



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL
CARRERA DE ELECTRICIDAD**

**“EVALUACIÓN DE ILUMINACIÓN ARTIFICIAL Y NATURAL EN LOS
TALLERES DE MECÁNICA Y SOLDADURA EN ASTINAVE EP PARA MEJORAR
LAS CONDICIONES DE ALUMBRADO”**

Trabajo de titulación previo a la obtención del

Título de Ingeniero Eléctrico

AUTOR: GUSTAVO XAVIER HERNÁNDEZ SERRANO

TUTOR: ING. JOSÉ ROBERTO JAIME CARRIEL, MSC

Guayaquil-Ecuador

2025

CERTIFICADOS DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Gustavo Xavier Hernández Serrano, con documento de identificación 0927639567, manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo 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.

Guayaquil, 26 de febrero del año 2025

Atentamente.



Gustavo Xavier Hernández Serrano
0927639567

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Yo, Gustavo Xavier Hernández Serrano, con documento de identificación No. 0927639567, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy el autor del Proyecto Técnico: “Evaluación de iluminación artificial y natural en los talleres de mecánica y soldadura en ASTINAVE EP para mejorar las condiciones de alumbrado”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Eléctrico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

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

Guayaquil, 26 de febrero del año 2025

Atentamente.



Gustavo Xavier Hernández Serrano

0927639567

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, José Roberto Jaime Carriel con documento de identificación No. 1713338158, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación. “Evaluación de iluminación artificial y natural en los talleres de mecánica y soldadura en ASTINAVE EP para mejorar las condiciones de alumbrado”, realizado por Gustavo Xavier Hernández Serrano con documento de identificación 0927639567, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de PROYECTO TÉCNICO que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 26 de febrero del año 2025

Atentamente.



Ing. José Roberto Jaime Carriel, Msc

1713338158

DEDICATORIA

Este proyecto de titulación está dedicado a mis queridos padres Gustavo Rafael Hernández Zambrano y Mercy Bethsabe Serrano Ponce, quienes han sido mi guía, mi fortaleza y mi mayor inspiración en este proyecto de vida.

Gracias por su amor incondicional, sus sabios consejos y su apoyo constante, que me han permitido superar cada desafío y poder alcanzar esta meta.

Gracias por darme la mejor herencia en vida: una formación profesional y el propósito de contribuir a la sociedad.

Y sin duda, a mi hermana mayor, Gabriela Hernández, quien ha sido una inspiración constante en mi vida. Que desde que tengo uso de razón, he compartido con ella incontables aventuras y locuras, admirando su dedicación y determinación en el ámbito estudiantil y profesional.

Le agradezco por enseñarme a no quedarme atrás, por motivarme a superarme cada día y por mostrarme, con su ejemplo, todo lo que se puede lograr con esfuerzo y pasión.

Con mucho amor y gratitud, este proyecto es para ustedes familia.

AGRADECIMIENTO

A mis queridos padres y hermana.

Por el apoyo incondicional y darme importantes enseñanzas que me han guiado cada paso de mi camino. Este logro es tanto suyo como mío.

A ASTINAVE EP.

Por abrirme sus puertas, así como brindarme el espacio y herramientas necesarias para desarrollar este proyecto de tesis, que no solo representó un desafío académico, sino también un valioso aprendizaje profesional.

A la Universidad Politécnica Salesiana.

Por ser mi segundo hogar durante estos años de formación, un lugar donde crecí no solo como profesional, sino también como persona, gracias a su excelencia académica y valores humanos.

A mi tutor de tesis.

Por su paciencia, orientación y compromiso, que fueron clave para la realización de este trabajo. Su apoyo constante me motivó a dar lo mejor de mí en cada etapa del proyecto.

RESUMEN

Este trabajo busca mejorar la iluminación en los talleres de torno y soldadura de ASTINAVE EP, seleccionados por su alta ocupación fuera del horario laboral debido a los tiempos programados del astillero. La extensión de los turnos nocturnos hace esencial garantizar condiciones óptimas de iluminación para la seguridad y eficiencia de los operarios.

Una iluminación inadecuada aumenta el riesgo de accidentes y afecta la productividad, especialmente por la fatiga visual. Un sistema bien gestionado debe identificar y corregir deficiencias lumínicas mediante mediciones periódicas. Para ello, se evaluarán los niveles de iluminación en las áreas críticas de ASTINAVE EP, aplicando el Anexo 3 - Norma Técnica en Seguridad E Higiene del Trabajo

Además, se utilizará software especializado para analizar los datos obtenidos y proponer mejoras en el sistema de iluminación de los talleres, asegurando condiciones seguras y eficientes para el personal.

ANTECEDENTES

El 29 de diciembre de 1972, se establecieron Astilleros Navales Ecuatorianos (ASTINAVE EP) por medio del Decreto Supremo No. 112 del 8 de febrero de 1973, como una empresa industrial naval bajo la dependencia de la Comandancia General de Marina. Su propósito inicial era proporcionar servicios de mantenimiento, reparación y servicio para todas las unidades de la Armada del Ecuador. El 26 de marzo de 2012, por decreto ejecutivo, ASTINAVE EP, se convierte en una empresa pública.[1]

ASTINAVE EP brinda una variedad de servicios que incluyen desde la construcción, diseño y mantenimiento de embarcaciones hasta soluciones en el ámbito electrónico para el control y vigilancia, así como servicios técnicos para infraestructuras portuarias, costeras e industriales. Para el cumplimiento en los compromisos de prestación de servicio a los diferentes clientes tales como la defensa, pública y privada cuentan con el apoyo de los diferentes talleres tales como soldadura, mecánica, motores, circuitos auxiliares, electricidad, electrónica, aplicación de pintura, carpintería y maniobra, que sirven de apoyo para realizar trabajos de mantenimiento y reparar embarcaciones tanto de clientes del sector público como privado. [2] Para el estudio del nivel de iluminación se ha considerado los talleres más críticos en cuanto al bajo nivel de iluminación como son: taller de soldadura y mecánica los mismos que no cuentan con un nivel de iluminación apropiado, por lo que es importante realizar el estudio de los niveles de iluminación.

INTRODUCCIÓN

La iluminación desempeña un factor importante para el desarrollo adecuado en las actividades diarias en entornos laborales, especialmente en sectores industriales como los talleres de mecánica y soldadura. Un sistema de iluminación eficiente no solo mejora la productividad y la calidad del trabajo, además es esencial para proteger la integridad de los trabajadores y reducir los riesgos de fatiga visual y accidentes en el entorno laboral. Una correcta distribución de la luz, tanto natural como artificial, contribuye a un entorno de trabajo confortable, permitiendo la realización de tareas sin generar un esfuerzo visual innecesario.

En el caso específico de los talleres de mecánica y soldadura de ASTINAVE EP (Astilleros Navales Ecuatorianos), la calidad de la iluminación influye directamente en el desarrollo de la producción. La presencia de maquinaria pesada, combinada con la complejidad de las tareas realizadas en estos espacios, hace indispensable una evaluación detallada de los niveles de iluminación presentes. Un sistema de iluminación inapropiado ya sea por insuficiencia o exceso de luz, puede afectar la visibilidad de los trabajadores y afectar también la calidad de las tareas realizadas.

Este proyecto tiene como propósito analizar los niveles de iluminación, tanto artificial como natural, en los talleres de mecánica y soldadura de ASTINAVE EP, con el fin de determinar si las condiciones actuales cumplen con los estándares establecidos por la normativa ecuatoriana, específicamente el Anexo 3 - Norma Técnica En Seguridad E Higiene Del Trabajo y si son adecuadas para las tareas que se realizan en dichos espacios. Además, con el fin de proponer recomendaciones para su mejora, optimizando seguridad con eficiencia energética.

Para ello, se realizará un trazo en los puntos de medición y cuantificación de los niveles de iluminación mediante el uso de un radiómetro, tomando como referencia la “Guía Práctica sobre iluminación Laboral”. Una vez obtenidos los resultados pertinentes, se compararán con las normativas relacionadas con la seguridad laboral y el mejoramiento del ambiente de trabajo. La recopilación de datos se realizará en dos horarios, en diurna y nocturna, ya que por ser áreas estratégicas hay casos que requieren de operar en horarios extendidos, teniendo en cuenta la luz natural y la influencia de la iluminación artificial en las distintas zonas de los talleres. Con esta

información, se elaborará un diagnóstico detallado que servirá de base para las propuestas de mejora.

Este trabajo no solo se enfoca en optimizar las condiciones de trabajo, sino también en promover un entorno que favorezca la productividad y el bienestar de los trabajadores, alineado con los principios de sostenibilidad y eficiencia energética.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICADOS DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	II
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	III
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO	VI
RESUMEN	VII
ANTECEDENTES	VIII
INTRODUCCIÓN	IX
ÍNDICE DE CONTENIDOS	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XIII
ÍNDICE DE TABLAS	XIV
ECUACIONES	XV
1 CAPÍTULO	1
1.1 PROBLEMÁTICA	1
1.2 JUSTIFICACIÓN	1
1.3 DELIMITACIÓN	2
1.4 IMPACTO Y BENEFICIOS	2
1.4.1 <i>Beneficiarios directos</i>	2
1.4.2 <i>Beneficiarios indirectos</i>	2
1.5 OBJETIVOS:	3
1.5.1 <i>Objetivo general</i>	3
1.5.2 <i>Objetivo específico</i>	3
2 CAPÍTULO	4
2.1 MARCO TEÓRICO	4
2.1.1 <i>Iluminación</i>	4
2.1.2 <i>Definición de magnitudes luminosas</i>	4
2.1.2.1 Flujo luminoso (ϕ)	4
2.1.2.2 Intensidad Luminosa (I)	4
2.1.2.3 Nivel de iluminación o Iluminancia (E)	6
2.1.2.4 Luminancia (L)	6
2.1.2.5 Rendimiento luminoso (Eficacia luminosa)	7
2.1.2.6 Deslumbramiento	7
2.1.3 <i>Grados Kelvin en iluminación</i>	8
2.1.4 <i>Tipos de iluminación</i>	9
2.1.4.1 Iluminación natural	9
2.1.4.2 Iluminación artificial	9
2.1.5 <i>Sistema de iluminación eléctrica</i>	9
2.1.6 <i>Iluminación Ordinaria</i>	9
2.1.7 <i>Niveles de iluminación</i>	10
2.1.8 <i>Equipos de medición</i>	10
2.1.8.1 Radiómetro y sensor detector de luminancia	11
2.1.8.2 Distanciómetro	14
2.1.9 <i>Requisitos Específicos de Iluminación Interior</i>	16
2.1.9.1 Distribución de la luz	16

2.1.10	<i>Requisitos visuales para el alumbrado de los talleres</i>	17
2.1.11	<i>Cálculo para las mediciones</i>	19
3	CAPÍTULO	21
3.1	DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y CONDICIONES ACTUALES	21
3.1.1	<i>Descripción de la empresa</i>	21
3.1.2	<i>Condiciones actuales de iluminación</i>	22
4	CAPÍTULO	27
4.1	ANÁLISIS DEL TRABAJO	27
4.1.1	<i>Cálculos</i>	27
4.1.2	<i>Áreas por iluminar</i>	27
4.1.3	<i>Cálculo de puntos de medición</i>	30
4.1.4	<i>Mediciones</i>	39
4.1.5	<i>Modelado del sistema de luminarias</i>	50
4.1.5.1	DIALux	50
4.1.5.2	Creación del modelado en DIALUX	50
4.1.5.3	Simulación de los niveles de iluminación bajo estándares establecidos por el ANEXO 3 - Norma Técnica de Seguridad e Higiene del Trabajo	53
4.1.5.4	Sistema de iluminación – Cálculo de lámparas requeridas	59
5	CAPÍTULO	63
5.1	METODOLOGÍA	63
5.1.1	<i>Procedimiento</i>	64
5.1.1.1	Calcular cavidad del local (K)	64
5.1.1.2	Determinar el coeficiente de utilización (CU)	66
5.1.1.3	Calcular Factor de mantenimiento (FM)	67
5.1.1.4	Flujo luminoso total requerido	68
5.1.1.5	Calcular el número de luminarias requeridas (N)	69
6	CAPÍTULO	70
6.1	ANÁLISIS DE RESULTADOS	70
	CONCLUSIONES	73
	RECOMENDACIONES	74
	REFERENCIAS	75
	ANEXOS	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Intensidad luminosa.....	5
Figura 2 Solido Fotométrico	5
Figura 3 Iluminancia	6
Figura 4 Luminancia	7
Figura 5 Tipo de deslumbramiento	8
Figura 6 Grados Kelvin representando la temperatura en colores [6]	8
Figura 7 Radiómetro- AccuMAX Fuente: Autor.....	12
Figura 8 Detector de sensor de luminancia AccuMAX XS-555/L.....	13
Figura 9 Medición de lm desde la altura del puesto de trabajo	14
Figura 10 Distanciómetro de medición laser GLM 250 VF Bosch	14
Figura 11 Medición de altura desde el puesto de trabajo hasta la lampara.....	16
Figura 12 Métodos de alumbrado	17
Figura 13 Taller de mecanica (200).....	27
Figura 14 Taller de soldadura (100).....	28
Figura 15 Plano taller de mecanica.....	29
Figura 16 Pasillo de taller de mecanica	30
Figura 17 Área de trabajo 1 - Mecanica.....	32
Figura 18 Area de trabajo 2 - Mecanica.....	32
Figura 19 Área de trabajo 3 - Mecanica.....	33
Figura 20 Área de trabajo 4 - Mecanica.....	33
Figura 21 Plano taller de soldadura	35
Figura 22 Pasillo Taller de Soldadura.....	36
Figura 23 Área de trabajo 2 - Soldadura.....	37
Figura 24 Área de trabajo 3 - Soldadura.....	38
Figura 25 Área de trabajo 1 - Soldadura.....	38
Figura 26 Ejemplo de puntos de medición	40
Figura 27 Simulación de vista exterior de los talleres	50
Figura 28 Simulación de luminarias zona 1 del taller de mecanica.....	54
Figura 29 Simulación de luminarias zona 2 del taller de mecanica.....	54
Figura 30 Simulación de luminarias zona 3 del taller de mecanica.....	55
Figura 31 Simulación de luminarias zona 4 del taller de mecanica.....	55
Figura 32 Simulación de luminarias zona 5 del taller de mecanica.....	56
Figura 33 Simulación de luminarias zona 1 del taller de soldadura	57
Figura 34 Simulación de luminarias zona 2 del taller de soldadura	57
Figura 35 Simulación de luminarias zona 3 del taller de soldadura	58
Figura 36 Simulación de luminarias zona 4 del taller de soldadura	58
Figura 37 Datos técnicos del taller de mecanica obtenidos de la simulación.....	59
Figura 38 Datos técnicos del taller de soldadura obtenidos de la simulación	59
Figura 39 Cavidad del local	65
Figura 40 Coeficiente de utilización de luminaria.....	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Niveles de iluminación	19
Tabla 2 condición actual del taller de soldadura (grupo 100).....	23
Tabla 3 Condición actual del taller de mecanica (grupo 200A)	24
Tabla 4 Estado actual de las luminarias del taller de soldadura	25
Tabla 5 Estado actual de las luminarias del taller de mecanica.....	26
Tabla 6 Calculo punto de medición del taller de mecanica	34
Tabla 7 Cálculo del taller de soldadura.....	39
Tabla 8 Comparación de valores entre lo calculado con lo que estipula el Anexo-3_Norma Técnica de Seguridad e Higiene del Trabajo para el taller de mecanica en jornada diurna	46
Tabla 9 Comparación de valores entre lo calculado con lo que estipula el Anexo-3_Norma Técnica de Seguridad e Higiene del Trabajo para el taller de mecanica en jornada nocturna	47
Tabla 10 Comparación de valores entre lo calculado con lo que estipula el Anexo-3_Norma Técnica de Seguridad e Higiene del Trabajo para el taller de soldadura en jornada diurna.....	48
Tabla 11 Comparación de valores entre lo calculado con lo que estipula el Anexo-3_Norma Técnica de Seguridad e Higiene del Trabajo para el taller de soldadura en jornada nocturna	49
Tabla 12 Comparación del nivel de iluminación obtenido por el Radiómetro XR-1000 con el programa DIALux en la jornada diurna para el taller de mecanica.....	52
Tabla 13 Comparación del nivel de iluminación obtenido por el Radiómetro XR-1000 con el programa DIALux en la jornada nocturna para el taller de mecanica	52
Tabla 14 Comparación del nivel de iluminación obtenido por el Radiómetro XR-1000 con el programa DIALux en la jornada diurna para el taller de soldadura	52
Tabla 15 Comparación del nivel de iluminación obtenido por el Radiómetro XR-1000 con el programa DIALux en la jornada nocturna para el taller de soldadura.....	53
Tabla 16 Cálculo del número de luminarias para los talleres	62
Tabla 17 Marco Metodológico.....	63
Tabla 18 Factores de reflexión de techo y paredes	67
Tabla 19 Valores de FM sugeridos por la CIE.	68

ECUACIONES

Ecuación 1 Índice de local	20
Ecuación 2 Número mínimo de puntos de medición	20
Ecuación 3 E Media	20
Ecuación 4 Índice de la cavidad del local	65
Ecuación 5 Factor de mantenimiento.....	67
Ecuación 6 Flujo luminoso total requerido	68
Ecuación 7 Numero de luminarias requeridas	69

1 CAPÍTULO

1.1 Problemática

En los talleres de mecánica y soldadura se realizan trabajos metalmecánicos en donde la mano de obra directa es lo más importante dentro de la producción de una empresa de este tipo de manufactura, para lo cual debemos velar por el bienestar laboral, mejorando las condiciones del lugar de trabajo. [1]

Este proyecto busca garantizar la seguridad y salud del personal que trabaja en los diferentes talleres, más que el ahorro energético; por lo tanto, se detecta que el nivel de iluminación en los puntos que se requiere el desempeño donde se realizan las tareas productivas, no es el adecuado según lo establecido en las normas de trabajo.

1.2 Justificación

En los lugares donde se tienen carencias de luz debido al mal estado y tiempo de uso del sistema de iluminación. Se propone este proyecto que está orientado a mejorar los niveles de iluminación que actualmente se encuentra en las diferentes áreas de trabajo. Una vez que se haya realizado el levantamiento de muestras de los niveles de iluminación, se podrán aplicar los valores estandarizados según la norma **NOM-025-STPS-2008**. [4] Corrigiendo los niveles de iluminación a los valores normales de operación, aplicando un adecuado alumbrado para que pueda mejorar la productividad con eficiencia energética y que el trabajador pueda realizar sus actividades con seguridad y sin llegar a dañar la vista del personal.

ASTINAVE EP considerada como unas de las principales empresas de construcción de la industria naval debe encontrarse en un continuo proceso de evaluación y mejoramiento, con el objetivo de obtener la acreditación necesaria para asegurar su adecuado funcionamiento, si no cuenta con una iluminación adecuada en el taller mecánico y de soldadura, donde se desarrollan actividades de alto riesgo, limitando el desarrollo normal de sus actividades, lo que podría afectar al rendimiento óptimo del personal que elabora en dicho talleres.

Para lo cual debemos tomar las muestras de los niveles de iluminación en los talleres de mecánica y de soldadura, se simulará y analizará las condiciones actuales fundamentándonos

en el Anexo 3 - Norma Técnica En Seguridad E Higiene Del Trabajo, esto nos permitirá cualificar el nivel de iluminación existente en el área o puesto de trabajo, que podría ocasionar problemas en la productividad y accidentes en el personal visuales o físicos que labora en los talleres. [3] [2]

Con el propósito de lograr este objetivo, emplearemos la herramienta de diseño conocida como DIALUX, un software de acceso gratuito. Mediante este programa, podremos simular la situación actual de los niveles de iluminación en los talleres, lo que nos habilitará para sugerir mejoras en el estado lumínico actual.

1.3 Delimitación

Este proyecto se centra en mejorar los niveles de iluminación, que abarcará en el taller de mecánica y de soldadura, utilizando como referencia los valores obtenidos de la toma de muestreo y poder compararlos con los valores estandarizados según lo especifica el Anexo 3 - Norma Técnica En Seguridad E Higiene Del Trabajo y se comprobará si los niveles de iluminación están cumpliendo con las necesidades del área de trabajo y las actividades a desarrollarse.[4]

1.4 Impacto y beneficios

1.4.1 Beneficiarios directos

Los trabajadores que realizan sus actividades diarias serán los principales receptores de los beneficios. De esta forma, la empresa garantizará una mejora en seguridad laboral al prevenir accidentes y facilitar la identificación de riesgos y una disminución de la fatiga visual, lo que contribuye al bienestar del personal. [3]

1.4.2 Beneficiarios indirectos

La empresa será el beneficiario indirecto, ya que cumplirá con los estándares establecidos

por las autoridades competentes, tendrá un ahorro energético y una reducción de costos operativos a largo plazo mediante el uso de tecnologías eficientes. [3]

1.5 Objetivos:

1.5.1 Objetivo general

Los niveles y condiciones de iluminación a evaluar en las diferentes áreas de los talleres de mecánica y soldadura de ASTINAVE EP, de tal manera que se optimicen las condiciones de alumbrado, logrando eficiencia, seguridad y confort.

1.5.2 Objetivo específico

- Examinar las condiciones actuales de iluminación artificial y natural en las áreas de trabajo de los talleres, identificando posibles deficiencias.
- Determinar el impacto de las condiciones de iluminación en la seguridad y productividad laboral, tomando en cuenta las actividades específicas que se realizan en los talleres.
- Desarrollar un plan de mejora de alumbrado y proponer un diseño alineado con los requerimientos de ASTINAVE EP.

2 CAPÍTULO

2.1 MARCO TEÓRICO

2.1.1 Iluminación

La iluminación es la acción y efecto de proporcionar luz artificial o natural a un espacio con el fin de hacerlo visible y más cómodo para las actividades humanas. La iluminación tiene un impacto en la percepción visual, la seguridad y el ambiente de un entorno determinado. También implica el diseño, selección e instalación de fuentes de luz, como lámparas y luminarias, de igual manera, examinar el control de la intensidad, el color y la dirección de la luz para garantizar que se logre el objetivo de iluminar adecuadamente el espacio. [5]

2.1.2 Definición de magnitudes luminosas

2.1.2.1 Flujo luminoso (ϕ)

En el **Sistema Internacional de Unidades (SI)**, el **flujo luminoso** tiene como unidad de medida **lumen**, que está representado por ϕ y la cantidad de luz emitida dentro de un **estereorradián** por una fuente puntual llamada **intensidad luminosa**. [4]

2.1.2.2 Intensidad Luminosa (I)

En el **SI**, la intensidad luminosa tiene como unidad de medida **candela (cd)** que está representado por el símbolo **I** y se define como la distribución luminosa conformada por medio de conjuntos de vectores, y al conectar todos los extremos de estos vectores, se forma un sólido conocido como **sólido fotométrico**. [4]

La intensidad depende de diferentes tipos de bombillas, y mediante el uso de luminarias, se puede orientar la intensidad hacia la dirección más adecuada. [4]



Figura Iluminosa

En la siguiente figura se puede observar la fotometría que utiliza las curvas fotométricas o tablas para determinar la forma y dirección de la luz emitida por la lámpara. [5]

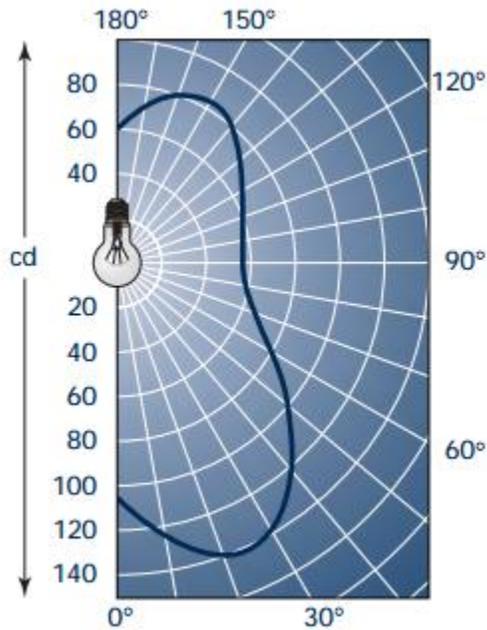


Figura 2 Sólido fotométrico

El sólido fotométrico, al ser cortado con un plano atravesado por un eje de simetría, se obtiene una fuente de luz con una curva fotométrica, en la cual la intensidad luminosa está representada por una fuente en cualquier dirección. [4][5]

2.1.2.3 Nivel de iluminación o Iluminancia (E)

En el **SI**, el nivel o iluminancia tiene como unidad de medida **Lux (lx)** que está representado por el símbolo **E**. En plano del eje de simetría, se obtiene la curva fotométrica de la fuente de luz, que muestra la intensidad luminosa de la fuente en todas las direcciones posibles. [4]

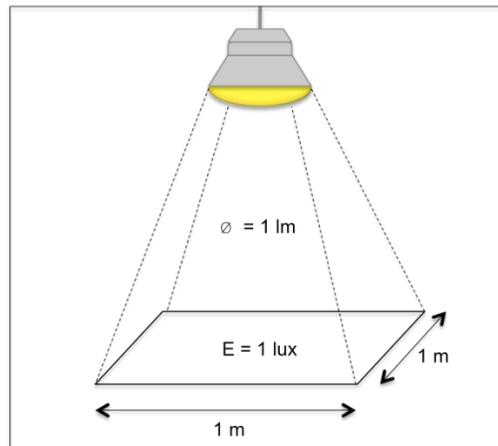


Figura 3 Iluminancia

Los niveles de **iluminancia** varían dependiendo del tipo de actividad y superficie que se realizará en el área a iluminar. Al conocerse las dimensiones del espacio, se puede calcular de manera directa el **flujo luminoso** necesario para una iluminación adecuada.[4]

2.1.2.4 Luminancia (L)

En el **SI**, la luminancia tiene como unidad de medida cd/m^2 o conocida también como NIT (nt) que está representado por el símbolo **L** y se define como la magnitud perceptible por el ojo humano que proviene de una superficie visible de una fuente de luz primaria o secundaria (reflejada). A mayor luminancia mayor es la sensación de claridad.

Sin embargo, es importante **controlarla**, ya que niveles excesivos pueden provocar **deslumbramiento no deseado**. [4]

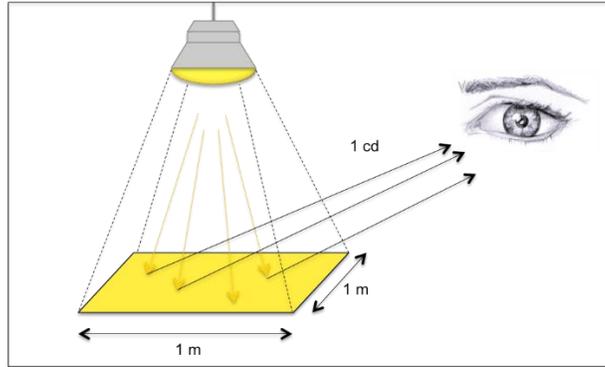


Figura 4 Luminancia

2.1.2.5 Rendimiento luminoso (Eficacia luminosa)

La **eficacia luminosa** está representada por el **rendimiento** de la fuente lumínica y se describe como la proporción entre el flujo luminoso generado (medido en lúmenes) y la energía eléctrica utilizada (en vatios).

El símbolo está representado con la letra **η (eta)** y se calcula mediante la siguiente fórmula: [5]

$$\eta = \frac{\Phi}{P}$$

$$[\eta] = \frac{\text{lm}}{\text{W}}$$

2.1.2.6 Deslumbramiento

El deslumbramiento genera una sensación incómoda debido a la luminancia que de aquel objeto que es considerablemente superior a la de su escenario. Un ejemplo de deslumbramiento es como cuando otro automóvil nos cruza con las luces altas mientras conducimos de noche. [8] [4]

Hay dos tipos de deslumbramiento:

El directo: se produce cuando una fuente de luz se encuentra de forma fija dentro de nuestro campo visual, esto impide distinguir de manera lo que se encuentre en nuestro entorno.

El indirecto: es causado por el reflejo o reflexión que produce la luz sobre una superficie con un alto nivel de reflectancia.[11]

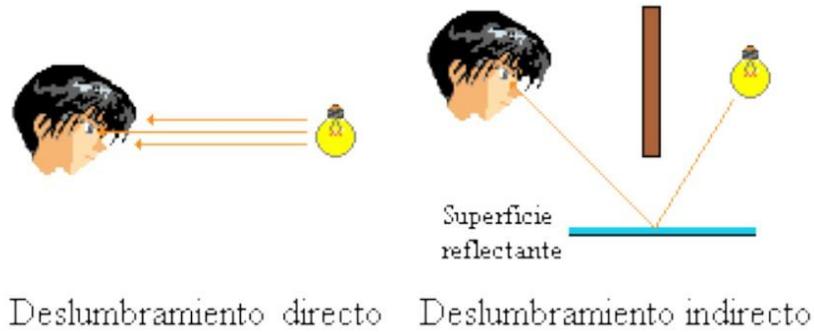


Figura 5 Tipo de deslumbramiento

2.1.3 Grados Kelvin en iluminación

La unidad de grados Kelvin, expresada en K, se utiliza también para indicar la temperatura de una fuente de luz por colores, como una **bombilla** o una **tira LED**. Permitiendo así medir el tono de la luz emitida, clasificándola en **cálida, neutra o fría**. [6]

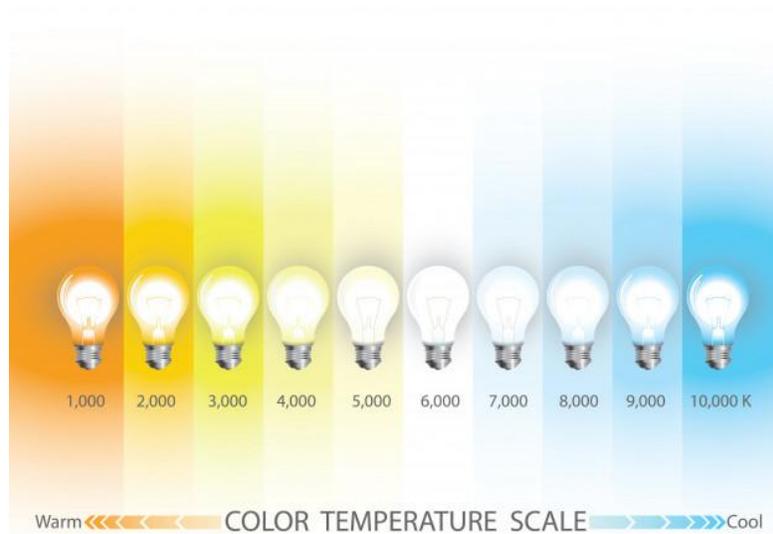


Figura 6 Grados Kelvin representando la temperatura en colores [6]

El color de temperatura oscila generalmente entre **1.000 K** y **10.000 K**. Indicando a menor temperatura de color (**1.000 K - 3.000 K**), la luz adquiere un tono **cálido y amarillento**, similar a la luz de una vela o una lámpara incandescente. En el rango **intermedio (4.000 K - 5.000 K)**, la luz se percibe como **blanca neutra**, similar a la luz del día en la mañana. Por otro lado, valores superiores a **5.500 K** producen una luz **blanca fría o azulada**, dando un color similar a la luz del mediodía o a la de un cielo despejado. [6]

2.1.4 Tipos de iluminación

2.1.4.1 *Iluminación natural*

La luz natural que proviene principalmente del sol, aunque también proviene de otras fuentes naturales como la luz de la luna y el fuego. Este tipo de iluminación depende de factores climáticos y de la rotación de la Tierra. La ventaja de tener una iluminación natural es que es una energía renovable y puede ser aprovechada sin tener que hacer uso de energía eléctrica. Para aprovechar este tipo de iluminación tanto en interiores como exteriores, se utilizan ventanas, superficies reflectantes u otras aberturas.[6]

2.1.4.2 *Iluminación artificial*

La iluminación artificial proviene de lámparas o luminarias que hacen uso de energía eléctrica y que pueden llegar a tener un distinto uso para cada tipo de actividad, ya sea aplicada en espacios residenciales o industriales.[6]

2.1.5 Sistema de iluminación eléctrica

El sistema de iluminación transforma la energía eléctrica en energía lumínica, usando dispositivos llamados lámparas o luminarias eléctricas dentro de determinados espacios. La iluminación eléctrica se emplea en una gran variedad de contextos, que van desde el hogar y los comercios hasta la industria y los espacios urbanos, así como en el diseño, para lograr diferentes objetivos estéticos, funcionales y de eficiencia energética. Este sistema está compuesto por componentes como las luminarias, interruptores o reguladores, cableado eléctrico y dispositivos de protección para áreas de interiores y exteriores. [7]

2.1.6 Iluminación Ordinaria

Se refiere a la iluminación convencional que se utiliza en la mayoría de los entornos. Este tipo de iluminación proporciona niveles adecuados de luz que permitan realizar actividades cotidianas de manera cómoda y funcional. Por lo general.

Las fuentes de luz utilizadas en la iluminación ordinaria suelen ser lámparas incandescentes, fluorescentes, bombillas LED y otros dispositivos de iluminación estándar. Estas fuentes de luz pueden variar en términos de temperatura lumínica, color, intensidad luminosa y eficiencia energética según las necesidades específicas de cada entorno. [8]

La iluminación ordinaria se encuentra en lugares como hogares, oficinas, escuelas, tiendas y otros entornos donde se requiere iluminación general para llevar a cabo actividades cotidianas sin requerimientos especiales de diseño. [7]

2.1.7 Niveles de iluminación

Se refieren a la cantidad de luz presente en un espacio o área en específico, y se miden en una unidad denominada lux (lx), lo que permite calcular de manera precisa y objetiva los niveles de luz. [9]

Es de suma importancia mantener un buen nivel de luz, ya que de ello depende mucho el desenvolvimiento de las actividades a realizar. Aparte de una cuestión de comodidad, también tiene como objetivo cuidar la salud e integridad de la persona.[8]

Los niveles de iluminación cambian según el tipo de espacio, ya que las actividades que se realicen en él pueden ser distintas y demandar niveles de luz particulares. [10]

2.1.8 Equipos de medición

Los equipos de medición son herramientas que facilitan la obtención de datos sobre magnitudes variables. Gracias a ellos, podemos comparar el objeto a medir con un patrón, obteniendo un valor numérico que refleja de manera lógica esa relación. Estos cumplen con un rol de suma importancia para monitorear procesos y evaluar la calidad en las áreas requeridas. [12]

Cada equipo de medición cumple con funciones diferentes de acuerdo con al uso que se le vaya a dar, como, por ejemplo: Alimentaria, farmacéutica, cosmética, petroquímica, automotriz, empaque, envasado, textil, metalúrgica y construcción. [13]

Los equipos de medición más utilizados incluyen cámaras termográficas, termómetros, luxómetros, distanciómetros y radiómetros.

En este caso, la empresa donde realicé mi proyecto me proporcionó un radiómetro con su respectivo sensor detector de luminancia, lo cual ha facilitado el acceso a un equipo de alta precisión y calidad para mi investigación. Este instrumento ofrece una capacidad de medición más versátil y detallada que un luxómetro, permitiendo analizar tanto la luz visible como otras longitudes de onda, incluyendo la radiación ultravioleta e infrarroja. Esta característica es esencial para el estudio, ya que permite evaluar la luminancia en un contexto que requiera un análisis exhaustivo, obteniendo datos más completos y relevantes para el desarrollo del proyecto. Cabe indicar que ASTINAVE EP es una empresa certificada bajo la Norma ISO 9001 que garantiza que todos sus equipos están debidamente calibrados y certificados. [7]

2.1.8.1 Radiómetro y sensor detector de luminancia

La unidad de lectura de radiómetro AccuMAX está diseñada para brindar precisión y facilidad de uso. Este dispositivo garantiza lecturas precisas de las intensidades de luz UV y visible, lo que lo ayuda a cumplir con los estándares más rigurosos de la industria. Ya sea que esté realizando inspecciones o tareas de calibración.[8]



Figura 7 Radiómetro - AccuMAX Fuente: Autor

Características principales:

- **Pantalla de alta resolución:**
LCD monocromática de rango automático de 4 dígitos, chip de píxeles de 128 x 64 puntos, con una pantalla iluminada de 2,25 pulgadas.
- **Frecuencias de muestreo optimizadas:**
7,5 Hz para sensores individuales, 15 Hz para sensores duales, lo que garantiza una recopilación precisa de datos en tiempo real.
- **Rendimiento estable a la temperatura:**
Un excelente coeficiente de temperatura de +0,025% / °C, funcionando eficazmente entre 0 °C y 50 °C.
- **Precisión líder en la industria:**
Precisión superior al $\pm 5\%$, con todas las lecturas referenciadas a los estándares NIST.
- **Estándares y certificaciones de productos:**
Certificado para cumplir con los estándares de precisión del NIST (Instituto Nacional de Estándares y Tecnología).

Diseñado específicamente para aplicaciones de ensayos no destructivos (END), lo que asegura el cumplimiento de las normativas de seguridad y los estándares de inspección.

Lo que está incluido en el kit:

- AccuMAX XR-1000 Unidad de lectura de radiómetro/fotómetro
- Bota protectora de goma para una mayor durabilidad
- Pilas alcalinas no recargables de 9 V.



Figura 8 Detector de sensor de luminancia AccuMAX XS-555/L.

Están diseñados para satisfacer prácticamente cualquier aplicación de laboratorio, ciencias de la vida o UV especializada. Estos detectores cuentan con carcasas de sensores selladas y resistentes al agua, filtros de interferencia de paso de banda superiores y una excelente respuesta del coseno. Los detectores de longitud de onda única están disponibles tanto en rango estándar (serie XS), ideal para verificar la intensidad de tubos UV fluorescentes y bombillas UV HID.



Figura 9 Medición de 1m desde la altura del puesto de trabajo

2.1.8.2 Distanciómetro

Las medidas de longitud de los perímetros y altura se obtuvieron con un distanciómetro de medición láser marca Bosh.



Figura 10 Distanciómetro de medición láser GLM 250 VF | Bosch

Diferenciales técnicos:

El medidor lineal de mayor alcance en el mercado, con una capacidad de hasta 250 metros. Es ideal para trabajos en exteriores, ya que ofrece una visibilidad óptima del láser incluso en condiciones de alta luminosidad o exposición solar intensa. Además, cuenta con un visor integrado con una capacidad de ampliación de hasta 1.6 veces, lo que facilita mediciones precisas a largas distancias.[9]

Medidor de Alta Precisión para uso profesional

- **Alcance excepcional** con visor lateral integrado de alcance de hasta de 250 metros, el más potente de su categoría, diseñado para trabajos en exteriores, mediciones en largas distancias, depósitos, terrenos amplios y grandes construcciones.
- **Medición de sin uso de escaleras ni andamios**, ideal incluso en espacios de difícil acceso.
- **Cálculo instantáneo de volúmenes y de áreas**, eliminando la necesidad de operaciones manuales.
- **Máxima precisión y profesionalismo**, garantizando mediciones exactas en cualquier entorno.
- **Historial de las últimas 30 mediciones**, permitiendo un seguimiento eficiente de los datos.
- **Resistente al polvo y salpicaduras de agua (IP54)**, diseñado para condiciones exigentes en obras y exteriores.
- **Medición confiable en exteriores**, gracias a su visor lateral integrado, que permite visualizar con precisión el punto de medición incluso bajo luz intensa.

[9]

Incluye:

Contenido del paquete:

- **1 medidor láser Bosch GLM 250 VF** con alcance de 250 m y visor integrado.
- **1 manual de instrucciones** para un uso óptimo del dispositivo.
- **1 certificado del fabricante**, garantizando su calidad y precisión.
- **4 pilas AAA**, listas para su funcionamiento inmediato.
- **1 asa de transporte**, para mayor comodidad y seguridad.
- **1 bolsa protectora**, que proporciona almacenamiento seguro y protección en entornos de obra. [9]



Figura 11 Medición de altura desde el puesto de trabajo hasta la lampara.

2.1.9 Requisitos Específicos de Iluminación Interior

2.1.9.1 Distribución de la luz

Para lograr una distribución eficiente de la luz, es fundamental elegir el tipo de luminaria adecuada. En el mercado existen diversas opciones diseñadas para aplicaciones específicas, dependiendo de las áreas y entornos a iluminar. Las características de cada luminaria, junto con su uso y aplicaciones, pueden consultarse en los catálogos de los fabricantes, donde se detallan especificaciones técnicas que facilitan la selección del equipo más adecuado para cada necesidad.

En un área determinada pueden existir zonas donde no llega la suficiente luz debido a una mala distribución y mal uso de luminarias seleccionadas, sin ningún estudio que avale para la aplicación de las mismas. Asimismo, estas deben cumplir con los estándares establecidos en las normas, para un sistema de iluminación.

A continuación, se indican 3 tipos de alumbrado:

- **Alumbrado General:** Este método busca proporcionar una iluminación uniforme y generalizada en todo el espacio. El objetivo es que la luz se distribuya de manera equitativa en todas las áreas, sin puntos oscuros ni sombras notables. Es comúnmente utilizado en

espacios donde se requiere una visión general.

- **Alumbrado General Localizado:** En este caso, se enfoca en proporcionar una iluminación general, pero con un mayor énfasis en ciertas áreas o zonas específicas. Puede haber variaciones en la intensidad de la luz para destacar ciertas características o lugares de interés dentro del espacio. Este enfoque se utiliza en áreas donde se necesita una combinación de iluminación general y resaltada.
- **Alumbrado Localizado:** Aquí, la iluminación se concentra de manera selectiva en áreas o elementos muy específicos, como un objeto o una tarea particular. El resto del espacio puede permanecer en penumbra o tener una iluminación más tenue. Este método se utiliza en situaciones donde es esencial resaltar objetos o tareas particulares.



Figura 12 Métodos de alumbrado

2.1.10 Requisitos visuales para el alumbrado de los talleres

Contar con un sistema de iluminación adecuado no solo mejora las condiciones laborales, sino que también incrementa la productividad y el rendimiento del personal. Analiza las características de tu espacio de trabajo, ajusta la iluminación según las necesidades específicas y aprovecha las ventajas de un entorno bien iluminado. [10]

- **Niveles de iluminancia:**

Se recomienda una iluminancia mínima de 350 luxes para áreas de trabajo general y pasillos.

En actividades específicas como torneado de alta precisión o soldadura detallada, se

requieren niveles superiores, como mínimo, entre 750 luxes a 1000 lux en trabajos de precisión, dependiendo de la complejidad.[10]

- **Uniformidad de la iluminación:**

Es fundamental mantener una iluminación distribuida de forma adecuada en todo el taller para evitar contrastes bruscos que puedan causar fatiga visual en el operario.[10]

- **Prevención del deslumbramiento:**

Se recomienda utilizar iluminarias equipadas con pantallas difusoras para evitar deslumbramientos directos. Las fuentes de luz deben estar ubicadas de tal forma que no apunten directamente a los ojos de los trabajadores.[10]

- **Temperatura de color:**

Es recomendable el uso de luz blanca neutra o fría (5000K a 6000K) con el fin de mejorar la visibilidad y percepción en los detalles de las superficies del área de trabajo.[10]

- **Reproducción cromática (CRI):**

El índice de reproducción cromática debe estar sobre los 80 para asegurar una buena percepción en los colores, teniendo un papel importante en las tareas llevadas a cabo en los talleres de mecánica y de soldadura. [11]

- **Control de sombras:**

Es importante disminuir las sombras pronunciadas en las áreas de trabajo usando una combinación de luz directa o indirecta o una iluminación difusa. [10]

- **Resistencia de las luminarias:**

Las luminarias deben cumplir con los grados de protección IP, que cumplan con los requisitos requeridos en este caso para los talleres, como resistencia al calor, polvo, agua y posibles impactos. [12]

- **Normativa aplicable:**

Deben cumplir con las normativas nacionales e internacionales sobre iluminación en ambientes industriales, según el Anexo 3 - Norma Técnica En Seguridad E Higiene Del Trabajo y el grado de protección IP se basa en la norma europea EN 60529, la cual es equivalente a la norma Comisión Electrotécnica Internacional (CEI). Esta normativa define los grados de protección que ofrecen los dispositivos eléctricos contra la penetración de objetos sólidos, polvo y agua, asegurando su adecuado funcionamiento en distintos entornos y condiciones.[12] [13]

Tabla 1 Niveles de iluminación

Área de trabajo / Tareas	Nivel mínimo de iluminación (Lux)
Tareas generales y actividades de oficina	300 lux
Trabajos que requieren mayor atención al detalle (laboratorios, líneas de producción, etc.)	750 lux
Tareas que requieren precisión extrema (inspección de piezas finas, etc.)	1500-2000 lux
Áreas de circulación y pasillos	100-200 lux

Fuente: Anexo-3 Norma Técnica de Seguridad e Higiene del Trabajo – Art. 10 [1]

2.1.11 Cálculo para las mediciones

La medición se basa en un método de evaluación que emplea una cuadrícula de puntos de medición distribuidos uniformemente en toda el área analizada. Este enfoque divide el espacio interior en zonas iguales, preferiblemente cuadradas, para obtener una representación precisa de la iluminación. Sin embargo, también existen diferentes técnicas de medición que pueden ser tomadas de forma perpendicular o de forma libre y, al igual que los otros, esta permite modificar su posición y ángulo al que apunta.

La iluminancia se mide en la parte central del área, a una altura estándar de 0.80 metros sobre el nivel del suelo, y a partir de estos valores se calcula un promedio de iluminancia. La precisión de este valor medio depende directamente de la cantidad de puntos de medición utilizados.

Para garantizar una evaluación confiable, se emplea una fórmula específica que determina los puntos mínimos a medir en función del índice de local correspondiente al espacio evaluado. Esto

permite obtener resultados más representativos y alineados con los estándares de iluminación establecidos. [14]

Ecuación 1 Índice de local

$$\text{índice de local} = \frac{\text{largo} \times \text{ancho}}{\text{altura de montaje} \times (\text{largo} + \text{ancho})} \quad (1)$$

En este contexto, se representan las dimensiones de la superficie a evaluar, cómo largo y ancho y la altura de montaje. Hace referencia a la distancia vertical entre el plano de trabajo y el centro de la fuente de luz.

Mediante la siguiente fórmula se expresa esta relación:

Ecuación 2 Número mínimo de puntos de medición

$$\text{número mínimo de puntos de medición} = (x + 2)^2 \quad (2)$$

En esta ecuación, "x" representa el índice de local, el cual se redondea al entero superior. Sin embargo, si el índice de local es igual o mayor a 3, el valor de "x" será 4.

A partir de esta relación, se determina el número mínimo de puntos de medición necesarios. Una vez establecido este número, se mide la iluminancia de cada área dentro de la cuadrícula definida.

[15]

Si el recinto donde se realiza la medición tiene una forma irregular, se recomienda, en la medida de lo posible, dividirlo en sectores cuadrados o rectangulares para facilitar el análisis.

Finalmente, se calcula la iluminancia media (E Media), obteniendo el promedio de todos los valores registrados en las mediciones. Este resultado permitirá evaluar si los niveles de iluminación cumplen con los niveles estándares mínimos requeridos. [15]

Ecuación 3 E Media

$$E \text{ Media} = \frac{\sum \text{valores medidos (lux)}}{\text{Cantidad de puntos medidos}} \quad (3)$$

Después de calcular la iluminancia media, se valida si el resultado obtenido cumple con los criterios establecidos según el tipo de edificio, el uso del local y la tarea visual que se realiza en el espacio evaluado. Esta comparación permite determinar si los niveles de iluminación son adecuados para garantizar comodidad, seguridad y eficiencia visual, de acuerdo con las normativas vigentes.

3 CAPÍTULO

3.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y CONDICIONES ACTUALES

3.1.1 Descripción de la empresa

ASTINAVE EP es una empresa pública enfocada en el fortalecimiento empresarial, que, mediante un sistema integrado de gestión, ofrece productos y servicios cumpliendo con altos estándares de calidad en áreas como medio ambiente, salud, seguridad ocupacional y gestión de la información. Su objetivo es superar las demandas requeridas de sus clientes, contribuyendo al desarrollo y la transformación de la matriz productiva de Ecuador. La capacidad emprendedora de la empresa ha sido clave para crear encadenamientos productivos y fortalecer las industrias conexas a los astilleros. [16]

Actualmente, ASTINAVE EP gestiona diversas líneas de negocio, entre las cuales se incluyen:

- Construcción naval.
- Carenamiento naval.
- Repotenciación naval.
- Sistemas de defensa.
- Soluciones portuarias.
- Soluciones costa afuera.
- Soluciones industriales.

Con la finalidad de cumplir con las necesidades de sus clientes, ASTINAVE EP cuenta con la Gerencia de Proyectos y la Gerencia de Operaciones. Para objeto estudio, se ha considerado a esta última gerencia debido a que están bajo su cargo los siguientes talleres: [16]

- Taller de soldadura (grupo 100)
- Taller de torno (grupo 200A)
- Taller de motores (grupo 200B)
- Taller eléctrico (grupo 300)
- Taller electrónico (grupo 400)

- Taller de sistemas auxiliares (grupo 500)
- Taller de carpintería (grupo 600A)
- Taller de pintura (grupo 600B)
- Área de varadero (grupo 900)

3.1.2 Condiciones actuales de iluminación

Es importante indicar que no todos los talleres trabajan las 24 horas de los días, por tal motivo se seleccionaron solo dos talleres que su sistema de iluminación se encuentra en condiciones no aceptables para realizar trabajos nocturnos y que también afecta los tiempos establecidos en el cronograma en la entrega de los trabajos, los mismos que son objeto de esta tesis, “Evaluación de iluminación artificial y natural en los talleres de mecánica y soldadura en ASTINAVE EP para mejorar las condiciones de alumbrado”.

A continuación, se presenta una tabla donde se identifica el estado actual y sus falencias.

Tabla 2. Condición actual del taller de soldadura (grupo 100)

Evidencia fotográfica	Estado del área	Claro	Medio	Oscuro
	<p>Las paredes se encuentran en buen estado y están pintadas en una combinación de gris y blanco hueso, cubriendo la mitad de cada una con estos colores.</p>		X	
	<p>El techo se encuentra en buen estado de material Eternit color gris.</p>			X
	<p>El piso se encuentra en buen estado, sin pintar y sin adoquín. Color gris y existen líneas cebras de color amarillo</p>			X
	<p>Las cortadoras de planchas, roladoras de planchas y dobladoras de tubo. Colores combinados.</p>		X	
	<p>Existe uniformidad de iluminación.</p>		X	
	<p>Existen techos traga luz, color amarillo</p>		X	

Tabla 3 Condición actual del taller de mecánica (grupo 200A)

Evidencia fotográfica	Estado del área	Claro	Medio	Oscuro
	<p>Las paredes se encuentran en buen estado y están pintadas en una combinación de gris y blanco hueso, cubriendo la mitad de cada una con estos colores.</p>		X	
	<p>El techo se encuentra en buen estado de material Eternit color gris.</p>			X
	<p>El piso se encuentra en buen estado, sin pintar y sin adoquín. Color gris y existen líneas cebras color amarillo.</p>			X
	<p>Los tornos, balanceadora, mandriladora y fresadora</p>		X	
	<p>Existe uniformidad de iluminación.</p>		X	

	Existen techos traga luz		X	
---	--------------------------	--	---	--

Tabla 4 Estado actual de las luminarias del taller de soldadura

<p>Fotografía:</p> 	  <p>Focos de Halogenuros Metálicos de Metalight adecuadas para interiores comerciales e industriales. Las lámparas de haluro metálico, también llamadas lámparas de aditivos metálicos o lámparas de mercurio halogenado son lámparas de descarga a alta presión.</p>
Vatios:	400 W
Tipo de iluminación:	Lampara de mercurio halogenado
Voltaje nominal	240 VOLTIOS AC 60 HZ
Tipo de boquilla	E40
Altura del puesto de Trabajo hacia el piso:	1,63 m
Altura de la luminaria hacia el puesto de trabajo:	4,37 m

Tabla 5 Estado actual de las luminarias del taller de mecanica

<p>Fotografía:</p> 	  <p>Focos de Halogenuros Metálicos de Metalight adecuadas para interiores comerciales e industriales. Las lámparas de haluro metálico, también llamadas lámparas de aditivos metálicos o lámparas de mercurio halogenado son lámparas de descarga a alta presión.</p>
<p>Potencia:</p>	<p>400 W</p>
<p>Tipo de iluminación:</p>	<p>Lampara de mercurio halogenado</p>
<p>Voltaje nominal y frecuencia AC</p>	<p>240 VOLTIOS AC 60 HZ</p>
<p>Tipo de boquilla</p>	<p>E40</p>
<p>Lux Promedio</p>	<p>350 lux</p>
<p>Altura del piso al puesto de trabajo:</p>	<p>1,63 m</p>
<p>Temperatura lumínica</p>	<p>3000k</p>
<p>Altura del puesto de trabajo al soporte de la luminaria:</p>	<p>4,37 m</p>

4 CAPÍTULO

4.1 ANÁLISIS DEL TRABAJO

4.1.1 Cálculos

Con la finalidad de establecer los niveles adecuados de iluminación en el taller mecánico y de soldadura, se debe recabar datos de muestreo en las diferentes áreas cuya función es cumplir con la norma ecuatoriana vigente y el Anexo 3 - Norma Técnica en Seguridad E Higiene Del Trabajo. [1]

Este nivel de iluminación debe evaluárselo con los estándares y exigencias de una manera optimizar el sistema de iluminación. [1]

4.1.2 Áreas por iluminar

Para realizar las mediciones según muestreo hemos realizado el levantamiento de la información requerida como es la ubicación de los equipos y maquinaria, así como los pasillos de los talleres a iluminar

- Plano 1: Taller de mecánica



Figura 13 Taller de mecánica (200)

- Plano 2: Taller de soldadura



Figura 14 Taller de soldadura (100)

Se realizaron los muestreos en todas las áreas a medir en el interior de los talleres para lo cual se dividió las áreas de trabajo y pasillos en el interior de los talleres representados en cuadrados o rectángulos.

A continuación, detallaremos el plano de las áreas separadas a iluminar con los respectivos muestreos tomados.

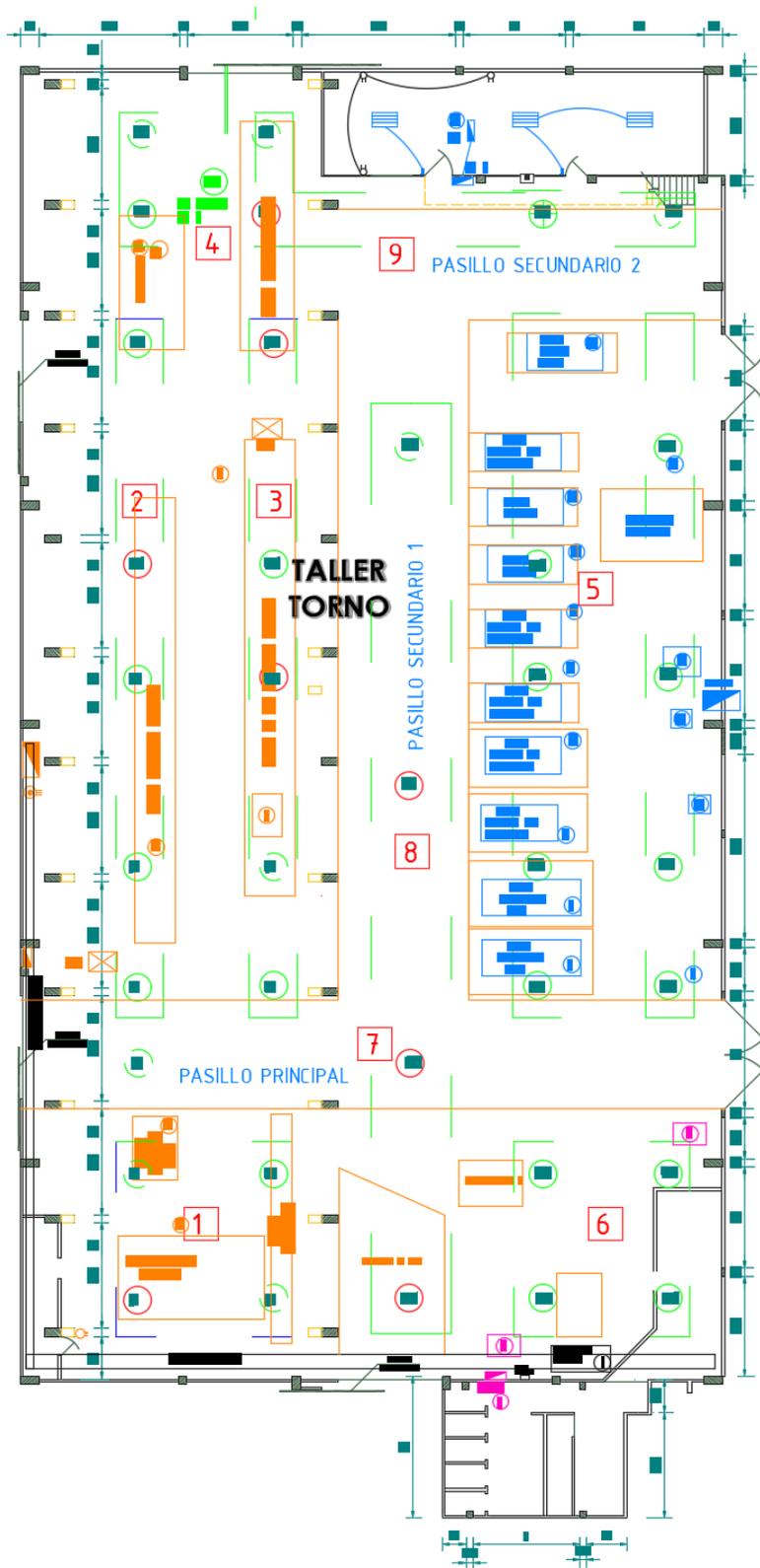


Figura 15 Plano taller de mecánica

4.1.3 Cálculo de puntos de medición

Los puntos de medición se calculan en base en las dimensiones de largo, ancho y altura de cada una de las áreas.

A continuación, se presentarán los resultados obtenidos, junto con un ejemplo para ilustrar el proceso:

$$\text{índice de local} = \frac{\text{largo} \times \text{ancho}}{\text{altura de montaje} \times (\text{largo} + \text{ancho})}$$

$$\text{número mínimo de puntos de medición} = (x + 2)^2$$

Zonificación de las áreas a medir del taller de mecanica

Zona 1:

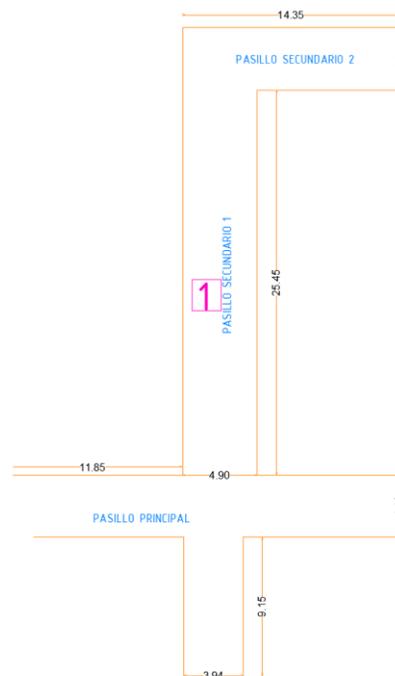


Figura 16 Pasillo de taller de mecánica

Zona 1 Pasillo principal:

$$\text{índice de local} = \frac{26,2 \times 4,10}{4,37 (26,2 + 4,10)} = 0,81 \approx 1$$

$$\text{Puntos mínimos de medición} = (1 + 2)^2 = 9$$

Zona 1 Pasillo secundario 1:

$$\text{índice de local} = \frac{25,45 \times 4,90}{4,37 (25,45 + 4,90)} = 0,94 \approx 1$$

$$\text{Puntos mínimos de medición} = (1 + 2)^2 = 9$$

Zona 1 Pasillo secundario 1.1

$$\text{índice de local} = \frac{9,15 \times 3,94}{4,37 (9,15 + 3,94)} = 0,63 \approx 1$$

$$\text{Puntos mínimos de medición} = (1 + 2)^2 = 9$$

Zona 1 Pasillo secundario 2:

$$\text{índice de local} = \frac{14,35 \times 4,14}{4,37 (14,35 + 4,14)} = 0,74 \approx 1$$

$$\text{Puntos mínimos de medición} = (01 + 2)^2 = 9$$

Zona2 - Área de trabajo 1:



Figura 17 Área de trabajo 1 - Mecánica

$$\text{índice de local} = \frac{34,27 \times 8,75}{4,37 (34,27 + 8,75)} = 1,59 \approx 2$$

$$\text{Puntos mínimos de medición} = (2 + 2)^2 = 16$$

Zona 3 - Área de trabajo 2:



Figura 18 Área de trabajo 2 - Mecánica

$$\text{índice de local} = \frac{25,45 \times 9,45}{4,37 (25,45 + 9,45)} = 1,58 \approx 2$$

$$\text{Puntos mínimos de medición} = (2 + 2)^2 = 16$$

Zona 4 - Área de trabajo 3:



Figura 19 Área de trabajo 3 - Mecánica

$$\text{índice de local} = \frac{9,15 \times 3,94}{4,37 (9,15 + 3,94)} = 0,63 \approx 1$$

$$\text{Puntos mínimos de medición} = (1 + 2)^2 = 9$$

Zona 5 - Área de trabajo 4:



Figura 20 Área de trabajo 4 - Mecánica

$$\text{índice de local} = \frac{10,35 \times 9,14}{4,37 (10,35 + 9,14)} = 1,11 \approx 1$$

$$\text{Puntos mínimos de medición} = (1 + 2)^2 = 9$$

Tabla 6 Calculo punto de medición del taller de mecánica

ZONA	EQUIPOS	DIMENSIONES DE CADA ÁREA DE TRABAJO (M)		ÍNDICE DE LOCAL	NÚMERO MÍNIMO DE PUNTOS DE MEDICIÓN $(X+2) ^2$
1	Pasillo Principal	largo	26,2	1	9
		ancho	4,10		
		altura de montaje	4,37		
1	Pasillo secundario 1	largo	9,15	1	9
		ancho	3,94		
		altura de montaje	4,37		
1	Pasillo secundario 1.1	largo	25,45	1	9
		ancho	4,90		
		altura de montaje	4,37		
1	Pasillo secundario 2	largo	14,35	1	9
		ancho	4,14		
		altura de montaje	4,37		
2	Area de trabajo 1	largo	17,08	2	16
		ancho	8,75		
		altura de montaje	4,37		
3	Area de trabajo 2	largo	25,45	2	16
		ancho	9,45		
		altura de montaje	4,37		
4	Area de trabajo 3	largo	9,15	1	9
		ancho	3,94		
		altura de montaje	4,37		
5	Area de trabajo 4	largo	10,35	1	9
		ancho	9,14		
		altura de montaje	4,37		

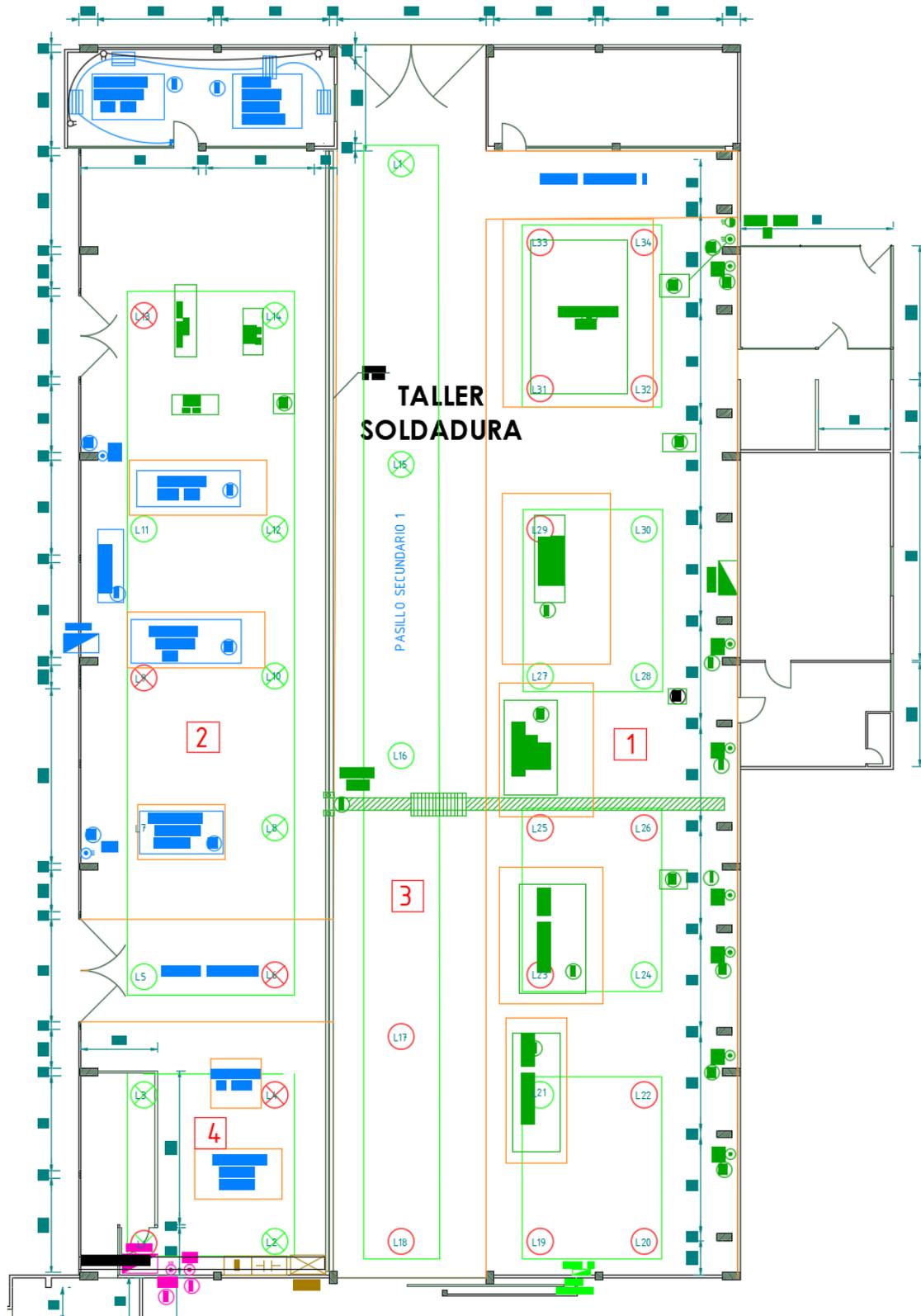


Figura 21 Plano taller de soldadura

En este taller de soldadura se considerará un alumbrado general que cumpla con la normativa en cuanto al nivel requerido de 750 luxes, debido a que existen equipos de maquinarias y espacios donde se realizan trabajos de soldadura, en esta área de trabajo.

Para el efecto se procederá al cálculo del área de la zona 1 con el propósito de determinar una distribución óptima de la iluminación.

Zonificación de las áreas a medir del taller de soldadura

Zona 1 – Pasillo taller de soldadura

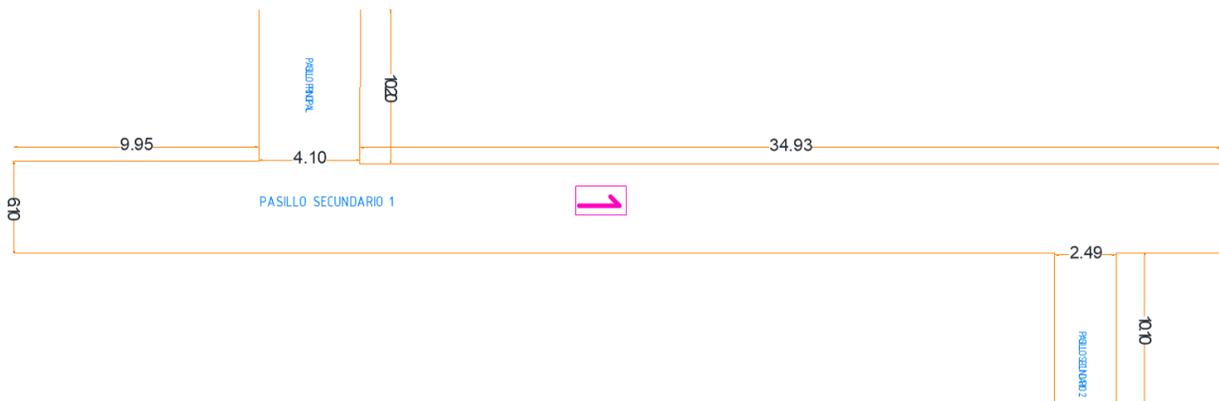


Figura 22 Pasillo Taller de Soldadura

Zona 1 – Pasillo principal:

$$\text{índice de local} = \frac{10,20 \times 4,10}{4,37 (10,20 + 4,10)} = 0,67 \approx 1$$

$$\text{Puntos mínimos de medición} = (1 + 2)^2 = 9$$

Zona 1— Pasillo secundario 1

$$\text{índice de local} = \frac{48,98 \times 6,10}{4,37 (48,98 + 6,10)} = 1,24$$

$$\text{Puntos mínimos de medición} = (1 + 2)^2 = 9$$

Zona 1 – Pasillo secundario 2

$$\text{índice de local} = \frac{10,10 \times 2,49}{4,37 (10,10 + 2,49)} = 0,45 \approx 1$$

$$\text{Puntos mínimos de medición} = (1 + 2)^2 = 9$$

Zona 2 – Área de trabajo 2

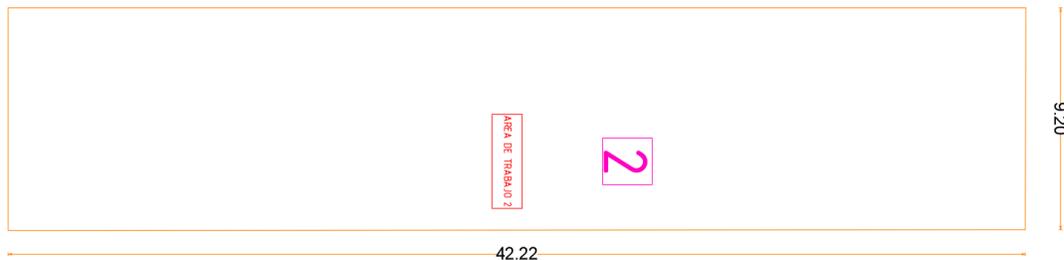


Figura 23 Área de trabajo 2 - Soldadura

$$\text{índice de local} = \frac{42,22 \times 9,20}{4,37 (42,22 + 9,20)} = 1,72 \approx 2$$

$$\text{Puntos mínimos de medición} = (2 + 2)^2 = 16$$

Zona 3 – Área de trabajo 3



Figura 24 Área de trabajo 3 - Soldadura

$$\text{índice de local} = \frac{10,05 \times 9,95}{4,37 (10,05 + 9,95)} = 1,14 \approx 1$$

$$\text{Puntos mínimos de medición} = (1 + 2)^2 = 9$$

Zona 4 – Área de trabajo 1

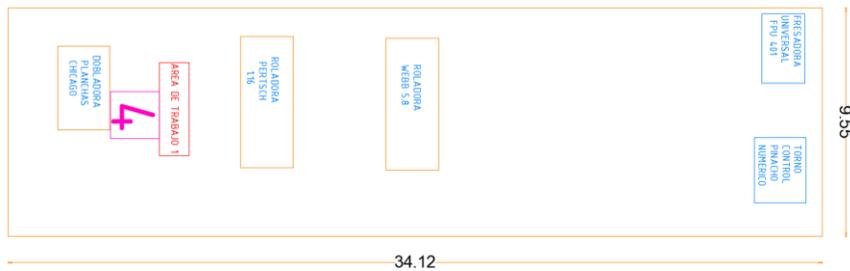


Figura 25 Área de trabajo 1 - Soldadura

$$\text{índice de local} = \frac{34,12 \times 9,55}{4,37 (34,12 + 9,55)} = 1,71 \approx 2$$

$$\text{Puntos mínimos de medición} = (2 + 2)^2 = 16$$

Tabla 7 Cálculo del taller de soldadura

ZONA	ÁREA	DIMENSIONES DE CADA ÁREA DE TRABAJO (m)		ÍNDICE DE LOCAL	NÚMERO MÍNIMO DE PUNTOS DE MEDICIÓN $(x+2)^2$
1	Pasillo principal	largo	10,20	1	9
		ancho	4,10		
		altura de montaje	4,37		
1	Pasillo secundario 1	largo	48,98	1	9
		ancho	6,10		
		altura de montaje	4,37		
1	Pasillo secundario 2	largo	10,10	1	9
		ancho	2,49		
		altura de montaje	4,37		
2	Area de trabajo 2	largo	42,22	1	16
		ancho	9,20		
		altura de montaje	4,37		
3	Area de trabajo 3	largo	10,05	1	9
		ancho	9,95		
		altura de montaje	4,37		
4	Area de trabajo 1	largo	34,12	2	16
		ancho	9,55		
		altura de montaje	4,37		

4.1.4 Mediciones

Para cada una de las áreas de los talleres, establecemos cuadrículas que permitirán definir nuestros puntos de medición y su respectiva cuantificación de nivel de iluminación.

Se implementaron las ecuaciones 4 y 6 para el desarrollo y obtención de las cantidades de puntos de medición de los niveles de iluminación.

a11 a12 a13
a21 a22 a23
a31 a32 a33

Figura 26 Ejemplo de puntos de medición

Puntos de cuantificación de niveles de iluminación obtenidos en el taller de mecánica

Horario Diurna:

Zona 1

Pasillo principal, zona 1 (lx)		
535,00	516,00	1770,00
526,00	368,00	389,00
1340,00	425,00	1170,00
Promedio		782,11

Pasillo Secundario 1 Zona 1 (lx)		
350,00	183,00	240,00
359,00	720,00	1080,00
1280,00	430,00	560,00
Promedio		578,00

Pasillo Secundario 1.1 Zona 1 (lx)		
340,00	289,00	430,00
605,00	398,00	450,00
550,00	460,00	445,00
Promedio		440,78

Pasillo Secundario 2 Zona 1 (lx)		
560,00	256,00	230,00
169,00	178,00	130,00
186,00	143,00	147,00
Promedio		222,11

Zona 2

Área de trabajo 1 (lx)			
420,00	410,00	500,00	420,00
115,00	140,00	130,00	120,00
169,00	165,00	145,00	230,00
189,00	320,00	186,00	240,00
Promedio			243,69

Zona 3

Área de trabajo 2 (lx)			
160,00	390,00	280,00	296,00
200,00	330,00	189,00	345,00
189,00	390,00	369,00	249,00
187,00	460,00	238,00	325,00
Promedio			287,31

Zona 4

Área de trabajo 3 (lx)		
200,00	210,00	186,00
180,00	190,00	187,00
189,00	208,00	215,00
Promedio		196,11

Zona 5

Área de trabajo 4 Zona 5 (lx)		
130,00	226,00	289,00
145,00	269,00	270,00
150,00	208,00	211,00
Promedio		210,89

Horario nocturno:

Zona 1

Pasillo Principal (lx)		
11,50	26,56	35,20
510,00	510,00	150,00
232,00	232,00	32,00
Promedio		193,25

Pasillo Secundario 1 (lx)		
12,22	13,50	5,50
7,07	5,01	6,50
9,43	8,14	5,60
Promedio		8,11

Pasillo Secundario 1.1 (lx)		
7,50	9,00	6,30
7,07	16,00	10,00
8,30	8,14	5,60
Promedio		8,66

Pasillo Secundario (lx)		
13,30	5,60	3,60
10,50	8,00	5,60
9,20	6,30	5,60
Promedio		7,52

Zona 2

Área de trabajo 1 (lx)			
21,90	18,40	72,00	152,00
38,10	153,00	7,60	20,80
5,40	9,50	5,70	21,52
4,90	5,81	4,24	4,40
Promedio			34,08

Zona 3

Área de trabajo 2 Zona 3 (lx)			
58,00	12,00	7,80	7,80
31,40	153,00	7,60	20,80
40,00	15,45	7,70	6,80
6,60	10,50	4,50	7,20
Promedio			24,82

Zona 4

Área de trabajo 3 Zona 4 (lx)		
70,00	2,95	50,00
4,50	5,70	45,00
9,50	170,00	215,00
Promedio		63,63

Zona 5

Área de trabajo 4 (lx)		
10,90	304,00	92,00
7,10	6,80	38,60
36,50	38,00	211,00
Promedio		82,77

Puntos de cuantificación de niveles de iluminación obtenidos en el taller de soldadura

Horario Diurna:

Zona 1

Pasillo Principal (lx)		
264,00	899,00	900,00
320,00	890,00	754,00
366,00	970,00	1200,00
Promedio		729,22

Pasillo Secundario 1 (lx)		
230,00	1290,00	890,00
239,00	1350,00	1000,00
860,00	900,00	960,00
Promedio		857,67

Pasillo Secundario 2 (lx)		
340,00	1200,00	670,00
405,00	1159,00	905,00
389,00	750,00	850,00
Promedio		740,89

Zona 2

Área de trabajo 2 (lx)			
430,00	1110,00	780,00	860,00
670,00	759,00	320,00	670,00
800,00	1350,00	460,00	479,00
117,00	860,00	712,00	900,00
Promedio			704,81

Zona 3

Área de trabajo 3 (lx)		
360,00	429,00	569,00
430,00	560,00	600,00
430,00	550,00	590,00
Promedio		502,00

Zona 4

Área de trabajo 1 (lx)			
430,00	360,00	470,00	240,00
320,00	230,00	360,00	239,00
249,00	350,00	340,00	630,00
282,00	240,00	368,00	630,00
Promedio			358,63

Horario nocturno:

Zona1

Pasillo Principal Z (lx)		
58,00	119,00	45,00
47,80	130,00	46,00
56,00	97,00	32,00
Promedio		70,09

Pasillo Secundario 1 (lx)		
6,50	7,00	4,80
8,90	100,00	6,50
9,43	7,90	7,00
Promedio		17,56

Pasillo Secundario 2 (lx)		
7,50	9,00	6,30
7,07	16,00	10,00
8,30	8,14	5,60
Promedio		8,66

Zona 2

Área de trabajo 2 (lx)			
7,30	5,10	43,10	14,90
4,20	4,90	3,90	4,40
4,70	74,00	320,00	18,00
14,90	210,00	13,70	10,50
Promedio			47,10

Zona 3

Área de trabajo 3 (lx)		
5,30	5,47	5,70
4,80	4,90	4,70
6,00	4,10	5,15
Promedio		5,12

Zona 4

Área de trabajo 1 (lx)			
5,20	5,97	7,20	18,60
4,87	4,90	5,50	36,00
61,00	30,00	17,00	14,30
3,30	4,10	5,12	4,50
Promedio			14,22

Tabla 8 Comparación de valores entre lo calculado con lo que estipula el Anexo-3_Norma Técnica de Seguridad e Higiene del Trabajo para el taller de mecánica en jornada diurna

MEDICIÓN DE ILUMINACIÓN							
Razón Social:	ASTILLERO NAVALES ECUATORIANOS	Taller:				Mecánico	
Personas en medición:	2	Jornada				Diurna	
Datos de la Medición							
Zona	Sección:	Tipos de iluminación: Natural/Artificial/Mixta	Tipos de Fuente Lumínica:	Iluminación: General/ Localizada/ Mixta	Valor Medido (Lux)	Valor mínimo requerido: Anexo-3_Norma Técnica de Seguridad e Higiene del Trabajo	Cumple:
1	Pasillo principal	Natural	Halogenuros metálicos	General	505,75	200	Cumple
2	Área de trabajo 1	Natural	Halogenuros metálicos	General	243,69	750	No cumple
3	Área de trabajo 2	Natural	Halogenuros metálicos	General	287,31	750	No cumple
4	Área de trabajo 3	Natural	Halogenuros metálicos	General	196,11	750	No cumple
5	Área de trabajo 4	Natural	Halogenuros metálicos	General	210,89	750	No cumple
<p>Observaciones: Podemos observar que durante el día una vez que se hizo levantamiento de información se determina que las zonas de los pasillos si cumplen con lo establecido por la norma, pero las áreas de trabajo no cumplen con lo establecido.</p>							

Tabla 9 Comparación de valores entre lo calculado con lo que estipula el Anexo-3 _ Norma Técnica de Seguridad e Higiene del Trabajo para el taller de mecánica en jornada nocturna

MEDICIÓN DE ILUMINACIÓN							
Razón Social:	ASTILLERO NAVALES ECUATORIANOS			Taller:	Mecánico		
Personas en medición:	2			Jornada	Nocturna		
Datos de la Medición							
Zona	Sección:	Tipos de sistemas de iluminación: Natural/Artificial/Mixta	Tipos de Fuente Lumínica:	Iluminación: General/ Localizada/ Mixta	Valor Medido (Lux)	Valor mínimo requerido: Anexo-3_Norma Técnica de Seguridad e Higiene del Trabajo	Cumple:
1	Pasillo principal	Artificial	Halogenuros metálicos	General	54,39	200	No cumple
2	Área de trabajo 1	Artificial	Halogenuros metálicos	General	34,08	750	No cumple
3	Área de trabajo 2	Artificial	Halogenuros metálicos	General	24,82	750	No cumple
4	Área de trabajo 3	Artificial	Halogenuros metálicos	General	63,63	750	No cumple
5	Área de trabajo 4	Artificial	Halogenuros metálicos	General	82,77	750	No cumple
<p>Observaciones: Podemos observar que durante la noche una vez que se hizo levantamiento de información, se concluye que tanto las zonas de los pasillos como las zonas de trabajo no satisfacen con los niveles de iluminación que se requieren bajo normativas.</p>							

Tabla 10 Comparación de valores entre lo calculado con lo que estipula el Anexo-3_Norma Técnica de Seguridad e Higiene del Trabajo para el taller de soldadura en jornada diurna

MEDICIÓN DE ILUMINACIÓN							
Razón Social:	ASTILLERO NAVALES ECUATORIANOS			Taller:	Soldadura		
Personas en medición:	2			Jornada	Diurna		
Datos de la Medición							
Zona	Sección:	Tipos de iluminación: Natural/Artificial/Mixta	Tipo de Fuente Lumínica:	Iluminación: General/ Localizada/ Mixta	Valor Medido (Lux)	Valor mínimo requerido: Anexo-3_Norma Técnica de Seguridad e Higiene del Trabajo	Cumple:
1	Pasillo principal	Natural	Halogenuros metálicos	General	775,93	200	Cumple
2	Área de trabajo 2	Natural	Halogenuros metálicos	General	704,81	750	No cumple
3	Área de trabajo 3	Natural	Halogenuros metálicos	General	502,00	750	No cumple
4	Área de trabajo 1	Natural	Halogenuros metálicos	General	358,63	750	No cumple
<p>Observaciones: Podemos observar que durante el día una vez que se hizo levantamiento de información, se concluye que las zonas de los pasillos cumplen con los requisitos establecidos por la norma, sin embargo, las áreas de trabajo no alcanzan los niveles de iluminación adecuados según lo estipulado en la normativa.</p>							

Tabla 11 Comparación de valores entre lo calculado con lo que estipula el Anexo-3_Norma Técnica de Seguridad e Higiene del Trabajo para el taller de soldadura en jornada nocturna

MEDICIÓN DE ILUMINACIÓN							
Razón Social:	ASTILLERO NAVALES ECUATORIANOS			Taller:	Soldadura		
Personas en medición:	2			Jornada	Nocturna		
Datos de la Medición							
Zona	Sección	Tipos de iluminación: Natural/Artificial/Mixta	Tipo de Fuente Lumínica:	Iluminación: General/ Localizada/ Mixta	Valor Medido (Lux)	Valor mínimo requerido: Anexo-3_Norma Técnica de Seguridad e Higiene del Trabajo	Cumple:
1	Pasillo	Artificial	Halogenuros metálicos	General	32,10	200	No cumple
2	Área de trabajo 2	Artificial	Halogenuros metálicos	General	47,10	750	No cumple
3	Área de trabajo 3	Artificial	Halogenuros metálicos	General	5,12	750	No cumple
4	Área de trabajo 1	Artificial	Halogenuros metálicos	General	14,22	750	No cumple
<p>Observaciones: Podemos observar que durante la noche una vez que se hizo levantamiento de información se concluye que tanto las zonas de los pasillos como las zonas de trabajo no satisfacen con los niveles de iluminación que se requieren bajo normativas.</p>							

4.1.5 Modelado del sistema de luminarias

4.1.5.1 DIALux

DIALux es un software gratuito, que es desarrollado por una empresa llamada DIAL, diseñada con el propósito de planificar y analizar proyectos de iluminación, tanto en espacios interiores como exteriores. Es conocido por proporcionar una amplia base de datos de luminarias de fabricantes reconocidos a nivel mundial, la cual se actualiza constantemente a través de su sitio web oficial. Gracias a sus herramientas avanzadas, permite realizar simulaciones precisas, evaluar niveles de iluminancia, uniformidad y deslumbramiento, asegurando el cumplimiento de normativas internacionales en iluminación.

4.1.5.2 Creación del modelado en DIALUX

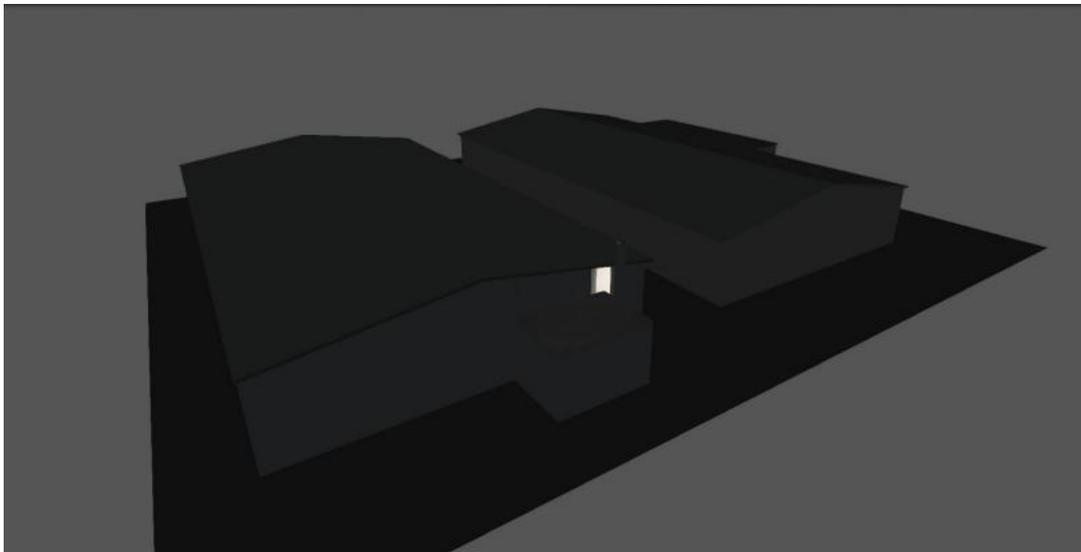


Figura 27 Simulación de vista exterior de los talleres

Fuente: Autor

Para ejecutar una simulación en el software libre DIALux, se deben seguir los siguientes pasos:

1. **Importación de planos:** Se debe cargar el plano elaborado en AutoCAD en formato DWG para definir la base del proyecto.
2. **Modelado del espacio:** A partir del plano importado, se construye la geometría del área a analizar, delimitando las paredes y otras estructuras relevantes.
3. **Incorporación de maquinaria:** Se añaden los equipos y herramientas presentes en los talleres, como tornos, cortadoras, dobladoras de planchas y máquinas de soldar, para obtener una simulación realista.
4. **Selección de luminarias:** Se implementa la iluminación con proyectores LED para interiores High Bay LED Ultradelgada, los cuales cumplen con características técnicas específicas: 150 W, 6000K (luz blanca), 16.500 lm y voltaje de 100-265 V, ideales para entornos industriales y talleres.

En la siguiente figura se presenta el catálogo “KUARZO LIGHTING”:

5. **Ejecución de la simulación:** Se realiza el cálculo de los niveles de iluminación considerando la distribución de las luminarias y las condiciones del espacio.
6. **Análisis comparativo:** Se procede a hacer un contraste del modelado en DIALux con los datos obtenidos en las mediciones reales, identificando posibles diferencias y evaluando la precisión del modelo en relación con los valores registrados con el radiómetro.

Tabla 12 Comparación del nivel de iluminación obtenido por el Radiómetro XR-1000 con el programa DIALux en la jornada diurna para el taller de mecánica

TALLER DE MECÁNICA			
Zonificación	Radiómetro (lx)	DIALux (lx)	% de similitud entre lo medido y simulado
Zona 1	505,75	450	88.98%
Zona 2	243,69	780	31.24%
Zona 3	287,31	772	37.22%
Zona 4	196,11	734	26.72%
Zona 5	210,89	755	27.93%
Promedio general de similitud			42.42%

Tabla 13 Comparación del nivel de iluminación obtenido por el Radiómetro XR-1000 con el programa DIALux en la jornada nocturna para el taller de mecánica

TALLER DE MECÁNICA			
Zonificación	Radiómetro (lx)	DIALux (lx)	% de similitud entre lo medido y simulado
Zona 1	54,39	450	12.08%
Zona 2	34,08	780	4.37%
Zona 3	24,82	772	3.21%
Zona 4	63,63	734	8.67%
Zona 5	82,77	755	10.96%
Promedio general de similitud			7.86%

Tabla 14 Comparación del nivel de iluminación obtenido por el Radiómetro XR-1000 con el programa DIALux en la jornada diurna para el taller de soldadura

TALLER DE SOLDADURA			
Zonificación	Radiómetro (lx)	DIALux (lx)	% de similitud entre lo medido y simulado
Zona 1	775,93	461	59.42%
Zona 2	704,81	752	93.73%
Zona 3	502	757	66.32%
Zona 4	358,63	754	47.58%
Promedio general de similitud			66.26%

Tabla 15 Comparación del nivel de iluminación obtenido por el Radiómetro XR-1000 con el programa DIALux en la jornada nocturna para el taller de soldadura

TALLER DE SOLDADURA			
Zonificación	Radiómetro (lx)	DIALux (lx)	% de similitud entre lo medido y simulado
Zona 1	32,10	461	6.96%
Zona 2	47,10	752	6.26%
Zona 3	5,12	757	0.68%
Zona 4	14,22	754	1.89%
Promedio general de similitud			3.95%

4.1.5.3 *Simulación de los niveles de iluminación bajo estándares establecidos por el ANEXO 3 - Norma Técnica de Seguridad e Higiene del Trabajo.*

Donde dicha normativa establece que para mantener un buen nivel de iluminación debe ser un valor de 750 lux mínimo requerido, para lo que son áreas de trabajo con precisión como los son los talleres de Mecánica y Soldadura, los pasillos tendrían un valor de 200 lux mínimo requerido.

Mediante la simulación se obtendrá el número de luminarias requeridas para cada taller, con sus respectivos datos técnicos bajo las condiciones deseadas.

Simulación para el taller de mecánica

En este taller obtendremos 53 luminarias led sugeridas por el software, donde estarán distribuidas en 5 zonas (El layout nuevo se encuentra en el Anexo 3; en la distribución actual tenemos 37 instalaciones de cableado para luminarias, donde 21 luminarias de mercurio halogenado están en funcionamiento, 8 luminarias no están funcionando y las 8 instalaciones restantes solo quedan con el cable suelto (El layout actual se encuentra en el Anexo 1). Cabe recalcar la importancia de mantener un criterio adecuado para el uso de las áreas, asegurando

que el número de luminarias en cada zona permita una distribución uniforme y eficiente de la iluminación.

En la siguiente figura se muestra la zona 1 – Pasillos con 8 luminarias propuestas en la simulación:

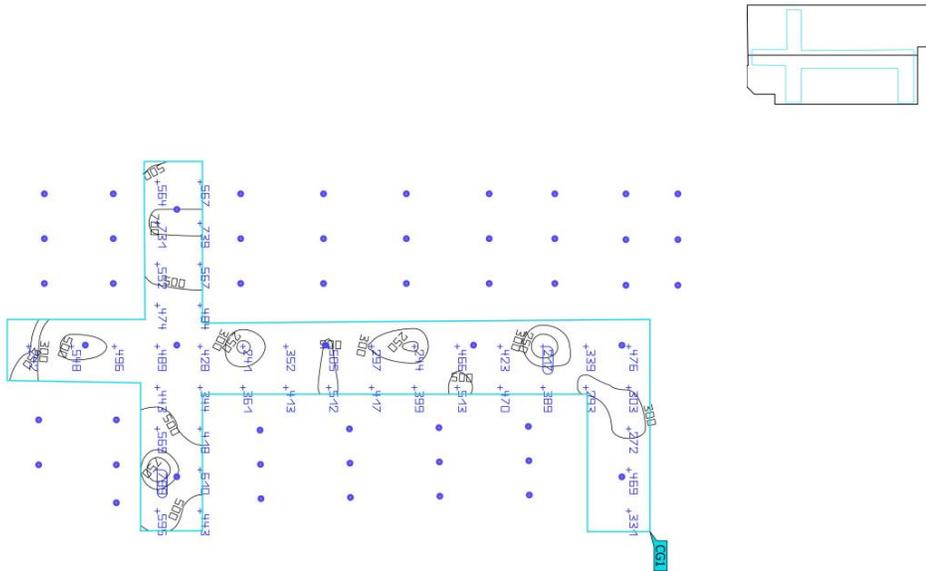


Figura 28 Simulación de luminarias, zona 1 del taller de mecánica

En la siguiente figura se muestra la zona 2 – área de trabajo 1 con 21 luminarias propuestas en la simulación:

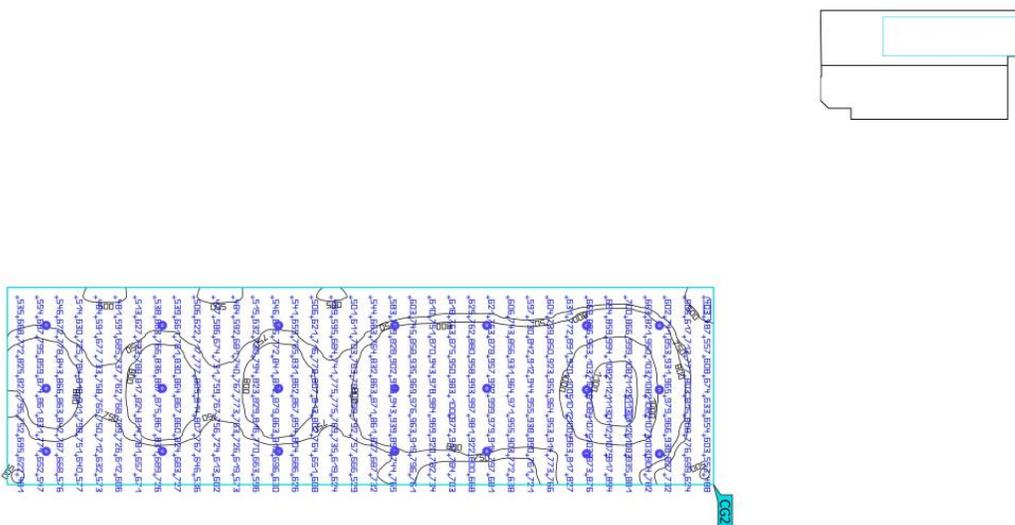


Figura 29 Simulación de luminarias zona 2 del taller de mecánica

En la siguiente figura se muestra la zona 3 – área de trabajo 2 con 12 luminarias propuestas en la simulación:

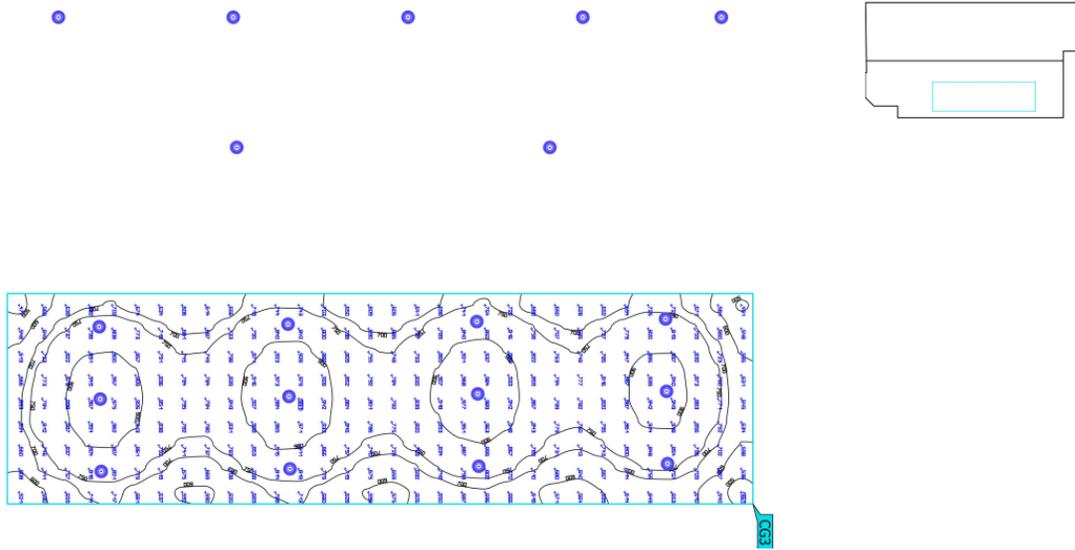


Figura 30 Simulación de luminarias zona 3 del taller de mecánica

En la siguiente figura se muestra la zona 4 – área de trabajo 3 con 6 luminarias propuestas en la simulación:

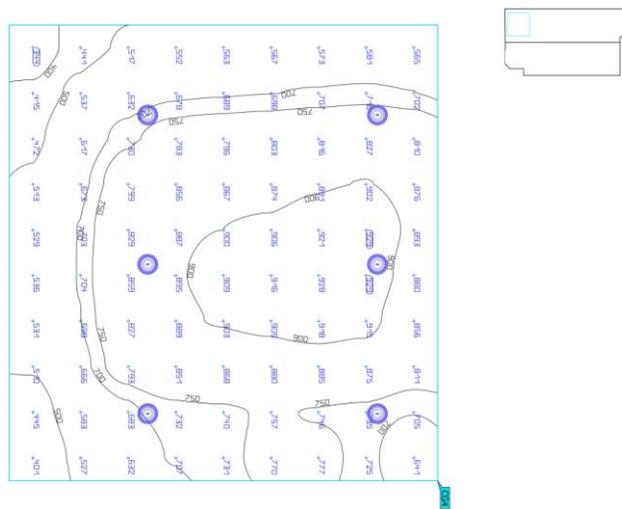


Figura 31 Simulación de luminarias zona 4 del taller de mecánica

En la siguiente figura se muestra la zona 5 – área de trabajo 4 con 4 luminarias propuestas en la simulación:

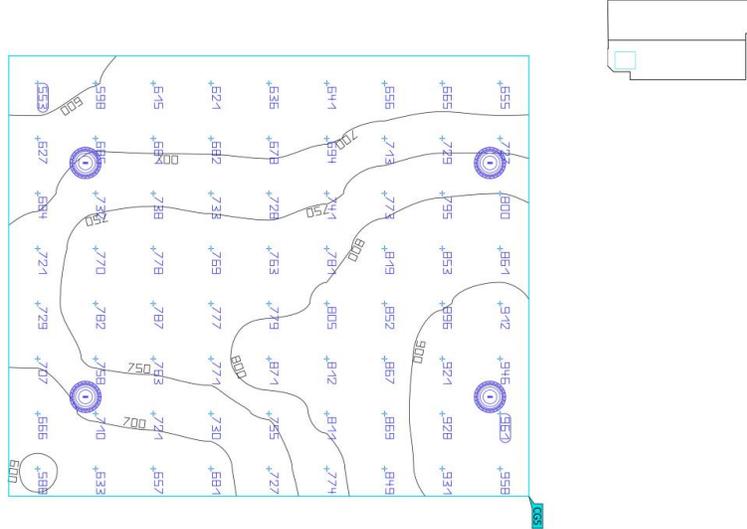


Figura 32 Simulación de luminarias zona 5 del taller de mecánica

Simulación para el taller de soldadura

En este taller obtendremos 58 luminarias led sugeridas por el software, donde estarán distribuidas en 4 zonas (El layout nuevo se encuentra en el Anexo 4); en la distribución actual tenemos 34 instalaciones de cableado para luminarias, donde 8 luminarias de mercurio halogenado están en funcionamiento, 18 luminarias no están funcionando y las 8 instalaciones restantes solo quedan con el cable suelto (El layout actual se encuentra en el Anexo 2).

Cabe recalcar la importancia de mantener un criterio adecuado para el uso de las áreas, asegurando que el número de luminarias en cada zona permita una distribución uniforme y eficiente de la iluminación.

En la siguiente figura se muestra la zona 1 – Pasillos con 8 luminarias propuestas en la simulación:

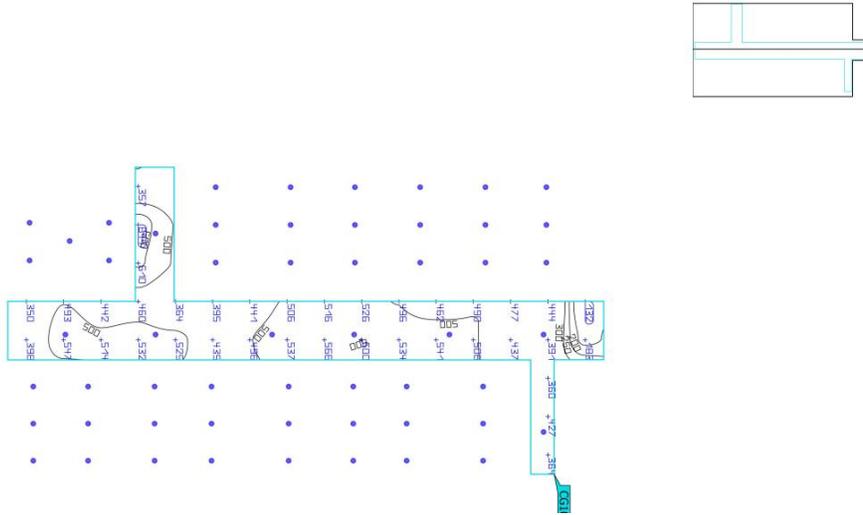


Figura 33 Simulación de luminarias zona 1 del taller de soldadura

En la siguiente figura se muestra la zona 2 – área de trabajo 2 con 24 luminarias propuestas en la simulación:

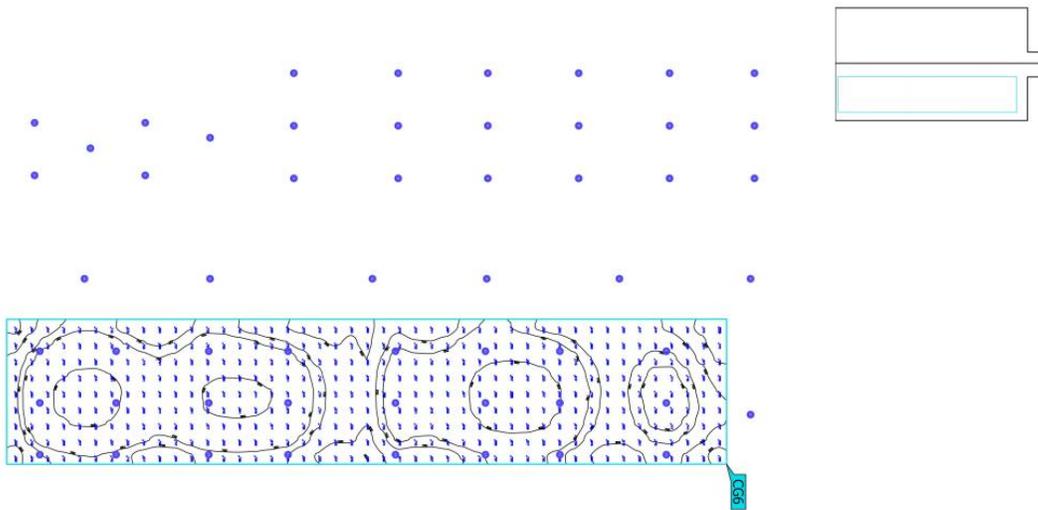


Figura 34 Simulación de luminarias zona 2 del taller de soldadura

En la siguiente figura se muestra la zona 3 – área de trabajo 3 con 5 luminarias propuestas en la simulación:

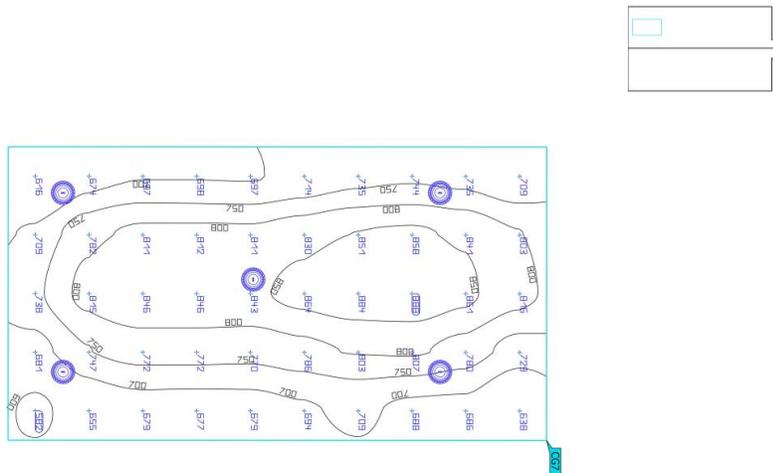


Figura 35 Simulación de luminarias zona 3 del taller de soldadura

En la siguiente figura se muestra la zona 4 – área de trabajo 1 con 18 luminarias propuestas en la simulación:

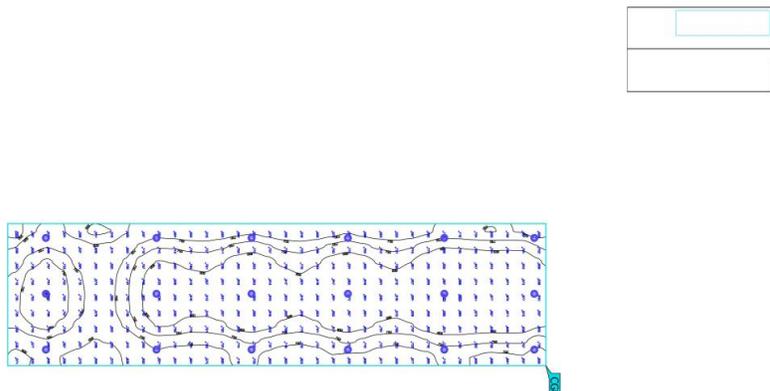


Figura 36 Simulación de luminarias zona 4 del taller de soldadura

4.1.5.4 Sistema de iluminación – Cálculo de lámparas requeridas

Después de calcular el número de lámparas requeridas, se tomó en cuenta toda el área de cada taller, donde los planos se pueden observar en la imagen 1 y 3. Donde las ecuaciones 4, 5, 6 y 7 fueron implementadas en el desarrollo. Permitiendo obtener el número de lámparas requeridas por área que se simboliza con la letra N.

A continuación, podremos observar los datos técnicos obtenidos de la simulación de DIALux:

Edificación 1

Lista de luminarias

Φ_{total} 904551 lm	P_{total} 7897.0 W	Rendimiento lumínico 114.5 lm/W				
Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
53	Ansell Lighting	AZLE2/1/DL	HIGH LOW BAY - Z LED Eco UFO	149.0 W	17067 lm	114.5 lm/W

Figura 37 Datos técnicos del taller de mecánica obtenidos de la simulación

Taller de Soldadura

Lista de luminarias

Φ_{total} 989886 lm	P_{total} 8642.0 W	Rendimiento lumínico 114.5 lm/W				
Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
58	Ansell Lighting	AZLE2/1/DL	HIGH LOW BAY - Z LED Eco UFO	149.0 W	17067 lm	114.5 lm/W

Figura 38 Datos técnicos del taller de soldadura obtenidos de la simulación

- **Cálculo de cavidad del local**

Fórmula:

$$hm = h - (PT + PML)$$

$$hm = h - (1,63 + 2,17) = 4,37$$

$$K = \frac{5 * hm * (l + a)}{l * a} = RCL$$

Taller de mecánica:

$$K = \frac{5 * 4,37 * (47,6 + 24,21)}{47,6 * 24,21} = 1,36$$

Taller de soldadura:

$$K = \frac{5 * 4,37 * (48,9 + 25,35)}{48,9 * 25,35} = 1,30$$

- **Cálculo del flujo luminoso total requerido**

Fórmula

$$\varphi_{tot} = \frac{E_{medio} * A}{CU * FM}$$

Taller de mecánica

$$K = \frac{698,2 * 1151,43}{0,70 * 0,86} = 13354,29$$

Taller de soldadura

$$K = \frac{659,6 * 1241,64}{0,70 * 0,86} = 13604,41$$

- **Número de luminarias requeridas**

Fórmula:

$$N = \frac{\varphi_{tot}}{\varphi_l * n}$$

Taller de mecánica:

$$N = \frac{904551}{16500 * 1} = 54,82 = 55$$

Taller de soldadura:

$$N = \frac{989886}{16500 * 1} = 59,99 = 60$$

Tabla 16 Cálculo del número de luminarias para los talleres

Taller de mecánica		Taller de soldadura	
Datos	Valor	Datos	valor
Altura (m)	8,17	Altura (m)	8,17
Ancho (m)	24,21	Ancho (m)	25,35
Largo (m)	47,56	Largo (m)	48,98
Plano de Trabajo (m)	1,63	Plano de Trabajo (m)	1,63
Altura de Cavidad del local hm	4,37	Altura de Cavidad del local hm	4,37
Área (m ²)	1151,43	Área (m ²)	1241,64
K o RCL – Cavidad del local	1,36	K o RCL – Cavidad del local	1,30
CU - Coeficiente de utilización	70	CU - Coeficiente de utilización	70
Factor de mantenimiento FM	0,86	Factor de mantenimiento FM	0,86
E medio (lx)	698,2	E medio (lx)	659,6
Flujo luminoso total Q (Lm)	904,551	Flujo luminoso total Q (Lm)	989,886
Número de lámparas unidad (n)	1	Número de lámparas unidad (n)	1
Flujo luminoso de la lámpara (Lm)	16.500	Flujo luminoso de la lámpara (Lm)	16.500
Potencia de la lámpara (W)	150	Potencia de la lámpara (W)	150
Número de lámparas (N)	55	Número de lámparas (N)	60
Total, N de lámparas que se requieren para los dos talleres		115	

5 CAPÍTULO

5.1 METODOLOGÍA

El proceso se llevará a cabo mediante el **método de muestreo**, el cual consiste en realizar mediciones de los **niveles de iluminación** en diversas áreas con el propósito de identificar los espacios que presentan **deficiencias en la iluminación**.

Tabla 17 Marco Metodológico

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ACTIVIDADES	METODOLOGÍA	RESULTADOS
Verificar si los datos obtenidos de los niveles de iluminación se encuentran dentro de los rangos permitidos según el Anexo 3 - Norma Técnica de Seguridad e Higiene.	Investigación descriptiva. Identificar las áreas de trabajo. Realizar las mediciones iniciales de iluminación. Cálculo de los puntos a medir. Simular la medición final mediante Software. Tener datos promedios de la iluminación final.	Observación Toma de mediciones: Radiómetro y distanciómetro. Aplicación de fórmulas en el cálculo. Contrastar el dato obtenido mediante el Anexo 3- Norma técnica de seguridad e higiene.	Tener un criterio real del estado actual de la iluminación de los talleres. Desarrollar un plan de mejora de alumbrado. Proponer un diseño acorde con los requerimientos de ASTINAVE EP.

5.1.1 Procedimiento

- 1) Detectar las áreas críticas para la medición, identificando aquellas con iluminación insuficiente o exceso de luz que pueda generar deslumbramiento. Para ello, se deberá disponer de un plano detallado que incluya las dimensiones de las áreas, la ubicación de los equipos y maquinarias instalados, así como el número de lámparas y sus respectivas potencias.
- 2) Se tomará muestras de la intensidad luminosa (lux) en el día y en la noche mediante la herramienta Radiómetro de lectura digital (calibrado).
- 3) Obtener información sobre la percepción del personal respecto a las condiciones de iluminación, con el fin de identificar posibles deficiencias o áreas de mejora.
- 4) Elaborar registros donde se identifiquen las áreas con las medidas obtenidas, valores según la norma y valores finales de aceptación.
- 5) Realizar el cálculo para determinar la potencia de las nuevas lámparas a instalar según su área y ubicación. Luego ingresar los resultados obtenidos para comparar mediante el software de libre disponibilidad llamado DIALUX.
- 6) Se elaborará un plano con la nueva proyección de las luces a instalar con las respectivas especificaciones técnicas de cada iluminaría y demás accesorios.

5.1.1.1 *Calcular cavidad del local (K)*

Es de suma importancia este aspecto, ya que sin el cálculo de la cavidad del local no se podría asignar un valor de coeficiente de utilización (CU) que es para cada tipo de lámpara a usar, los datos pueden ser obtenidos de los catálogos de los fabricantes, ya que ellos proporcionan una tabla con valores más exactos. [14]

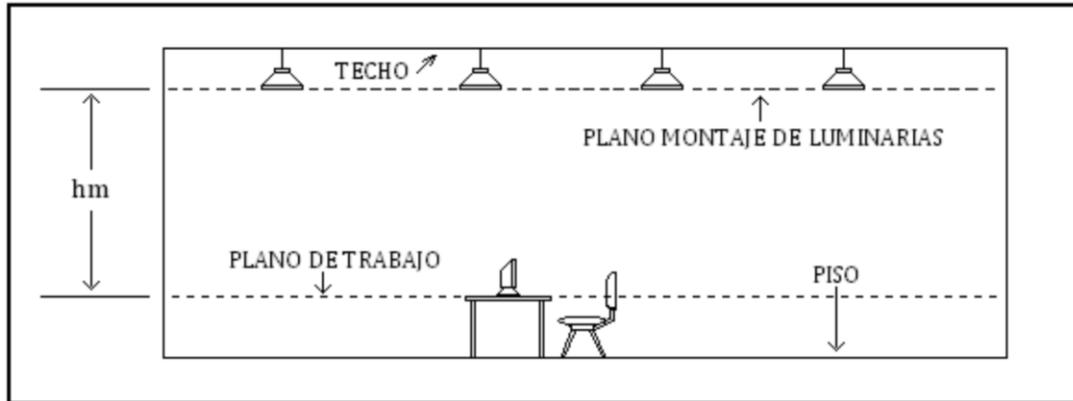


Figura 39 Cavidad del local

Ecuación 4 Altura de la cavidad del local

$$hm = h - (PT + PML) \text{ [m]}$$

Donde:

hm: Es la altura de la cavidad del local [m]

h: Es la altura del local [m]

PT: Es el plano de trabajo [m]

PML: Es el plano de montaje de luminarias [m].

Ecuación 5 Índice de la cavidad del local

$$K = \frac{5 * hm * (l + a)}{l * a} = RCL$$

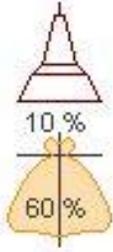
- 5 sería la constante
- Donde (l) representa el largo y (a) representa el ancho.
- El índice de cavidad del local está representado por K O RCL.[17]

5.1.1.2 Determinar el coeficiente de utilización (CU)

El CU es la relación entre el flujo luminoso que incide sobre el plano de trabajo y el flujo luminoso total emitido por la luminaria. Este coeficiente indica la eficiencia con la que la luz es aprovechada en el área de trabajo, considerando la interacción de la iluminación con las lámparas, las y la superficie de la zona.[17]

Mediante una interpolación de datos a partir de una tabla proporcionada por el fabricante, se puede obtener el coeficiente de utilización. Para este cálculo, se consideran el índice K y las reflectancias efectivas de las superficies.

Generalmente, la reflectancia del piso no es considerada, ya que su influencia en la iluminancia promedio es mínima. Por ello, la mayoría de las tablas utilizan un valor fijo de reflectancia del piso. [17]

Tipo de aparato de alumbrado	Índice del local k	Factor de utilización (γ)														
		Factor de reflexión del techo														
		0.8			0.7			0.5			0.3			0		
		Factor de reflexión de las paredes														
		0.5		0.3		0.1		0.5		0.3		0.1		0		
	0.6	.39	.35	.32	.38	.34	.32	.38	.34	.31	.33	.31	.30			
	0.8	.48	.43	.40	.47	.42	.40	.46	.42	.39	.41	.38	.37			
	1.0	.53	.49	.46	.52	.48	.45	.51	.47	.45	.46	.44	.41			
	1.25	.58	.54	.51	.57	.53	.50	.55	.51	.49	.50	.48	.45			
	1.5	.62	.58	.54	.61	.57	.54	.58	.55	.52	.53	.51	.48			
	2.0	.66	.62	.59	.64	.61	.58	.61	.59	.57	.56	.55	.52			
	2.5	.68	.65	.63	.67	.64	.62	.64	.61	.60	.59	.57	.54			
	3.0	.70	.67	.65	.69	.66	.64	.65	.63	.61	.60	.59	.56			
$D_{max} = 1.0 H_m$	4.0	.72	.70	.68	.70	.69	.67	.67	.66	.64	.63	.61	.58			
f_m	.70	.75	.80	5.0	.73	.71	.70	.71	.70	.68	.68	.67	.66	.64	.63	.59

H_m : altura luminaria-plano de trabajo

Figura 40 Coeficiente de utilización de luminaria

Tabla 18 Factores de reflexión de techo y paredes

TECHO	PAREDES
Blanco : 0,70	Claro : 0,50
Claro : 0,50	Medio : 0,30
Medio : 0,30	Oscuro : 0,10

5.1.1.3 Calcular Factor de mantenimiento (FM)

Es la relación entre la luminancia promedio en el plano de trabajo tras un período de uso y la iluminancia promedio inicial cuando la instalación es nueva.

Todo sistema de iluminación a diseñar se debe incorporar el FM para garantizar que los niveles de iluminancia promedio se mantengan dentro de los valores establecidos a lo largo del tiempo. [17]

El **FM** se expresa mediante la siguiente fórmula:

Ecuación 6 Factor de mantenimiento

$$FM=FE*CLB*Fb$$

Donde:

- FM: Factor de mantenimiento.
- FE: Depreciación de la luminaria por suciedad.
- DLB: Depreciación por disminución del flujo luminoso de la bombilla.
- Fb: Factor de balasto.

Para facilitar operaciones, también podemos seleccionar el factor de mantenimiento (FM) de una de las tablas proporcionadas por la Comisión Internacional de Iluminación (CIE). En estas tablas, solo es necesario especificar la frecuencia de mantenimiento de la instalación de la lámpara, las condiciones medioambientales a las que estará expuesto y el tipo de lámpara a usar. [17]

Tabla 19 Valores de FM sugeridos por la CIE.

Frecuencia de limpieza. (años)	1				2			
	P	L	N	S	P	L	N	S
Condiciones ambientales								
Luminarias abiertas.	0.96	0.93	0.89	0.83	0.93	0.89	0.84	0.78
Reflector parte superior abierta.	0.96	0.90	0.86	0.83	0.89	0.84	0.80	0.75
Reflector parte superior cerrada.	0.94	0.89	0.81	0.72	0.88	0.80	0.69	0.59
Reflectores cerrados.	0.94	0.88	0.82	0.77	0.89	0.83	0.77	0.71
Luminarias a prueba de polvo	0.98	0.94	0.90	0.86	0.95	0.91	0.86	0.81
Luminarias con emisión indirecta.	0.91	0.86	0.81	0.74	0.86	0.77	0.66	0.57

Descripción:

- P: Puro o muy limpio.
- L: Limpio.
- N: Normal.
- S: Sucio.

5.1.1.4 Flujo luminoso total requerido

El flujo luminoso total es necesario para alcanzar una iluminancia media (E) especificada.

Mediante las siguientes expresiones se calcula el flujo total:

Ecuación 7 Flujo luminoso total requerido

$$\varphi_{\text{tot}} = \frac{E_{\text{medio}} * A}{CU * FM} \quad (6)$$

Donde:

- φ_{tot} : Flujo luminoso total requerido [lm].

- E medio: Iluminancia media requerida [lx].
- A: Área del local [m²].
- CU: Coeficiente de utilización.
- FM: Factor de mantenimiento.

5.1.1.5 Calcular el número de luminarias requeridas (N)

Habiendo obtenido el valor del flujo luminoso total necesario para alcanzar la iluminancia media requerida y conocido el flujo luminoso emitido por cada lámpara.

Mediante las siguientes expresiones se calcula el número de luminarias necesarias:

Ecuación 8 Numero de luminarias requeridas

$$N = \frac{\varphi_{tot}}{\varphi_l * n} \quad (7)$$

Donde:

- N: Número de luminarias que se requieren.
- n: Número de bombillas por lámpara.
- φ_{tot} : Flujo luminoso total [lm].
- φ_l : Flujo luminoso por bombilla [lm].

Una vez realizado el cálculo, en donde generalmente N no es un número entero, y se debe seleccionar el número de luminarias más cercano. Si existen varias opciones posibles, se deberá analizar y escoger la opción más adecuada, tomando un criterio en donde se considere la parte económica y técnica. Tras esta evaluación, N tomará el valor de la opción seleccionada.

6 CAPÍTULO

6.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS

El estudio de iluminación en los talleres de mecánica y soldadura se realizó considerando los niveles de iluminación medidos con el equipo **Radiómetro XR-1000** y mediante el uso del software **DIALux** obteniendo una simulación con un diseño adecuado para un óptimo nivel de iluminación, tomando en cuenta según el Anexo 3 - Norma técnica de seguridad e higiene del trabajo, las cuales establecen niveles mínimos requeridos de iluminación para espacios industriales y talleres de trabajo.

A continuación, se describe el porcentaje de cumplimiento del nivel de iluminación en cada taller durante la jornada **diurna** y **nocturna**.

Taller de mecánica

- **Jornada diurna:**

El taller de mecánica consta de 5 zonas evaluadas, de las cuales:

- 60 % de las zonas están por debajo del nivel adecuado de iluminación.
- 40% de las zonas supera el nivel recomendado.
- No se identifican zonas con iluminación óptima.

- **Jornada nocturna:**

- 100% de las zonas están por debajo del nivel óptimo de iluminación.
- No hay zonas que cumplan el nivel mínimo requerido.

Taller de soldadura

- **Jornada diurna:**

El taller de soldadura consta de 4 zonas evaluadas, de las cuales:

- 75 % de las zonas están por debajo del nivel adecuado de iluminación.
- 25 % de las zonas superan el nivel recomendado.
- No hay zonas con iluminación óptima.

- **Jornada nocturna:**

- 100% de las zonas están por debajo del nivel óptimo de iluminación.
- No hay zonas que cumplan con el nivel mínimo requerido.

Una vez cuantificado el porcentaje de nivel de iluminación en comparación con lo establecido por la norma, se diseñó el modelado y se realizó el cálculo de las lámparas necesarias.

Para llegar a obtener un nivel adecuado de iluminación, se consideraron aspectos como uniformidad, continuidad, seguridad y eficiencia. Se realizaron ajustes en la distribución de luminarias en los talleres, añadiendo o reubicando unidades según las necesidades específicas de cada espacio.

- **Taller mecánico:** La simulación establece 53 luminarias, obteniendo un promedio de 760,25 lx en las áreas de trabajo y en los pasillos se obtuvo un promedio de 450 luxes, cumpliendo así con los niveles establecidos por la normativa mencionada. En cuanto al cálculo matemático, se obtuvo un número de 55 luminarias. Cabe mencionar que la simulación usa un factor de corrección para garantizar un nivel de iluminación adecuado.

- **Taller de soldadura:** La simulación establece 58 luminarias, obteniendo un promedio de 754,33 lx en las áreas de trabajo y en los pasillos se obtuvo un promedio de 461 luxes, cumpliendo así con los niveles establecidos por la normativa mencionada. En términos de cálculo matemático, se obtuvo un total de 60 luminarias. Cabe destacar que la simulación emplea un factor de corrección para asegurar que se alcance un nivel de iluminación adecuado en el espacio.

CONCLUSIONES

Considerando los resultados obtenidos de las mediciones realizadas durante los horarios diurnos y nocturnos, se observa que, en todas las zonas de trabajo de los talleres de mecánica y soldadura, excepto los pasillos no se cumplen con los valores establecidos en la norma, a pesar de la contribución significativa en la zonas de trabajo de la luz natural durante el día, por lo que la luz artificial y natural no es suficiente para alcanzar los niveles de iluminación requeridos en las zonas de trabajo por el Anexo 3 - Norma Técnica en Seguridad e Higiene del Trabajo.

Las lámparas que actualmente se encuentran instaladas son de mercurio halogenado, es de decir lámparas de descargas alta presión a 400 Watios de potencia y actualmente están descontinuada y en ciertas zonas de trabajo no existen.

Las áreas de los talleres de mecánica y soldadura desde una reconfiguración de sistema de iluminación pueden ofrecer a los operarios condiciones óptimas de iluminación, como se evidencia en la simulación realizada con el programa DIALux y los cálculos realizados.

RECOMENDACIONES

Para mejorar las condiciones de iluminación en los talleres de mecánica y soldadura de ASTINAVE EP, se recomienda establecer políticas de uso eficiente de la iluminación, especialmente en el horario nocturno cuando no se esté realizando actividades operativas en los talleres, así mismo en el horario de Diurna donde la luz natural contribuye a la iluminación de las áreas de trabajo, con el propósito de minimizar el uso de iluminación artificial, delimitando zonas donde el encendido de luminarias sea opcional evitando así el encendido innecesario de luminarias en toda la planta.

Con el fin del uso eficiente de la energía y reducir costos operativos, se sugiere la instalación de circuitos independientes de iluminación en los talleres, permitiendo así el control por áreas y ajustando el encendido de las luminarias según la actividad que se realice en cada espacio y en los diferentes horarios de operación, para lo cual se recomienda realizar un nuevo recorrido de tuberías y cableado eléctrico de ampacidad según la carga.

Para una mayor optimización, se podría sugerir la instalación de programadores que permitan un control automatizado o la coordinación con el personal encargado para regular el encendido y apagado de las lámparas. Se debe implementar un sistema de monitoreo y control del nuevo sistema de iluminación, en el cual ayude a prevenir daños a corto plazo en donde el personal de mantenimiento lleve a cabo inspecciones periódicas. Este plan garantizará el correcto funcionamiento de las luminarias, así como su limpieza y conservación, asegurando así niveles óptimos de iluminación y prolongando la vida útil del sistema, y en caso de ser necesario realizar el reemplazo de luminarias en mal estado esto incluye un stock mínimo de luminaria en bodega.

Estas recomendaciones garantizaran condiciones seguras y confortables para los operarios y energéticamente una reducción de consumo para la empresa.

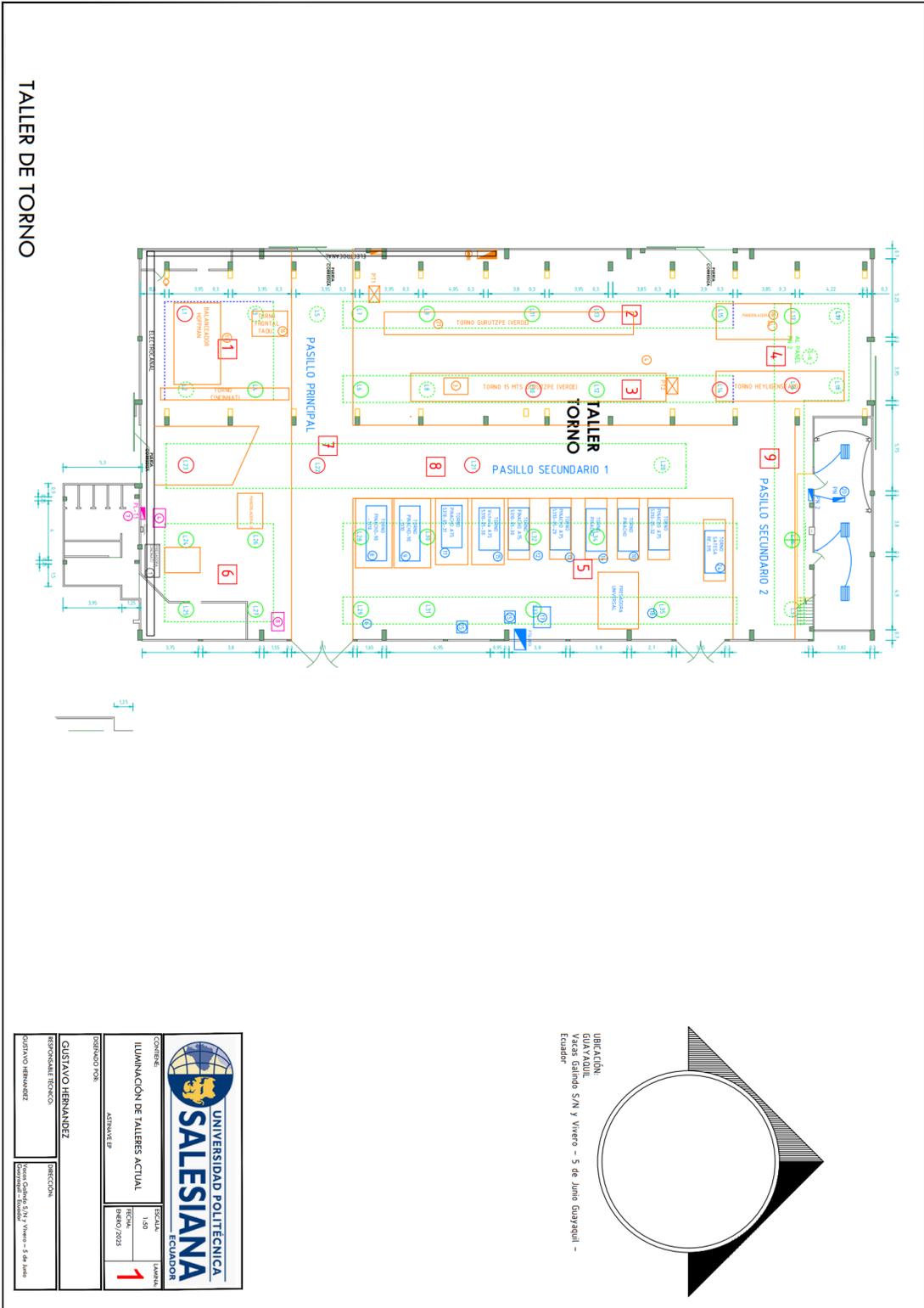
REFERENCIAS

- [1] «Quiénes Somos - Astinave». Accedido: 2 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://astinave.com.ec/quienes-somos/#boxfancy3>
- [2] «Astilleros Navales Ecuatorianos | Ecuador - Guía Oficial de Trámites y Servicios». Accedido: 2 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.ec/astinaveep>
- [3] D. Ejecutivo, «REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES».
- [4] G. Informativa De La y N. O. Mexicana, «STPS», Accedido: 2 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://www.stps.gob.mx><http://trabajoseguro.stps.gob.mx/trabajoseguro/><http://www.bi-centenario.gob.mx>
- [5] «Iluminación - Qué es, definición y concepto». Accedido: 3 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://definicion.de/iluminacion/>
- [6] «¿Cuáles Son Los Tres Tipos Principales De Iluminación Artificial? - TACHYON Light». Accedido: 3 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://tachyonlight.com/cuales-son-los-tres-tipos-principales-de-iluminacion-artificial/>
- [7] «Sistemas de iluminacion», Accedido: 3 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/739/A4%20%20SISTEMAS%20DE%20ILUMINACION.pdf?sequence=4#:~:text=Un%20sistema%20de%20iluminacion%20integrado%20por%20los,flujo%20luminoso%20de%20una%20o%20m%20A1s%20A1mparas.%20Balastros.>
- [8] G. T. Aprovechamiento, «Guía técnica: Aprovechamiento de la luz natural en la iluminación de edificios»,
- [9] L. A. Edificación, G. Redondo, S. Gómez, M. Fernández, y G. García, «ESTUDIO DE LA ILUMINACIÓN NATURAL EN», 2011.
- [10] «Niveles de iluminación recomendados según cada zona y actividad | SIMON». Accedido: 3 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.simonelectric.com/blog/niveles-de-iluminacion-recomendados-segun-cada-zona-y-actividad>
- [11] «Deslumbramiento», Accedido: 3 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: [file:///C:/Users/herna/Downloads/Iluminacion%20Interiores%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/herna/Downloads/Iluminacion%20Interiores%20(1).pdf)
- [12] «¿Cómo se mide la luz? Unidades de medidas y luxómetro | Faro Barcelona». Accedido: 19 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://faro.es/es/blog/como-se-mide-la-luz/>
- [13] «Equipos de Medición». Accedido: 3 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://equipos-de-medicion.mx/>
- [14] «Luxómetro - ¿Qué es, cómo funciona y para qué sirve? 🧑‍🔬». Accedido: 3 de

- septiembre de 2023. [En línea].
 Disponible en: <https://materialeslaboratorio.com/luxometro/>
- [15] «PCE-L335», Accedido: 3 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: www.pce-instruments.com
 «Metodo de alumbrado», Accedido: 3 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: [file:///C:/Users/herna/Downloads/Iluminaci%C3%B3n%20de%20Interiores%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/herna/Downloads/Iluminaci%C3%B3n%20de%20Interiores%20(1).pdf)
- [1] “Anexo 3 Norma tecnica de seguridad e higine del trabajo.” Accessed: Jan. 27, 2025. [Online]. Available: https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2024/11/Anexo-3_Norma-Tecnica-de-Seguridad-e-Higiene-del-Trabajo-signed-signed-signed-signed.pdf
- [2] “Página 2 de 23”.
- [3] “Iluminación industrial, características y beneficios - Pleus Energy.” Accessed: Mar. 15, 2024. [Online]. Available: <https://pleus.energy/iluminacion-industrial/iluminacion-industrial-caracteristicas-y-beneficios/#beneficios-de-la-automatizacion-de-la-iluminacion-industrial>
- [4] “Curso de iluminación.” Accessed: Jan. 30, 2025. [Online]. Available: <https://grlum.dpe.upc.edu/manual/fundamentosIluminacion-magnitudesLuminosas.php>
- [5] “46 LUMINOTECNIA 2002”.
- [6] “¿Qué son los Grados Kelvin en Iluminación? - Descúbrelo en Luxiform.” Accessed: Jan. 31, 2025. [Online]. Available: <https://www.luxiform.com/que-son-grados-kelvin/>
- [7] “ISO 9001:2015(es), Sistemas de gestión de la calidad — Requisitos.” Accessed: Jan. 25, 2025. [Online]. Available: <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:es>
- [8] “Radiometro.” Accessed: Nov. 17, 2024. [Online]. Available: <https://www.spectro-uv.com/products/xr-1000-accumax-readoutunit>
- [9] “601072100 601072100 Medidor láser de distancias GLM 250 VF | Bosch – Bosch Store Online.” Accessed: Jan. 29, 2025. [Online]. Available: <https://boschstore.com.mx/producto/medidor-laser-glm-250-vf-601072100/?cn-reloaded=1>
- [10] “Iluminación para taller: Guía completa y consejos - Iluminio.” Accessed: Jan. 25, 2025. [Online]. Available: <https://iluminio.es/iluminacion-para-taller-guia-completa-y-consejos/>
- [11] “¿Qué es CRI (índice de reproducción cromática)? | UPRtek.” Accessed: Jan. 25, 2025. [Online]. Available: <https://www.uprtek.com/es/blogs/what-is-cri-color-rendering-index>
- [12] “Grados de Protección IP.” Accessed: Jan. 25, 2025. [Online]. Available: https://ingemecanica.com/tutoriales/grado_proteccion_ip.html
- [13] D. Ejecutivo, “REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES”.
- [14] “GUIA PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES DE ... Vista previa / guia-para-el-dise-209-o-de-instalaciones-de.pdf / PDF4PRO.” Accessed: Feb. 02, 2025. [Online]. Available: <https://pdf4pro.com/fullscreen/guia-para-el-dise-209-o-de-instalaciones-de-18b56a.html>
- [15] “Página 2 de 23”.
- [16] “Astilleros Navales Ecuatorianos | Ecuador - Guía Oficial de Trámites y Servicios.” Accessed: Feb. 25, 2025. [Online]. Available: <https://www.gob.ec/astinaveep>
- [17] “GUIA PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES DE ... / guia-para-el-dise-209-o-de-instalaciones-de.pdf / PDF4PRO.” Accessed: Jan. 31, 2025. [Online]. Available: <https://pdf4pro.com/view/guia-para-el-dise-209-o-de-instalaciones-de-18b56a.html>

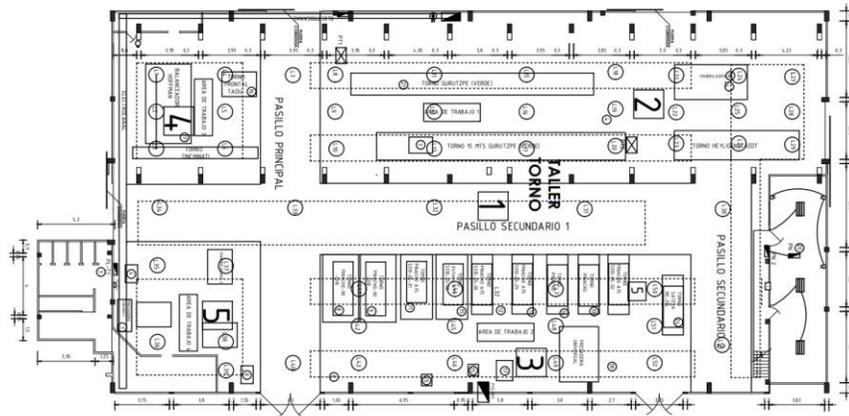
ANEXOS

Anexo 1 - Layout actual del taller de mecanica de ASTINAVE EP

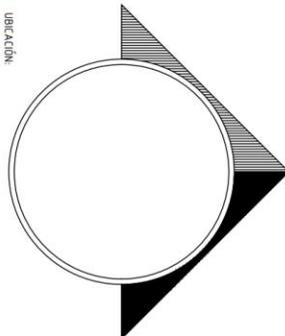


Anexo 3 - Layout nuevo del taller de mecanica de ASTINAVE EP

TALLER DE TORNO

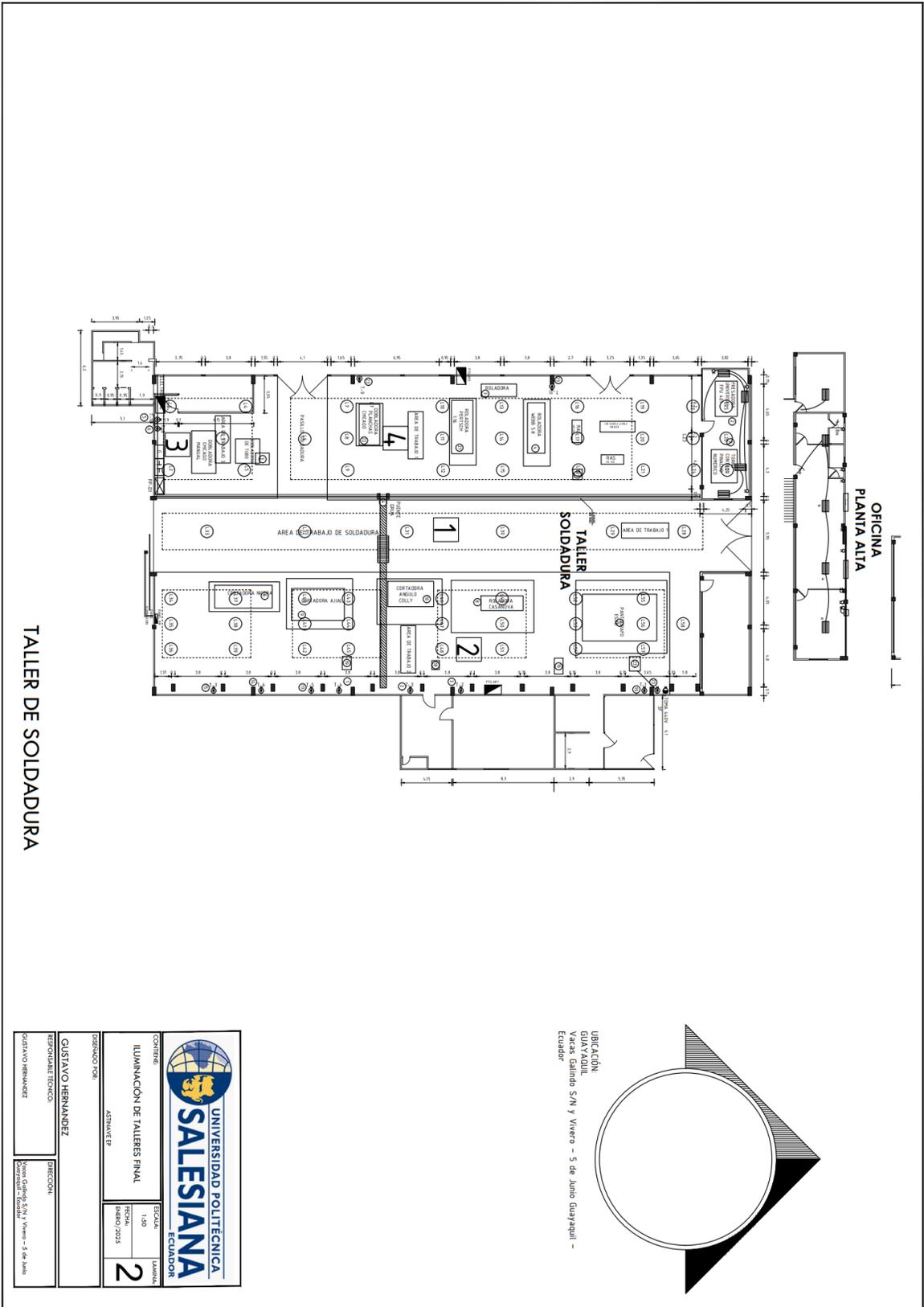


UBICACION:
 GUAYAQUIL
 Vayas Galindo S/N y Vivero - 5 de Junio Guayaquil -
 Ecuador

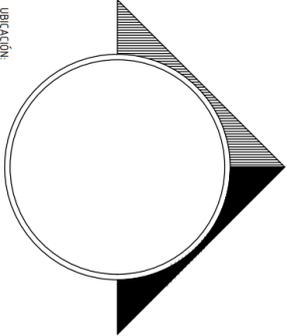


		CONTENIDO:	FECHA:	LAJONES:
		ILUMINACION DE TALLERES FINAL	1/20	1
PROYECTO POR: ASTINAVE EP		FECHA:	TALLER DE MANTENIMIENTO 1	
RESPONSABLE TECNICO: GUSTAVO HERNANDEZ		FECHA:	15/09 15/09/2023	
DISEÑADO POR: GUSTAVO HERNANDEZ		DIRECCION: Vayas Galindo S/N y Vivero - 5 de Junio Guayaquil - Ecuador		

Anexo 4 - Layout nuevo del taller de soldadura de ASTINAVE EP



UBICACIÓN:
 GLAYADUL
 Vacas Galindo S/N y Vivero - 5 de Junio Guayaquil -
 Ecuador



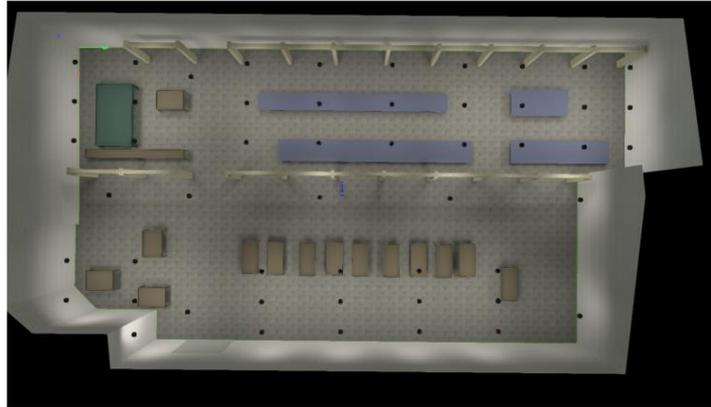
 <p>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR</p>		CONTRATO	FECHA
		ILUMINACIÓN DE TALLERES FINAL	120 FEBRERO 2013
RESPONSABLE TÉCNICO GUSTAVO HERNÁNDEZ		DIRECTOR Víctor Galindo S/N y Vivero - 5 de Junio	
ORGANIZADOR ASTINAVE EP		2	

Anexo 5 – Modelado simulado en DIALux del taller de mecanica

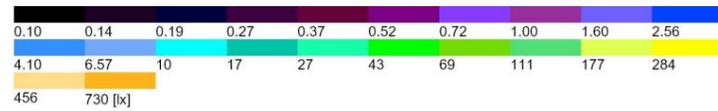
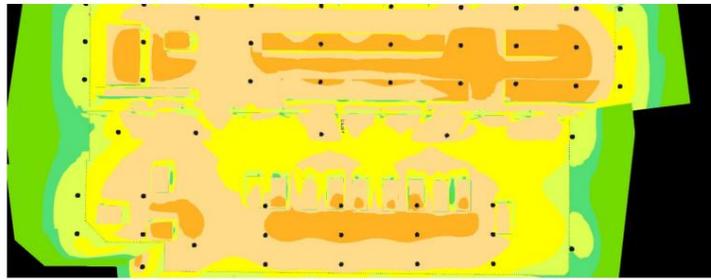
Taller Mécanico

Imágenes

Taller mecánico - Vista Superior



Taller mecánico - Vista Superior Colores Falsos



Taller mecánico - Vista Lateral



Taller Mecánico

Imágenes

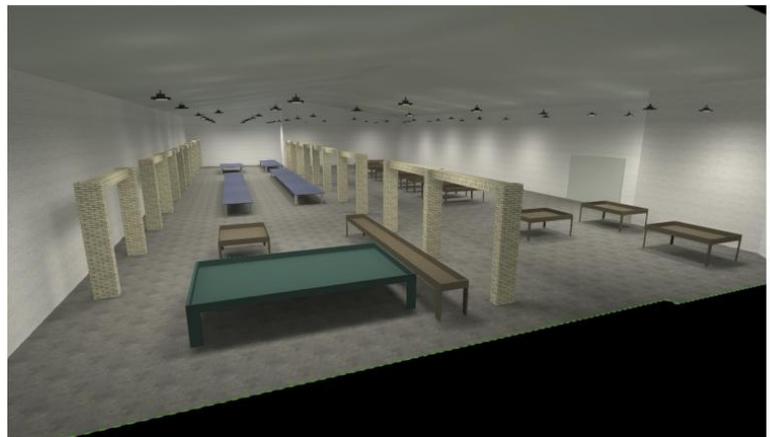
Taller mecánico - Vista en sitio



Taller mecánico - Vista en sitio 2



Taller mecánico - Vista Frontal

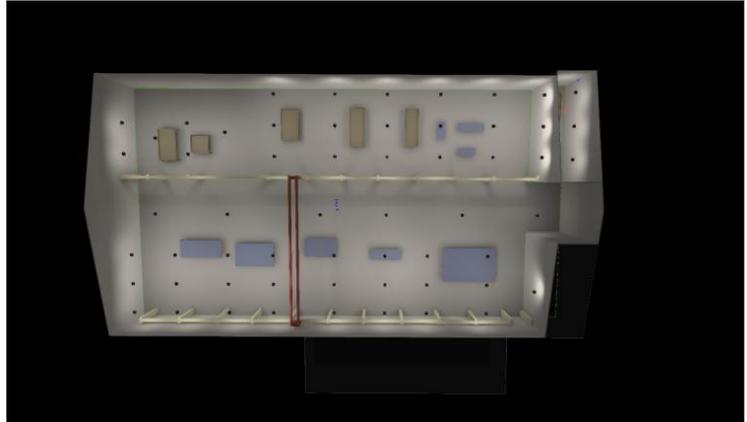


Anexo 6 – Modelado simulado en DIALux del taller de soldadura

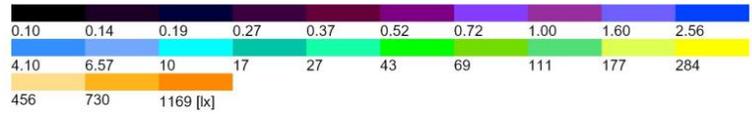
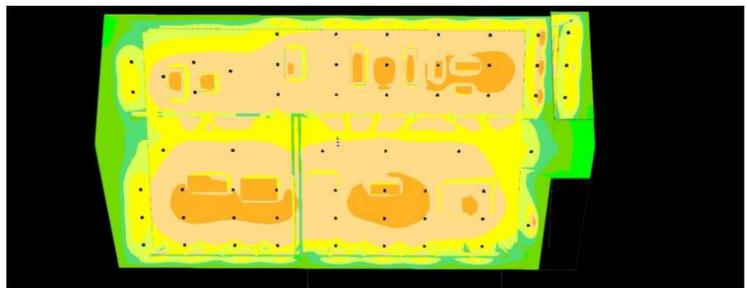
Taller de Soldadura

Imágenes

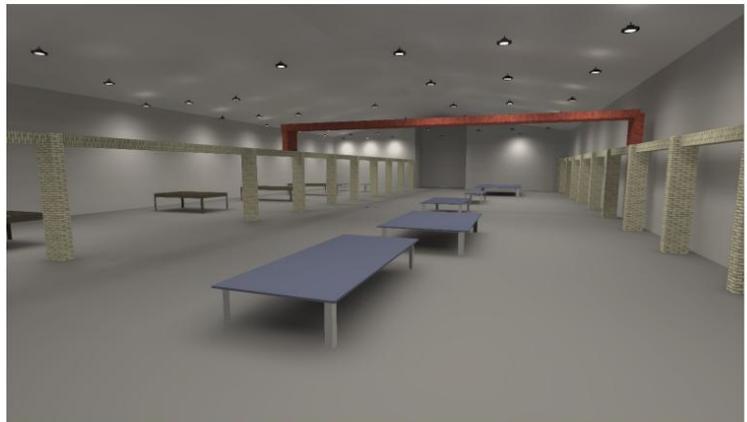
Taller de soldadura - Vista Superior



Taller de soldadura - Vista Superior
Colores falsos



Taller de soldadura - Vista Esquinero



Taller de Soldadura
Imágenes

Taller de soldadura - Vista Esquinero 2



Taller de soldadura - Vista Frontal



Taller de soldadura - Vista en sitio





Proyector Led para Interior - High Bay Light Ultra Delgada



IP65

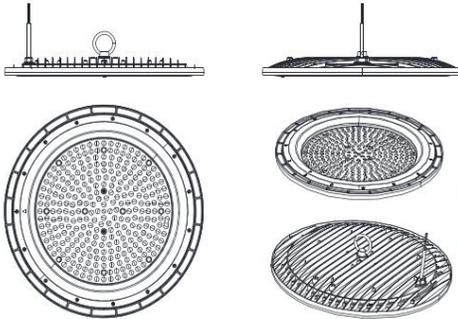
Aplicaciones

Talleres, industria, salas deportivas, centros de negocios, aeropuertos, supermercados, galpones, etc.

Características

- Perfecta disipación de calor, cuerpo de aluminio fundido a presión, tipo UFO
- Diseño moderno, ligero ultradelgado de alta calidad
- Haz de Luz: 90°
- Multivoltaje AC100-265V

Dimensiones



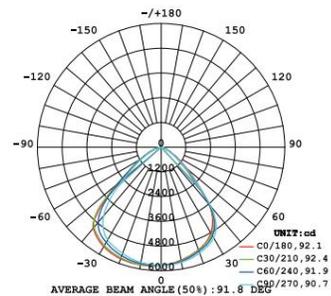
MEDIDAS

100W: Ø255x73mm

150W: Ø295x73mm

200W: Ø358x73mm

Datos Biométricos



100W / ALUMINIO / 6K **IP65**

FLUJO LUMINOSO: **11000Lm**

Ra80 / AC100-265V

Med.: **Ø255*73mm**

Angulo de apertura: **90°**

Ref.: AX-UFO-HG-100W

Cod.: 450051

150W / ALUMINIO / 6K **IP65**

FLUJO LUMINOSO: **16500Lm**

Ra80 / AC100-265V

Med.: **Ø295*73mm**

Angulo de apertura: **90°**

Ref.: AX-UFO-HG-150W

Cod.: 450052

200W / ALUMINIO / 6K **IP65**

FLUJO LUMINOSO: **22000Lm**

Ra80 / AC100-265V

Med.: **Ø358*73mm**

Angulo de apertura: **90°**

Ref.: AX-UFO-HG-200W

Cod.: 450053



Anexo 8 – Proforma

COTIZACIÓN No. 3001-2025

Proceso:

Fecha: GUAYAQUIL, 31 DE ENERO DEL 2025

FOTO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
	High Bay LED Ultra delgada 150W, 6000K (Luz blanca), 16500 lm, 100-265 V, IP 65	UNIDAD	111	\$50,00	\$5.550,00
				SUBTOTAL	\$5.550,00
				15% IVA	\$832,50
				TOTAL	\$6.382,50

FORMA DE PAGO: De contado

TIEMPO DE ENTREGA: 3 días desde el pago del anticipo

LUGAR DE ENTREGA: Coordinar con el cliente

Esperando que los precios detallados en esta oferta, sea conveniente a sus intereses, quedamos a sus órdenes.

Atentamente,
 Edgar Altamirano
 Ventas & Proyectos
 Celular:0983913971
 Email: ealtamirano_98@hotmail.com

Anexo 9 – Certificación de uso de equipos proporcionados por ASTINAVE EP

	MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL		ASTINAVE EP ASTILLEROS NAVALES ECUATORIANOS  
---	---	---	---

JEFE DE MANTENIMIENTO DE TALLER DE MECÁNICA Y SOLDADURA

CERTIFICACIÓN

Se certifica que el señor **GUSTAVO XAVIER HERNANDEZ SERRANO**, con C.I.: **0927639567**, estudiante de la Carrera de Ingeniería Eléctrica de **ASTINAVE EP**, ha utilizado los siguientes equipos para el desarrollo de su tesis, previa a la obtención de su título:

DENOMINACIÓN	MARCA	MODELO	SERIE ASTINAVE
Radiometro	AccuMax	XR-1000	060001430
Distanciometro	BOSH	GLM 250 VF	060003550

Esto es cuanto puedo informar en honor a la verdad, para los trámites respectivos.

Atentamente,



Ing. Lauro Cabrera Garcia
Jefe de mantenimiento de la Infraestructura productiva-Gerencia de operaciones
Telf. 042-594560 ext. 12310
www.astinave.com.ec
Vacas Galindo s/n y Vivero - 5 de Junio



 (593-4) 2594560 / Ext. 10001/10103	 RUC 0960594300001
 secgergen@astinave.com.ec / ventas@astinave.com.ec	
 Vacas Galindo s/n y Vivero - 5 de Junio / Guayaquil - Ecuador	
 @astinaveep	

 **EL NUEVO
ECUADOR** 



Astilleros Navales Ecuatorianos
ASTINAVE EP

Guayaquil, 10 de marzo de 2025

Para: Universidad Politécnica Salesiana, Sede Guayaquil – Carrera de Electricidad

CERTIFICADO

Por medio del presente, se certifica que el estudiante **Gustavo Xavier Hernandez Serrano** con número de identificación Nro. **0927639567**, elaboró su tesis de grado, con tema para su titulación **"Evaluación de iluminación artificial y natural en los talleres de mecánica y soldadura en ASTINAVE EP para mejorar las condiciones de alumbrado"**

El trabajo fue realizado en las instalaciones de **Astilleros Navales Ecuatorianos - ASTINAVE EP**, en cumplimiento de los objetivos establecidos por la institución y bajo la supervisión del tutor **Ing. Benjamín Holmes Cabezas**, responsable en ASTINAVE EP, en el área de **Mantenimiento de Infraestructura Productiva**. Durante su estancia, el estudiante participó activamente en el **levantamiento de información de los niveles de iluminación de los talleres de Mecánica y Soldadura**.

Se expide el presente documento a solicitud escrita del interesado para los usos y fines que estime pertinente.

Atentamente,



Ing. Luis Bahamonde Carpio
GERENTE DE OPERACIONES

Página 1 de 1