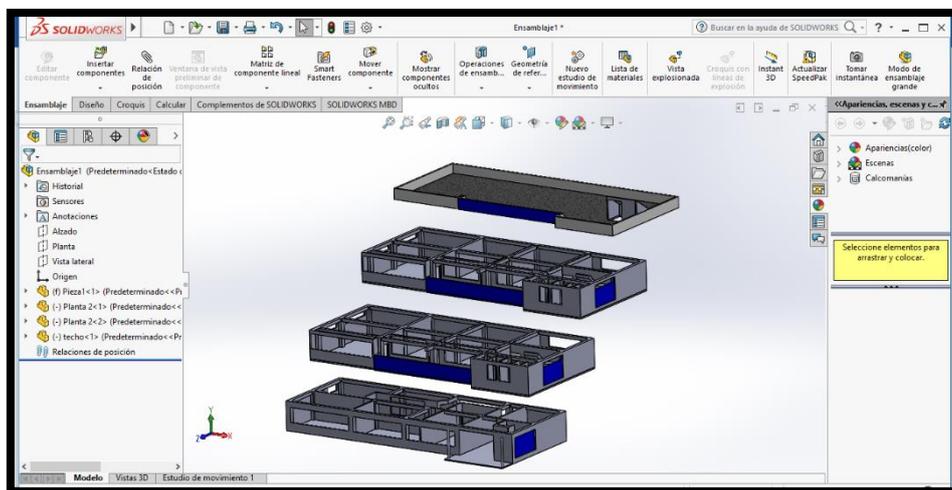


Figura 48: Exportación de cada una de las plantas al archivo de ensamblaje

Finalmente se realiza el ensamble ubicando planta por planta como corresponde en el orden deseado, la **Figura 49** presenta la edificación del bloque 3 ensamblada correctamente mostrando el diseño arquitectónico deseado para realizar los cálculos de iluminación tanto con luz artificial fluorescente y luz natural como con luz led.

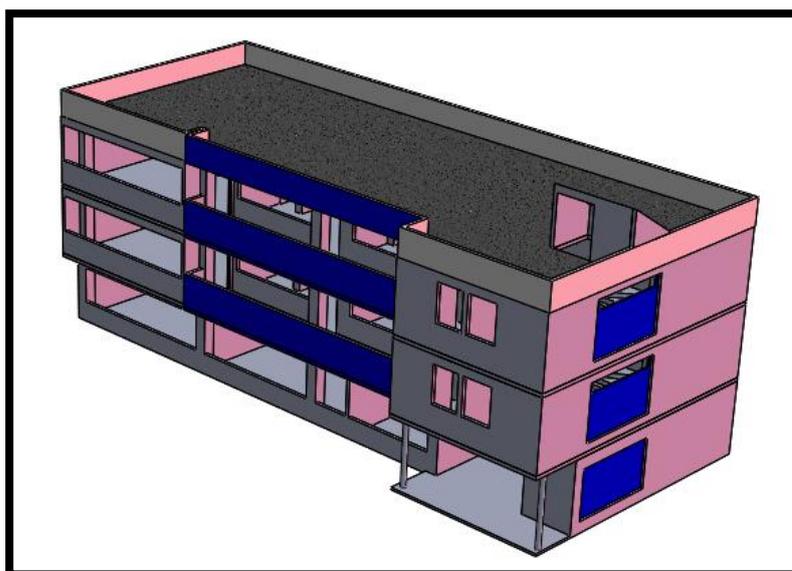


Figura 49. Diseño arquitectónico 3D del bloque 3 terminado

6.2 Cálculo de la iluminación actual con luz fluorescente y natural.

6.2.1 Cálculo de la iluminación actual con luz fluorescente.

En el cálculo de iluminación actual con luz fluorescente principalmente se realiza un levantamiento de luminarias de cada planta para realizar el estudio correspondiente, de igual manera se anotó el número de luminarias por ambiente y se tomó en cuenta las que están en buen estado y las que no.

6.2.1.1 Levantamiento de luminarias.

El levantamiento de las luminarias se realizó mediante una visita al bloque 3 de la facultad de Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables de la Universidad Nacional de Loja en lo cual se verificó y contabilizó tanto el número de luminarias y si estas se encuentran en buen y mal esta, la **Tabla 24, 25 y 26** muestra los detalles de las luminarias correspondientes a cada ambiente.

Tabla 24. Levantamiento de luminarias de la planta baja

LEVANTAMIENTO DE LUMINARIAS ACTUALES PLANTA BAJA				
Ambiente (código)	Tipo e luminarias	Total	Mal estado	Buen estado
Sala de telecomunicaciones (A-3-1-1)	Panel led	2	0	2
Aula (A-3-1-2)	led tubular x2	5	1	4
Aula (A-3-1-3)	Fluorescente tubular x2	3	1	2
Aula (A-3-1-4)	Fluorescente tubular x2	2	0	2
Aula (A-3-1-5)	Fluorescente tubular x2	3	1	2
Pasillo planta baja	Fluorescente tubular x2 y compactas	9	6	3

Tabla 25. Levantamiento luminarias de la primera planta alta

LEVANTAMIENTO DE LUMINARIAS ACTUALES PRIMERA PLANTA ALTA				
Ambiente (código)	Tipo e luminarias	Total	Mal estado	Buen estado
Sala de profesores (A-3-2-1)		3	0	3
Aula (A-3-2-2)		8	1	7
Aula (A-3-2-3)	Fluorescente tubular	8	2	6
Aula (A-3-2-4)	x2	10	3	7
SSH (A-3-2-B1)		3	0	3
Pasillo primer piso		6	1	5

Tabla 26. Levantamiento luminarias segunda planta alta

LEVANTAMIENTO DE LUMINARIAS ACTUALES SEGUNDA PLANTA ALTA				
Ambiente (código)	Tipo e luminarias	Total	Mal estado	Buen estado
Sala de profesores (A-3-3-1)		3	1	2
Aula (A-3-3-2)		8	1	7
Aula (A-3-3-3)	Fluorescente tubular	8	0	8
Aula (A-3-3-4)	x2	10	2	8
SSH (A-3-3-B1)		3	0	3
Pasillo segundo piso		6	2	4

6.2.1.2 Simulación en DIALux

El cálculo de iluminación con luz fluorescente se realizó en el programa DIALux, la edificación fue realizada mediante la exportación de los planos en AutoCAD, luego se colocó los detalles como la mueblería, ventanas, puertas y materiales compuestos por cada elemento como se explicó anteriormente en la **Figura 21**.

Para colocar las luminarias se utilizó los datos obtenidos en el levantamiento de luminarias actuales de cada una de las plantas de la edificación, sin embargo, no se logró encontrar la misma marca al momento de colocarlas en DIALux por lo que se tomó en cuenta la potencia y el flujo luminoso más próximos al real y se colocó en cada ambiente a continuación se presenta el proceso de instalación de las luminarias en DIALUX.

La **Figura 50** detalla el proceso de selección de las luminarias adecuadas y que más se acerquen a las originales tomando en cuenta su potencia y su flujo luminoso.

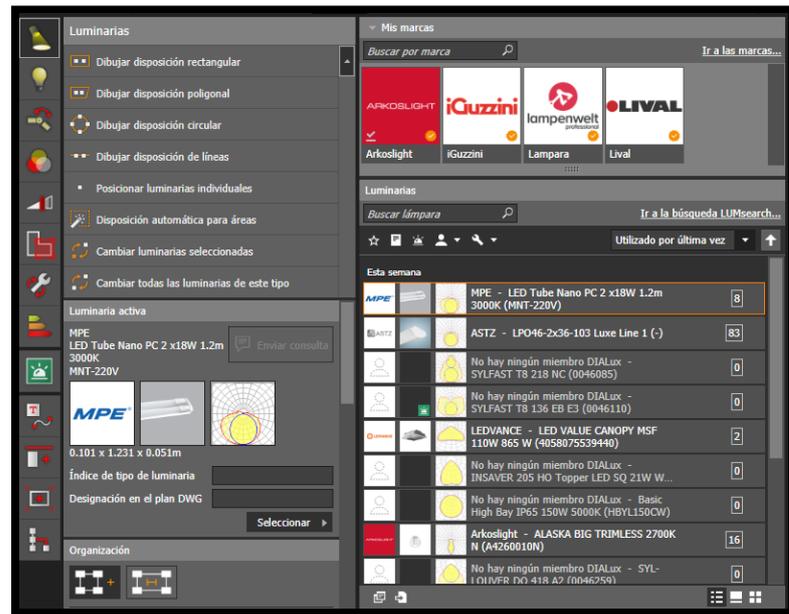


Figura 50. Selección de marcas y tipo de luminarias

Luego de identificar el tipo de lámparas con las que se va a trabajar, se selecciona el área de trabajo y a lado derecho se tiene la opción de colocar el número de luminarias tanto verticales como horizontales de esta manera se va colocando en cada ambiente de la edificación como se observa en la **Figura 51**.

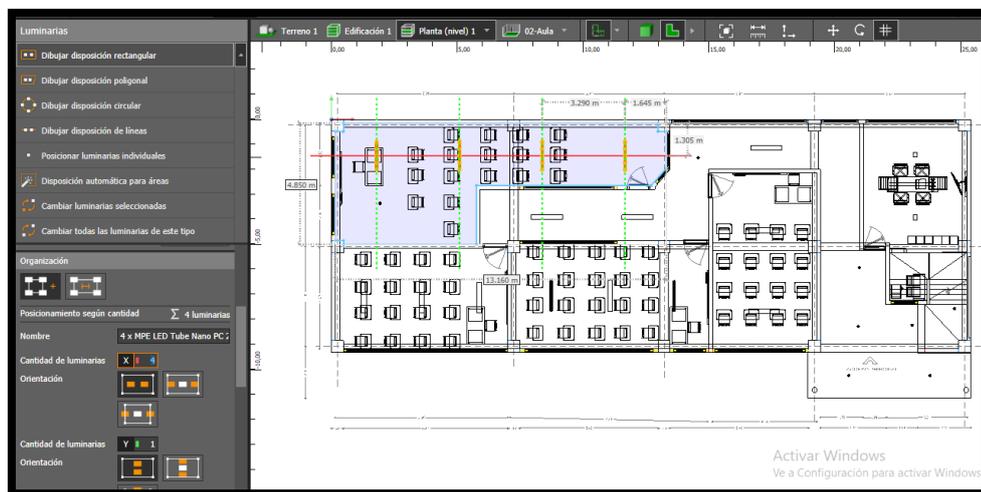
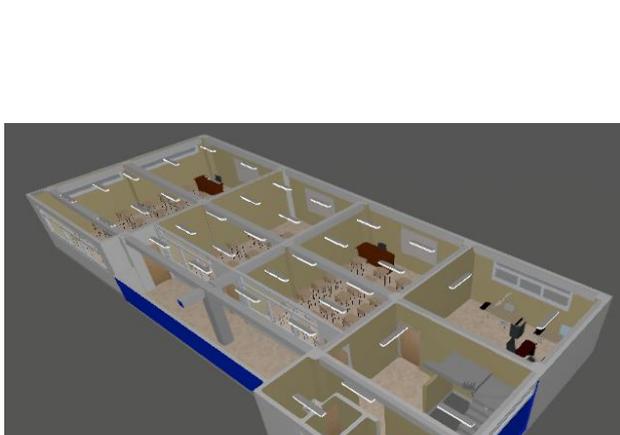


Figura 51. Aplicación de luminarias con respecto al área

De esta manera se coloca en cada uno de los ambientes con su respectivo tipo de lámpara, esto se realizará en todas las plantas es decir en; planta baja, primera y segunda planta alta. La **Tabla 27** presenta de manera rápida los resultados de la instalación en cada una de las plantas.

Tabla 27. Descripción de la instalación de luminarias

PROCESO DE INSTALACIÓN DE LUMINARIAS EN DIALux	
Descripción grafica	Detalles
	9 fluorescentes x2
	2 x FL 36W/840 T8 G13 3320 lm 4000 K 36.0 W Factor de alumbrado de emergencia 100.00 %
	6 lámparas Led x2
	MNT-220V 3600 lm 2800 K 36.0 W Factor de alumbrado de emergencia 100.00 %
	2 panel led y 9 compactas
	LED 1130lm 2700K 1130 lm 2700 K 9.3 W Factor de alumbrado de emergencia 100.00 %
	38 fluorescente tubular x2
	ASTZ LPO46-2x36-103 Luxe Line 1 -
	2 x FL 36W/840 T8 G13 3320 lm 4000 K 36.0 W Factor de alumbrado de emergencia 100.00 %
	38 fluorescente tubular x2
	ASTZ LPO46-2x36-103 Luxe Line 1 -
	2 x FL 36W/840 T8 G13 3320 lm 4000 K 36.0 W Factor de alumbrado de emergencia 100.00 %

Diseño con luminarias instaladas en todo el bloque



Al obtener toda la instalación de las luminarias, el siguiente paso es realizar la simulación donde se evaluará los niveles de iluminación en cada uno de los ambientes para verificar si estas luminarias cumplen con lo requerido o no, en la **Figura 52** se observa la simulación realizada.

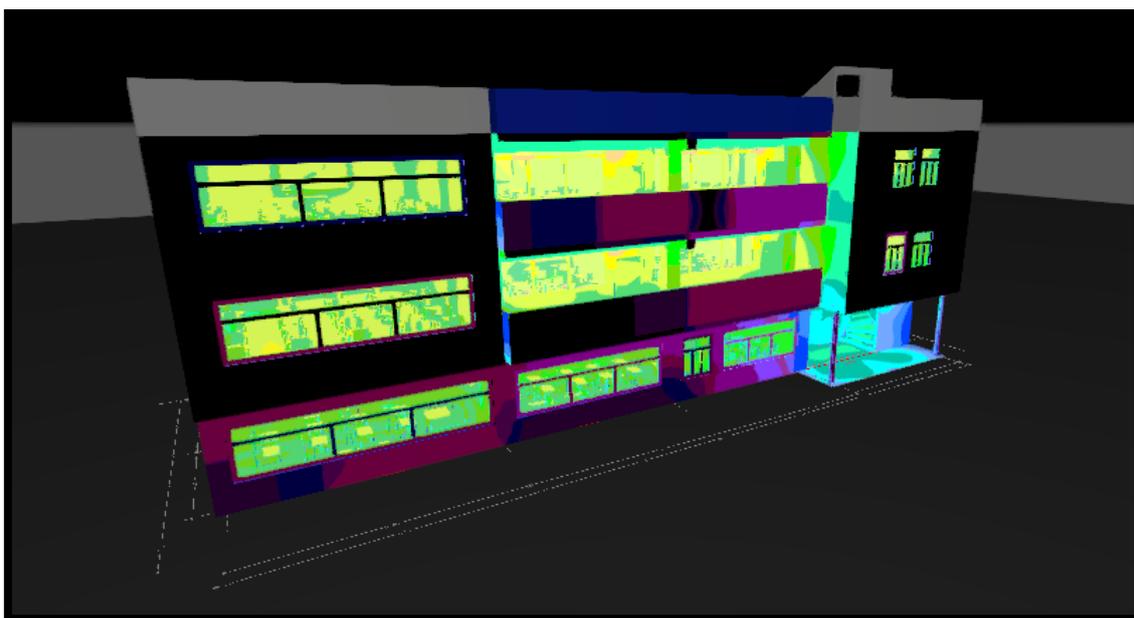


Figura 52. Simulación de los niveles de iluminación del bloque 3 de la FEIRNNR

La **Tabla 28, 29 y 30** presenta los resultados obtenidos de manera detallada con los niveles de iluminación obtenidos en cada ambiente de todas las plantas, para mejor comprensión se ha desglosado y se presentaran los resultados de la planta baja, primera y segunda planta alta.

Tabla 28. Niveles de iluminación planta baja

RESULTADOS DE NIVELES DE ILUMINACIÓN							
<i>Planta baja</i>							
Ambientes	Nivel de iluminación (lux)						
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Calculado</th> <th>Norma UNE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1042 lx</td> <td style="text-align: center;">≥300</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Cumple</td> </tr> </tbody> </table>	Calculado	Norma UNE	1042 lx	≥300	Cumple	
	Calculado	Norma UNE					
1042 lx	≥300						
Cumple							
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Calculado</th> <th>Norma UNE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">199 lx</td> <td style="text-align: center;">≥300</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">No Cumple</td> </tr> </tbody> </table>	Calculado	Norma UNE	199 lx	≥300	No Cumple	
	Calculado	Norma UNE					
199 lx	≥300						
No Cumple							
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Calculado</th> <th>Norma UNE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">260 lx</td> <td style="text-align: center;">≥300</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">No Cumple</td> </tr> </tbody> </table>	Calculado	Norma UNE	260 lx	≥300	No Cumple	
	Calculado	Norma UNE					
260 lx	≥300						
No Cumple							
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Calculado</th> <th>Norma UNE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">171 lx</td> <td style="text-align: center;">≥300</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">No Cumple</td> </tr> </tbody> </table>	Calculado	Norma UNE	171 lx	≥300	No Cumple	
	Calculado	Norma UNE					
171 lx	≥300						
No Cumple							
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Calculado</th> <th>Norma UNE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">260 lx</td> <td style="text-align: center;">≥300</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">No Cumple</td> </tr> </tbody> </table>	Calculado	Norma UNE	260 lx	≥300	No Cumple	
	Calculado	Norma UNE					
260 lx	≥300						
No Cumple							
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Calculado</th> <th>Norma UNE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">113 lx</td> <td style="text-align: center;">≥100</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Cumple</td> </tr> </tbody> </table>	Calculado	Norma UNE	113 lx	≥100	Cumple	
	Calculado	Norma UNE					
113 lx	≥100						
Cumple							

Tabla 29. Niveles de iluminación de la primera planta alta

RESULTADOS DE NIVELES DE ILUMINACIÓN							
<i>Primera planta alta</i>							
Ambientes	Nivel de iluminación (lux)						
	<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;">Calculado</td> <td style="text-align: center;">Norma UNE</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">260 lx</td> <td style="text-align: center;">≥300</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">No Cumple</td> </tr> </table>	Calculado	Norma UNE	260 lx	≥300	No Cumple	
	Calculado	Norma UNE					
	260 lx	≥300					
No Cumple							
Sala docentes Sistemas (A-3-2-1)							
	<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;">Calculado</td> <td style="text-align: center;">Norma UNE</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">450 lx</td> <td style="text-align: center;">≥300</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Cumple</td> </tr> </table>	Calculado	Norma UNE	450 lx	≥300	Cumple	
	Calculado	Norma UNE					
	450 lx	≥300					
Cumple							
Aula (A-3-2-2)							
	<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;">Calculado</td> <td style="text-align: center;">Norma UNE</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">475 lx</td> <td style="text-align: center;">≥300</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Cumple</td> </tr> </table>	Calculado	Norma UNE	475 lx	≥300	Cumple	
	Calculado	Norma UNE					
	475 lx	≥300					
Cumple							
Aula (A-3-2-3)							
	<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;">Calculado</td> <td style="text-align: center;">Norma UNE</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">436lx</td> <td style="text-align: center;">≥300</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Cumple</td> </tr> </table>	Calculado	Norma UNE	436lx	≥300	Cumple	
	Calculado	Norma UNE					
	436lx	≥300					
Cumple							
Aula (A-3-2-4)							
	<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;">Calculado</td> <td style="text-align: center;">Norma UNE</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">171 lx</td> <td style="text-align: center;">≥200</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">No Cumple</td> </tr> </table>	Calculado	Norma UNE	171 lx	≥200	No Cumple	
	Calculado	Norma UNE					
	171 lx	≥200					
No Cumple							
SSH (A-3-2-B1)							

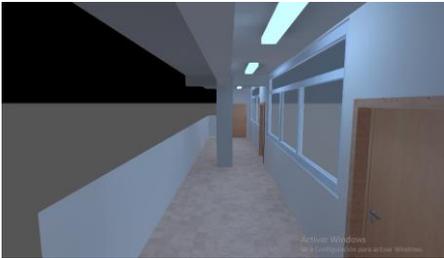
		Calculado Norma UNE
	Pasillo Primer Piso	328 lx ≥100 Cumple
		Calculado Norma UNE
	Gradas	145 lx ≥150 No Cumple

Tabla 30. Niveles de iluminación de la segunda planta alta

RESULTADOS DE NIVELES DE ILUMINACIÓN

Segunda planta alta

Ambientes	Nivel de iluminación (lux)
	Calculado Norma UNE
	Sala docentes Sistemas (A-3-3-1) 267 lx ≥300 No Cumple
	Aula (A-3-3-2) 433 lx ≥300 Cumple
	Aula (A-3-3-3) 460 lx ≥300 Cumple

	Aula (A-3-3-4)	Calculado Norma UNE	407 lx ≥ 300	Cumple
	SSH (A-3-2-B1)	Calculado Norma UNE	183 lx ≥ 200	No Cumple
	Pasillo segunda planta alta	Calculado Norma UNE	323 lx ≥ 100	Cumple
	Gradas	Calculado Norma UNE	147 lx ≥ 150	Cumple

6.2.2 Cálculo de iluminación con luz Natural

La luz natural ayuda a la luz artificial en la iluminación de los sitios en este caso del bloque 3 de la FEIRNNR, para los cálculos en la simulación se toma en cuenta la luz natural como complemento de la artificial, se detalla los horarios de simulación: 7am, 14pm y 20pm.

La **Figura 53** muestra la simulación con luz natural en el horario de 7am, en el lado derecho se observa los resultados con la luz natural y se puede apreciar que los datos cambian a diferencia de la simulación anterior que fue solo con luz artificial, también se aprecia nuevos resultados el más interesante es que nos da el porcentaje de la luz natural.

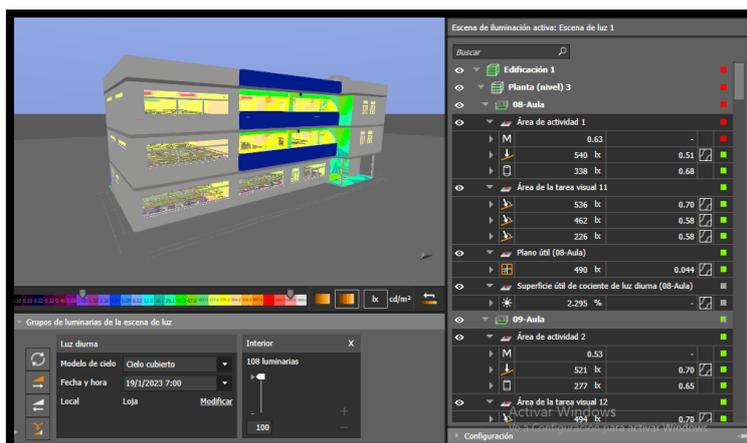


Figura 53. Simulación de iluminación con luz natural 7am

Los niveles de iluminación son factores indispensables en los cálculos ya que con estos podemos saber si el sistema eléctrico de iluminación es el adecuado para las personas ya que se trata de evitar enfermedades visuales en el futuro. La **Tabla 31** presenta los resultados de la simulación con luz natural a un horario de las 7am donde se realiza una comparación entre la luz natural y mixta con las de la norma UNE.

Tabla 31. Niveles de iluminación con luz natural con horario de 7am

RESULTADOS DE NIVELES DE ILUMINACION CON LUZ NATURAL				
Planta baja con horario de 7am				
Ambiente	Código	Nivel de iluminación (lux)		
		Luz Natural	Mixta	Norma UNE
Sala de telecomunicaciones	A-3-1-1	110	1153	≥300
Aula	A-3-1-2	14,7	214	≥300
Aula	A-3-1-3	104	364	≥300
Aula	A-3-1-4	60,2	232	≥300
Aula	A-3-1-5	145	406	≥300
Pasillo planta baja	-----	69,9	183	≥100
Primera planta alta				
Ambiente	Código	Nivel de iluminación (lux)		
		Luz Natural	Mixta	Norma UNE
Sala de Profesores	A-3-2-1	62,2	329	≥300
Aula	A-3-2-2	0,02	450	≥300
Aula	A-3-2-3	0,005	475	≥300
Aula	A-3-2-4	86,2	522	≥300
SSH(Baños)	A-3-2-B1	53,5	225	≥200
Pasillo Primer piso	-----	0,66	328	≥100
Gradas	-----	6,13	151	≥150

Segunda planta alta				
Ambiente	Código	Nivel de iluminación (lux)		
		Luz Natural	Mixta	Norma UNE
Sala de Profesores	A-3-3-1	69	336	≥300
Aula	A-3-3-2	0,004	433	≥300
Aula	A-3-3-3	9,02	460	≥300
Aula	A-3-3-4	91,1	490	≥300
SSH(Baños)	A-3-3-B2	53,1	236	≥200
Pasillo Segundo piso	-----	6,35	323	≥100
Gradas	-----	6,13	151	≥150

En la **Figura 54** se observa la simulación de la edificación donde actúa la luz natural como complemento de la artificial, en el lado derecho los resultados explican si cada ambiente cumple o no con las normas para obtener una correcta iluminación. La **Tabla 32** describe los datos de iluminación con luz natural a un horario de 14pm.

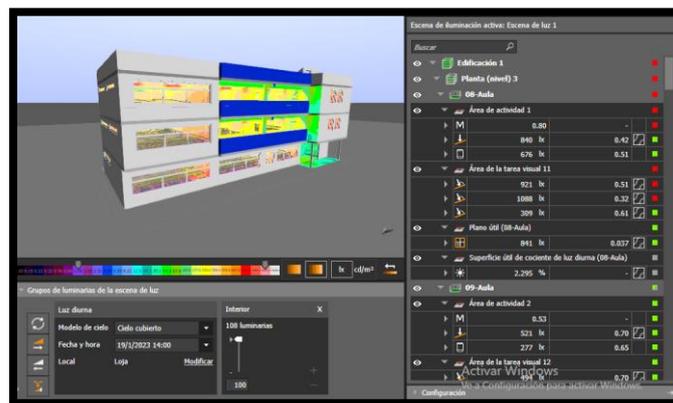


Figura 54. Simulación de niveles de iluminación con luz natural a las 14pm

Tabla 32. Niveles de iluminación con luz natural 14pm

RESULTADOS DE NIVELES DE ILUMINACION CON LUZ NATURAL				
Planta baja con horario de 14pm				
Ambiente	Código	Nivel de iluminación (lux)		
		Luz Natural	Mixta	Norma UNE
Sala de telecomunicaciones	A-3-1-1	576	1618	≥300
Aula	A-3-1-2	76,7	276	≥300
Aula	A-3-1-3	543	803	≥300
Aula	A-3-1-4	314	486	≥300
Aula	A-3-1-5	758	1018	≥300
Pasillo planta baja	-----	365	478	≥100

Primera planta alta				
Ambiente	Código	Nivel de iluminación (lux)		
		Luz Natural	Mixta	Norma UNE
Sala de Profesores	A-3-2-1	361	621	≥300
Aula	A-3-2-2	0,11	450	≥300
Aula	A-3-2-3	0,24	475	≥300
Aula	A-3-2-4	450	886	≥300
SSH(Baños)	A-3-2-B1	279	450	≥200
Pasillo Primer piso	-----	3,44	331	≥100
Gradas	-----	32	177	≥150
Segunda planta alta				
Ambiente	Código	Nivel de iluminación (lux)		
		Luz Natural	Mixta	Norma UNE
Sala de Profesores	A-3-3-1	360	627	≥300
Aula	A-3-3-2	0,022	433	≥300
Aula	A-3-3-3	0.00	460	≥300
Aula	A-3-3-4	434	841	≥300
SSH(Baños)	A-3-3-B2	277	460	≥200
Pasillo Segundo piso	-----	0,09	323	≥100
Gradas	-----	5,57	152	≥150

En la **Figura 55** se observa la simulación de la edificación donde actúa la luz natural como complemento de la artificial, en el lado derecho los resultados explican si cada ambiente cumple o no con las normas para obtener una correcta iluminación. La **Tabla 33** describe los datos de iluminación con luz natural a un horario de 14pm.

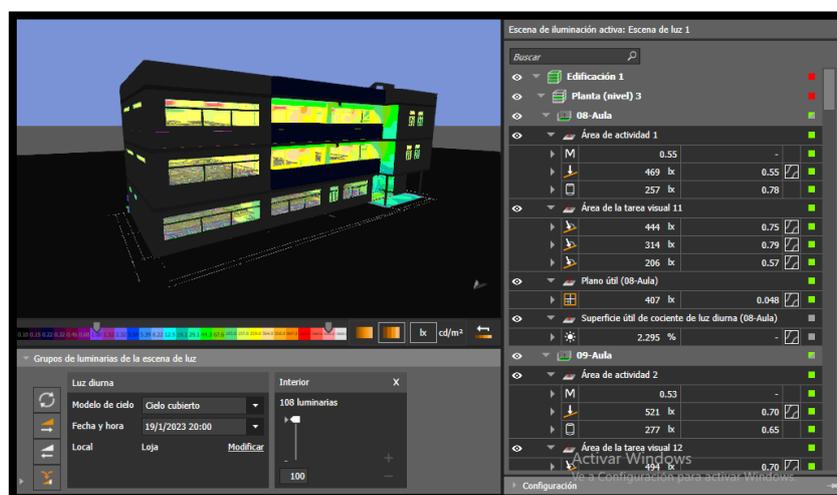


Figura 55. Simulación de niveles de iluminación con luz natural a las 14pm.

Tabla 33. Niveles de iluminación con luz natural 20pm

RESULTADOS DE NIVELES DE ILUMINACION CON LUZ NATURAL				
Planta baja con horario de 20pm				
Ambiente	Código	Nivel de iluminación (lux)		
		Luz Natural	Mixta	Norma UNE
Sala de telecomunicaciones	A-3-1-1	0	1042	≥300
Aula	A-3-1-2	0	199	≥300
Aula	A-3-1-3	0	260	≥300
Aula	A-3-1-4	0	171	≥300
Aula	A-3-1-5	0	260	≥300
Pasillo planta baja	-----	0	113	≥100
Primera planta alta				
Ambiente	Código	Nivel de iluminación (lux)		
		Luz Natural	Mixta	Norma UNE
Sala de Profesores	A-3-2-1	0	260	≥300
Aula	A-3-2-2	0	450	≥300
Aula	A-3-2-3	0	475	≥300
Aula	A-3-2-4	0	436	≥300
SSH(Baños)	A-3-2-B1	0	171	≥200
Pasillo Primer piso	-----	0	328	≥100
Gradas	-----	0	145	≥150
Segunda planta alta				
Ambiente	Código	Nivel de iluminación (lux)		
		Luz Natural	Mixta	Norma UNE
Sala de Profesores	A-3-3-1	0	267	≥300
Aula	A-3-3-2	0	433	≥300
Aula	A-3-3-3	0	460	≥300
Aula	A-3-3-4	0	407	≥300
SSH(Baños)	A-3-3-B2	0	183	≥200
Pasillo Segundo piso	-----	0	323	≥100
Gradas	-----	0	147	≥150

6.2.3 Cálculos de niveles de iluminación reales

El índice IC es muy importante para encontrar los niveles de iluminación se encuentra a partir de la **Ecuación 6**, de acuerdo al valor brindado se escoge en la **Tabla 3** el número de

zonas de medición que se va a realizar en cada ambiente. Luego se encuentra el promedio total de cada ambiente y de esta manera se obtiene el nivel de iluminación de un aula. Se eligió un aula de cada planta, la **Tabla 34** detalla los resultados obtenidos en cada una de las pruebas, cabe recalcar que las muestras se tomaron en tres horas diferentes al día: 7am, 14pm, 20pm el día lunes 23 de enero del 2023.

Aplicando la ecuación 6 se tiene los siguientes resultados de (IC) estos cálculos corresponden al aula (A-3-1-5) de la planta baja:

$$IC = \frac{(6.53) * (4.03)}{(1.94) * (6.53 + 4.03)}$$

$$IC = 1.28$$

En la **Tabla 3**, se selecciona la opción adecuada con el (IC) de 1.28 se debe dividir el ambiente en 9 zonas como expresa la **Figura 56**.

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Figura 56. Número de zonas de medición en un ambiente (A-3-1-5).

Al realizar las medidas en cada zona del aula se encuentra un promedio del total mediante la **Ecuación 7** y se obtiene los siguientes resultados, estas mediciones se realizaron de dos maneras; cuando las luminarias están encendidas y cuando están apagadas este ejemplo muestra los resultados medidos a las 7am.

Luminarias apagadas:

$$Em(lux) = \frac{(7 + 17 + 10 + 31 + 28 + 11 + 23 + 49 + 29)Lux}{9}$$

$$Em(lux) = 22.77$$

Luminarias encendidas:

$$Em(lux) = \frac{(73 + 144 + 155 + 278 + 212 + 135 + 69 + 124 + 309)Lux}{9}$$

$$Em(lux) = 166.55$$

Los siguientes resultados de (IC) corresponden al aula (A-3-2-4) del primer piso:

$$IC = \frac{(9.88) * (7.01)}{(1.94) * (9.88 + 7.01)}$$

$$IC = 2.11$$

En la **Tabla 3**, se selecciona la opción adecuada con el (IC) de 2.11 se debe dividir el ambiente en 16 zonas como expresa la **Figura 57**.

1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16

Figura 57. Número de zonas de medición en un ambiente (A-3-2-4).

Y finalmente, los resultados de (IC) corresponden al aula (A-3-3-4) del segundo piso:

$$IC = \frac{(9.88) * (7.01)}{(1.94) * (9.88 + 7.01)}$$

$$IC = 2.11$$

En la **Tabla 3**, se selecciona la opción adecuada con el (IC) de 2.11 se debe dividir el ambiente en 16 zonas como expresa la **Figura 58**.

1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16

Figura 58. Número de zonas de medición en el ambiente (A-3-3-4).

Los resultados obtenidos en los diferentes horarios señalados, tanto con luz natural y mixta se muestran en la **Tabla 34**, se toma en cuenta que al momento de realizar las mediciones existieron diferentes complicaciones como por ejemplo el aula de la planta baja tenía la mitad de las ventanas pintadas esto afectaba que la luz natural entre en su totalidad, mientras que la del primer piso se encontraba dañado las cortinas por lo que no se podían abrir y permitir la entrada total de la luz natural.

Tabla 34. Niveles de iluminación medidos con la aplicación Luxmeter.

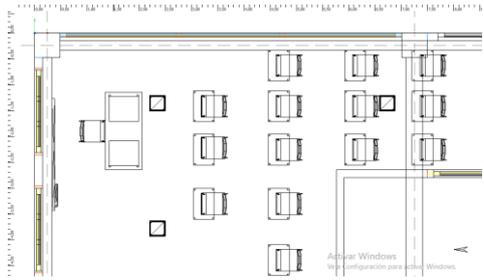
NIVELES DE ILUMINACIÓN REALES DEL BOLQUE #3							
Ambiente (código)		Niveles de iluminación (lux)					
		Luces encendidas			Luces apagadas		
		7am	14pm	20pm	7am	14pm	20pm
Aula Planta baja	(A-3-1-5)	166,5	1015	126,6	63,4	747,6	0
Aula Primer piso	(A-3-2-4)	387	845,06	170,31	14,93	448,31	0
Aula Segundo piso	(A-3-2-4)	426,68	813,18	202,12	97,37	411,31	0

6.3 Propuesta para implementar luz led, aumentar el nivel de iluminación natural, y un sistema de control que regule la intensidad de la luz artificial led en función de la luz natural, para mantener el confort.

6.3.1 Rediseño en la estructura arquitectónica del bloque para aumentar el nivel de iluminación natural.

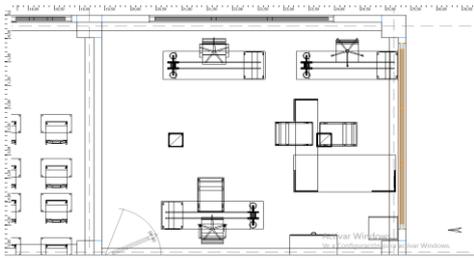
En el desarrollo del proyecto, una parte de la tercera meta abarca el rediseño de la edificación incorporando ventanales como una estrategia de arquitectura sostenible en la fachada este, debido a la ausencia de ellas. Esto ayudará a aumentar el porcentaje de luz natural aportado al bloque. La **Tabla 35** muestra el rediseño realizado en DIALux, así como la implementación de nuevos ventanales en la parte este de la edificación.

Tabla 35. Detalles de la implementación de las ventanas

IMPLEMENTACIÓN DE VENTANALES EN LA EDIFICACIÓN		
Planta baja		
Ubicación	Detalle gráfico	Detalles
		altura 1.50 m anchura 6.53m anchura de marco 0.12m altura de parapeto 0.76m
Primera planta alta		
Ubicación	Detalle gráfico	Detalles
		altura 1.50 m anchura 6.30 m anchura de marco 0.12m altura de parapeto 1m

Segunda planta alta

Ubicación



Detalle gráfico



Detalles

altura 1.50 m

anchura 4 m

anchura de
marco 0.12m

altura de
parapeto
0.80m

Bloque



6.3.2 Implementación de lámparas LED dimerizables en DIALux y la simulación con luz artificial y luz natural.

La implementación de la iluminación LED dimerizables está en aumento. La gente está optando por reemplazar sus bombillas y lámparas halógenas por lámparas LED debido a sus beneficios energéticos y económicos, son hasta un 90% más eficientes en términos de energía que las halógenas, y debido a la ausencia de filamentos, tienen una vida útil mucho más prolongada. Aunque el coste inicial puede ser mayor, el ahorro energético a largo plazo compensa el gasto inicial. La vida útil de una lámpara LED es de aproximadamente 15.000 horas, en comparación con las 2.000 horas de una halógena. En resumen, la iluminación LED es una opción más eficiente y económica que las halógenas.

La **Figura 59** muestra la implementación de las luminarias LED dimerizables, donde se observa la selección del tipo de lámpara LED y su implementación en cada ambiente.

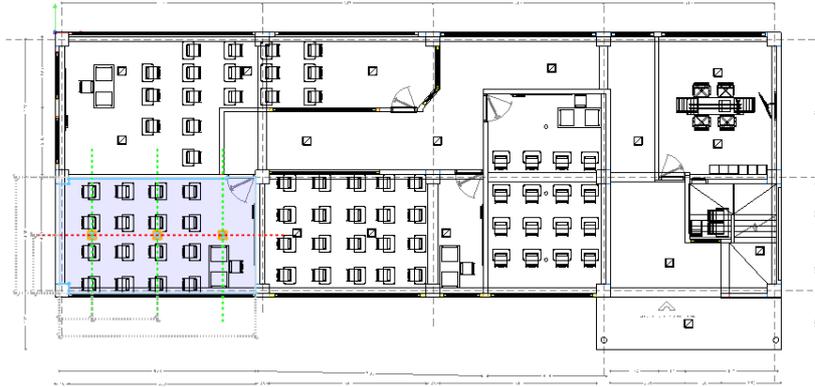


Figura 59. Incorporación de luminarias LED dimerizables en la planta baja

La **Figura 60** y **61** presentan las luminarias LED dimerizables colocadas en cada piso del bloque cabe recalcar que el número de luminarias colocadas en cada ambiente se colocó de acuerdo a DIALux ya que existe una operación denominada “disposición automática para áreas” esta opción nos calcula el número de luminarias que se debe colocar para que cumpla con las normas establecidas en los niveles de iluminación.

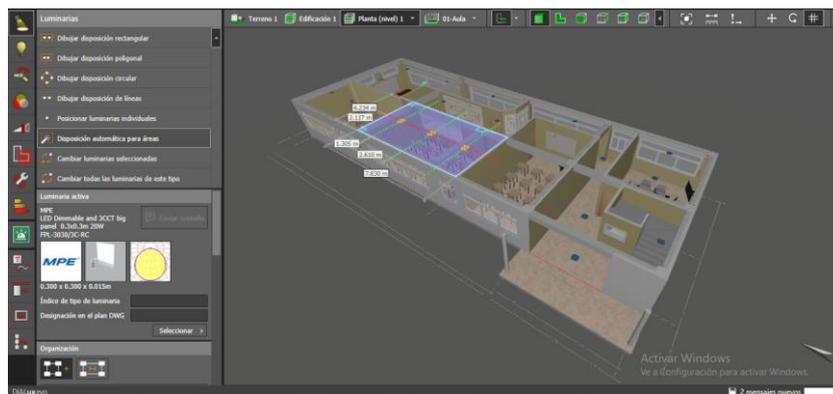


Figura 60. Planta baja, implementación de paneles LED dimerizables.

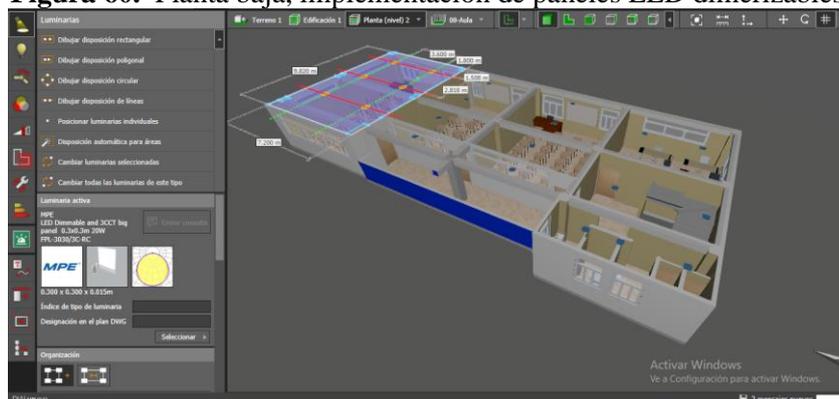


Figura 61. Paneles LED dimerizables, ubicación la primera y segunda planta alta.

Por último, tras aplicar la estrategia de arquitectura sostenible y la implementación de paneles LED dimerizables, se lleva a cabo la simulación para obtener el cálculo de niveles de iluminación. Esto permitirá verificar que cada espacio cumpla con los niveles requeridos para los centros educativos, tal y como lo estipula la norma.

Se realiza la simulación como primer punto realizando cálculos de niveles de iluminación donde solo interviene la iluminación artificial con los paneles LED como se observa en la **Figura 62**, a lado derecho se observan los resultados donde todos los ambientes están marcados con un punto verde esto quiere decir que cumplen con los niveles de iluminación establecidos.

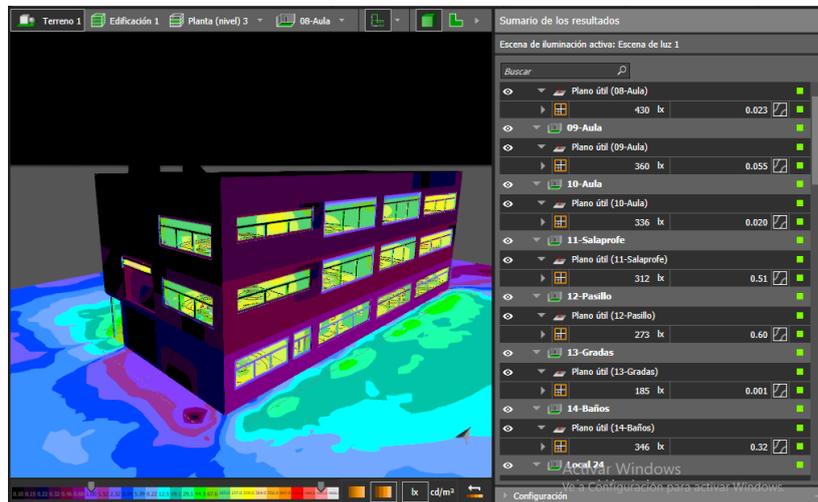


Figura 62. Simulación y resultados obtenidos de los niveles de iluminación en cada ambiente

La siguiente **Tabla 36** muestra los resultados obtenidos en cuanto al flujo luminoso, comparando los resultados actuales con los resultados obtenidos mediante el uso de lámparas LED dimerizables. Esta comparación también se realiza con los estándares establecidos por la norma UNE, lo que permite verificar la mejora en cuanto a los niveles adecuados de iluminación para cada ambiente del edificio. La utilización de lámparas LED dimerizables permitirá cumplir con los niveles de iluminación requeridos de manera eficiente y efectiva, mejorando la calidad de iluminación en los ambientes del edificio.

Tabla 36. Análisis de los datos del nivel de iluminación actual con respecto a la propuesta

COMPARACIÓN DE NIVELES DE ILUMINACIÓN ACTUALES CON LA PROPUESTA				
PLANTA BAJA				
Ambiente	Código	Nivel de iluminación (lux)		
		lámparas fluorescentes	lámparas led dimerizables	Norma UNE
Sala de telecomunicaciones	A-3-1-1	1042	318	≥300
Aula	A-3-1-2	199	330	≥300
Aula	A-3-1-3	260	365	≥300
Aula	A-3-1-4	171	321	≥300
Aula	A-3-1-5	260	415	≥300
Pasillo planta baja	*	113	278	≥100

PRIMERA PLANTA ALTA				
Ambiente	Código	Nivel de iluminación (lux)		
		lámparas fluorescentes	lámparas led dimerizables	Norma UNE
Sala de Profesores	A-3-2-1	260	308	≥300
Aula	A-3-2-2	450	344	≥300
Aula	A-3-2-3	475	367	≥300
Aula	A-3-2-4	436	425	≥300
SSHH(Baños)	A-3-2-B1	171	346	≥200
Pasillo Primer piso	*	328	274	≥100
Gradas	*	145	326	≥150
SEGUNDA PLANTA ALTA				
Ambiente	Código	Nivel de iluminación (lux)		
		lámparas fluorescentes	lámparas led dimerizables	Norma UNE
Sala de Profesores	A-3-3-1	267	312	≥300
Aula	A-3-3-2	433	336	≥300
Aula	A-3-3-3	460	360	≥300
Aula	A-3-3-4	407	430	≥300
SSHH(Baños)	A-3-3-B2	183	346	≥200
Pasillo Segundo piso	*	323	273	≥100
Gradas	*	147	185	≥150

La propuesta de implementar nuevos ventanales tiene como objetivo reducir el consumo energético del bloque al uso de luminarias LED dimerizables en momentos en que existe luz natural. La **Figura 63** muestra la simulación con luz natural, en donde se aprecia el porcentaje que aporta la luz natural a la artificial a ciertos horarios. Asimismo, la **Figura 64** expresa los lúmenes que proporciona la luz natural si no existiera la iluminación artificial.

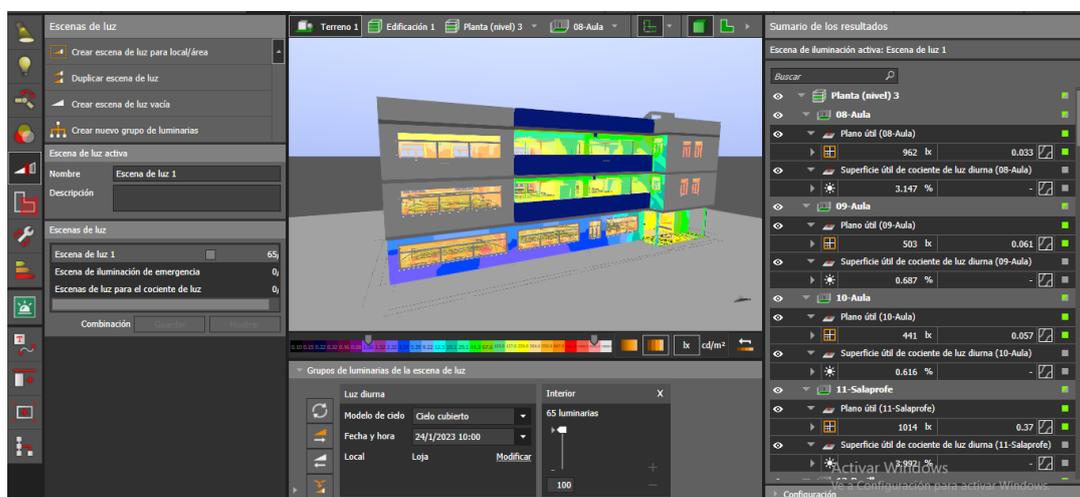


Figura 63. Simulación con niveles de iluminación donde interviene la iluminación artificial y la natural.

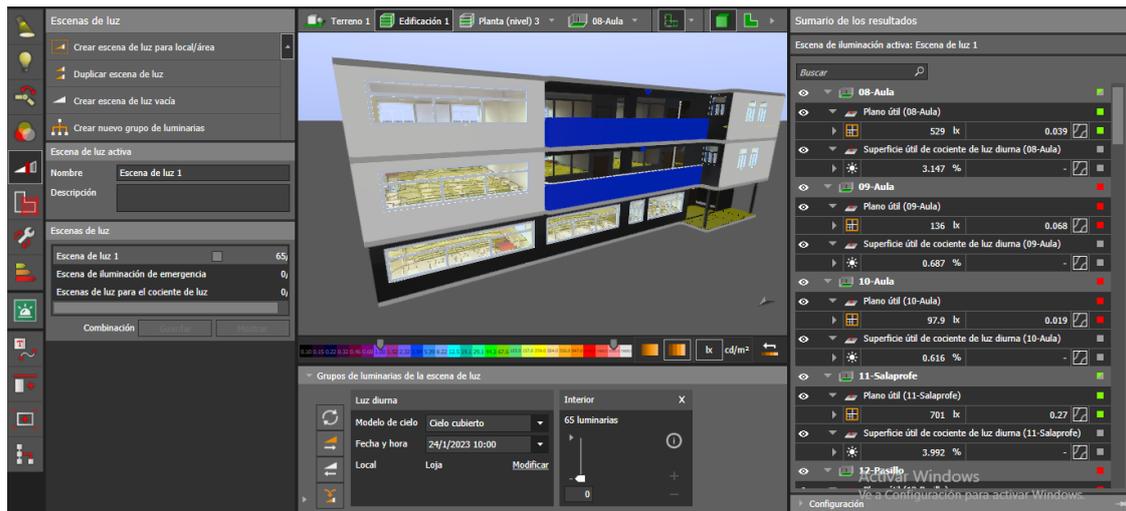


Figura 64. Simulación con niveles de iluminación donde interviene solo la iluminación natural.

La luz natural es un factor crucial en el ahorro energético de un edificio, ya que permite utilizar la luz del sol en lugar de la luz artificial. La **Tabla 37** presenta los resultados del flujo luminoso tanto actual como proyectado en la propuesta, en la que se ha realizado una modificación en la estructura arquitectónica, incorporando ventanas en el lado este del edificio para obtener un mayor aporte de luz natural durante las horas de sol. Este cambio en la estructura permitirá una reducción significativa en el uso de la luz artificial, mejorando así la eficiencia energética del edificio. La luz natural es un recurso renovable y gratuito, por lo que su utilización es una alternativa sostenible y económica para la iluminación en los edificios.

Tabla 37. Resultados del flujo luminoso actuales y los de la propuesta para analizarlos

COMPARACIÓN DE NIVELES DE ILUMINACIÓN ACTUALES CON LA PROPUESTA CON LUZ NATURAL A LAS 15 PM					
PLANTA BAJA					
Ambiente	Código	Nivel de iluminación (lux)			
		ACTUALES		PROPUESTA	
		Luz natural	Mixta	Luz natural	Mixta
Sala de telecomunicaciones	A-3-1-1	256	1298	274	592
Aula	A-3-1-2	34	233	522	853
Aula	A-3-1-3	241	501	259	624
Aula	A-3-1-4	140	311	148	469
Aula	A-3-1-5	336	597	364	779
Pasillo planta baja	*	162	275	172	449
PRIMERA PLANTA ALTA					
Ambiente	Código	Nivel de iluminación (lux)			
		ACTUALES		PROPUESTA	
		Luz natural	Mixta	Luz natural	Mixta
Sala de Profesores	A-3-2-1	160	421	411	719

Aula	A-3-2-2	0.047	450	227	571
Aula	A-3-2-3	0.011	475	246	613
Aula	A-3-2-4	200	636	367	791
SSH(Baños)	A-3-2-B1	124	295	143	489
Pasillo Primer piso	*	1.53	329	11.5	285
Gradas	*	14.2	159	16.4	342
SEGUNDA PLANTA ALTA					
Ambiente	Código	Nivel de iluminación (lux)			
		ACTUALES		PROPUESTA	
		Luz natural	Mixta	Luz natural	Mixta
Sala de Profesores	A-3-3-1	160	427	412	723
Aula	A-3-3-2	0.010	433	226	562
Aula	A-3-3-3	0.005	460	238	598
Aula	A-3-3-4	193	600	350	779
SSH(Baños)	A-3-3-B2	123	306	143	489
Pasillo Segundo piso	*	0.040	323	9.40	283
Gradas	*	2.47	149	4.08	190

6.3.3 Sistema de control automático para aumentar la eficiencia y reducir el consumo energético.

En este proyecto se ha investigado la importancia de la eficiencia energética en la reducción del consumo y el aumento de la eficiencia en el sistema de iluminación. La implementación de un control automático de iluminación es clave para lograr un ahorro energético significativo. Se buscó un sistema con un presupuesto accesible que cumpla con los requisitos necesarios para lograr una optimización en el consumo de energía y un aumento de la eficiencia en el sistema de iluminación. Se

ha demostrado la importancia de implementar un sistema de control automático de iluminación para lograr un ahorro energético significativo y un aumento en la eficiencia. El proyecto ha evaluado varios sistemas para encontrar aquel que cumpla con los requisitos y tenga un presupuesto accesible para su implementación.

6.3.3.1 Implementación del sistema de control en el bloque A 3 de la FEIRNNR.

El sistema de control automático estará dividido por secciones donde un circuito consta de los siguientes elementos: un e-multisensor 0-10V, 6 o 7 paneles LED DE 20W, 1 interruptor de atenuación de 0-10V, 1 fuente de alimentación de 24Vac, la **Figura 65** muestra el diagrama de conexión que se realizara en cada sistema tomando en cuenta que lo que cambiara son el número de lámparas.

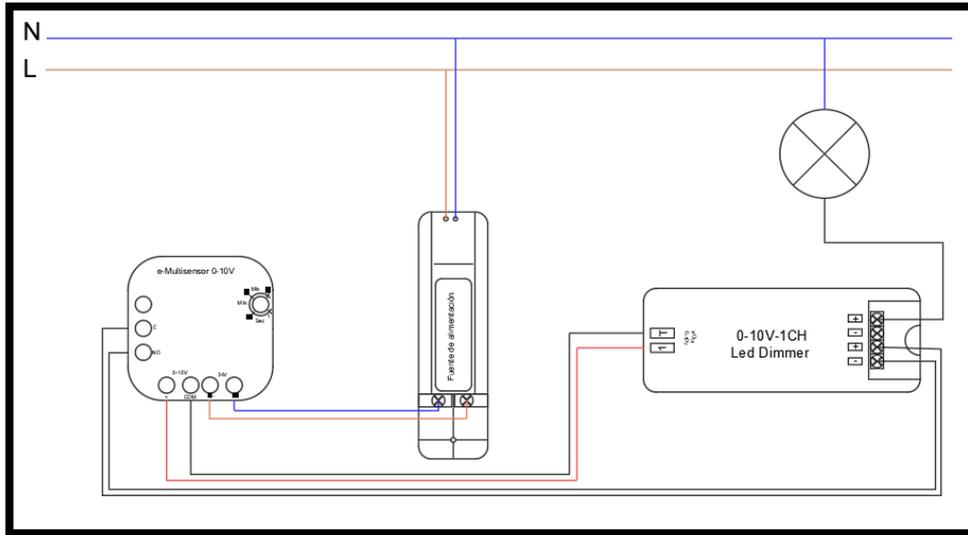


Figura 65. Sistema de control automático en un área determinada

Este modelo de conexión se realizará en cada una de las aulas, sala de profesores, pasillos y baños tomando en cuenta que será diferente cada conexión ya que influirá el número de luminarias, la posición y ubicación del multisensor ya que de esto dependerá la ubicación de la fuente de alimentación y del controlador la **Figura 66** presenta el cableado y las conexiones que se realizó en la planta baja, mientras que la **Figura 67** muestra el conexionado de la primera y segunda planta alta.

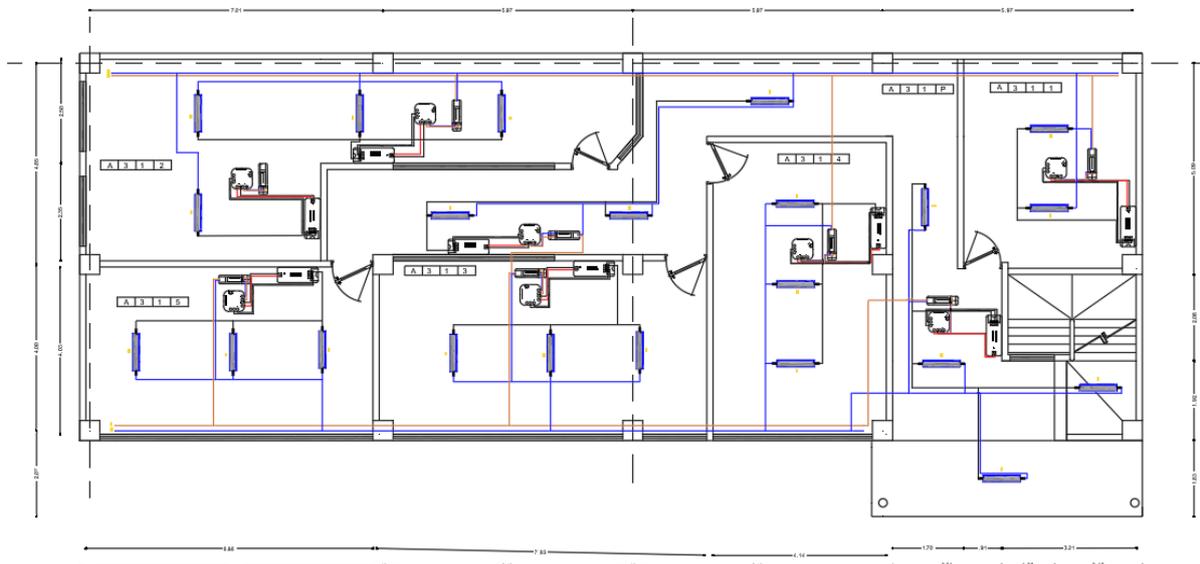


Figura 66. circuito del sistema de control automático en la planta baja.

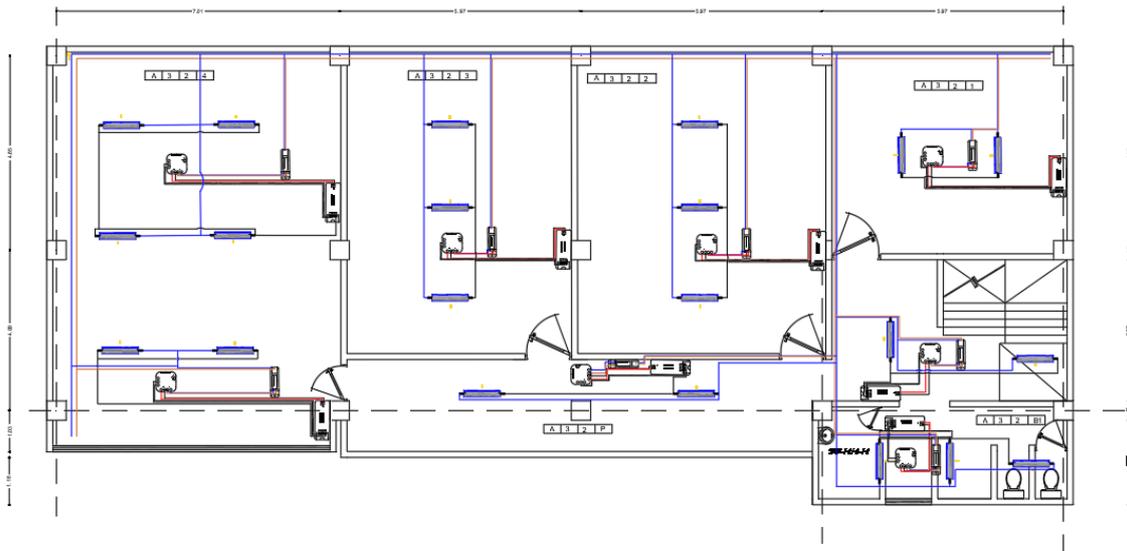


Figura 67. circuito del sistema de control automático en la primera y segunda planta alta.

6.3.3.2 Presupuesto para la implementación del sistema de control automático.

Se ha elaborado un presupuesto detallado que contempla los costos de cada elemento que se utilizará en el sistema de control automático, así como los materiales necesarios para su instalación, como cinta adhesiva, cableado, canaletas, entre otros. Dicha estimación presupuestaria es fundamental para analizar los precios y determinar la viabilidad económica de la implementación del sistema de control automático, considerando el ahorro energético que se espera obtener con su uso como se muestra en la **Tabla 38**.

Tabla 38. Presupuesto para implementación del sistema de control automático.

PRESUPUESTO ECONÓMICO PARA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO				
Elementos	Descripción	Cantidad	Valor unitario (\$)	P. Total
Panel LED dimerizable	FluxiGrid Recessed LED 2X2,4500 Nominal Delivered Lumens, 80 CRI, 3500K, Diffuse	65	45	2925
e-multisensor 0-10V	MS.602000-000, e-multisensor 0-10V (Salida Relé + Salida Analógica 0-10V)	24	65	1560
Interruptor de atenuación LED	KEYGMA interruptor de atenuación LED de 0-10V, 3 vías 1.57x4,33x2,17	24	25	600
Fuentes de alimentación	Alimentación de CA de 24V, 6A,144W, 100-240Vca, 0,217 in x 0,083 in	24	16	384
Cable	Cable solido AWG 10 (rollo 100mt)	3	84,3	252,9
Cable	Cable solido AWG 12 (rollo 100mt)	8	46,1	368,8
Cable	Cable solido AWG 14 (rollo 100mt)	15	31,5	472,5
Materiales	Cinta, canaletas, correas plásticas, silicona, barras, etc.	***	***	600
Mano de obra	Electricista	1	7,09	2552,40
	Ayudante	1	3,66	1317,60
			TOTAL	11033,2

La **Tabla 39** muestra el presupuesto de la mano de obra esta información se obtuvo a través del programa generador de precios (PGP) en Ecuador es una herramienta informática que tiene como objetivo ofrecer a los profesionales de la construcción un sistema de ayuda para la elaboración de presupuestos y para la planificación de obras. Este programa proporciona información detallada sobre los precios unitarios de los materiales, equipos y servicios de construcción utilizados en proyectos de construcción en Ecuador. La información se basa en datos recopilados en el mercado nacional y se actualiza regularmente para garantizar que los precios sean precisos y estén actualizados. El PGP es una herramienta útil para arquitectos, ingenieros, contratistas, constructores y otros profesionales que necesitan elaborar presupuestos precisos y detallados para proyectos de construcción.

Para el cálculo del presupuesto de la mano de obra se consideraron los días necesarios para llevar a cabo la instalación del sistema de control automático. Se decidió contratar a un electricista y a un ayudante para realizar la instalación, para lo cual se estimó un tiempo aproximado de un mes y medio o 45 días laborables.

Tabla 39. Costo Mano de obra para sistema de control automático

2	Mano de obra		Cantidad (horas)	Cost. Unitario	Cost. Parcial
mo003	h	Electricista.	360,000	7,09	2552,40
mo102	h	Ayudante electricista.	360,000	3,66	1317,60
Subtotal mano de obra:					3870,00

6.3.3.3 Presupuesto para modificar la arquitectura de la edificación con la implementación de ventanales en la fachada este.

A continuación, se muestra la **Tabla 40** con el presupuesto detallado para la implementación de los ventanales en la fachada este del bloque 3 de la FREIRNNR. En ella se encuentran especificados los costos de las ventanas de iluminación de acuerdo a las medidas propuestas, así como los materiales necesarios para la ejecución del trabajo y los costos correspondientes a la mano de obra necesaria para llevar a cabo dicha tarea.

Tabla 40. Presupuesto para diseño de ventanales en la fachada este.

PRESUPUESTO ECONÓMICO PARA LA REALIZACIÓN DE MEJORA ARQUITECTÓNICA SOSTENIBLE				
Elementos	Descripción	Cantidad	Valor unitario (\$)	P. Total
Ventanas	Ventana de aluminio, serie 4200 Corrediza, tres hojas, 2100x1500	10	374,58	3745,8
Materiales	Cemento, bloque, arena, ripio, varillas, pintura.	****	***	600
Mano de obra	Albañil	1	25	300,00
	Peón de albañil	1	15	180,00
	Cristalero	1	7,41	148,20
	ayudante del cristalero	1	3,03	60,60
TOTAL				5034,6

La ejecución de la mano de obra proyectada se analizó en dos etapas: la primera, referente a la apertura de las ventanas, que será llevada a cabo por un albañil y su ayudante, cuyo tiempo de realización se estima en unos 15 días laborables. La **Tabla 41** de costos presenta el presupuesto correspondiente a esta labor. Por otro lado, la colocación de las ventanas de aluminio será realizada por un cerrajero y su ayudante, cuyo tiempo estimado para llevar a cabo esta tarea es de 3 días laborables, tal como se especifica en la tabla correspondiente. Además, se detallan los costos de mano de obra y los materiales a utilizar en la ejecución de esta tarea.

Tabla 41. Mano de obra para la apertura y colocación de los ventanales

Mano de obra apertura ventanales				
Unidad	Descripción	Cantidad (días)	Costo unitario (Dia)	Costo parcial
h	albañil.	12,000	25,00	300,00
h	Peón de albañil.	12,000	15,00	180,00
Mano de obra colocación ventanas				
h	Cerrajero	20,000	7,41	148,20
h	Ayudante cerrajero.	20,000	3,03	60,60
		Subtotal mano de obra:		208,80

6.3.3.4 Presupuesto total del sistema de control automático y ejecución de la implementación de ventanales en la fachada este.

Por último, se ha llevado a cabo el cálculo total del presupuesto, considerando tanto el coste de la instalación del sistema de control automático como el de la implementación de la arquitectura sostenible, incluyendo la incorporación de los ventanales. La **Tabla 42** muestra el total de la inversión que se llevará a cabo para la implementación de la propuesta.

Tabla 42. Presupuesto total para la implementación de la propuesta.

TOTAL, PRESUPUESTO	
Sistema de control automático	11033,20
Mejora arquitectónica sostenible	5034,6
TOTAL	16067,80

6.4 Consumo energético actual y consumo energético proyectado con las propuestas de mejora.

El aumento del consumo energético en el mundo se ha visto impulsado por el crecimiento demográfico y económico, así como por un cambio en los patrones de consumo hacia una economía más basada en el uso de energía.

Por lo tanto, es importante tomar medidas para reducir el consumo energético y fomentar la eficiencia energética. Esto incluye la adopción de tecnologías más eficientes, la promoción de prácticas sostenibles y la educación sobre el uso responsable de la energía.

6.4.1 Resultado del consumo energético actual.

El cálculo del consumo energético cuenta con la información necesaria. Gracias al levantamiento previo de las luminarias, se conoce la potencia unitaria de cada una y la cantidad de lámparas en cada ambiente. Con esta información, es posible calcular la potencia total de cada aula o espacio y realizar una tabla de consumo diario.

Mediante una visita de varios días a la semana al bloque 3 de la FEIRNNR se pudo observar que se da un mal uso al consumo esto por la razón que existen aulas con las lámparas encendidas cuando no se están trabajando en ellas a diferentes horas del día es decir no existe un control adecuado para mantener la eficiencia en el edificio la **Tabla 43** muestra las horas de desperdicio de energía en diferentes días.

Tabla 43. Consumo de energía innecesario debido a malos hábitos de uso.

Consumo de energía innecesaria		
Lunes-16-enero		
Planta baja	Hora	tiempo de consumo
Aula (A-3-1-2)	7:00 a. m.	60min
Aula (A-3-1-3)	7:00 a. m.	45min
Pasillo planta baja	7:20 p. m.	30 min
Primera planta alta	Hora	tiempo de consumo
Aula (A-3-2-4)	7:30 a. m.	1:20 min
Baños (A-3-2-B1)	7:30 a. m.	30 min
Pasillo planta baja	7:30 a. m.	30 min
Segunda planta alta	Hora	tiempo de consumo
Aula (A-3-3-3)	7:30 a. m.	45min
Aula (A-3-1-4)	7:30 a. m.	60 min
Lunes-16-enero		
Planta baja	Hora	tiempo de consumo
Aula (A-3-1-2)	2:00 p. m.	15min
Aula (A-3-1-3)	2:00 p. m.	30 min
Aula (A-3-1-5)	2:00 p. m.	30 min
Primera planta alta	Hora	tiempo de consumo
Aula (A-3-2-4)	2:15 p. m.	90 min
Aula (A-3-2-2)	2:15 a. m.	45 min
Pasillo Primera planta	2:15 p. m.	20 min

Segunda planta alta	Hora	tiempo de consumo
Sala profesores (A-3-3-1)	2:30 p. m.	60min
Lunes-16-enero		
Planta baja	Hora	tiempo de consumo
Aula (A-3-1-2)	8:00 p. m.	15min
Aula (A-3-1-3)	8:00 p. m.	30 min
Pasillo planta baja	8:00 p. m.	30 min
Primera planta alta	Hora	tiempo de consumo
Aula (A-3-2-4)	8:15 a. m.	90 min
Baños (A-3-2-B1)	8:15 a. m.	45 min
Aula (A-3-2-2)	8:15 a. m.	20 min
Segunda planta alta	Hora	tiempo de consumo
sala profesores (A-3-3-1)	8:20 a. m.	60min
Aula (A-3-3-3)	8:20 a. m.	60min

Los gastos innecesarios de energía debido a la falta de un control adecuado de las lámparas al transcurso del tiempo proporcionan un gasto considerable es por esta razón que la **Tabla 44** presenta el consumo de energía total en un año y el gasto económico extra por falta de un sistema de control adecuado.

Tabla 44. Gastos extras en energía y monto económico por malos hábitos y falta de un sistema de control.

CONSUMO INECESARIO POR MALOS HÁBITOS	
2108880,00	Wh/año
2108,88	KWh/año
189,80	\$

El cálculo se basa en la potencia de las lámparas al estar en uso durante cada hora. Se toma en cuenta que el edificio opera desde las 7am hasta las 9pm, por lo que el consumo en las demás horas será 0 ya que las luces estarán apagadas.

Para este cálculo, se consideran los horarios de clase correspondientes tanto por la mañana como por la tarde. Además, se debe tener en cuenta que algunas aulas pueden no tener clases durante ese período, por lo que su potencia será 0.

La **Tabla 45** presentada muestra una división detallada de cada planta del edificio, identificada con su respectivo ambiente y código. A continuación, se indica la cantidad de luminarias en cada ambiente, así como la potencia unitaria y la potencia total.

Es importante mencionar que, en algunos casos, la celda de potencia unitaria incluye dos valores debido a la existencia de dos tipos de luminarias en algunas aulas. Esto resulta en una variación en la potencia. Por último, en el **Anexo 13** se encuentran las horas de trabajo de las luminarias, donde se indica la potencia correspondiente en cada hora en que estén

encendidas. Con esta información, se puede obtener una comprensión detallada del consumo energético en cada ambiente del edificio.

Tabla 45. Potencia instalada actual total del bloque 3 de la FEIRNNR en un día.

Potencia instalada del bloque 3 de la FEIRNNR en un día						
Ambiente	código	Cantidad de lámparas	Potencia unitaria (W)	Potencia total x Aula (W)	Total (Wh)	
PLANTA BAJA	Sala de telecomunicaciones	(A-3-1-1)	2	110	220	3080
	Aula	(A-3-1-2)	5	(36x4) -(9x1)	153	2142
	Aula	(A-3-1-3)	3	(80x1) -(36x2)	152	1824
	Aula	(A-3-1-4)	2	80	160	800
	Aula	(A-3-1-5)	3	80	240	2880
	Pasillo Planta baja	*	9	(80x3) -(9x6)	294	4116
PRIMERA PLANTA ALTA	Sala de profesores	(A-3-2-1)	3	80	240	3360
	Aula	(A-3-2-2)	8	80	640	7680
	Aula	(A-3-2-3)	8	80	640	7680
	Aula	(A-3-2-4)	10	80	800	10400
	SSHH	(A-3-2-B1)	3	80	240	3360
	Pasillo primera planta alta	*	6	(80x5) -(9x1)	409	5726
SEGUNDA PLANTA ALTA	Sala de profesores	(A-3-3-1)	3	80	240	3360
	Aula	(A-3-3-2)	8	80	640	8960
	Aula	(A-3-3-3)	8	80	640	7680
	Aula	(A-3-3-4)	10	80	800	9600
	SSHH	(A-3-3-B1)	3	80	240	3360
	Pasillo segunda planta alta	*	6	(80x5) -(9x1)	409	5726
Consumo total (Wh/día)					91734	

Con los cálculos de potencia obtenidos en un día, se realiza las gráficas para observar el consumo de manera más entendible y verificar las horas y aulas donde existe más consumo que las demás. La **Figura 68** muestra el consumo eléctrico actual en Wh/día por hora en cada ambiente de la edificación y la **Figura 69** el consumo eléctrico actual de un ambiente al largo de un día.

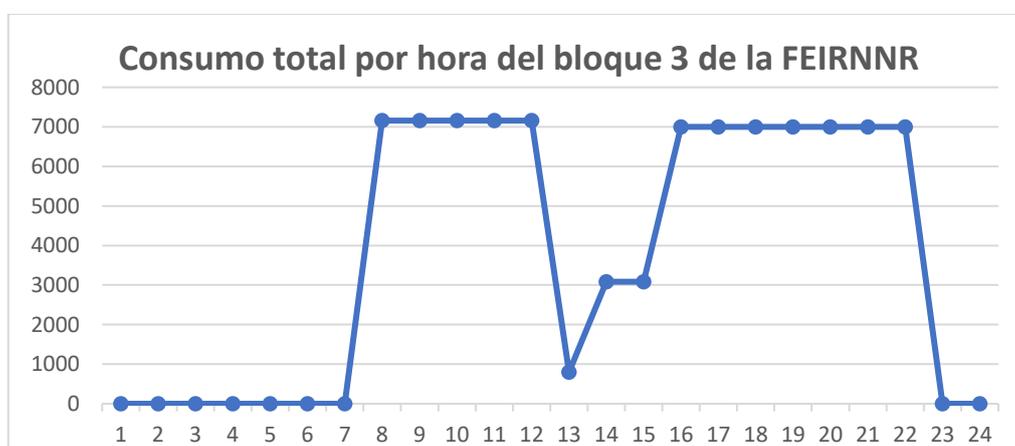


Figura 68. Resultados del consumo eléctrico total actual por hora.

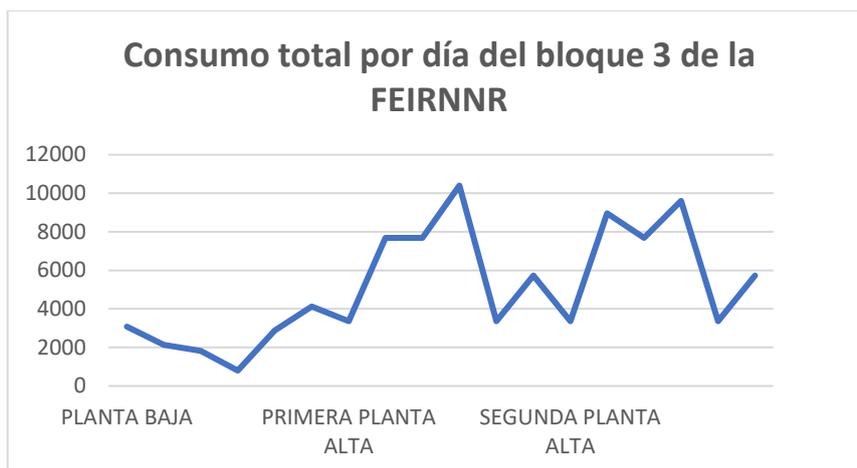


Figura 69. Consumo total eléctrico actual por día en cada ambiente

A continuación, se realiza el cálculo para obtener el consumo económico en el año, se multiplica el consumo diario por los días totales del año de trabajo, y se obtiene el consumo anual, finalmente se multiplica los KWh/año por la tarifa de unidad de consumo eléctrico a 0.09 USD/kWh como se observa en la **Tabla 46**.

Tabla 46. Consumo económico eléctrico anual actual

COSTO ECONÓMICO ACTUAL	
22016160,00	Wh/año
22016,16	KWh/año
1981,45	\$

6.4.2 *Resultados del consumo energético de la propuesta aplicando las mejoras.*

El cálculo del consumo energético propuesto incorpora importantes cambios en comparación con el actual, incluyendo la modificación en el número y potencia de las luminarias. Además, se tomarán los datos del consumo en cada ambiente, hora por hora, cuando las luminarias estén encendidas.

Es fundamental tener en cuenta que, gracias a esta propuesta, la potencia total de cada ambiente variará en ciertas horas debido a la implementación de un sistema de control que ajustará la intensidad de las lámparas en función de la cantidad de luz natural disponible. De esta manera, se busca optimizar el consumo energético y mejorar la eficiencia.

En esta tesis, se presenta una tabla detallada sobre el cálculo del flujo luminoso en el peor día del año 2022, que según Weather Spark se encuentra entre los meses de junio y julio como se muestra en la **Figura 70**, por lo que se seleccionó el 12 de julio del 2022. En primer lugar, se muestra el resultado de la luz artificial con los paneles LED. Luego, se colocan las horas del día y se simula hora por hora en DIALux para conocer el aporte de luz natural en ese día. Durante los horarios de 7pm a 9pm no hay aporte de luz natural, por lo que se asigna un

valor de cero se puede observar la tabla en el **Anexo 14**. Luego se presenta los cálculos hora a hora en cada ambiente para determinar el flujo luminoso necesario para cumplir la norma UNE 12464-1. Se resta la luz natural encontrada en la tabla anterior a la norma UNE 12464-1 y se asigna un valor de cero en aquellos casos en los que el aporte de luz es suficiente o mayor al requerido por la norma.

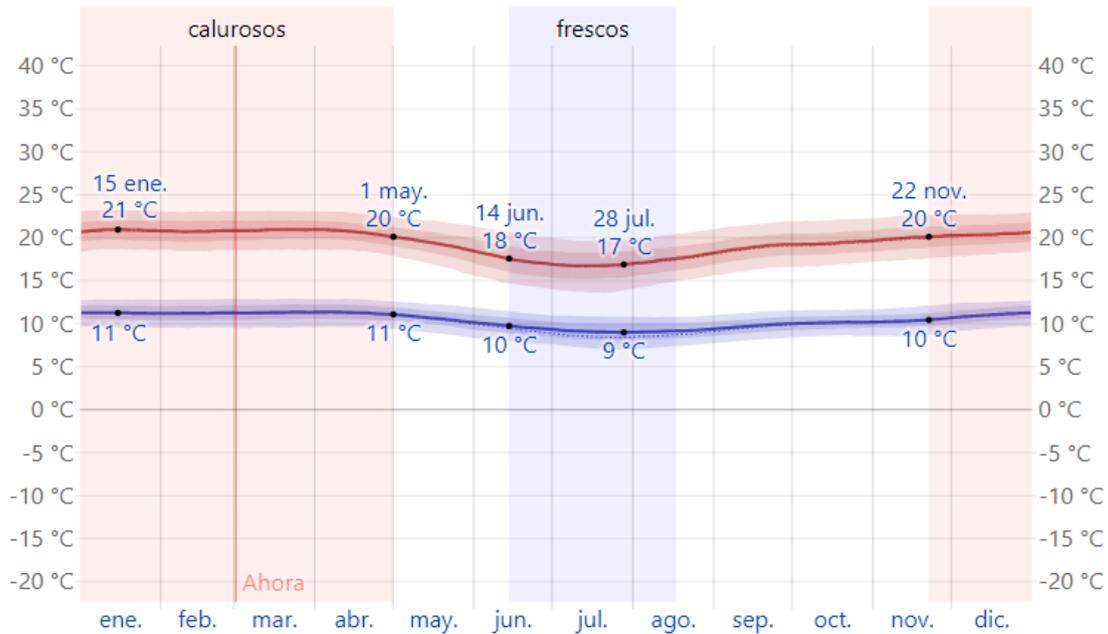


Figura 70. Temperatura máxima y mínima promedio en Loja

Nota: La temperatura máxima (línea roja) y la temperatura mínima (línea azul) promedio diario con las bandas de los percentiles 25° a 75°, y 10° a 90°. Las líneas delgadas punteadas son las temperaturas promedio percibidas correspondientes.

Por último, en el **Anexo 15** se observa los cálculos realizados para determinar el porcentaje necesario para lograr una iluminación adecuada en cada ambiente del edificio. Estos cálculos se basan en la relación entre el flujo luminoso y la potencia de las luminarias. Se asume que cuando un ambiente tiene un flujo luminoso completo, consume el 100% de la potencia de las luces. Por lo tanto, si hay la mitad del flujo luminoso, solo se consume la mitad de la potencia. El controlador de iluminación realiza un cálculo proporcional entre la luz ambiental y la intensidad de la lámpara. Los datos para realizar estos cálculos provienen de la tabla anterior y de la simulación de DIALux, que se realizó solo con luz artificial. Con el porcentaje de potencia encontrado para cada hora de trabajo se realiza los cálculos de consumo energético con la propuesta donde interviene las medidas arquitectónicas y el sistema de control domótico en el bloque 3 de la FEIRNNR como muestra la **Tabla 47** de manera más detallada se puede revisar en el **Anexo 15**.

Tabla 47. Potencia instalada del bloque 3 de la FEIRNNR en un día.

Potencia instalada en el bloque 3 de la FEIRNNR						
	Ambiente	código	Cantidad de lámparas	Potencia unitaria (W)	Potencia total x Aula (W)	Total (Wh)
PLANTA BAJA	Sala de telecomunicaciones	(A-3-1-1)	2	20	40	402,04
	Aula	(A-3-1-2)	4	20	80	369,17
	Aula	(A-3-1-3)	3	20	60	439,1
	Aula	(A-3-1-4)	3	20	60	248,74
	Aula	(A-3-1-5)	3	20	60	436,52
	Pasillo Planta baja	*	6	20	120	474,51
PRIMERA PLANTA ALTA	Sala de profesores	(A-3-2-1)	2	20	40	419,59
	Aula	(A-3-2-2)	3	20	60	1496,21
	Aula	(A-3-2-3)	3	20	60	1316,18
	Aula	(A-3-2-4)	6	20	120	1188,72
	SSHH	(A-3-2-B1)	3	20	60	541,952
	Pasillo primera planta alta	*	5	20	100	1620,98
SEGUNDA PLANTA ALTA	Sala de profesores	(A-3-3-1)	2	20	40	415,746
	Aula	(A-3-3-2)	3	20	60	1382,03
	Aula	(A-3-3-3)	3	20	60	1368,98
	Aula	(A-3-3-4)	6	20	120	1220,48
	SSHH	(A-3-3-B1)	3	20	60	527,07
	Pasillo segunda planta alta	*	5	20	100	1616,74
						15484,8

De la misma manera que en el consumo actual, se realiza las gráficas con el consumo eléctrico de la propuesta para entender y observar las horas, y aulas donde existe un consumo considerable. La **Figura 71** presenta el consumo eléctrico de la propuesta en Wh/día, desglosado en cada hora de cada ambiente, mientras que la **Figura 72** el consumo eléctrico de cada ambiente en el tiempo de un día.

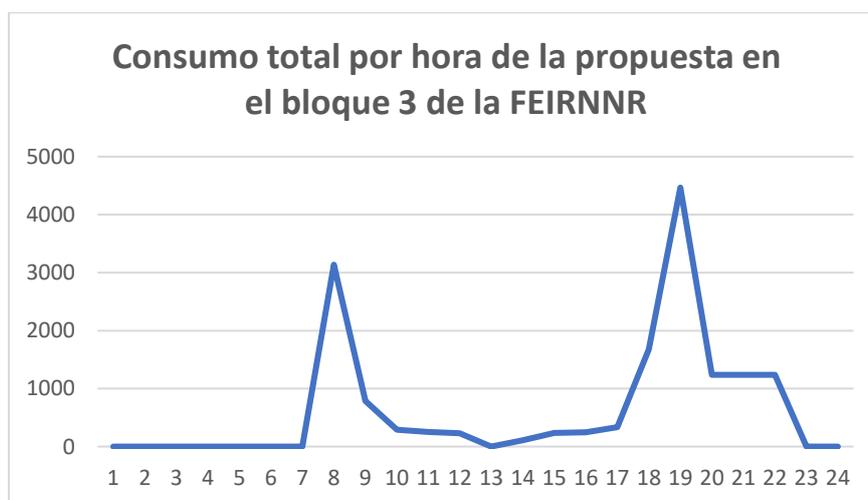


Figura 71. Resultados del consumo eléctrico total de la propuesta por hora.

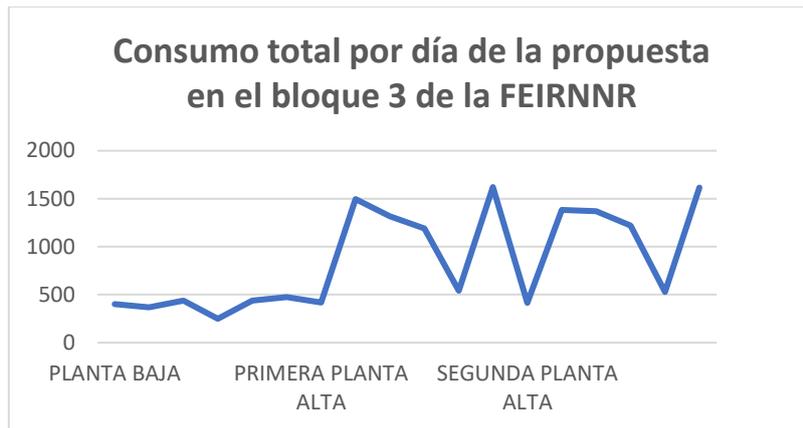


Figura 72. Consumo total eléctrico de la propuesta por día en cada ambiente

La **Tabla 48** presenta el consumo económico anual, donde se observa que con respecto al actual existe una gran diferencia de precios.

Tabla 48. Resultado del consumo eléctrico anual de la propuesta

COSTO ECONÓMICO PROPUESTA	
3716341,49	Wh/año
3716,34	KWh/año
334,47	\$

6.4.3 Comparación de resultados entre el consumo actual y la propuesta de mejora.

Con los resultados obtenidos de la edificación tanto actual como la propuesta con mejoras arquitectónicas y cambio de tecnología de fluorescentes a LED, se realiza una comparación entre los consumos en la **Figura 73** se observa la gráfica de los consumos en horas de toda la edificación mientras que la **Figura 74** presenta los resultados del consumo de cada ambiente en el transcurso de un día.

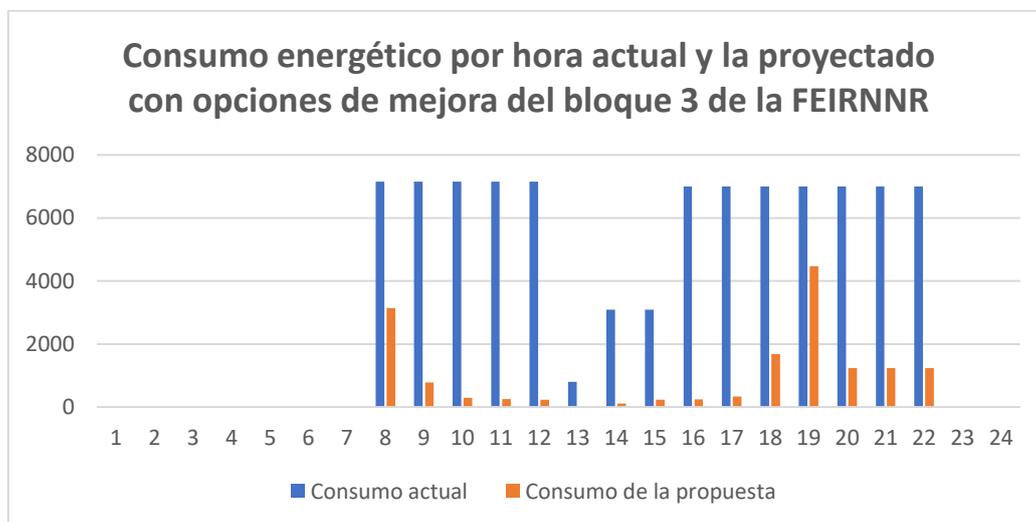


Figura 73. Consumo energético comparación entre actual y la propuesta por hora.

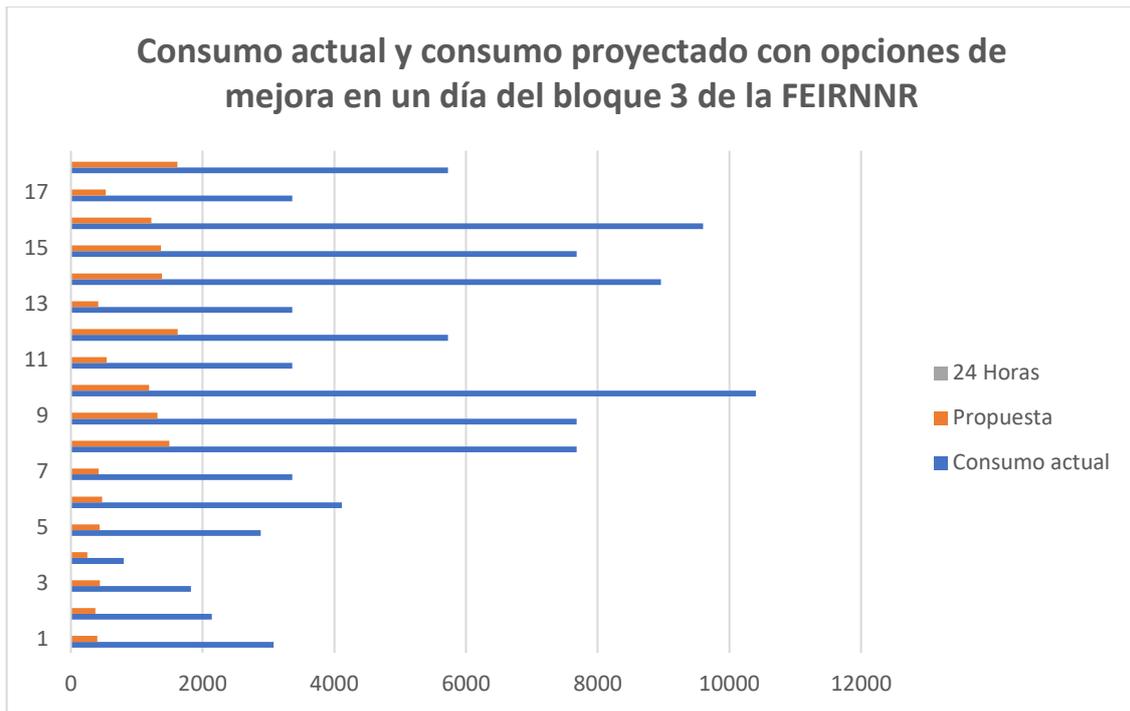


Figura 74. Consumo energético comparación entre actual y la propuesta en un día.

Finalmente, una vez realizado los cálculos de consumo se analiza y explica el ahorro energético y económico que se consigue con la propuesta, la **Tabla 49** presenta los resultados donde se aprecia que el consumo actual es de 1981,45USD mientras que el consumo aplicando la propuesta es de 334,47USD por lo tanto se tendría un ahorro de 1646,48USD, esto debido a que el sistema de control es eficiente y solo se utilizara la potencia de las lámparas cuando en realidad se necesite ya que gracias al diseño de arquitectura sostenible donde se integró ventanales al lado este de la edificación los valores de luz natural son muy altos y esto permite el ahorro de luz artificial.

Tabla 49. Ahorro energético y económico anual con la propuesta

AHORRO ENERGÉTICO Y ECONÓMICO	
18299818,51	Wh/año
18299,82	KWh/año
1646,98	\$

6.5 Tiempo de recuperación de la inversión en función del ahorro mediante el cálculo del VAN y el TIR.

El periodo de recuperación basado en los ahorros de energía logrados al implementar la propuesta del sistema de control automático y el rediseño de la arquitectura sostenible se calcula considerando el valor de la inversión y los ahorros de energía.

La vida útil de las lámparas LED dimerizables FluxiGrid Recessed LED 2x2, 4500 Nominal Delivered Lumens, 80 CRI, Diffused puede variar según varios factores, como la calidad de la lámpara, la frecuencia de uso y las condiciones ambientales en las que se utilizan. Sin embargo, según la información proporcionada por el fabricante, se espera que estas lámparas tengan una vida útil de hasta 50,000 horas de uso, lo que se traduce de 10 a 15 años de uso diario. Es importante tener en cuenta que esta estimación de vida útil se basa en un uso adecuado y en condiciones normales de operación.

La vida útil del sensor e-multisensor 0-10V y del interruptor de atenuación puede variar según varios factores, como la calidad del sensor, la frecuencia de uso y las condiciones ambientales en las que se utiliza. Sin embargo, en general, los sensores electrónicos están diseñados para durar muchos años y tienen una vida útil de 15 años más larga que los sensores mecánicos o electromecánicos.

Para determinar el tiempo necesario para recuperar la inversión realizada en el proyecto, se llevó a cabo un análisis utilizando los métodos de Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR), tomando en cuenta la inversión total del proyecto, incluyendo las mejoras en la edificación. La **Tabla 50** muestra los resultados obtenidos, en los cuales se observa que la inversión no se recupera antes de que finalice la vida útil del proyecto, ya que aún se tiene pendiente una cantidad de 1970,48 dólares por recuperar durante los 15 años de vida útil.

Tabla 50. Cálculo del VAN y TIR para 15 años de la vida útil del sistema de control automático.

CÁLCULO DE VAN Y TIR CON LA INVERSIÓN TOTAL DE LA IMPLEMENTACIÓN			
Flujo de efectivo neto		Formulación de datos	
Año vida Útil	Valor		
1	1646,98	f1	1646,98
2	1646,98	f2	1646,98
3	1646,98	f3	1646,98
4	1646,98	f4	1646,98
5	1646,98	f5	1646,98
6	1646,98	f6	1646,98
7	1646,98	f7	1646,98
8	1646,98	f8	1646,98
9	1646,98	f9	1646,98
10	1646,98	f10	1646,98
11	1646,98	f11	1646,98
12	1646,98	f12	1646,98
13	1646,98	f13	1646,98
14	1646,98	f14	1646,98
15	1646,98	f15	1646,98
		n	15 años
		i	8 % Tasa de interés (0.08)
		Oi	16067,8
		VAN (15años)	\$-1.970,48
		TIR	6%

Para verificar que la inversión no se recupera en los 15 años de vida útil debido a que se incluyó la inversión de mejoras arquitectónicas en el bloque 3 de la FEIRNNR, se realizó un cálculo adicional considerando únicamente la inversión para el circuito de control automático, que asciende a un total de 11033,24\$.

La **Tabla 51** correspondiente muestra que la recuperación de la inversión se produce antes de cumplir los 15 años de vida útil del circuito, lo que indica que la inversión en este componente particular es rentable y se recupera en un plazo razonable. Por lo que se debe realizar un nuevo cálculo luego de los 15 primeros años para verificar en que año se recuperara la inversión realizada en su totalidad.

Tabla 51. VAN y TIR tomando en cuenta solo la inversión realizada para el sistema de control automático.

CÁLCULO DEL VAN Y TIR SIN EL PORCENTAJE DE LA INVERSIÓN ARQUITECTÓNICA		
Formulación de datos		-11033,20
f1	1646,98	1646,98
f2	1646,98	1646,98
f3	1646,98	1646,98
f4	1646,98	1646,98
f5	1646,98	1646,98
f6	1646,98	1646,98
f7	1646,98	1646,98
f8	1646,98	1646,98
f9	1646,98	1646,98
f10	1646,98	1646,98
f11	1646,98	1646,98
f12	1646,98	1646,98
f13	1646,98	1646,98
f14	1646,98	1646,98
f15	1646,98	1646,98
n	15 años	
i	8 % Tasa de interés (0.08)	
Oi	11033,2	
VAN	\$3.064,12	
TIR	12%	

Dado que la inversión no se recupera en su totalidad durante los 15 años de vida útil del sistema de control, es necesario tener en cuenta los siguientes años. Por lo tanto, se requiere un nuevo cálculo de inversión, pero esta vez no se realizará la inversión en la modificación de la estructura sostenible del edificio, y se descartarán algunos elementos del circuito que no necesitan ser cambiados. En la **Tabla 52** se detallan las características y descripción de la nueva inversión a partir del año 15.

Tabla 52. Presupuesto de nueva inversión a partir de los 15 años de vida útil del sistema de control.

PRESUPUESTO ECONÓMICO PARA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO DESPUÉS DE LOS 15 AÑOS.				
Elementos	Descripción	Cantidad	Valor unitario (\$)	P. Total
Panel LED dimerizable	FluxiGrid Recessed LED 2X2,4500 Nominal Delivered Lumens, 80 CRI, 3500K, Diffuse	65	45	2925
e-multisensor 0-10V	MS.602000-000, e-multisensor 0-10V (Salida Relé + Salida Analógica 0-10V)	24	65	1560
Interruptor de atenuación LED	KEYGMA interruptor de atenuación LED de 0-10V, 3 vías 1.57x4,33x2,17	24	25	600
Fuentes de alimentación	Alimentación de CA de 24V, 6A,144W, 100-240Vca, 0,217 in x 0,083 in	24	16	384
Materiales	Cinta, canaletas, correas plásticas, silicona, barras, etc.	***	***	150
Mano de obra	Electricista	1	7,09	567,20
	Ayudante	1	3,66	292,80
			TOTAL	6479

Para evaluar la viabilidad financiera del proyecto, se realizó el cálculo del VAN y TIR tomando en cuenta la nueva inversión y la inversión restante de la primera etapa del proyecto. Los resultados obtenidos indican que la inversión total se recuperará a partir del año 22, es decir, siete años después de que el primer grupo de lámparas y sensores finalice su periodo de vida útil. Los ocho años siguientes representarán ganancias o ahorros para la institución, como se detalla en la **Tabla 53** presentada. Es importante destacar que se tomaron medidas para maximizar la eficiencia del circuito y reducir los costos innecesarios, lo que permitirá una recuperación más rápida de la inversión.

Tabla 53. VAN y TIR con los nuevos costos de inversión a partir del año 15, para saber en qué año se recupera la inversión y a partir de cual existe beneficios.

Después de los 15 años			
Formulación de datos			TOTAL
f1	1646,98		-8449,48
f2	1646,98		1646,98
f3	1646,98		1646,98
f4	1646,98		1646,98
f5	1646,98		1646,98
f6	1646,98		1646,98
f7	1646,98	VAN (AÑO 7)	1646,98
f8	1646,98	\$125,33	1646,98
f9	1646,98		1646,98
f10	1646,98		1646,98
f11	1646,98		1646,98
f12	1646,98		1646,98
f13	1646,98		1646,98
f14	1646,98		1646,98
f15	1646,98		1646,98
n	15 años		1646,98
i	8% Tasa de interés		TIR 18%
Oi	6479	8449,48	
VAN	\$5.647,84		

7. Discusión

La evaluación de la eficiencia energética del sistema de iluminación en el bloque A3 de la FEIRNNR se llevó a cabo mediante la combinación de un levantamiento de planos arquitectónicos y una inspección visual. Se determinó que la mayoría de las luminarias son fluorescentes y algunas se encuentran en mal estado o faltan tubos. También se observó el mal hábito de dejar encendidas las lámparas por lo que existe un desperdicio de energía, por lo tanto, un gasto económico, mediante las observaciones aproximadamente se tiene un gasto de energía innecesario de 2108,88 kWh/año y 189,80USD. Se utilizó el método de la cuadrilla para medir el flujo luminoso en diferentes horas y se midió la iluminación artificial, natural y mixta con la aplicación Luxmeter. Estos resultados se compararon con los calculados en DIALux y con la norma UNE 12464-1, que establece los niveles mínimos de iluminación en diferentes ambientes. Los resultados indican que en la actualidad no se cumple con un sistema adecuado de iluminación en el bloque 3 de la FEIRNNR.

La propuesta presentada en esta tesis tiene como objetivo mejorar la eficiencia energética y reducir el consumo eléctrico en el sistema de iluminación. Para lograr esto, se propone cambiar la tecnología de las lámparas, reemplazando las fluorescentes por LED dimerizables y realizando una modificación en la arquitectura para permitir una mayor entrada de luz natural. Los resultados obtenidos confirman la hipótesis planteada, ya que se comparó el consumo energético actual y el propuesto y se encontró una significativa diferencia que demuestra el ahorro energético y económico. Con un consumo energético actual de 22016,16 KWh/año y un gasto económico de 1981,45USD mientras que con la propuesta se tiene 3716,34 KWh/año y un gasto económico de 334,47USD, se lograría un ahorro de 18299,82 KWh/año y 1646,98USD que representa un 83,12% respecto al consumo y costo actual.

Pesántez Pesántez & Valdez Salamea, (2014) realizaron un diseño de un sistema de optimización de energía eléctrica para iluminación en sectores críticos de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Matriz Cuenca, donde al analizar la reducción de potencia eléctrica mediante el control de dimerización de luminarias LED tomando en cuenta los niveles que aporta la iluminación natural puede reducir hasta en un 73% el consumo total de potencia, y en el estudio económico para la implementación del sistema demuestra que el proyecto es viable y presenta ventajas económicas, energéticas y ambientales.

En un estudio realizado por Portocarrero Chauca (2017), se presentó una propuesta para implementar un sistema de iluminación LED con sistema de control DALI para reducir costos en la planta de operaciones de JNR Logística e Ingeniería SAC. El estudio encontró un ahorro energético del 41.78%, reduciendo el tiempo de retorno de la inversión a 6 años con una

inversión de S/ 667,719.59 hasta la vida útil promedio de los elementos. El estudio de Portocarrero Chauca (2017) se enfoca en la programación de un sistema de control centralizado que regula el encendido y apagado de las lámparas según las necesidades de la empresa, además de ajustar el porcentaje de iluminación en cada lámpara. En contraste, este nuevo estudio utiliza un enfoque autónomo en el que cada ambiente cuenta con un sensor de movimiento, permitiendo que las lámparas solo se enciendan si hay personas en la habitación y ajustando automáticamente la potencia de acuerdo al nivel de luz natural presente. Este enfoque permite una mayor eficiencia energética al aprovechar al máximo la iluminación natural disponible en cada ambiente.

Los resultados obtenidos en el levantamiento de luminarias actuales y los cálculos del flujo luminoso son similares a los de Luis Sánchez (2022), tomado en cuenta que el estudio realizado fue en el año 2021 por lo que el número de lámparas en mal estado cambian con relación a las de la actualidad, los cálculos para el flujo luminoso se acercan mucho a los obtenidos tanto en DIALux como los cálculos reales medidos con la aplicación Luxmeter, el caso de menor flujo luminoso es en el Aula (A-3-1-5) donde Luis Sánchez (2022) tiene un flujo de luz artificial de 185 lux mientras que los cálculos obtenidos son de 166,5 lux, esto por la razón que el autor no especifica la hora exacta en la que tomo la medición en cada ambiente, mientras que para este trabajo se realizó el 12 de julio del 2022 en diferentes horarios 7am, 14pm y 20pm.

El sistema de control automático juega un papel crucial en la optimización de la eficiencia energética, ya que permite reducir la intensidad luminosa en horas donde existe un aporte de luz natural significativo, evitando así el consumo innecesario, este sistema mediante un sensor de movimiento enciende o apaga las lámparas, mientras que el sensor de iluminación se encarga de tomar datos de iluminación natural para enviarle al controlador y este es el encargado de procesar la información, mediante un algoritmo calcula el porcentaje de luz artificial que necesita esa zona de trabajo, y luego se encarga de subir o bajar la intensidad de las lámparas, esto variará en cada hora debido a que el aporte de luz natural no será lo mismo. Además, los ventanales incorporados en el diseño arquitectónico también contribuyen a este objetivo.

En el estudio realizado por Sáez Miguel (2021) expresa la importancia de una buena iluminación en los centros de estudio ya que no es cuestión solo de un buen aspecto visual sino que existen consecuencias en el aprendizaje de los alumnos, además de que existen repercusiones en la salud, por lo que recomienda que se deben crear espacios que tengan

relación con el espacio exterior donde exista un aporte suficiente de luz natural y fuentes de luz artificial que den calidad y dinamismo al espacio.

Al momento de implementar un sistema de iluminación natural, es importante tener en cuenta que este puede generar un exceso de luz que incremente la temperatura en las aulas y produzca deslumbramiento. Para solucionar este problema, se puede utilizar cortinas o persianas manuales que permitan regular la entrada de luz natural, además de un sistema de ventilación automático, todo esto para elevar las condiciones de confort. El deslumbramiento es un factor crítico que debe ser tratado con cuidado, especialmente en horas en las que los rayos del sol están en dirección horizontal o paralela al plano de trabajo. Para abordar este problema, se puede implementar un sistema automático que ajuste la posición de las cortinas o persianas, complementando así el trabajo del sistema de iluminación natural.

8. Conclusiones

- El diseño del bloque 3 de la FREIRNNR se llevó a cabo utilizando SolidWorks, con la asistencia de los planos arquitectónicos proporcionados en AutoCAD. Este diseño consta de tres plantas: planta baja, primera y segunda planta alta. Para los detalles de las aulas, como la disposición del mobiliario, pizarrones, sillas, escritorios, ventanas y puertas, se exportó el archivo a DIALux, donde se agregaron todos los detalles mencionados previamente.
- Tras el análisis realizado sobre el sistema de iluminación del bloque 3 de la FEIRNNR, se han identificado una serie de problemas en su funcionamiento además de malos hábitos de consumo, donde se observó que existen aulas con las lámparas encendidas cuando no se está recibiendo clases o no hay nadie en el aula esto es un gasto innecesario de energía se calculó que existe un gasto innecesario de 2108,88 kWh/año y 189,80USD. Mediante la observación directa se ha podido comprobar la existencia de luminarias dañadas en aulas, pasillos, servicios higiénicos y salas de docencia. En la planta baja se han encontrado un total de 24 luminarias, de las cuales 9 están en mal estado y 15 en buen estado, mientras que en la primera planta hay 38, 7 de las cuales están en mal estado y 31 en buen estado, y en la segunda planta se encontraron 38, de las cuales 6 están en mal estado y 32 en buen estado. Este diagnóstico demuestra la necesidad de realizar mejoras en el sistema de iluminación para mejorar las condiciones de confort visual en todos los ambientes del edificio. Asimismo, se ha comprobado que la mayoría de las lámparas instaladas son fluorescentes, lo que sugiere la necesidad de explorar otras opciones más eficientes y sostenibles.
- Los resultados obtenidos en la evaluación del sistema de iluminación actual del bloque 3 de la FEIRNNR muestran una iluminancia artificial insuficiente en las aulas y en la sala de docencia, lo que va en contra de los requerimientos establecidos por la norma UNE 12464-1. El peor caso se encuentra en el aula (A-3-1-4) con una iluminancia de 171 lux y el mejor caso en el aula (A-3-2-3) con un valor de 475 lux. Esto demuestra la necesidad de realizar un nuevo diseño de iluminación para mejorar las condiciones de confort y cumplir con los requisitos normativos.
- Se desarrollo un diseño de iluminación LED dimerizable que cumple con los requerimientos de la norma UNE 12464-1 en cuanto a iluminancia promedio que son; igual o superior a 300 lux para aulas y salas de docencias, así mismo para los servicios higiénicos igual o superior a 200 lux, también pasillos, escaleras igual o superior a 100 lux. Este diseño garantiza un confort visual adecuado para los estudiantes y docentes

que ocupan el edificio diariamente, y contribuye a mejorar las condiciones de trabajo y estudio.

- Se diseñó un circuito de automático que optimiza el ahorro energético y cumple con los requisitos propuestos en los objetivos. La implementación de un e-Multisensor 0-10V y un interruptor de atenuación de 0-10V permite el encendido, apagado y regulación de la intensidad de las luces en función de la presencia de personas y la luz natural en el ambiente de trabajo. Este sistema brinda confort visual y una eficiente gestión de la energía en el edificio.
- Se realizó un análisis del consumo energético actual del edificio, tomando en cuenta la potencia de trabajo de las lámparas y las horas de trabajo del edificio. El consumo se calculó para los horarios de clases en la mañana y en la tarde, obteniendo un total de 22016,16 KWh/año. Para la propuesta, se analizó el consumo con los mismos horarios, pero considerando la implementación de ventanales en la fachada este y un sistema de control automático, lo que resultó en un consumo de 3716,34 KWh/año. Los cálculos indican un ahorro energético de 18299,82 KWh/año esto representa un 83,12%.

9. Recomendaciones

- Al tomar las mediciones del flujo luminoso promedio con ayuda de la aplicación Luxmeter en cualquier ambiente se debe esperar un tiempo aproximado de 1 minuto después de encender las luminarias, evitar hacer sombra al teléfono, dejar que el valor medido se estabilice por lo menos 5 segundos y tener en cuenta la altura de trabajo que es de 0.80m donde se coloca el dispositivo de medición.
- Tener en cuenta la altura a evaluar para el cálculo de áreas de trabajo y actividad por medio de Dialux, por ejemplo, para áreas de trabajo la altura es de 0.8 m que es un promedio de altura que se encuentra los pupitres.
- Para seleccionar los elementos del sistema de control, es importante considerar su compatibilidad y correcto funcionamiento según los objetivos establecidos. Además, se debe buscar elementos de calidad y costo razonable. Por cuestiones económicas, se recomienda cotizar con diferentes proveedores para poder comparar y elegir la opción más conveniente.
- Sería posible realizar un trabajo complementario para mejorar el confort en cuanto a la temperatura instalando un sistema de ventilación automático y soluciones para mitigar el deslumbramiento mediante la utilización de un sistema automático eficiente para el control de las cortinas o persianas. Esto permitiría adaptar el sistema a las condiciones de iluminación natural según el clima y las necesidades de cada momento, mejorando así la calidad del ambiente en el que se desenvuelven las personas. De esta manera, se lograría un enfoque integral para mejorar el confort y la eficiencia energética del espacio, ofreciendo un ambiente más agradable y saludable para sus ocupantes.

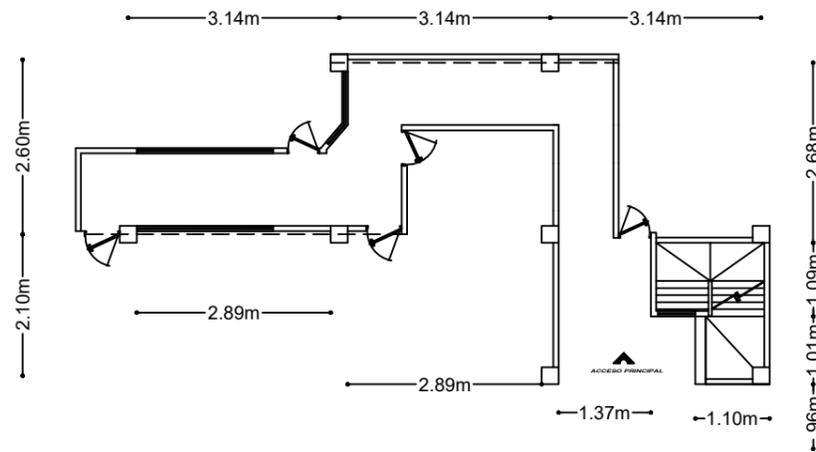
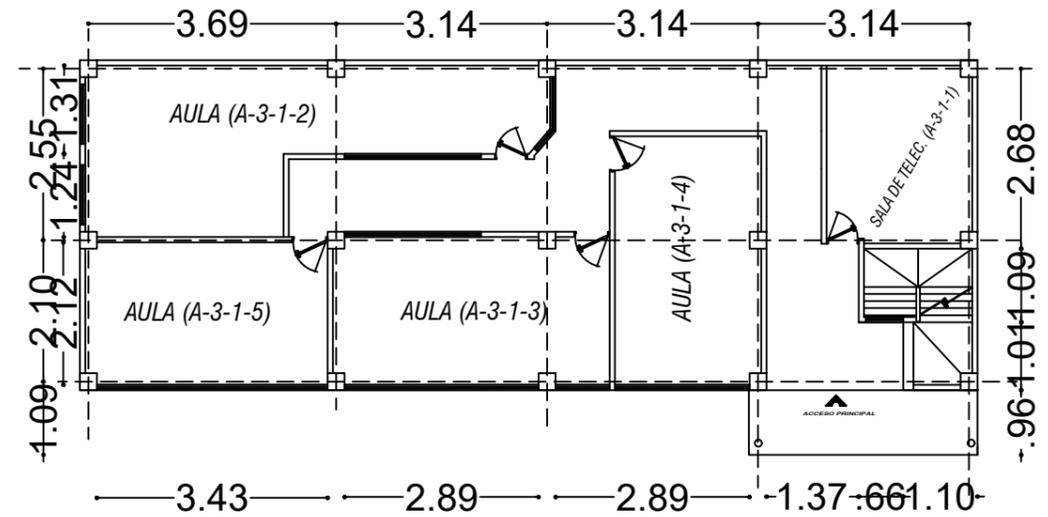
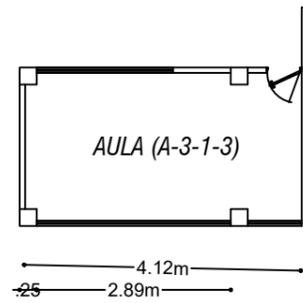
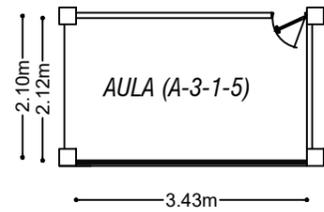
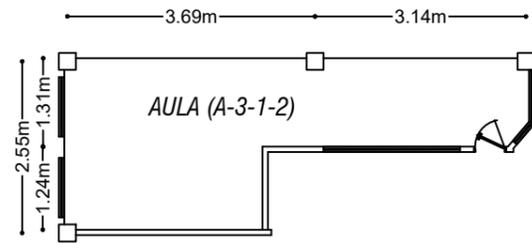
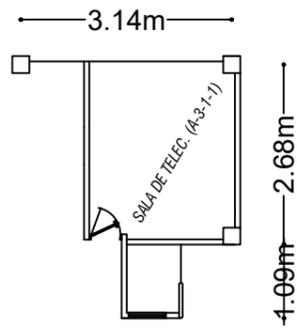
10. Bibliografía

- Acosta, D. (2009). Arquitectura y construcción sostenibles: conceptos, problemas y estrategias. *Dearq. Revista de Arquitectura*, 4, 14–23.
- Arenas, G. V., Martín, A. G., Pastor, J. C., León, J. G., & Fernández, J. P. S. (2018). Estudio de la carga de trabajo percibida y de la calidad docente en los grados. *Advances in Building Education*, 2(2), 45–62.
- Cataldo Mollo, C. J. (2017). *Diseño e implementación de aplicaciones didácticas en dibujo Cad 2d y 3d utilizando el software autocad electrical 2015*.
- Chicaiza Rodríguez, C. G. (2016). *Diseño e implementación de un sistema eléctrico inteligente, la aplicación de la domótica para el mejoramiento de la eficiencia energética y el confort*. LATACUNGA/UTC/2016.
- Chico Hidalgo, P. I. (2009). *Características Eléctricas de las Lámparas Fluorescentes Compactas (CFL)*.
- FARÍAS FAJARDO, F. J., & MURILLO CUSME, D. A. (2018). *UTILIZACIÓN DE ILUMINACIÓN LED PARA EL AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA*.
- Flores Arauz, B. A. (2013). *Estudio de la Luminotecnia aplicada a un Taller Electromecánico*.
- Henry Willyam Camó Cojóm. (2015, June). *SISTEMA DOMÓTICO COMO APLICACIÓN A LA EFICIENCIA ENERGÉTICA*.
- Hernán, L., & Cueva, S. (n.d.). *SISTEMA DE ILUMINACIÓN LED AUTOMATIZADO PARA EL EDIFICIO 3 DE LA FACULTAD DE ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA E IMPLEMENTACIÓN DE PROTOTIPO*.
- León, A. J. (2007). Lighting. *UB4996SEE10924, Honolulu, Hawái*.
- Loboguerrero, J. C. S. (2011). Domótica. Un factor importante para la arquitectura sostenible. *Módulo Arquitectura Cuc*, 10, 267–277.
- Manzano, E., Assaf, L., Raitelli, M., Cabello, A., Deco, F., Garzón, J. T., Brito, R., & Carlorosi, M. (2020). Avances sobre eficiencia y sostenibilidad en la iluminación de recintos urbanos y edificios. *Energías Renovables y Medio Ambiente*, 29, 7–12.
- Merchán Nieves, W. J., & Calderón Peña, E. A. (2018). *Automatización para sistemas de alumbrado residencial y público con iluminación LED*.
- Orsi Gaitán, R. E. (2017). *Aplicación de materiales y sistemas alternativos en complemento con nuevas tecnologías y domótica*.

- Pesántez Pesántez, F. E., & Valdez Salamea, A. V. (2014). *Diseño de un sistema de optimización de energía eléctrica para iluminación en sectores críticos de la Universidad Politécnica Salesiana sede matriz Cuenca.*
- Portocarrero Chauca, C. A. (2017). *Propuesta de Implementación del sistema “Led” con control Dali de iluminación para reducir costos en la planta.*
- Pugo León, J. C. (2019). *Estudio de iluminación natural y artificial en la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca.*
- Quevedo Velasco, M. C. (2017). *Estudio de iluminación artificial: en espacios interiores de centros de educación básica.*
- Raitelli, M. (2018). *2.1. Análisis del Proyecto 2.2. Planificación Básica 2.3. Diseño Detallado.*
- Rodríguez Ramírez, J. A., & Llano López, C. A. (2012). *Guía para el diseño de instalaciones de iluminación interior utilizando Dialux.*
- Sáez Miguel, E. (2021). *La iluminación en las aulas como estrategia para un buen aprendizaje.* Universitat Politècnica de Catalunya.
- Secretaría del Trabajo. (1992). Secretaría del Trabajo y Previsión Social. *Tabla de Evaluación de Incapacidades Permanentes.*
- Segovia, A., Osio, J. R., & Rapallini, J. A. (2018). *Eficiencia energética aplicada a domótica. Edición 2018.*
- Yépez Freire, M. J. (2018). *La domótica en el diseño de módulos comerciales.* Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Diseño, Artes y Arquitectura~....

11. Anexos

Anexo 1. Plano arquitectónico de la planta baja del Bloque 3 de la FEIRNNR donde se detalla las medidas de cada ambiente y su respectiva codificación.



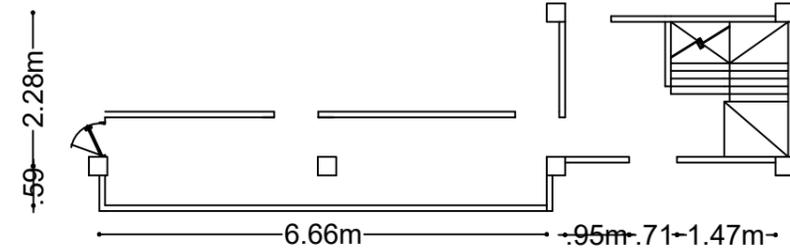
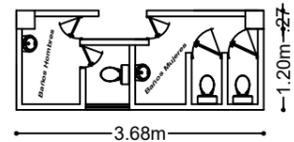
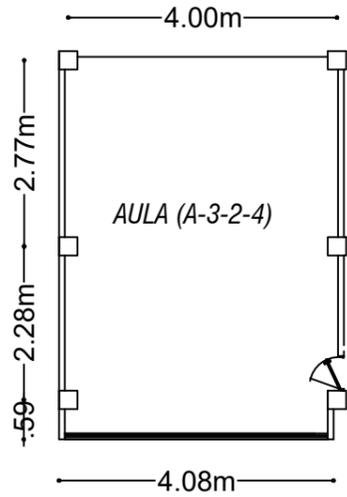
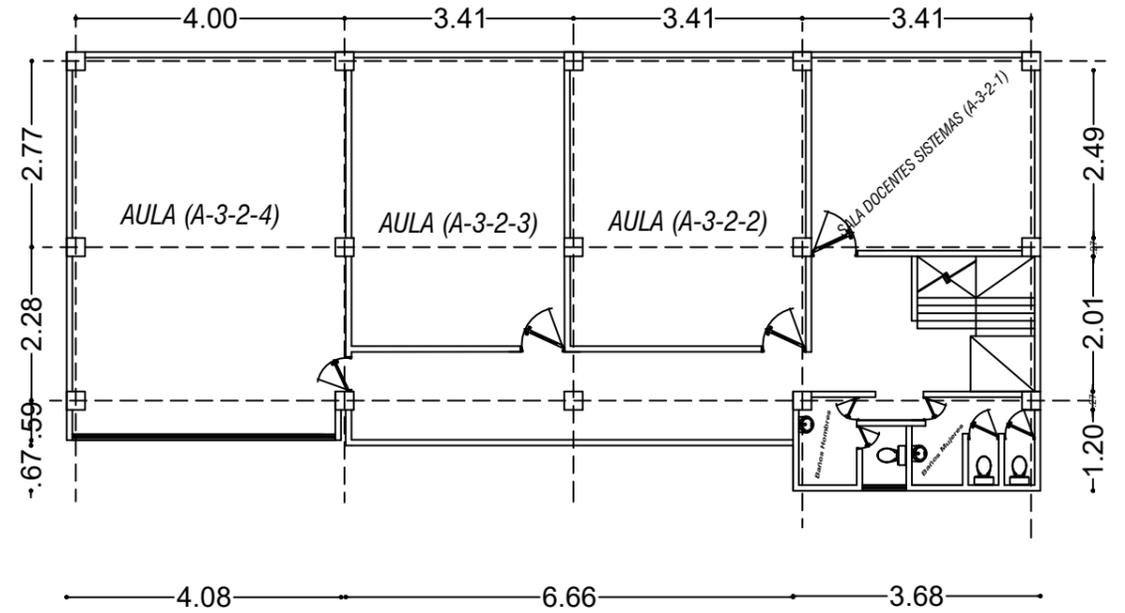
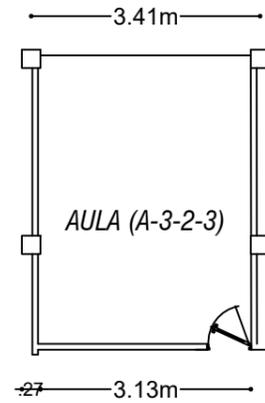
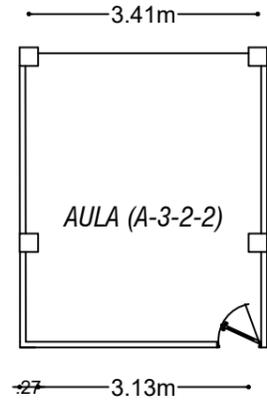
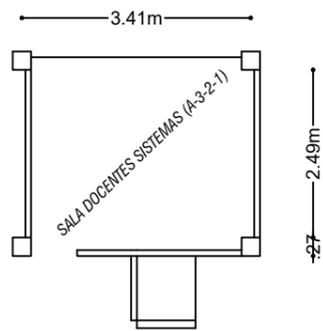
CUADRO DE AREAS	
Planta Baja m2
1° Planta Alta m2
2° Planta Alta m2
Planta Terraza m2

PLANTA BAJA

ESCALA: 1:50

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA			
PROYECTO DE TITULACIÓN - ELECTROMECÁNICA			
Levantamiento eléctrico y sistema de control de la facultad de la energía, las industrias y los recursos naturales no renovables - FEIRNNR de la Universidad Nacional de Loja			
PLANTAS ARQUITECTÓNICAS - PLANTA BAJA	1/50	07/02/2023	1
DESARROLLADO POR: WILSON XAVIER SALINAS M.	REVISADO POR: Ing. Raul Chávez- Tutor		

Anexo 2. Plano arquitectónico de la primera planta alta del Bloque 3 de la FEIRNNR donde se detalla las medidas de cada ambiente y su respectiva codificación.



PRIMER PISO ALTO

ESCALA: 1:50

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

PROYECTO DE TITULACIÓN - ELECTROMECÁNICA

Levantamiento eléctrico y sistema de control de la facultad de la energía, las industrias y los recursos naturales no renovables - FEIRNRR de la Universidad Nacional de Loja

PLANO ARQUITECTÓNICO DEL PRIMER PISO ALTO

ESCALA: 1:50

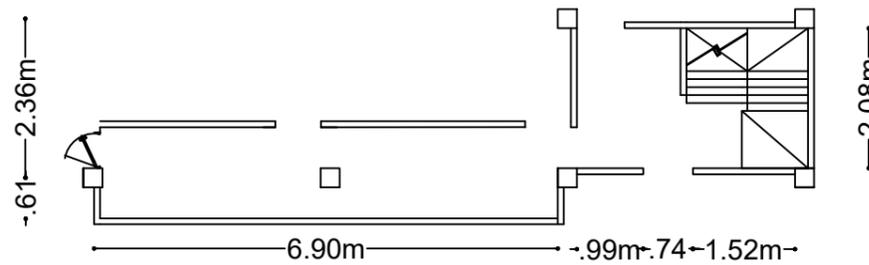
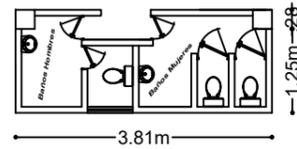
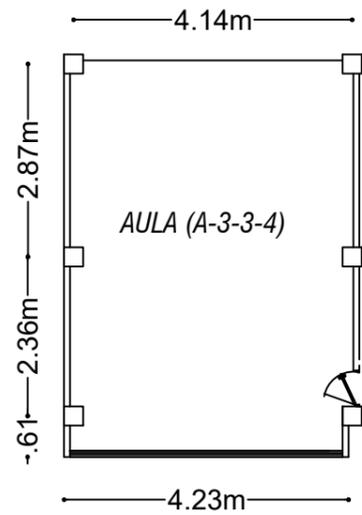
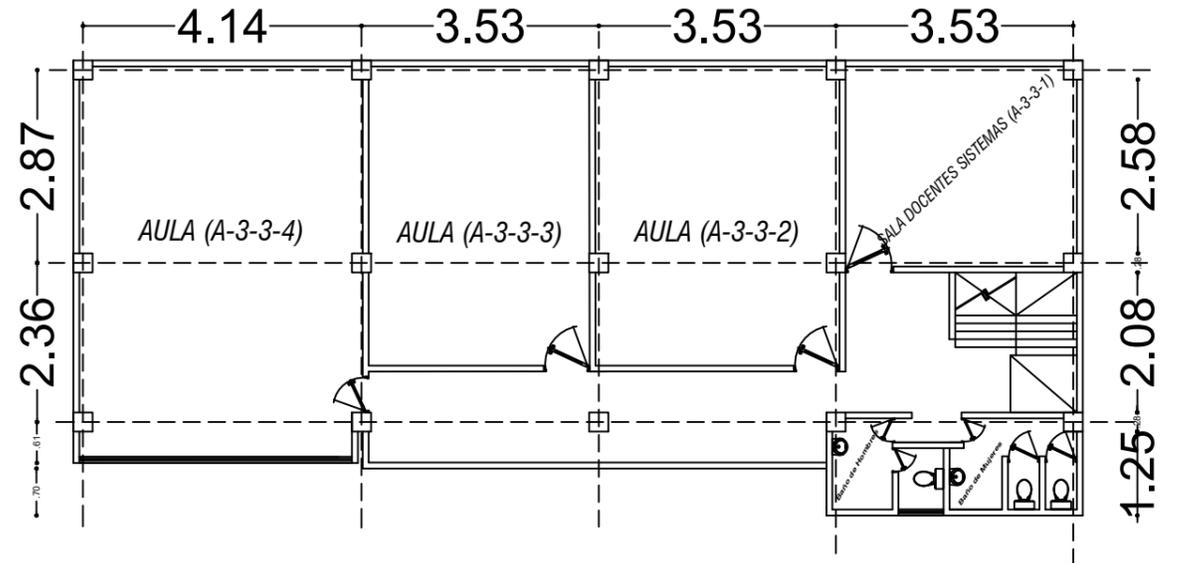
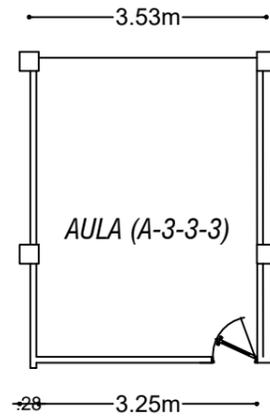
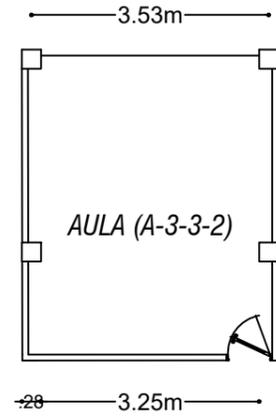
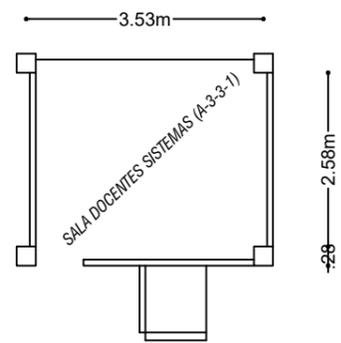
FECHA: 07/02/2023

DESARROLLADO POR: WILSON XAVIER SALINAS M.

REVISADO POR: Ing. Raul Chávez - Tutor



Anexo 3. Plano arquitectónico de la segunda planta alta del Bloque 3 de la FEIRNNR donde se detalla las medidas de cada ambiente y su respectiva codificación.

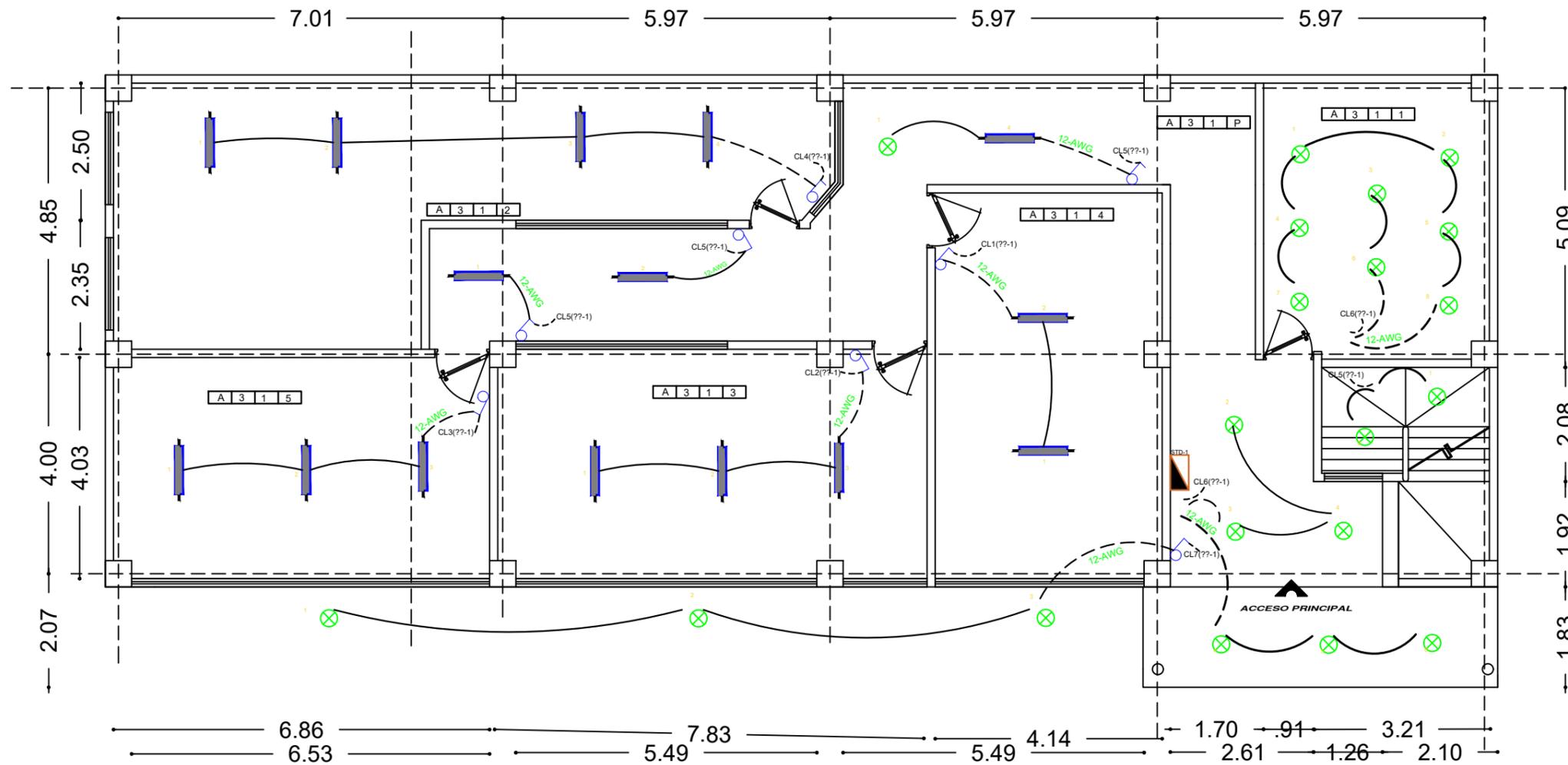


SEGUNDO PISO ALTO

ESCALA: 1:50

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA			
PROYECTO DE TITULACIÓN - ELECTROMECAÁNICA			
Levantamiento eléctrico y sistema de control de la facultad de la energía, las industrias y los recursos naturales no renovables - FEIRNNR de la Universidad Nacional de Loja			
PROYECTO:	PLANOS ARQUITECTÓNICOS DEL SEGUNDO PISO ALTO	ESCALA:	1:50
FECHA:	07/02/2023	FOLIO:	3
DESARROLLADO POR:	WILSON XAVIER SALINAS M.	REVISADO POR:	Ing. Raul Chávez - Tutor

Anexo 4. Plano eléctrico actual de la planta baja del Bloque 3 de la FEIRNNR, con número de lámparas colocadas y sus respectivas especificaciones.



CUADRO DE AREAS	
Planta Baja m2
1° Planta Alta m2
2° Planta Alta m2
Planta Terraza m2

SIMBOLOGÍA

	LUMINARIA FLUORESCENTE DOBLE
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIO
	PUNTO DE LUZ
	CONMUTADOR SIMPLE
	INTERRUPTOR SIMPLE
	INTERRUPTOR DOBLE
	CIRCUITO DE ILUMINACIÓN
	CIRCUITO FOCO - INTERRUPTOR

PLANTA BAJA

ESCALA: 1-----50

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

PROYECTO DE TITULACIÓN - ELECTROMECÁNICA

Levantamiento eléctrico y sistema de control de la facultad de la energía, las industrias y los recursos naturales no renovables - FEIRNRR de la Universidad Nacional de Loja

CIRCUITOS LUMINARIAS ACTUALES - PLANTA BAJA

1-----50

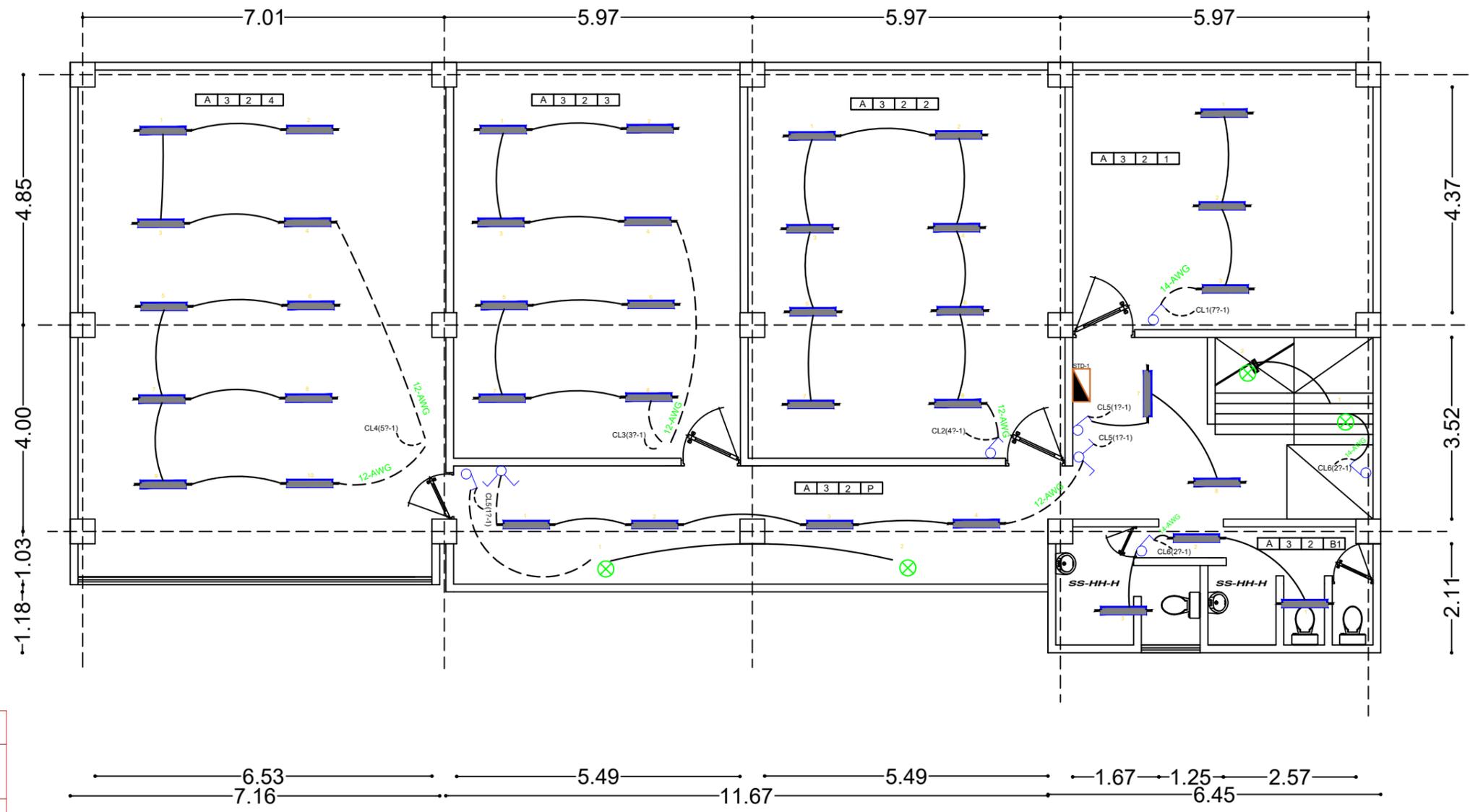
07/02/2023

DESARROLLADO POR: WILSON XAVIER SALINAS M.

REVISADO POR: Ing. Raul Chávez- Tutor



Anexo 5. Plano eléctrico actual de la primera planta alta del Bloque 3 de la FEIRNNR, con número de lámparas colocadas y sus respectivas especificaciones.



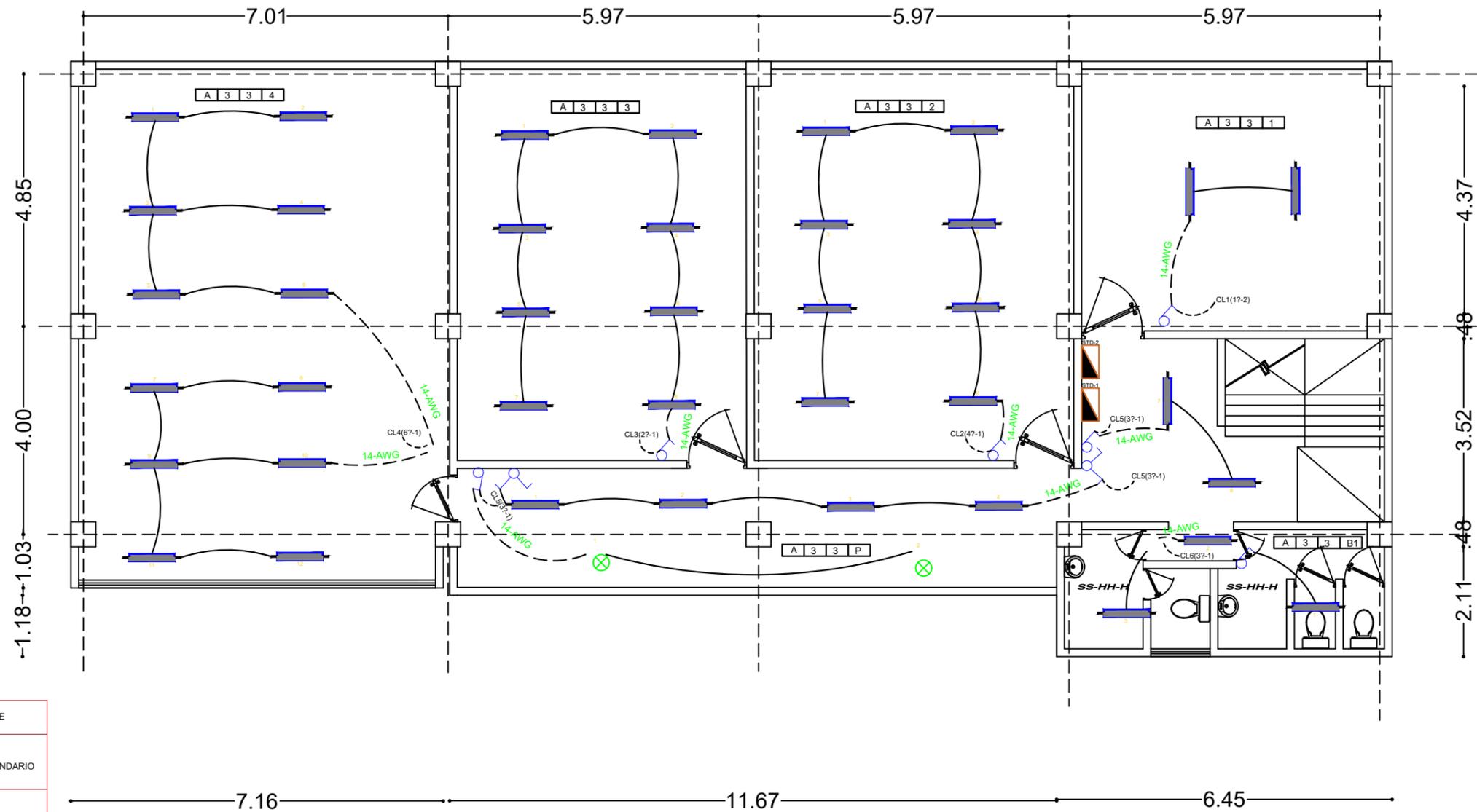
SIMBOLOGÍA

	LUMINARIA FLUORESCENTE DOBLE
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIO
	PUNTO DE LUZ
	CONMUTADOR SIMPLE
	INTERRUPTOR SIMPLE
	INTERRUPTOR DOBLE
	CIRCUITO DE ILUMINACIÓN
	CIRCUITO FOCO - INTERRUPTOR

PRIMER PISO ALTO
ESCALA: 1-----50

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA			
PROYECTO DE TITULACIÓN - ELECTROMECÁNICA			
Levantamiento eléctrico y sistema de control de la facultad de la energía, las industrias y los recursos naturales no renovables - FEIRNRR de la Universidad Nacional de Loja			
DESARROLLADO POR: WILSON XAVIER SALINAS M.	REVISADO POR: Ing. Raul Chávez - Tutor	ESCALA: 1-----50	FECHA: 07/02/2023
CIRCUITOS LUMINARIAS ACTUALES - PRIMER PISO ALTO		2	6

Anexo 6. Plano eléctrico actual de la segunda planta alta del Bloque 3 de la FEIRNNR, con número de lámparas colocadas y sus respectivas especificaciones.



SIMBOLOGÍA

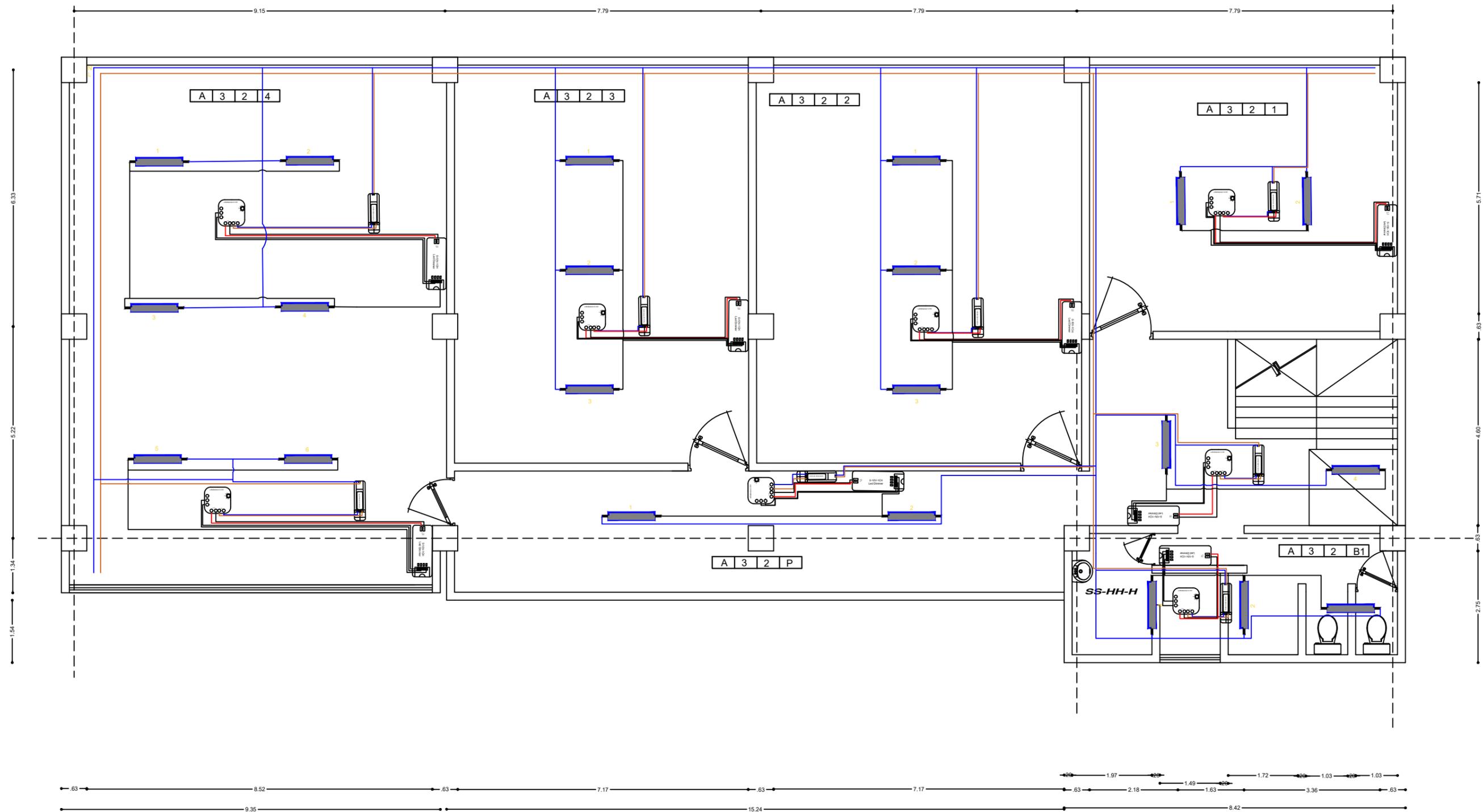
	LUMINARIA FLUORESCENTE DOBLE
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIO
	PUNTO DE LUZ
	CONMUTADOR SIMPLE
	INTERRUPTOR SIMPLE
	INTERRUPTOR DOBLE
	CIRCUITO DE ILUMINACIÓN
	CIRCUITO FOCO - INTERRUPTOR

SEGUNDO PISO ALTO

ESCALA: 1-----50

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA			
PROYECTO DE TITULACIÓN - ELECTROMECÁNICA			
Levantamiento eléctrico y sistema de control de la facultad de la energía, las industrias y los recursos naturales no renovables - FEIRNRR de la Universidad Nacional de Loja			
TÍTULO:	CIRCUITOS LUMINARIAS ACTUALES - SEGUNDO PISO ALTO	ESCALA:	1-----50
FECHA:	07/02/2023	REVISADO POR:	Ing. Raul Chávez - Tutor
DESARROLLADO POR:	WILSON XAVIER SALINAS M.	REVISADO POR:	Ing. Raul Chávez - Tutor
			3

Anexo 7.: Circuito de iluminación y sistema de control automático en la planta baja del Bloque 3 de la FEIRNNR, con los elementos adecuados y su conexión.



SIMBOLOGÍA

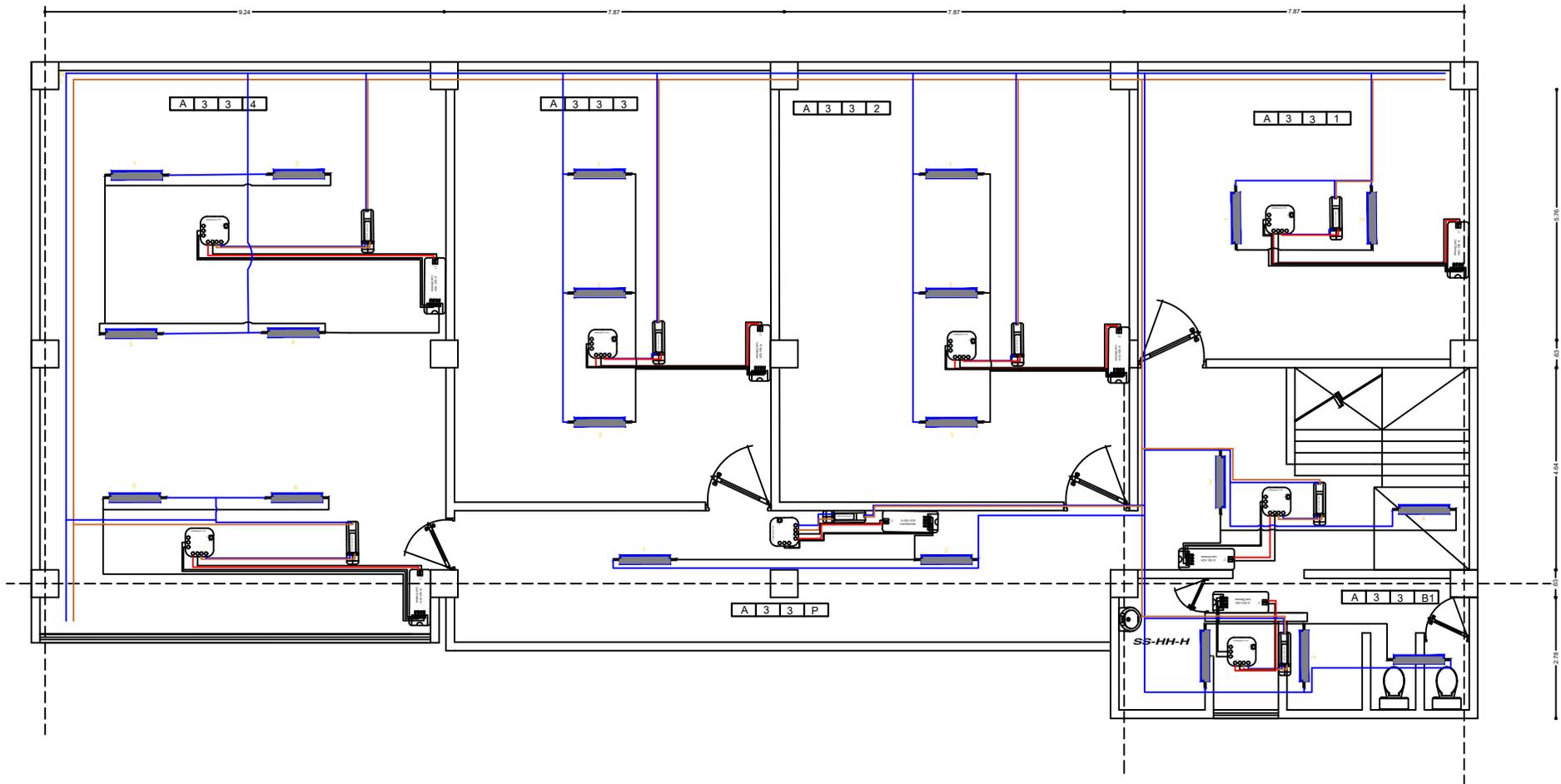
	LUMINARIA FLUORESCENTE DOBLE
	FUENTE DE ALIMENTACIÓN
	e- MULTISENSOR 0-10 V
	LED DIMMER 0-10 V - 1CH
	LÍNEA FASE
	LÍNEA NEUTRO

PRIMER PISO ALTO

ESCALA: 1-----80

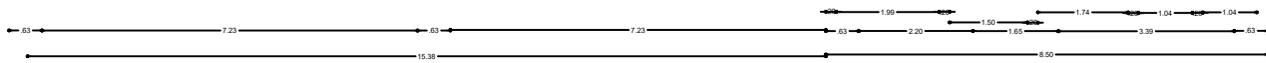
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA			
PROYECTO DE TITULACIÓN - ELECTROMECÁNICA			
Levantamiento eléctrico y sistema de control de la facultad de la energía, las industrias y los recursos naturales no renovables - FEIRNNR de la Universidad Nacional de Loja			
TÍTULO:	CIRCUITOS LUMINARIAS Y SISTEMA DE CONTROL - PRIMER PISO ALTO	ESCALA:	1-----80
FECHA:	07/02/2023	HOJA:	2
DESARROLLADO POR:	WILSON XAVIER SALINAS M.	REVISADO POR:	Ing. Raul Chávez - Tutor

Anexo 8: Circuito de iluminación y sistema de control automático en la primera planta alta del Bloque 3 de la FEIRNNR, con los elementos adecuados y su conexión.



SIMBOLOGÍA

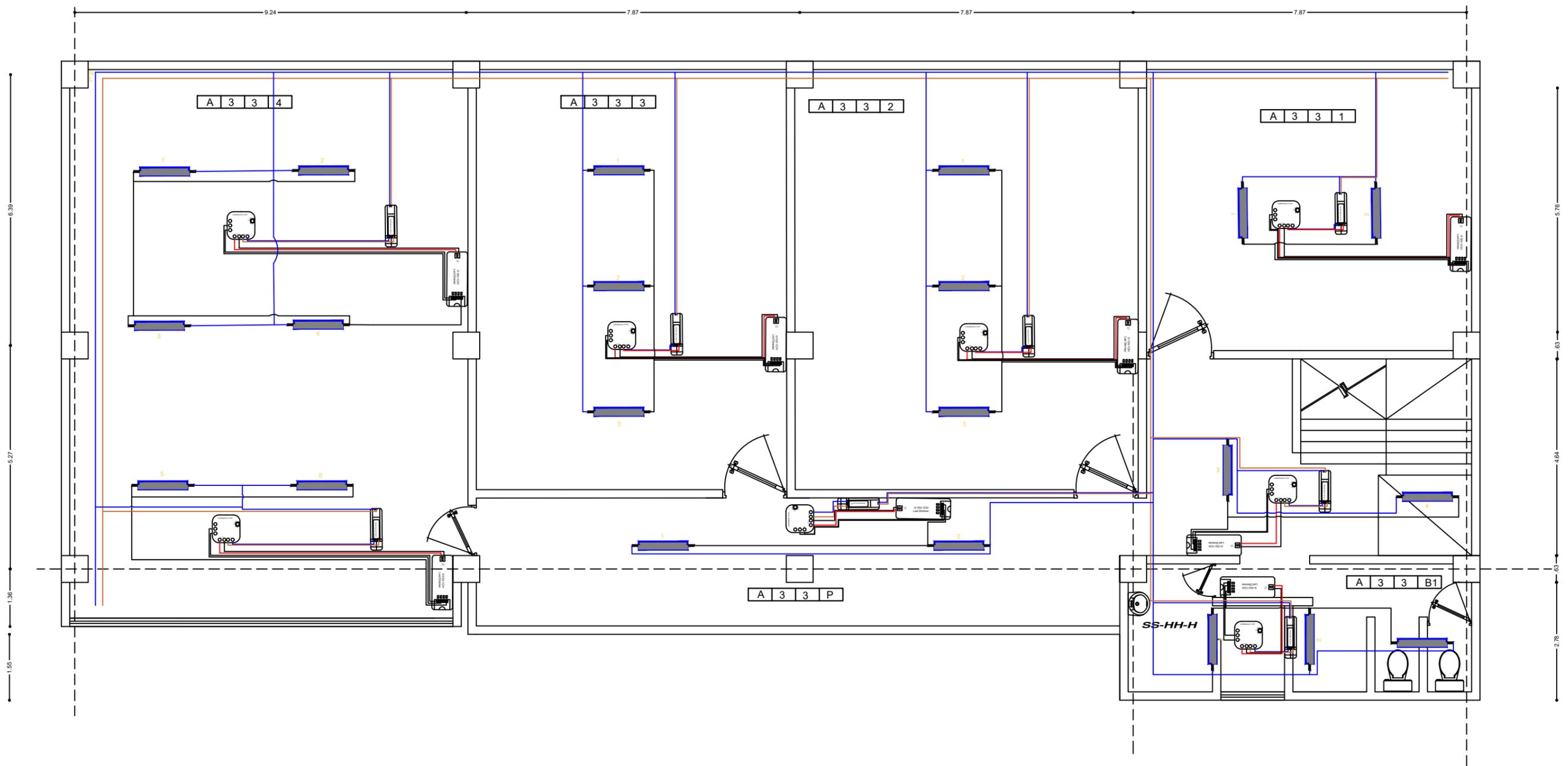
	LUMINARIA FLUORESCENTE DOBLE
	FUENTE DE ALIMENTACIÓN
	e- MULTISENSOR 0-10 V
	LED DIMMER 0-10 V - 1CH
	LÍNEA FASE
	LÍNEA NEUTRO



SEGUNDO PISO ALTO
ESCALA 1:100

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA	
PROYECTO DE TITULACIÓN - ELECTROMECAÁNICA	
Levantamiento eléctrico y sistema de control de la facultad de la energía, las industrias y los recursos naturales no renovables - FEBSNR de la Universidad Nacional de Loja	
CIRCUITOS LUMINARIAS Y CONTROL - SEGUNDO PISO ALTO	01/03/2023
DESARROLLADO POR: WILSON XAVIER SALINAS M.	REVISADO POR: Ing. Raed Chávez - Tutor

Anexo 9: Circuito de iluminación y sistema de control automático en la segunda planta alta del Bloque 3 de la FEIRNNR, con los elementos adecuados y su conexión.



1.55
1.36
5.27
6.39

5.76
4.64
2.78

SIMBOLOGÍA

	LUMINARIA FLUORESCENTE DOBLE
	FUENTE DE ALIMENTACIÓN
	e- MULTISENSOR 0-10 V
	LED DIMMER 0-10 V - 1CH
	LÍNEA FASE
	LÍNEA NEUTRO

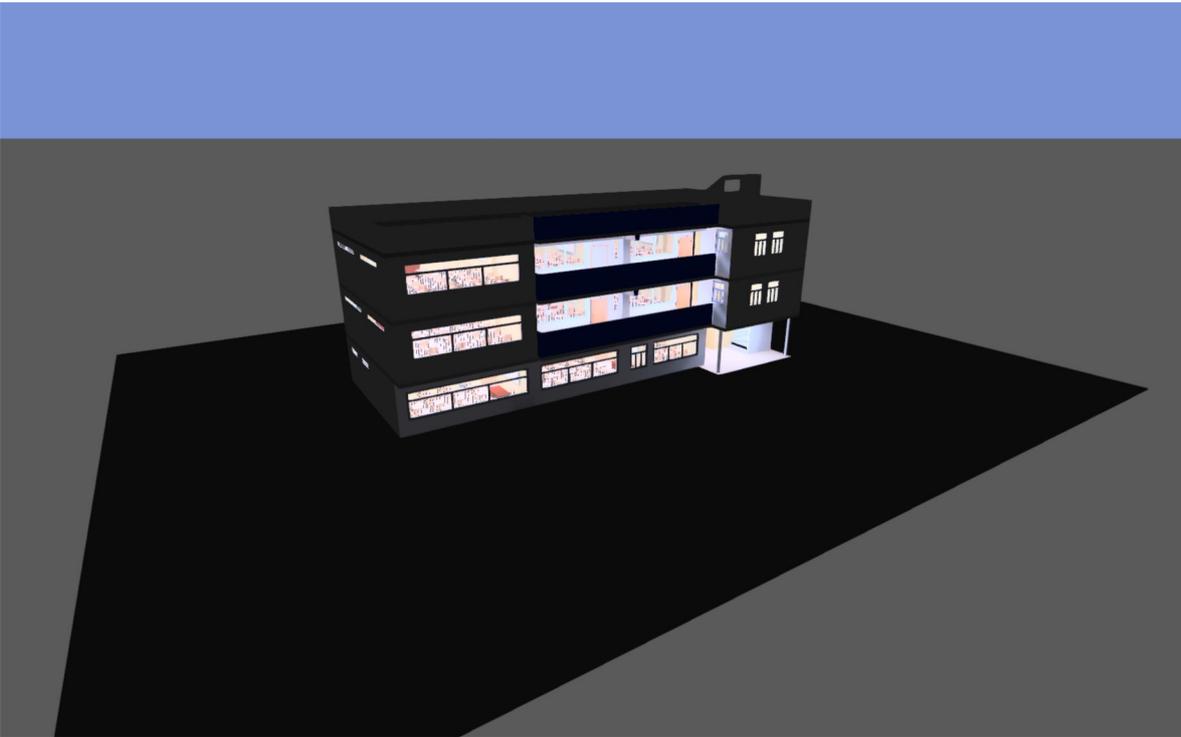


SEGUNDO PISO ALTO

ESCALA: 1-----50

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA			
PROYECTO DE TITULACIÓN - ELECTROMECÁNICA			
Levantamiento eléctrico y sistema de control de la facultad de la energía, las industrias y los recursos naturales no renovables - FEIRNRR de la Universidad Nacional de Loja			
TÍTULO:	CIRCUITOS LUMINARIAS Y CONTROL - SEGUNDO PISO ALTO	FECHA:	07/02/2023
DESARROLLADO POR:	WILSON XAVIER SALINAS M.	REVISADO POR:	Ing. Raul Chávez - Tutor
			3

Anexo 10: Informe del diseño del sistema de iluminación LED dimerizable, con la propuesta arquitectónica en DIALux.



Bloque#3f

Observaciones preliminares

Indicaciones para planificación:

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

En el marco de esta planificación también fue considerada la luz diurna en los cálculos. Para los cálculos se tomaron como base los siguientes parámetros:

Local: Loja

Luminancia en el cénit: 0.00 cd/m^2

Categoría de contaminación: Tráfico entre medio y denso, presencia de polvo menor que $600 \text{ microgramos/m}^3$

Contenido

Portada	1
Observaciones preliminares	2
Contenido	3
Descripción	16
Lista de luminarias	17

Fichas de producto

Arkoslight - ALASKA BIG TRIMLESS 2700K N (1x LED 1130lm 2700K)	18
MPE - LED Dimmable and 3CCT big panel 0.3x0.3m 20W (1x FPL-3030/3C-RC-T, 1x FPL-3030/3C-RC-V, 1x FPL-3030/3C-RC-N)	19
MPE - LED Square Surfaced Mini Panel 18W 2800K/6500K/4000K (1x SRPL-18/3C-V, 1x SRPL-18/3C-T, 1x SRPL-18/3C-N)	20

Terreno 1

Plano de situación de luminarias	21
Lista de luminarias	23

Terreno 1

Edificación 1

Lista de luminarias	24
---------------------------	----

Terreno 1 - Edificación 1

Planta (nivel) 1

Lista de locales / Escena de luz 1	25
Lista de luminarias	29
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	30
Objetos de cálculo / Escenas de luz para el cociente de luz	34

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1

01-Aula

Resumen / Escena de luz 1	38
Resumen / Escenas de luz para el cociente de luz	40
Plano de situación de luminarias	42
Lista de luminarias	44
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	45
Objetos de cálculo / Escenas de luz para el cociente de luz	47

Contenido

Plano útil (01-Aula) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	49
Superficie útil de cociente de luz diurna (01-Aula) / Escena de luz 1 / Cociente de luz diurna	50
Plano útil (01-Aula) / Escenas de luz para el cociente de luz / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	51
Superficie útil de cociente de luz diurna (01-Aula) / Escenas de luz para el cociente de luz / Cociente de luz diurna	52

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1

02-Aula

Resumen / Escena de luz 1	53
Resumen / Escenas de luz para el cociente de luz	55
Plano de situación de luminarias	57
Lista de luminarias	59
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	60
Objetos de cálculo / Escenas de luz para el cociente de luz	62
Plano útil (02-Aula) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	64
Superficie útil de cociente de luz diurna (02-Aula) / Escena de luz 1 / Cociente de luz diurna	65
Plano útil (02-Aula) / Escenas de luz para el cociente de luz / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	66
Superficie útil de cociente de luz diurna (02-Aula) / Escenas de luz para el cociente de luz / Cociente de luz diurna	67

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1

03-Aula

Resumen / Escena de luz 1	68
Resumen / Escenas de luz para el cociente de luz	70
Plano de situación de luminarias	72
Lista de luminarias	74
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	75
Objetos de cálculo / Escenas de luz para el cociente de luz	77
Plano útil (03-Aula) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	79
Superficie útil de cociente de luz diurna (03-Aula) / Escena de luz 1 / Cociente de luz diurna	80
Plano útil (03-Aula) / Escenas de luz para el cociente de luz / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	81
Superficie útil de cociente de luz diurna (03-Aula) / Escenas de luz para el cociente de luz / Cociente de luz diurna	82

Contenido

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1

04-Aula

Resumen / Escena de luz 1	83
Resumen / Escenas de luz para el cociente de luz	85
Plano de situación de luminarias	87
Lista de luminarias	89
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	90
Objetos de cálculo / Escenas de luz para el cociente de luz	92
Plano útil (04-Aula) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	94
Superficie útil de cociente de luz diurna (04-Aula) / Escena de luz 1 / Cociente de luz diurna	95
Plano útil (04-Aula) / Escenas de luz para el cociente de luz / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	96
Superficie útil de cociente de luz diurna (04-Aula) / Escenas de luz para el cociente de luz / Cociente de luz diurna	97

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1

05-Aula

Resumen / Escena de luz 1	98
Resumen / Escenas de luz para el cociente de luz	100
Plano de situación de luminarias	102
Lista de luminarias	104
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	105
Objetos de cálculo / Escenas de luz para el cociente de luz	107
Plano útil (05-Aula) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	109
Superficie útil de cociente de luz diurna (05-Aula) / Escena de luz 1 / Cociente de luz diurna	110
Plano útil (05-Aula) / Escenas de luz para el cociente de luz / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	111
Superficie útil de cociente de luz diurna (05-Aula) / Escenas de luz para el cociente de luz / Cociente de luz diurna	112

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1

06-Pasillo

Resumen / Escena de luz 1	113
Resumen / Escenas de luz para el cociente de luz	115
Plano de situación de luminarias	117
Lista de luminarias	119
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	120
Objetos de cálculo / Escenas de luz para el cociente de luz	122

Contenido

Plano útil (06-Pasillo) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	124
Superficie útil de cociente de luz diurna (06-Pasillo) / Escena de luz 1 / Cociente de luz diurna	125
Plano útil (06-Pasillo) / Escenas de luz para el cociente de luz / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	126
Superficie útil de cociente de luz diurna (06-Pasillo) / Escenas de luz para el cociente de luz / Cociente de luz diurna	127

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1

07-Gradas

Resumen / Escena de luz 1	128
Resumen / Escenas de luz para el cociente de luz	130
Plano de situación de luminarias	132
Lista de luminarias	134
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	135
Objetos de cálculo / Escenas de luz para el cociente de luz	137
Plano útil (07-Gradas) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	139
Plano útil (07-Gradas) / Escenas de luz para el cociente de luz / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	140

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1

Patio

Resumen / Escena de luz 1	141
Resumen / Escenas de luz para el cociente de luz	143
Plano de situación de luminarias	145
Lista de luminarias	147
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	148
Objetos de cálculo / Escenas de luz para el cociente de luz	150
Plano útil (Patio) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	152
Plano útil (Patio) / Escenas de luz para el cociente de luz / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	153

Terreno 1 - Edificación 1

Planta (nivel) 2

Lista de locales / Escena de luz 1	154
Lista de luminarias	158
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	159

Contenido

Objetos de cálculo / Escenas de luz para el cociente de luz	163
---	-----

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 2

08-Aula

Resumen / Escena de luz 1	167
Resumen / Escenas de luz para el cociente de luz	169
Plano de situación de luminarias	171
Lista de luminarias	173
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	174
Objetos de cálculo / Escenas de luz para el cociente de luz	176
Plano útil (08-Aula) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	178
Superficie útil de cociente de luz diurna (08-Aula) / Escena de luz 1 / Cociente de luz diurna	179
Plano útil (08-Aula) / Escenas de luz para el cociente de luz / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	180
Superficie útil de cociente de luz diurna (08-Aula) / Escenas de luz para el cociente de luz / Cociente de luz diurna	181

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 2

09-Aula

Resumen / Escena de luz 1	182
Resumen / Escenas de luz para el cociente de luz	184
Plano de situación de luminarias	186
Lista de luminarias	188
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	189
Objetos de cálculo / Escenas de luz para el cociente de luz	191
Plano útil (09-Aula) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	193
Superficie útil de cociente de luz diurna (09-Aula) / Escena de luz 1 / Cociente de luz diurna	194
Plano útil (09-Aula) / Escenas de luz para el cociente de luz / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	195
Superficie útil de cociente de luz diurna (09-Aula) / Escenas de luz para el cociente de luz / Cociente de luz diurna	196

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 2

10-Aula

Resumen / Escena de luz 1	197
Resumen / Escenas de luz para el cociente de luz	199
Plano de situación de luminarias	201
Lista de luminarias	203

Contenido

Objetos de cálculo / Escena de luz 1	204
Objetos de cálculo / Escenas de luz para el cociente de luz	206
Plano útil (10-Aula) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	208
Superficie útil de cociente de luz diurna (10-Aula) / Escena de luz 1 / Cociente de luz diurna	209
Plano útil (10-Aula) / Escenas de luz para el cociente de luz / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	210
Superficie útil de cociente de luz diurna (10-Aula) / Escenas de luz para el cociente de luz / Cociente de luz diurna	211

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 2

11-Salaprofe

Resumen / Escena de luz 1	212
Resumen / Escenas de luz para el cociente de luz	214
Plano de situación de luminarias	216
Lista de luminarias	218
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	219
Objetos de cálculo / Escenas de luz para el cociente de luz	221
Plano útil (11-Salaprofe) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	223
Superficie útil de cociente de luz diurna (11-Salaprofe) / Escena de luz 1 / Cociente de luz diurna	224
Plano útil (11-Salaprofe) / Escenas de luz para el cociente de luz / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	225
Superficie útil de cociente de luz diurna (11-Salaprofe) / Escenas de luz para el cociente de luz / Cociente de luz diurna	226

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 2

12-Pasillo

Resumen / Escena de luz 1	227
Resumen / Escenas de luz para el cociente de luz	229
Plano de situación de luminarias	231
Lista de luminarias	233
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	234
Objetos de cálculo / Escenas de luz para el cociente de luz	236
Plano útil (12-Pasillo) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	238
Superficie útil de cociente de luz diurna (12-Pasillo) / Escena de luz 1 / Cociente de luz diurna	239
Plano útil (12-Pasillo) / Escenas de luz para el cociente de luz / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	240

Contenido

Superficie útil de cociente de luz diurna (12-Pasillo) / Escenas de luz para el cociente de luz / Cociente de luz diurna	241
--	-----

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 2

13-Gradas

Resumen / Escena de luz 1	242
Resumen / Escenas de luz para el cociente de luz	244
Plano de situación de luminarias	246
Lista de luminarias	248
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	249
Objetos de cálculo / Escenas de luz para el cociente de luz	251
Plano útil (13-Gradas) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	253
Superficie útil de cociente de luz diurna (13-Gradas) / Escena de luz 1 / Cociente de luz diurna	254
Plano útil (13-Gradas) / Escenas de luz para el cociente de luz / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	255
Superficie útil de cociente de luz diurna (13-Gradas) / Escenas de luz para el cociente de luz / Cociente de luz diurna	256

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 2

14-Baños

Resumen / Escena de luz 1	257
Resumen / Escenas de luz para el cociente de luz	259
Plano de situación de luminarias	261
Lista de luminarias	263
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	264
Objetos de cálculo / Escenas de luz para el cociente de luz	266
Plano útil (14-Baños) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	268
Plano útil (14-Baños) / Escenas de luz para el cociente de luz / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	269

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 2

Local 14

Resumen / Escena de luz 1	270
Resumen / Escenas de luz para el cociente de luz	272
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	274
Objetos de cálculo / Escenas de luz para el cociente de luz	276
Plano útil (Local 14) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	278

Contenido

Plano útil (Local 14) / Escenas de luz para el cociente de luz / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	279
--	-----

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 2

Local 15

Resumen / Escena de luz 1	280
Resumen / Escenas de luz para el cociente de luz	282
Plano de situación de luminarias	284
Lista de luminarias	286
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	287
Objetos de cálculo / Escenas de luz para el cociente de luz	289
Plano útil (Local 15) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	291
Plano útil (Local 15) / Escenas de luz para el cociente de luz / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	292

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 2

Local 16

Resumen / Escena de luz 1	293
Resumen / Escenas de luz para el cociente de luz	295
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	297
Objetos de cálculo / Escenas de luz para el cociente de luz	299
Plano útil (Local 16) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	301
Plano útil (Local 16) / Escenas de luz para el cociente de luz / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	302

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 2

Local 17

Resumen / Escena de luz 1	303
Resumen / Escenas de luz para el cociente de luz	305
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	307
Objetos de cálculo / Escenas de luz para el cociente de luz	309
Plano útil (Local 17) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	311
Plano útil (Local 17) / Escenas de luz para el cociente de luz / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	312

Contenido

Terreno 1 - Edificación 1

Planta (nivel) 3

Lista de locales / Escena de luz 1	313
Lista de luminarias	317
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	318
Objetos de cálculo / Escenas de luz para el cociente de luz	322

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 3

08-Aula

Resumen / Escena de luz 1	326
Resumen / Escenas de luz para el cociente de luz	328
Plano de situación de luminarias	330
Lista de luminarias	332
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	333
Objetos de cálculo / Escenas de luz para el cociente de luz	335
Plano útil (08-Aula) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	337
Superficie útil de cociente de luz diurna (08-Aula) / Escena de luz 1 / Cociente de luz diurna	338
Plano útil (08-Aula) / Escenas de luz para el cociente de luz / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	339
Superficie útil de cociente de luz diurna (08-Aula) / Escenas de luz para el cociente de luz / Cociente de luz diurna	340

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 3

09-Aula

Resumen / Escena de luz 1	341
Resumen / Escenas de luz para el cociente de luz	343
Plano de situación de luminarias	345
Lista de luminarias	347
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	348
Objetos de cálculo / Escenas de luz para el cociente de luz	350
Plano útil (09-Aula) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	352
Superficie útil de cociente de luz diurna (09-Aula) / Escena de luz 1 / Cociente de luz diurna	353
Plano útil (09-Aula) / Escenas de luz para el cociente de luz / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	354
Superficie útil de cociente de luz diurna (09-Aula) / Escenas de luz para el cociente de luz / Cociente de luz diurna	355

Contenido

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 3

10-Aula

Resumen / Escena de luz 1	356
Resumen / Escenas de luz para el cociente de luz	358
Plano de situación de luminarias	360
Lista de luminarias	362
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	363
Objetos de cálculo / Escenas de luz para el cociente de luz	365
Plano útil (10-Aula) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	367
Superficie útil de cociente de luz diurna (10-Aula) / Escena de luz 1 / Cociente de luz diurna	368
Plano útil (10-Aula) / Escenas de luz para el cociente de luz / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	369
Superficie útil de cociente de luz diurna (10-Aula) / Escenas de luz para el cociente de luz / Cociente de luz diurna	370

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 3

11-Salaprote

Resumen / Escena de luz 1	371
Resumen / Escenas de luz para el cociente de luz	373
Plano de situación de luminarias	375
Lista de luminarias	377
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	378
Objetos de cálculo / Escenas de luz para el cociente de luz	380
Plano útil (11-Salaprote) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	382
Superficie útil de cociente de luz diurna (11-Salaprote) / Escena de luz 1 / Cociente de luz diurna	383
Plano útil (11-Salaprote) / Escenas de luz para el cociente de luz / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	384
Superficie útil de cociente de luz diurna (11-Salaprote) / Escenas de luz para el cociente de luz / Cociente de luz diurna	385

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 3

12-Pasillo

Resumen / Escena de luz 1	386
Resumen / Escenas de luz para el cociente de luz	388
Plano de situación de luminarias	390
Lista de luminarias	392
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	393
Objetos de cálculo / Escenas de luz para el cociente de luz	395

Contenido

Plano útil (12-Pasillo) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	397
Superficie útil de cociente de luz diurna (12-Pasillo) / Escena de luz 1 / Cociente de luz diurna	398
Plano útil (12-Pasillo) / Escenas de luz para el cociente de luz / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	399
Superficie útil de cociente de luz diurna (12-Pasillo) / Escenas de luz para el cociente de luz / Cociente de luz diurna	400

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 3

13-Gradas

Resumen / Escena de luz 1	401
Resumen / Escenas de luz para el cociente de luz	403
Plano de situación de luminarias	405
Lista de luminarias	407
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	408
Objetos de cálculo / Escenas de luz para el cociente de luz	410
Plano útil (13-Gradas) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	412
Superficie útil de cociente de luz diurna (13-Gradas) / Escena de luz 1 / Cociente de luz diurna	413
Plano útil (13-Gradas) / Escenas de luz para el cociente de luz / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	414
Superficie útil de cociente de luz diurna (13-Gradas) / Escenas de luz para el cociente de luz / Cociente de luz diurna	415

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 3

14-Baños

Resumen / Escena de luz 1	416
Resumen / Escenas de luz para el cociente de luz	418
Plano de situación de luminarias	420
Lista de luminarias	422
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	423
Objetos de cálculo / Escenas de luz para el cociente de luz	425
Plano útil (14-Baños) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	427
Plano útil (14-Baños) / Escenas de luz para el cociente de luz / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	428

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 3

Local 24

Resumen / Escena de luz 1	429
---------------------------	-----

Contenido

Resumen / Escenas de luz para el cociente de luz	431
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	433
Objetos de cálculo / Escenas de luz para el cociente de luz	435
Plano útil (Local 24) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	437
Plano útil (Local 24) / Escenas de luz para el cociente de luz / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	438

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 3

Local 25

Resumen / Escena de luz 1	439
Resumen / Escenas de luz para el cociente de luz	441
Plano de situación de luminarias	443
Lista de luminarias	445
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	446
Objetos de cálculo / Escenas de luz para el cociente de luz	448
Plano útil (Local 25) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	450
Plano útil (Local 25) / Escenas de luz para el cociente de luz / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	451

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 3

Local 26

Resumen / Escena de luz 1	452
Resumen / Escenas de luz para el cociente de luz	454
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	456
Objetos de cálculo / Escenas de luz para el cociente de luz	458
Plano útil (Local 26) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	460
Plano útil (Local 26) / Escenas de luz para el cociente de luz / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	461

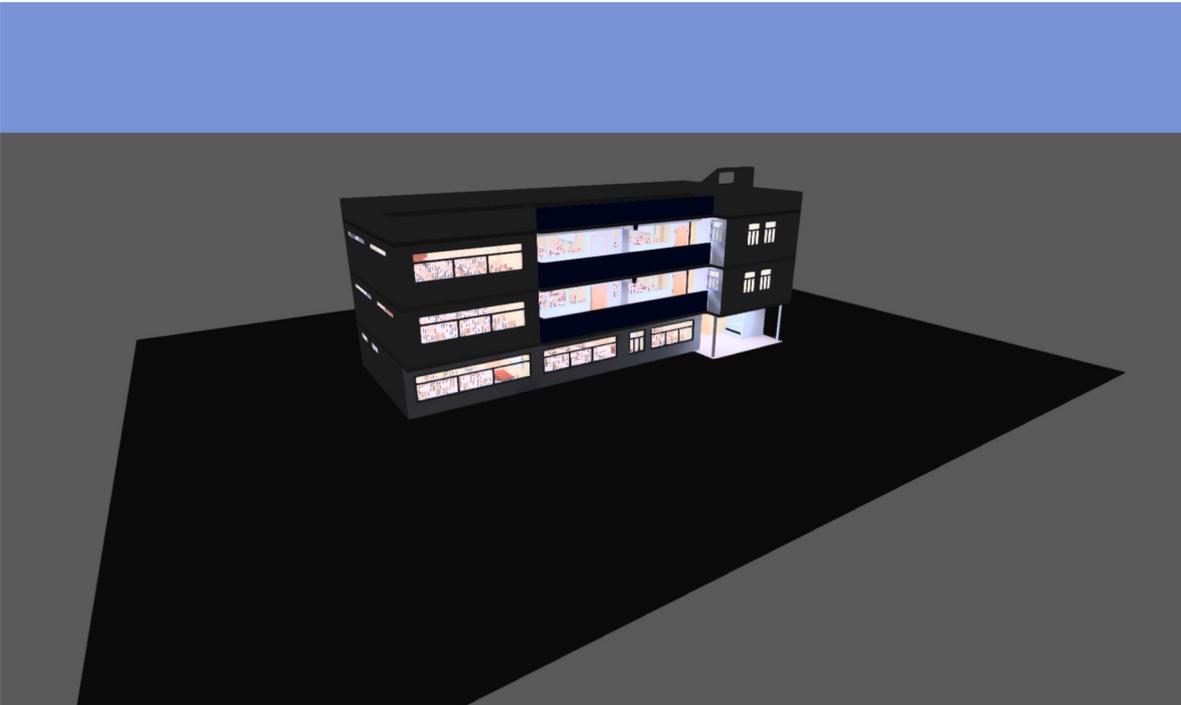
Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 3

Local 27

Resumen / Escena de luz 1	462
Resumen / Escenas de luz para el cociente de luz	464
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	466
Objetos de cálculo / Escenas de luz para el cociente de luz	468
Plano útil (Local 27) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	470

Contenido

Plano útil (Local 27) / Escenas de luz para el cociente de luz / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	471
Glosario	472



Descripción

Lista de luminarias

Φ_{total} 371264 lm	P_{total} 3900.6 W	Rendimiento lumínico 95.2 lm/W
-----------------------------	-------------------------	-----------------------------------

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
2	Arkoslight	A4260010N	ALASKA BIG TRIMLESS 2700K N	9.3 W	418 lm	45.0 lm/W
62	MPE	FPL-3030/3C-RC	LED Dimmable and 3CCT big panel 0.3x0.3m 20W	60.0 W	5754 lm	95.9 lm/W
3	MPE	SSPL-18/3C	LED Square Surfaced Mini Panel 18W 2800K/6500K/4000K	54.0 W	4560 lm	84.4 lm/W

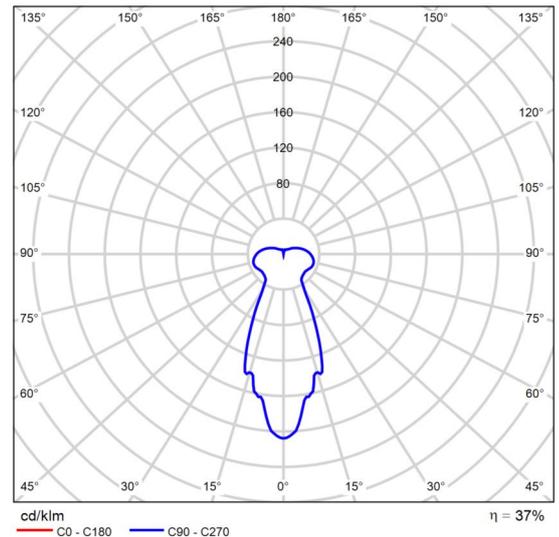
Ficha de producto

Arkoslight - ALASKA BIG TRIMLESS 2700K N



Nº de artículo	A4260010N
P	9.3 W
Φ Lámpara	1130 lm
Φ Luminaria	418 lm
η	37.00 %
Rendimiento lumínico	45.0 lm/W
CCT	2700 K
CRI	90

Alaska es la reinterpretación contemporánea a través de la tecnología y el diseño de la clásica bombilla de filamento incandescente. Alaska está formada por una esfera de vidrio óptico macizo que refiere simbólicamente al bulbo de cristal de la bombilla tradicional. Su cuerpo compacto es una pieza única que se tornea y se pule manualmente como una obra de joyería. Cada una de las luminarias está elaborada artesanalmente y adquiere, con ello, el valor de una obra decorativa irrepetible.



CDL polar

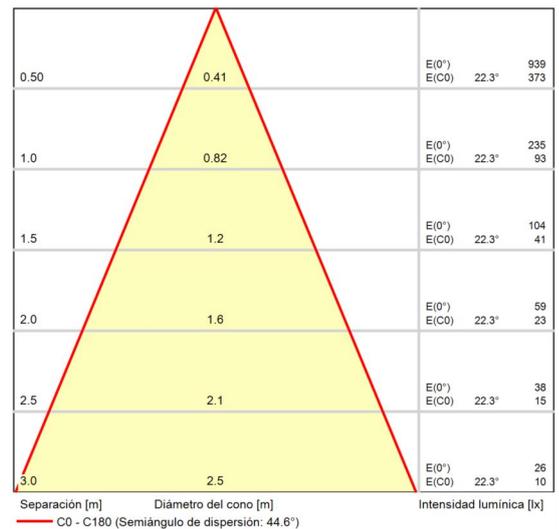


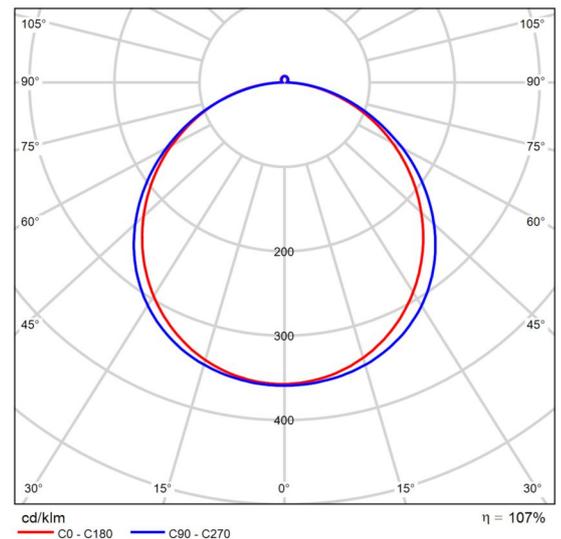
Diagrama conico

Ficha de producto

MPE - LED Dimmable and 3CCT big panel 0.3x0.3m 20W



Nº de artículo	FPL-3030/3C-RC
P	60.0 W
$\Phi_{\text{Lámpara}}$	5400 lm
$\Phi_{\text{Luminaria}}$	5754 lm
η	106.56 %
Rendimiento lumínico	95.9 lm/W
CCT	6500 K 2800 K 4000 K
CRI	82



CDL polar

- The color is adjusted by remote control using RF signal.
- Surface mounted installation ad recessed installation, 20W, 300x300mm, H 10mm, hole diameter 300x300 mm.

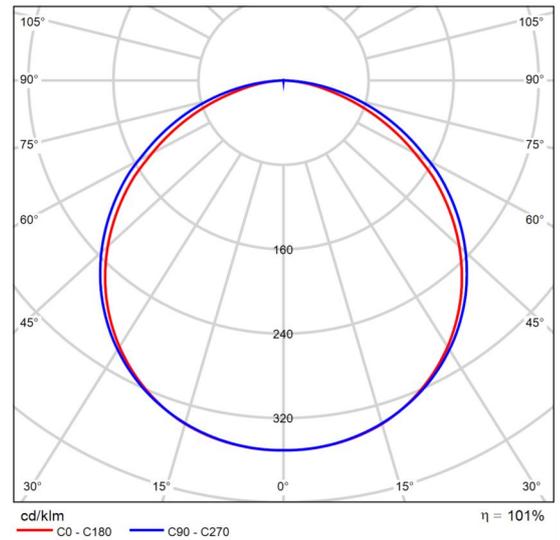
Ficha de producto

MPE - LED Square Surfaced Mini Panel 18W 2800K/6500K/4000K



Nº de artículo	SSPL-18/3C
P	54.0 W
Φ Lámpara	4500 lm
Φ Luminaria	4560 lm
η	101.34 %
Rendimiento lumínico	84.4 lm/W
CCT	2800 K 6500 K 4000 K
CRI	80

- Square shape
- Surfaced - mounted on ceiling
- Size: 217 X 217 x 32 mm
- Light frame made of anti-oxidation aluminum alloy
- Light guide plate made of PMMA plastic for uniform light distribution
- Detachable driver for easy connection, Integrated driver EMC.
- The light has 3 color modes: Warm White-Cool White-Natural
- Voltage: 100-265VAC
- Power: 18W
- Power Factor (PF): >0.5
- Luminance: 1500 lm
- Color Temperature (CCT): 2800K/6500K/4000K
- RA >80 High Color Rendering Index
- Beam angle: 120°
- Chip LED: SMD 2835
- Life Time: 30,000 hours
- Instant Light: 0s
- European Standard CE - RoHS



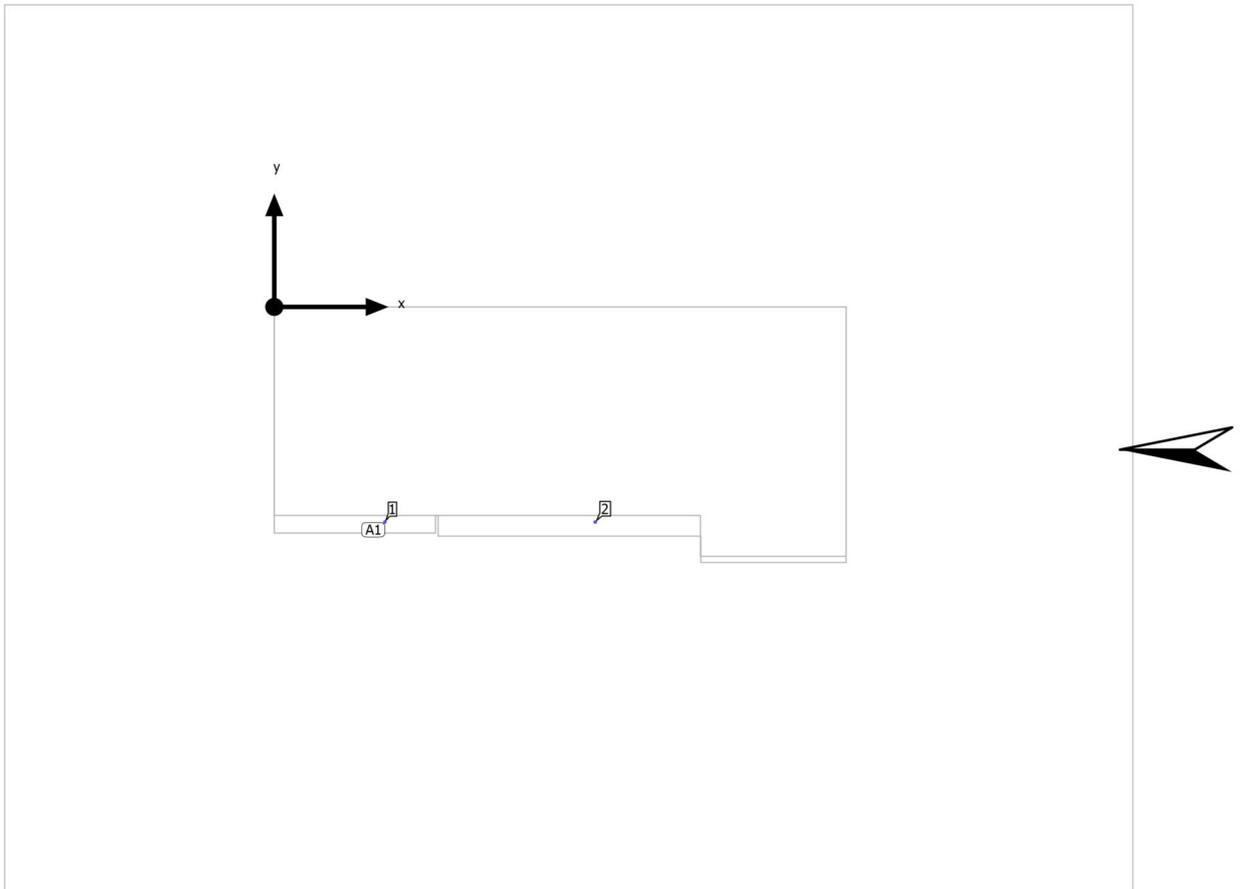
CDL polar

Valoración de deslumbramiento según UGR												
p Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
p Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
p Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	28.5	29.9	28.8	30.1	30.3	28.8	30.2	29.1	30.4	30.6	
	3H	29.5	31.1	30.2	31.4	31.7	30.4	31.6	30.7	31.9	32.2	
	4H	30.4	31.5	30.7	31.8	32.1	31.1	32.2	31.4	32.5	32.8	
	6H	30.7	31.8	31.1	32.1	32.4	31.6	32.6	31.9	32.9	33.3	
	8H	30.8	31.9	31.2	32.2	32.5	31.7	32.8	32.1	33.1	33.4	
12H	30.8	31.9	31.2	32.2	32.5	31.8	32.8	32.2	33.1	33.5		
4H	2H	29.2	30.4	29.5	30.6	30.9	29.4	30.6	29.8	30.9	31.2	
	3H	30.8	31.8	31.2	32.1	32.4	31.2	32.2	31.6	32.5	32.9	
	4H	31.4	32.3	31.8	32.6	33.0	32.0	32.9	32.4	33.2	33.6	
	6H	31.8	32.6	32.3	33.0	33.4	32.6	33.4	33.0	33.8	34.2	
	8H	32.0	32.7	32.4	33.1	33.5	32.8	33.6	33.3	34.0	34.4	
12H	32.1	32.7	32.5	33.1	33.6	33.0	33.6	33.4	34.1	34.5		
8H	4H	31.7	32.4	32.1	32.8	33.2	32.2	33.0	32.7	33.4	33.8	
	6H	32.3	32.9	32.8	33.3	33.8	33.0	33.6	33.5	34.0	34.5	
	8H	32.5	33.0	33.0	33.5	34.0	33.3	33.8	33.8	34.3	34.8	
	12H	32.6	33.1	33.1	33.6	34.1	33.5	34.0	34.0	34.4	34.9	
	12H	32.6	33.1	33.1	33.6	34.0	33.4	33.8	33.9	34.3	34.8	
12H	4H	31.7	32.4	32.2	32.8	33.2	32.2	32.9	32.7	33.3	33.8	
	6H	32.4	32.9	32.8	33.3	33.8	33.1	33.6	33.5	34.0	34.5	
	8H	32.6	33.1	33.1	33.5	34.0	33.4	33.8	33.9	34.3	34.8	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H		+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1					
S = 1.5H		+0.3 / -0.4					+0.2 / -0.3					
S = 2.0H		+0.5 / -0.8					+0.4 / -0.6					
Tabla estándar		BK05					BK06					
Sumando de corrección		15.1					16.2					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 4500lm Flujo luminoso total												

Diagrama UGR (SHR: 0.25)

Terreno 1

Plano de situación de luminarias



Terreno 1

Plano de situación de luminarias



Fabricante	Arkoslight	P	9.3 W
N° de artículo	A4260010N	Φ _{Luminaria}	418 lm
Nombre del artículo	ALASKA BIG TRIMLESS 2700K N		
Lámpara	1x LED 1130lm 2700K		

2 x Arkoslight ALASKA BIG TRIMLESS 2700K N

Tipo	Disposición en campo	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	4.912 m / -9.630 m / 2.800 m	4.912 m	-9.630 m	2.800 m	1
		14.258 m	-9.630 m	2.800 m	2
Dirección X	2 Uni., Centro - centro, 9.345 m				
Dirección Y	1 Uni., Centro - centro, 0.600 m				
Organización	A1				

Terreno 1

Lista de luminarias

Φ_{total} 836 lm	P_{total} 18.6 W	Rendimiento lumínico 44.9 lm/W
--------------------------	-----------------------	-----------------------------------

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
2	Arkoslight	A4260010N	ALASKA BIG TRIMLESS 2700K N	9.3 W	418 lm	45.0 lm/W

Edificación 1

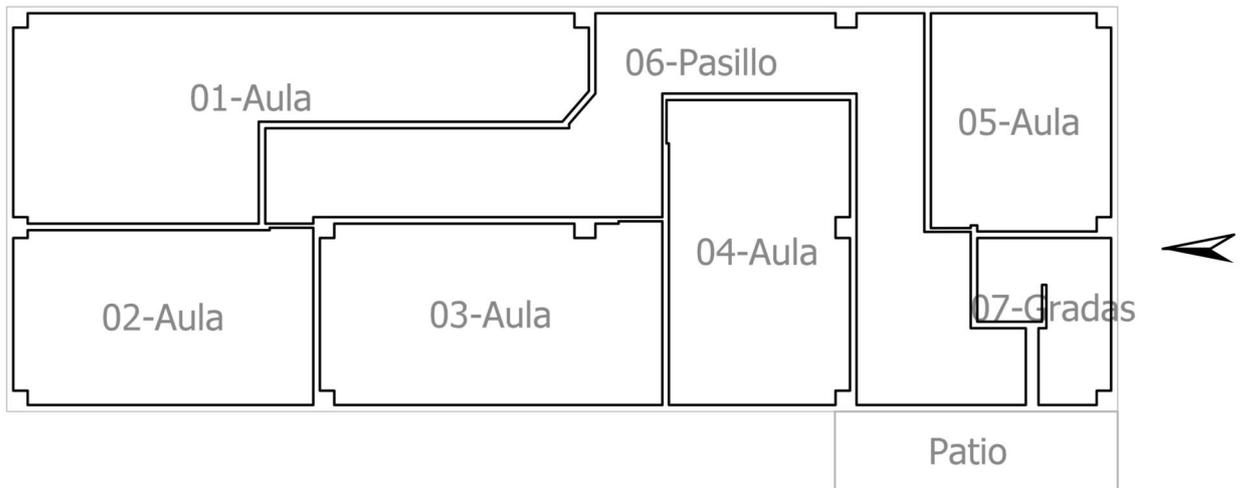
Lista de luminarias

Φ_{total} 370428 lm	P_{total} 3882.0 W	Rendimiento lumínico 95.4 lm/W
-----------------------------	-------------------------	-----------------------------------

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
62	MPE	FPL-3030/3C-RC	LED Dimmable and 3CCT big panel 0.3x0.3m 20W	60.0 W	5754 lm	95.9 lm/W
3	MPE	SSPL-18/3C	LED Square Surfaced Mini Panel 18W 2800K/6500K/4000K	54.0 W	4560 lm	84.4 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Lista de locales



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Lista de locales

01-Aula

P_{total} 240.0 W	A_{Local} 45.61 m ²	Potencia específica de conexión 5.26 W/m ² = 1.59 W/m ² /100 lx (Local)	E_{perpendicular} (Plano útil) 330 lx
-------------------------------------	--	---	---

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ _{Luminaria}
4	MPE	FPL-3030/3C-RC	LED Dimmable and 3CCT big panel 0.3x0.3m 20W	60.0 W	5754 lm

02-Aula

P_{total} 180.0 W	A_{Local} 27.53 m ²	Potencia específica de conexión 6.54 W/m ² = 1.58 W/m ² /100 lx (Local)	E_{perpendicular} (Plano útil) 415 lx
-------------------------------------	--	---	---

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ _{Luminaria}
3	MPE	FPL-3030/3C-RC	LED Dimmable and 3CCT big panel 0.3x0.3m 20W	60.0 W	5754 lm

03-Aula

P_{total} 180.0 W	A_{Local} 32.41 m ²	Potencia específica de conexión 5.55 W/m ² = 1.52 W/m ² /100 lx (Local)	E_{perpendicular} (Plano útil) 365 lx
-------------------------------------	--	---	---

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ _{Luminaria}
3	MPE	FPL-3030/3C-RC	LED Dimmable and 3CCT big panel 0.3x0.3m 20W	60.0 W	5754 lm

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Lista de locales

04-Aula

P_{total} 162.0 W	A_{Local} 28.89 m ²	Potencia específica de conexión 5.61 W/m ² = 1.75 W/m ² /100 lx (Local)	$\bar{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 321 lx
------------------------	-------------------------------------	--	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
3	MPE	SSPL-18/3C	LED Square Surfaced Mini Panel 18W 2800K/6500K/4000K	54.0 W	4560 lm

05-Aula

P_{total} 120.0 W	A_{Local} 20.41 m ²	Potencia específica de conexión 5.88 W/m ² = 1.85 W/m ² /100 lx (Local)	$\bar{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 318 lx
------------------------	-------------------------------------	--	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
2	MPE	FPL-3030/3C-RC	LED Dimmable and 3CCT big panel 0.3x0.3m 20W	60.0 W	5754 lm

06-Pasillo

P_{total} 300.0 W	A_{Local} 51.61 m ²	Potencia específica de conexión 5.81 W/m ² = 2.09 W/m ² /100 lx (Local)	$\bar{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 278 lx
------------------------	-------------------------------------	--	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
5	MPE	FPL-3030/3C-RC	LED Dimmable and 3CCT big panel 0.3x0.3m 20W	60.0 W	5754 lm

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Lista de locales

07-Gradas

P_{total} 60.0 W	A_{Local} 8.87 m ²	Potencia específica de conexión 6.76 W/m ² = 1786.08 W/m ² /100 lx (Local)	$\bar{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 0.38 lx
-----------------------	------------------------------------	--	---

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
1	MPE	FPL-3030/3C-RC	LED Dimmable and 3CCT big panel 0.3x0.3m 20W	60.0 W	5754 lm

Patio

P_{total} 60.0 W	A_{Local} 11.83 m ²	Potencia específica de conexión 5.07 W/m ² = 2.26 W/m ² /100 lx (Local)	$\bar{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 224 lx
-----------------------	-------------------------------------	---	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
1	MPE	FPL-3030/3C-RC	LED Dimmable and 3CCT big panel 0.3x0.3m 20W	60.0 W	5754 lm

Edificación 1 · Planta (nivel) 1

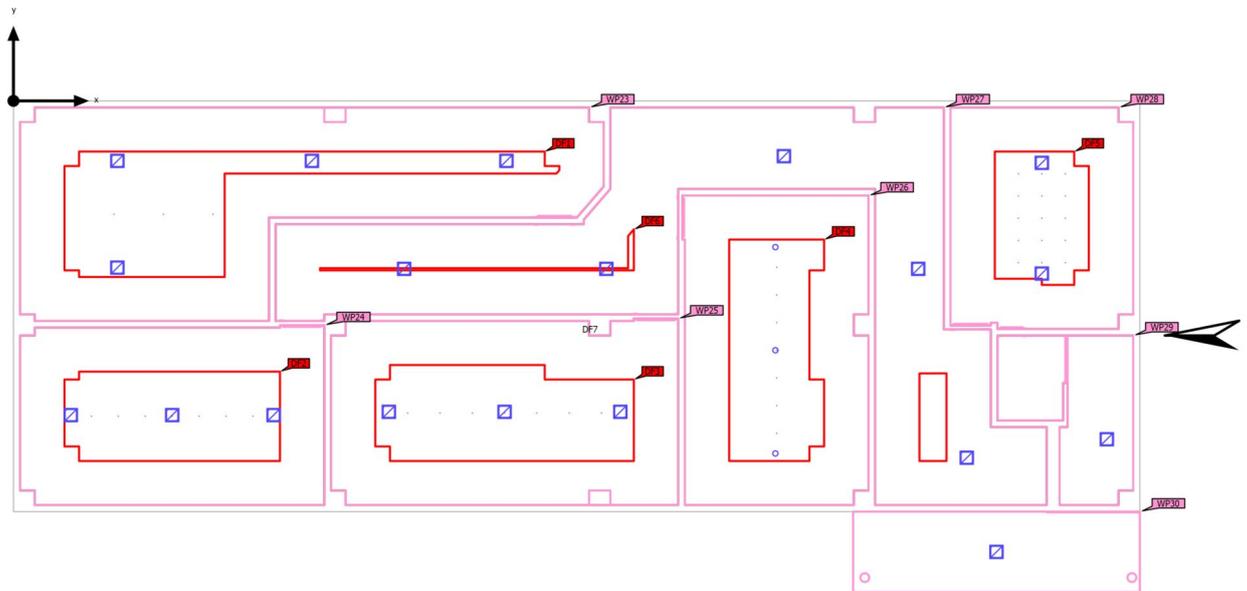
Lista de luminarias

Φ_{total} 123006 lm	P_{total} 1302.0 W	Rendimiento lumínico 94.5 lm/W
-----------------------------	-------------------------	-----------------------------------

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
19	MPE	FPL-3030/3C-RC	LED Dimmable and 3CCT big panel 0.3x0.3m 20W	60.0 W	5754 lm	95.9 lm/W
3	MPE	SSPL-18/3C	LED Square Surfaced Mini Panel 18W 2800K/6500K/4000K	54.0 W	4560 lm	84.4 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	g_1	g_2	Índice
Plano útil (01-Aula) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	330 lx (≥ 300 lx) ✓	22.2 lx	572 lx	0.067	0.039	WP23
Plano útil (02-Aula) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	415 lx (≥ 300 lx) ✓	18.0 lx	650 lx	0.043	0.028	WP24
Plano útil (03-Aula) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	365 lx (≥ 300 lx) ✓	8.36 lx	567 lx	0.023	0.015	WP25
Plano útil (04-Aula) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	321 lx (≥ 300 lx) ✓	1.52 lx	529 lx	0.005	0.003	WP26
Plano útil (06-Pasillo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	278 lx (≥ 100 lx) ✓	126 lx	453 lx	0.45	0.28	WP27
Plano útil (05-Aula) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	318 lx (≥ 300 lx) ✓	20.3 lx	528 lx	0.064	0.038	WP28
Plano útil (07-Gradas) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	0.38 lx (≥ 150 lx) ✗	0.00 lx	1.15 lx	0.00	0.00	WP29
Plano útil (Patio) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	224 lx (≥ 100 lx) ✓	66.3 lx	424 lx	0.30	0.16	WP30

Luz diurna

Propiedades	D_m	D_{\min}	D_{\max}	g_1	g_2	Índice
Superficie útil de cociente de luz diurna (01-Aula) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	5.708 %	1.909 %	8.678 %	-	-	DF1

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Superficie útil de cociente de luz diurna (02-Aula) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	3.922 %	1.869 %	6.701 %	-	-	DF2
Superficie útil de cociente de luz diurna (03-Aula) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	2.933 %	1.414 %	5.589 %	-	-	DF3
Superficie útil de cociente de luz diurna (04-Aula) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	1.399 %	0.321 %	4.369 %	-	-	DF4
Superficie útil de cociente de luz diurna (05-Aula) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	2.989 %	0.891 %	8.003 %	-	-	DF5
Superficie útil de cociente de luz diurna (06-Pasillo) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	0.090 %	0.070 %	0.110 %	-	-	DF6
Superficie útil de cociente de luz diurna (01-Aula) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	5.708 %	1.909 %	8.678 %	-	-	DF1
Superficie útil de cociente de luz diurna (02-Aula) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	3.922 %	1.869 %	6.701 %	-	-	DF2
Superficie útil de cociente de luz diurna (03-Aula) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	2.933 %	1.414 %	5.589 %	-	-	DF3
Superficie útil de cociente de luz diurna (04-Aula) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	1.399 %	0.321 %	4.369 %	-	-	DF4
Superficie útil de cociente de luz diurna (05-Aula) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	2.989 %	0.891 %	8.003 %	-	-	DF5
Superficie útil de cociente de luz diurna (06-Pasillo) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	0.090 %	0.070 %	0.110 %	-	-	DF6

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

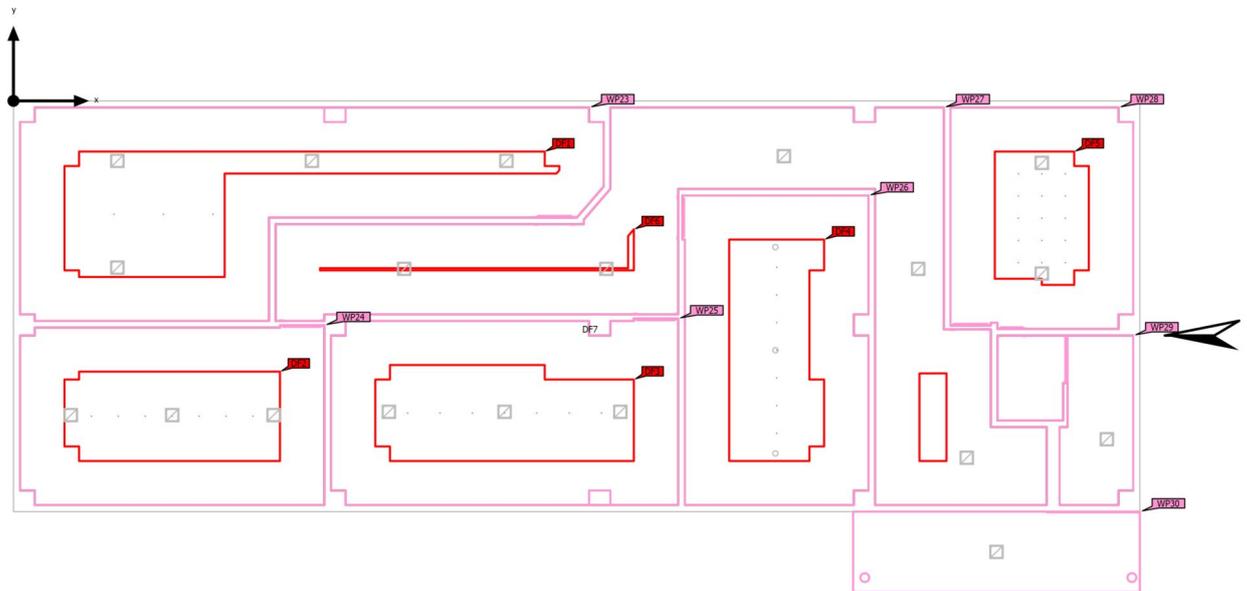
Objetos de cálculo

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo cubierto el 10/6/2022 a las 19:00 (hora de Colombia).

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escenas de luz para el cociente de luz)

Objetos de cálculo



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escenas de luz para el cociente de luz)

Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	g_1	g_2	Índice
Plano útil (01-Aula) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	1276 lx (≥ 300 lx) ✓	21.4 lx	5031 lx	0.017	0.004	WP23
Plano útil (02-Aula) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	891 lx (≥ 300 lx) ✓	22.7 lx	3117 lx	0.025	0.007	WP24
Plano útil (03-Aula) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	633 lx (≥ 300 lx) ✓	3.68 lx	2753 lx	0.006	0.001	WP25
Plano útil (04-Aula) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	363 lx (≥ 300 lx) ✓	22.0 lx	2381 lx	0.061	0.009	WP26
Plano útil (06-Pasillo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	419 lx (≥ 100 lx) ✓	4.85 lx	1821 lx	0.012	0.003	WP27
Plano útil (05-Aula) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	668 lx (≥ 300 lx) ✓	60.5 lx	2634 lx	0.091	0.023	WP28
Plano útil (07-Gradas) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	0.015 lx (≥ 150 lx) ✗	0.00 lx	0.046 lx	0.00	0.00	WP29
Plano útil (Patio) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	6.19 lx (≥ 100 lx) ✗	1.16 lx	10.3 lx	0.19	0.11	WP30

Luz diurna

Propiedades	D_m	D_{\min}	D_{\max}	g_1	g_2	Índice
Superficie útil de cociente de luz diurna (01-Aula) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	5.708 %	1.909 %	8.678 %	-	-	DF1

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escenas de luz para el cociente de luz)

Objetos de cálculo

Superficie útil de cociente de luz diurna (02-Aula) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	3.922 %	1.869 %	6.701 %	-	-	DF2
Superficie útil de cociente de luz diurna (03-Aula) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	2.933 %	1.414 %	5.589 %	-	-	DF3
Superficie útil de cociente de luz diurna (04-Aula) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	1.399 %	0.321 %	4.369 %	-	-	DF4
Superficie útil de cociente de luz diurna (05-Aula) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	2.989 %	0.891 %	8.003 %	-	-	DF5
Superficie útil de cociente de luz diurna (06-Pasillo) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	0.090 %	0.070 %	0.110 %	-	-	DF6
Superficie útil de cociente de luz diurna (01-Aula) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	5.708 %	1.909 %	8.678 %	-	-	DF1
Superficie útil de cociente de luz diurna (02-Aula) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	3.922 %	1.869 %	6.701 %	-	-	DF2
Superficie útil de cociente de luz diurna (03-Aula) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	2.933 %	1.414 %	5.589 %	-	-	DF3
Superficie útil de cociente de luz diurna (04-Aula) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	1.399 %	0.321 %	4.369 %	-	-	DF4
Superficie útil de cociente de luz diurna (05-Aula) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	2.989 %	0.891 %	8.003 %	-	-	DF5
Superficie útil de cociente de luz diurna (06-Pasillo) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	0.090 %	0.070 %	0.110 %	-	-	DF6

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escenas de luz para el cociente de luz)

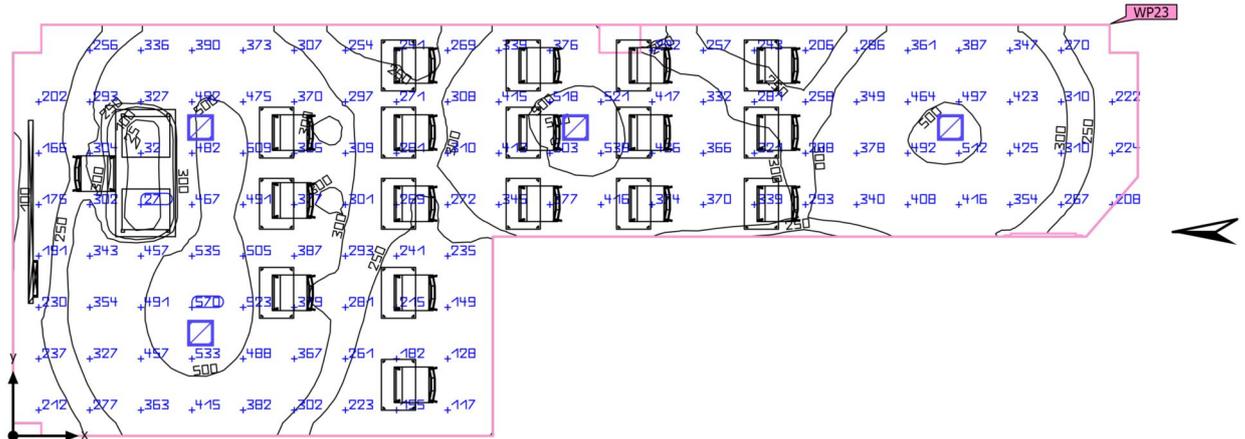
Objetos de cálculo

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo cubierto el 27/1/2023 a las 12:00 (hora de Colombia).

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · 01-Aula (Escena de luz 1)

Resumen



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · 01-Aula (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Luz diurna	D	5.708 %	-	-	DF1
Plano útil	$\bar{E}_{\text{perpendicular}}$	330 lx	≥ 300 lx	✓	WP23
	g1	0.067	-	-	WP23
Valores de consumo	Consumo	[190 - 320] kWh/a	máx. 1600 kWh/a	✓	
Local	Potencia específica de conexión	5.26 W/m ²	-	-	
		1.59 W/m ² /100 lx	-	-	

Perfil de uso: Instituciones de formación - Centros de formación, Aulas, salas de seminarios

Indicaciones para planificación:

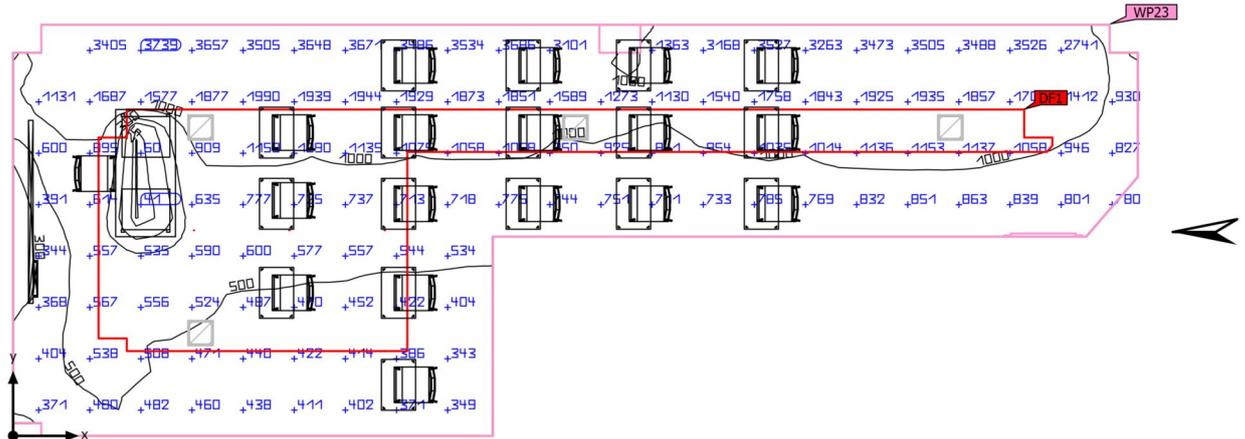
Proporción de luz diurna para Cielo cubierto el 10/6/2022 a las 19:00 (hora de Colombia). Las condiciones del entorno para "01-Aula" son limpio.

Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
4	MPE	FPL-3030/3C-RC	LED Dimmable and 3CCT big panel 20W	0.3x0.3m	60.0 W	5754 lm 95.9 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · 01-Aula (Escenas de luz para el cociente de luz)

Resumen



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · 01-Aula (Escenas de luz para el cociente de luz)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Luz diurna	D	5.708 %	-	-	DF1
Plano útil	$\bar{E}_{\text{perpendicular}}$	1276 lx	≥ 300 lx	✓	WP23
	g ₁	0.017	-	-	WP23
Valores de consumo	Consumo	0 kWh/a	máx. 1600 kWh/a	✓	
Local	Potencia específica de conexión	0.00 W/m ²	-	-	
		0.00 W/m ² /100 lx	-	-	

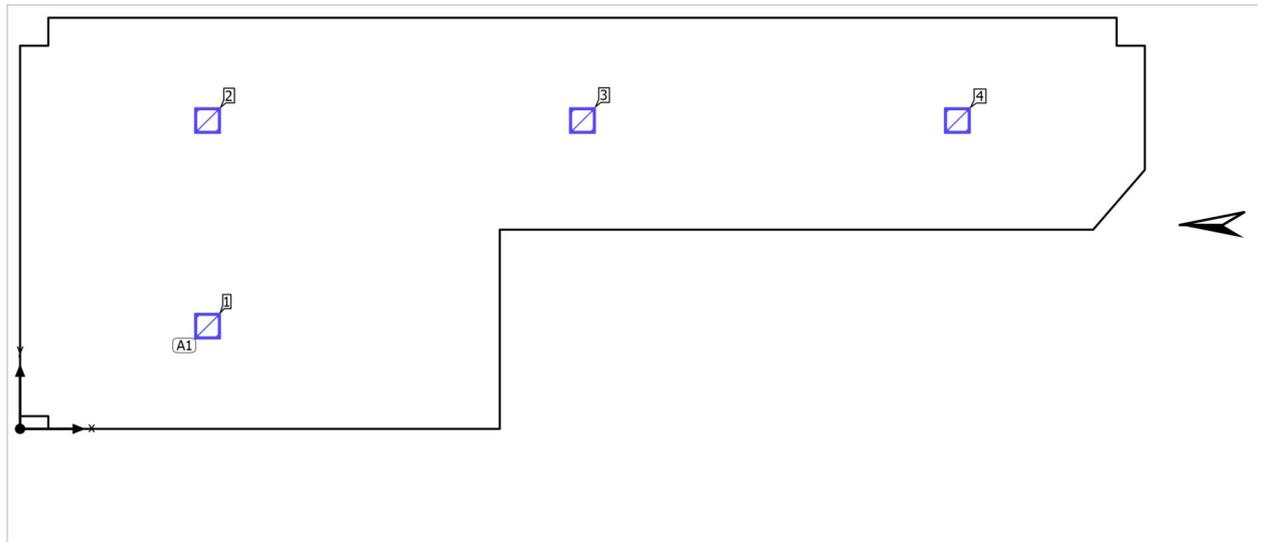
Perfil de uso: Instituciones de formación - Centros de formación, Aulas, salas de seminarios

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo cubierto el 27/1/2023 a las 12:00 (hora de Colombia). Las condiciones del entorno para "01-Aula" son limpio.

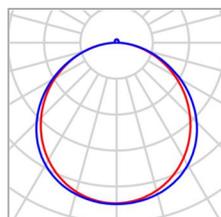
Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · 01-Aula

Plano de situación de luminarias



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · 01-Aula

Plano de situación de luminarias



Fabricante	MPE	P	60.0 W
Nº de artículo	FPL-3030/3C-RC	Φ _{Luminaria}	5754 lm
Nombre del artículo	LED Dimmable and 3CCT big panel 0.3x0.3m 20W		
Lámpara	1x FPL-3030/3C-RC-T, 1x FPL-3030/3C-RC-V, 1x FPL-3030/3C-RC-N		

4 x MPE LED Dimmable and 3CCT big panel 0.3x0.3m 20W

Tipo	Disposición en campo	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	2.193 m / 1.213 m / 2.797 m	2.193 m	1.213 m	2.797 m	1
Dirección X	3 Uni., Centro - centro, 4.387 m	2.193 m	3.638 m	2.797 m	2
		6.580 m	3.638 m	2.797 m	3
Dirección Y	2 Uni., Centro - centro, 2.425 m	10.967 m	3.638 m	2.797 m	4
Organización	A1				

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · 01-Aula

Lista de luminarias Φ_{total}

23016 lm

 P_{total}

240.0 W

Rendimiento lumínico

95.9 lm/W

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
4	MPE	FPL-3030/3C-RC	LED Dimmable and 3CCT big panel 0.3x0.3m 20W	60.0 W	5754 lm	95.9 lm/W

Anexo 11: Ficha técnica del tipo de lámpara LED dimerizable seleccionada para la implementación del sistema de control automático.



FluxGrid Recessed LED

2x2, 4500 Nominal Delivered Lumens, 80 CRI, 3500K, Diffuse

2x2, 4500 Nominal Delivered Lumens, 80 CRI, 3500K, Diffuse

Product data

General Information	
Color Temperature	3500K
CRI	80
Mounting	Recessed
Operating and Electrical	
Voltages	120/277/347/UNIV V
Mechanical and Housing	
Fixture Size	2 ft x 2 ft
Shape	Square

Initial Performance (IEC Compliant)	
Luminaire Lumens	4500
Product Data	
Order product name	2x2, 4500 Nominal Delivered Lumens, 80 CRI, 3500K, Diffuse
Commercial Code	2FGG45L835-2-D-UNV-DIM
Order code	2FGG45L835-2-D-UNV-DIM
Catalog Number Description	2x2, 4500 Nominal Delivered Lumens, 80 CRI, 3500K, Diffuse
Service / Spec Smart	Service Smart (2 Days) USA
Material Nr. (12NC)	DAY70000475

Anexo 12: Ficha técnica del sensor e-multisensor 0-10V, sensor de movimiento y de iluminación para encendido y apagado de las lámparas y regulación de la iluminación.

e-Multisensor 0-10V

Detector de movimiento y sensor de luminosidad para aplicaciones de ahorro energético con sistemas de control

Referencia de producto: MS.602000-000

e-Multisensor 0-10V es un multisensor para montaje en techo diseñado para aplicaciones de ahorro energético en interior de edificios, que incluye un sensor de movimiento de alta sensibilidad para detección de ocupación y un sensor de luminosidad para medida de luminosidad.

El producto está pensado para activar o desactivar automáticamente las luces y la climatización en función de la ocupación en la zona, y proporciona el nivel de luminosidad aportado por la luz natural incidente en el edificio y la luz artificial aportada por las luminarias.

Descripción del producto

e-Multisensor 0-10V es un producto basado en un preciso sensor de movimiento que permite detectar la ocupación de personas en movimiento en su área de detección, proporcionando una señal de ocupación que permite actuar directamente o a través de un sistema de control sobre la iluminación y climatización, con el objetivo de activar/desactivar su estado automáticamente. El equipo también incluye un sensor de luminosidad que mide el nivel de luz de la zona y proporciona su valor a través de una salida analógica para su gestión a través de un sistema de control.

La señal de ocupación del sensor de movimiento es digital tipo relé libre de potencial que dispone de terminales NA/C/NC y que cambia de estado cuando se detecta movimiento en la zona, permaneciendo en ese estado hasta que expira un

tiempo predefinido ajustable por el instalador. El tiempo de permanencia puede ajustarse entre 1 segundo y 50 minutos, y la resolución de la escala de tiempo depende de la posición del potenciómetro (ver características técnicas).

La señal analógica del sensor de luminosidad es una salida de tensión estándar 0-10V, diseñada para poder conectarse a una entrada analógica de un sistema de control para controlar el nivel de luminosidad de la zona, y ajustar la luz al nivel predefinido, ahorrando la máxima energía posible.

El producto está diseñado para ser instalado empotrado en un falso techo de una zona como oficinas, habitaciones, pasillos, etc, y puede ser utilizado en diferentes mercados como hoteles, edificios comerciales, edificios de oficinas, industria, etc.

Descripción funcional

Sensor de Movimiento

En estado de reposo, la salida relé se encuentra en la posición NA-C. Cuando se detecta un movimiento en el área de detección, la salida relé cambia su estado cerrando el contacto a la posición NC-C durante un tiempo predefinido por el temporizador. Pasado este tiempo el relé cambia de nuevo su estado a la posición inicial NA-C. El contador de tiempo se inicializa cada vez que se detecta un nuevo movimiento. Por defecto el potenciómetro viene preconfigurado a 7 minutos (aprox).

Cuando se aplica tensión al equipo el sensor de movimiento tarda 40 segundos en estabilizarse. Durante este tiempo el equipo detecta movimiento y el relé se encuentra en su posición NA-C hasta el que el sensor de movimiento se estabiliza.

Sensor de luminosidad

El sensor de luminosidad mide el nivel de luz incidente en un área definida por el diagrama de radiación del sensor y proporciona la información a través de la salida analógica de tensión 0-10V. La salida de tensión proporcionada es una señal lineal respecto al nivel de luz medido.

Cuando se aplica tensión al equipo la salida del sensor de luminosidad tarda 100 mSeg en estabilizarse.

Indicador Led

El indicador Led es una luz roja que parpadea cada vez que el sensor de movimiento detecta una variación. Cuando se detecta movimiento el Led se activa y vuelve a su estado de reposo desactivado cuando la detección de movimiento finaliza. El indicador led de detección de movimiento puede

activarse/desactivarse utilizando el pulsador (ver sección del pulsador). Por defecto el indicador Led se encuentra activado. Cuando se ajusta el potenciómetro, el indicador Led parpadea cada vez que se incrementa o decremente el tiempo ajustado. Se debe tener en cuenta que el parpadeo del Led por detección de movimiento no se anula cuando se está ajustando el potenciómetro.

Pulsador

El pulsador se utiliza para testear la salida relé y para activar/desactivar el indicador Led:

1) Una pulsación corta activa la salida relé durante 5 segundos, con el objetivo de comprobar su correcto funcionamiento. Pasado este tiempo el relé vuelve a su posición inicial NC-C. Cuando se pulsa el botón el Led parpadea indicando que el botón se ha pulsado y la salida relé se ha activado.

2) Una pulsación larga activa/desactiva la función de parpadeo por detección de movimiento. Al pulsar el botón, el Led se activa hasta que la función de activación/desactivación cambia su estado, para pasar posteriormente a apagado, pudiendo en este momento soltar el botón.

Potenciómetro

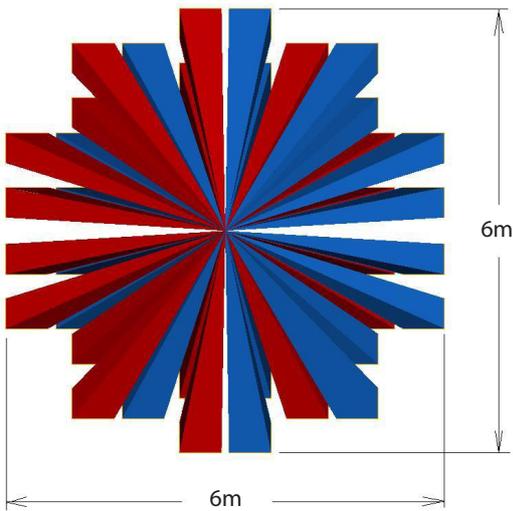
La duración de tiempo que está el relé activado se puede ajustar a través de un potenciómetro situado en la parte posterior del equipo. La resolución de tiempo varía en función de la posición del potenciómetro (ver apartado Características Técnicas).



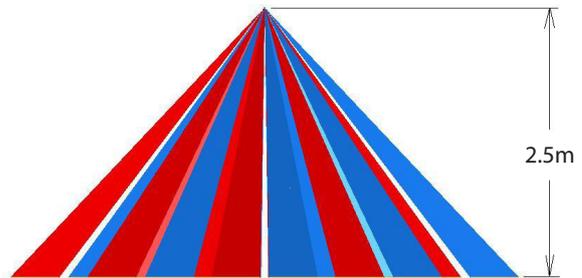
Hoja de instrucciones

Sensor de movimiento. Diagrama de detección

Vista en planta
(instalado a 2,5 mts de altura)

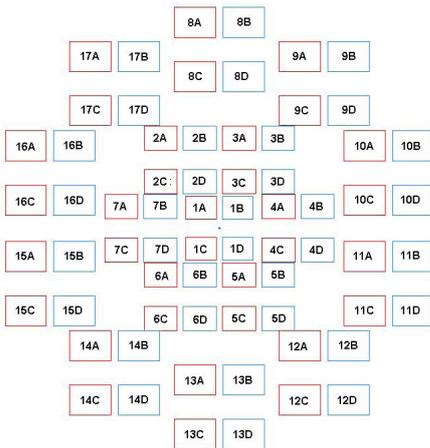


Vista lateral



Sensor de movimiento. Diagrama de detección de la zona

Vista en planta
(instalado a 2,5 mts de altura)

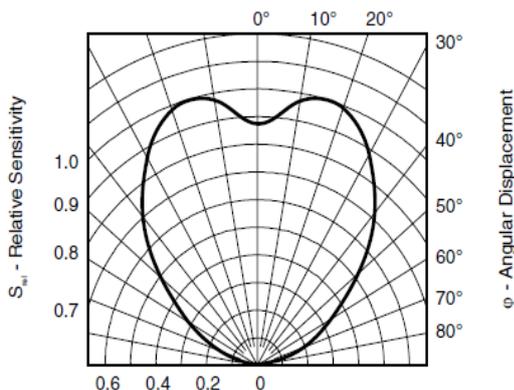


El diagrama de detección muestra el patrón de radiación del sensor de movimiento infrarrojo PIR, basado en 17 lentes que proporcionan un mecanismo altamente preciso de detección, formado por 68 zonas de detección.

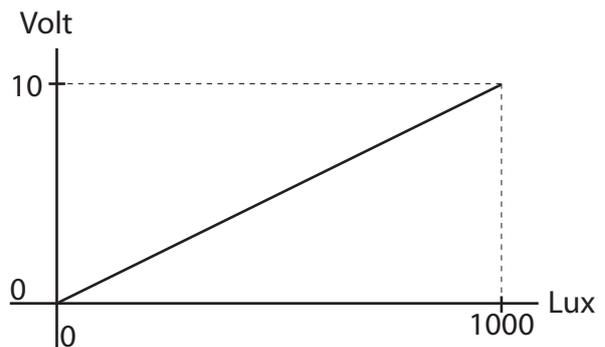
La separación nominal de zonas entre celdas es de 15 cm y la máxima zona de separación es de 40 cm (a 2mts de distancia desde el sensor).

Sensor de luminosidad

Patrón de sensibilidad

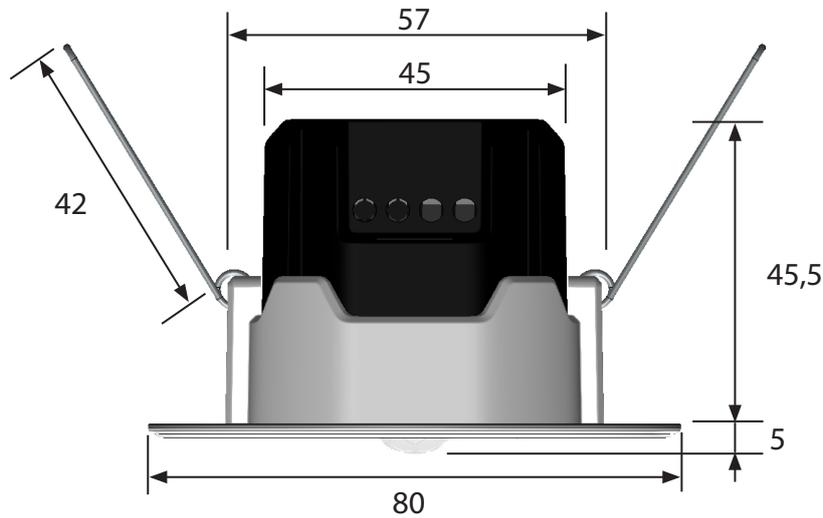


Tensión de salida respecto nivel de luz medido



INS0011508000-1

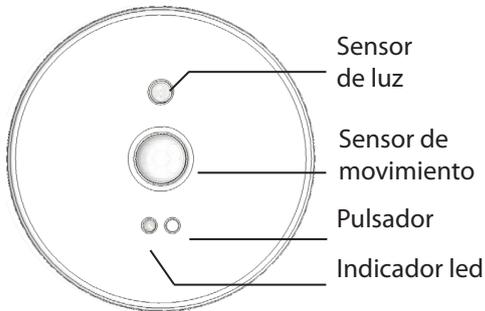
Dimensiones



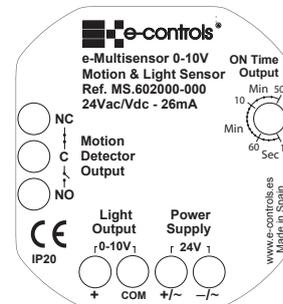
Dimensiones en mm

Descripción mecánica

Vista frontal



Vista posterior



(*) Gráfico no a escala

Instrucciones de montaje

El dispositivo dispone de una envoltura para montar empotrado en un falso techo.

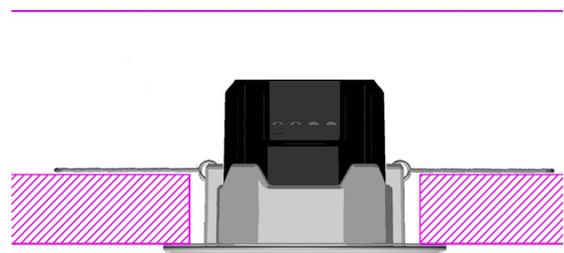
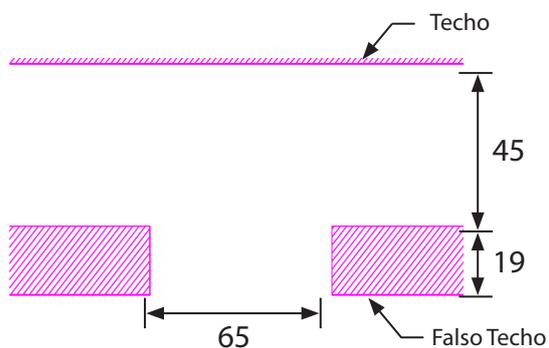
Instrucciones para la instalación del equipo:

- 1) Practicar un agujero de 65mm de diámetro en el falso techo.
- 2) Conectar los cables eléctricos en los terminales correspondientes:
 - Conectar la tensión de alimentación en los terminales +/~ -/~. Respetar la polaridad cuando se conecta una tensión continua.
 - El sensor de movimiento dispone de los terminales NA-C-NC. C es el terminal común. NC es el terminal Normalmente Cerrado, NA es Normalmente Abierto. Conectar según las necesidades del sistema control.
 - Conectar la salida del sensor de luminosidad respetando la polaridad. + es la salida de señal, COM es la tensión de referencia.
- 3) Ajustar el potenciómetro de tiempo de relé activo en la parte posterior del equipo, al valor de tiempo deseado.
- 4) Forzar los clips a la posición vertical respecto al frontal e insertar el equipo en el agujero practicado en el techo, soltando los clips una vez el equipo esté encajado (ver figura).

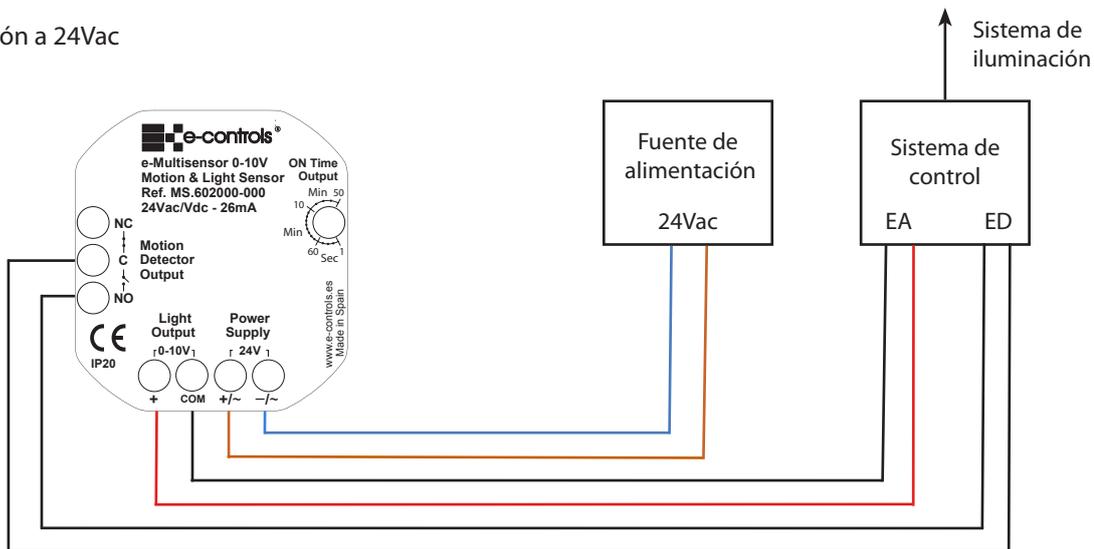
- 5) Aplicar tensión al equipo. Comprobar el correcto funcionamiento del relé realizando una pulsación breve sobre el pulsador frontal. Comprobar el funcionamiento de la salida 0-10V tapando el sensor de luminosidad y verificando que la salida cambia de valor.

Precauciones:

- Evitar la radiación de luz directa sobre el dispositivo.
- Desconectar el dispositivo de la tensión de alimentación antes de montar o mover el sensor.
- No dejar los cables pelados o arrollados alrededor del equipo.
- No conectar el dispositivo con las manos húmedas.
- No abrir o agujerear el producto.
- Mantener el dispositivo y los cables lejos de la humedad y el polvo.
- Limpiar el frontal del equipo con un paño ligeramente humedecido con agua.

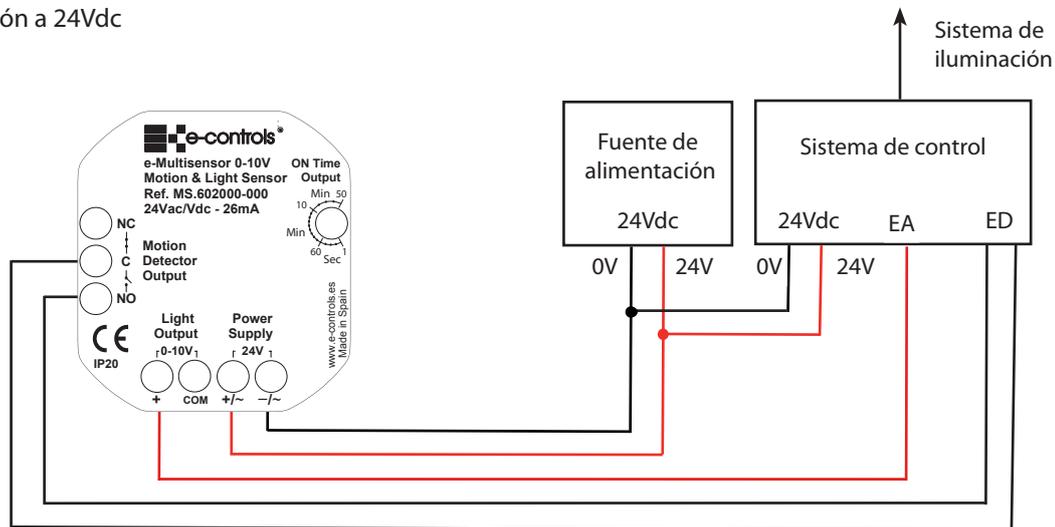


1- Alimentación a 24Vac



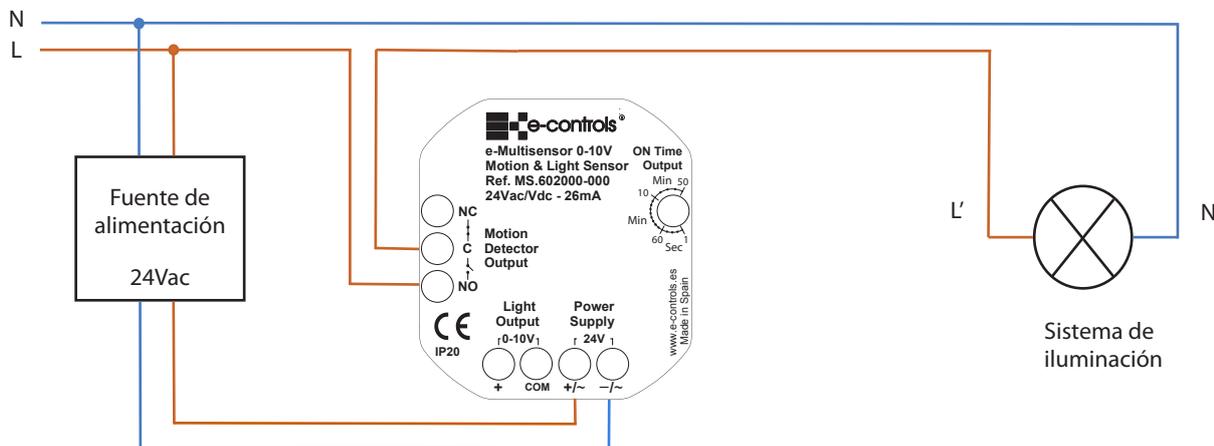
Entrada de señales: EA: Entrada analógica (0-10V)
EI: Entrada digital (para contactos secos)

2- Alimentación a 24Vdc



Entrada de señales: EA: Entrada analógica (0-10V)
EI: Entrada digital (para contactos secos)

3- Control de iluminación directa ON/OFF (detección de movimiento)



INS0011508000-1

Características Técnicas

Alimentación

Tensión de funcionamiento 24Vdc/24Vac - 50-60 Hz
Corriente de funcionamiento (nominal) 26 mA

Sensor de movimiento (EM1)

Tecnología PIR (Infrarrojo)
Numero de elementos piroeléctricos. 4
Numero de zonas de detección 68
Angulo de detección (X, Y) +/- 50°
Rango de detección (a 2,5mts del suelo). 6 metros (20 pies)
Maximum detection distance 8 metros (26 pies)
Diagrama de detección Ver fig. 1
Señal de salida Relé (ver Salidas)

Sensor de luminosidad (EL1)

Tipo de sensor Fototransistor de silicio de radiación visible

Rango de detección. 5 to 1000 lux
Ancho de banda espectral 400 to 800 nm
Longitud de onda de sensibilidad máxima 570nm
Diagrama de sensibilidad Ver fig. 1
Señal de salida Analógica 0-10V (ver Salidas)

Salida sensor de movimiento (SR1)

Tipo de salida. Relé
Contactos de salida Libres de potencial
Tensión máxima de salida 250Vac
Corriente máxima (carga resistiva a 250Vac) 5 Amp
Tiempo de activación. Ajustable por potenciómetro
Terminales NO-C-NC
(Normalmente abierto - Común - Normalmente Cerrado)

Salida sensor Luminosidad (SL1)

Tipo de salida Analógica
Tensión de salida 0 a10V
Impedancia de carga $\geq 1K\Omega$
Diagrama tensión/lux Ver fig. 2
Señal de salida Lineal
Terminales. +, COM
(Señal de salida, Común)

Indicador Led (L1)

Color Rojo
Indicación Por detección movimiento
Por movimiento potenciómetro
Por pulsación del botón

Pulsador (P1)

Pulsación corta. Activa salida relé (5 seg)
Pulsación larga Habilita/Desahabilita Led detección movimiento

Tiempo relé activo (PT1)

Configuración Por potenciómetro
Ajuste de tiempo 1 Seg a 50 min
Resolución de ajuste De 1 Seg a 60 seg: 1 seg
De 1 min a 10 min: 5 seg
De 10 min a 50 min: 30 seg

Instalación Mecánica

Instalación. Empotrable en falso techo
Fijación. 2 muelles metálicos
Diámetro agujero 65 mm
Espesor máximo falso techo 19 mm
Espacio disponible falso techo 45 mm

Características mecánicas

Dimensiones 80x50mm (ØxH)
Peso. 80 gr
Color (frontal). RAL 9016
Material caja empotrable PP
Terminales Screw type
Sección cable. 0,5 mm² - 2,5 mm² (14 AWG)

Temperatura

Funcionamiento 0°C to +50°C (32°F to 104°F)
Almacenamiento -20°C to +85°C (-4°F to +185°F)

Humedad (sin condensación)

Funcionamiento 10% to 90% RH at 50°C
Almacenamiento 95% RH at 50°C

Estándares de la familia de producto

Controles eléctricos automáticos para viviendas y otros usos.
Requerimientos generales. EN 60730-1

Conformidad CE

Directiva de Baja Tensión 2006/95/EC
Directiva de Compatibilidad Electromagnética 2004/108/EC
Marcado CE

Seguridad

Estándar EN 60730-1
Protección IEC Class III
Nivel de protección ambiental IP20

EMC

Emisiones EN 61000-6-3
Inmunidad EN 61000-6-1

NOTAS

- 1) El dispositivo no está diseñado para formar parte de un sistema de seguridad.
- 2) Alejar el producto de fuentes de calor próximas

Referencia de producto

e-Multisensor 0-10V, (Salida Relé + Salida Analógica 0-10V) Detector de movimiento y sensor de luminosidad MS.602000-000

Productos relacionados

e-Multisensor Lon TP/FT-10, Sensor de movimiento y luminosidad LonWorks par trenzado TP/FT-10 MS.622000-000
e-Multisensor Lon PowerLine, Sensor de movimiento y luminosidad LonWorks PowerLine. MS.512000-000

INS0011508000-1

El envoltorio de este producto se considera un contenedor industrial, siendo el receptor un profesional
El fabricante no se responsabiliza del uso o instalación incorrecta del producto
Documento sujeto a cambios sin previo aviso



Anexo 13: Tabla de consumo energético actual

Horas de consumo energético del bloque 3 de la FEIRNNR																												
Ambiente	código	Cantidad de lámparas	Potencia unitaria (W)	Potencia total x Aula (W)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
					PLANTA BAJA	Sala de telecomunicaciones	(A-3-1-1)	2	110																			
Aula	(A-3-1-2)	5	(36x4) -(9x1)																									
Aula	(A-3-1-3)	3	(80x1) -(36x2)																									
Aula	(A-3-1-4)	2	80																									
Aula	(A-3-1-5)	3	80																									
Pasillo Planta baja	*	9	(80x3) -(9x6)																									
PRIMERA PLANTA ALTA	Sala de profesores	(A-3-2-1)	3	80																								
	Aula	(A-3-2-2)	8	80																								
	Aula	(A-3-2-3)	8	80																								
	Aula	(A-3-2-4)	10	80																								
	SSHH	(A-3-2-B1)	3	80																								
	Pasillo primera planta alta	*	6	(80x5) -(9x1)																								
SEGUNDA PLANTA ALTA	Sala de profesores	(A-3-3-1)	3	80																								
	Aula	(A-3-3-2)	8	80																								
	Aula	(A-3-3-3)	8	80																								
	Aula	(A-3-3-4)	10	80																								
	SSHH	(A-3-3-B1)	3	80																								
	Pasillo segunda planta alta	*	6	(80x5) -(9x1)																								

Consumo eléctrico actual del bloque 3 de la FEIRNNR en un día																													
Ambiente	código	Cantidad de lámparas	Potencia unitaria (W)	Potencia total x Aula (W)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Total (Wh)
Sala de telecomunicaciones	(A-3-1-1)	2	110	220	0	0	0	0	0	0	0	220	220	220	220	220	0	220	220	220	220	220	220	220	220	220	0	0	3080
Aula	(A-3-1-2)	5	(36x4) -(9x1)	153	0	0	0	0	0	0	0	153	153	153	153	153	0	153	153	153	153	153	153	153	153	153	0	0	2142
Aula	(A-3-1-3)	3	(80x1) -(36x2)	152	0	0	0	0	0	0	0	152	152	152	152	152	0	0	0	152	152	152	152	152	152	152	0	0	1824
Aula	(A-3-1-4)	2	80	160	0	0	0	0	0	0	0	160	160	160	160	160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	800
Aula	(A-3-1-5)	3	80	240	0	0	0	0	0	0	0	240	240	240	240	240	0	0	0	0	240	240	240	240	240	240	0	0	2880
Pasillo Planta baja	*	9	(80x3) -(9x6)	294	0	0	0	0	0	0	0	294	294	294	294	294	0	294	294	294	294	294	294	294	294	294	0	0	4116
Sala de profesores	(A-3-2-1)	3	80	240	0	0	0	0	0	0	0	240	240	240	240	240	0	240	240	240	240	240	240	240	240	240	0	0	3360
Aula	(A-3-2-2)	8	80	640	0	0	0	0	0	0	0	640	640	640	640	640	0	0	0	640	640	640	640	640	640	640	0	0	7680
Aula	(A-3-2-3)	8	80	640	0	0	0	0	0	0	0	640	640	640	640	640	0	0	0	640	640	640	640	640	640	640	0	0	7680
Aula	(A-3-2-4)	10	80	800	0	0	0	0	0	0	0	800	800	800	800	800	800	800	0	0	800	800	800	800	800	800	0	0	10400
SSHH	(A-3-2-B1)	3	80	240	0	0	0	0	0	0	0	240	240	240	240	240	0	240	240	240	240	240	240	240	240	240	0	0	3360
Pasillo primera planta alta	*	6	(80x5) -(9x1)	409	0	0	0	0	0	0	0	409	409	409	409	409	0	409	409	409	409	409	409	409	409	409	0	0	5726
Sala de profesores	(A-3-3-1)	3	80	240	0	0	0	0	0	0	0	240	240	240	240	240	0	240	240	240	240	240	240	240	240	240	0	0	3360
Aula	(A-3-3-2)	8	80	640	0	0	0	0	0	0	0	640	640	640	640	640	0	640	640	640	640	640	640	640	640	640	0	0	8960
Aula	(A-3-3-3)	8	80	640	0	0	0	0	0	0	0	640	640	640	640	640	0	0	0	640	640	640	640	640	640	640	0	0	7680
Aula	(A-3-3-4)	10	80	800	0	0	0	0	0	0	0	800	800	800	800	800	0	0	0	800	800	800	800	800	800	800	0	0	9600
SSHH	(A-3-3-B1)	3	80	240	0	0	0	0	0	0	0	240	240	240	240	240	0	240	240	240	240	240	240	240	240	240	0	0	3360
Pasillo segunda planta alta	*	6	(80x5) -(9x1)	409	0	0	0	0	0	0	0	409	409	409	409	409	0	409	409	409	409	409	409	409	409	409	0	0	5726
				7157	0	0	0	0	0	0	0	7157	7157	7157	7157	7157	800	3085	3085	6997	6997	6997	6997	6997	6997	6997	0	0	91734
																													Consumo total (Wh/día)

Anexo 14: Porcentaje de luz natural que aporta a la edificación en cada ambiente

			LUZ NATURAL HORAS DE TRABAJO CON PROPUESTA DE ARQUITECTURA SOSTENIBLE DEL BLOQUE 3 DE LA FEIRNNR (Lux)														
	Ambiente	código	Artificial	7am	8am	9am	10am	11am	13pm	14pm	15pm	16pm	17pm	18pm	19pm	20pm	21pm
PLANTA BAJA	Sala de telecomunicaciones	(A-3-1-1)	318	111	267	404	513	587	610	558	467	344	197	35,6	0	0	0
	Aula	(A-3-1-2)	330	211	509	771	980	1120	1164	1065	892	657	376	67,9	0	0	0
	Aula	(A-3-1-3)	365	105	253	383	486	555	577	528	442	326	186	33,7	0	0	0
	Aula	(A-3-1-4)	321	59,9	144	219	278	318	330	302	253	186	106	19,3	0	0	0
	Aula	(A-3-1-5)	415	147	355	538	648	782	812	743	622	458	262	47,4	0	0	0
	Pasillo Planta baja	*	278	69,4	167	253	322	368	383	350	293	216	123	22,3	0	0	0
PRIMERA PLANTA ALTA	Sala de profesores	(A-3-2-1)	308	166	401	607	771	882	916	838	702	517	296	53,5	0	0	0
	Aula	(A-3-2-2)	344	91,9	222	336	426	487	506	463	388	286	163	29,6	0	0	0
	Aula	(A-3-2-3)	367	99,4	240	363	461	527	548	501	420	309	177	32	0	0	0
	Aula	(A-3-2-4)	425	148	358	542	688	786	817	748	626	461	264	47,7	0	0	0
	SSHH	(A-3-2-B1)	346	57,9	139	211	268	307	319	292	244	180	103	18,6	0	0	0
	Pasillo primera planta alta	*	274	4,65	11,2	17	21,5	24,6	25,6	23,4	19,6	20,6	8,26	1,49	0	0	0
SEGUNDA PLANTA ALTA	Sala de profesores	(A-3-3-1)	312	166	401	608	772	883	917	839	703	517	296	53,5	0	0	0
	Aula	(A-3-3-2)	336	91,5	221	334	425	485	505	461	386	285	163	29,4	0	0	0
	Aula	(A-3-3-3)	360	96,3	232	352	447	511	531	485	407	299	171	31	0	0	0
	Aula	(A-3-3-4)	430	141	341	516	656	750	779	713	597	440	251	45,5	0	0	0
	SSHH	(A-3-3-B1)	346	58	140	212	269	307	319	292	245	180	103	18,6	0	0	0
	Pasillo segunda planta alta	*	273	3,8	9,16	13,9	17,7	20,2	20,9	19,2	17,3	11,8	6,76	1,22	0	0	0

			Luz artificial que se requiere para cumplir la norma UNE 12464-1 (lux)															
	Ambiente	código	Artificial	7am	8am	9am	10am	11am	13pm	14pm	15pm	16pm	17pm	18pm	19pm	20pm	21pm	
PLANTA BAJA	Sala de telecomunicaciones	(A-3-1-1)	318	189	33	0	0	0	0	0	0	0	103	264,4	40	40	40	
	Aula	(A-3-1-2)	330	89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	232,1	80	80	80	
	Aula	(A-3-1-3)	365	195	47	0	0	0	0	0	0	0	114	266,3	60	60	60	
	Aula	(A-3-1-4)	321	240,1	156	81	22	0	0	0	0	47	114	194	280,7	60	60	60
	Aula	(A-3-1-5)	415	153	0	0	0	0	0	0	0	0	38	252,6	60	60	60	
	Pasillo Planta baja	*	278	30,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77,7	120	120	120	
PRIMERA PLANTA ALTA	Sala de profesores	(A-3-2-1)	308	134	0	0	0	0	0	0	0	0	4	246,5	40	40	40	
	Aula	(A-3-2-2)	344	208,1	78	0	0	0	0	0	0	14	137	270,4	60	60	60	
	Aula	(A-3-2-3)	367	200,6	60	0	0	0	0	0	0	0	123	268	60	60	60	
	Aula	(A-3-2-4)	425	152	0	0	0	0	0	0	0	0	36	252,3	120	120	120	
	SSHH	(A-3-2-B1)	346	142,1	61	0	0	0	0	0	0	20	97	181,4	60	60	60	
	Pasillo primera planta alta	*	274	95,35	88,8	83	78,5	75,4	74,4	76,6	80,4	79,4	91,74	98,51	100	100	100	
SEGUNDA PLANTA ALTA	Sala de profesores	(A-3-3-1)	312	134	0	0	0	0	0	0	0	0	4	246,5	40	40	40	
	Aula	(A-3-3-2)	336	208,5	79	0	0	0	0	0	0	15	137	270,6	60	60	60	
	Aula	(A-3-3-3)	360	203,7	68	0	0	0	0	0	0	1	129	269	60	60	60	
	Aula	(A-3-3-4)	430	159	0	0	0	0	0	0	0	0	49	254,5	120	120	120	
	SSHH	(A-3-3-B1)	346	142	60	0	0	0	0	0	0	20	97	181,4	60	60	60	
	Pasillo segunda planta alta	*	273	96,2	90,84	86,1	82,3	79,8	79,1	80,8	82,7	88,2	93,24	98,78	100	100	100	

Anexo 15: Porcentaje de potencia que debe ajustar en cada ambiente con luz artificial y el consumo energético con la propuesta.

			Porcentaje de luz artificial que se requiere para cumplir la norma UNE 12464-1 (%)														
Ambiente	código	Artificial	7am	8am	9am	10am	11am	13pm	14pm	15pm	16pm	17pm	18pm	19pm	20pm	21pm	
PLANTA BAJA	Sala de telecomunicaciones	(A-3-1-1)	318	59,43	10,37	0	0	0	0	0	0	32,38	83,14	100	100	100	
	Aula	(A-3-1-2)	330	26,97	0	0	0	0	0	0	0	0	70,33	100	100	100	
	Aula	(A-3-1-3)	365	53,42	12,87	0	0	0	0	0	0	31,23	72,96	100	100	100	
	Aula	(A-3-1-4)	321	74,79	48,6	25,23	6,85	0	0	0	14,64	35,51	60,43	87,44	100	100	100
	Aula	(A-3-1-5)	415	36,86	0	0	0	0	0	0	0	9,16	60,87	100	100	100	
	Pasillo Planta baja	*	278	11	0	0	0	0	0	0	0	0	27,95	100	100	100	
PRIMERA PLANTA ALTA	Sala de profesores	(A-3-2-1)	308	43,5	0	0	0	0	0	0	0	1,3	80,03	100	100	100	
	Aula	(A-3-2-2)	344	60,49	22,67	0	0	0	0	0	4,07	39,83	78,6	100	100	100	
	Aula	(A-3-2-3)	367	54,65	16,35	0	0	0	0	0	0	33,51	73,02	100	100	100	
	Aula	(A-3-2-4)	425	35,76	0	0	0	0	0	0	0	8,47	59,36	100	100	100	
	SSHH	(A-3-2-B1)	346	41,07	17,63	0	0	0	0	0	5,78	28,03	52,43	100	100	100	
	Pasillo primera planta alta	*	274	34,8	32,4	30,29	28,64	27,52	27,15	27,96	29,34	28,97	33,48	35,95	100	100	100
SEGUNDA PLANTA ALTA	Sala de profesores	(A-3-3-1)	312	42,94	0	0	0	0	0	0	0	1,28	79,01	100	100	100	
	Aula	(A-3-3-2)	336	62,05	23,51	0	0	0	0	0	4,46	40,77	80,54	100	100	100	
	Aula	(A-3-3-3)	360	56,58	18,89	0	0	0	0	0	0,28	35,83	74,72	100	100	100	
	Aula	(A-3-3-4)	430	36,98	0	0	0	0	0	0	0	11,4	59,18	100	100	100	
	SSHH	(A-3-3-B1)	346	41,04	17,34	0	0	0	0	0	5,78	28,03	52,43	100	100	100	
	Pasillo segunda planta alta	*	273	35,24	33,27	31,54	30,15	29,23	28,97	29,6	30,29	32,3	34,15	36,18	100	100	100

Consumo eléctrico de la propuesta en el bloque 3 de la FEIRNRR																														
Ambiente	código	Cantidad de lámparas	Potencia unitaria (W)	Potencia total x Aula (W)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Total (Wh)	
PLANTA BAJA	Sala de telecomunicaciones	(A-3-1-1)	2	20	40	0	0	0	0	0	0	23,77	4,14	0	0	0	0	0	0	0	0	71,23	182,9	40	40	40	0	0	402,04	
	Aula	(A-3-1-2)	4	20	80	0	0	0	0	0	0	21,57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	107,6	80	80	80	0	0	369,17	
	Aula	(A-3-1-3)	3	20	60	0	0	0	0	0	0	81,19	19,56	0	0	0	0	0	0	0	0	47,46	110,89	60	60	60	0	0	439,1	
	Aula	(A-3-1-4)	3	20	60	0	0	0	0	0	0	119,7	77,76	40,36	10,96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	248,74	
	Aula	(A-3-1-5)	3	20	60	0	0	0	0	0	0	88,46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21,98	146,08	60	60	60	0	0	436,52	
	Pasillo Planta baja	*	6	20	120	0	0	0	0	0	0	32,34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	82,17	120	120	120	0	0	474,51	
PRIMERA PLANTA ALTA	Sala de profesores	(A-3-2-1)	2	20	40	0	0	0	0	0	0	104,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,12	192,07	40	40	40	0	0	419,59	
	Aula	(A-3-2-2)	3	20	60	0	0	0	0	0	0	387,1	145,1	0	0	0	0	0	0	0	26,048	254,9	503,04	60	60	60	0	0	1496,208	
	Aula	(A-3-2-3)	3	20	60	0	0	0	0	0	0	349,8	104,6	0	0	0	0	0	0	0	0	214,5	467,32	60	60	60	0	0	1316,18	
	Aula	(A-3-2-4)	6	20	120	0	0	0	0	0	0	286,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67,76	474,88	120	120	120	0	0	1188,72	
	SSHH	(A-3-2-B1)	3	20	60	0	0	0	0	0	0	98,56	56,42	0	0	0	0	0	0	0	0	13,87	67,27	125,83	60	60	60	0	0	541,952
	Pasillo primera planta alta	*	5	20	100	0	0	0	0	0	0	142,3	77,26	123,9	117,1	112,6	0	111,04	114,4	120	118,48	136,9	147,03	100	100	100	0	0	1620,9832	
SEGUNDA PLANTA ALTA	Sala de profesores	(A-3-3-1)	2	20	40	0	0	0	0	0	0	103,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,07	189,62	40	40	40	0	0	415,746	
	Aula	(A-3-3-2)	3	20	60	0	0	0	0	0	0	397,1	0	0	0	0	0	0	0	0	28,54	260,9	515,45	60	60	60	0	0	1382,03	
	Aula	(A-3-3-3)	3	20	60	0	0	0	0	0	0	362,1	120,9	0	0	0	0	0	0	0	1,79	229,3	474,88	60	60	60	0	0	1368,98	
	Aula	(A-3-3-4)	6	20	120	0	0	0	0	0	0	295,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	91,2	473,44	120	120	120	0	0	1220,48	
	SSHH	(A-3-3-B1)	3	20	60	0	0	0	0	0	0	98,49	41,61	0	0	0	0	0	0	0	0	13,87	67,27	125,83	60	60	60	0	0	527,07
	Pasillo segunda planta alta	*	5	20	100	0	0	0	0	0	0	144,1	136,1	129	123,3	119,6	0	118,48	121,1	123,88	132,11	139,7	147,97	100	100	100	0	0	1616,737	
					1300	0	0	0	0	0	0	3136	783,4	293,2	251,4	232,1	0	111,04	235,4	243,88	334,71	1677	4467	1240	1240	1240	0	0	15484,7562	

Anexo 16: Horarios de clase del bloque 3, de la mañana y de la tarde de las diferentes carreras que reciben clases en el mismo.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES

FECHA IMPRESIÓN

2022-10-13 18H:53M:51S

CARRERA COMPUTACIÓN - PRESENCIAL
CICLO/MÓDULO 1 - PARALELO A

					AULA
					A421
Jornada	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
07:30:00	Matemáticas Discretas Salcedo Lopez Franco Hernan	Teoría de la Programación Chamba Zaragocin Wilman Patricio	Álgebra Lineal Navas Castellanos Andres Roberto	Electricidad Iñiguez Pineda Cesar Fernando	Electricidad Iñiguez Pineda Cesar Fernando
08:30:00	Matemáticas Discretas Salcedo Lopez Franco Hernan	Teoría de la Programación Chamba Zaragocin Wilman Patricio	Álgebra Lineal Navas Castellanos Andres Roberto	Electricidad Iñiguez Pineda Cesar Fernando	Electricidad Iñiguez Pineda Cesar Fernando
09:30:00	Matemáticas Discretas Salcedo Lopez Franco Hernan	Teoría de la Programación Chamba Zaragocin Wilman Patricio	Álgebra Lineal Navas Castellanos Andres Roberto	Electricidad Iñiguez Pineda Cesar Fernando	Electricidad Iñiguez Pineda Cesar Fernando
10:30:00	Teoría de la Programación Chamba Zaragocin Wilman Patricio	Álgebra Lineal Navas Castellanos Andres Roberto	Teoría de la Programación Chamba Zaragocin Wilman Patricio	Electricidad Iñiguez Pineda Cesar Fernando	Matemáticas Discretas Salcedo Lopez Franco Hernan
11:30:00	Teoría de la Programación Chamba Zaragocin Wilman Patricio	Álgebra Lineal Navas Castellanos Andres Roberto	Teoría de la Programación Chamba Zaragocin Wilman Patricio	Comunicación y Redacción Técnica Naranjo Ruiz Ximena Yadira	Matemáticas Discretas Salcedo Lopez Franco Hernan
12:30:00	Teoría de la Programación Chamba Zaragocin Wilman Patricio	Álgebra Lineal Navas Castellanos Andres Roberto	Teoría de la Programación Chamba Zaragocin Wilman Patricio	Comunicación y Redacción Técnica Naranjo Ruiz Ximena Yadira	Matemáticas Discretas Salcedo Lopez Franco Hernan

CARRERA COMPUTACION - PRESENCIAL
CICLO/MÓDULO 1 - PARALELO B

					AULA
					A422
Jornada	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
07:30:00	Teoría de la Programación Chamba Zaragocin Wilman Patricio	Álgebra Lineal Orellana Malla Angel Klever	Comunicación y Redacción Técnica Naranjo Ruiz Ximena Yadira	Teoría de la Programación Chamba Zaragocin Wilman Patricio	Matemáticas Discretas Herrera Salazar Valeria del Rosario
08:30:00	Teoría de la Programación Chamba Zaragocin Wilman Patricio	Álgebra Lineal Orellana Malla Angel Klever	Comunicación y Redacción Técnica Naranjo Ruiz Ximena Yadira	Teoría de la Programación Chamba Zaragocin Wilman Patricio	Matemáticas Discretas Herrera Salazar Valeria del Rosario
09:30:00	Teoría de la Programación Chamba Zaragocin Wilman Patricio	Álgebra Lineal Orellana Malla Angel Klever	Electricidad Iñiguez Pineda Cesar Fernando	Teoría de la Programación Chamba Zaragocin Wilman Patricio	Matemáticas Discretas Herrera Salazar Valeria del Rosario
10:30:00	Matemáticas Discretas Herrera Salazar Valeria del Rosario	Teoría de la Programación Chamba Zaragocin Wilman Patricio	Electricidad Iñiguez Pineda Cesar Fernando	Álgebra Lineal Orellana Malla Angel Klever	Electricidad Iñiguez Pineda Cesar Fernando
11:30:00	Matemáticas Discretas Herrera Salazar Valeria del Rosario	Teoría de la Programación Chamba Zaragocin Wilman Patricio	Electricidad Iñiguez Pineda Cesar Fernando	Álgebra Lineal Orellana Malla Angel Klever	Electricidad Iñiguez Pineda Cesar Fernando
12:30:00	Matemáticas Discretas Herrera Salazar Valeria del Rosario	Teoría de la Programación Chamba Zaragocin Wilman Patricio	Electricidad Iñiguez Pineda Cesar Fernando	Álgebra Lineal Orellana Malla Angel Klever	Electricidad Iñiguez Pineda Cesar Fernando

CARRERA COMPUTACION - PRESENCIAL
CICLO/MÓDULO 2 - PARALELO A

					AULA
					A424
Jornada	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
07:30:00	Teoría de la Distribución y Probabilidad Naranjo Ruiz Ximena Yadira	Diseño de Circuitos Iñiguez Pineda Cesar Fernando	Emprendimiento e Innovación Tecnológica Salcedo Lopez Franco Hernan	Análisis Matemático Orellana Malla Angel Klever	Programación Orientada a Objetos Coronel Romero Edison Leonardo
08:30:00	Teoría de la Distribución y Probabilidad Naranjo Ruiz Ximena Yadira	Diseño de Circuitos Iñiguez Pineda Cesar Fernando	Emprendimiento e Innovación Tecnológica Salcedo Lopez Franco Hernan	Análisis Matemático Orellana Malla Angel Klever	Programación Orientada a Objetos Coronel Romero Edison Leonardo
09:30:00	Teoría de la Distribución y Probabilidad Naranjo Ruiz Ximena Yadira	Diseño de Circuitos Iñiguez Pineda Cesar Fernando	Emprendimiento e Innovación Tecnológica Salcedo Lopez Franco Hernan	Análisis Matemático Orellana Malla Angel Klever	Programación Orientada a Objetos Coronel Romero Edison Leonardo
10:30:00	Teoría de la Distribución y Probabilidad Naranjo Ruiz Ximena Yadira	Programación Orientada a Objetos Coronel Romero Edison Leonardo	Análisis Matemático Orellana Malla Angel Klever	Programación Orientada a Objetos Coronel Romero Edison	Análisis Matemático Orellana Malla Angel Klever
11:30:00	Diseño de Circuitos Iñiguez Pineda Cesar Fernando	Programación Orientada a Objetos Coronel Romero Edison Leonardo	Análisis Matemático Orellana Malla Angel Klever	Programación Orientada a Objetos Coronel Romero Edison	Análisis Matemático Orellana Malla Angel Klever
12:30:00	Diseño de Circuitos Iñiguez Pineda Cesar Fernando	Programación Orientada a Objetos Coronel Romero Edison Leonardo	Análisis Matemático Orellana Malla Angel Klever	Programación Orientada a Objetos Coronel Romero Edison	Análisis Matemático Orellana Malla Angel Klever

CARRERA COMPUTACION - PRESENCIAL
CICLO/MÓDULO 2 - PARALELO B

					AULA
					A425
Jornada	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
07:30:00	Diseño de Circuitos Iñiguez Pineda Cesar Fernando	Teoría de la Distribución y Probabilidad Naranjo Ruiz Ximena Yadira	Emprendimiento e Innovación Tecnológica Ruilova Sanchez Maria Del	Programación Orientada a Objetos Guaman Quinche Edwin Rene	Análisis Matemático Salcedo Lopez Franco Hernan
08:30:00	Diseño de Circuitos Iñiguez Pineda Cesar Fernando	Teoría de la Distribución y Probabilidad Naranjo Ruiz Ximena Yadira	Emprendimiento e Innovación Tecnológica Ruilova Sanchez Maria Del	Programación Orientada a Objetos Guaman Quinche Edwin Rene	Análisis Matemático Salcedo Lopez Franco Hernan
09:30:00	Diseño de Circuitos Iñiguez Pineda Cesar Fernando	Teoría de la Distribución y Probabilidad Naranjo Ruiz Ximena Yadira	Emprendimiento e Innovación Tecnológica Ruilova Sanchez Maria Del	Programación Orientada a Objetos Guaman Quinche Edwin Rene	Análisis Matemático Salcedo Lopez Franco Hernan
10:30:00	Programación Orientada a Objetos Guaman Quinche Edwin Rene	Teoría de la Distribución y Probabilidad Naranjo Ruiz Ximena Yadira	Análisis Matemático Salcedo Lopez Franco Hernan	Análisis Matemático Salcedo Lopez Franco Hernan	Programación Orientada a Objetos Guaman Quinche Edwin Rene
11:30:00	Programación Orientada a Objetos Guaman Quinche Edwin Rene	Diseño de Circuitos Iñiguez Pineda Cesar Fernando	Análisis Matemático Salcedo Lopez Franco Hernan	Análisis Matemático Salcedo Lopez Franco Hernan	Programación Orientada a Objetos Guaman Quinche Edwin Rene
12:30:00	Programación Orientada a Objetos Guaman Quinche Edwin Rene	Diseño de Circuitos Iñiguez Pineda Cesar Fernando	Análisis Matemático Salcedo Lopez Franco Hernan	Análisis Matemático Salcedo Lopez Franco Hernan	Programación Orientada a Objetos Guaman Quinche Edwin Rene

CARRERA COMPUTACION - PRESENCIAL
CICLO/MÓDULO 3 - PARALELO A

AULA
A432

Jornada	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
07:30:00	Requisitos de Software Guaman Quinche Edwin Rene	Requisitos de Software Guaman Quinche Edwin Rene	Estructura de Datos Guaman Quinche Jose Oswaldo	Estructura de Datos Guaman Quinche Jose Oswaldo	Base de Datos Zambrano Mora Mario Alexander
08:30:00	Requisitos de Software Guaman Quinche Edwin Rene	Requisitos de Software Guaman Quinche Edwin Rene	Estructura de Datos Guaman Quinche Jose Oswaldo	Base de Datos Zambrano Mora Mario Alexander	Base de Datos Zambrano Mora Mario Alexander
09:30:00	Estadística Analítica Orellana Malla Angel Klever	Arquitectura de Ordenadores Salcedo Lopez Franco Hernan	Estructura de Datos Guaman Quinche Jose Oswaldo	Base de Datos Zambrano Mora Mario Alexander	Base de Datos Zambrano Mora Mario Alexander
10:30:00	Estadística Analítica Orellana Malla Angel Klever	Arquitectura de Ordenadores Salcedo Lopez Franco Hernan	Base de Datos Zambrano Mora Mario Alexander	Base de Datos Zambrano Mora Mario Alexander	Estructura de Datos Guaman Quinche Jose Oswaldo
11:30:00	Arquitectura de Ordenadores Salcedo Lopez Franco Hernan	Estadística Analítica Orellana Malla Angel Klever	Base de Datos Zambrano Mora Mario Alexander	Requisitos de Software Guaman Quinche Edwin Rene	Estructura de Datos Guaman Quinche Jose Oswaldo
12:30:00	Arquitectura de Ordenadores Salcedo Lopez Franco Hernan	Estadística Analítica Orellana Malla Angel Klever	Base de Datos Zambrano Mora Mario Alexander	Requisitos de Software Guaman Quinche Edwin Rene	Estructura de Datos Guaman Quinche Jose Oswaldo

CARRERA COMPUTACION - PRESENCIAL
CICLO/MÓDULO 4 - PARALELO A

AULA
A433

Jornada	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
07:30:00	Metodología de la Investigación en Computación Herrera Salazar Valeria del	Diseño de Software Ruilova Sanchez Maria Del cisne	Complejidad Computacional Suing Albito Genovaeva Jackelinne	Sistemas Operativos Torres Carrion Hernan Leonardo	Complejidad Computacional Suing Albito Genovaeva Jackelinne
08:30:00	Metodología de la Investigación en Computación Herrera Salazar Valeria del	Diseño de Software Ruilova Sanchez Maria Del cisne	Complejidad Computacional Suing Albito Genovaeva Jackelinne	Sistemas Operativos Torres Carrion Hernan Leonardo	Complejidad Computacional Suing Albito Genovaeva Jackelinne
09:30:00	Metodología de la Investigación en Computación Herrera Salazar Valeria del	Sistemas Operativos Torres Carrion Hernan Leonardo	Complejidad Computacional Suing Albito Genovaeva Jackelinne	Sistemas Operativos Torres Carrion Hernan Leonardo	Complejidad Computacional Suing Albito Genovaeva Jackelinne
10:30:00	Ecuaciones Diferenciales Suing Albito Genovaeva Jackelinne	Sistemas Operativos Torres Carrion Hernan Leonardo	Diseño de Software Ruilova Sanchez Maria Del cisne	Ecuaciones Diferenciales Suing Albito Genovaeva Jackelinne	Diseño de Software Ruilova Sanchez Maria Del cisne
11:30:00	Ecuaciones Diferenciales Suing Albito Genovaeva Jackelinne	Sistemas Operativos Torres Carrion Hernan Leonardo	Diseño de Software Ruilova Sanchez Maria Del cisne	Ecuaciones Diferenciales Suing Albito Genovaeva Jackelinne	Diseño de Software Ruilova Sanchez Maria Del cisne
12:30:00	Ecuaciones Diferenciales Suing Albito Genovaeva Jackelinne	Sistemas Operativos Torres Carrion Hernan Leonardo	Diseño de Software Ruilova Sanchez Maria Del cisne	Ecuaciones Diferenciales Suing Albito Genovaeva Jackelinne	Diseño de Software Ruilova Sanchez Maria Del cisne

CARRERA COMPUTACION - PRESENCIAL
CICLO/MÓDULO 5 - PARALELO A

AULA
A323

Jornada	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
07:30:00	Desarrollo Basado en Plataformas Guaman Quinche Jose Oswaldo	Simulación Navas Castellanos Andres Roberto	Fundamentos de Redes de Comunicaciones Cueva Hurtado Mario Enrique	Análisis Numérico Navas Castellanos Andres Roberto	Desarrollo Basado en Plataformas Guaman Quinche Jose Oswaldo
08:30:00	Desarrollo Basado en Plataformas Guaman Quinche Jose Oswaldo	Simulación Navas Castellanos Andres Roberto	Fundamentos de Redes de Comunicaciones Cueva Hurtado Mario Enrique	Análisis Numérico Navas Castellanos Andres Roberto	Desarrollo Basado en Plataformas Guaman Quinche Jose Oswaldo
09:30:00	Desarrollo Basado en Plataformas Guaman Quinche Jose Oswaldo	Simulación Navas Castellanos Andres Roberto	Fundamentos de Redes de Comunicaciones Cueva Hurtado Mario Enrique	Análisis Numérico Navas Castellanos Andres Roberto	Desarrollo Basado en Plataformas Guaman Quinche Jose Oswaldo
10:30:00	Sistemas Digitales Iñiguez Pineda Cesar Fernando	Sistemas Digitales Iñiguez Pineda Cesar Fernando	Fundamentos de Redes de Comunicaciones Cueva Hurtado Mario Enrique	Simulación Navas Castellanos Andres Roberto	Análisis Numérico Navas Castellanos Andres Roberto
11:30:00	Sistemas Digitales Iñiguez Pineda Cesar Fernando	Sistemas Digitales Iñiguez Pineda Cesar Fernando	Desarrollo Basado en Plataformas Guaman Quinche Jose Oswaldo	Simulación Navas Castellanos Andres Roberto	Análisis Numérico Navas Castellanos Andres Roberto
12:30:00	Sistemas Digitales Iñiguez Pineda Cesar Fernando	Sistemas Digitales Iñiguez Pineda Cesar Fernando	Desarrollo Basado en Plataformas Guaman Quinche Jose Oswaldo	Simulación Navas Castellanos Andres Roberto	Análisis Numérico Navas Castellanos Andres Roberto

CARRERA COMPUTACION - PRESENCIAL
CICLO/MÓDULO 6 - PARALELO A

AULA
A324

Jornada	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
07:30:00	Sistemas Distribuidos Navas Castellanos Andres Roberto	Gestión de Redes y Comunicaciones Cueva Hurtado Mario Enrique	Procesos de Software Alvarez Pineda Francisco Javier	Teoría de Automatas y Computabilidad Avanzada Suing Albito Genovaeva Jackelinne	Sistemas Distribuidos Navas Castellanos Andres Roberto
08:30:00	Sistemas Distribuidos Navas Castellanos Andres Roberto	Gestión de Redes y Comunicaciones Cueva Hurtado Mario Enrique	Procesos de Software Alvarez Pineda Francisco Javier	Teoría de Automatas y Computabilidad Avanzada Suing Albito Genovaeva Jackelinne	Sistemas Distribuidos Navas Castellanos Andres Roberto
09:30:00	Sistemas Distribuidos Navas Castellanos Andres Roberto	Gestión de Redes y Comunicaciones Cueva Hurtado Mario Enrique	Procesos de Software Alvarez Pineda Francisco Javier	Teoría de Automatas y Computabilidad Avanzada Suing Albito Genovaeva Jackelinne	Computación en la Nube Narvaez Guillen Cristian Ramiro
10:30:00	Sistemas Distribuidos Navas Castellanos Andres Roberto	Procesos de Software Alvarez Pineda Francisco Javier	Teoría de Automatas y Computabilidad Avanzada Suing Albito Genovaeva Jackelinne	Gestión de Redes y Comunicaciones Cueva Hurtado Mario Enrique	Computación en la Nube Narvaez Guillen Cristian Ramiro
11:30:00	Computación en la Nube Narvaez Guillen Cristian Ramiro	Procesos de Software Alvarez Pineda Francisco Javier	Teoría de Automatas y Computabilidad Avanzada Suing Albito Genovaeva Jackelinne	Gestión de Redes y Comunicaciones Cueva Hurtado Mario Enrique	Teoría de Automatas y Computabilidad Avanzada Suing Albito Genovaeva Jackelinne
12:30:00	Computación en la Nube Narvaez Guillen Cristian Ramiro	Procesos de Software Alvarez Pineda Francisco Javier	Teoría de Automatas y Computabilidad Avanzada Suing Albito Genovaeva Jackelinne	Gestión de Redes y Comunicaciones Cueva Hurtado Mario Enrique	Teoría de Automatas y Computabilidad Avanzada Suing Albito Genovaeva Jackelinne

CARRERA COMPUTACION - PRESENCIAL

CICLO/MÓDULO 6 - PARALELO B

					AULA
					A334
Jornada	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
07:30:00	Procesos de Software Alvarez Pineda Francisco Javier	Teoría de Automatas y Computabilidad Avanzada Zambrano Mora Mario Alexander	Sistemas Distribuidos Guaman Quinche Edwin Rene	Gestión de Redes y Comunicaciones Cueva Hurtado Mario Enrique	Gestión de Redes y Comunicaciones Cueva Hurtado Mario Enrique
08:30:00	Procesos de Software Alvarez Pineda Francisco Javier	Teoría de Automatas y Computabilidad Avanzada Zambrano Mora Mario Alexander	Sistemas Distribuidos Guaman Quinche Edwin Rene	Gestión de Redes y Comunicaciones Cueva Hurtado Mario Enrique	Gestión de Redes y Comunicaciones Cueva Hurtado Mario Enrique
09:30:00	Procesos de Software Alvarez Pineda Francisco Javier	Sistemas Distribuidos Guaman Quinche Edwin Rene	Computación en la Nube Narvaez Guillen Cristian Ramiro	Gestión de Redes y Comunicaciones Cueva Hurtado Mario Enrique	Gestión de Redes y Comunicaciones Cueva Hurtado Mario Enrique
10:30:00	Teoría de Automatas y Computabilidad Avanzada Zambrano Mora Mario Alexander	Sistemas Distribuidos Guaman Quinche Edwin Rene	Computación en la Nube Narvaez Guillen Cristian Ramiro	Procesos de Software Alvarez Pineda Francisco Javier	Teoría de Automatas y Computabilidad Avanzada Zambrano Mora Mario Alexander
11:30:00	Teoría de Automatas y Computabilidad Avanzada Zambrano Mora Mario Alexander	Sistemas Distribuidos Guaman Quinche Edwin Rene	Computación en la Nube Narvaez Guillen Cristian Ramiro	Procesos de Software Alvarez Pineda Francisco Javier	Teoría de Automatas y Computabilidad Avanzada Zambrano Mora Mario Alexander
12:30:00	Teoría de Automatas y Computabilidad Avanzada Zambrano Mora Mario Alexander	Sistemas Distribuidos Guaman Quinche Edwin Rene	Computación en la Nube Narvaez Guillen Cristian Ramiro	Procesos de Software Alvarez Pineda Francisco Javier	Teoría de Automatas y Computabilidad Avanzada Zambrano Mora Mario Alexander

CARRERA COMPUTACION - PRESENCIAL

CICLO/MÓDULO 7 - PARALELO A

					AULA	
					IA	A313/LAB
					A+SW	A333/LAB
Jornada	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	
07:30:00	Software Engineering Models Figueroa Diaz Roberth Gustavo	Seguridad de la Información Narvaez Guillen Cristian Ramiro	Software Engineering Models Figueroa Diaz Roberth Gustavo	Seguridad de la Información Narvaez Guillen Cristian Ramiro	Software Engineering Models Figueroa Diaz Roberth Gustavo	
	Human computer		Human computer		Human computer	
08:30:00	Software Engineering Models Figueroa Diaz Roberth Gustavo	Seguridad de la Información Narvaez Guillen Cristian Ramiro	Software Engineering Models Figueroa Diaz Roberth Gustavo	Seguridad de la Información Narvaez Guillen Cristian Ramiro	Software Engineering Models Figueroa Diaz Roberth Gustavo	
	Human computer		Human computer		Human computer	
09:30:00	Software Engineering Models Figueroa Diaz Roberth Gustavo	Algoritmos, Análisis y Programación Paralela Guaman Quinche Jose Oswaldo	Software Engineering Models Figueroa Diaz Roberth Gustavo	Algoritmos, Análisis y Programación Paralela Guaman Quinche Jose Oswaldo	Software Engineering Models Figueroa Diaz Roberth Gustavo	
	Human computer		Human computer		Human computer	
10:30:00	Software Engineering Management Coronel Romero Edison Leonardo	Algoritmos, Análisis y Programación Paralela Guaman Quinche Jose Oswaldo	Software Engineering Management Coronel Romero Edison Leonardo	Algoritmos, Análisis y Programación Paralela Guaman Quinche Jose Oswaldo	Software Engineering Management Coronel Romero Edison Leonardo	
	Data-minig		Data-minig		Data-minig	
11:30:00	Software Engineering Management Coronel Romero Edison Leonardo	Proyectos Tecnológicos 1 Zambrano Mora Mario Alexander	Software Engineering Management Coronel Romero Edison Leonardo	Proyectos Tecnológicos 1 Zambrano Mora Mario Alexander	Software Engineering Management Coronel Romero Edison Leonardo	
	Data-minig		Data-minig		Data-minig	
12:30:00	Software Engineering Management Coronel Romero Edison Leonardo	Proyectos Tecnológicos 1 Zambrano Mora Mario Alexander	Software Engineering Management Coronel Romero Edison Leonardo	Proyectos Tecnológicos 1 Zambrano Mora Mario Alexander	Software Engineering Management Coronel Romero Edison Leonardo	
	Data-minig		Data-minig		Data-minig	

CARRERA COMPUTACION - PRESENCIAL

CICLO/MÓDULO 8 - PARALELO A

					AULA	
					IA	A322/LAB
					A+SW	A332/LAB
Jornada	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	
07:30:00	Software Security Narvaez Guillen Cristian Ramiro	Software Quality Alvarez Pineda Francisco Javier	Ética Profesional Chamba Zaragocin Wilman Patricio	Software Quality Alvarez Pineda Francisco Javier	Ética Profesional Chamba Zaragocin Wilman Patricio	
	Machine Learning	Machine Learning		Human perception in computer vision		
08:30:00	Software Security Narvaez Guillen Cristian Ramiro	Software Quality Alvarez Pineda Francisco Javier	Ética Profesional Chamba Zaragocin Wilman Patricio	Software Quality Alvarez Pineda Francisco Javier	Ética Profesional Chamba Zaragocin Wilman Patricio	
	Machine Learning	Machine Learning		Human perception in computer vision		
09:30:00	Software Security Narvaez Guillen Cristian Ramiro	Software Quality Alvarez Pineda Francisco Javier	Proyectos Tecnológicos 2 Ordoñez Ordoñez Pablo Fernando	Software Quality Alvarez Pineda Francisco Javier	Proyectos Tecnológicos 2 Ordoñez Ordoñez Pablo Fernando	
	Machine Learning	Machine Learning		Human perception in computer vision		
10:30:00	Software Quality Alvarez Pineda Francisco Javier	Software Security Narvaez Guillen Cristian Ramiro	Proyectos Tecnológicos 2 Ordoñez Ordoñez Pablo Fernando	Software Security Narvaez Guillen Cristian Ramiro	Proyectos Tecnológicos 2 Ordoñez Ordoñez Pablo Fernando	
	Human perception in computer vision	Human perception in computer vision		Machine Learning		
11:30:00	Software Quality Alvarez Pineda Francisco Javier	Software Security Narvaez Guillen Cristian Ramiro	Proyectos Tecnológicos 2 Ordoñez Ordoñez Pablo Fernando	Software Security Narvaez Guillen Cristian Ramiro	Proyectos Tecnológicos 2 Ordoñez Ordoñez Pablo Fernando	
	Human perception in computer vision	Human perception in computer vision		Machine Learning		
12:30:00	Software Quality Alvarez Pineda Francisco Javier	Software Security Narvaez Guillen Cristian Ramiro	Proyectos Tecnológicos 2 Ordoñez Ordoñez Pablo Fernando	Software Security Narvaez Guillen Cristian Ramiro	Proyectos Tecnológicos 2 Ordoñez Ordoñez Pablo Fernando	
	Human perception in computer vision	Human perception in computer vision		Machine Learning		

CARRERA COMPUTACIÓN - PRESENCIAL
CICLO/MÓDULO 9 - PARALELO A

					AULA
					A314
Jornada	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
07:30:00					Trabajo de Integración Curricular Ruilova Sanchez Maria Del cisne
08:30:00				Composición de Textos Científicos en Ingeniería Chamba Eras Luis Antonio	Trabajo de Integración Curricular Ruilova Sanchez Maria Del cisne
09:30:00	Trabajo de Integración Curricular Ruilova Sanchez Maria Del cisne	Trabajo de Integración Curricular Ruilova Sanchez Maria Del cisne		Composición de Textos Científicos en Ingeniería Chamba Eras Luis Antonio	Trabajo de Integración Curricular Ruilova Sanchez Maria Del cisne
10:30:00	Trabajo de Integración Curricular Ruilova Sanchez Maria Del cisne	Trabajo de Integración Curricular Ruilova Sanchez Maria Del cisne	Composición de Textos Científicos en Ingeniería Chamba Eras Luis Antonio	Composición de Textos Científicos en Ingeniería Chamba Eras Luis Antonio	
11:30:00	Trabajo de Integración Curricular Ruilova Sanchez Maria Del cisne	Trabajo de Integración Curricular Ruilova Sanchez Maria Del cisne	Composición de Textos Científicos en Ingeniería Chamba Eras Luis Antonio	Trabajo de Integración Curricular Ruilova Sanchez Maria Del cisne	
12:30:00					



CN=PABLO FERNANDO
 ORDONEZ ORDONEZ,
 SERIALNUMBER=290321185443,
 OU=ENTIDAD DE
 CERTIFICACION DE
 INFORMACION, O=SECURITY
 DATA S.A. 2, C=EC
 Dirección de Carrera

Director de Carrera

Anexo 17: Certificado de traducción de resumen.

Cuenca, 24 de febrero del 2023

Lic. Melissa Ashlyn Distler

PROFESORA PARTICULAR DE INGLÉS

A petición verbal de la parte interesada:

CERTIFICA

Que, la traducción del documento adjunto solicitado por el Sr. **Wilson Xavier Salinas Mogrovejo** con cedula de identidad N° **0107111692**, cuyo tema de investigación se titula **EVALUACIÓN DEL AHORRO ENERGÉTICO EN CUANTO A ILUMINACIÓN PROYECTANDO MEDIDAS DE ARQUITECTURA SOSTENIBLE Y CONTROL DE ILUMINACIÓN MEDIANTE LA DOMÓTICA, PARA MEJORAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL BLOQUE 3 DE LA FEIRNNR**, ha sido realizado por mi persona, Melissa Ashlyn Distler, hablante nativa de inglés y Profesora Particular de Inglés. Esta es una traducción del documento adjunto. Lo certifico en honor a la verdad, facultando al portador del presente documento hacer uso legal pertinente.

Atentamente,



Lic. Melissa Ashlyn Distler

PROFESORA PARTICULAR DE INGLÉS