



**Universidad
Técnica de
Cotopaxi**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

ESTUDIO TÉCNICO DE ILUMINACIÓN Y SU INCIDENCIA EN LAS ACTIVIDADES EDUCATIVAS EN EL LABORATORIO DE MECANIZADO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL, DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EN EL AÑO 2017.

Autor:

López Porras Alex Bladimir

Tutor:

Ing. Cristian Xavier Espín Beltrán Mg.

LATACUNGA-ECUADOR

2017



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

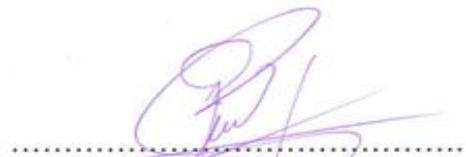
En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, por cuanto el postulante: López Porras Alex Bladimir con el título de Proyecto de Investigación: **“ESTUDIO TÉCNICO DE ILUMINACIÓN Y SU INCIDENCIA EN LAS ACTIVIDADES EDUCATIVAS EN EL LABORATORIO DE MECANIZADO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL, DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EN EL AÑO 2017”**. Han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, Febrero del 2017

Para constancia firman:


LECTOR 1 (Presidente)
Ing.MSc. Edison Salazar
C.C.:050184317-1


LECTOR 2
Ing. Mg. Raúl Andrango
C.C.:171752625-3


LECTOR 3
Dr.MSc. Raúl Montaluisa
C.C.:050086607-4



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, López Porrás Alex Bladimir, portador de la cedula de identidad número: 050325322-1, Egresado de la Universidad Técnica De Cotopaxi, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: **“ESTUDIO TÉCNICO DE ILUMINACIÓN Y SU INCIDENCIA EN LAS ACTIVIDADES EDUCATIVAS EN EL LABORATORIO DE MECANIZADO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL, DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EN EL AÑO 2017”**, siendo el Mg. CRISTIAN XAVIER ESPIN BELTRAN Director del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Latacunga, Febrero del 2017

López Porrás Alex Bladimir
C.I: 050325322-1



AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de director del trabajo investigativo sobre el tema: **“ESTUDIO TÉCNICO DE ILUMINACIÓN Y SU INCIDENCIA EN LAS ACTIVIDADES EDUCATIVAS EN EL LABORATORIO DE MECANIZADO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL, DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EN EL AÑO 2017”**, de López Porras Alex Bladimir, de la carrera de Ingeniería Industrial, considero que dicho informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnico suficientes para ser sometido a la Evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.



Latacunga, Febrero del 2017

Ing. Cristian Xavier Espín Beltrán Mg.
C.C.:050226936-8

CERTIFICADO DE IMPLEMENTACIÓN

Latacunga, 21 de Febrero del 2017

En mi calidad de Analista del Laboratorios de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, de la Universidad Técnica de Cotopaxi, a petición del interesado certifico que:

El Sr. **LOPEZ PORRAS ALEX BLADIMIR**, portador de la cédula de ciudadanía N°: 050325322-1, realizo el proyecto de titulación con el tema “**ESTUDIO TÉCNICO DE ILUMINACIÓN Y SU INCIDENCIA EN LAS ACTIVIDADES EDUCATIVAS EN EL LABORATORIO DE MECANIZADO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL, DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EN EL AÑO 2017**”. Bajo la supervisión y coordinación del área establecida, y cumpliendo todos los requerimientos de la institución.

Es cuanto puedo certificar en honor a la verdad, se expide el presente para que el interesado pueda ser uso para los fines que crea conveniente.

Atentamente;



Ing. Luis Eduardo Hinojosa
Analista Encargado de laboratorio FCIYA

AGRADECIMIENTO

A Dios por sus bendiciones, para la realización de la presente investigación.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, a la Carrera de Ingeniería Industrial a todos los docentes y personal administrativo que la conforman que con ímpetu y perseverancia supieran formarme con valores y conocimiento, para de esta manera poder finalizar mi carrera profesional.

Y de manera muy especial al Ing.Msc Xavier Espín que es el tutor de mi investigación.

Alex

DEDICATORIA

A mis padres que con su apoyo y ejemplo han sabido guiarme por el camino del bien.

A mis hermanos Aida, Giovanni, Renán y María, que son el pilar fundamental en mi vida que gracias al apoyo y confianza supieron darme fortaleza para llegar a culminar con éxito mi querida y anhelada carrera.

A mis Sobrinos Anthony y Aitana, por la alegría y ternura que alientan a llegar al camino del éxito y superación ante toda adversidad.

Alex

ÍNDICE

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	iii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iv
CERTIFICADO DE IMPLEMENTACIÓN	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA.....	vii
ÍNDICE.....	viii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xiv
ÍNDICE DE FORMULAS	xv
RESUMEN.....	xvi
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS	xvii
ABSTRACT	xvii
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	xviii
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	1
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
6. OBJETIVOS:.....	4
Objetivo General.....	4

Específicos.....	4
7. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	5
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	6
Luminotecnia.....	6
Clases de iluminación.....	6
Luz natural.....	6
Luz artificial.....	6
Magnitudes y unidades empleadas en luminotecnia.....	6
Flujo luminoso (Φ).....	6
Rendimiento luminoso.....	6
Cantidad de luz o caudal luminoso (Q).....	7
Intensidad luminosa (I).....	7
Luminancia o brillo (L).....	7
Nivel de iluminación (E).....	7
Alumbrado localizado.....	8
Alumbrado general localizado.....	8
Alumbrado individual.....	9
Alumbrado suplementaria.....	9
Tipos de iluminación.....	9
Lámpara.....	10
Tipos de lámparas.....	10

Lámparas fluorescentes	10
Lámparas LED.....	10
Luminaria	11
Reflector	11
Difusor.....	11
Pantalla	12
Pantalla antideslumbrante.....	12
Vidrio de protección	12
Rejilla de protección.....	12
Difusor de rejilla.....	12
Equipo de medición de iluminación	12
Cálculo de iluminación interior	13
Coefficiente de reflexión.....	13
Nivel de iluminación requerida	14
Coefficiente de utilización (Cu).....	14
Flujo luminoso total necesario.....	14
Número de luminarias	14
Fundamentación legal.....	15
Norma Europea UNE 12464-1	15
Ergonomía Ambiental	15
Efectos de una mala iluminación en la salud.....	16

Correctores para lugares con niveles de iluminación bajos.....	16
Método de cuadrilla (grilla).....	17
9. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTIFICAS O HIPÓTESIS	18
Hipótesis	18
10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	18
Modalidad de la investigación.....	18
Investigación de campo	18
Investigación documental- bibliográfica	18
Proyecto factible.....	18
Tipos de investigación.....	18
Investigación descriptiva	18
Investigación de campo	19
Investigación aplicada	19
Técnicas de investigación.....	19
Observación.....	19
Problemas de iluminación en el laboratorio de mecanizado de Ingeniería Industrial	19
Mediciones realizadas.....	20
Medición Matutina (Mañana).....	21
Medición Vespertina(Tarde)	23
Medición Nocturna(Noche).....	24
11. DESARROLLO DE LA PROPUESTA (ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS).....	27

Estudio Técnico del sistema de iluminación	27
Cálculo flujo luminoso total necesario	28
Nivel de luminancia Media.....	28
Tipo de lámpara actual	28
Características luminaria actual.....	29
Altura de Suspensión de lámparas.....	29
Propuesta del sistema de iluminación mediante remplazo de luminarias	33
Marca de la luminarias LED Propuestas	33
Pasos para sustituir los tubos fluorescentes por los tubos LED	33
Cálculo flujo luminoso total necesario que se necesita sistema LED	34
Características Técnicas de luminarias.....	37
Análisis costo beneficio.....	38
12. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO.....	39
Costo consumo energético.....	40
Comprobación de la Hipótesis.....	40
15. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
16. ANEXOS	42
ANEXOS 1: Datos del Tutor	
ANEXO 2: Datos del Autor	
ANEXO 3: Fotografías del laboratorio de mecanizado	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Objetivos específicos, actividades y metodología.....	5
Tabla 2: Definición de los sistemas de alumbrado	9
Tabla 3: Coeficiente de reflexión	13
Tabla 4: Establecimientos educativos norma europea UNE 12464-1	15
Tabla 5: Uniformidad de Luminancia	17
Tabla 6: Datos de medición	20
Tabla 7: Evaluación iluminación matutina.....	21
Tabla 8: Evaluación iluminación Vespertina	23
Tabla 9: Evaluación iluminación Nocturna	25
Tabla 10: Características del sistema de iluminación.....	27
Tabla 11: Tipos y características de lámparas actuales	27
Tabla 12: Dimensiones del laboratorio.....	28
Tabla 13: Características luminaria actual.....	29
Tabla 14: Coeficiente de utilización.....	30
Tabla 15: Coeficiente de mantenimiento.....	31
Tabla 16: Estado actual iluminación	32
Tabla 17: Relación entre la altura dl local y la distancia máxima entre luminarias	36
Tabla 18: especificaciones Técnicas Luminarias	37
Tabla 19: Análisis costo beneficio.....	38
Tabla 20: Costo de precio de luminarias	39
Tabla 21: Consumo energético	40

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Alumbrado General	8
Gráfico 2: Alumbrado Localizado	8
Gráfico 3: Alumbrado General Localizado	9
Gráfico 4: Partes de una Bombilla incandescente	10
Gráfico 5: Partes lámpara LED	11
Gráfico 6: Luxómetro	13
Gráfico 7: Evaluación iluminación Mañana	22
Gráfico 8: Evaluación iluminación tarde	24
Gráfico 9: Evaluación iluminación noche	26
Gráfico 10: Dimensiones del laboratorio y altura plano de trabajo	28
Gráfico 11: Lámpara actual	28
Gráfico 12: Altura de lámparas	29
Gráfico 13: Pasos para funcionamiento luz LED	33
Gráfico 14: Pasos para funcionamiento luz LED	34
Gráfico 15: Pasos para funcionamiento Luz LED	34
Gráfico 16: Emplazamiento de luminarias	36
Gráfico 17: Vida Útil en Horas	37
Gráfico 18: Costo energético	38
Gráfico 19: Costo luminarias	39
Gráfico 20: Costo energía consumida	40

ÍNDICE DE FORMULAS

Fórmula 1: Flujo Luminoso.....	6
Fórmula 2: Rendimiento luminoso.....	7
Fórmula 3: Cantidad de luz.....	7
Fórmula 4: Intensidad Luminosa.....	7
Fórmula 5: Luminancia.....	7
Fórmula 6: Nivel de iluminación.....	7
Fórmula 7: Flujo luminoso Total.....	36
Fórmula 8: Numero de luminarias.....	36
Fórmula 9: Método cuadrilla.....	17
Fórmula 10: Iluminación media.....	17

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TITULO: ESTUDIO TÉCNICO DE ILUMINACIÓN Y SU INCIDENCIA EN LAS ACTIVIDADES EDUCATIVAS EN EL LABORATORIO DE MECANIZADO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL, DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EN EL AÑO 2017.

Autor:

López Porras Alex Bladimir

RESUMEN

El laboratorio de mecanizado de Ingeniería Industrial, de la Universidad Técnica de Cotopaxi, presenta deficiencias en su sistema de iluminación, lo que ocasiona molestias y quejas de los estudiantes y docentes en sus actividades educativas. El trabajo con poca luz daña la vista; también cambios bruscos de luz pueden ser peligrosos, es por ello que para conseguir un nivel apropiado de confort visual se debe conseguir un equilibrio entre la cantidad, calidad y la estabilidad de la luz. Para controlar estos efectos se realizó el estudio técnico del sistema de iluminación y sus incidencias en el área educativa, además se obtuvo opiniones de estudiantes y docentes, los cuales confirman las deficiencias, se puede concluir que los resultados de los niveles de iluminación es en la mañana 189.18 lux, en la tarde 167.87lux y en la noche 135.81lux, el nivel medio total es de 164.29lux, demuestran que no cumplen con la Norma Europea de iluminación para centros educativos UNE-EN 12464-1 que es de 500lux. La propuesta tecnológica se basa en la elección de la mejor alternativa para el cambio de luminarias del sistema actual como son las lámparas LED, y el cambio del sistema de iluminación que garantice el cumplimiento de los niveles de iluminación dentro de las normativas vigentes para disminuir los problemas derivados de la iluminación en el área educativa, garantizando un ambiente seguro y confortable.

Palabras claves: Iluminación, Técnico, Sistema, eficiente.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS

THEME:LIGHTING TECHNICAL STUDY AND ITS IMPACT ON EDUCATIONAL ACTIVITIES IN THE MACHINING LABORATORY OF INDUSTRIAL ENGINEERING CAREER, AT TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI DURING 2017.

Author:

López Porras Alex Bladimir

ABSTRACT

The machining laboratory of Industrial Engineering Career at Technical University of Cotopaxi showed deficiencies in its lighting systems, which caused troubles and complaints from students and teachers in their educational activities. The job with low light damages the view, also sudden changes of light can be dangerous, for that reason to get an appropriate level of visual comfort it must achieve a balance between the quantity, quality and stability of the light to control these effects it was conducted the technical study of lighting system and its impact in education, in addition it obtained students and teachers opinions which confirm the deficiencies, it can conclude the results of lighting levels is 189.18 lux in the morning, 167.87lux in the afternoon and 135.81lux at night, the total average level is 164.29lux, show that do not reach with the European Standard of Lighting for educational institutions UNE-EN 12464-1 which is 500lux. The technological proposal is based on the best alternative choice to change of lights of the current system as they are LED lamps, and the change of the lighting system that guarantees the development of illumination levels within the regulations to reduce the problems originates from the lighting in education, providing a safe and comfortable environment.

Keywords: Lighting system, educational activities, lighting level.



AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por la señor Egresado de la Carrera de Ingeniería Industrial :**LOPEZ PORRAS ALEX BLADIMIR**, cuyo título versa “**ESTUDIO TÉCNICO DE ILUMINACIÓN Y SU INCIDENCIA EN LAS ACTIVIDADES EDUCATIVAS EN EL LABORATORIO DE MECANIZADO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL, DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EN EL AÑO 2017.**”lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, Febrero de 2017

Atentamente,

MSc. Verónica Rosales

DOCENTE CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

C.C. 1003106984

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto: Estudio técnico de iluminación y su incidencia en las actividades educativas en el laboratorio de mecanizado de la carrera de ingeniería industrial, de la Universidad Técnica de Cotopaxi en el año 2017.

Fecha de inicio: Enero del 2017.

Fecha de finalización: Febrero del 2017.

Lugar de ejecución: Latacunga – Cotopaxi- Zona 3- Universidad Técnica de Cotopaxi.

Facultad que auspicia: Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas FCIYA UTC.

Carrera que auspicia: Ingeniería Industrial.

Proyecto de investigación vinculado: No

Equipo de Trabajo: López Porras Alex Bladimir

Área de Conocimiento: Ergonomía, Seguridad industrial Salud ocupacional

Director del proyecto: Ing. Cristian Xavier Espín Beltrán Mg.

Líneas de Investigación: Industrial y producción industrial

Sub Líneas de investigación: Ergonomía, Salud seguridad e higiene en el trabajo

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La investigación se efectúa en el laboratorio de Mecanizado de Ingeniería Industrial de la Universidad Técnica De Cotopaxi, el estudio se basa en establecer las verdaderas condiciones de la iluminación interior y plantea una propuesta tecnológica para el mejoramiento lumínico y disminución de los efectos que ocasionan en actividades educativas.

Se realizó un estudio técnico del nivel de iluminación y las condiciones actuales de las luminarias, se recepto opiniones de compañeros estudiantes y Docentes para generar un una lluvia de ideas de las causas de los inconvenientes en las actividades educativas, Realizando una supervisión de los elementos del sistema lumínico y el local del laboratorio.

La luz afecta de manera muy especial al ser humano y no solo por medio de foto receptores en los ojos que junto con el cerebro producen el sentido de la vista, sino también a través de foto receptores en diversas partes del cuerpo que regulan los intercambios energéticos y su ambiente visual.

La luz artificial nos ayuda en sitios en donde la luz natural imposibilita realizar una tarea, pero esta debe estar adecuada a niveles correctos de iluminación, dependiendo de espacios y objetos a visualizar.

Se propuso la implementación de nueva tecnología de iluminación, que ayudara a mejorar las condiciones visuales en el interior del laboratorio, es una tecnología de iluminación completamente nueva como son luz LED (light emitting diode).

Esta Investigación será de gran apoyo para la carrera de ingeniería industrial y principalmente para todos los estudiantes y docentes que realizan las prácticas educativas con Herramientas y aparatos altamente peligrosos para su salud.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El laboratorio de mecanizado de la facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Carrera de Ingeniería Industrial, presenta una limitada iluminación interior por luz natural, y artificial, teniendo un flujo luminoso que no cumple con los estándares recomendados según las normas internacionales de iluminación, incidiendo de manera directa en las actividades educativas por molestias y alteraciones en la salud visual de las personas, por esta razón se ha permitido realizar el trabajo de investigación que propone un cambio de tecnología y tipo de iluminación diferente, para el aumento de luz artificial y proporcionar a los profesores y estudiantes un ambiente agradable y estimulante.

El proyecto de investigación aportara de manera directa a todas las personas que realizan las prácticas educativas en el interior del laboratorio de mecanizado cumpliendo con la normativa legal europea de iluminación interior UNE-EN 12464-1 para establecimientos educativos, de 500lux para talleres y laboratorios.

Los beneficiarios de este trabajo de investigación serán: la Universidad Técnica de Cotopaxi porque poseerá una propuesta adecuada para mejorar el confort visual y seguridad industrial, eliminar los inconvenientes educativos, que se ejecutan en su interior actual, mientras que los estudiantes ellos serán los principales beneficiarios ya que podrán obtener un ambiente

adecuado y seguro para el uso de las maquinarias en el interior del laboratorio.

La importancia de la investigación radica en el estudio técnico de los niveles de iluminación es adecuado y si estas cumplen con normas preestablecidas, además este trabajo de investigación nos ayuda a tener datos reales del estado de la iluminación interior para luego proponer una alternativa diferente que servirá de guía y mejorar las condiciones de iluminación.

La utilidad de esta investigación radica en la búsqueda de una solución óptima a los niveles de iluminación del laboratorio, para tener un confort visual que les permita a alumnos y profesores seguir su actividad sin demandar de ellos un sobreesfuerzo visual, reduciendo el cansancio, dolores de cabeza, entre otros efectos producidos por una iluminación adecuada.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Los beneficiarios directos de este proyecto son todas las personas que forman parte de la Facultad de ciencias de Ingeniería y aplicadas de la Carrera de Ingeniería Industrial y otras, los beneficiarios indirectos son todas las personas de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El diario Ecuador (2015) afirma.

En el Ecuador durante una reunión en Portoviejo Julio 2015, rectores de 11 instituciones superiores del país se reunieron con el ministro coordinador de Conocimiento y Talento Humano, Andrés Arauz, para conocer el Sistema Nacional de Laboratorios.

Andrés Arauz (AA): Estas once universidades conforman una red denominada Red de Cooperación Universitaria y el sistema para los laboratorios básicamente lo que quiere es aprovechar esa infraestructura que tienen las universidades. Por ejemplo, la Escuela Politécnica de Manabí tiene laboratorios para suelos, la Universidad Estatal del Sur de Manabí (Unesum) tiene laboratorio para la certificación del café y así distintas instituciones del país, y queremos optimizar esos laboratorios que tienen para fines de investigación, por un lado para poder conjugar mejores políticas de investigación y por otro lado para que se pueda certificar la calidad de nuestros productos de exportación. (DIARIO E. , 2015, pág. 13)

El diario la Hora (2010) afirma.

En Cotopaxi en el 2010 Seis instituciones educativas de la provincia se beneficiarán con equipos y con la construcción de laboratorios de física y química en este nuevo periodo lectivo, así lo informó Walter Guacho, director provincial de educación.

El Director comentó que se han realizado las gestiones pertinentes ante el Ministerio de Educación para que tres escuelas y tres colegios se beneficien con implementos necesarios y adecuación de laboratorios Incluso las universidades de la provincia. (HORA, 2010, pág. 13).

La Universidad Técnica de Cotopaxi desde el año 2014 hasta la actualidad, ha presentado un incremento en las aéreas del laboratorios de la Facultad de Ciencias de la ingeniería y aplicadas, en la Carrera de Ingeniería Industrial, en la adopción de los procesos industriales de Torneado, fresado, rectificado, perforado, prensado, soldadura, y corte.

La iluminación correcta del ambiente laboral permite realizar las actividades educativas en condiciones óptimas, y realizar su trabajo de manera más segura y productiva. La iluminación inadecuada origina fatiga ocular, cansancio, dolor de cabeza, estrés y accidentes, falta de atención, y problemas con calibraciones de las máquinas de mecanizado para estudiantes. Y mayor esfuerzo ocular para docentes.

6. OBJETIVOS:

Objetivo General

Evaluar los niveles de iluminación del laboratorio de Mecanizado de Ingeniería Industrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi y su incidencia en las actividades educativas, con el estudio técnico del sistema de iluminación actual, para cumplir con la normativa legal y eliminar sus consecuencias en la salud de las personas.

Específicos

- Medir los niveles de iluminación actual en el interior del laboratorio de Mecanizado.
- Comparar los niveles de iluminación actual del laboratorio de Mecanizado con la normativa de iluminación interna UNE-EN 12464-1 de centros educativos, para Laboratorios y talleres.
- Proponer una alternativa tecnológica nueva que permita mayor iluminación y confort visual.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.

Tabla 1: Objetivos específicos, actividades y metodología

Objetivo	Actividad	Resultado de la actividad	Descripción de la metodología por actividad
Medir los niveles de iluminación actual en el interior del laboratorio de Mecanizado.	Análisis de resultados.	Niveles actuales de iluminación.	Utilización de equipo Luxómetro para medir el nivel de iluminación medio.
Comparar los niveles de iluminación actual del laboratorio de Mecanizado con la normativa de iluminación interna UNE-EN 12464-1 de centros educativos, para Laboratorios y Talleres.	Análisis de resultados.	Resultados de cumplimiento legal de iluminación.	Mediante el método evaluativo se identifica los distintos niveles luminosos actuales.
Proponer una alternativa tecnológica nueva que permita mayor iluminación y confort visual.	Comparar las características de la nueva tecnología.	Estimación de costos y beneficios para su implementación.	Mediante el método evaluativo se identifica la solución óptima, para el mejoramiento lumínico.

Elaborado: Autor

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

Luminotecnia

Según (Leon, 2012, pág. 56), es la ciencia que estudia las distintas formas de producción de luz, así como su control y aplicación, es decir, es el arte de la iluminación con luz artificial para fines específicos.

Clases de iluminación

Luz natural

Es la luz emitida por radiaciones solares, esta es una energía radiante que no se puede controlar, el desplazamiento de esta luz es altamente beneficiosa no tiene costo y es inofensiva el medio ambiente. Es generada mediante las emisiones de rayos de luz provenientes del sol en horas del día.

Luz artificial

Es generada por una fuente de energía eléctrica controlada, se puede crear esta iluminación gracias la ayuda de algunos aparatos electrónicos conocidos como lámparas.

Magnitudes y unidades empleadas en luminotecnia

Flujo luminoso (Φ)

“El flujo luminoso es la capacidad de radiación luminosa valorada por el ojo humano, la unidad de flujo luminoso es el lumen (lm), muy semejante al vatio de potencia”. (Martínez Domínguez, 2013, pág. 30).

Fórmula 1: Flujo Luminoso

$$\text{Flujo luminoso} = \varphi = \frac{Q}{T} = \text{lm}$$

Rendimiento luminoso

“El rendimiento luminoso de una lámpara o fuente de luz es el cociente entre el flujo luminoso emitido, expresado en lumen, y la potencia consumida, expresada en vatios”. (Martínez Domínguez, 2013, pág. 30)

Fórmula 2: Rendimiento luminoso

$$\text{Rendimiento luminoso} = \frac{lm}{W}$$

Cantidad de luz o caudal luminoso (Q)

“Es el producto del flujo luminoso por el tiempo, y se expresa generalmente en lumen por hora o lumen por segundo”. (Martinez Dominguez, 2013, pág. 30)

Fórmula 3: Cantidad de luz

$$\text{Cantidad de luz} = Q = \phi \times t$$

Intensidad luminosa(I)

Con este nombre se denomina la densidad del flujo luminoso de un ángulo solido o esférico dentro de un haz de rayos; en otras palabras es el flujo luminoso que abandona una superficie emisora y se propaga por un elemento de ángulo solido (w) contenido en esa dirección. La unidad de intensidad de luz es la candela (cd). (Martinez Dominguez, 2013, pág. 31).

Fórmula 4: Intensidad Luminosa

$$\text{Intensidad luminosa} = I = \frac{\phi}{w} = \text{candelas}$$

Luminancia o brillo (L)

“Es la intensidad luminosa (I) emitida por una superficie reflectora ajena a la fuente luminosa o por una superficie auto luminosa. Se mide en candelas/m² o candelas/cm²”. (Martinez Dominguez, 2013, pág. 31)

Fórmula 5: Luminancia

$$\text{Luminancia o brillo} = \frac{I}{S} = \frac{I}{S \cdot \cos \varphi} = \text{cd /m}^2$$

Nivel de iluminación (E)

“El nivel de iluminación es la relación entre el flujo luminoso y la superficie iluminada. Tiene una unidad de medida propia denominada lux (lx)”. (Martinez Dominguez, 2013, pág. 31)

Fórmula 6: Nivel de iluminación

$$\text{Nivel de iluminación} = E = \frac{\Phi}{S} = \text{lux}$$

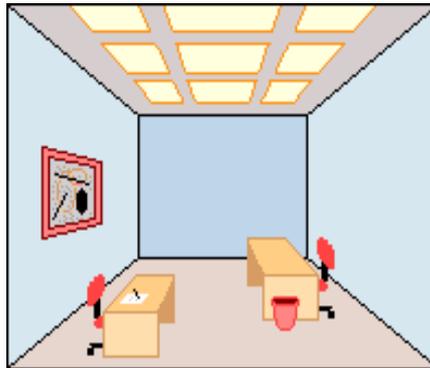
Tipo de alumbrado

El alumbrado se caracteriza por la concentración de luz para efectuar una tarea determinada.

Alumbrado general

Proporciona una iluminación uniforme sobre toda el área iluminada. Es un método de iluminación muy extendido. Se consigue distribuyendo las luminarias de forma regular por todo el techo del local. ((INSHT), 2015, pág. 27)

Gráfico 1: Alumbrado General

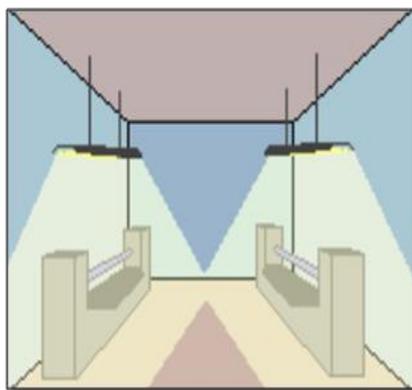


Fuente: Sistemas de iluminación-proyectos de alumbrado

Alumbrado localizado

Es un sistema donde proporciona un alumbrado directo en aquellas zonas donde necesita mayor nivel de iluminación.

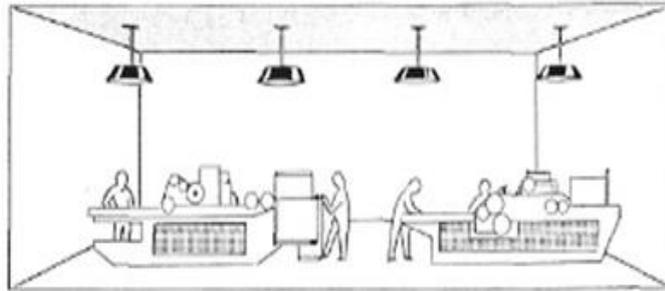
Gráfico2: Alumbrado Localizado



Fuente: Sistemas de iluminación-proyectos de alumbrado

Alumbrado general localizado

Proporciona una distribución general uniforme, teniendo mayor iluminación en las áreas de trabajo.

Gráfico 3: Alumbrado General Localizado

Fuente: Instalaciones eléctricas en media y baja tensión de Luis Sanz

Alumbrado individual

Se utiliza cuando se necesita un nivel alto de iluminación para una determinada área de trabajo, el flujo luminoso se dirige de manera directa objeto a iluminarse es tipo de alumbrado es manipulada individual.

Alumbrado suplementaria

La iluminación se ubica al sitio cercano al área de trabajo, en conjunto con la iluminación general o localizada.

Tipos de iluminación

Tabla 2: Definición de los sistemas de alumbrado

SISTEMA	FORMA TÍPICA DE LA ARMADURA	% DE LUZ DIRIGIDA AL TECHO	EFFECTOS DE LA ILUMINACIÓN
DIRECTO		0 A 10	Techo y paredes oscuras produce deslumbramiento
SEMIDIRECTO		10 A 40	Buen aprovechamiento de la luz. Aún existe algo de deslumbramiento.
UNIFORME		40 A 60	Ausencia de deslumbramiento. Sombras medianas.
SEMIINDIRECTO		60 A 90	Prácticamente excede de sombras y deslumbramiento.
INDIRECTO		90 A 100	Ausencia total de sombras y brillos molestos.

Fuente:(Martínez Domínguez, 2013, pág. 33)

Lámpara

Es un dispositivo que produce luz artificial mediante una energía eléctrica.

Tipos de lámparas

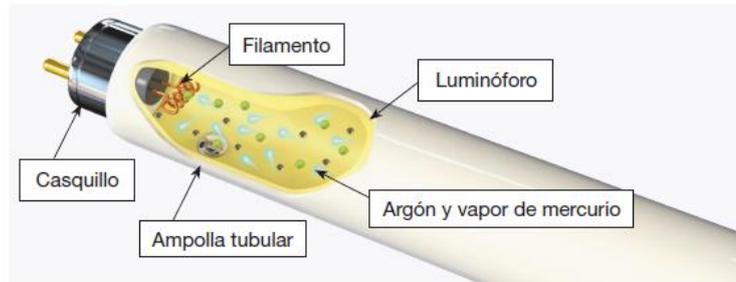
Se clasifican de diferentes tipos, nos referiremos a los tipos de lámparas en estudio.

Lámparas fluorescentes

Una lámpara fluorescente está formada por un tubo de vidrio, recubierto interiormente de una sustancia fluorescente y dos pequeños filamentos de tungsteno, recubiertos a su vez de óxidos de calcio, estroncio y bario generalmente, situados uno en cada extremo del tubo, tal como se ve en la figura. El tubo está relleno de un gas inerte, generalmente gas argón, conteniendo además una pequeña cantidad de vapor de mercurio, que es conductor; este al enfriarse puede aparecer en forma de pequeñas gotas. (Martínez Domínguez, 2013, pág. 40)

Este tipo de lámparas son muy beneficiosas para el uso cotidiano, por su elevada flujo luminoso y bajo consumo de energía, su principal inconveniente son los elementos que se encuentran en su interior, generando daños en el medio ambiente y salud de las personas.

Gráfico 4: Partes de una Bombilla incandescente



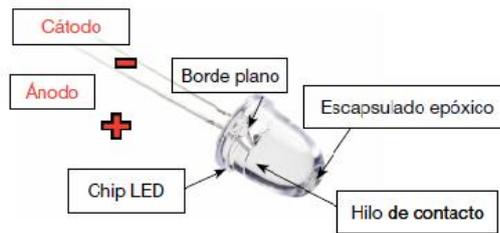
Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo. España

Lámparas LED

Tiene similares características de un diodo por lo que permite el paso de corriente en polarización directa y lo impide en polarización inversa.

Según el ((INSHT), 2015, pág. 24), LED son las siglas en inglés de “diodo emisor de luz” (*light emitting diode*). La tecnología LED actualmente está cobrando mayor peso pues parece que este tipo de tecnología supera en prestaciones al resto.

No es una tecnología nueva: el primer LED se desarrolló en el año 1927, si bien el LED blanco, que es el que se utiliza para el alumbrado, sí es relativamente moderno.

Gráfico 5: Partes lámpara LED

Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo. España

Entre las principales características que se puede investigar de estas lámparas son:

- No contiene cantidades de mercurio.
- Gran eficiencia energética.
- No emiten rayos UV.
- Bajo consumo de energía eléctrica.
- Gran durabilidad
- Encendido rápido.

Luminaria

Según (Martinez Dominguez, 2013), manifiesta lo siguiente:

Aparato que distribuye, filtra o transforma la luz emitida por una o varias lámparas, y que contiene por lo menos todos los accesorios para fijar, sostener y conectar al circuito de alimentación. Algunos tipos de luminarias, empleados en el alumbrado de exteriores, se denomina proyectores (págs. 34,35).

Reflector

Dispositivo que sirve para modificar el reparto espacial del flujo luminoso de una fuente de luz, utilizando esencialmente el fenómeno de reflexión.

Difusor

Dispositivo que sirve para modificar el reparto espacial del flujo luminoso de una fuente de luz, utilizando esencialmente el fenómeno de reflexión.

Pantalla

Dispositivo que sirve para modificar el reparto espacial del flujo luminoso de una fuente de luz, utilizando esencialmente el fenómeno de difusión.

Pantalla antideslumbrante

Protección parecida a la anterior, pero que impide la visión de las lámparas desde un ángulo determinado. Puede estar constituida por elementos translucidos u opacos.

Vidrio de protección

Parte de una luminaria destinada a protegerla contra la entrada de polvo, agua, vapores o gases, pero sin función óptica alguna.

Rejilla de protección

Elemento que protege una lámpara o luminaria mecánicamente, generalmente contra golpes y daños físicos.

Difusor de rejilla

Dispositivo que hace las veces de pantalla antideslumbrante y difusor, aumentando el confort visual.

Equipo de medición de iluminación

Tenemos el luxómetro, que tiene un sensor que recepta la intensidad de iluminación en un área determinada emitida por una fuente de luz, se puede medir a diferentes rangos de medidas utilizando la unidad lux o candelas, para realizar las mediciones se debe tener en cuenta lo siguiente:

Según (Mancera Fernandez, Mancera Ruiz, Mancera Ruiz, & Mancera Ruiz, 2012, pág. 237), la metodología para realizar mediciones se hace de acuerdo con la normativa adoptada en el país o por entidades de reconocida idoneidad.

Las mediciones se efectúan sobre los planos de trabajo y se considera la inclinación existente. Si no se cuenta con el plano de trabajo, se mide sobre un plano imaginario.

Gráfico 6: Luxómetro

Elaborado: Autor

Cálculo de iluminación interior

Según (Martinez Dominguez, 2013, pág. 56), para determinar el factor de iluminación debemos tener lo siguiente:

Coefficiente de reflexión

Estos valores se encuentran normalmente tabulados para los diferentes tipos de materiales, superficies y acabado. Si no disponemos de ellos, podemos tomarlos de la siguiente.

Tabla 3: Coeficiente de reflexión

Pintura/Color	Coef. derefle.	Material	Coef. derefle.
Blanco	0.70-0.85	Morteroclaro	0.35-0.55
Techoacústicoblanco	0.50-0.65	Morterooscuro	0.20-0.30
Gris claro	0.40-0.50	Hormigónclaro	0.30-0.50
Gris oscuro	0.10-0.20	Hormigónoscuro	0.15-0.25
Negro	0.03-0.07	Areniscaclara	0.30-0.40
Crema, Amarillo claro	0.50-0.75	Areniscaoscura	0.15-0.25
Marrónclaro	0.30-0.40	Ladrilloclaro	0.30-0.40
Marrónoscuro	0.10-0.20	Ladrillooscuro	0.15-0.25
Rosa	0.45-0.55	Mármolblanco	0.60-0.70
Rojoclaro	0.30-0.50	Granito	0.15-0.25
Rjooscuro	0.10-0.20	Madera clara	0.30-0.50
Verde claro	0.45-0.65	Madera oscura	0.10-0.25
Verde oscuro	0.10-0.20	Espejo de vidrioplateado	0.80-0.90
Azul claro	0.40-0.55	Aluminio mate	0.55-0.60

Fuente: Manual de luminotecnica cálculo método lumen

Nivel de iluminación requerida

Los niveles de la Norma Europea UNE 12464-1, representan los valores mínimos de la tarea visual, para una comodidad visual correcta.

Coefficiente de utilización (Cu)

Según (Garcia Fernandez, 2008), Determinar el factor de utilización (η ,CU) a partir del índice del local y los factores de reflexión. Estos valores se encuentran tabulados y los suministran los fabricantes.

Flujo luminoso total necesario

Tenemos la siguiente fórmula:

Fórmula 7: Flujo luminoso total

$$\Phi_T = \frac{E \cdot S}{\eta \cdot f_m}$$

Dónde:

- Φ_T es el flujo luminoso total.
- E es la iluminancia media deseada.
- S es la superficie del plano de trabajo.
- η es el factor de utilización.
- f_m es el factor de mantenimiento.

Número de luminarias

Se encuentra utilizando la siguiente fórmula:

Fórmula 8: Número de Luminarias

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

Dónde:

- N es el número de luminarias.
- Φ_T es el flujo luminoso total.
- Φ_L es el flujo luminoso de una lámpara.

- n es el número de lámparas por luminaria.

Fundamentación legal

Norma Europea UNE 12464-1

La Norma Europea de iluminación interior UNE 12464-1.

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

a) Confort visual; en el que los trabajadores tienen una sensación de bienestar, de un modo indirecto también contribuye a un elevado nivel de la productividad.

b) Prestaciones visuales; en el que los trabajadores son capaces de realizar sus tareas visuales, incluso en circunstancias difíciles y durante periodos más largos.

c) Seguridad.

Tabla 4: Establecimientos educativos norma europea UNE 12464-1

ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS					
Nº	Tipo de interior, tarea y actividad	Em lux	UGRL	Ra	Observaciones
Edificios educativos					
1	Aulas de prácticas y laboratorios	500	19	80	- tcp \geq 5.000 k
2	Talleres de enseñanza	500	19	80	- tcp \geq 5.000 k

Fuente: UNE 12464-1

Em: Iluminación mantenida.

UGRL: Limite de índice de deslumbramiento unificado.

Ra: Índice e rendimiento de colores.

Ergonomía Ambiental

Se encarga del estudio de condiciones físicos del medio ambiente, en su intervención con las personas como el ruido, iluminación, vibraciones.

Efectos de una mala iluminación en la salud

El ser humano tiene la capacidad de adaptación al entorno, pero el desempeño se puede ser afectado por la iluminación, pueden causar inconvenientes en la salud, en los centros educativos en donde existen laboratorios de maquinarias altamente peligrosas, se necesita el incremento del esfuerzo mental, provocando inconvenientes como bajo rendimiento y hasta accidentes de diferente tipo.

Según (Seguridad e higiene Industrial Gestion de riesgo, 2012, pág. 238), manifiesta:

Los efectos de las deficiencias lumínicas en el ser humano son:

- Cefalea.
- Problemas de concentración.
- Trastornos depresivos.
- Cansancio Visual.
- Fatiga Mental.
- Acentuación de vicios de refracción.
- Fenómeno estroboscopio.
- Deslumbramiento.
- Hábitos posturales nocivos.
- Dolor de cabeza.
- Estrés

Correctores para lugares con niveles de iluminación bajos

Existen factores externos que perjudican la iluminación interior, para obtener una iluminación adecuada se debe considerar varias alternativas que nos ayudaran a mejorar el nivel lumínico.

Según (Mancera Fernandez, Mancera Ruiz, Mancera Ruiz, & Mancera Ruiz, 2012, pág. 240), considera necesario:

- Limpiar ventanas y retirar los obstáculos que puedan impedir la entrada de rayos solares para aumentar la luz natural.
- Mantener paredes, techos, fuentes de luz (lámparas, difusores, reflectores, etc.), libres de polvo para evitar reducciones en los niveles de iluminación.
- Elegir colores claros para obtener mayor reflexión.

Método de cuadrilla (grilla)

Se utilizó este método de estudio para identificar el número total de mediciones en el interior del laboratorio. La base de esta técnica es la división del interior de varias áreas iguales cada una de ellas idealmente cuadradas, teniendo los datos del ancho, largo y altura del plano de trabajo a las luminarias para su determinación se utilizó la siguiente fórmula:

Fórmula 9: Método cuadrilla

$$I = \frac{\text{Largo} \cdot \text{Ancho}}{\text{Altura de montaje} \cdot (\text{Largo} + \text{Ancho})}$$

La relación mencionada se expresa de la siguiente forma: Número mínimo de puntos de medición: $(x+2)^2$

Donde x es el valor del índice del local.

Luego se procede a obtener el valor de la iluminación media (E media) total, con la siguiente fórmula:

Fórmula 10: Iluminación media

$$E_{\text{Media}} = \frac{\Sigma \text{valores medidos (Lux)}}{\text{cantidad de puntos medidos}}$$

Obtenida el valor (E media), se procede a la verificación según la uniformidad de iluminación que lo determina la norma europea UNE 12464.1.

Tabla 5: Uniformidad de Luminancia

ILUMINANCIA EN LA ZONA DE TAREA
≥ 750 lux
500 lux
300 lux
≤ 200 lux
Uniformidad: ≥ 0,7

Fuente: Norma europea UNE 12464.1

9. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

Hipótesis

¿Cómo incide el bajo nivel de iluminación en las actividades educativas en el laboratorio de mecanizado de Ingeniería Industrial?

10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Modalidad de la investigación

Investigación de campo

Se utilizó esta investigación, por las inspecciones visuales de los elementos que producen luz artificial dentro del laboratorio de mecanizado los tipos, elementos y sus principales características.

Investigación documental- bibliográfica

Este tipo de investigación permitió conocer, comparar, ampliar, profundizar diferentes conceptos y teorías de las causas y efectos del problema.

Proyecto factible

Se considera un proyecto factible porque pretende diagnosticar la realidad, mediante la evaluación del nivel de iluminación del laboratorio de mecanizado, conocer los niveles de luz artificial y natural reales y su influencia en la educación, realizar el planteamiento y la fundamentación teórica de una propuesta, los recursos para su ejecución, viabilidad de realización.

Tipos de investigación

Investigación descriptiva

Se utilizó este tipo de investigación para describir y analizar el ambiente interno del laboratorio de mecanizado de la carrera de Ingeniería Industrial, identificando las dimensiones del mismo, distribución de sus luminarias.

Investigación de campo

Se realizó en el laboratorio de mecanizado de ingeniería industrial, la investigación permitió establecer el contacto con estudiantes y profesores en fin de conocer la realidad existente.

Investigación aplicada

Se realizó para solucionar los problemas generados por los bajos niveles de iluminación, mediante la búsqueda de hallazgos tecnológicos para su solución.

Técnicas de investigación

Observación

Utilizada para poder conocerlos distintos comportamientos del nivel de iluminación, durante el transcurso de la mañana, tarde y noche para determinar los bajos niveles de iluminación en el laboratorio de mecanizado de ingeniería Industrial.

En el laboratorio de mecanizado de Ingeniería Industrial, las lámparas se utilizan dos marcas Sylvania y Narva, teniendo las mismas características y color de iluminación blanco, también se logró apreciar que algunas luminarias se encuentran con falta de mantenimiento, y lámparas quemadas. La luz natural tiene un limitado exceso teniendo un nivel muy bajo por la ubicación del laboratorio en estudio, mediante los sondeos de opinión a los estudiantes y docentes se puede concluir que las prácticas educativas entorno al nivel de iluminación.

- Mañana: Fácil.
- Tarde: Normal.
- Noche: Regular.

Problemas de iluminación en el laboratorio de mecanizado de Ingeniería Industrial

Al realizar un recorrido por el laboratorio de mecanizado de Ingeniería Industrial. Se encontró con los siguientes problemas.

- Mínimo nivel de mantenimiento de lámparas.
- Bajo nivel de flujo luminoso de lámparas.
- Luminarias en mal estado.
- Mayor esfuerzo visual en el uso de maquinarias.
- Mínimo ingreso de radiaciones de luz natural.

- Deslumbramientos.
- Bajo nivel de luz natural.
- Equipo y maquinaria rotativa altamente peligrosa.
- La iluminación instalada no corresponde a las condiciones de laboratorios educativos.
- Existe poco o ningún mantenimiento periódico programado, con limpieza incluida.
- No se utiliza lámparas individuales de luz localizada.
- No se garantiza la iluminación continua de los sitios que implican riesgos para la vida de las personas.

Mediciones realizadas

Para realizar las mediciones se realizó en las peores condiciones de luz natural, es por ello que se ejecutó la evaluación en un día nublado se pudo diagnosticar una iluminación natural deficiente. Se efectuó en horario matutino, vespertino y nocturno, por motivo que en el transcurso del día se tiene actividades educativas en el interior del laboratorio.

Tabla 6: Datos de medición

DATOS DE LAS MEDICIONES			
Equipo utilizado	Luxómetro :Digisense 20250-0Serie: -140111581		
Metodología utilizada	Método de Grilla o Cuadrícula		
Fecha de medición	Miércoles 01 de Febrero del 2017	Hora inicio	8:00h00
		Hora finalización	22:00h00
Condiciones atmosféricas	Parcialmente nublado temperatura mínima 10°C máxima 19°C.		
Observaciones	Las mediciones se ejecutó en una área de 160,115m ² , el laboratorio totalmente vacío, para evitar deslumbramientos.		

Elaborado: Autor

Medición Matutina (Mañana)**Datos:**

Largo: 15,50

Ancho: 10,33

Altura de montaje de luminarias sobre el plano de trabajo: 2,79.

Método de cuadrícula o grilla:

$$I = \frac{\text{Largo} * \text{Ancho}}{\text{Altura de montaje} * (\text{Largo} + \text{Ancho})}$$

$$I = 15,50 * 10,33 / 2,79 * (15,50 + 10,33)$$

$$I = 2,22$$

$$(X+2)^2=16$$

Se obtiene la iluminancia media (E Media), que es promedio de los valores obtenidos en la medición.

$$E(\text{media}) = (185 + 190 + 190 + 192 + 139 + 236 + 250 + 224 + 179 + 194 + 196 + 206 + 142 + 158 + 200 + 146) / 16$$

E media = 189,18 lux

Tabla 7: Evaluación iluminación matutina

Evaluación matutina				
Nº	Fila 1	Fila 2	Fila 3	Fila 4
1	185	139	179	142
2	190	236	194	158
3	190	250	196	200
4	192	224	206	146
Total	757	849	775	646
Valor Total Medio LUX		189,1875Mínima		

Elaborado: Autor

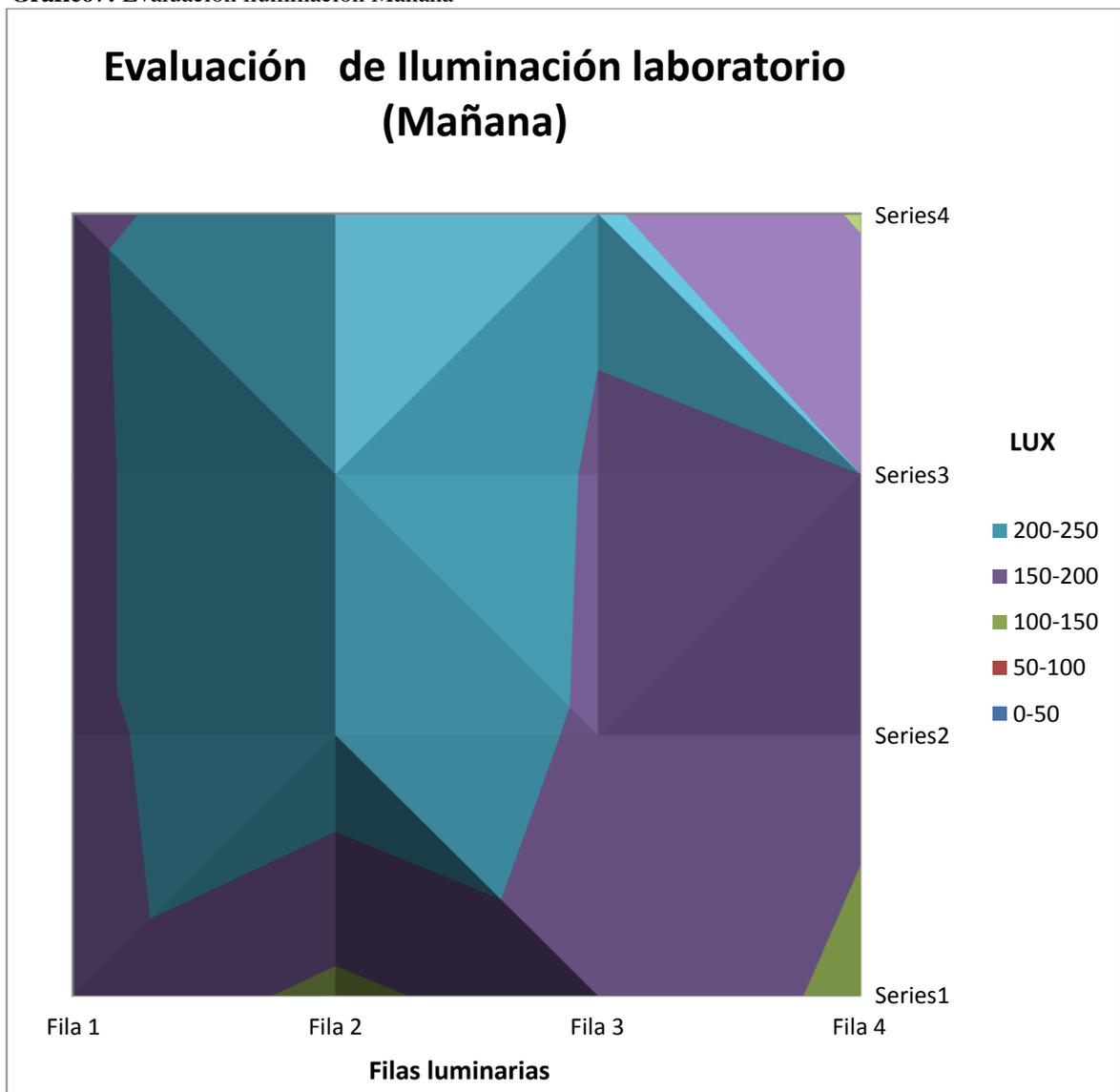
Se obtuvo el resultado de la iluminación media ($E=media$) que es 189,18Lux, al comparar con la norma europea sobre iluminación para interiores UNE 12464-1, de establecimientos educativos en Aula de prácticas y laboratorios donde exige el valor mínimo de iluminación de 500lux por lo que no cumple con la norma. Se procede a verificar la uniformidad de la luminancia según la norma europea UNE 12464-1, es de 0,7% que es la relación entre $E_{media}/E_{mínima}$ de la norma, la uniformidad por debajo del 0,65% son considerados como malos.

$$U = (189,18/500) \text{ lux} = 0,37\%$$

$$0,7 \geq 0,37$$

Los resultados indican que la uniformidad no se ajusta a la norma utilizada.

Gráfico7: Evaluación iluminación Mañana



Elaborado: Autor

Medición Vespertina (Tarde)

Datos:

Método cuadrícula o grilla

Largo: 15,50

Ancho: 10,33

Altura de montaje de luminarias sobre el plano de trabajo: 2,79

$$I = \frac{\text{Largo} * \text{Ancho}}{\text{Altura de montaje} * (\text{Largo} + \text{Ancho})}$$

$$I = 15,50 * 10,33 / 2,79 * (15,50 + 10,33)$$

$$I = 2,22$$

$$(X+2)^2=16$$

Se obtiene la iluminancia media (E Media), que es promedio de los valores obtenidos en la medición.

$$E_{media} = (191+181+181+160+133+145+141+140+166+177+211+177+174+201+176+176) / 16$$

/16

$$E_{media} = 167,87 \text{ lux}$$

Tabla 8: Evaluación iluminación Vespertina

Evaluación Vespertina				
Nº	Fila 1	Fila 2	Fila 3	Fila 4
1	191	133	166	134
2	181	145	176	201
3	181	141	211	176
4	160	140	177	173
Total	713	559	730	684
Valor Total Medio	167,875Mínima			
LUX				

Elaborado: Autor

Se obtuvo el resultado de la iluminación media (E=media) que es 189,18Lux, al comparar con la norma europea sobre iluminación para interiores UNE 12464-1, de establecimientos

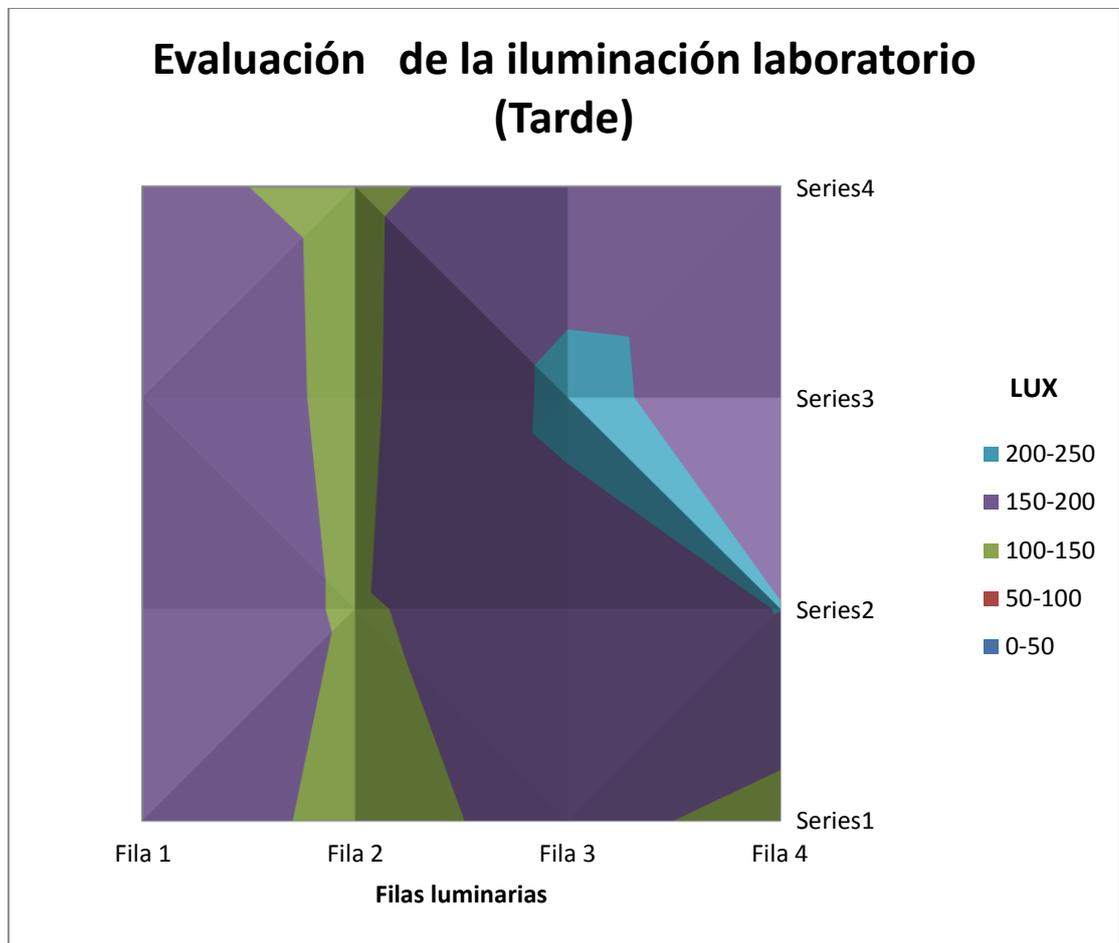
educativos en Aula de prácticas y laboratorios donde exige el valor mínimo de iluminación de 500lux por lo que no cumple con la norma. Se procede a verificar la uniformidad de la luminancia según la norma europea UNE 12464-1, es de 0,7% que es la relación entre $E_{media}/E_{mínima}$ de la norma, la uniformidad por debajo del 0,65% son considerados como malos.

$$U = 167,37 / 500 \text{ lux} = 0,337\%$$

$$0,7 \geq 0,33$$

Los resultados indican que la uniformidad no se ajusta a la norma utilizada.

Gráfico8: Evaluación iluminación tarde



Elaborado: Autor

Medición Nocturna (Noche)

Datos:

Método cuadrícula o grilla

Largo: 15,50

Ancho: 10,33

Altura de montaje de luminarias sobre el plano de trabajo: 2,79

$$I = \frac{\text{Largo} * \text{Ancho}}{\text{Altura de montaje} * (\text{Largo} + \text{Ancho})}$$

$$I = 15,50 * 10,33 / 2,79 * (15,50 + 10,33)$$

$$I = 2,22$$

$$(X+2)^2=16$$

Se obtiene la iluminancia media (E Media), que es promedio de los valores obtenidos en la medición.

$$E_{media} = (179 + 148 + 130 + 131 + 126 + 157 + 167 + 93 + 126 + 147,3 + 170,5 + 151,2 + 111 + 124 + 116 + 96) / 6$$

$$E_{media} = 167,87 \text{ lux}$$

Tabla 9: Evaluación iluminación Nocturna

Evaluación Nocturna				
Nº	Fila 1	Fila 2	Fila 3	Fila 4
1	179	126	126	111
2	148	157	147,3	124
3	130	167	170,5	116
4	131	93	151,2	96
Total	588	543	595	447
Valor total medio		135,8125Mínima		
Lux				

Elaborado: Autor

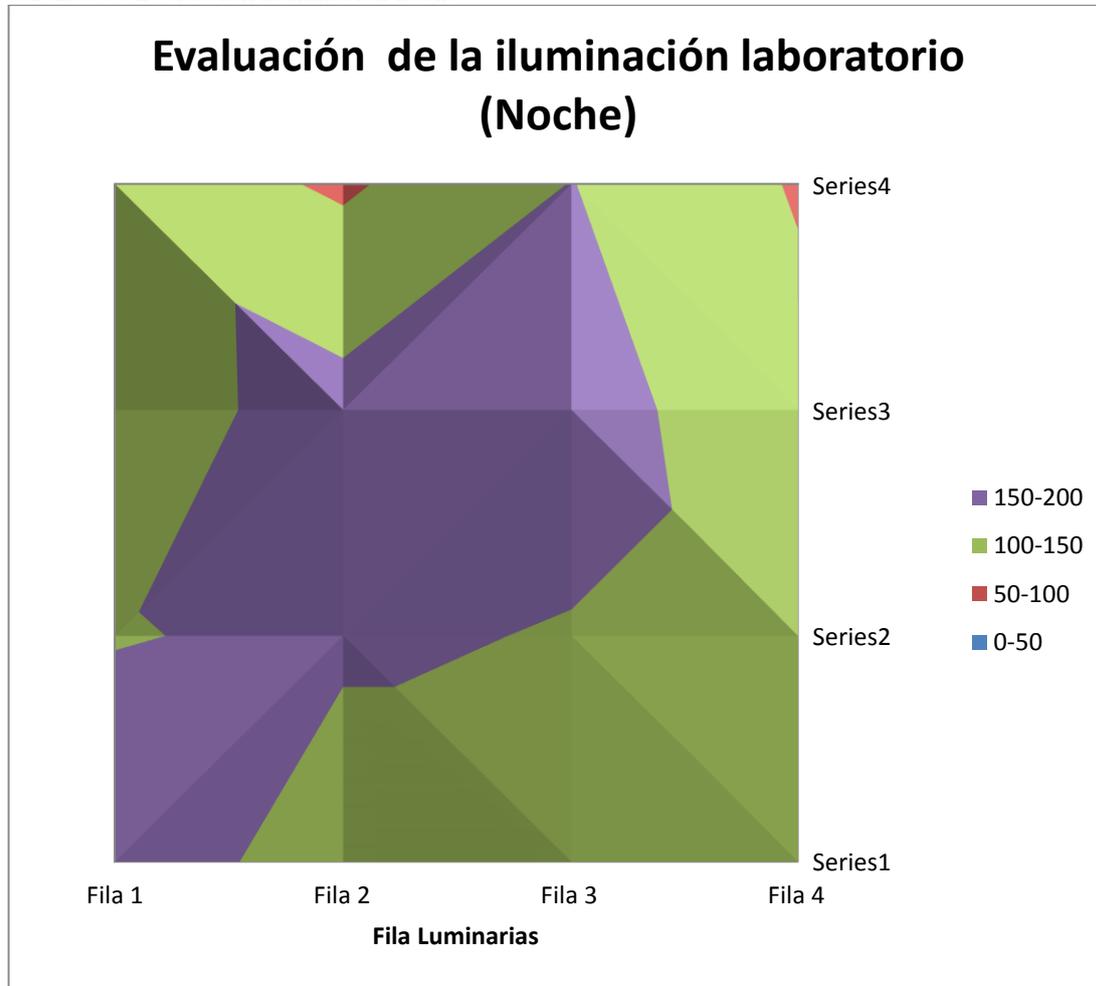
Se obtuvo el resultado de la iluminación media (E=media) que es 189,18Lux, al comparar con la norma europea sobre iluminación para interiores UNE 12464-1, de establecimientos educativos en Aula de prácticas y laboratorios donde exige el valor mínimo de iluminación de 500lux por lo que no cumple con la norma. Se procede a verificar la uniformidad de la luminancia según la norma europea UNE 12464-1, es de 0,7% que es la relación entre E media/E mínima de la norma, la uniformidad por debajo del 0,65% son considerados como malos.

$$U = 135,81/500 \text{ Lux} = 0,37\%$$

$$0,7 \geq 0,27$$

Los resultados indican que la uniformidad no se ajusta a la norma utilizada.

Gráfico 9: Evaluación iluminación noche



Elaborado: Autor

Iluminación total medio

Los resultados de los niveles de iluminación es en la mañana 189.18 lux, en la tarde 167.87lux y en la noche 135.81lux, el nivel medio total es de 164.29lux, demuestran que no cumplen con la Norma Europea de iluminación para centros educativos UNE-EN 12464-1 que es de 500lux, provocando un deficiente sistema de iluminación.

11. DESARROLLO DE LA PROPUESTA (ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS)

Estudio Técnico del sistema de iluminación

Se ha realizado la inspección del sistema lumínico que se encuentran en el interior del laboratorio de mecanizado, se define las siguientes características.

Tabla 10: Características del sistema de iluminación

Características del Sistema de Iluminación	
Tipo de lámpara	Tubo fluorescente
Color lámpara	Blanco
Voltaje	120
Cantidad de luminarias	78
Cantidad de lámparas	26
Tipo de iluminación	General
Tipo de alumbrado	Directo
Tipo de base	Anclada

Elaborado: Autor

Tabla 11: Tipos y características de lámparas actuales

TIPOS Y CARACTERÍSTICAS DE LUMINARIAS ACTUALES								
MARCA	VIDA UTIL	DESCRIPCIÓN	LÁMPARA NOMINAL				GRUPO IRC	FLUJO LUMINOSO
			WATTS	VOLTAJE	CORRIENTE	DIMENSIÓN		
SYLVANIA	6000hr	F017W/605K	17	120V	0.265A	600mm	65	950lm
NARVA	5000hr	F17T8/D	17	120V	0.265A	600mm	65	950lm

Elaborado: Autor

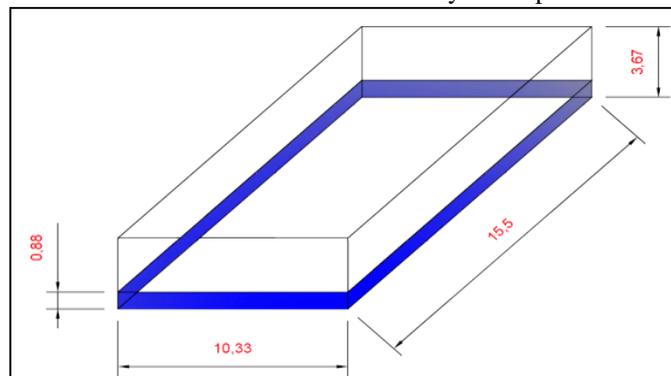
Cálculo flujo luminoso total necesario

Tabla 12: Dimensiones del laboratorio

Datos	Denominación (m)	
Ancho	a	10,33
Largo	b	15,5
Altura del laboratorio	h'	3,67
Plano de trabajo	d	0,88

Elaborado: Autor

Gráfico10: Dimensiones del laboratorio y altura plano de trabajo



Elaborado: Autor

Nivel de luminancia Media

La norma UNE 12464-1, de establecimientos educativos manifiestan la iluminación media para adultos es de 500lux.

Tipo de lámpara actual

Contiene tres luminarias en el interior y posee una dimensión de 62cm x 62 cm.

Gráfico 11: Lámpara actual



Fuente: Laboratorio de Mecanizado

Características luminaria actual

Tabla 13: Características luminaria actual

Características de Lámparas		
Total Luminaria por lámpara	3	
Voltaje	120	
Flujo luminoso	456,32lumen	
Frecuencia	50/60Hz	
Marcas	Maviju-Osram	
Tipos de luminarias permitidas	F32w T8 lamps 1,55 A	
	F25w T8 lamps 1,22 A	
	F17w T8 lamps 0,83 A	
Temperatura de funcionamiento	Max	Min
	75°C	0°C

Elaborado: Autor

Altura de Suspensión de lámparas

Las luminarias se encuentran suspendidas en el techo de estilo raso, de color blanco.

El plano de trabajo se consideró las mesas, la altura de trabajo de todas las maquinarias teniendo un plano de trabajo medio de 0,88 m.

Gráfico12: Altura de lámparas



Elaborado: Autor

Cálculo del índice del local (k)

Se calcula mediante la geometría del local.

Datos:

a = ancho (en m) = 10,33

b = largo (en m) = 15,50m

h = alto (en m) = 3.67-0,88=2,79 m

El valor está dado por la siguiente fórmula locales cerrados:

$$K = \frac{axb}{h(a+b)}$$

$$K = \frac{10,33 \times 15,50}{2,79(10,33+15,50)}$$

K= 2, 22

Cálculo coeficiente de reflexión

Para determinar el factor de reflexión se inspecciono el acabado de piso, paredes y techo basándonos en las tablas tabuladas tenemos un valor de teniendo un valor de pared de 0,3, techo 0,3, y suelo 0,3.

Cálculo coeficiente de utilización

Para calcular e coeficiente de utilización nos basamos en la tabla tabulada internacionalmente, tomando en cuenta el valor del índice del local (k)=2,22, el coeficiente de reflexión de pared =0,5, techo= 0,5, y suelo =0.2

Tabla 14: Coeficiente de utilización

LUMINARIAS DE DISTRIBUCION						
TECHO	70%		50%		30%	0%
PARED	50%	30%	50%	30%	30%	0%
PISO	20%				0%	
K						
0.60	34	34	38	34	34	30
0.80	40	41	44	41	40	37
1.00	46	46	49	46	45	42
1.25	52	51	53	50	50	47
1.50	56	54	56	53	53	50
2.00	60	59	60	58	57	54
2.50	64	62	62	61	60	57
3.00	67	63	64	62	62	59
4.00	69	65	65	64	63	61
5.00	72	66	66	65	64	62

Fuente: Adaptado de manual de luminotecnía Sylvania.

El coeficiente de utilización es igual a **0,58**.

Cálculo factor de mantenimiento

Consiste en el nivel de mantenimiento que se tiene en las luminarias.

Tabla 15: Coeficiente de mantenimiento

AMBIENTE	COEFICIENTE DE MANTENIMIENTO (fm)
Limpio	0,8
Sucio	0,6

Fuente: Adaptado Manual de luminotecnia Sylvania

Los laboratorios de educación se deben considerar locales limpios, libres de polvos y que no incidan en el nivel de iluminación se considera 0,8%. Pero el laboratorio de Mecanizado se encuentra en un estado sucio por los procesos que se realiza.

Cálculo Flujo luminoso q se necesita.

Datos:

Φ_T = Flujo total que necesita en el laboratorio

$E = 500$ lux requeridos por la norma

$S = 160,115\text{m}^2$

$n = 0.58$

$f_m = 0.6$

$$\Phi_T = \frac{E \cdot S}{\eta \cdot f_m}$$

$$\Phi_T = 500 * 160,115\text{m}^2 / 0,60 * 0,8$$

$$\Phi_T = 230050.3\text{lumenes}$$

El flujo total que se necesita en el laboratorio es 230050.3lumenes

Número de luminarias para alcanzar el nivel adecuado.

Datos:

Φ_{NL} = Número de luminarias

$$\phi_T = 230050.31 \text{ lm}$$

ϕ_L = Flujo luminoso de una lámpara fluorescente = 950 lm

n = Número de luminarias que tiene una lámpara (3 unidades)

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

$$N = 230050.31 \text{ lm} / 3 \cdot 950 \text{ lm}$$

$$N = 80,71/3$$

$$N = 26,90$$

Se tendría que utilizar 27 lámparas para alcanzar el flujo luminoso estimado.

Datos del estado actual del sistema de iluminación del Laboratorio de mecanizado

Utilizando las técnicas metodológicas se realizó un diagnóstico del bajo nivel de iluminación en el interior del laboratorio de mecanizado de los elementos que emiten luz artificial y natural, obteniendo los siguientes datos:

Tabla 16: Estado actual iluminación

ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN		
Ubicación: Laboratorio de Mecanizado	Fecha: 04/02/2017	Responsable: López Porras Alex Bladimir
Localidad: Campus San Felipe Universidad Técnica de Cotopaxi		
DATOS DEL SISTEMA		
Luminarias		
Número total	Quemadas	En funcionamiento
78	6	72
Lámparas		
Número total	En buen estado	Mal estado
26	24	2
Observaciones		
Los elementos de iluminación se encuentran con falta de mantenimiento, completamente llenas de polvo, las ventadas de ingreso de luz natural completamente sucias y con obstáculos en los alrededores.		

Elaborado: Autor

Propuesta del sistema de iluminación mediante remplazo de luminarias

La propuesta de mejoramiento lumínico, se basa en el cambio de luminarias en el interior del Laboratorio con luminarias que existentes en el mercado local, que garantice el mejoramiento y cumplimiento de la norma establecidas de iluminación interior para Centros educativos UNE 12464-1. Que permita eliminar las sus incidencias en la salud de las personas, y las molestias y quejas de estudiantes y docentes. Lo cual se considera dos tipos de Luminarias existentes en el mercado local. La lámparas es de tipo LED de tubo T8 de 600mm el valor de lúmenes es 1250 lm.

Marca de la luminarias LED Propuestas

1.- Marca Sylvania

Especificaciones: Toledo Superia T8 10w 865 60cm-18w

Potencia (watt): 10

Costos Estimados: 25,63 dólares americanos/unidad

2.-Marca Philips

Especificaciones: LED tube HF 600mm 10,5w 865 T8 (MASTER)

Potencia (watt): 10,5

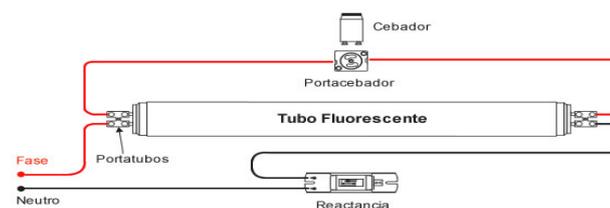
Costos Estimados: 21,33 dólares americanos/unidad

Pasos para sustituir los tubos fluorescentes por los tubos LED

La conexión de estás lámparas requiere rehacer el cableado de la lámpara fluorescente de la siguiente forma: Se elimina la reactancia, y el cebador, y se enchufa directamente los dos cables de red eléctrica a los dos puntos de un extremo del tubo.

1.- Apagar el equipo, estar seguros y comprobar que no llegue corriente al equipo.

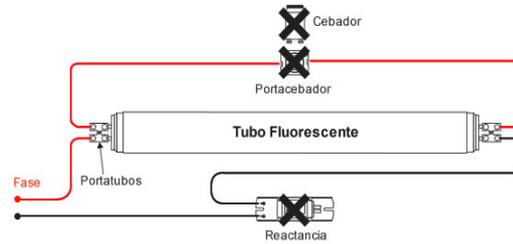
Gráfico13: Pasos para funcionamiento luz LED



Fuente:Catalogo -LED Sylvania.com

2.- Quitar el tubo fluorescente, anular la reactancia y el cebador.

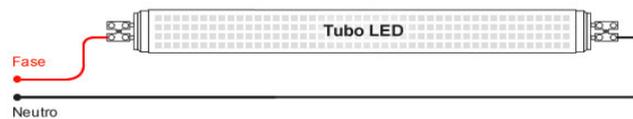
Gráfico14: Pasos para funcionamiento luz LED



Fuente:Catalogo -LED Sylvania.com

3.- Conectar la FASE a un extremo del portalámparas y el NEUTRO al otro extremo del portalámparas.

Gráfico15: Pasos para funcionamiento Luz LED



Fuente:Catalogo -LED Sylvania.com

4. – Comprobar que se enciende.

Cálculo flujo luminoso total necesario que se necesita sistema LED

Datos:

Φ_T = Flujo total que necesita en el aula

E = 500 lux requeridos por la norma

S = 160,115m²

n= 0.58

f_m= 0.6 Ambiente sucio

$$\Phi_T = \frac{E \cdot S}{\eta \cdot f_m}$$

Φ_T = 230050.3lm

Número de luminarias que se necesita para lograr el nivel adecuado

Datos:

Φ_{NL} = Número de luminarias

Φ_T = 230050.3lm

Φ_L = flujo luminoso de una luminaria LED = 1250lm

n = Número de luminarias que tiene la lámpara (3 unidades)

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

N = 230050.3lm / 3 * 1250

NL = 61,34/3

NL = 20,44

Se necesita 21 Lámparas para alcanzar los niveles que exige la norma UNE 12464-1, de iluminación interior

Distribución de luminarias

Datos:

N total = 20,44

a = Ancho laboratorio = 10,33m

$$N_{\text{ancho}} = \sqrt{\frac{N_{\text{total}} * a}{b}}$$

b = Largo laboratorio = 15,50m

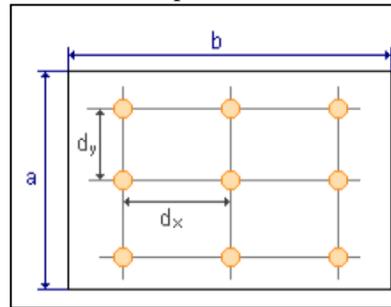
N ancho = 3,69m

$$N_{\text{largo}} = N_{\text{ancho}} * \left(\frac{b}{a}\right)$$

N ancho = 3,69 = dx

N largo = 3,69 * (15,50/10,33)

N largo = 5,54 = dy

Gráfico16: Emplazamiento de luminarias

Fuente: Manual de luminotecnia

El número total de luminarias calculado es de 20,44 que cumple con la norma de 500lux, para la distribución y sin afectar el cálculo de. La distancia máxima de separación entre luminarias dependerá de la altura de las luminarias sobre el plano de trabajo.

Tabla 17: Relación entre la altura del local y la distancia máxima entre luminarias

TIPO DE LUMINARIA	ALTURA DEL LOCAL	DISTANCIA ENTRE LUMINARIAS
Intensiva	> 10 m	$e \leq 1.2 h$
Extensiva	6 - 10 m	$e \leq 1.5 h$
Semi extensiva	4 - 6 m	
Extensiva	$\leq 4 m$	$e \leq 1.6 h$

Fuente: Manual de luminotecnia

Se tiene una luminaria extensiva y una altura del local de 2,79m por lo tanto.

$$e \leq 1.6 h$$

$$e = 2.79m (1.6) = 4,46 \text{ metros}$$

Comprobación de resultados iluminación media

$$E_m = \frac{NL * n * \Phi L * C_u * C_m}{S} \geq E \text{ tablas}$$

$$E_m = 61,34 \times 3 \times 1250 \times 0,58 \times 0,6 / 160,115$$

$$E_m = 499,94 \text{ lux} \geq 500 \text{ lux}$$

Los resultados obtenidos dan un valor de iluminación media cumplen con la norma de iluminación interior UNE 1246-1 para establecimientos educativos en laboratorios y talleres. Con la aplicación de esta tecnología en iluminación es relativamente reciente y tiene

como ventajas que trabaja a baja tensión, a temperaturas extremas inclusive, produce muy poco calor, tiene una vida útil superior y no contiene sustancias que causen daños en la salud. Antes de comprar tubos LED, hay que tener en cuenta, la relación calidad-precio, para poder adquirir un tubo de garantía.

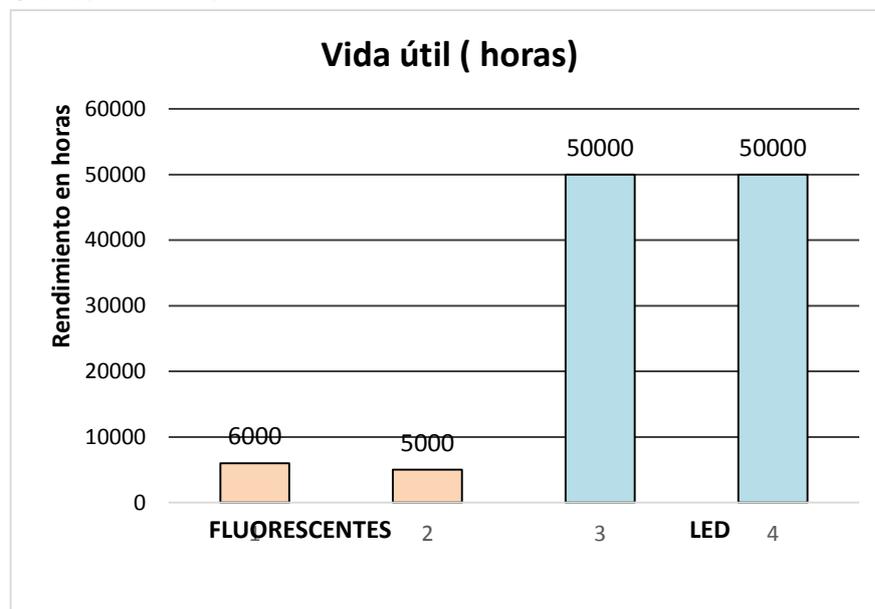
Características Técnicas de luminarias

Tabla 18: Especificaciones Técnicas Luminarias

TIPO DE LUMINARIA	ACTUAL		PROPUESTA	
	Marca	Sylvania	Narva	Sylvania
Especificaciones	F017W/6 5K	F17T8	Toledo Superia T8 10w 865 60cm-18w	LEDtube HF 600mm 10.5W 865 T8 (MASTER)
Número total para 500lux	81	81	61,32	61,32
Longitud	600mm	600mm	600mm	600mm
Flujo luminoso	950	950	1250	1250
Potencia watt	17	17	10	10,5
Energía consumida(kW día)	19,278	19,278	8,585	9,014
Energía consumida (KW mes)	385,56	385,56	171,696	180,2808
Contenido de mercurio(Hg)	Si	Si	No	No
Rendimiento en horas	6000	5000	50000	50000
Retardo al encender	Si	Si	No	No
Reproducción cromática(IRC)	65	65	89	89
Eficiencia Luminosa	55	55	100	100
Impacto ambiental	Medio	Medio	Bajo	Bajo

Elaborado: Autor

Gráfico 17: Vida Útil en Horas



Elaborado: Autor

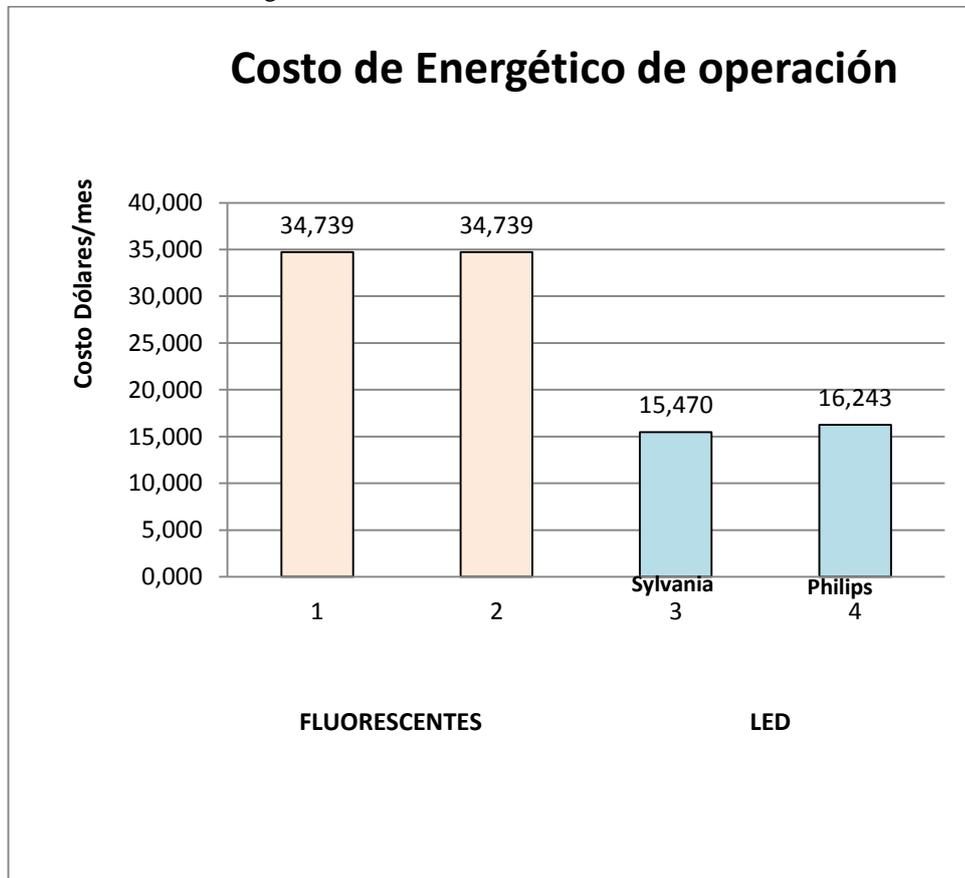
Análisis costo beneficio

Tabla 19: Análisis costo beneficio

ANÁLISIS COSTO BENEFICIO LUMINARIAS				
TIPO DE LUMINARIA	ACTUAL		PROPUESTA	
Marca	Sylvania	Narva	Sylvania	Philips
Especificaciones	F017W/6 5K	F17T8	Toledo Superia T8 10w 865 60cm-18w	LEDtube HF 600mm 10.5W 865 T8 (MASTER)
Costo Dólares por tubo	1,75	1,63	25,63	21,33
Inversión Total	141,75	132,03	1571,632	1307,956
Costo de Energía Consumida (Tiempo Máximo de funcionamiento 14 Horas)				
Inversión Total Dólares/ mes	34,739	34,739	15,470	16,243
Inversión Total Dólares/año	416,867	416,867	185,638	194,920

Elaborado: Autor

Gráfico 18: Costo energético



Elaborado: Autor

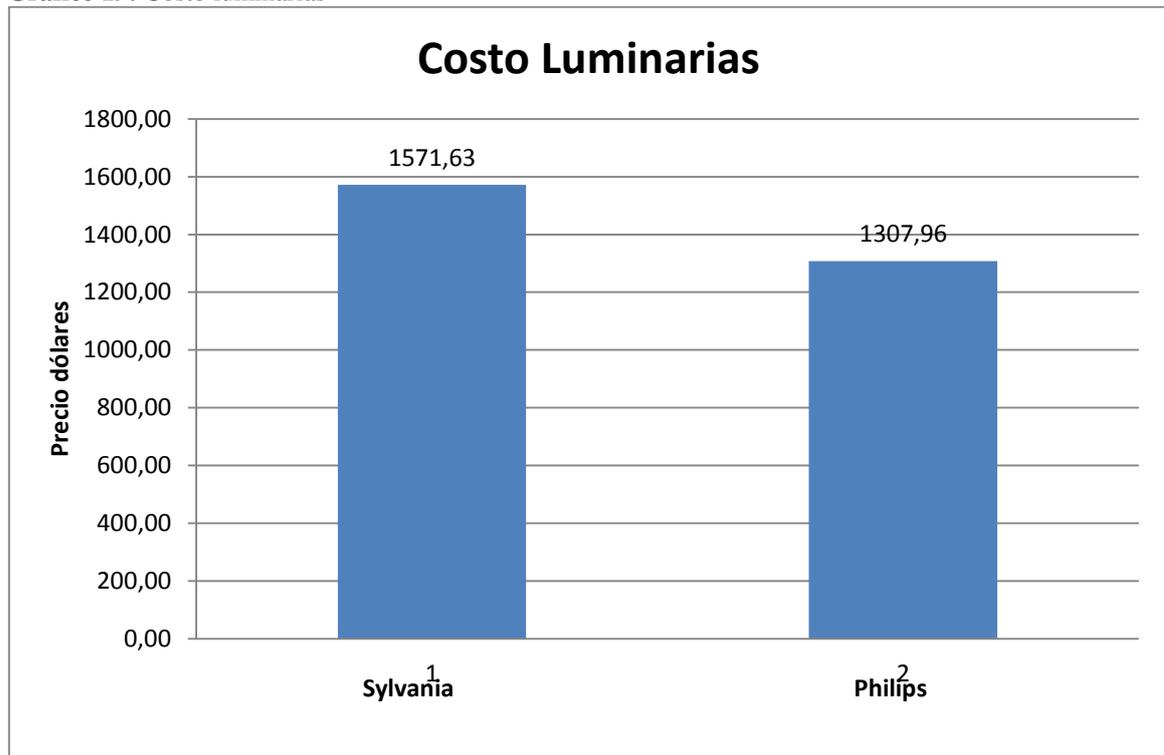
12. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO

Tabla 20: Costo de precio de luminarias

COSTOS LUMINARIAS LED T8 600mm					
Marca	Especificaciones	Costo Dólares(\$)/unidad	Luminarias necesarias	Luminarias en cada lámpara(3)	Costo total Dólares \$
1.Sylvania	Toledo Superia T8 10w 865 60cm-18w	25,63	20,44	61,32	1571,63
2.Philips	Philips LEDtube HF 600mm 10.5W 865 T8 (MASTER)	21,33	20,44	61,32	1307,96

Elaborado: Autor

Gráfico 19: Costo luminarias



Elaborado: Autor

Los resultados nos enfocan los precios totales para la implementación de las luminarias, de la marca Sylvania es de 1571,63\$ Dólares y de la marca Philips es de 1307,96\$ Dólares. Las luminarias especificadas están en el mercado local, tienen diferente característica y calidad.

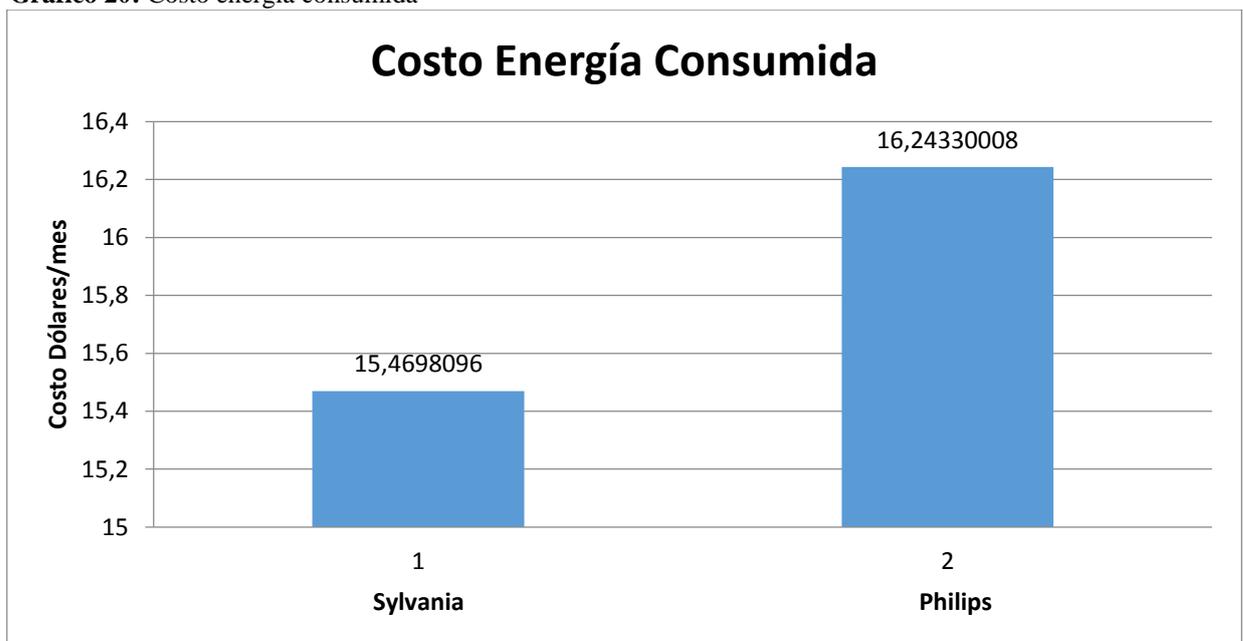
Costo consumo energético

Tabla 21: Consumo energético

Marca	Especificaciones	Potencia watt	de luminari	Potencia Total	Horas de uso diario	Energía consumida	Kw día	kwmes	costo dólares/mes
1.Sylvania	Toledo Superia T8 10w 865 60cm-18w	10	61.3	613.2	14	8584.8	8.6	171.7	15.4698
2.Philips	Philips LED tube HF 600mm 10.5W 865 T8 (MASTER)	10.5	61.3	643.86	14	9014	9	180.28	16.2433

Elaborado: Autor

Gráfico 20: Costo energía consumida



Elaborado: Autor

Comprobación de la Hipótesis

Mediante las mediciones realizadas se puede comprobar que el nivel de iluminación mínimo total es de 164.29lux en el interior del Laboratorio de Mecanizado, pudiendo probar que no cumple con la norma internacional de iluminación de interiores UNE-EN 12464-1, para centros educativos de laboratorios y talleres igual a 500lux, afectando en las actividades educativas por el débil nivel lumínico pudiendo originar fatiga ocular, cansancio, dolor de cabeza, estrés y accidentes, afectando en el desempeño educativo al no tener un confort visual adecuado.

13. CONCLUSIONES

- Los resultados de los niveles de iluminación son, en la mañana 189.18 lux, en la tarde 167.87lux y en la noche 135.81lux, el nivel medio total es de 164.29lux.
- Los niveles de iluminación demuestran que no cumplen con la Norma Europea de iluminación para centros educativos UNE-EN 12464-1 para laboratorio y talleres que es de 500lux.
- Las luminarias LED es una mejor alternativa para el laboratorio de Mecanizado, tiene mayor número de lúmenes por lámpara que es de 1250 lúmenes y garantiza alta calidad.
- El costo para la implementación de luminarias LED es de 1571,63\$ dólares de la marca Sylvania y de 1307,96\$ dólares de la marca Philips.
- El costo energético de las luminarias nos dan un valor total mensual para marca Sylvania es de 19,88 \$Dólares y para la marca Philips es de 20,88\$ Dólares en el gasto energético.

14. RECOMENDACIONES

- Implementar el sistema de iluminación de luminarias LED para el cumplimiento con los estándares adecuados.
- Mejorar la limpieza de Luminarias y lámparas del Laboratorio de Mecanizado.
- Reemplazar el tipo de luminarias existentes por una alternativa altamente eficiente que no contiene sustancias que afecten a la salud visual de las personas.

15. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (INSHT), I. N. (Diciembre de 2015). Iluminación en puestos de trabajo. Criterios para acondicionamiento de los puestos. Recuperado de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/Iluminacion%20en%20el%20puesto%20de%20trabajo.pdf>
- Cotopaxi Noticias. (17 de Agosto de 2011). 3 fábricas de lácteos fueron cerradas ‘por incumplir la ley’. Obtenido de [cotopaxinoticias.com: http://www.cotopaxinoticias.com/seccion.aspx?sid=11&nid=4310](http://www.cotopaxinoticias.com/seccion.aspx?sid=11&nid=4310)
- DIARIO, E. (13 de JULIO de 2015). LABORATORIOS DEBEN ESPECIALIZARSE. pág. 20.
- Ecuador, E. d. (10 de julio de 2015). Laboratorios. pág. 22.
- Garcia Fernandez, J. (Octubre de 2008). recursos.citcea.upc.edu. Recuperado el 23 de Enero de 2007, de luminotecnia iluminacion de interiores: <http://recursos.citcea.upc.edu/llum/interior/iluint2.html>
- Gonzales Maestre, D. (2012). Ergonomia y psicología. España: Fund confemetal. [iluint2.html](http://recursos.citcea.upc.edu/llum/interior/iluint2.html). (2012). recursos.citcea.upc.edu. Obtenido de luminotecnia iluminacion interiores: <http://recursos.citcea.upc.edu/llum/interior/iluint2.html>
- Leon, A. J. (2012). Luminotecnia. Mexico: alfaomega.
- Mancera Fernandez, M., Mancera Ruiz, M. T., Mancera Ruiz, M. R., & Mancera Ruiz, J. R. (2012). Seguridad e higiene Industrial Gestion de riesgo. Mexico: alfaomega.
- Martinez Dominguez, F. (2013). En F. Martinez Dominguez, Instalaciones electricas de alumbrado e industriales. Mexico: Parainfo.
- Rodriguez, P. (17 de julio de 2014). elnacional.com.do. Recuperado de <http://elnacional.com.do/efectos-de-la-iluminacion-inadecuada-en-la-salud/>

16. ANEXOS

ANEXOS

ANEXO 1: DATOS PERSONALES DEL TUTOR

Nombre: Cristian Xavier Espín Beltrán
Fecha de nacimiento: 23 de noviembre del 1981
Estado Civil: Casado
Dirección: Latacunga,
E-mail: cristian.espin@utc.edu.ec
Teléfonos: 0987493868



PERFIL PROFESIONAL:

Creativo, dinámico y seguro, con la capacidad de afrontar un cambio y liderarlo, dispuesto y motivado a conllevar una carga de competencia en un medio globalizado, requiriendo a la búsqueda del mejoramiento continuo y la optimización de los recursos alcanzando la máxima competitividad.

ESTUDIOS:

- Universidad Técnica de Cotopaxi
- Universidad Tecnológica Indo América

TÍTULOS OBTENIDOS:

- Ingeniero Industrial
- Magister en Gestión de la producción

ANEXO 2: DATOS PERSONALES DEL INVESTIGADOR

INFORMACIÓN PERSONAL

Apellidos y nombres: López Porras Alex Bladimir
Fecha de nacimiento: 23 de Junio de 1987
Edad: 29 años
CC: 050325322-1
Estado civil: Soltero
Dirección residencial: Mulliquindil Santa Ana Salcedo
Teléfono: 2705726-0992920065
Correo electrónico: alex.lopez1@utc.edu.ec
Provincia: Cotopaxi
Cantón: Salcedo



ESTUDIOS REALIZADOS

Secundario: Unidad educativa “19 de Septiembre” Salcedo

TÍTULO

Bachiller Especialidad Mecánica Automotriz

ANEXO 3: Fotografías del Laboratorio de Mecanizado

Imagen 1: Iluminación Laboratorio horario matutino



Fuente: Universidad Técnica de Cotopaxi
Elaborado por: Autor

Imagen 2: Iluminación lámpara



Fuente: Universidad Técnica de Cotopaxi
Elaborado por: Autor

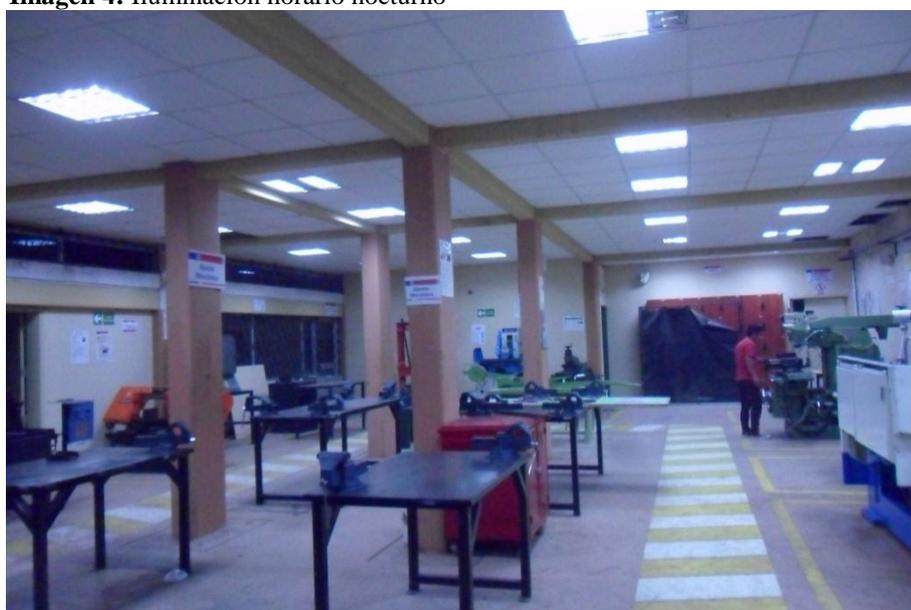
Imagen3: Tipo de luminaria utilizada



Fuente: Universidad Técnica de Cotopaxi

Elaborado por: Autor

Imagen 4: Iluminación horario nocturno



Fuente: Universidad Técnica de Cotopaxi

Elaborado por: Autor

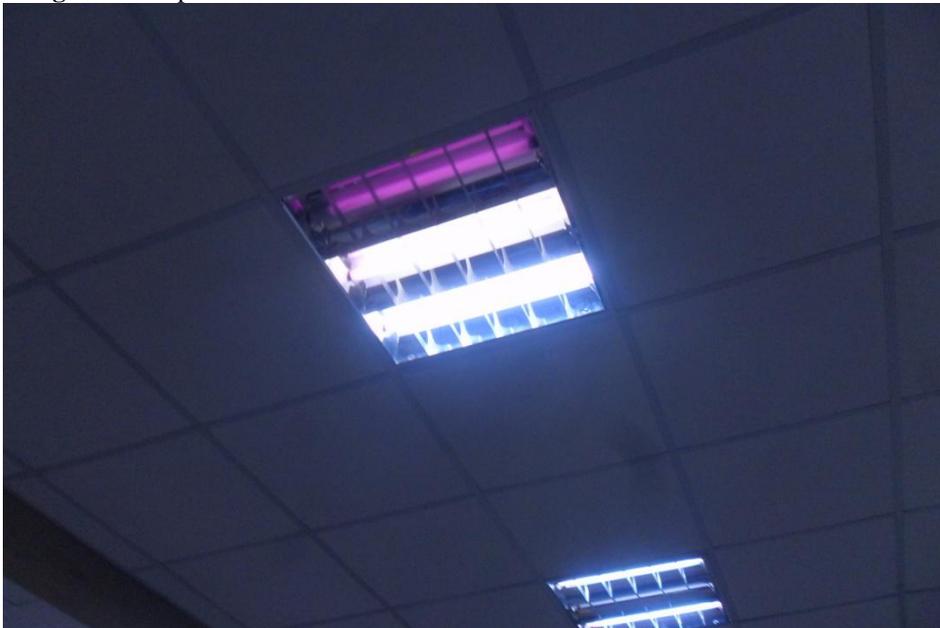
Imagen 5: Estado de lámparas



Fuente: Universidad Técnica de Cotopaxi

Elaborado por: Autor

Imagen 6: Lámpara en mal estado



Fuente: Universidad Técnica de Cotopaxi

Elaborado por: Autor

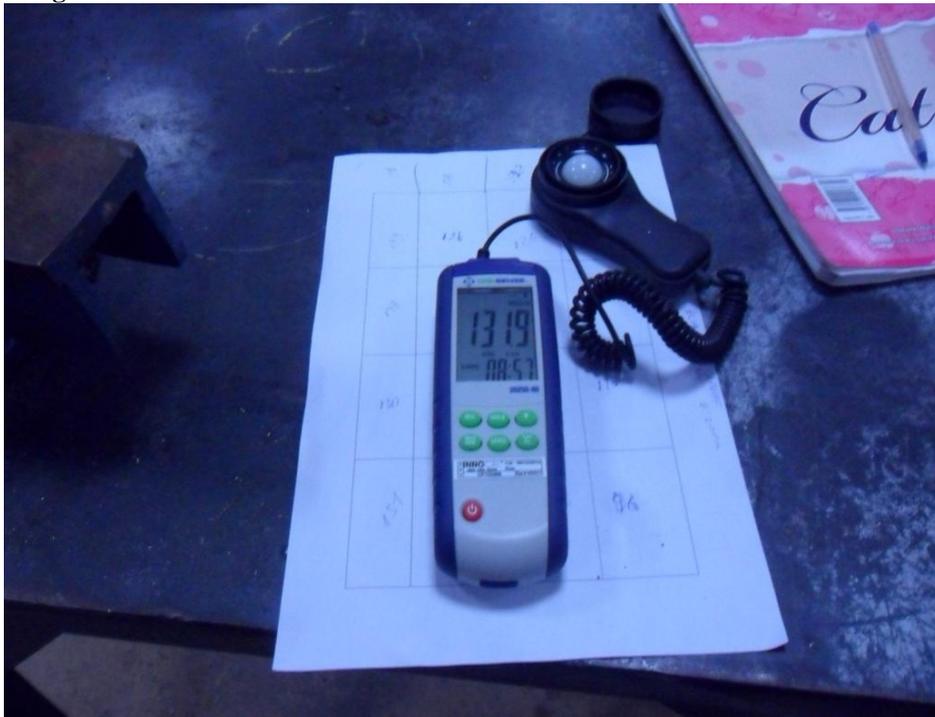
Imagen 7: Medición del nivel de iluminación interior



Fuente: Universidad Técnica de Cotopaxi

Elaborado por: Autor

Imagen 8: Luxómetro utilizado en mediciones



Fuente: Universidad Técnica de Cotopaxi

Elaborado por: Autor