



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE QUITO**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**ANÁLISIS DE CONDICIONES AMBIENTALES PARA LAS AULAS DE LA CARRERA  
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Trabajo de titulación para la obtención del  
Título de Ingenieras Industriales

**AUTORAS: TAINA FERNANDA TOMALA RODRIGUEZ**

**KATHERINE MISHHELL GUALLICHICO AÑAMICE**

**TUTOR: HUGO OSWALDO SALAZAR YÁNEZ**

Quito – Ecuador

2024

## CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORIA DEL TRABAJO DE TUTULACION

Nosotros, Katherine Mishell Guallichico Añamice con documento de identificación N° 1726535048 y Taina Fernanda Tomalá Rodríguez con documento de identificación N° 0928236611, manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

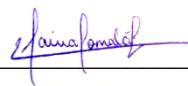
Quito, 22 de Julio de 2024

Atentamente,



Katherine Mishell Guallichico Añamice

1726535048



Taina Fernanda Tomalá Rodríguez

0928236611

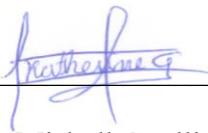
**CERTIFICADO DE CESION DE DERECHOS DE AUTO DEL TRABAJO DE  
TIRULACION A LA UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESINA**

Nosotros, Katherine Mishell Guallichico Añamice con documento de identificación N.º 1726535048 y Taina Fernanda Tomalá Rodríguez con documento de identificación N.º 0928236611, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico: " ANÁLISIS DE CONDICIONES AMBIENTALES PARA LAS AULAS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA", el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingenieros en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 22 de Julio de 2024

Atentamente,



Katherine Mishell Guallichico Añamice

1726535048



Taina Fernanda Tomalá Rodríguez

0928236611

## CERTIFICADO DE DIRECION DEL TRABAJO DE TITULACION

Yo, Hugo Oswaldo Salazar Yánez con documento de identificación N° 1802802254, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación:

“ANÁLISIS DE CONDICIONES AMBIENTALES PARA LAS AULAS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA”

Realizado por Katherine Mishell Guallichico Añamice con documento de identificación N.º 1726535048 y Taina Fernanda Tomalá Rodríguez con documento de identificación N.º 0928236611, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 10 de Julio de 2024

Atentamente,



---

Ing. Hugo Oswaldo Salazar Yánez

1802802254

## DEDICATORIA

Dedico este proyecto técnico a nuestro ser supremo Dios que espiritualmente guía mi caminar, a mis queridos padres Miguel y Rosa, por su amor incondicional, apoyo y sabiduría que han guiado cada paso de mi vida. Gracias por ser mi inspiración y fortaleza. A mis hermanos Javier, Jessica, Christian y Miguel Alejandro, también va para mis pequeños seres de sonrisas mis sobrinos Lenin, Sebastián y Liam, por su cariño, comprensión y constante motivación. Cada uno de ustedes ha jugado un papel importante en este logro y les agradezco profundamente. Para mis seres queridos que ahora se encuentran desde lo más alto del cielo, quienes me han protegido y guiado desde arriba. Su presencia y bendiciones han sido una fuente de consuelo y fuerza a lo largo de este viaje.

Con todo mi amor y gratitud,

Katherine Mishell Guallichico Añamice

Dedico este proyecto técnico a Dios, cuya guía y fortaleza han sido mi luz en todo momento. A mi papá, Xavier Efren, cuya vida y ejemplo profesional han sido mi mayor inspiración. A mi mamá, Rosa Yolanda, por estar siempre a mi lado, brindándome incontables veces un hombro donde apoyarme. A mis hermanos, Paula, Mía y Ronald, por regalarme momentos de alegría y distracción que me ayudaron a mantenerme enfocada y seguir adelante.

Ustedes son mi pilar y mi motivación constante, y les dedico este esfuerzo con todo mi corazón.

Con todo mi amor y gratitud,

Taina Fernanda Tomalá Rodríguez

## AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a Dios y a mi familia que hicieron posible la realización de esta tesis. A cada uno de los docentes que me acompañaron en este camino llamado universidad con su invaluable guía, paciencia y conocimiento. Su apoyo constante y sus consejos sabios han sido fundamentales para la culminación de este trabajo. A mi compañera de tesis, Taina, por su dedicación, esfuerzo y camaradería. Compartir esta experiencia contigo ha sido enriquecedora y gratificante. Juntas hemos superado desafíos y celebrar logros, y estoy inmensamente agradecida por tu colaboración y amistad. Para todos mis amigos, por su apoyo incondicional y por los momentos de alegría y camaradería que hicieron más llevadera esta etapa. Sus palabras de aliento y su compañía han sido una fuente constante de motivación. Gracias por estar a mi lado en los buenos y malos momentos.

A todos ustedes, mi más sincero agradecimiento.

Con gratitud

Katherine Mishell Guallichico Añamice

Deseo expresar mi más profundo agradecimiento a Dios, por escucharme y aliviarme la cabeza y el corazón incontables veces durante este proceso. A mi familia, especialmente a mi papá, quien desde que tengo memoria ha sido la muestra de amor y apoyo más grande que he tenido. A mi tutor, Hugo Salazar, quien con su constante orientación ha sido invaluable para el desarrollo de este proyecto. A mi compañera de tesis, Katherine, por su apoyo constante, dedicación y esfuerzo compartido en cada etapa de este proyecto y vida universitaria. Finalmente, agradezco a todas las personas que durante toda mi carrera universitaria me brindaron su conocimiento, amor y apoyo.

Gracias infinitas a todos y cada uno de ustedes.

Con gratitud

Taina Fernanda Tomalá Rodríguez

## ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN .....	xv
ABSTRACT .....	xvi
Introducción .....	2
Contextualización del problema.....	3
Justificación del Problema .....	5
Objetivos.....	7
Objetivo general .....	7
Objetivos específicos.....	7
Metodología .....	7
Método inductivo .....	8
Método bibliográfico .....	8
Contextualización del problema.....	8
CAPÍTULO I.....	10
1. Marco Teórico.....	10
1.1. Higiene Industrial .....	10
1.2. Condiciones Ambientales .....	11
1.3. Ruido .....	11
1.3.1. Instrumentos de Evaluación de Ruido.....	13
1.4. Ergonomía Ambiental .....	14
1.4.1. Clasificación de la Ergonomía .....	15
1.5. Iluminación.....	15
1.6. Estimación del Riesgo.....	19
1.6.1. Severidad del Daño .....	19

1.6.2.	Probabilidad de que ocurra el daño .....	19
1.6.3.	Valoración de riesgos: Determinación de la tolerancia al riesgo .....	21
1.7.	Fatiga Laboral.....	21
1.7.1.	Tipos de Fatiga.....	22
CAPITULO II .....		23
2.	MÉTODOS Y MATERIALES .....	24
2.1.	MÉTODO .....	25
2.1.1.	Matriz de Riesgos .....	25
2.1.2.	Evaluación de la Iluminación .....	31
2.2.	Materiales .....	31
2.2.1.	Instrumentos utilizados .....	31
2.2.2.	Distanciómetro.....	31
2.2.3.	Luxómetro .....	32
2.3.	Cálculo y Procedimiento .....	33
2.3.1.	Cálculos en Laboratorios y Aulas .....	33
2.3.2.	Uniformidad.....	35
2.3.3.	Determinar según el artículo 56- 2393.....	36
2.3.4.	Mapa lumínico .....	42
CAPITULO III.....		48
3.	“PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN DE ILUMINACIÓN PARA LAS AULAS DE LA CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA”.....	48
3.1.	Resultados y discusión .....	48
3.1.1.	Medida de control de riesgos.....	48
3.2.	Interpretación y discusión de los resultados.....	58

3.2.1. Criterios de diseño de Iluminación .....	58
3.3. Propuestas de infraestructura.....	60
4. CONCLUSIONES.....	77
5. RECOMENDACIONES.....	78
6. ANEXOS.....	79
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	85

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Instrumentos de Evaluación de Ruido .....	13
Figura 2. Tipos de Ergonomía .....	15
Figura 3. Niveles de Riesgo .....	21
Figura 4. Valores de Riesgo .....	22
Figura 5. Identificación de Riesgos del Laboratorio 1 .....	26
Figura 6. Identificación de Riesgos del Laboratorio 2 .....	26
Figura 7. Identificación de Riesgos del Laboratorio 3 .....	27
Figura 8. Identificación de Riesgos del Aula B12.....	27
Figura 9. Identificación de Riesgos del Aula B37.....	28
Figura 10. Identificación de Riesgos del Aula B58.....	28
Figura 11. Identificación de Riesgos del Aula B63 .....	29
Figura 12. Identificación de Riesgos del Aula B80.....	29
Figura 13. Identificación de Riesgos del Aula B93.....	30
Figura 14. Identificación de Riesgos del Aula B94.....	30
Figura 15. Instrumento Distanciómetro.....	32
Figura 16. Instrumento Luxómetro .....	33
Figura 17. Medidas del Laboratorio 1 .....	37
Figura 18. Medidas del Laboratorio 2 .....	37
Figura 19. Medidas del Laboratorio 3 .....	38
Figura 20. Medidas del Aula B12.....	38
Figura 21. Medidas del Aula B37.....	39
Figura 22. Medidas del Aula B58.....	39
Figura 23. Medidas del Aula B63.....	40

Figura 24. Medidas del Aula B80.....	40
Figura 25. Medidas del Aula B93.....	41
Figura 26. Medidas del Aula B94.....	41
Figura 27. Mapa lumínico del Laboratorio 1 .....	42
Figura 28. Mapa lumínico del Laboratorio 2 (A).....	42
Figura 29. Mapa lumínico del Laboratorio 2 (B).....	43
Figura 30. Mapa lumínico del Laboratorio 2 (C).....	43
Figura 31. Mapa lumínico del Laboratorio 3 .....	44
Figura 32. Mapa lumínico del Aula B12 .....	44
Figura 33. Mapa lumínico del Aula B37 .....	45
Figura 34. Mapa lumínico del Aula B58 .....	45
Figura 35. Mapa lumínico del Aula B63 .....	46
Figura 36. Mapa lumínico del Aula B80 .....	46
Figura 37. Mapa lumínico del Aula B93 .....	47
Figura 38. Mapa lumínico del Aula B94 .....	47
Figura 39. Plan de acción del Laboratorio 1 .....	48
Figura 40. Plan de acción del Laboratorio 2 .....	49
Figura 41. Plan de acción del Laboratorio 3 .....	50
Figura 42. Plan de acción del Aula B12 .....	51
Figura 43. Plan de acción del Aula B37 .....	52
Figura 44. Plan de acción del Aula B58 .....	53
Figura 45. Plan de acción del Aula B63 .....	54
Figura 46. Plan de acción del Aula B80 .....	55
Figura 47. Plan de acción del Aula B93 .....	56

Figura 48. Plan de acción del Aula B94 .....	57
Figura 49. Características de la iluminación propuesta.....	60
Figura 50. Parámetros de diseño para la propuesta.....	61
Figura 51. Simulación de luminarias específicas del Laboratorio 1 .....	62
Figura 52. Modelado en 3D de las luminarias del Laboratorio 1.....	62
Figuras 53. Simulación de luminarias específicas del Laboratorio 2 (A) .....	63
Figuras 54. Modelado en 3D de las luminarias del Laboratorio 2 (A).....	64
Figuras 55. Simulación de luminarias específicas del Laboratorio 2 (B).....	64
Figuras 56. Modelado en 3D de las luminarias del Laboratorio 2 (B).....	65
Figuras 57. Simulación de luminarias específicas del Laboratorio 2 (C).....	66
Figuras 58. Modelado en 3D de las luminarias del Laboratorio 2 (C).....	66
Figuras 59. Simulación de luminarias específicas del Laboratorio 3.....	67
Figuras 60. Modelado en 3D de las luminarias del Laboratorio 3 .....	68
Figuras 61. Simulación de luminarias específicas del Aula B12 .....	68
Figuras 62. Modelado en 3D de las luminarias del Aula B12 .....	69
Figuras 63. Simulación de luminarias específicas del Aula B37 .....	70
Figuras 64. Modelado en 3D de las luminarias del Aula B37 .....	70
Figuras 65. Simulación de luminarias específicas del Aula B58 .....	71
Figuras 66. Modelado en 3D de las iluminarias del Aula B58 .....	72
Figuras 67. Simulación de luminarias específicas del Aula B63 .....	72
Figuras 68. Modelado en 3D de las luminarias del Aula B63 .....	73
Figuras 69. Simulación de luminarias específicas del Aula B80 .....	74
Figuras 70. Modelado en 3D de las luminarias del Aula B80 .....	74
Figuras 71. Simulación de luminarias específicas del Aula B93 .....	75

Figuras 72. Modelado en 3D de las luminarias del Aula B93 .....	76
Figuras 73. Simulación de luminarias específicas del Aula B94 .....	76
Figuras 74. Modelado en 3D de las luminarias del Aula B94 .....	77

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Niveles de Iluminación mínima para trabajos específicos y similares.....	16
Tabla 2. Listado de aulas y laboratorios .....	24
Tabla 3. Cálculos de los laboratorios y aulas .....	35
Tabla 4. Uniformidad de los Laboratorios y Aulas .....	36
Tabla 5. Luminarias en las Aulas y Laboratorios .....	58

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Plano del Laboratorio 1 .....	79
Anexo 2. Plano del Laboratorio 2 .....	80
Anexo 3. Plano del Laboratorio 3 .....	80
Anexo 4. Plano del Aula B12.....	81
Anexo 5. Plano del Aula B37.....	81
Anexo 6. Plano del Aula B58.....	82
Anexo 7. Plano del Aula B63.....	82
Anexo 8. Plano del Aula B80.....	83
Anexo 9. Plano del Aula B93.....	83
Anexo 10. Plano del Aula B94.....	84

## RESUMEN

Se enfoca en identificar y mejorar las condiciones ambientales, específicamente de iluminación, en las aulas y laboratorios de dicha carrera. La investigación se basa en la metodología del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo para evaluar y determinar el nivel de riesgo ambiental. Si se detecta un nivel de riesgo mayor al tolerable, se procede a evaluar cada condición con métodos específicos. Para la evaluación de la iluminación, se utilizó el método de la cuadrícula para determinar los puntos de medición necesarios en cada aula y laboratorio. Las mediciones revelaron la falta de uniformidad en la iluminación, lo que llevó a la simulación y propuesta de una nueva distribución de lámparas. Esta propuesta busca asegurar una iluminación uniforme y adecuada, cumpliendo con las normativas establecidas. Las conclusiones destacan que las aulas y laboratorios no cumplen con los estándares de uniformidad de iluminación, por lo que se recomienda aumentar los puntos de luz y utilizar lámparas LED, que ofrecen mejor calidad de luz y eficiencia energética. Las recomendaciones incluyen el uso de equipos calibrados para asegurar niveles precisos de iluminación y mantenerlos dentro de los parámetros normativos. Finalmente, se subraya la importancia de una correcta distribución de la iluminación para garantizar un ambiente adecuado de estudio, mejorando el bienestar y rendimiento de los estudiantes.

## **ABSTRACT**

It focuses on identifying and improving environmental conditions, specifically lighting, in the classrooms and laboratories of said degree. The research is based on the methodology of the National Institute of Safety and Health at Work to evaluate and determine the level of environmental risk. If a higher than tolerable risk level is detected, each condition is evaluated with specific methods. For the evaluation of lighting, the grid method was used to determine the necessary measurement points in each classroom and laboratory. The measurements revealed the lack of uniformity in the lighting, which led to simulating and proposing a new distribution of lamps. This proposal seeks to guarantee uniform and adequate lighting, complying with established regulations. The conclusions highlight that classrooms and laboratories do not meet the lighting uniformity standards, so it is recommended to increase the light points and use LED lamps, which offer better quality of light and energy efficiency. Recommendations include the use of calibrated equipment to ensure accurate lighting levels and keep them within regulatory parameters. Finally, the importance of correct lighting distribution is highlighted to guarantee an adequate study environment, improving the well-being and performance of students.

## **Introducción**

En la actualidad la preocupación global de un medio ambiente académico adecuado y una calidad de vida acorde, la importancia de crear entornos adecuados y saludables en los espacios de aprendizaje se vuelve fundamental. En este sentido, las aulas universitarias representan un ambiente clave para el desarrollo académico y personal de los estudiantes, particularmente en disciplinas técnicas como diferentes áreas de aprendizaje de la Carrera de Ingeniería Industrial.

La Universidad Politécnica Salesiana, como institución comprometida con la formación integral de sus estudiantes, reconoce la importancia de garantizar condiciones ambientales óptimas en sus aulas. El presente estudio se enfoca en realizar un exhaustivo análisis de las condiciones ambientales en las aulas destinadas a la carrera de Ingeniería Industrial en la Universidad Politécnica Salesiana.

Se abordarán diversos aspectos que influyen en la calidad del ambiente de aprendizaje, incluyendo la temperatura, la iluminación, la ventilación y la calidad del aire. Además, se considerarán aspectos ergonómicos y acústicos, que también desempeñan un papel crucial en el bienestar y la concentración de los estudiantes.

La investigación se basa en identificar posibles deficiencias en las condiciones ambientales de las aulas de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica Salesiana y proponer recomendaciones para su mejora. Se busca no solo garantizar el confort y la salud de los estudiantes y docentes, sino también promover un entorno propicio para el aprendizaje efectivo y el rendimiento académico.

A través de la recopilación de datos objetivos y la aplicación de metodologías específicas de evaluación ambiental, se pretende ofrecer un panorama claro y detallado de la situación actual, así como orientar acciones concretas para la optimización de las condiciones ambientales en las aulas universitarias. Este estudio no solo beneficiará a la comunidad estudiantil y docente de la carrera de Ingeniería Industrial, sino que también contribuirá al compromiso de la institución con la sostenibilidad y el bienestar integral de sus miembros.

En este contexto, el análisis de condiciones ambientales en las aulas de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica Salesiana se presenta como un tema de relevancia académica y social, cuyos resultados y conclusiones tendrán implicaciones significativas en la mejora continua de la calidad educativa y el cuidado del medio ambiente.

### **Contextualización del problema**

Los centros educativos deben proporcionar espacios seguros para estudiantes, docentes y personal no docente. La seguridad debe gestionarse adecuadamente para prevenir accidentes e incidentes y crear un entorno adecuado para el bienestar físico, emocional y social, individual y colectivo. La seguridad en las aulas de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica Salesiana es un aspecto esencial que requiere atención y una mejora continua, la misma no es sólo una consideración práctica, sino también académica y ética.

El entorno educativo debe ser seguro, adecuado para el desarrollo multifacético de los estudiantes y una enseñanza eficaz por parte de los profesores. Evaluar en colectivo la efectividad de las

estructuras de comunicación existentes entre directivos, profesores y padres de familia, y reflexionar sobre el impacto de las metodologías y estrategias didácticas aplicadas en el aprendizaje de las alumnas y alumnos.

En este reporte parcial de investigación se presenta la fase diagnóstica y de planificación de la investigación acción, incorporando procesos de observaciones y reflexión preliminares sobre la gobernanza, liderazgo, gestión educativa y participación de los agentes educativos, identificando el nivel de participación y colaboración que se promueve en el centro educativo para la toma de decisiones; y el emprendimiento y empoderamiento para innovar prácticas pedagógicas que redunden en la mejora de los aprendizajes de las alumnas y alumnos[1].

Señalan que para que haya una enseñanza efectiva en valores preventivos, es imprescindible que la administración educativa ponga los medios necesarios tanto técnicos como humanos para que desde la escuela podamos contribuir a que nuestros alumnos/as de hoy, trabajadores del mañana, tengan interiorizados esos hábitos saludables y esos conocimientos preventivos, por lo que cabe demandar y exigir que las diferentes administraciones a quienes sin duda les afectan estos asuntos, tomen las medidas oportunas al efecto[2].

Desde la perspectiva de la teoría de la carga cognitiva, el ambiente interior de las aulas generalmente se trata como una variable de control que es mejor mantener constante. Sin embargo, cada vez hay más apoyo para tratar este entorno como una variable independiente capaz de influir directamente en el rendimiento cognitivo de los humanos. Además, el ambiente interior interactúa

tanto con las características del alumno como con las características de la tarea de aprendizaje, lo que indica que las condiciones ambientales óptimas en las aulas dependen de la tarea.

La aceptación del ambiente interior como una variable independiente que puede influir positivamente en las experiencias del estudiante lleva a suponer que este ambiente puede diseñarse de tal manera que pueda mejorar la calidad de las actividades en clase y el aprendizaje de los estudiantes, lo que a su vez puede mejorar la calidad de las actividades en clase y el aprendizaje de los estudiantes. tener un efecto positivo en el rendimiento académico de los estudiantes[3].

### **Justificación del Problema**

La investigación de los posibles riesgos existentes en las aulas y laboratorios de la Universidad Politécnica de Salesiana se basa en la necesidad de brindar un ambiente educativo, seguro y favorable para el aprendizaje. Toda persona tiene derecho a trabajar en un ambiente adecuado y favorable que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar. Este estudio tiene como objetivo realizar un evaluar los posibles riesgos existentes en aulas de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica Salesiana.

Basándose en la información obtenida, se propondrá un plan de mejora, el mismo que tiene como objetivo crear un ambiente más seguro y adecuado para los estudiantes y docentes. En este trabajo de investigación existe la factibilidad para su ejecución, ya que las investigadoras cuentan con los conocimientos teóricos, técnicos adecuados para poder desarrollar el tema, así también con los recursos económicos, bibliográficos y tecnológicos necesarios, además del respaldo de los docentes y estudiantes de la Carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica Salesiana.

La investigación es novedosa debido a que las instituciones educativas no toman en cuenta las posibles condiciones ambientales en las aulas y laboratorios de clase y a su vez estas generan condiciones subestándares, tanto en el diseño o rediseño del espacio adecuado para desarrollar diferentes actividades académicas. El trabajo de investigación posee utilidad teórica, ya que de acuerdo con la bibliografía revisada de autores nacionales e internacionales en materia de seguridad y salud en trabajo son útiles para este trabajo de investigación.

Por otro lado, la utilidad práctica se evidencia con la propuesta, la cual tiene un beneficio de proveer una solución al problema planteado, a través de procedimientos enmarcados en el aspecto técnico legal que brinde las mejoras en el proceso del desarrollo de actividades en las aulas y laboratorios de la institución.

Los estudiantes y docentes de la Carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica Salesiana serán los principales beneficiarios de la investigación, en virtud que se realizará un estudio completo de las condiciones ambientales en las aulas y laboratorios, disminuyendo el riesgo de las condiciones inseguras presentadas en los lugares de estudio, de esta manera los alumnos y docentes incrementarán su rendimiento académico y laboral respectivamente ayudara a no sufrir afecciones en su salud.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Analizar las condiciones ambientales para las aulas de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica Salesiana.

### **Objetivos específicos**

- Identificar las condiciones ambientales presentes en las Aulas de la Carrera de Ingeniería Industrial.
- Evaluar las condiciones ambientales presentes en las Aulas de la Carrera de Ingeniería Industrial.
- Proponer alternativas de solución para mejorar las condiciones ambientales en las Aulas de la Carrera de Ingeniería Industrial.

## **Metodología**

La metodología propuesta implica recopilar información sobre las características físicas de las aulas de la Carrera de Ingeniería Industrial en la Universidad Politécnica Salesiana, evaluar detalladamente la iluminación actual, analizar las necesidades específicas de cada espacio, implementar estas mejoras asegurando el cumplimiento y la eficiencia energética, evaluar los resultados obtenidos y elaborar un informe final con recomendaciones para mantener y mejorar la iluminación en el futuro.

### **Método inductivo**

El método inductivo se enfoca en la recopilación y análisis de datos específicos y experiencias pasadas para llegar a conclusiones generales sobre la gestión de riesgos y la planificación de riesgos. Este enfoque puede ayudar a identificar riesgo y a adaptar las medidas de seguridad de manera más precisa.

### **Método bibliográfico**

El método bibliográfico se centra en la investigación aprovechando el conocimiento acumulado en la literatura brindada por, libros, repositorios universitarios, artículos, bibliotecas virtuales y presenciales, normativa legal vigente en el Ecuador, entre otras para garantizar que se apliquen mejores prácticas y se tomen en cuenta lecciones aprendidas de textos similar.

Con el paso de los años, la seguridad, la higiene y la ergonomía ambiental se han convertido en necesidades de investigación y aplicación en el sector manufacturero o de servicios. Impulsadas por estos sectores, internacionalmente demostraron ser inversiones representativas por ser innecesarias costos para los representantes de las instituciones.

### **Contextualización del problema**

En industrias de todo el mundo, cada lugar de trabajo y cada industria o empresa de servicios tiene sus propias características específicas del entorno de trabajo, pero estas condiciones no deben ser una amenaza para la salud y la seguridad de los trabajadores. Trabajo, que afirma que:

cada 15 segundos muere un empleado por accidente o enfermedad laboral, cada 15 segundos mueren 153 empleados por accidente laboral, cada día 6.300 personas accidentes o enfermedades relacionadas[4].

Los espacios educativos, como las aulas de Ingeniería Industrial en la Universidad Politécnica Salesiana, tienen la responsabilidad de garantizar entornos seguros que promuevan el bienestar de quienes lo conforman: estudiantes y docentes. Las universidades, como pilares del aprendizaje y la investigación, tienen un rol indispensable en la gestión de la seguridad. De esta manera se hace referencia al término seguridad cuando el mismo asume las condiciones mediante las cuales preserva la integridad todos en sus distintos aspectos.

# CAPÍTULO I

## 1. Marco Teórico

### 1.1.Higiene Industrial

Se trata de un conjunto de medidas técnicas, económicas, psicológicas, entre otras, cuyo propósito es asistir tanto a la empresa como a sus empleados en la prevención de accidentes industriales. Esto se logra controlando los riesgos inherentes a las labores, preservando tanto las instalaciones industriales como los entornos naturales. Los principios fundamentales de esta estrategia incluyen la prioridad en preservar la salud y vida de los colaboradores, proteger las instalaciones industriales y reducir al mínimo las pérdidas causadas por lesiones[5].

La seguridad e higiene industrial tiene como objetivo que incluyen informar a los trabajadores sobre principios básicos de prevención, capacitarlos en seguridad, higiene y control ambiental, y gestionar los riesgos asociados a las ocupaciones. Desarrollar programas de prevención de accidentes que cuenten con el respaldo tanto los líderes principales como los empleados de base, estableciendo claramente las responsabilidades de cada parte. Además, se debe mantener la infraestructura industrial en condiciones óptimas[6].

Se describe a la prevención de enfermedades laborales como una técnica no médica, que se enfoca en controlar los contaminantes presentes en el entorno de trabajo que las causan. La higiene industrial esta centra en comprender los efectos y las relaciones que estos contaminantes tienen en los trabajadores dentro del lugar de trabajo.

Es importante distinguirla a la ergonomía, como el estudio y ajuste de la relación entre el individuo y su puesto laboral, y de la medicina del trabajo, que se ocupa de vigilar y prevenir los impactos de diversos agentes físicos y contaminantes en la salud del trabajador. Dada la idea primordial de la higiene industrial es evitar enfermedades laborales, se concentra en el reconocimiento, la evaluación y el control de los factores ambientales del trabajo para lograr dicho propósito[7].

## **1.2.Condiciones Ambientales**

Las condiciones de trabajo, en el acuerdo con la Organización Internacional del Trabajo (OIT) en 1990, comprenden el conjunto de elementos que interrumpen el buen estado mental y físico de los colaboradores. Entre las condiciones ambientales que pueden incidir en dicho bienestar se encuentran: el ruido, definido como sonidos no deseados y perjudiciales para la salud de los trabajadores, cuyos niveles están relacionados con la frecuencia y presión de los sonidos agudos y graves[8].

La iluminación inadecuada, que puede causar fatiga visual; y la temperatura, que debe ser apropiada para no generar incomodidades ni molestias en los trabajadores.

## **1.3.Ruido**

Los diferentes ruidos en la salud son un problema palpable que va más allá del ámbito industrial, convirtiéndose en un desafío social importante. En la sociedad moderna, donde la tecnología es omnipresente, el uso de maquinaria y dispositivos ruidosos expone a niños y jóvenes desde una edad temprana.

La pérdida auditiva ahora se manifiesta cada vez más temprano y está frecuentemente relacionada con el incremento de enfermedades crónicas no comunicables relacionadas con la prolongada y excesiva exposición al ruido, tanto de forma voluntaria como involuntaria. Diversas situaciones muestran cómo el sonido puede ser dañino para la salud, destacando la necesidad de prevenir daños auditivos.

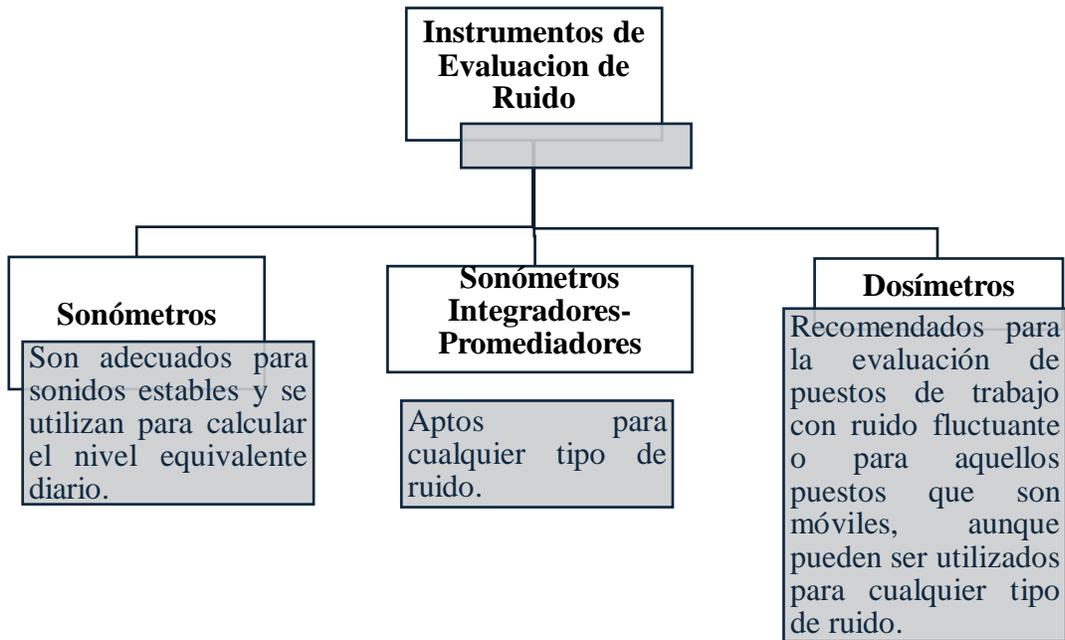
En el entorno laboral, la exposición continua a altos niveles de ruido puede tener efectos graves en la salud auditiva de los trabajadores, incrementar la incidencia de accidentes y reducir la productividad. Además, el ruido constante puede causar estrés, fatiga e irritabilidad, incluso después de terminar la jornada laboral.

Entre los músicos, entre el 30 % y el 50 % sufren pérdida auditiva, influenciada por factores como el tipo de instrumento, el género musical y el entorno en el que se toca. Los estudios demuestran que los músicos que no utilizan protección auditiva tienen un riesgo mayor de pérdida auditiva, especialmente aquellos que tocan durante períodos prolongados.

En los hospitales, los niveles de ruido han aumentado considerablemente desde la década de 1960, excediendo las sugerencias de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Este ruido en los hospitales puede afectar negativamente tanto la recuperación de los pacientes como el desempeño del personal médico[9].

### 1.3.1. Instrumentos de Evaluación de Ruido

Para evaluar los niveles de ruido, existen varios dispositivos disponibles:



**Figura 1.** Instrumentos de Evaluación de Ruido

En la Figura 1 muestra un diagrama de clasificación de los instrumentos de evaluación de ruido. La clasificación se divide en tres categorías principales.

#### **1.4.Ergonomía Ambiental**

En los últimos años, la ergonomía ha captado el interés de expertos de áreas tan diversas como la ingeniería, medicina, psicología, arquitectura y diseño. Derivado de las palabras griegas "ergon" (trabajo) y "nomos" (norma), el término "ergonomía" fue mencionado por primera vez en el libro "Compendio de ergonomía" del polaco Wojciech Jastrzebowk[6].

Esta área de estudio se dedica a examinar las condiciones laborales, abarcando el entorno físico de trabajo, las condiciones térmicas, el nivel de ruido, la calidad de la iluminación, las vibraciones, las posturas corporales, el consumo de energía, la carga mental, la fatiga y otros elementos que pueden afectar la salud del empleado y su estado emocional.

El principal propósito de la ergonomía es potenciar la calidad de vida al perfeccionar la relación entre individuos y maquinaria, tanto en la operación de equipos sofisticados como en actividades más sencillas.

### 1.4.1. Clasificación de la Ergonomía



**Figura 2.** Tipos de Ergonomía

La descripción del diagrama que clasifica los diferentes tipos de ergonomía se puede evidenciar en la Figura 2.

### 1.5. Iluminación

Dentro del análisis de las condiciones ambientales en las aulas de la carrera de Ingeniería Industrial, es fundamental considerar las medidas del aula ya que las mismas deben ser acorde con el número

de estudiantes y del tipo de actividades que se realizan dentro de ésta, a su vez hay que tener en cuenta la adecuada distribución del mobiliario requerido.

Un parámetro para medir la calidad de la educación debe ser los locales donde se realiza dicha formación, dado que no se limitan a las aulas, sino en todos los lugares del entorno universitario que contribuyan al desarrollo integral del individuo. Se considera indispensable tener en cuenta una correcta iluminación dentro de las aulas para crear un ambiente seguro y propicio para los estudiantes y personal docente que desarrollan sus respectivas actividades académicas[10].

De acuerdo con el artículo 56 del decreto ejecutivo 2393, especificado en la Tabla 1, se dispone la obligatoriedad de suministrar iluminación apropiada en todos los entornos laborales. Esto asegura que los empleados puedan desempeñar sus funciones de forma segura y sin peligro para su salud visual, ya sea mediante luz natural o artificial [3].

**Tabla 1.** Niveles de Iluminación mínima para trabajos específicos y similares[11].

<b>ILUMINACIÓN MÍNIMA (LUXES)</b>	<b>ACTIVIDADES</b>
<b>20</b>	Pasillos, patios y lugares de paso.
<b>50</b>	Operaciones donde la diferenciación no sea crucial, tales como la manipulación de materiales, la gestión de residuos, el embalaje y los servicios sanitarios.
<b>100</b>	Cuando se requiera una leve distinción de detalles, como en la fabricación de

	productos de hierro y acero, talleres textiles y de industria manufacturera, salas de máquinas y calderas, y ascensores.
<b>200</b>	Si es fundamental una diferenciación moderada de detalles, como en talleres de metalmecánica, confección, industria de conservas e imprentas.
<b>300</b>	Siempre que sea crucial una distinción intermedia de detalles, como en trabajos de ensamblaje, pintura con pistola, tipografía, contabilidad y taquigrafía.
<b>500</b>	Tareas que requieran una fina distinción de detalles, bajo condiciones de contraste, tales como corrección de pruebas, fresado y torneado, y dibujo.
<b>1000</b>	Trabajos que demanden una distinción extremadamente precisa o bajo condiciones de contraste complicadas, como trabajos artísticos o con colores, inspección delicada, ensamblajes electrónicos de precisión y relojería.

Los valores especificados se refieren al plan operativo respectivo, máquina o herramienta y considere el deslumbramiento y la uniformidad es aceptable.

La iluminación es crucial para llevar a cabo actividades sociales, educativas, comerciales e industriales. Aunque los avances tecnológicos en la iluminación artificial han incrementado la eficiencia energética de las luminarias, es posible reducir e incluso eliminar el consumo de electricidad durante las horas del día en ciertas situaciones.

El diseño de iluminación proporciona una cantidad adecuada de luz, lo cual facilita a la realización de tareas con un rendimiento visual óptimo. Desde esta nueva óptica, se puede decir que un sistema de iluminación efectivo es aquel que, además de cumplir con las necesidades visuales, también crea un ambiente saludable, seguro y confortable.

La iluminancia o nivel de iluminación se hace alusión a la radiación luminosa que alcanza una superficie de trabajo, y se mide en luxes. Un sistema de iluminación consiste en un conjunto de luminarias correctamente dispuestas que proporcionan la cantidad adecuada de luz según las actividades realizadas. El flujo luminoso indica cuánta luz emite una fuente, mientras que la intensidad luminosa muestra cómo se distribuye esa luz sobre la superficie. Estos conceptos son fundamentales para diseñar espacios de trabajo eficientes y confortables.

Una luminaria, también conocida como luminario, es un sistema de iluminación que distribuye y regula la luz producida por una o más lámparas, e incluye accesorios que aseguran su protección, funcionamiento y conexión al circuito eléctrico. El luxómetro es un dispositivo utilizado para medir el nivel real de iluminación en un entorno laboral, y generalmente mide en luxes o en bujías-pie. La reflexión se trata de la luz que refleja o rebota en una superficie manteniendo el ángulo con el que llegó.

El deslumbramiento, por otro lado, ocurre cuando la intensidad de la luz de un objeto, como el sol, es mucho mayor que la luz reflejada por el entorno, creando un desbalance en la percepción visual.[12].

## **1.6.Estimación del Riesgo**

### **1.6.1. Severidad del Daño**

Al evaluar el potencial de daño, es fundamental considerar dos aspectos principales: las partes del cuerpo que podrían sufrir impacto y la gravedad del daño, que puede oscilar entre leve y severo. Estos factores son esenciales para una evaluación completa y precisa de los riesgos asociados a una actividad o situación específica.

A continuación, se describe como se presenta ciertos tipos de daño leve incluyen cortes superficiales, pequeñas magulladuras y molestias como dolor de cabeza. En cuanto al daño moderado, se encuentran laceraciones, quemaduras, fracturas menores y condiciones como la dermatitis. Finalmente, el daño grave puede abarcar amputaciones, fracturas severas, intoxicaciones y enfermedades crónicas graves que pueden reducir notablemente la esperanza de vida, como el cáncer[13].

### **1.6.2. Probabilidad de que ocurra el daño**

El daño se puede dividir en tres categorías principales según la frecuencia y la previsibilidad del riesgo. En primer lugar, se encuentra la alta probabilidad, donde el daño es probable que ocurra de

manera frecuente o constante. En segundo lugar, la media probabilidad indica que el daño podría ocurrir en ocasiones específicas. Finalmente, la baja probabilidad señala que el daño es poco probable, manifestándose solo en circunstancias excepcionales.

Al realizar esta evaluación, es crucial analizar la efectividad de las medidas de control ya implementadas. Además de es importante seguir las normativas y regulaciones establecidas por la ley de buenas prácticas en cuanto a medidas de control específicas, deben tomarse en cuenta otros factores determinantes.

Es fundamental considerar diversos factores al evaluar los riesgos en el lugar de trabajo. Esto abarca desde la sensibilidad individual de los empleados a ciertos riesgos, determinada por sus características personales y condiciones biológicas, hasta la frecuencia con la que se enfrentan a situaciones peligrosas.

También es crucial tener en cuenta la posibilidad de fallos en servicios esenciales como sistemas eléctricos o de agua, así como en componentes de instalaciones y maquinaria, y evaluar la efectividad y el uso adecuado de los equipos de protección personal (EPI). Además, las conductas inseguras, como violaciones deliberadas o errores no intencionados de los procedimientos de seguridad, deben ser consideradas Para asegurar que el lugar de trabajo sea seguro y esté protegido.

Para facilitar la evaluación de los niveles de riesgo en función de la probabilidad estimada y las posibles consecuencias, la Figura 3 presenta un método claro y práctico que se detalla a continuación.

		Consecuencias		
		Ligeramente Dañino (LD)	Dañino (D)	Extremadamente Dañino (ED)
Probabilidad	Baja (B)	Riesgo Trivial (T)	Riesgo Tolerable (TO)	Riesgo Moderado (MO)
	Media (M)	Riesgo Tolerable (TO)	Riesgo Moderado (MO)	Riesgo Importante (I)
	Alta (A)	Riesgo Moderado (MO)	Riesgo Importante (I)	Riesgo Intolerable (IN)

**Figura 3.** Niveles de Riesgo

### 1.6.3. Valoración de riesgos: Determinación de la tolerancia al riesgo

La evaluación de los riesgos, representada en la Figura 3, proporciona una base para decidir si es necesario reforzar los controles actuales o introducir nuevos, y para definir el momento oportuno para actuar. La tabla a continuación ofrece criterios sugeridos para guiar la toma de decisiones. Es fundamental que los esfuerzos y la urgencia para controlar los riesgos sean proporcionales al nivel de riesgo identificado [13].

## 1.7. Fatiga Laboral

Se presenta como un fenómeno complejo y extendido en los entornos de trabajo, especialmente en aquellos que implican una alta carga física y el uso de tecnologías complicadas que imponen demandas extremas al individuo, llevándolo a trabajar más allá de sus límites psicofisiológicos y en condiciones muchas veces perjudiciales. En este trabajo, se busca analizar aspectos fundamentales de la fatiga que todos los trabajadores deben conocer, con el objetivo de prevenir situaciones de enfermedad e incluso de fatalidad[14].

Riesgo	Acción y temporización
Trivial (T)	No se requiere acción específica
Tolerable (TO)	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.
Moderado (M)	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un período determinado. Cuando el riesgo moderado esta asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.
Importante (I)	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.
Intolerable (IN)	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.

**Figura 4.** Valores de Riesgo

### 1.7.1. Tipos de Fatiga

La fatiga fisiológica se origina del esfuerzo físico y la carga de trabajo, y puede ser recuperada con un descanso adecuado. Por otro lado, la fatiga patológica no se debe únicamente al esfuerzo físico y no mejora con el descanso o el sueño; sus causas pueden ser variadas e incluir factores laborales, psicológicos y sociales.

La fatiga neurosensorial o fatiga perceptiva ocurre cuando el trabajo exige un uso excesivo de los sentidos, especialmente la vista y el oído. Las personas en trabajos de oficina o en ambientes ruidosos son especialmente vulnerables a este tipo de fatiga. Dentro de esta categoría, la fatiga visual se ha vuelto común debido a la creciente dependencia de la tecnología. Los síntomas incluyen dificultad para enfocar, visión borrosa, sensibilidad a la luz, ardor, enrojecimiento, lagrimeo excesivo y mayor sensibilidad ocular[15].

Para medir la fatiga, existen varios métodos, especialmente para evaluar la fatiga mental. En el estudio mencionado, se utilizan el cuestionario de Yoshitake y el "Inventario Sueco de Fatiga Ocupacional" (SOFI). El cuestionario de Yoshitake, que consta de treinta preguntas, está diseñado para detectar cambios funcionales relacionados con la fatiga y clasifica los trabajos en tres tipos[16]:

- Tipo 1: Trabajos con demandas mixtas, tanto físicas como mentales.
- Tipo 2: Trabajos con demandas principalmente mentales.
- Tipo 3: Trabajos con demandas principalmente físicas.

Una persona se considera fatigada si responde afirmativamente a seis o más síntomas en el caso de los hombres, y siete o más en el caso de las mujeres.

## **CAPITULO II**

## 2. MÉTODOS Y MATERIALES

La Universidad Politécnica Salesiana requiere conocer el estado actual de sus espacios físicos para asegurar que cumplan con los estándares necesarios para una programación académica efectiva. Un aspecto crítico de esta evaluación es la adecuación de las aulas en términos de dimensiones y dotación de condiciones ambientales. La finalidad de este diagnóstico no es solo identificar el estado actual, sino también proponer acciones o intervenciones que puedan mejorar las condiciones de estos espacios.

El presente estudio tiene como objetivo general la evaluación del estado actual de las aulas. Para ello, se seleccionaron un total de 10 (diez) aulas pertenecientes a la carrera de Ingeniería Industrial las mismas que podemos ver en la Tabla 2. Se aplicó una matriz de riesgos para identificar y evaluar los posibles riesgos asociados con las condiciones de iluminación.

**Tabla 2.** Listado de aulas y laboratorios

<b>NÚMERO</b>	<b>Aulas y Laboratorios</b>
<b>1</b>	Laboratorio de Ingeniería Industrial #1
<b>2</b>	Laboratorio de Ingeniería Industrial #2
<b>3</b>	Laboratorio de Ingeniería Industrial #3
<b>4</b>	B12
<b>5</b>	B37
<b>6</b>	B58

<b>7</b>	B63
<b>8</b>	B80
<b>9</b>	B93
<b>10</b>	B94

La información fue recolectada utilizando herramientas específicas como un distanciómetro y un luxómetro. El distanciómetro permitió medir las dimensiones de las aulas, facilitando la creación de planos detallados en AutoCAD y el modelado en 3D de los espacios. Los datos de iluminación recopilados se utilizaron para evaluar y verificar la uniformidad luminosa de cada aula, al igual que la creación de mapas lumínicos proporcionando una representación visual detallada de la distribución de la luz en las aulas.

## **2.1.MÉTODO**

### **2.1.1. Matriz de Riesgos**

En la gestión de riesgos, se emplean diversas herramientas para evaluar y dar prioridad a los riesgos relacionados con actividades, proyectos o procesos. Una herramienta fundamental es la matriz de riesgo, que simplifica la observación y la evaluación de los riesgos en base a dos dimensiones principales: la posibilidad de que sucedan y las consecuencias que podrían tener si se producen.

IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, RIESGOS, CONTROLES Y DEFENSAS													
AULA	ACTIVIDADES	NÚMERO DE PERSONAS	PELIGRO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	PROBABILIDAD			CONSECUENCIA			VALORACIÓN DEL RIESGO		
	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	TOTAL	CLASIFICACIÓN		BAJA	MEDIA	ALTA	LIGERAMENTE DAÑINO	DAÑINO	EXTREMADAMENTE DAÑINO			
LAB 1	Análisis de un espacio dedicado a la investigación, experimentación y desarrollo de actividades científicas y técnicas.	1	MECANICO	Caídas de personas al mismo nivel		x	-	x			TO	No se necesita mejorar la acción preventiva	
			MECANICO	Choque sobre objetos inmóviles	x	-	-	-	x	-	TO	No se necesita mejorar la acción preventiva	
			FISICO	Sordera por exposición a ruido excesivo	x	-	-	-	x	-	TO	No se necesita mejorar la acción preventiva	
			ERGONOMÍCOS	Alteraciones músculo-esqueléticas por posición encorvada	x		-	x				T	No se requiere acción específica
			FISICO	Alteraciones visuales y neurosensoriales por iluminación deficiente	-	x	-	-	x	-		MO	Se debe hacer esfuerzos para reducir el riesgo

Figura 5. Identificación de Riesgos del Laboratorio 1

IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, RIESGOS, CONTROLES Y DEFENSAS													
AULA	ACTIVIDADES	NÚMERO DE PERSONAS	PELIGRO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	PROBABILIDAD			CONSECUENCIA			VALORACIÓN DEL RIESGO		
	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	TOTAL	CLASIFICACIÓN		BAJA	MEDIA	ALTA	LIGERAMENTE DAÑINO	DAÑINO	EXTREMADAMENTE DAÑINO			
LAB 2	Análisis de un espacio dedicado a la investigación, experimentación y desarrollo de actividades científicas y técnicas.	1	ERGONOMÍCOS	Alteraciones músculo-esqueléticas por posición encorvada	x		-	x			T	No se requiere acción específica	
			FISICO	Alteraciones visuales y neurosensoriales por iluminación deficiente	-	x	-	-	x	-	MO	Se debe hacer esfuerzos para reducir el riesgo	
			MECANICO	Caídas de personas al mismo nivel		x	-	x				TO	No se necesita mejorar la acción preventiva
			MECANICO	Choque sobre objetos inmóviles	x	-	-	-	x	-		TO	No se necesita mejorar la acción preventiva

Figura 6. Identificación de Riesgos del Laboratorio 2

IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, RIESGOS, CONTROLES Y DEFENSAS												
AULA	ACTIVIDADES	NÚMERO DE PERSONAS	PELIGRO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	PROBABILIDAD			CONSECUENCIA			VALORACIÓN DEL RIESGO	
	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	TOTAL	CLASIFICACIÓN		BAJA	MEDIA	ALTA	LIGERAMENTE DAÑINO	DAÑINO	EXTREMADAMENTE DAÑINO		
LAB 3	Análisis de un espacio dedicado a la investigación, experimentación y desarrollo de actividades científicas y técnicas.	1	ERGONÓMICOS	Alteraciones músculo-esqueléticas por posición encorvada	x		-	x			T	No se requiere acción específica
			FISICO	Alteraciones visuales y neurosensoriales por iluminación deficiente	-	x	-	-	x	-	MO	Se debe hacer esfuerzos para reducir el riesgo
			MECANICO	Caidas de personas al mismo nivel		x	-	x		-	TO	No se necesita mejorar la acción preventiva
			MECANICO	Choque sobre objetos inmóviles	x	-	-	-	x	-	TO	No se necesita mejorar la acción preventiva

Figura 7. Identificación de Riesgos del Laboratorio 3

IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, RIESGOS, CONTROLES Y DEFENSAS													
AULA	ACTIVIDADES	NÚMERO DE PERSONAS	PELIGRO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	PROBABILIDAD			CONSECUENCIA			VALORACIÓN DEL RIESGO		
	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	TOTAL	CLASIFICACIÓN		BAJA	MEDIA	ALTA	LIGERAMENTE DAÑINO	DAÑINO	EXTREMADAMENTE DAÑINO			
B12	Análisis de un espacio dedicado a la investigación, experimentación y desarrollo de actividades científicas y técnicas.	1	MECANICO	Caidas de personas al mismo nivel		x	-	x		-	TO	Hay que mejorar la acción preventiva	
			FISICO	Alteraciones visuales y neurosensoriales por iluminación deficiente	-	x	-	-	x	-	MO	Se debe hacer esfuerzos para reducir el riesgo	
			ERGONÓMICOS	Alteraciones músculo-esqueléticas por posición encorvada	x		-	x		-	T	No se requiere acción específica	
			FISICO	Problemas respiratorios por falta de ventilación	x		-			x	-	TO	Hay que mejorar la acción preventiva
			MECANICO	Golpes por objetos o herramientas	x		-			x	-	TO	Hay que mejorar la acción preventiva
			FISICO	Entré térmica por contacto a temperaturas altas (solar)	x		-		x		-	T	Hay que mejorar la acción específica

Figura 8. Identificación de Riesgos del Aula B12

IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, RIESGOS, CONTROLES Y DEFENSAS													
AULA	ACTIVIDADES	NÚMERO DE PERSONAS	PELIGRO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	PROBABILIDAD			CONSECUENCIA			VALORACIÓN DEL RIESGO		
	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	TOTAL	CLASIFICACIÓN		BAJA	MEDIA	ALTA	LEGERAMENTE DAÑINO	DAÑINO	EXTREMADAMENTE DAÑINO			
B37	Análisis de un espacio dedicado a la investigación, experimentación y desarrollo de actividades científicas y técnicas.	1	MECANICO	Caída de porzanar al mismo nivel		x	-	x			TO	Hay que mejorar la acción preventiva	
			FISICO	Alteraciones visuales y neuromusculares por iluminación deficiente	-	x	-	-	x	-	MO	Se debe hacer esfuerzos para reducir el riesgo	
			ERGONOMÍCOS	Alteraciones músculo-esqueléticas por posición encorvada	x		-		x			T	Hay que mejorar la acción específica
			FISICO	Problemas respiratorios por falta de ventilación	x		-			x	-	TO	Hay que mejorar la acción preventiva
			MECANICO	Golpes por objetos o herramientas	x		-				x	-	TO

Figura 9. Identificación de Riesgos del Aula B37

IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, RIESGOS, CONTROLES Y DEFENSAS														
AULA	ACTIVIDADES	NÚMERO DE PERSONAS	PELIGRO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	PROBABILIDAD			CONSECUENCIA			VALORACIÓN DEL RIESGO			
	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	TOTAL	CLASIFICACIÓN		BAJA	MEDIA	ALTA	LEGERAMENTE DAÑINO	DAÑINO	EXTREMADAMENTE DAÑINO				
B58	Análisis de un espacio dedicado a la investigación, experimentación y desarrollo de actividades científicas y técnicas.	1	MECANICO	Caída de porzanar al mismo nivel		x	-	x			TO	Hay que mejorar la acción preventiva		
			FISICO	Alteraciones visuales y neuromusculares por iluminación deficiente	-	x	-	-	x	-	MO	Se debe hacer esfuerzos para reducir el riesgo		
			ERGONOMÍCOS	Alteraciones músculo-esqueléticas por posición encorvada	x		-		x			T	Hay que mejorar la acción específica	
			FISICO	Problemas respiratorios por falta de ventilación	x		-			x	-	TO	Hay que mejorar la acción preventiva	
			MECANICO	Golpes por objetos o herramientas	x		-				x	-	TO	Hay que mejorar la acción preventiva
			FISICO	Exposición térmica por contacto a temperaturas altas (calor)	x		-			x			T	Hay que mejorar la acción específica

Figura 10. Identificación de Riesgos del Aula B58

IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, RIESGOS, CONTROLES Y DEFENSAS													
AULA	ACTIVIDADES	NÚMERO DE PERSONAS	PELIGRO		PROBABILIDAD			CONSECUENCIA			VALORACIÓN DEL RIESGO		
	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	TOTAL	CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	BAJA	MEDIA	ALTA	LIGERAMENTE DAÑINO	DAÑINO	EXTREMADAMENTE DAÑINO			
B63	Análisis de un espacio dedicado a la investigación, experimentación y desarrollo actividades científicas y técnicas.	1	MECANICO	Caídas de personas al mismo nivel		x	-		x		-	TO	No se necesita mejorar la acción preventiva
			FISICO	Alteraciones visuales y neurosensoriales por iluminación deficiente	-	x	-	-		x	-	MO	Se debe hacer esfuerzos para reducir el riesgo
			ERGONÓMICOS	Alteraciones músculo-esqueléticas por posición encorvada	x		-		x		-	T	No se requiere acción específica
			FISICO	Problemas respiratorios por falta de ventilación	x		-			x	-	TO	No se necesita mejorar la acción preventiva
			MECANICO	Golpes por objetos o herramientas	x		-			x	-	TO	No se necesita mejorar la acción preventiva
			FISICO	Estrés térmico por contacto a temperaturas altas (calor)	x		-		x		-	T	No se requiere acción específica

Figura 11. Identificación de Riesgos del Aula B63

IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, RIESGOS, CONTROLES Y DEFENSAS													
AULA	ACTIVIDADES	NÚMERO DE PERSONAS	PELIGRO		PROBABILIDAD			CONSECUENCIA			VALORACIÓN DEL RIESGO		
	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	TOTAL	CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	BAJA	MEDIA	ALTA	LIGERAMENTE DAÑINO	DAÑINO	EXTREMADAMENTE DAÑINO			
B80	Análisis de un espacio dedicado a la investigación, experimentación y desarrollo de actividades científicas y técnicas.	1	MECANICO	Caídas de personas al mismo nivel		x	-		x		-	TO	No se necesita mejorar la acción preventiva
			FISICO	Alteraciones visuales y neurosensoriales por iluminación deficiente	-	x	-	-		x	-	MO	Se debe hacer esfuerzos para reducir el riesgo
			ERGONÓMICOS	Alteraciones músculo-esqueléticas por posición encorvada	x		-		x		-	T	No se requiere acción específica
			FISICO	Problemas respiratorios por falta de ventilación	x		-			x	-	TO	No se necesita mejorar la acción preventiva
			MECANICO	Golpes por objetos o herramientas	x		-			x	-	TO	No se necesita mejorar la acción preventiva
			FISICO	Estrés térmico por contacto a temperaturas altas (calor)	x		-		x		-	T	No se requiere acción específica

Figura 12. Identificación de Riesgos del Aula B80

IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, RIESGOS, CONTROLES Y DEFENSAS														
AULA	ACTIVIDADES	NÚMERO DE PERSONAS	PELIGRO		PROBABILIDAD			CONSECUENCIA			VALORACIÓN DEL RIESGO			
	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	TOTAL	CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	BAJA	MEDIA	ALTA	LIGERAMENTE DAÑINO	DAÑINO	EXTREMADAMENTE DAÑINO				
B93	Análisis de un espacio dedicado a la investigación, experimentación y desarrollo de actividades científicas y técnicas.	1	MECANICO	Caidas de personas al mismo nivel		x	-		x			TO	No se necesita mejorar la acción preventiva	
			FISICO	Alteraciones visuales y neurosensoriales por iluminación deficiente	-	X	-	-		X	-	MO	Se debe hacer esfuerzos para reducir el riesgo	
			ERGONÓMICOS	Alteraciones músculo-esqueléticas por posición encorvada	x		-		x			-	T	No se requiere acción específica
			FISICO	Problemas respiratorios por falta de ventilación	x		-				x	-	TO	No se necesita mejorar la acción preventiva
			MECANICO	Golpes por objetos o herramientas	x		-				x	-	TO	No se necesita mejorar la acción preventiva
			FISICO	Estrés térmico por contacto a temperaturas altas (calor)	x		-			x		-	T	No se requiere acción específica

Figura 13. Identificación de Riesgos del Aula B93

IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, RIESGOS, CONTROLES Y DEFENSAS														
AULA	ACTIVIDADES	NÚMERO DE PERSONAS	PELIGRO		PROBABILIDAD			CONSECUENCIA			VALORACIÓN DEL RIESGO			
	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	TOTAL	CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	BAJA	MEDIA	ALTA	LIGERAMENTE DAÑINO	DAÑINO	EXTREMADAMENTE DAÑINO				
B94	Análisis de un espacio dedicado a la investigación, experimentación y desarrollo de actividades científicas y técnicas.	1	MECANICO	Caidas de personas al mismo nivel		x	-		x			TO	No se necesita mejorar la acción preventiva	
			FISICO	Alteraciones visuales y neurosensoriales por iluminación deficiente	-	X	-	-		X	-	MO	Se debe hacer esfuerzos para reducir el riesgo	
			ERGONÓMICOS	Alteraciones músculo-esqueléticas por posición encorvada	x		-		x			-	T	No se requiere acción específica
			FISICO	Problemas respiratorios por falta de ventilación	x		-				x	-	TO	No se necesita mejorar la acción preventiva
			MECANICO	Golpes por objetos o herramientas	x		-				x	-	TO	No se necesita mejorar la acción preventiva
			FISICO	Estrés térmico por contacto a temperaturas altas (calor)	x		-			x		-	T	No se requiere acción específica

Figura 14. Identificación de Riesgos del Aula B94

De la Figura 5 a la 14 se describe los riegos analizados en los laboratorios y aulas pertenecientes a la Carrera de Ingeniería Industrial los destacados son ergonómicos, físicos y mecánicos.

### **2.1.2. Evaluación de la Iluminación**

La evaluación de iluminación es el proceso de medir y analizar las condiciones de iluminación en un entorno específico para asegurarse de que cumpla con los requisitos necesarios para la salud, seguridad y productividad de las personas que ocupan ese espacio. Esta evaluación puede llevarse a cabo en una variedad de entornos, como oficinas, fábricas, escuelas, hospitales y otros lugares de trabajo o de uso público[17].

A continuación, se describe los instrumentos que contribuyen significativamente a crear ambientes de trabajo más seguros y eficientes, ajustándose a las normativas vigentes y promoviendo el bienestar general en los estudiantes y docentes que utilicen los laboratorios y aulas en análisis.

## **2.2.Materiales**

### **2.2.1. Instrumentos utilizados**

#### **2.2.2. Distanciómetro**

Dispositivo de medición que se utiliza para determinar con precisión la distancia entre dos puntos. Estos instrumentos emplean diversas tecnologías para realizar las mediciones, siendo la más común la tecnología láser. Los distanciómetros son herramientas esenciales en una amplia variedad de campos, incluyendo la construcción, la topografía, la arquitectura, el diseño de interiores y la ergonomía[4].



**Figura 15.** Instrumento Distanciómetro

En la Figura 15 evidenciamos mediante fotografía el instrumento distanciómetro utilizado en las mediciones de laboratorios y aulas de la Carrera de Ingeniería Industrial.

### **2.2.3. Luxómetro**

Un dispositivo utilizado para medir la iluminación en una superficie es el luxómetro, que determina la iluminancia, es decir, la cantidad de luz que llega a esa superficie. La unidad de medida utilizada es el lux (lx), que representa un lumen por metro cuadrado. Los luxómetros son herramientas ampliamente empleadas en diversos ámbitos como la fotografía, el cine, la arquitectura, la ingeniería y la seguridad laboral. Su función principal es garantizar que los niveles de iluminación sean adecuados para las actividades específicas y cumplir con las regulaciones vigentes.[18].



**Figura 16.** Instrumento Luxómetro

En la Figura 16 evidenciamos mediante fotografía el instrumento luxómetro utilizado en las mediciones de laboratorios y aulas de la Carrera de Ingeniería Industrial.

### **2.3.Cálculo y Procedimiento**

Se realizó la evaluación de la iluminación en diversas aulas y laboratorios de Ingeniería Industrial, las cuales se detallan en la Tabla 2. A continuación, se describen en detalle el procedimiento y los cálculos realizados para evaluar la iluminación en cada una de las diez aulas seleccionadas.

#### **2.3.1. Cálculos en Laboratorios y Aulas**

## LABORATORIO ING.IND#1

DATOS

ANCHO: 7 m

LARGO: 13,39m

ALTURA: 3,25 m

$$LOCAL 1 = \frac{LARGO * ANCHO}{ALTURA(LARGO + ANCHO)}$$

$$LOCAL1: \frac{13,39 * 7 m}{3,25(13,39+7)m}$$

$$LOCAL1 = 1,40 \sim 2$$

$$X = (X + 2)^2$$

$$X = (2 + 2)^2$$

$$X = 16$$

Realizar una cuadrícula 4 x 4, para realizar las mediciones de luz dentro del aula estudiada.

$$\frac{AREA}{LOCAL 1} = \frac{13,39 * 7}{16}$$

$$\frac{AREA}{LOCAL1} = 5,86(m^2)$$

**Tabla 3.** Cálculos de los laboratorios y aulas

<b>LABORATORIO Y AULAS</b>	<b>LARGO</b>	<b>ANCHO</b>	<b>ALTURA</b>	<b>ÍNDICE LOCAL</b>	<b>X</b>
<b>Laboratorio 1</b>	13,39	7	3,25	1,40~2	16
<b>Laboratorio 2 (A)</b>	9	2,80	3,27	0,65~1	9
<b>Laboratorio 2 (B)</b>	4,38	4,57	3,27	0,69~1	9
<b>Laboratorio 2 (C)</b>	2,45	2,71	3,27	0,39~1	9
<b>Laboratorio 3</b>	13,13	3,06	3,39	0,73~1	9
<b>Aula B12</b>	7,80	6,26	2,98	1,16~2	16
<b>Aula B37</b>	9,50	4,69	3,27	0,96~1	9
<b>Aula B58</b>	8,48	7,60	3,08	1,30~2	16
<b>Aula B63</b>	8,81	7,59	3,12	1,30~2	16
<b>Aula B80</b>	7,63	6,41	2,85	1,22~2	16
<b>Aula B93</b>	8,01	6,16	2,85	1,25~2	16
<b>Aula B94</b>	8,10	7,37	2,85	1,32~2	16

### 2.3.2. Uniformidad

La relación entre los valores mínimos y máximos de iluminación general, medida en luz, no será inferior a 0,7, para asegurar la uniformidad de iluminación de los locales.

Para realizar la relación de iluminación se usa la siguiente formula:

$$\frac{I_{lum_{gen_{min}}}}{I_{lum_{gen_{max}}}} > 0,7$$

En nuestro caso, buscamos en nuestros datos el valor min que es: 183, y el valor Max que es: 340[19].

Aplicando la formula anterior es:

$$\frac{Illum_{gen_{min}}}{Illum_{gen_{max}}} > 0,7$$

$$\frac{183}{340} > 0,7$$

$$0,54 > 0.7$$

**Tabla 4.** Uniformidad de los Laboratorios y Aulas

<b>Aulas / Laboratorios</b>	<b>Illuminación Min</b>	<b>Illuminación Max</b>	<b>Uniformidad &gt;7</b>	<b>Cumple o No Cumple</b>
<b>Lab. Ingeniería Industrial 1</b>	183	340	0,538	NO
<b>Lab. Ingeniería Industrial 2</b>	123	245	0,502	NO
<b>Lab. Ingeniería Industrial 3</b>	177	271	0,653	NO
<b>B12</b>	351	624	0,563	NO
<b>B37</b>	183	308	0,594	NO
<b>B58</b>	216	369	0,585	NO
<b>B63</b>	185	340	0,401	NO
<b>B80</b>	286	714	0,401	NO
<b>B93</b>	262	625	0,419	NO
<b>B94</b>	257	685	0,375	NO

### 2.3.3. Determinar según el artículo 56- 2393

Nuestro lugar de trabajo es una de clases en donde es esencial una distribución media de detalles.

Según el artículo 56 del Decreto Ejecutivo 2393 esto requiere una medida mínima de 300 luxes.

Según las mediciones tomadas en el aula de trabajo, los puntos por revisar son:

LABORATORIO ING IND. 1

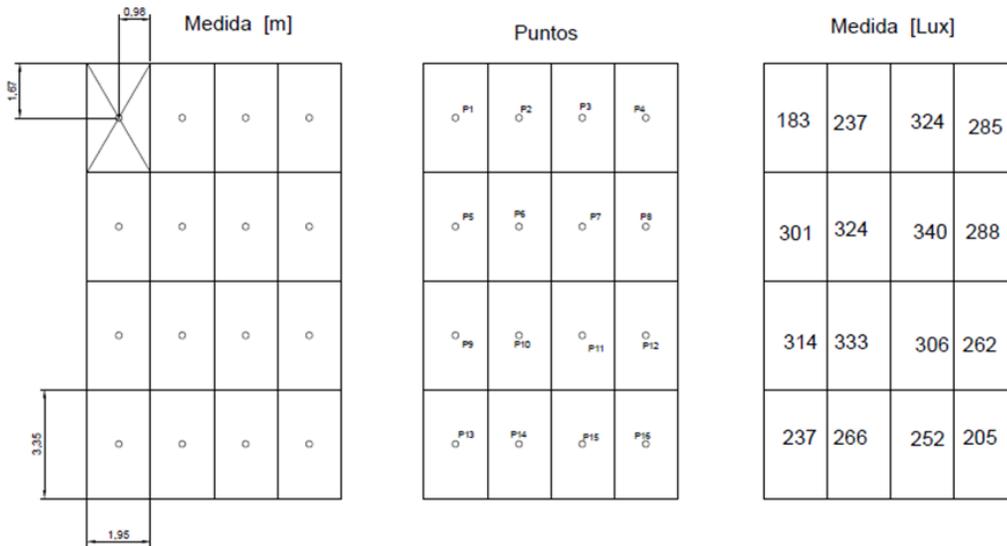


Figura 17. Medidas del Laboratorio 1

LABORATORIO ING 2

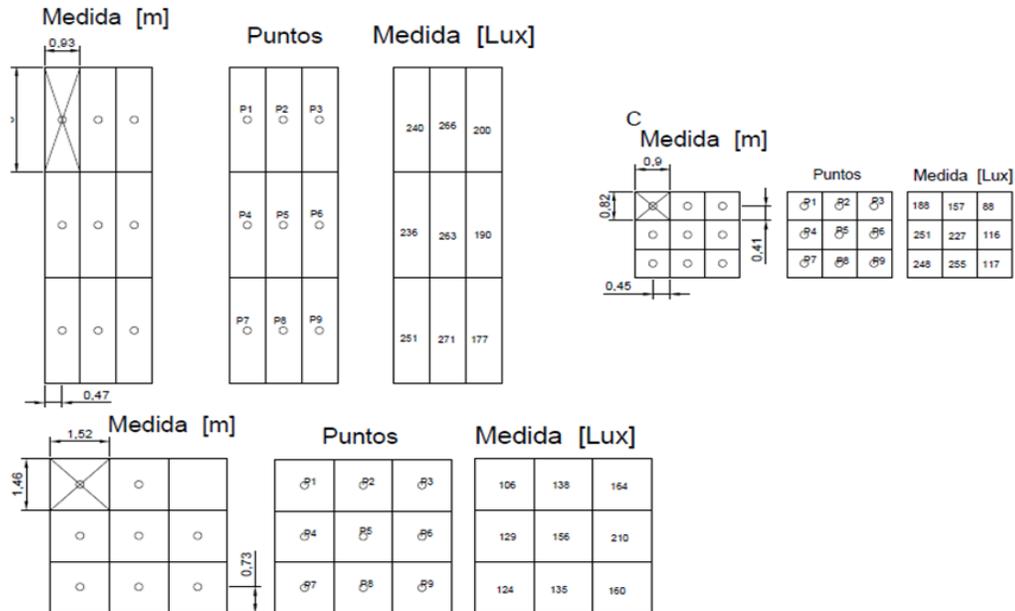
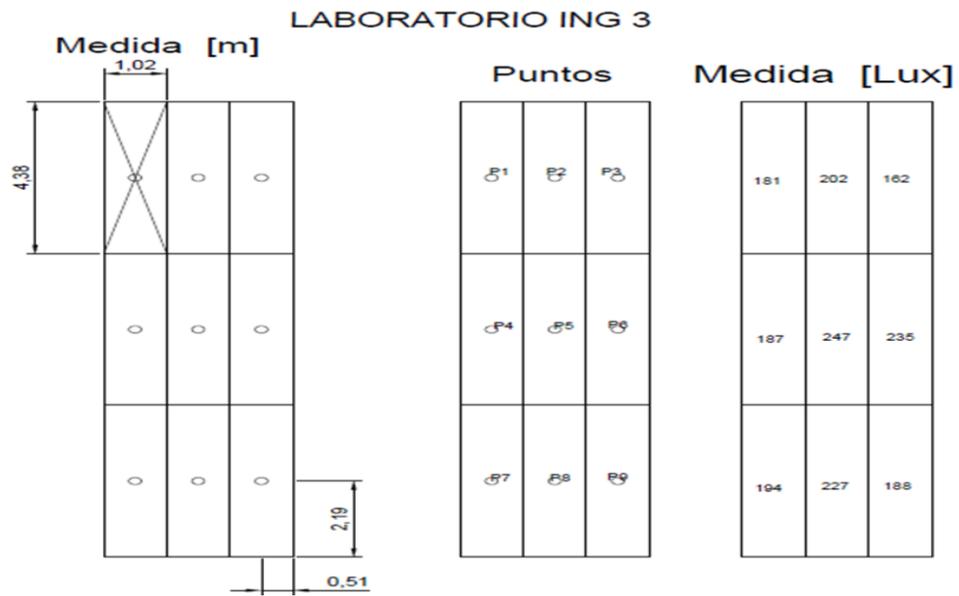
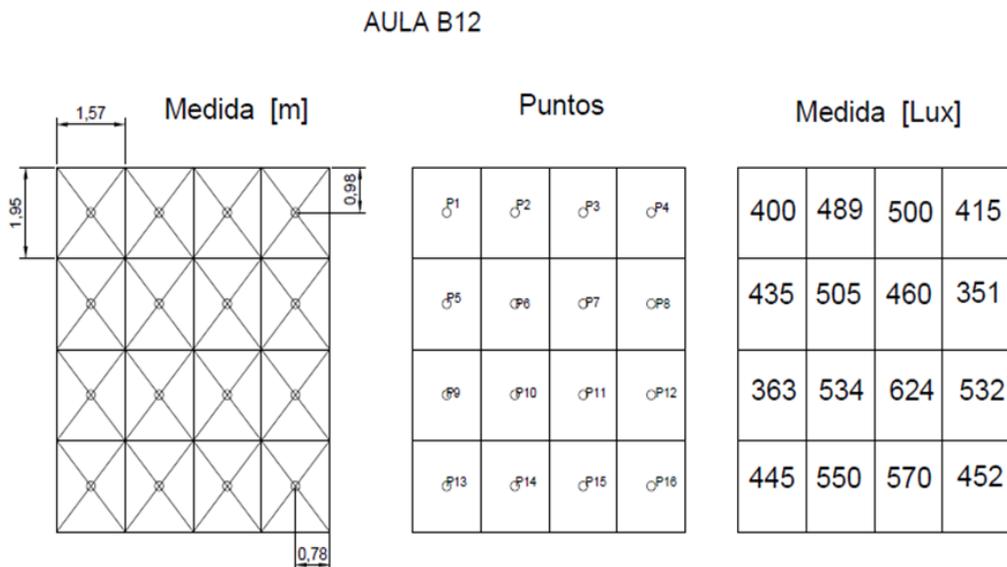


Figura 18. Medidas del Laboratorio 2

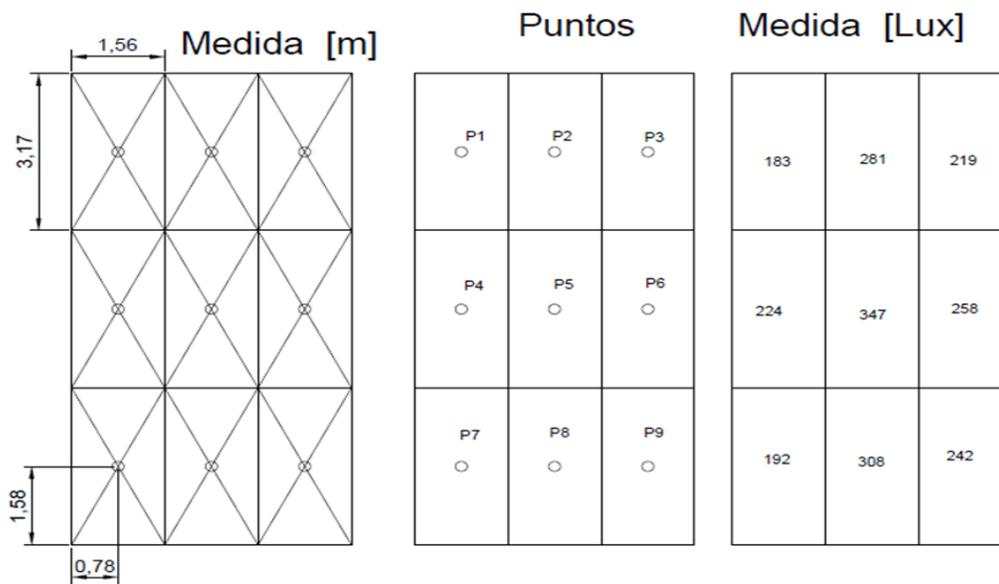


**Figura 19.** Medidas del Laboratorio 3



**Figura 20.** Medidas del Aula B12

### AULA B37



**Figura 21.** Medidas del Aula B37

### AULA B58



**Figura 22.** Medidas del Aula B58

AULA B63

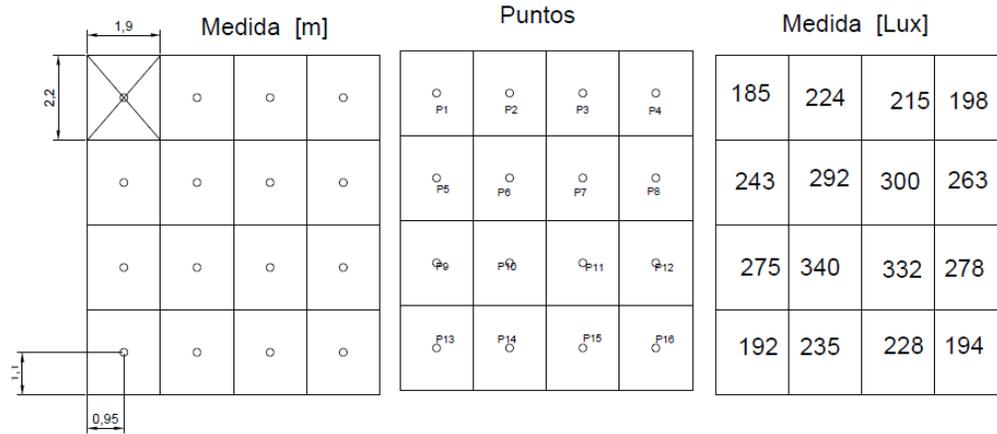


Figura 23. Medidas del Aula B63

AULA B80

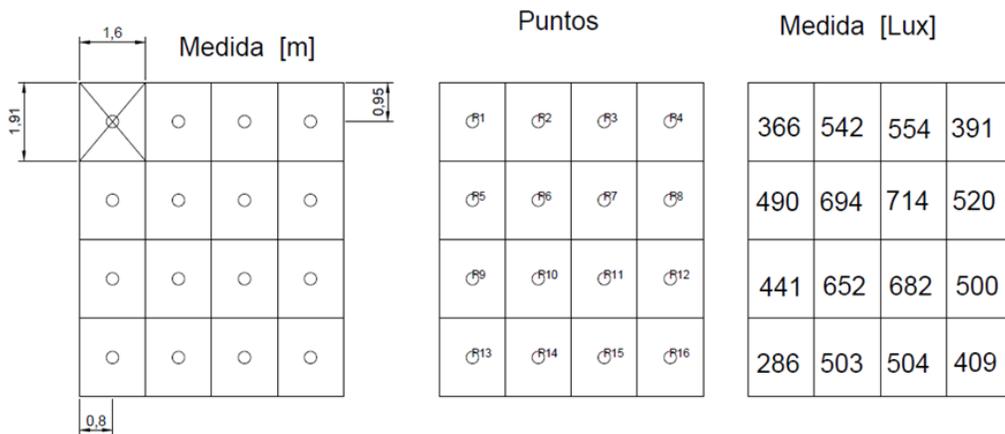


Figura 24. Medidas del Aula B80

AULA B93

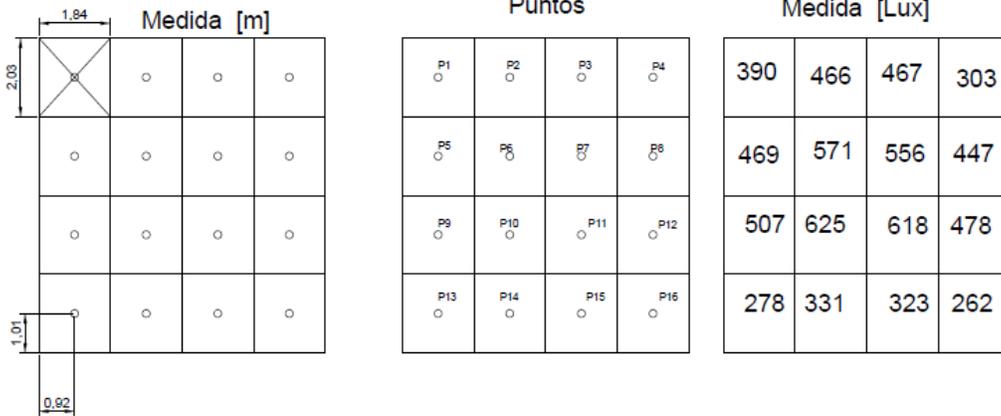


Figura 25. Medidas del Aula B93

AULA B94

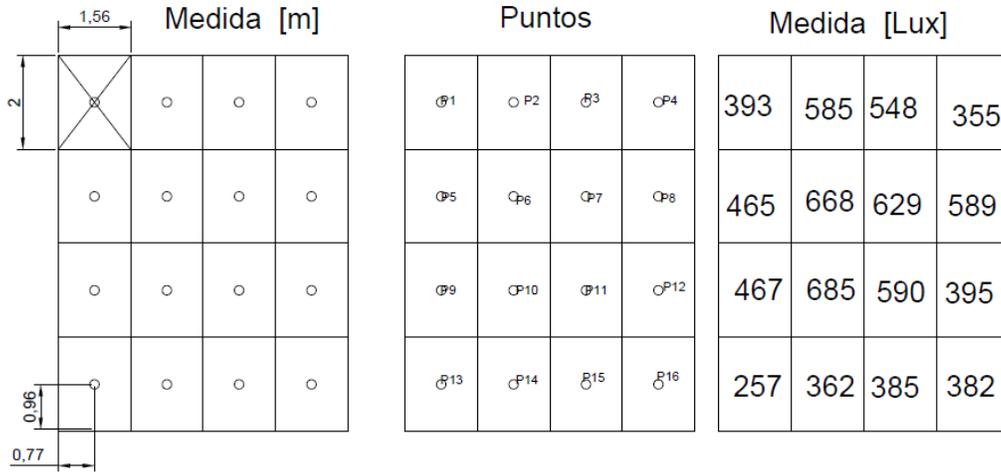


Figura 26. Medidas del Aula B94

De la figura 17 a la 26 se representa las áreas de trabajo mediante el método de la cuadrícula y los puntos de luxes ideales.

### 2.3.4. Mapa lumínico

Mediante el mapa lumínico vamos a visualizar de una manera cómo se distribuye la luz en cada aula.

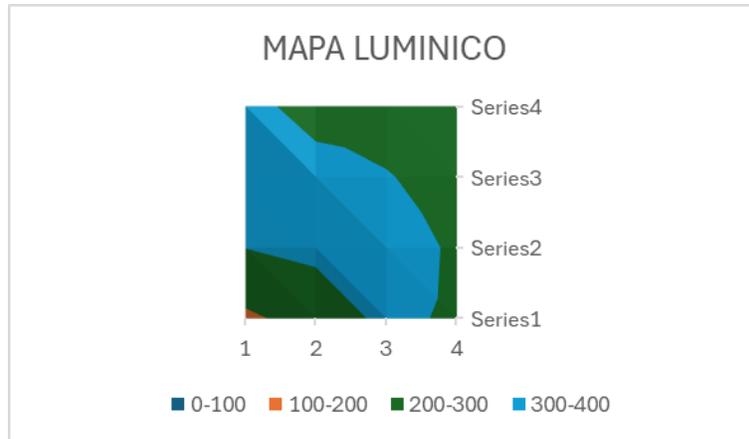


Figura 27. Mapa lumínico del Laboratorio 1

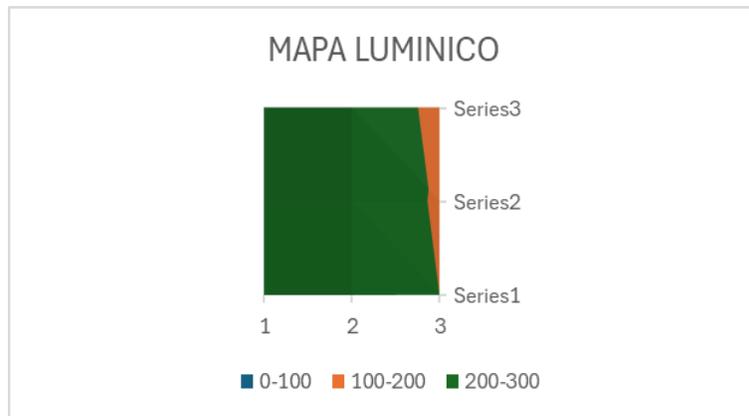
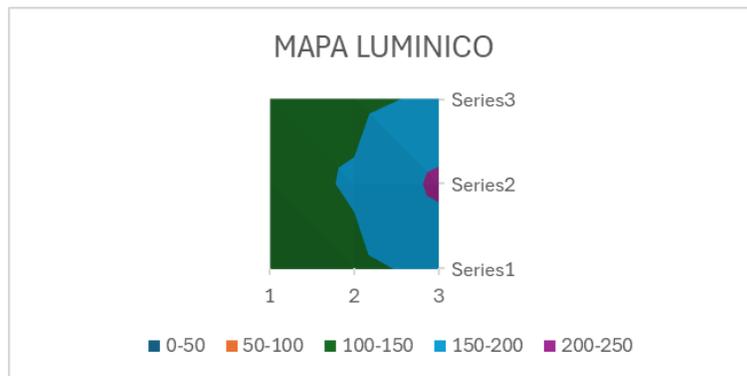
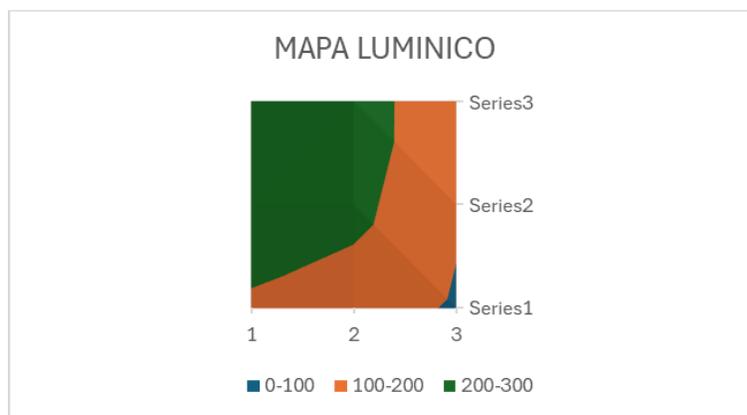


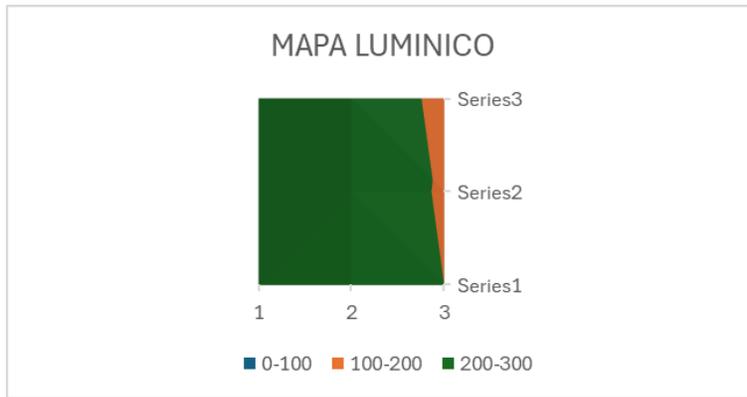
Figura 28. Mapa lumínico del Laboratorio 2 (A)



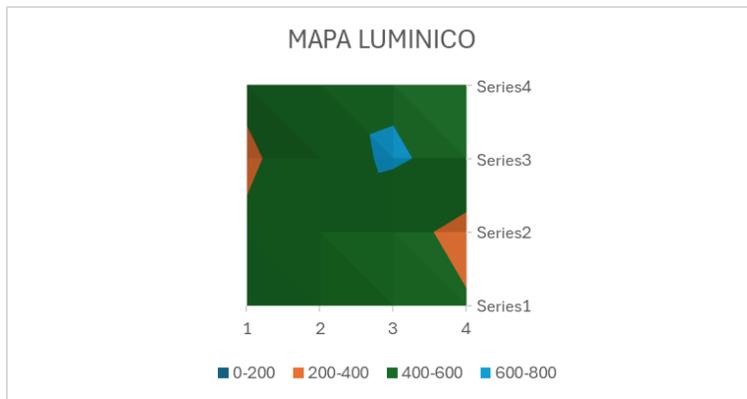
**Figura 29.** Mapa lumínico del Laboratorio 2 (B)



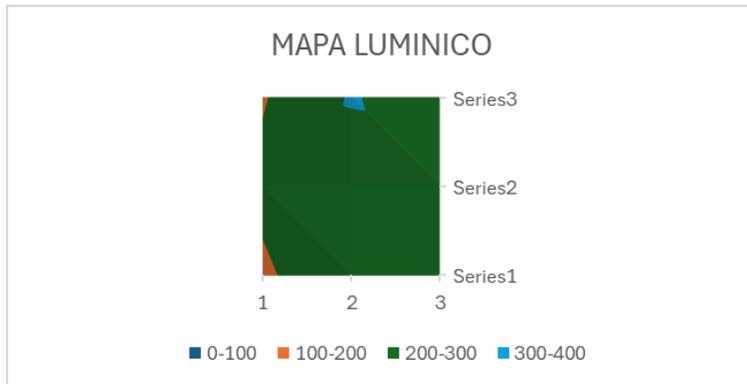
**Figura 30.** Mapa lumínico del Laboratorio 2 (C)



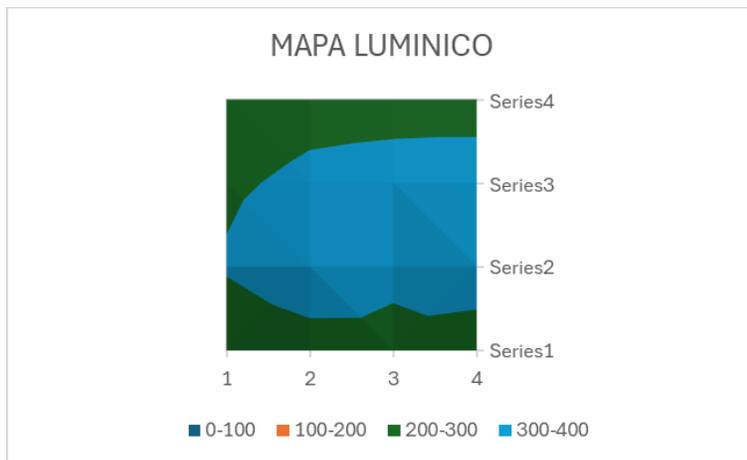
**Figura 31.** Mapa lumínico del Laboratorio 3



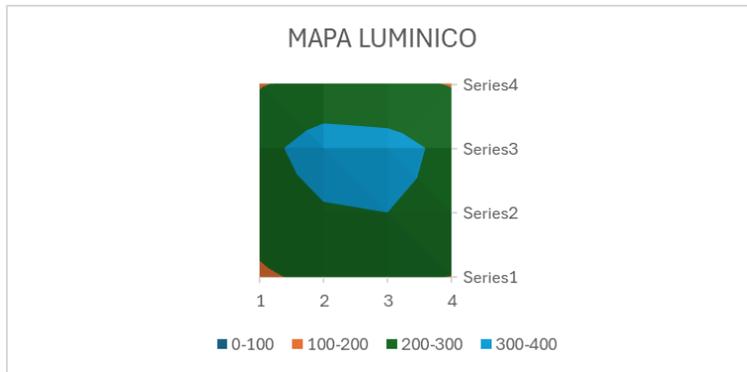
**Figura 32.** Mapa lumínico del Aula B12



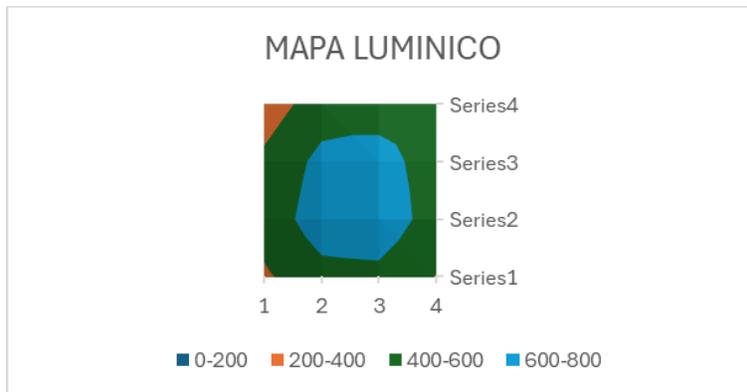
**Figura 33.** Mapa lumínico del Aula B37



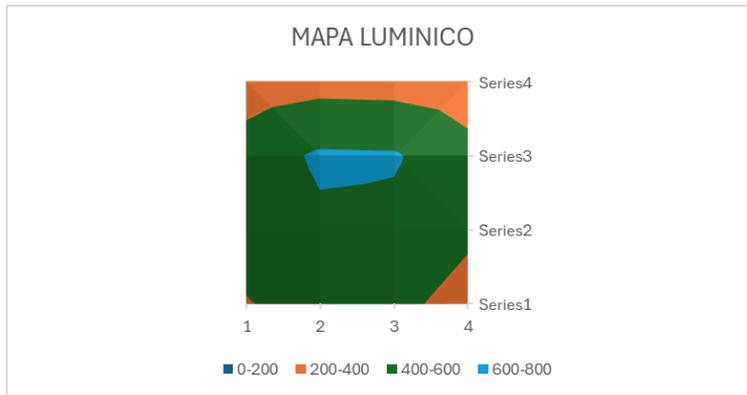
**Figura 34.** Mapa lumínico del Aula B58



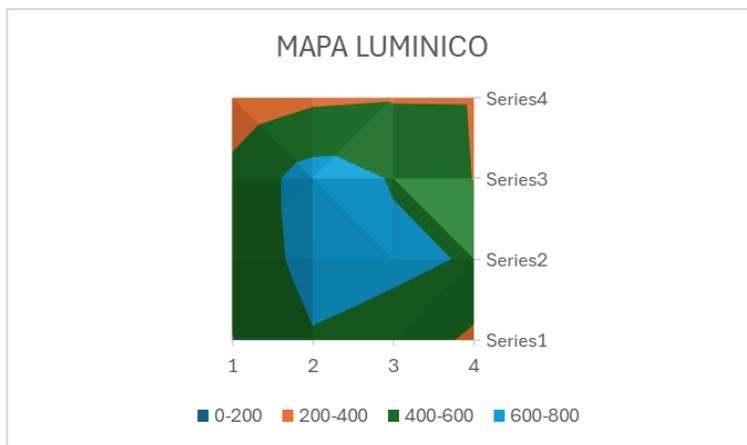
**Figura 35.** Mapa lumínico del Aula B63



**Figura 36.** Mapa lumínico del Aula B80



**Figura 37.** Mapa lumínico del Aula B93



**Figura 38.** Mapa lumínico del Aula B94

La representación gráfica en los mapas lumínicos se obtiene un dato de luz ideas para cada aula y laboratorio, se presenta en la figura 27 a la 38.

## CAPITULO III

### 3. “PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN DE ILUMINACIÓN PARA LAS AULAS DE LA CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA”.

La correcta distribución de la iluminación en los espacios educativos garantiza un ambiente de estudio adecuado. En este capítulo se presenta una propuesta detallada para la distribución de la iluminación en las aulas de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica Salesiana, basada en criterios técnicos, normativas legales y políticas de seguridad.

#### 3.1.Resultados y discusión

##### 3.1.1. Medida de control de riesgos.

IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, RIESGOS, CONTROLES Y DEFENSAS		PLAN DE ACCIÓN DEL CONTROL DE RIESGOS				
AULA	ACTIVIDADES	FUENTE		MEDIO		TRABAJADOR
	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	Eliminación	Sustitución	Controles de ingeniería	Controles administrativos	EPP
LAB 1	Análisis de un espacio dedicado a la investigación, experimentación y desarrollo de actividades científicas y técnicas.	Retirar permanentemente cualquier objeto innecesario del suelo.	N/A	Mejorar la iluminación del aula para asegurar una mejor visibilidad del suelo.	Control de orden y limpieza, con inspecciones regulares.	N/A
		N/A	N/A	Implementación de señalizaciones alrededor de objetos inmóviles.	N/A	N/A
		N/A	N/A	N/A	Monitorear niveles de ruido y establecer límites seguros	Protectores auditivos
		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
		N/A	Sustituir la iluminación con lámparas de mayor potencia.	Realizar mediciones de iluminación en base a la respectiva metodología.	Establecer un programa de mantenimiento regular para asegurar que las luces funcionen adecuadamente.	N/A

Figura 39. Plan de acción del Laboratorio 1

En el laboratorio #1 de Ingeniería Industrial, se han implementado una serie de medidas de control diseñadas para garantizar un entorno seguro y eficiente para la realización de experimentos y prácticas académicas, medidas de control que se pueden observar en la Figura 39.

IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, RIESGOS, CONTROLES Y DEFENSAS		PLAN DE ACCIÓN DEL CONTROL DE RIESGOS				
AULA	ACTIVIDADES	FUENTE		MEDIO		TRABAJADOR
	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	Eliminación	Sustitución	Controles de ingeniería	Controles administrativos	EPP
LAB 2	Análisis de un espacio dedicado a la investigación, experimentación y desarrollo de actividades científicas y técnicas.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
		N/A	Sustituir la iluminación con lámparas de mayor potencia.	Realizar mediciones de iluminación en base a la respectiva metodología.	Establecer un programa de mantenimiento regular para asegurar que las luces funcionen	N/A
		Retirar permanentemente cualquier objeto innecesario del suelo.	N/A	Mejorar la iluminación del aula para asegurar una mejor visibilidad del suelo.	Control de orden y limpieza, con inspecciones regulares.	N/A
		N/A	N/A	Implementación de señalizaciones alrededor de objetos inmóviles.	N/A	N/A

Figura 40. Plan de acción del Laboratorio 2

En el laboratorio #2 de Ingeniería Industrial, se han implementado una serie de medidas de control diseñadas para garantizar un entorno seguro y eficiente para la realización de experimentos y prácticas académicas, medidas de control que se pueden observar en la Figura 40.

IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, RIESGOS, CONTROLES Y DEFENSAS		PLAN DE ACCIÓN DEL CONTROL DE RIESGOS				
AULA	ACTIVIDADES	FUENTE		MEDIO		TRABAJADOR
	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	Eliminación	Sustitución	Controles de ingeniería	Controles administrativos	EPP
LAB 3	Análisis de un espacio dedicado a la investigación, experimentación y desarrollo de actividades científicas y técnicas.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
		N/A	Sustituir la iluminación con lámparas de mayor potencia.	Realizar mediciones de iluminación en base a la respectiva metodología.	Establecer un programa de mantenimiento regular para asegurar que las luces funcionen	N/A
		Retirar permanentemente cualquier objeto innecesario del suelo.	N/A	Mejorar la iluminación del aula para asegurar una mejor visibilidad del suelo.	Control de orden y limpieza, con inspecciones regulares.	N/A
		N/A	N/A	Implementación de señalizaciones alrededor de objetos inmóviles.	N/A	N/A

**Figura 41.** Plan de acción del Laboratorio 3

En el laboratorio #3 de Ingeniería Industrial, se han implementado una serie de medidas de control diseñadas para garantizar un entorno seguro y eficiente para la realización de experimentos y prácticas académicas, medidas de control que se pueden observar en la Figura 41.

IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, RIESGOS, CONTROLES Y DEFENSAS		PLAN DE ACCIÓN DEL CONTROL DE RIESGOS				
AULA	ACTIVIDADES	FUENTE		MEDIO		TRABAJADOR
	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	Eliminación	Sustitución	Controlar de ingeniería	Controlar administrativos	EPP
B12	Análisis de un espacio dedicado a la investigación, experimentación y desarrollo de actividades científicas y técnicas.	Retirar permanentemente cualquier objeto innecesario del aula.	N/A	N/A	Control de orden y limpieza, con inspecciones regulares.	N/A
		N/A	Sustituir la iluminación con lámparas de mayor potencia.	Realizar mediciones de iluminación en base a la respectiva metodología.	Establecer un programa de mantenimiento regular para asegurar que las luces funcionen adecuadamente.	N/A
		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
		N/A	N/A	N/A	Asegurar que las ventanas puedan abrirse para permitir la ventilación natural.	N/A
		N/A	Colocar mejor iluminación	Toma de medidas de iluminación	N/A	N/A
		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Figura 42. Plan de acción del Aula B12

La Figura 42 detalla las medidas específicas implementadas para mitigar riesgos y cumplir con las respectivas normativas, cada medida ha sido seleccionada y diseñada para abordar los posibles peligros inherentes a las actividades realizadas en el entorno del aula B12.

IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, RIESGOS, CONTROLES Y DEFENSAS		PLAN DE ACCIÓN DEL CONTROL DE RIESGOS				
AULA	ACTIVIDADES	FUENTE		MEDIO		TRABAJADOR
	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	Eliminación	Sustitución	Controles de ingeniería	Controles administrativos	EPP
B37	Análisis de un espacio dedicado a la investigación, experimentación y desarrollo de actividades científicas y técnicas.	Retirar permanentemente cualquier objeto innecesario del aula.	N/A	N/A	Control de orden y limpieza, con inspecciones regulares.	N/A
		N/A	Sustituir la iluminación con lamparas de mayor potencia.	Realizar mediciones de iluminación en base a la respectiva metalogía.	Establecer un programa de mantenimiento regular para asegurar que las luces funcionen adecuadamente.	N/A
		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
		N/A	N/A	N/A	Asegurar que las ventanas puedan abrir para permitir la ventilación natural.	N/A
		N/A	Colocar mejor iluminación	Tamaño medidor de iluminación	N/A	N/A

Figura 43. Plan de acción del Aula B37

La figura 43 detalla las medidas específicas implementadas para mitigar riesgos y cumplir con las respectivas normativas, cada medida ha sido seleccionada y diseñada para abordar los posibles peligros inherentes a las actividades realizadas en el entorno del aula B37.

IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, RIESGOS, CONTROLES Y DEFENSAS		PLAN DE ACCIÓN DEL CONTROL DE RIESGOS				
AULA	ACTIVIDADES	FUENTE		MEDIO		TRABAJADOR
	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	Eliminación	Sustitución	Control de ingeniería	Control administrativo	EPP
B58	Análisis de un espacio dedicado a la investigación, experimentación y desarrollo de actividades científicas y técnicas.	Retirar permanentemente cualquier objeto innecesario del aula.	N/A	N/A	Control de orden y limpieza, con inspecciones regulares.	N/A
		N/A	Surtituir la iluminación con lamparas de mayor potencia.	Realizar mediciones de iluminación en base a la respectiva metodología.	Establecer un programa de mantenimiento regular para asegurar que las luces funcionan adecuadamente.	N/A
		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
		N/A	N/A	N/A	Asegurar que las ventanas puedan abrir para permitir la ventilación natural.	N/A
		N/A	Colocar mejor iluminación	Toma de medidas de iluminación	N/A	N/A
		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Figura 44. Plan de acción del Aula B58

La figura 44 detalla las medidas específicas implementadas para mitigar riesgos y cumplir con las respectivas normativas, cada medida ha sido seleccionada y diseñada para abordar los posibles peligros inherentes a las actividades realizadas en el entorno del aula B58.

IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, RIESGOS, CONTROLES Y DEFENSAS		PLAN DE ACCIÓN DEL CONTROL DE RIESGOS					
AULA	ACTIVIDADES	FUENTE		MEDIO		TRABAJADOR	
	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	Eliminación	Substitución	Controles de ingeniería	Controles administrativos	EPP	
B63	Análisis de un espacio dedicado a la investigación, experimentación y desarrollo actividades científicas y técnicas.	Retirar permanentemente cualquier objeto innecesario del aula.	N/A	N/A	N/A	Control de orden y limpieza, con inspecciones regulares.	N/A
		N/A	Substituir la iluminación con lamparas de mayor potencia.	Realizar mediciones de iluminación en base a la respectiva metodología.	Establecer un programa de mantenimiento regular para asegurar que las luces funcionen adecuadamente.	N/A	
		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
		N/A	N/A	N/A	Asegurar que las ventanas se puedan abrir para permitir la ventilación natural.	N/A	
		N/A	Colocar mejor iluminación	Toma de medidas de iluminación	N/A	N/A	
		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	

Figura 45. Plan de acción del Aula B63

La Figura 45 detalla las medidas específicas implementadas para mitigar riesgos y cumplir con las respectivas normativas, cada medida ha sido seleccionada y diseñada para abordar los posibles peligros inherentes a las actividades realizadas en el entorno del aula B63.

IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, RIESGOS, CONTROLES Y DEFENSAS		PLAN DE ACCIÓN DEL CONTROL DE RIESGOS				
AULA	ACTIVIDADES	FUENTE		MEDIO		TRABAJADOR
	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	Eliminación	Sustitución	Controles de ingeniería	Controles administrativos	EPP
B80	Análisis de un espacio dedicado a la investigación, experimentación y desarrollo de actividades científicas y técnicas.	Retirar permanentemente cualquier objeto innecesario del suelo.	N/A	N/A	Control de orden y limpieza, con inspecciones regulares.	N/A
		N/A	Sustituir la iluminación con lámparas de mayor potencia.	Realizar mediciones de iluminación en base a la respectiva metodología.	Establecer un programa de mantenimiento regular para asegurar que las luces funcionen	N/A
		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
		N/A	N/A	N/A	Asegurar que las ventanas se puedan abrir para permitir la ventilación natural.	N/A
		N/A	Colocar mejor iluminación	Toma de medidas de iluminación	N/A	N/A
		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

**Figura 46.** Plan de acción del Aula B80

La Figura 46 detalla las medidas específicas implementadas para mitigar riesgos y cumplir con las respectivas normativas, cada medida ha sido seleccionada y diseñada para abordar los posibles peligros inherentes a las actividades realizadas en el entorno del aula B80.

IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, RIESGOS, CONTROLES Y DEFENSAS		PLAN DE ACCIÓN DEL CONTROL DE RIESGOS				
AULA	ACTIVIDADES	FUENTE		MEDIO		TRABAJADOR
	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	Eliminación	Sustitución	Controles de ingeniería	Controles administrativos	EPP
B93	Análisis de un espacio del cado a la investigación, experimentación y desarrollo de actividades científicas y técnicas.	Retirar permanentemente cualquier objeto innecesario del suelo.	N/A	N/A	Control de orden y limpieza, con inspecciones regulares.	N/A
		N/A	Sustituir la iluminación con lámparas de mayor potencia.	Realizar mediciones de iluminación en base a la respectiva metodología.	Establecer un programa de mantenimiento regular para asegurar que las luces funcionen.	N/A
		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
		N/A	N/A	N/A	Asegurar que las ventanas se puedan abrir para permitir la ventilación natural.	N/A
		N/A	Colocar mejor iluminación	Toma de medidas de iluminación	N/A	N/A
		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

**Figura 47.** Plan de acción del Aula B93

La Figura 47 detalla las medidas específicas implementadas para mitigar riesgos y cumplir con las respectivas normativas, cada medida ha sido seleccionada y diseñada para abordar los posibles peligros inherentes a las actividades realizadas en el entorno del aula B93.

IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, RIESGOS, CONTROLES Y DEFENSAS		PLAN DE ACCIÓN DEL CONTROL DE RIESGOS				
AULA	ACTIVIDADES	FUENTE		MEDIO		TRABAJADOR
	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	Eliminación	Sustitución	Controles de ingeniería	Controles administrativos	EPP
B94	Análisis de un espacio dedicado a la investigación, experimentación y desarrollo de actividades científicas y técnicas.	Retirar permanentemente cualquier objeto innecesario del suelo.	N/A	N/A	Control de orden y limpieza, con inspecciones regulares.	N/A
		N/A	Sustituir la iluminación con lámparas de mayor potencia.	Realizar mediciones de iluminación en base a la respectiva metodología.	Establecer un programa de mantenimiento regular para asegurar que las luces funcionen adecuadamente.	N/A
		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
		N/A	N/A	N/A	Asegurar que las ventanas se puedan abrir para permitir la ventilación natural.	N/A
		N/A	Colocar mejor iluminación	Toma de medidas de iluminación	N/A	N/A
		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

**Figura 48.** Plan de acción del Aula B94

La Figura 48 detalla las medidas específicas implementadas para mitigar riesgos y cumplir con las respectivas normativas, cada medida ha sido seleccionada y diseñada para abordar los posibles peligros inherentes a las actividades realizadas en el entorno del aula B94.

### 3.1.2. Presentación de resultados obtenidos

A continuación, la Tabla 5 describe los resultados de la cantidad de luminarias propuestas para cada aula y laboratorio:

**Tabla 5.** Luminarias en las Aulas y Laboratorios

<b>Aulas / Laboratorios</b>	<b>Índice Local</b>	<b>X</b>	<b>Cantidad de luminarias</b>
<b>Lab. Ingeniería Industrial 1</b>	2	16	32
<b>Lab. Ingeniería Industrial 2 (A)</b>	1	9	10
<b>Lab. Ingeniería Industrial 2 (B)</b>	1	9	8
<b>Lab. Ingeniería Industrial 2 (C)</b>	1	9	6
<b>Lab. Ingeniería Industrial 3</b>	1	9	15
<b>B12</b>	2	16	8
<b>B37</b>	1	9	12
<b>B58</b>	2	16	12
<b>B63</b>	2	16	12
<b>B80</b>	2	16	8
<b>B93</b>	2	16	12
<b>B94</b>	2	16	8

### **3.2. Interpretación y discusión de los resultados**

#### **3.2.1. Criterios de diseño de Iluminación**

La iluminación en el entorno educativo juega un papel crucial en el bienestar y el rendimiento de los estudiantes. Aunque la luz natural se prioriza, ajustando la orientación de las fachadas y el tamaño de las ventanas para maximizar su aprovechamiento, la iluminación artificial también es esencial. Se enfoca en garantizar una distribución uniforme y efectiva de la luz en todas las áreas del aula, lo que facilita la concentración y el confort visual durante las actividades académicas[20].

#### **Fundamentación Legal**

##### **Norma Europea UNE 12464-1**

En una institución educativa, las aulas de tutoría, prácticas de música, salas de deportes y de informática deben contar con una iluminación de 300 lux. Las salas de lectura, aulas de preparación y talleres, así como las mesas de demostraciones, requieren 500 lux. Para aulas de arte y dibujo técnico, es necesario un nivel de 750 lux. En áreas de circulación, como pasillos, halles y escaleras, la iluminación debe situarse entre 100 y 200 lux [21].

### **UNE-EN 12464.1 de iluminación en colegios e institutos**

**Iluminancia (Lux):** Se especifica el nivel de iluminancia necesario para diferentes actividades y áreas dentro de la institución educativa. Por ejemplo, en aulas, la iluminancia media recomendada es de 300 a 500 lux.

**Uniformidad:** La distribución de la luz debe ser uniforme para evitar sombras y deslumbramientos que puedan dificultar la visión.

**Deslumbramiento:** Se deben tomar medidas para controlar el deslumbramiento, tanto directo como reflejado, utilizando luminarias adecuadas y una correcta disposición de las fuentes de luz.

**Temperatura de Color:** Se recomienda una temperatura de color que permita una percepción del color adecuado, generalmente en el rango de 3000K a 4000K.

**Índice de Reproducción Cromática (CRI):** Se requiere un CRI adecuado para asegurar que los colores se perciban de manera natural y precisa. Un CRI de 80 o superior es generalmente aceptable[22].

**3.3. Propuestas de infraestructura**

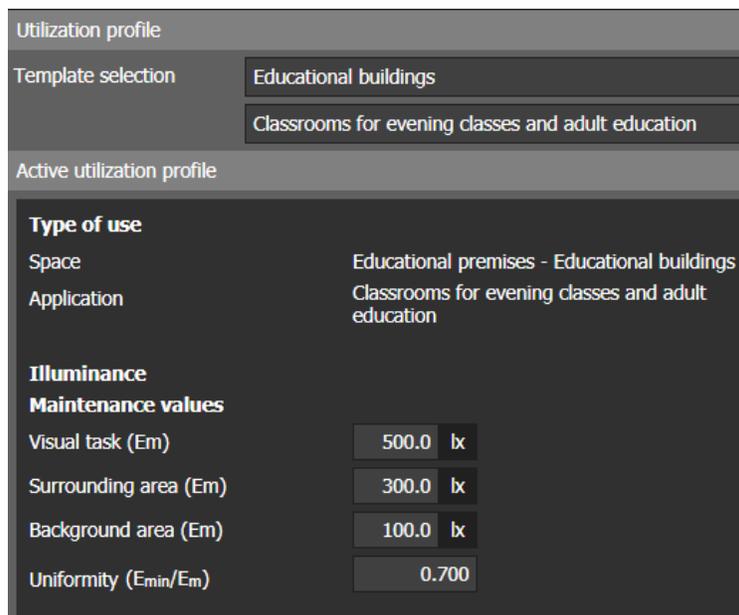
A continuación, en la figura 49 se presenta las características de la propuesta de iluminación:

LEDVANCE - LINEAR COMPACT BATTEN 1200 20 W 4000 K



Article No.	4058075099753
P	20.0 W
$\Phi_{\text{Luminaire}}$	2000 lm
Luminous efficacy	100.0 lm/W
CCT	4000 K
CRI	80

**Figura 49.** Características de la iluminación propuesta



**Figura 50.** Parámetros de diseño para la propuesta

Se identifica en la figura 50 los parámetros de diseño para la propuesta en las aulas y laboratorios.

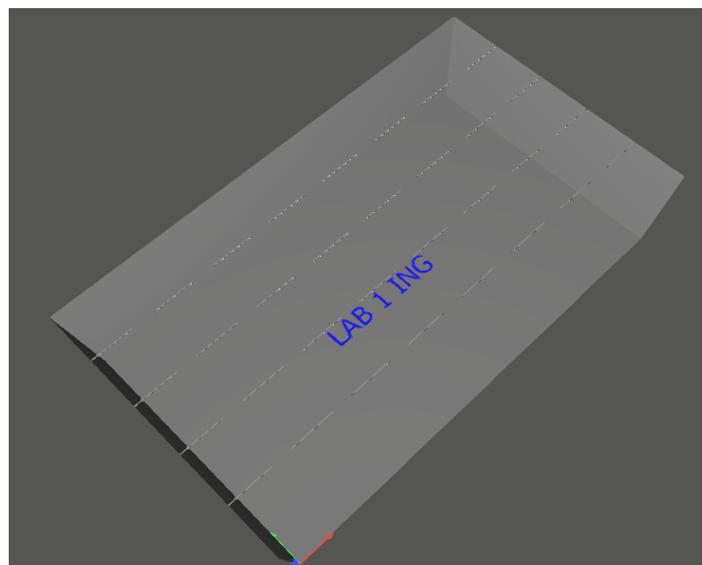
A continuación, mediante simulación se describe la propuesta de infraestructura de condiciones ambientales como es la iluminación, en cada aula y laboratorio respectiva que se obtuvo los datos necesarios para realizar el trabajo.

La Figura 51 se observa una propuesta de distribución luminarias en base a una simulación de manera que cumplan con las especificaciones necesarias con la uniformidad, destacando cómo se puede optimizar la iluminación para asegurar un ambiente adecuado del Laboratorio 1.



**Figura 51.** Simulación de luminarias específicas del Laboratorio 1

En la Figura 52 se presenta un modelado en 3D sobre la propuesta de iluminaria del Laboratorio de Ingeniería Industrial #1. El modelo permite visualizar la disposición exacta y el diseño de las luminarias, así como su integración en el espacio del aula.



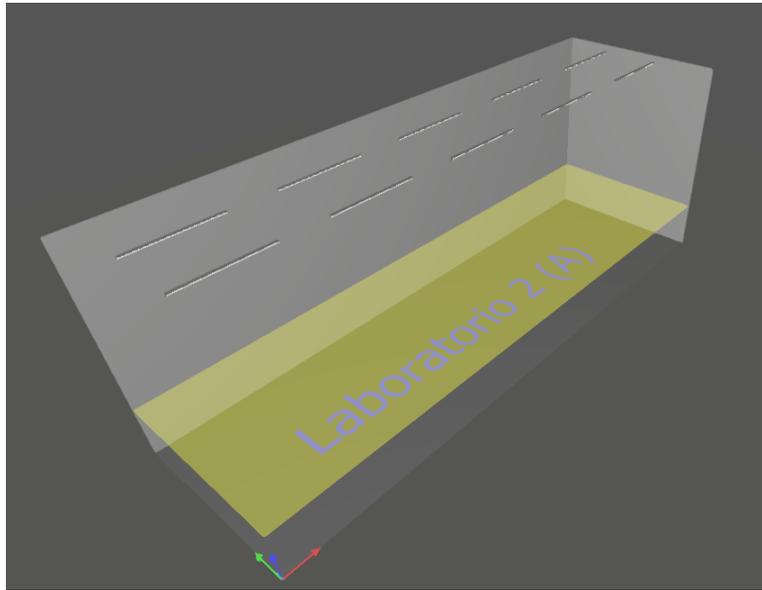
**Figura 52.** Modelado en 3D de las luminarias del Laboratorio 1

La Figura 53 se observa una propuesta de distribución luminarias en base a una simulación de manera que cumplan con las especificaciones necesarias con la uniformidad, destacando cómo se puede optimizar la iluminación para asegurar un ambiente adecuado del Laboratorio 2 sección A.



**Figuras 53.** Simulación de luminarias específicas del Laboratorio 2 (A)

En la Figura 54 se presenta un modelado en 3D sobre la propuesta de iluminaria del Laboratorio de Ingeniería Industrial #2 sección A. El modelo permite visualizar la disposición exacta y el diseño de las luminarias, así como su integración en el espacio del aula.



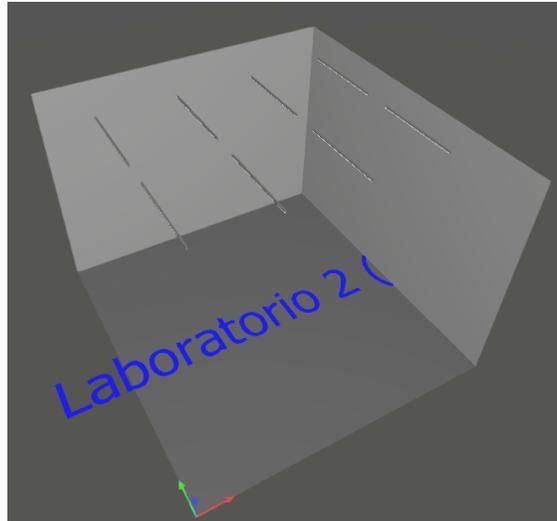
**Figuras 54.** Modelado en 3D de las luminarias del Laboratorio 2 (A)

La Figura 55 se observa una propuesta de distribución luminarias en base a una simulación de manera que cumplan con las especificaciones necesarias con la uniformidad, destacando cómo se puede optimizar la iluminación para asegurar un ambiente adecuado del Laboratorio 2 sección B.



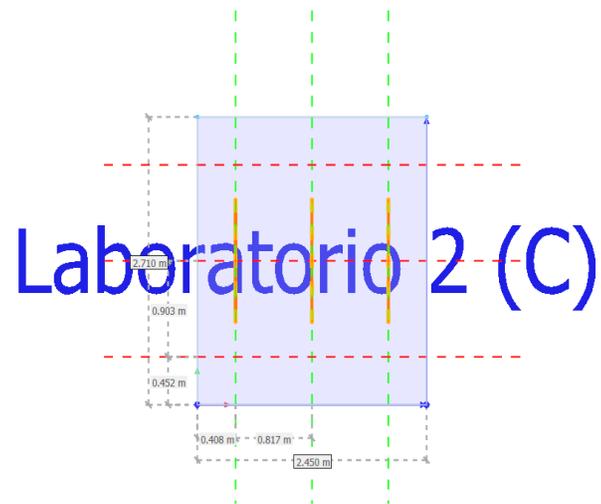
**Figuras 55.** Simulación de luminarias específicas del Laboratorio 2 (B)

En la Figura 56 se presenta un modelado en 3D sobre la propuesta de iluminaria del Laboratorio de Ingeniería Industrial #2 sección B. El modelo permite visualizar la disposición exacta y el diseño de las luminarias, así como su integración en el espacio del aula.



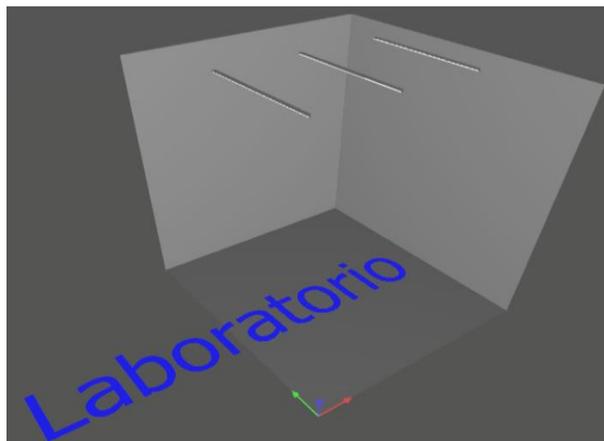
**Figuras 56.** Modelado en 3D de las luminarias del Laboratorio 2 (B)

La Figura 57 se observa una propuesta de distribución luminarias en base a una simulación de manera que cumplan con las especificaciones necesarias con la uniformidad, destacando cómo se puede optimizar la iluminación para asegurar un ambiente adecuado del Laboratorio 2 sección C.



**Figuras 57.** Simulación de luminarias específicas del Laboratorio 2 (C)

En la Figura 58 se presenta un modelado en 3D sobre la propuesta de iluminaria del Laboratorio de Ingeniería Industrial #2 sección C. El modelo permite visualizar la disposición exacta y el diseño de las luminarias, así como su integración en el espacio del aula.



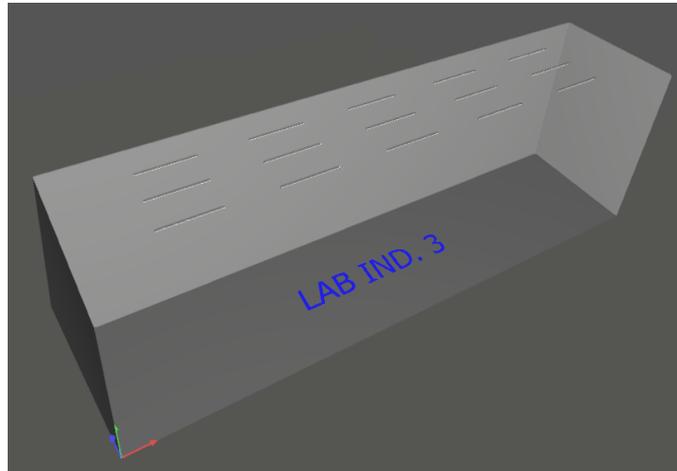
**Figuras 58.** Modelado en 3D de las luminarias del Laboratorio 2 (C)

En esta figura 59 se presenta un modelado en 3D sobre la propuesta de iluminaria del laboratorio de Ingeniería Industrial #3. El modelo permite visualizar la disposición exacta y el diseño de las luminarias, así como su integración en el espacio del aula.



**Figuras 59.** Simulación de luminarias específicas del Laboratorio 3

En esta figura 60 se presenta un modelado en 3D sobre la propuesta de iluminaria del laboratorio de Ingeniería Industrial #3. El modelo permite visualizar la disposición exacta y el diseño de las luminarias, así como su integración en el espacio del aula.



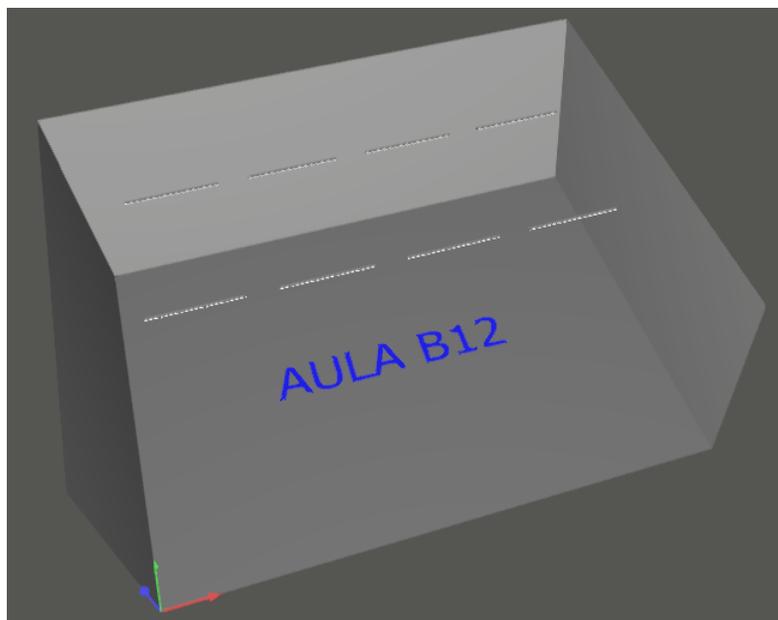
**Figuras 60.** Modelado en 3D de las luminarias del Laboratorio 3

La figura 61 se observa una propuesta de distribución luminarias en base a una simulación de manera que cumplan con las especificaciones necesarias con la uniformidad, destacando cómo se puede optimizar la iluminación para asegurar un ambiente adecuado del aula B12.



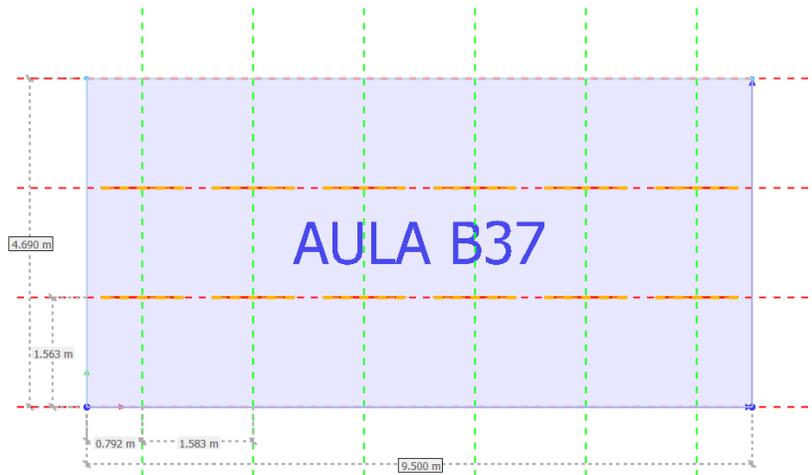
**Figuras 61.** Simulación de luminarias específicas del Aula B12

En la figura 62 se presenta un modelado en 3D sobre la propuesta de iluminaria del aula B12. El modelo permite visualizar la disposición exacta y el diseño de las luminarias, así como su integración en el espacio del aula.



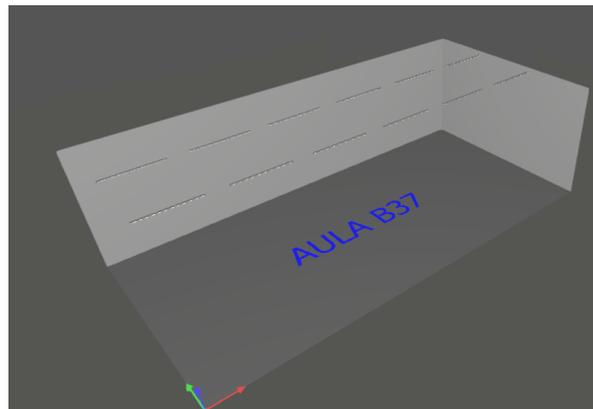
**Figuras 62.** Modelado en 3D de las luminarias del Aula B12

La figura 63 se observa una propuesta de distribución luminarias en base a una simulación de manera que cumplan con las especificaciones necesarias con la uniformidad, destacando cómo se puede optimizar la iluminación para asegurar un ambiente adecuado del aula B37.



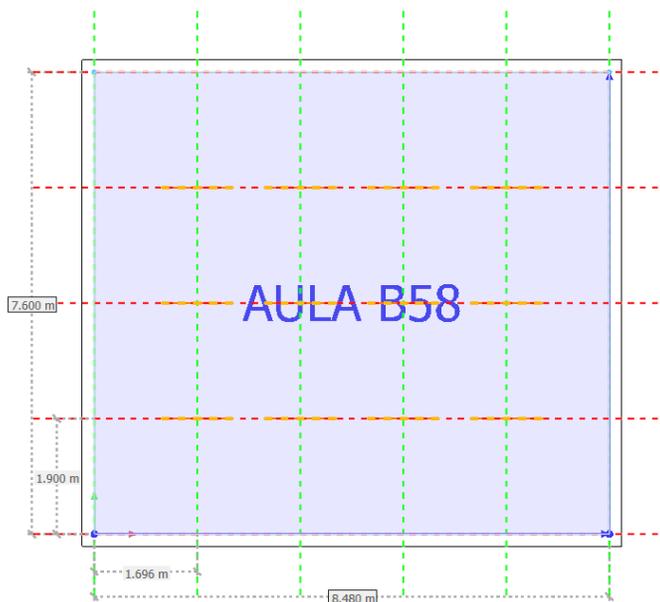
**Figuras 63.** Simulación de luminarias específicas del Aula B37

En la figura 64 se presenta un modelado en 3D sobre la propuesta de iluminaria del aula B37. El modelo permite visualizar la disposición exacta y el diseño de las luminarias, así como su integración en el espacio del aula.



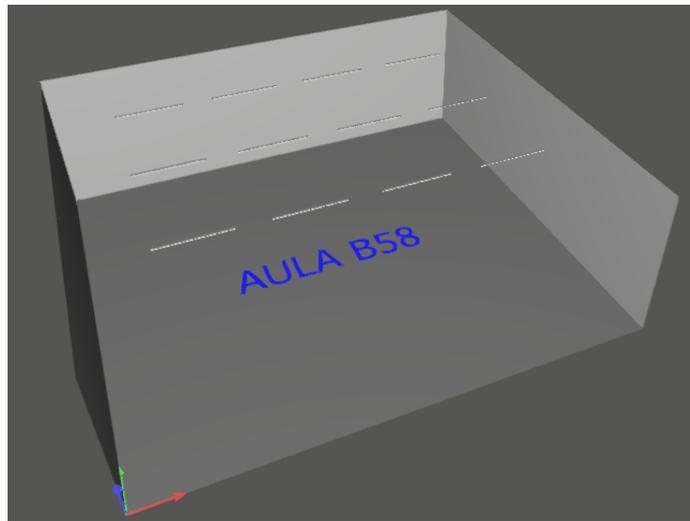
**Figuras 64.** Modelado en 3D de las luminarias del Aula B37

La figura 65 se observa una propuesta de distribución luminarias en base a una simulación de manera que cumplan con las especificaciones necesarias con la uniformidad, destacando cómo se puede optimizar la iluminación para asegurar un ambiente adecuado del aula B58.



**Figuras 65.** Simulación de luminarias específicas del Aula B58

En la figura 66 se presenta un modelado en 3D sobre la propuesta de iluminaria del aula B58. El modelo permite visualizar la disposición exacta y el diseño de las luminarias, así como su integración en el espacio del aula.



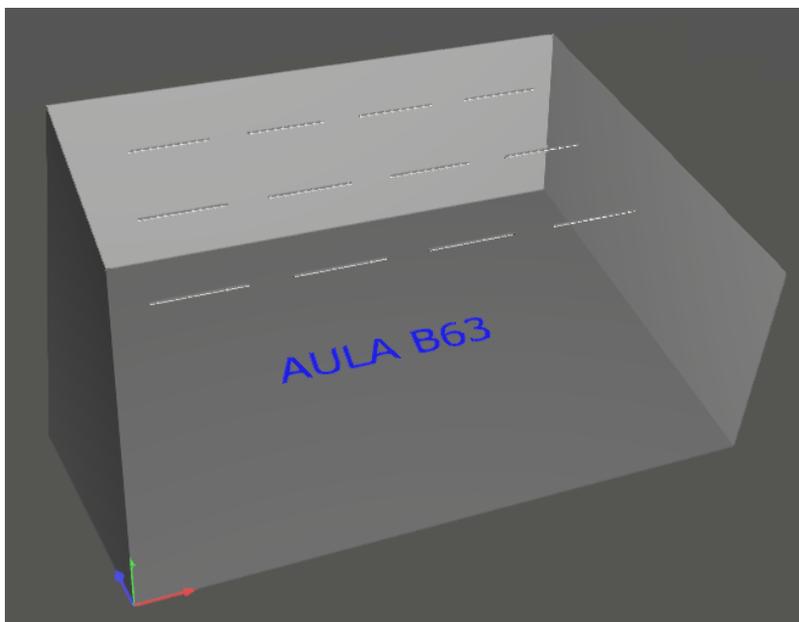
**Figuras 66.** Modelado en 3D de las iluminarias del Aula B58

La figura 67 se observa una propuesta de distribución luminarias en base a una simulación de manera que cumplan con las especificaciones necesarias con la uniformidad, destacando cómo se puede optimizar la iluminación para asegurar un ambiente adecuado del aula B63.



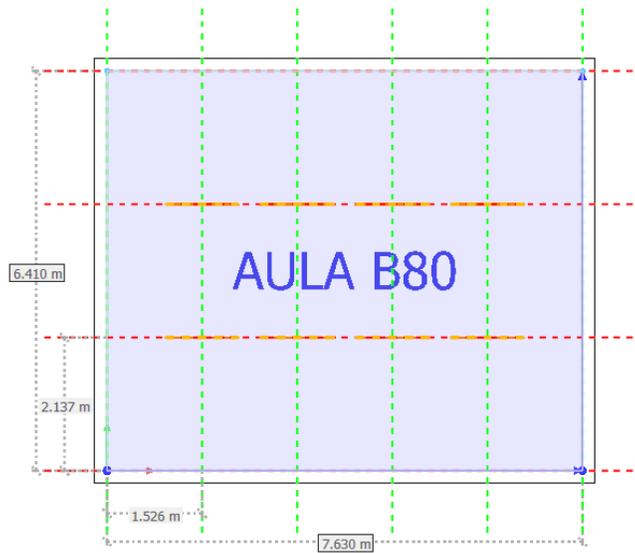
**Figuras 67.** Simulación de luminarias específicas del Aula B63

En la figura 68 se presenta un modelado en 3D sobre la propuesta de iluminaria del aula B63. El modelo permite visualizar la disposición exacta y el diseño de las luminarias, así como su integración en el espacio del aula.



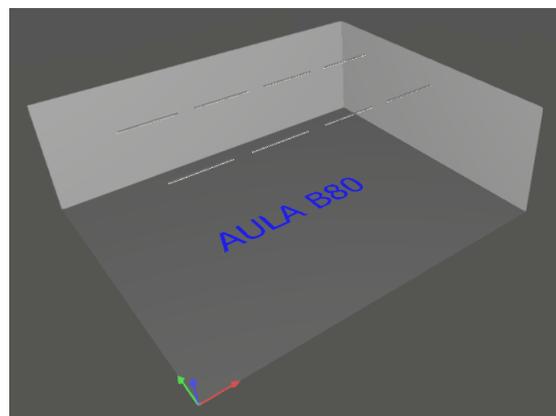
**Figuras 68.** Modelado en 3D de las luminarias del Aula B63

La figura 69 se observa una propuesta de distribución luminarias en base a una simulación de manera que cumplan con las especificaciones necesarias con la uniformidad, destacando cómo se puede optimizar la iluminación para asegurar un ambiente adecuado del aula B80.



**Figuras 69.** Simulación de luminarias específicas del Aula B80

En la figura 70 se presenta un modelado en 3D sobre la propuesta de iluminaria del aula B80. El modelo permite visualizar la disposición exacta y el diseño de las luminarias, así como su integración en el espacio del aula.



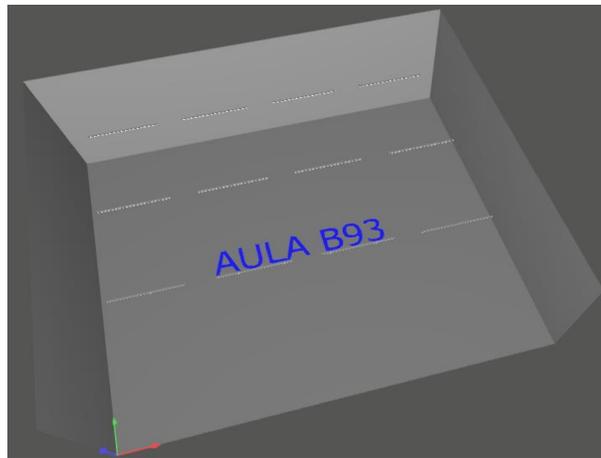
**Figuras 70.** Modelado en 3D de las luminarias del Aula B80

La figura 71 se observa una propuesta de distribución luminarias en base a una simulación de manera que cumplan con las especificaciones necesarias con la uniformidad, destacando cómo se puede optimizar la iluminación para asegurar un ambiente adecuado del aula B93.



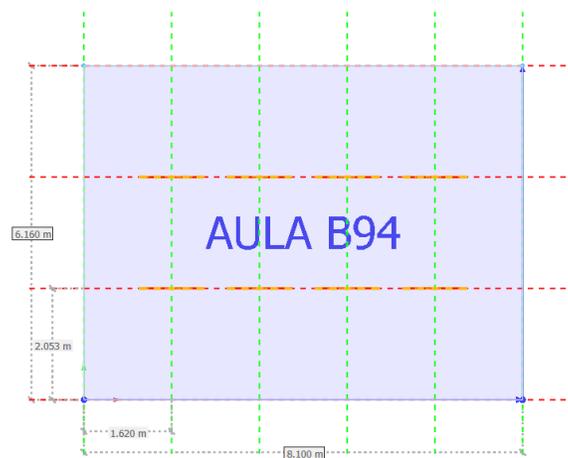
**Figuras 71.** Simulación de luminarias específicas del Aula B93

En la figura 72 se presenta un modelado en 3D sobre la propuesta de iluminaria del aula B93. El modelo permite visualizar la disposición exacta y el diseño de las luminarias, así como su integración en el espacio del aula.



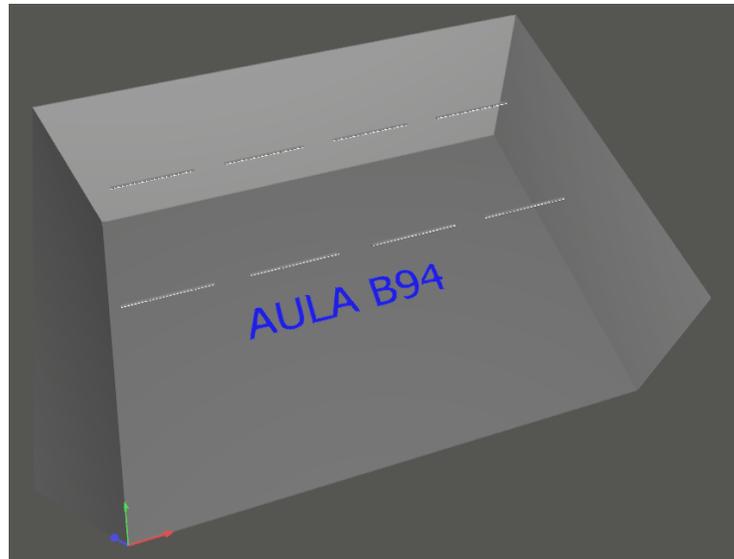
**Figuras 72.** Modelado en 3D de las luminarias del Aula B93

La figura 73 se observa una propuesta de distribución luminarias en base a una simulación de manera que cumplan con las especificaciones necesarias con la uniformidad, destacando cómo se puede optimizar la iluminación para asegurar un ambiente adecuado del aula B94.



**Figuras 73.** Simulación de luminarias específicas del Aula B94

En la figura 74 se presenta un modelado en 3D sobre la propuesta de iluminaria del aula B94. El modelo permite visualizar la disposición y el diseño de las luminarias, así como su integración en el espacio del aula.



**Figuras 74.** Modelado en 3D de las luminarias del Aula B94

#### 4. CONCLUSIONES

Se identificó las condiciones ambientales en las aulas y laboratorios de la Carrera de Ingeniería Industrial; aplicando la estimación con la metodología del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo en la cual al determinar el nivel de riesgo se aplican las acciones a tomar y a su vez, si el nivel de riesgo es mayor a tolerable se procede a evaluar cada condición ambiental con un método específico.

Para evaluar las condiciones ambientales de iluminación se aplicó el método de la cuadrícula para determinar las cantidades de puntos de medición que se debían realizar por cada aula, laboratorio y una vez realizadas las mediciones de iluminación se determinó la existencia de uniformidad en las respectivas aulas, los cuales podemos evidenciarlos en la Tabla 4.

Una vez que se estableció que las aulas y laboratorios no cumplían con la uniformidad se procedió a realizar una simulación y con esto se determinó la cantidad de lámparas y distribución óptima en las que deben ser instaladas para cumplir la uniformidad las mismas que se pueden evidenciar en la Tabla 5.

## **5. RECOMENDACIONES**

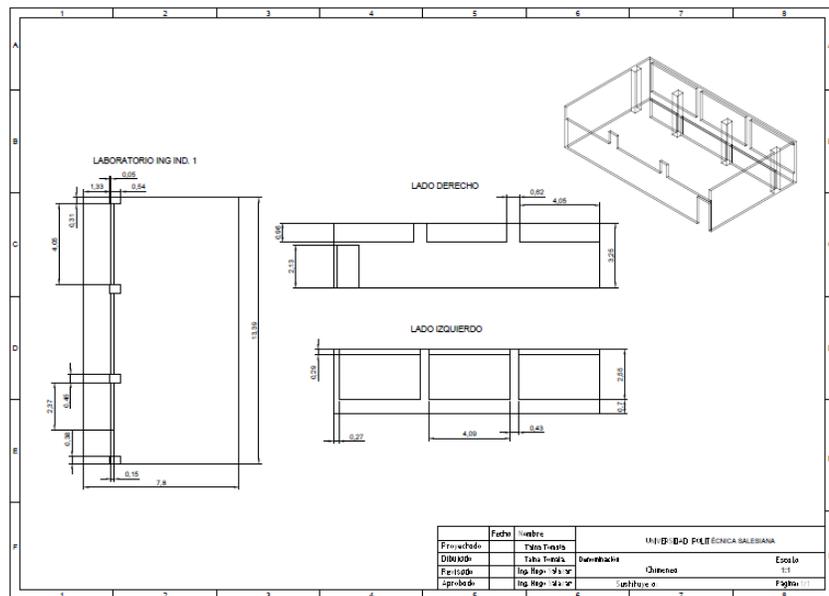
Se recomienda incrementar la cantidad de puntos de luz, para asegurar una distribución uniforme de la iluminación en todas las áreas del aula. Esto ayudará a eliminar áreas oscuras y a proporcionar una iluminación más equilibrada y adecuada.

Se sugiere acoger el diseño del programa para asegurar una mejor cantidad de luxes, de igual manera el uso de lámparas LED, que no solo ofrecen una mejor calidad de luz, sino que también son más eficientes energéticamente, mejorando así la uniformidad y eficiencia del sistema de iluminación.

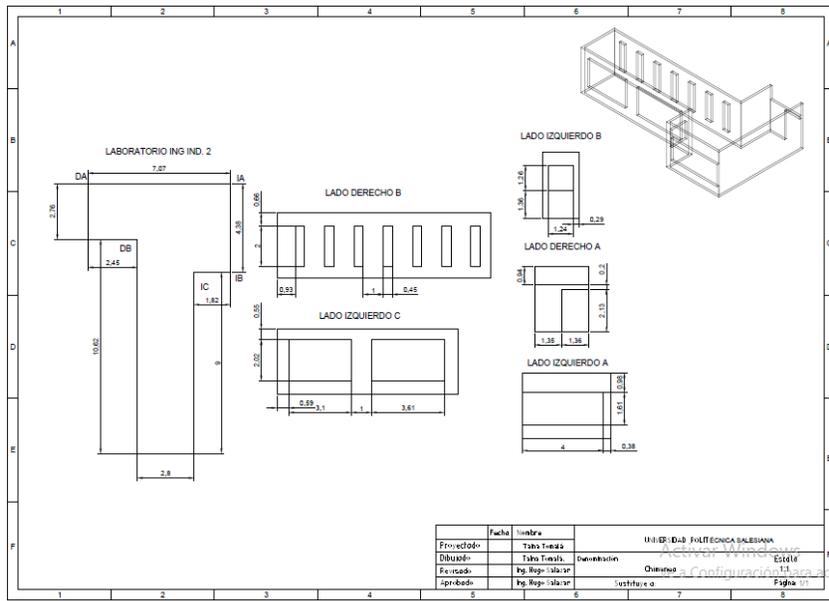
Durante las instalaciones y ajustes de los sistemas de iluminación, se deben utilizar equipos calibrados para asegurar que los niveles de iluminación sean precisos y se mantengan dentro de los parámetros normativos.

Además de mejorar la cantidad y calidad de la iluminación, es importante considerar la eficiencia energética. Se recomienda la implementación de controles automáticos, como sensores de movimiento y reguladores de intensidad, para reducir el consumo de energía y aumentar la sostenibilidad de los sistemas de iluminación.

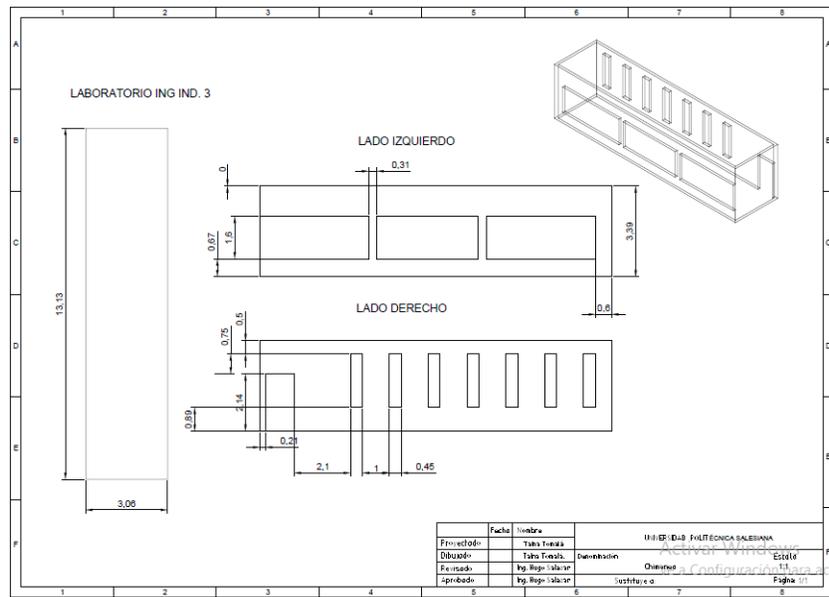
## 6. ANEXOS



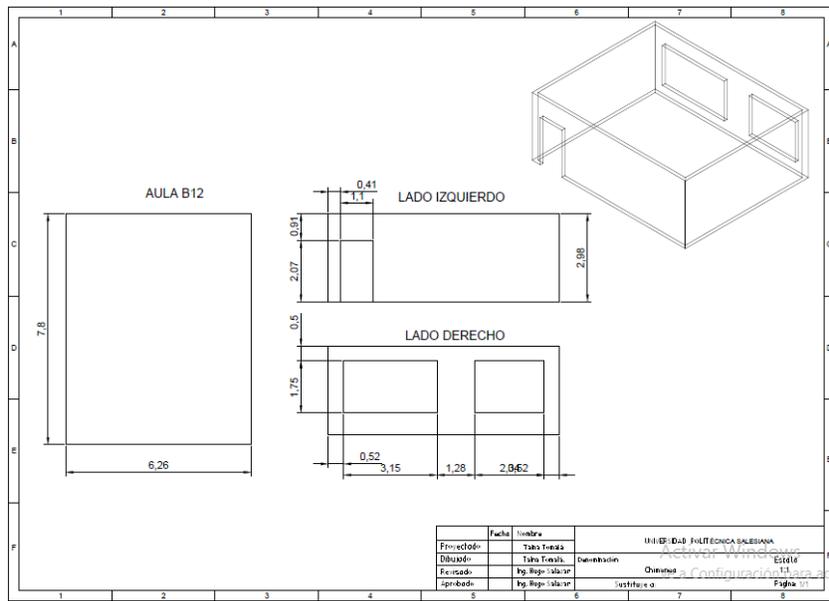
Anexo 1. Plano del Laboratorio 1



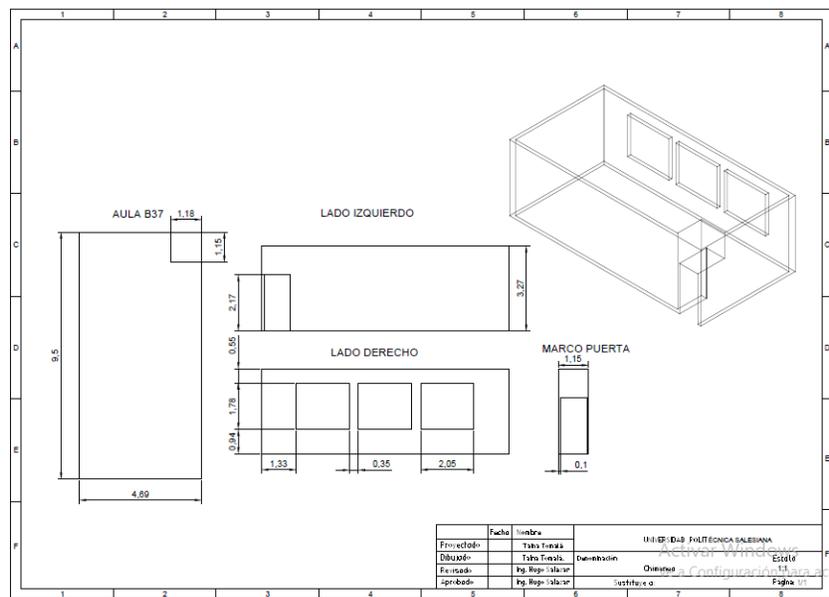
Anexo 2. Plano del Laboratorio 2



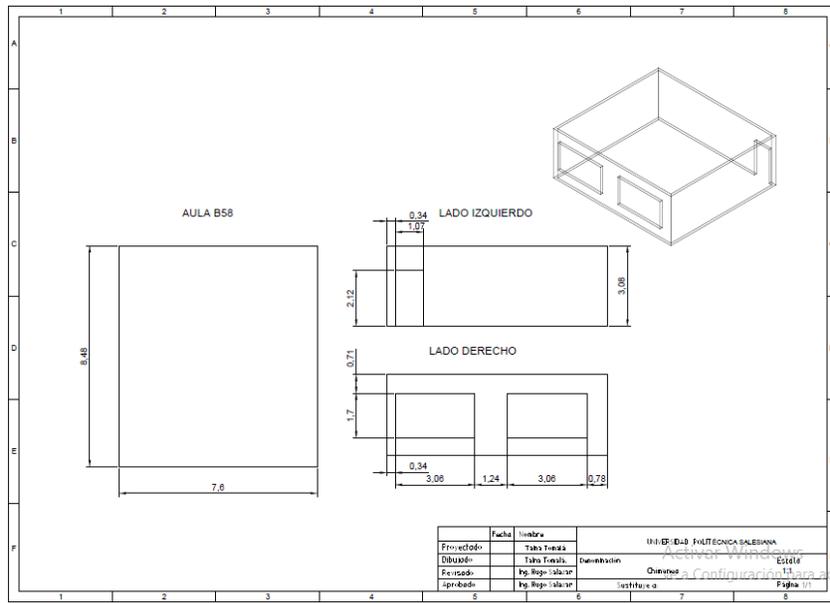
Anexo 3. Plano del Laboratorio 3



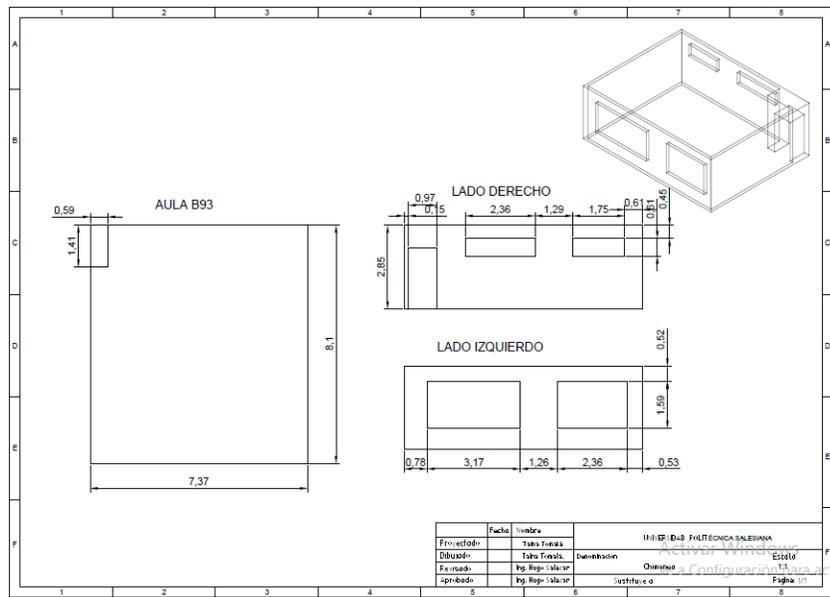
Anexo 4. Plano del Aula B12



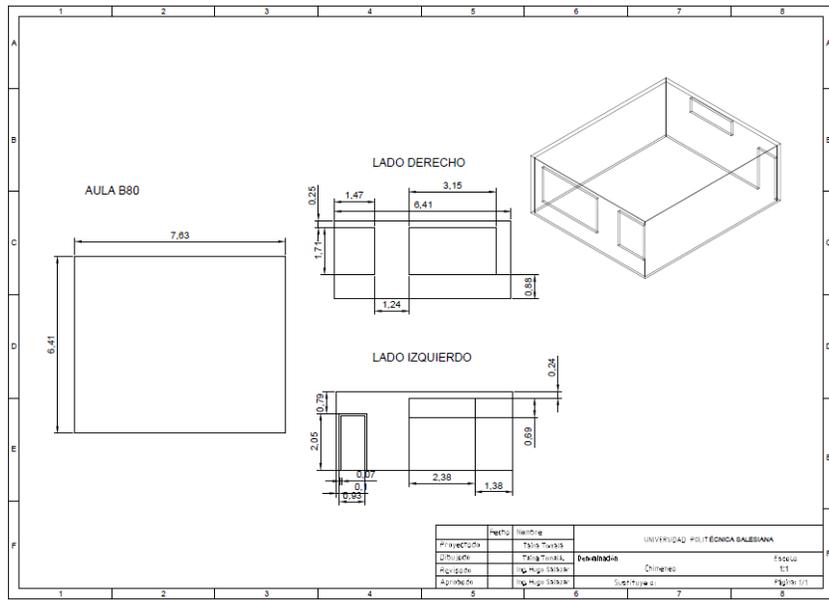
Anexo 5. Plano del Aula B37



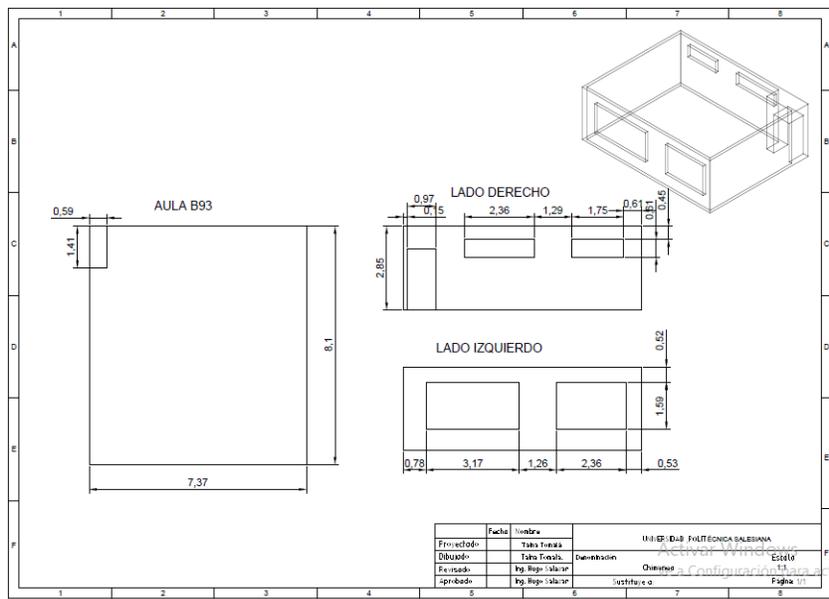
Anexo 6. Plano del Aula B58



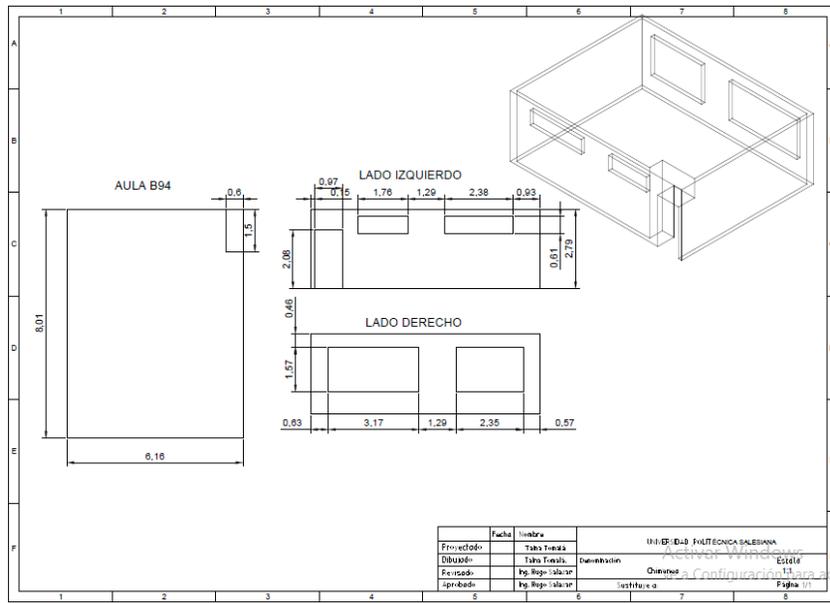
Anexo 7. Plano del Aula B63



Anexo 8. Plano del Aula B80



Anexo 9. Plano del Aula B93



Anexo 10. Plano del Aula B94

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] E. Sebastián-heredero and M. E. M. Silva, “IBEROAMERICANO DE EDUCACIÓN Tejiendo redes,” 2021.
- [2] A. Burgos García, “¿Cómo Integrar La Seguridad Y Salud En La Educación? Elementos Clave Para Enseñar Prevención En Los Centros Escolares,” *Profesorado. Rev. Currículum y Form. Profr.*, vol. 14, pp. 267–295, 2010, [Online]. Available: <https://www.redalyc.org/comocitar.ou?id=56717074020>
- [3] H. W. Brink, W. P. Krijnen, M. G. L. C. Loomans, M. P. Mobach, and H. S. M. Kort, “Positive effects of indoor environmental conditions on students and their performance in higher education classrooms: A between-groups experiment,” *Sci. Total Environ.*, vol. 869, no. January, p. 161813, 2023, doi: 10.1016/j.scitotenv.2023.161813.
- [4] La, “Organización Internacional de,” *Policía Crim. (In, 1992, [Online]. Available: <https://www.riadis.org/wp-content/uploads/2020/10/Organizacion-Internacional-del-Trabajo-OIT.pdf>*
- [5] Ordoñez Núñez J. C., “La seguridad e higiene industrial y el aumento de la productividad en los centros de trabajo,” *Rev. Tecnológica Año 14 Vol. 12 N0. 18*, vol. 14, p. 46, 2016, [Online]. Available: <http://www.ilo.org/global/topics/decent-work/lang-es/index.htm>,
- [6] C. Máximo, *4Fhvsjebe & )Jhifof \*Oevtusjbm.* [Online]. Available: [http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/599/Seguridad e Higiene Industrial-1-79.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/599/Seguridad_e_Higiene_Industrial-1-79.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- [7] M. J. Falagán Rojo, A. Canga Alonso, P. Ferrer Piñol, and J. M. Fernández Quintana, *Manual basico de prevencion de riesgos laborales: Higiene industrial, Seguridad y Ergonomia.* 2000. [Online]. Available: [http://www.conectapyme.com/files/publica/OHSAS\\_Anexo\\_2.pdf](http://www.conectapyme.com/files/publica/OHSAS_Anexo_2.pdf)
- [8] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene y Salud en el Trabajo, “NTP 211: Iluminación de los centros de trabajo,” *Minist. Trab. Y Asuntos Soc. España*, vol. 6, p. 28, 1989, [Online]. Available:

[http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp\\_211.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_211.pdf)  
[http://baleares.satse.es/content/download/10595/71046/file/ntp\\_211\\_iluminacion\\_centros\\_trabajo.pdf](http://baleares.satse.es/content/download/10595/71046/file/ntp_211_iluminacion_centros_trabajo.pdf)

- [9] D. McKenzie, “Noise and health,” *Br. Med. J.*, vol. 2, no. 3848, pp. 636–637, 1934, doi: 10.1136/bmj.2.3848.636.
- [10] Extech Instruments, “Manual del usuario Luxómetro Digital Registrador para Servicio Pesado con interfase para PC Modelo HD450,” 2019, [Online]. Available: [http://www.finaltest.com.mx/v/vspfiles/assets/datasheet/HD450\\_UM-es.pdf](http://www.finaltest.com.mx/v/vspfiles/assets/datasheet/HD450_UM-es.pdf)
- [11] C. D. E. I. Industrial, “Título : Plan de manejo de los niveles de iluminación del área administrativa de una empresa se servicios metroológicos de Guayaquil . Title : Management plan of the illumination levels in the administrative area of a metrology services company , of Guayaq,” 2017.
- [12] J. Chimborazo, “Identificación De Riesgos Del Nivel De Iluminación De Aulas, Talleres Y Laboratorios De La Facultad De Mecánica – Espoch Bajo Normas Vigentes,” *Esc. Super. Politécnica Chimborazo*, p. 95, 2015.
- [13] INSHT, “Evaluación de Riesgos Laborales INSHT,” *Inst. Nac. Segur. E Hig. En El Trab.*, pp. 1–13, 2000.
- [14] L. Useche, “Fatiga Laboral,” *Rev. Av. en Enferm.*, pp. 89–102, 2000.
- [15] E. Industrial, “E Industrial Tema :,” 2017.
- [16] L. Cando-Aldás and R. Moreta Herrera, “Fatiga física y mental y su relación en la autoeficacia académica en estudiantes en formación militar del Ecuador,” in *Revista de Educación*, no. 25, 2022, pp. 541–556.
- [17] A. Hedge, *Alternative workstations may be new but are they better?*, vol. 6779 LNCS. 2011. doi: 10.1007/978-3-642-21716-6\_20.
- [18] Occupational Safety and Health Branch Labor Department, “Lighting Assessment in the Workplace,” pp. 3–9, 2008.

- [19] H. Dreyer, “Junio de 2019 C 2019/LIM/21,” pp. 1–2, 2019.
- [20] Comité Técnico AEN/CTN 72 Iluminación y Color, “Norma UNE-EN 12464-1. Lugares de trabajo en interiores,” *Iluminación. Iluminación los lugares Trab.*, p. 43, 2002, [Online]. Available: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0048898>
- [21] “Normativa de iluminación en aulas y universidades 1 Comentario,” p. 937.
- [22] C. E. de Normalización (CEN), “UNE-EN 12464-1: Iluminación en los lugares de trabajo interiores.” Madrid, España, 2011.